

INFORME ANUAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA



SUBDIRECCIÓN DE ORDENAMIENTO Y PLANIFICACIÓN INTEGRAL DEL TERRITORIO

2013

ANDREA BÁEZ ARDILA
INGENIERA SANITARIA Y AMBIENTAL
PROFESIONAL ESPECIALISTA

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION.....	2
1. OBJETIVOS	3
2. ALCANCES	3
3. PROGRAMA MONITOREO DE CORRIENTES	4
3.1 PARAMETROS EVALUADOS	5
4. ANÁLISIS EVALUATIVO DE CALIDAD DEL AGUA	6
4.1 ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA	6
4.2 IMPLEMENTACIÓN DE LOS ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN DE AGUA (ICO's).....	7
4.2.1 Índice de contaminación por mineralización – ICOMI	7
4.2.2 Índice de contaminación por Materia Orgánica – ICOMO	8
4.2.3 Índice de contaminación por Sólidos Suspendidos – ICOSUS.....	9
4.2.4 Índice de contaminación Tráfico – ICOTRO.....	9
5. RESULTADOS DEL PROGRAMA.....	10
5.1 RÍO SURATÁ.....	16
5.2 RIO DE ORO.....	18
5.3 AFLUENTES RÍO DE ORO	21
5.3.1 Afluentes - Municipio de Piedecuesta	21
5.3.2 Afluentes Río de Oro - Municipios Floridablanca y Girón	23
5.3.2.1 Río Frío.....	23
5.4 RÍO LEBRIJA.....	29
5.4.1 Afluentes Río Lebrija.....	31
5.5 RÍOS MANCO Y UMPALA.....	32
6. CONCLUSIONES.....	34

INFORME ANUAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA AÑO 2013

INTRODUCCIÓN

El monitoreo de corrientes, es un programa institucional de la CDMB que permite evaluar la calidad del agua de las corrientes superficiales del Área de Jurisdicción de la entidad. El desarrollo del mismo, comprende un monitoreo que incluye toma de muestras, análisis de laboratorio y la evaluación de los resultados. La red tiene localizadas las estaciones en las principales corrientes del área de jurisdicción y en los afluentes de mayor relevancia.

Las corrientes que presentan mayor impacto por recepción de aguas residuales domésticas e industriales se encuentran en la cuenca del río Lebrija la cual representa un 77% del área de jurisdicción, en menor proporción se encuentran en las cuencas de los ríos Chicamocha con un 4%, Sogamoso 15% y Chitagá 4%.

Los ríos de Oro, Suratá y Lebrija, son las corrientes que reciben y asimilan las aguas residuales del Área Metropolitana de Bucaramanga, así como de los municipios menores de área de la jurisdicción de la CDMB.

1. OBJETIVOS

- ✧ Determinar la calidad del agua en las principales corrientes superficiales del Área de Jurisdicción de la CDMB.
- ✧ Proveer un marco ambiental de referencia de las corrientes hídricas superficiales del Área de Jurisdicción de la CDMB.
- ✧ Apoyar el programa de tasa retributiva, en la definición de las metas de reducción establecidas el Acuerdo del Consejo Directivo de la CDMB de Noviembre 29 de 2013.

2. ALCANCES

Evaluar la calidad del agua de las principales corrientes superficiales de la Cuenca Superior del Río Lebrija y de las Subcuencas de los ríos Manco, Umpalá y Jordán, pertenecientes al área de jurisdicción de la CDMB y clasificarlos de acuerdo con los usos a que se destinen y establecer condiciones particulares a las descargas de aguas residuales domésticas e industriales.

3. PROGRAMA MONITOREO DE CORRIENTES

El programa de monitoreo de corrientes para establecer y evaluar la calidad del agua en corrientes superficiales, comprende:

- Muestreo: El grupo operativo, realiza la toma de muestra que consiste en el desplazamiento hasta los puntos indicados, realizar el muestreo, preservación y transporte al laboratorio de las muestras en cada día de jornada.
- Análisis de Laboratorio: El laboratorio recibe las muestras y realiza los análisis respectivos.
- Análisis de Información: La información obtenida en campo y los resultados del laboratorio son consolidados y procesados para reportar la calidad de agua.

El programa se desarrolla en la Subdirección de Ordenamiento y Planificación Integral del Territorio bajo la Coordinación de información e investigación Ambiental la cual se encarga del muestreo y evaluación de información procedente del Laboratorio de Aguas y Suelos de la CDMB que realiza el procesamiento y análisis de las muestras.

El plan contempla un recorrido comenzando en los ríos Manco y Umpalá y los puntos ubicados en el municipio de Piedecuesta (Ríos Oro RO-06 y RO-05 y Lato LT-01) y su principal afluente en la parte alta, la Quebrada Grande (QG-01), continua con los puntos ubicados en el área de jurisdicción del municipio de Floridablanca, en su corriente principal Río Frío (RF-03, RF-P, RF-B y RF-1A) y sus afluentes principales (quebradas Zapamanga ZA-01 y Aranzoque-Mensuli MS-05 y AZ-1A).

Posteriormente se monitorean los puntos del área de influencia del municipio de Girón y Bucaramanga sobre Río de Oro, los cuales contempla RO-04, RO-4A y RO-02 y RO-01 su Bucaramanga, y sus principales afluentes en esta zona como son, Quebrada Ruitoque (LR-02 y LR-03), la Iglesia y sus afluentes (quebradas La Flora LF-01, La Cascada CS-01, El Macho MA-01 y El Carrasco DC-01). Las corrientes de la escarpa que drenan directamente en la parte baja del río comprenden las quebradas Chimitá, Cuyamita, Argelia, Las Navas, Chapinero y La Picha y el tercero con los puntos del río Suratá y sus afluentes Ríos Vetas, Charta y Tona. Estos puntos se realizan con una frecuencia Bimensual y el tipo de monitoreo es puntual.

Adicionalmente con una frecuencia también bimensual se realizan los muestreos de los ríos Negro y Lebrija, la quebrada Arenales y La Angula y el río Jordán. En total son 62 puntos, ubicados en 38 corrientes las cuales hacen parte de la jurisdicción de la CDMB.

En la Zona Minera se realiza el muestreo de la quebrada La Baja y el Río Vetas con una frecuencia de 2 muestreos mensuales con una composición de la muestra por un periodo de 4 horas.

3.1 PARAMETROS EVALUADOS

En cada punto de monitoreo se caracterizan varios parámetros que permiten establecer la calidad de las corrientes de acuerdo con el Índice de Calidad de Agua, los parámetros evaluados se muestran a continuación:

Parámetros evaluados en la red de monitoreo de calidad de agua

Parámetro	Método
1. Oxígeno Disuelto	STANDARD METHODS 4500- O C
2. Demanda Química de Oxígeno DQO	STANDARD METHODS 5220
3. Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅	STANDARD METHODS 5210 B DBO ₅
4. Fósforo Total	STANDARD METHODS 4500 P B,E
5. Nitrógeno Amoniacal	STANDARD METHODS 4500 NH ₃ D
6. Nitrógeno Total Kjeldalh NTK	STANDARD METHODS 4500-org C,
7. Turbidez	STANDARD METHODS 2130 B
8. Nitritos	STANDARD METHODS 4500- NO ₂ E
9. Nitratos	J. RODIER. Análisis de aguas. p. 180
10. Sólidos Totales	STANDARD METHODS 2540 B
11. Conductividad	STANDARD METHODS 2510 B
12. Sólidos Suspendedos	STANDARD METHODS 2540 D
13. Coliformes Totales	STANDARD METHODS 9221 E Fermentación de los tubos múltiples
14. Coliformes Fecales	STANDARD METHODS 9221 E
15. Cianuro	STANDARD METHODS 4500 CN ⁻ C,F
16. Mercurio	STANDARD METHODS 3114 B
17. Alcalinidad Total	STANDARD METHODS 2320 B
18. Dureza	STANDARD METHODS 2340 B
Datos de Campo	Equipo y/o Materiales
Temperatura del Agua y Ambiente	Termómetro (Sonda Multiparámetro)
Lectura Nivel de las corrientes	Mira Limnimétrica
Caudal	Aforo con Molinete
pH	STANDARD METHODS 4500 H+ B
Observaciones de Campo	Formatos de campo

En la Zona Minera se realiza el análisis de Cianuro, Mercurio, Turbiedad, Conductividad, Sólidos Totales, Sólidos Suspendedos y pH.

4. ANÁLISIS EVALUATIVO DE CALIDAD DEL AGUA

La información consolidada e incluida en la base de datos, permite establecer la evaluación de acuerdo al Índice Calidad del Agua y su comparación con el Estatuto Sanitario y el Decreto 1594 de 1984.

4.1 ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA

El índice de Calidad del Agua (desarrollado por la National Sanitation Foundation) se determina a partir de 9 parámetros que son el Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Nitrógeno Total, Fósforo Total, Sólidos Totales, Turbiedad, Coliformes Fecales, PH y Temperatura, a los cuales se les asigna un valor que se extrae de la gráfica de calidad respectiva, el cual esta en un rango de 0-100.

El Índice de Calidad del Agua ICA es calculado como la multiplicación de todos los nueve parámetros elevados a un valor atribuido en función de la importancia del parámetro, así:

$$I.C.A. = \prod_{i=1}^n C_i^{w_i}$$

Donde:

I.C.A.: Índice de Calidad del Agua, un número entre 0 y 100, adimensional.

C_i : Calidad del iésimo parámetro, un número entre 0 y 100, obtenido del respectivo gráfico de calidad, en función de su concentración o medida.

w_i : Valor ponderado correspondiente al iésimo parámetro, atribuido en función de la importancia de ese parámetro para la conformación global de la calidad, un número entre 0 y 1. La sumatoria de valores w_i es igual a 1, siendo i el número de parámetros que entran en el cálculo.

La relación entre el valor del ICA calculado y la clasificación del agua se presenta a continuación:

Intervalos de Calidad

Intervalo	Calidad
80-100	Optima
52-79	Buena
37-51	Dudosa
20-36	Inadecuada
0-19	Pésima

La evaluación de los índices de calidad de agua se realiza con base en las principales corrientes del Área Metropolitana de Bucaramanga, como son los ríos de Oro, Suratá y Lebrija.

4.2 IMPLEMENTACIÓN DE LOS ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN DE AGUA (ICO's)

En Colombia el estudio y la formulación de Índices de Calidad del Agua han sido abordados desde 1997 principalmente por Alberto Ramírez González, tal conjunto de Índices denominados ICO's, tuvieron su base en los resultados de análisis multivariados de componentes principales de común utilización en monitoreos en la Industria Petrolera Colombiana y han demostrado enormes ventajas sobre los ICA, debido a que éstos generalmente involucran en un solo parámetro numerosas variables que conllevan a que no exista correspondencia en el puntaje de calidad de agua con el tipo de contaminación en una corriente.

En el desarrollo de las formulaciones de estos índices de contaminación, se tuvieron en cuenta diversas reglamentaciones, tanto Nacionales como Internacionales, para diferentes usos de agua; así como registros de aguas naturales colombianas y relaciones expuestas por otros autores, con el fin de potencializar su uso a diferentes situaciones y lograr en ellos una generalidad en su aplicación.

El procedimiento metodológico para las formulaciones de estos índices correspondió a la descrita en la experiencia citada en el artículo “Cuatro Índices de Contaminación para la caracterización de aguas continentales. Formulación y Aplicación*” y argumentada en el documento “Limnología Colombiana, Aportes a su Conocimiento y Estadísticas De Análisis”[†], la cual se describe a continuación:

- Asignación de valores de contaminación entre Cero y Uno a la escala de las variables.
- Selección de la ecuación que permita relacionar el valor de la variable y su incidencia en contaminación.

De acuerdo con este mismo autor (Ramírez y Viña, 1998), en primera instancia las correlaciones halladas entre múltiples variables fisicoquímicas dieron origen a cuatro índices de contaminación complementarios e independientes de aplicación verificada conocidos como:

4.2.1 Índice de contaminación por mineralización – ICOMI

* CT&F-Ciencia, Tecnología y Futuro – Vol. 1 Núm. 3 Dic. 1997.

† Limnología Colombiana, Aportes a su Conocimiento y Estadísticas de Análisis. Alberto Ramírez González - Gerardo Viña Vizcaíno. Capítulo 4. 1998.

Se expresa en numerosas variables, de las cuales se eligieron: conductividad como reflejo del conjunto de sólidos disueltos, dureza en cuanto recoge los cationes calcio y magnesio, y alcalinidad porque hace lo propio con los aniones carbonatos y bicarbonatos.

El ICOMI es el valor promedio de los índices de cada una de las tres variables elegidas, las cuales se definen en un rango de 0 a 1; índices próximos a cero reflejan muy baja contaminación por mineralización e índices cercanos a 1, lo contrario.

$$\text{ICOMI} = 1/3 * (I_{\text{Conductividad}} + I_{\text{Dureza}} + I_{\text{Alcalinidad}})$$

$I_{\text{Conductividad}}$: se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$I_{\text{Conductividad}} = \text{Log}_{10} * I_{\text{Conductividad}} = -3.26 + 1.34 * \text{Log}_{10} [\text{Conductividad } (\mu\text{s/cm})]$$

$$I_{\text{Conductividad}} = 10^{\text{Log} [I_{\text{Conductividad}}]}$$

Conductividades mayores a 270 ($\mu\text{s/cm}$), tienen un índice de conductividad igual a 1.

I_{Dureza} : Se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$I_{\text{Dureza}} = \text{Log}_{10} * I_{\text{Dureza}} = -9.09 + 4.40 * \text{Log}_{10} [\text{Dureza (mg/l)}]$$

$$I_{\text{Dureza}} = 10^{\text{Log} [I_{\text{Dureza}}]}$$

Durezas mayores a 110 mg/l tienen un $I_{\text{Dureza}} = 1$; Durezas menores a 30 mg/l tienen un $I_{\text{Dureza}} = 0$

$I_{\text{Alcalinidad}}$: se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$I_{\text{Alcalinidad}} = -0.25 + 0.005 * [\text{Alcalinidad (mg/l)}]$$

Alcalinid. mayores a 250 mg/l tiene un $I_{\text{Alcalinidad}} = 1$; Alcalin. menores a 50 mg/l tiene un $I_{\text{Alcalinidad}} = 0$

4.2.2 Índice de contaminación por Materia Orgánica – ICOMO

Al igual que en la mineralización se expresa en diferentes variables fisicoquímicas de las cuales se seleccionaron Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), Coliformes Totales y porcentaje de Saturación de Oxígeno, las cuales, en conjunto, recogen efectos distintos de la contaminación orgánica.

El ICOMO, al igual que el ICOMI es el valor promedio de los índices de cada una de las tres variables elegidas, como se observa a continuación:

$$\text{ICOMO} = 1/3 * (I_{\text{DBO}} + I_{\text{Coliformes Totales}} + I_{\text{Oxígeno \%}})$$

I_{DBO} : Se obtiene de la siguiente expresión:

$$I_{\text{DBO}} = -0.05 + 0.70 \text{Log}_{10} \text{ DBO (mg/l)}$$

DBO mayores a 30 mg/l tienen $I_{\text{DBO}} = 1$; DBO menores a 2 mg/l tienen $I_{\text{DBO}} = 0$

$I_{\text{Coliformes Totales}}$: se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$I_{\text{Coliformes Totales}} = -1.44 + 0.56 \text{Log}_{10} \text{ Coliformes Totales (NMP/100ml)}$$

Colif. Totales mayores a 20.000 (NMP/100ml) tienen $I_{\text{Coliformes Totales}} = 1$; Colif. Totales menores a 500 (NMP/100ml) tienen $I_{\text{Coliformes Totales}} = 0$

$I_{\% \text{Oxígeno}}$: se obtiene a partir de la siguiente expresión:
 $I_{\% \text{Oxígeno}} = 1 - 0.01\% \text{Oxígeno}$

%Oxígeno mayores a 100 tienen un índice de oxígeno de 0

Es importante señalar, que de manera general en los sistemas lóticos porcentajes de saturación mayores a 100% son ventajosos o indicativos de una muy buena capacidad de reaireación de los cursos hídricos.

4.2.3 Índice de contaminación por Sólidos Suspendidos – ICOSUS

Se determina tan solo mediante la concentración de sólidos suspendidos, los cuales están ligados solo a compuestos inorgánicos. A continuación se presenta la expresión de la cual surge su resultado:

$$\text{ICOSUS} = -0.02 + 0.003 * \text{Sólidos Suspendidos (mg/l)}$$

Sólidos suspendidos mayores a 340 mg/l tienen **ICOSUS = 1**





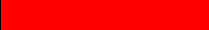
Sólidos suspendidos menores a 10 mg/l tienen **ICOSUS = 0**

4.2.4 Índice de contaminación Trófico – ICOTRO

Se determina en esencia por la concentración del Fósforo Total, a diferencia de los índices anteriores, en los cuales se determina un valor particular entre 0 y 1, la concentración del Fósforo Total define por si misma una categoría, como se describe a continuación:

Oligotrófico < 0.01 (mg/l)	Eutrófico 0.02 - 1 (mg/l)
Mesotrófico 0.01 - 0.02 (mg/l)	Hipereutrófico > 1 (mg/l)

En cuanto a los rangos establecidos para los mismos se tiene:

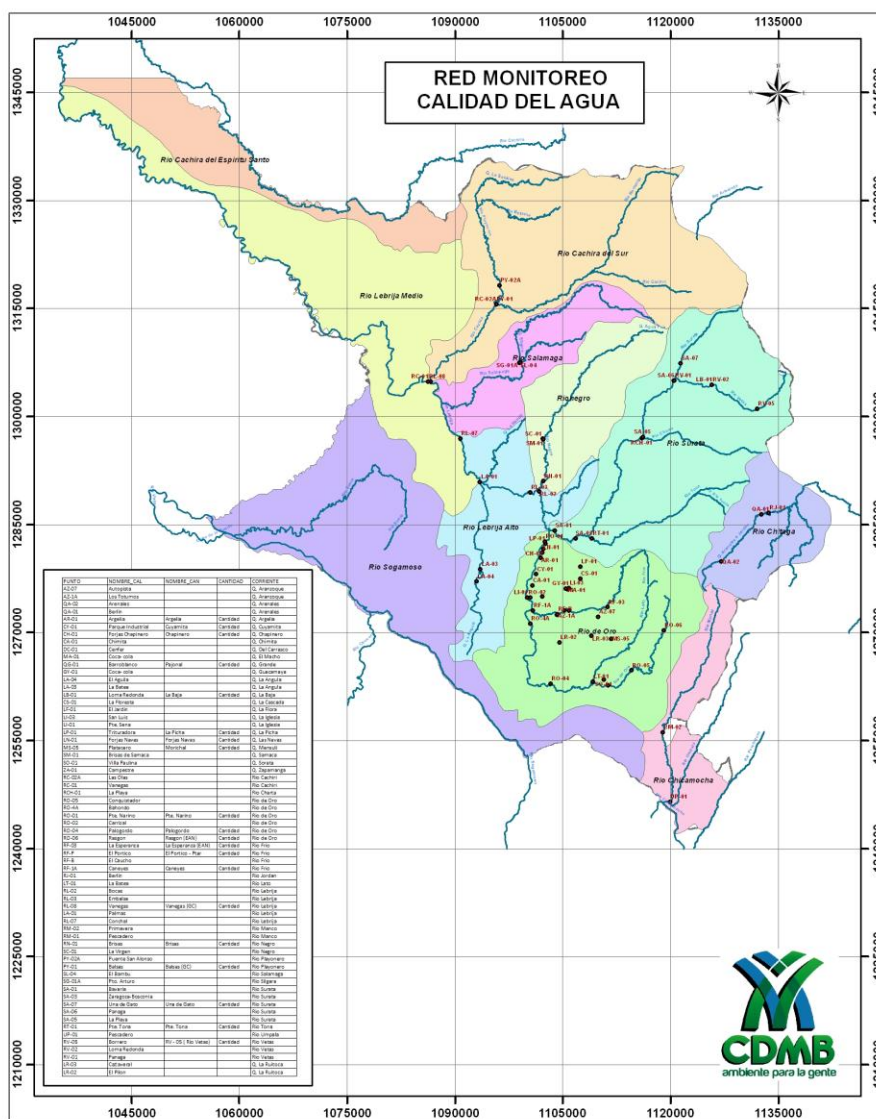
ICO	Grado de Contaminación	Escala de Color
0 - 0,2	Ninguna	
> 0,2 - 0,4	Baja	
> 0,4 - 0,6	Media	
> 0,6 - 0,8	Alta	
> 0,8 - 1	Muy Alta	

Fuente: Ramírez et al. (1999)

5. RESULTADOS DEL PROGRAMA

Los puntos ubicados sobre el Área Metropolitana de Bucaramanga, se encuentran principalmente en el Río Lebrija, Río de Oro, Río Suratá, y Río Frío al igual que en algunas quebradas importantes ubicadas en los municipios de Piedecuesta, Floridablanca, Bucaramanga y Girón, en la grafica se detalla los puntos de monitoreo distribuidos en el área de jurisdicción de la CDMB.

En los Tablas 1 y 2 se muestran todos los puntos evaluados durante el año 2013, así como el índice de calidad promedio del mismo año. Adicionalmente los campos que dentro de las tablas se encuentran con asterisco, son puntos que no se pudieron monitorear por causas ambientales que impidieron el acceso a los sitios para realizar la toma de la muestra.



Sitio de Muestreo	Punto	ICA Anual 2013					ICA 2013	Calidad
		Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre		
Río Suratá	SA-05	*	53,2	*	*	*	53,2	BUENA
	SA-03	*	43,8	*	*	*	43,8	DUDOSA
	SA-01	*	42,8	*	*	*	42,8	DUDOSA
Río Tona	RT-01	*	57,2	*	*	*	57,2	BUENA
Río Charta	RCH-01	*	76,0	*	*	*	76,0	BUENA
Río de Oro	RO-06	*	77,4	*	70,7	84,7	77,6	BUENA
	RO-05	*	*	*	71,3	71,3	71,3	BUENA
	RO-04	*	46,1	34,9	*	34,9	38,6	DUDOSA
	RO-4A	*	46,1	24,2	*	47,3	39,2	DUDOSA
	RO-02	*	17,2	20,8	*	21,1	19,7	PESIMA
	RO-01	*	26,1	23,6	*	28,1	25,9	INADECUADA
Q. Grande	QG-01	*	55,5	*	68,4	70,5	64,8	BUENA
Q. Soratoque	SO-01	*	10,8	*	7,6	12,8	10,4	PESIMA
Río Lato	LT-01	*	47,2	48,5	*	54,7	50,1	DUDOSA
Q. La Ruitoca	LR-03	*	65,9	*	*	*	65,9	BUENA
	LR-02	*	57,6	*	*	*	57,6	BUENA
Río Frio	RF-03	71,4	72,8	66,1	*	*	70,1	BUENA
	RF-P	52,2	32,6	30,4	*	*	38,4	DUDOSA
	RF-B	*	17,6	21,5	*	*	19,56	PESIMA
	RF-1A	*	15,5	23,4	*	21,0	19,99	PESIMA
Q. Aranzoque-Mensulí	MS-05	56,0	60,4	37,7	*	*	51,35	DUDOSA
	AZ-07	48,3	47,4	39,0	*	*	44,91	DUDOSA
	AZ-1A	38,8	50,5	40,3	*	*	43,19	DUDOSA
Q. Zapamanga	ZA-01	*	39,9	30,4	*	*	35,2	INADECUADA
Q. La Flora	LF-01	*	48,6		*	*	48,6	DUDOSA
Q. La Cascada	CS-01	*	39,2		*	*	39,2	DUDOSA
Q. La Iglesia	LI-03	*	17,5		*	*	17,5	PESIMA
	LI-01	*	13,0	23,0	*	*	18,0	PESIMA
Q. El Macho	MA-01	*	32,1	*	*	*	32,1	INADECUADA
Q. La Guacamaya	GY-01	*	34,6	*	*	*	34,6	INADECUADA
Q. El Carrasco	DC-01	*	7,2	*	*	*	7,2	PESIMA
Q. Chimitá	CA-01	*	15,0	*	*	*	15,0	PESIMA
Q. La Cuyamita	CY-01	*	18,1	*	*	*	18,1	PESIMA
Q. La Argelia	AR-01	*	22,0	*	*	*	22,0	INADECUADA
Q. Las Navas	LN-01	*	18,3	*	*	*	18,3	PESIMA
Q. Chapinero	CH-01	*	24,2	*	*	*	24,2	INADECUADA
Río Lebrija	RL-02	*	36,0	*	*	*	36,0	INADECUADA
	RL-03	*	37,3	*	*	*	37,3	DUDOSA
	RL-07	*	34,7	*	*	*	34,7	INADECUADA
	RL-08	*	36,6	*	*	*	36,6	INADECUADA
Quebrada Samacá	SM-01	*	74,8	*	*	*	74,8	BUENA
Quebrada Santa Cruz	SC-01	*	70,3	*	*	*	70,3	BUENA
Río Negro	RN-01	*	54,2	*	*	*	54,2	BUENA
Q. La Angula	LA-04	*	75,2	*	*	*	75,2	BUENA
	LA-03	*	18,9	*	*	*	18,9	PESIMA
	LA-01	*	73,4	*	*	*	73,4	BUENA
Río Salamaga	SL-04	*	61,7	*	*	*	61,7	BUENA
Río Silgará	SG-01A	*	65,8	*	*	*	65,8	BUENA
Río Playonero	PY-02A	*	69,0	*	*	*	69,0	BUENA
	PY-01	*	58,9	*	*	*	58,9	BUENA
Río Cachirí	RC-02A	*	72,4	*	*	*	72,4	BUENA
Río Cachira (Vanegas)	RC-01	*	58,8	*	*	*	58,8	BUENA
Río Manco	RM-02	*	63,9	*	*	*	63,9	BUENA

Sitio de Muestreo	Punto	ICA Anual 2013					ICA 2013	Calidad
		Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre		
	RM-01	*	57,9	*	*	*	57,9	BUENA
Río Umpalá	UP-01	*	65,0	*	*	*	65,0	BUENA

Tabla 2. Comparativo Índices de Calidad 2012 y 2013

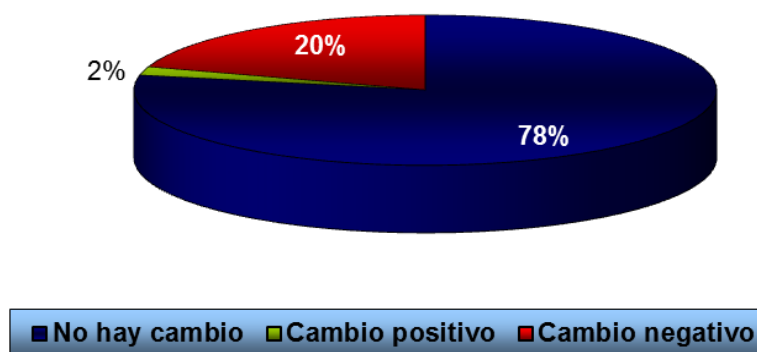
Sitio de Muestreo	Punto	ICA 2012	Calidad	ICA 2013	Calidad
Río Suratá	SA-07	69.5	BUENA	-	-
	SA-06	59.8	BUENA	-	-
	SA-05	53.1	BUENA	53.2	BUENA
	SA-03	55.6	BUENA	43.8	DUDOSA
	SA-01	41.9	DUDOSA	42.8	DUDOSA
Río Vetas	RV-01	52.3	DUDOSA	-	-
Río Tona	RT-01	64.2	BUENA	57.2	BUENA
Río Charta	RCH-01	63.9	BUENA	76.0	BUENA
Río de Oro	RO-06	70.1	BUENA	77.6	BUENA
	RO-05	61.4	BUENA	71.3	BUENA
	RO-04	43.4	DUDOSA	38.6	DUDOSA
	RO-4A	41.9	DUDOSA	39.2	DUDOSA
	RO-02	25.1	INADECUADA	19.7	PESIMA
	RO-01	27.3	INADECUADA	25.9	INADECUADA
Q. Grande	QG-01	56.3	BUENA	64.8	BUENA
Q. Soratoque	SO-01	13.1	PÉSIMA	10.4	PESIMA
Río Lato	LT-01	46.6	DUDOSA	50.1	DUDOSA
Q. La Ruitoca	LR-03	66.5	BUENA	65.9	BUENA
	LR-02	58.5	BUENA	57.6	BUENA
Río Frío	RF-03	70.2	BUENA	70.1	BUENA
	RF-P	42.0	DUDOSA	38.4	DUDOSA
	RF-B	18.9	PÉSIMA	19.56	PESIMA
	RF-1A	19.3	PÉSIMA	19.99	PESIMA
Q. Aranzoque-Mensulí	MS-05	58.8	BUENA	51.35	DUDOSA
	AZ-07	42.4	DUDOSA	44.91	DUDOSA
	AZ-1A	56.1	BUENA	43.19	DUDOSA
Q. Zapamanga	ZA-01	38.5	DUDOSA	35.2	INADECUADA
Q. La Flora	LF-01	48.6	DUDOSA	48.6	DUDOSA
Q. La Cascada	CS-01	40.1	DUDOSA	39.2	DUDOSA
Q. La Iglesia	LI-03	18.5	PÉSIMA	17.5	PESIMA
	LI-01	20.2	INADECUADA	18.0	PESIMA
Q. El Macho	MA-01	29.9	INADECUADA	32.1	INADECUADA
Q. La Guacamaya	GY-01	38.2	DUDOSA	34.6	INADECUADA
Q. El Carrasco	DC-01	7.6	PÉSIMA	7.2	PESIMA
Q. Chimitá	CA-01	20.6	INADECUADA	15.0	PESIMA
Q. La Cuyamita	CY-01	23.7	INADECUADA	18.1	PESIMA
Q. La Argelia	AR-01	28.6	INADECUADA	22.0	INADECUADA
Q. Las Navas	LN-01	25.3	INADECUADA	18.3	PESIMA
Q. Chapinero	CH-01	25.7	INADECUADA	24.2	INADECUADA
Q. La Picha	LP-01	18.6	PÉSIMA	-	-
Río Lebrija	RL-02	35.1	INADECUADA	36.0	INADECUADA
	RL-03	39.4	DUDOSA	37.3	DUDOSA
	RL-07	36.4	INADECUADA	34.7	INADECUADA
	RL-08	41.3	DUDOSA	36.6	INADECUADA
Quebrada	SM-01	72.3	BUENA	74.8	BUENA

Sitio de	Punto	ICA 2012	Calidad	ICA 2013	Calidad
Samacá					
Quebrada Santa Cruz	SC-01	63.7	BUENA	70.3	BUENA
Río Negro	RN-01	54.2	BUENA	54.2	BUENA
Q. La Angula	LA-04	71.1	BUENA	75.2	BUENA
	LA-03	21.8	INADECUADA	18.9	PESIMA
	LA-01	55.2	BUENA	73.4	BUENA
Río Salamaga	SL-04	71.2	BUENA	61.7	BUENA
Río Silgará	SG-01A	64.1	BUENA	65.8	BUENA
Río Playonero	PY-02A	61.5	BUENA	69.0	BUENA
	PY-01	53.5	BUENA	58.9	BUENA
Río Cachirí	RC-02A	59.1	BUENA	72.4	BUENA
Río Cachira (Vanegas)	RC-01	50.4	DUDOSA	58.8	BUENA
Río Manco	RM-02	69.4	BUENA	63.9	BUENA
	RM-01	64.1	BUENA	57.9	BUENA
Río Umpalá	UP-01	65.8	BUENA	65.0	BUENA

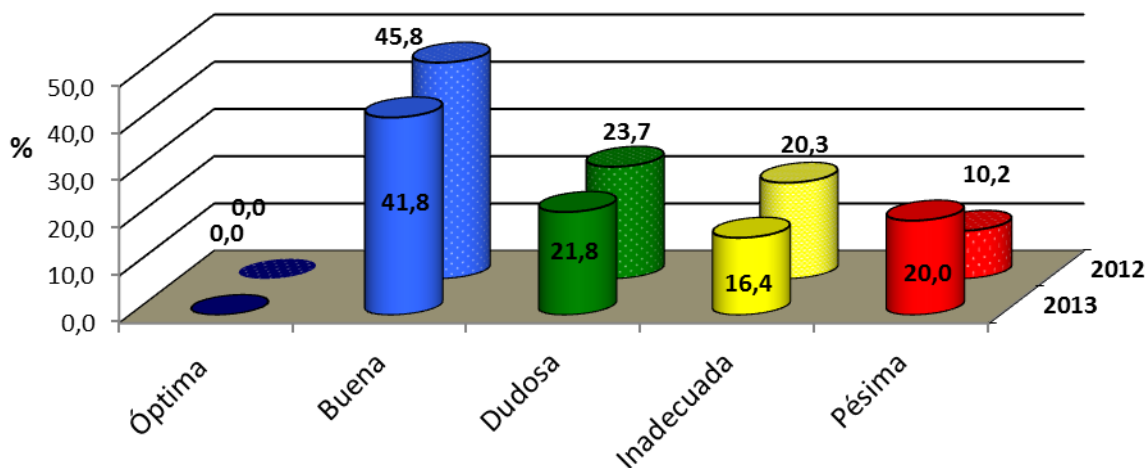
Adicionalmente se monitorean cuatro puntos más LB-01 (Q. La Baja), RV-05 y RV-02 (Río Vetas), en donde solo se toman muestras para los siguientes parámetros: pH, conductividad, Turbidez, Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, Cianuros y Mercurios, no se halla calidad.

Durante el año 2013 no se realizó monitoreo en los puntos de la Quebrada Arenales y Río Jordán debido a la inaccesibilidad de la zona por problemas públicos.

Grafica 1. Variabilidad en la calidad del agua año 2013



Grafica 2. Comparativo de Porcentajes de calidades anuales ICA 2012-2013



En la gráfica 1 se evidencia la variabilidad de calidades según el cambio presentado durante el año 2013, en donde el 78% de las muestras no presentaron variabilidad de calidad del agua sino que se mantuvieron en las mismas condiciones frente al año anterior (2012). El 2 % mejoró su calidad, disminuyendo sustancialmente el porcentaje con respecto al año anterior y 20 % deterioraron la misma aumentando considerablemente el porcentaje con relación al 2012, lo que evidencia que la calidad del agua en la mayoría de los puntos no cambio, y en donde hubo cambio este pasó a calidades inferiores es decir se deterioró más.

En la grafica 2 se observa una disminución en la calidad Buena en comparación con el año anterior representado en un 4 % de diferencia, igualmente sucedió con la calidad Dudosa en donde disminuyó su porcentaje pasando de 23.7 % en el 2012 a 21.8 % en el 2013, en similares condiciones estuvo la calidad Inadecuada, lo contrario sucedió con la calidad Pésima que dobló su valor con respecto al año anterior. Lo que evidencia, en general, la tendencia que tuvieron en el 2013 la mayoría de los puntos, a reducir su calidad y verla aumentada en la última categoría de Pésima, por el aumento en los vertimientos, principalmente.

A continuación se exponen los resultados y análisis de los índices de contaminación en cada una de las corrientes:

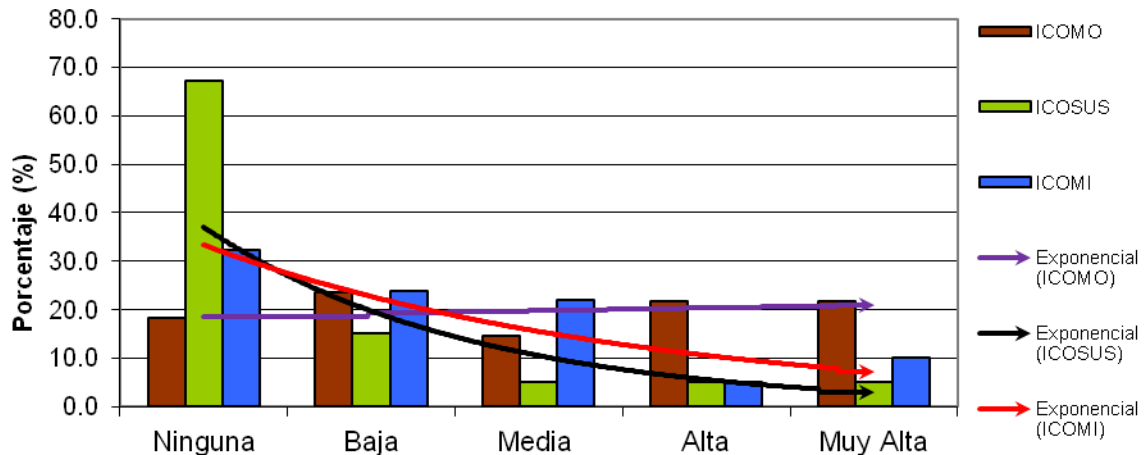
Tabla 3. Promedio Anual Índices de Contaminación 2013

Sitio de Muestreo	Punto	Promedio Anual ICOMO 2013	Grado de Contaminación	Promedio Anual ICOSUS 2013	Grado de Contaminación	Promedio Anual ICOTRO 2013	Grado de Contaminación	Promedio Anual ICOMI 2013	Grado de Contaminación
Río Suratà	SA-05	0.34	Baja	0.06	Ninguna	0.1	Eutrófico	0.18	Ninguna
	SA-03	0.40	Media	0.32	Baja	0.7	Eutrófico	0.29	Baja
	SA-01	0.62	Alta	0.26	Baja	0.7	Eutrófico	0.40	Media
Río Tona	RT-01	0.26	Baja	0.19	Ninguna	0.1	Eutrófico	0.53	Media
Río Charta	RCH-01	0.00	Ninguna	0.00	Ninguna	0.1	Eutrófico	0.25	Baja
Río de Oro	RO-06	0.03	Ninguna	0.00	Ninguna	0.07	Eutrófico	0.07	Ninguna
	RO-05	0.06	Ninguna	0.00	Ninguna	0.1	Eutrófico	0.07	Ninguna
	RO-04	0.76	Alta	0.09	Ninguna	0.8	Eutrófico	0.33	Baja
	RO-4A	0.47	Media	0.17	Ninguna	0.8	Eutrófico	0.31	Baja
	RO-02	0.86	Muy alta	0.76	Alta	3.1	Hipereutrófico	0.60	Media

Sitio de Muestreo	Punto	Promedio Anual ICOMO 2013	Grado de Contaminación	Promedio Anual ICOSUS 2013	Grado de Contaminación	Promedio Anual ICOTRO 2013	Grado de Contaminación	Promedio Anual ICOMI 2013	Grado de Contaminación
	RO-01	0.81	Muy alta	0.34	Baja	1.6	Hipereutrófico	0.58	Media
Q. Grande	QG-01	0.16	Ninguna	0.01	Ninguna	0.2	Eutrófico	0.31	Baja
Q. Soratoque	SO-01	0.99	Muy alta	0.66	Alta	8.0	Hipereutrófico	0.75	Media
Río Lato	LT-01	0.55	Media	0.04	Ninguna	0.7	Eutrófico	0.36	Baja
Q. La Ruitoca	LR-03	0.33	Baja	0.00	Ninguna	0.1	Eutrófico	0.11	Ninguna
	LR-02	0.47	Media	0.14	Ninguna	0.1	Eutrófico	0.15	Ninguna
Río Frío	RF-03	0.23	Baja	0.12	Ninguna	0.1	Eutrófico	0.06	Ninguna
	RF-P	0.58	Media	0.42	Media	0.4	Eutrófico	0.33	Baja
	RF-B	0.89	Muy alta	0.28	Baja	3.2	Hipereutrófico	0.66	Media
	RF-1A	0.86	Muy alta	0.54	Media	3.1	Hipereutrófico	0.61	Media
Q. Aranzoque-Mensulí	MS-05	0.36	Baja	0.12	Ninguna	2.1	Hipereutrófico	0.11	Ninguna
	AZ-07	0.53	Media	0.18	Ninguna	0.3	Eutrófico	0.32	Baja
	AZ-1A	0.55	Media	0.14	Ninguna	0.5	Eutrófico	0.31	Baja
Q. Zapamanga	ZA-01	0.61	Alta	0.51	Media	0.7	Eutrófico	0.48	Media
Q. La Flora	LF-01	0.51	Media	0.06	Ninguna	0.5	Eutrófico	0.45	Media
Q. La Cascada	CS-01	0.68	Alta	0.00	Ninguna	0.7	Eutrófico	0.53	Media
Q. La Iglesia	LI-03	0.91	Muy alta	0.33	Baja	5.3	Hipereutrófico	0.70	Alta
	LI-01	0.76	Alta	0.65	Alta	5.7	Hipereutrófico	0.79	Alta
Q. El Macho	MA-01	0.77	Alta	0.00	Ninguna	1.9	Hipereutrófico	0.49	Media
Q. La Guacamaya	GY-01	0.71	Alta	0.04	Ninguna	1.8	Hipereutrófico	0.57	Media
Q. El Carrasco	DC-01	1.00	Muy alta	1.00	Muy alta	14.6	Hipereutrófico	1.00	Muy Alta
Q. Chimitá	CA-01	0.91	Muy alta	1.00	Muy alta	8.5	Hipereutrófico	1.00	Muy Alta
Q. La Cuyamita	CY-01	0.81	Muy alta	1.00	Muy alta	7.9	Hipereutrófico	1.00	Muy Alta
Q. La Argelia	AR-01	0.80	Muy alta	0.05	Ninguna	4.6	Hipereutrófico	1.00	Muy Alta
Q. Las Navas	LN-01	0.90	Muy alta	0.33	Baja	0.3	Eutrófico	1.00	Muy Alta
Q. Chapinero	CH-01	0.74	Alta	0.15	Ninguna	6.4	Hipereutrófico	0.94	Muy Alta
Río Lebrija	RL-02	0.67	Alta	0.22	Baja	0.7	Hipereutrófico	0.45	Media
	RL-03	0.62	Alta	0.17	Ninguna	0.6	Eutrófico	0.39	Baja
	RL-07	0.68	Alta	0.27	Baja	0.1	Eutrófico	0.40	Baja
	RL-08	0.70	Alta	0.16	Ninguna	0.6	Eutrófico	0.37	Baja
Quebrada Samacá	SM-01	0.26	Baja	0.00	Ninguna	0.1	Eutrófico	0.08	Ninguna
Quebrada Santa Cruz	SC-01	0.15	Ninguna	0.00	Ninguna	0.1	Eutrófico	0.04	Ninguna
Río Negro	RN-01	0.33	Baja	0.00	Ninguna	0.1	Eutrófico	0.07	Ninguna
Q. La Angula	LA-04	0.37	Baja	0.00	Ninguna	0.1	Eutrófico	0.04	Ninguna
	LA-03	0.93	Muy alta	0.34	Baja	3.3	Hipereutrófico	0.67	Alta
	LA-01	0.14	Ninguna	0.00	Ninguna	0.5	Eutrófico	0.17	Ninguna
Río Salamaga	SL-04	0.42	Baja	0.01	Ninguna	0.1	Eutrófico	0.06	Ninguna
Río Silgará	SG-01A	0.18	Ninguna	0.00	Ninguna	0.1	Eutrófico	0.05	Ninguna
Río Playonero	PY-02A	0.18	Ninguna	0.00	Ninguna	0.1	Eutrófico	0.06	Ninguna
	PY-01	0.34	Baja	0.00	Ninguna	0.1	Eutrófico	0.06	Ninguna
Río Cachirí	RC-02A	0.06	Ninguna	0.00	Ninguna	0.1	Eutrófico	0.25	Baja
Río Cachira (Vanegas)	RC-01	0.30	Baja	0.05	Ninguna	0.7	Eutrófico	0.16	Ninguna
Río Manco	RM-02	0.12	Ninguna	0.04	Ninguna	0.1	Eutrófico	0.00	Ninguna
	RM-01	0.27	Baja	0.06	Ninguna	0.1	Eutrófico	0.08	Ninguna
Río Umpalá	UP-01	0.22	Baja	0.00	Ninguna	0.1	Eutrófico	0.29	Baja

Fuente: Autora

Grafica 3. Resumen Índices de Contaminación

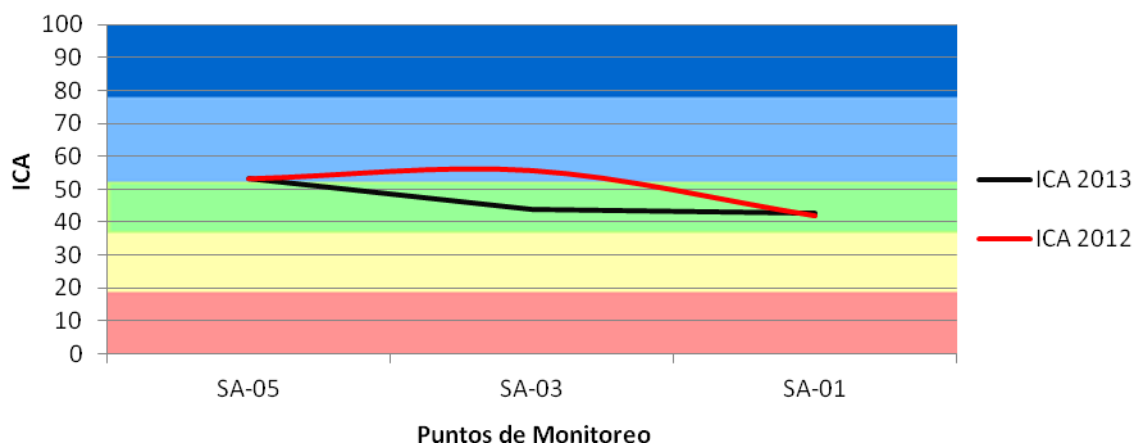


Como se observa en la gráfica anterior la tendencia de los valores para el caso del ICOMO es a aumentar su valor, es decir la mayor contaminación que se presenta en la principales corrientes es por materia orgánica, contrario a lo anterior para el caso del ICOSUS e ICOMI la tendencia que se dio en el 2013 fue a disminuir su valor, es decir sus valores en la mayoría de las puntos se ubicaron en las categorías Ninguna y Baja lo que evidencia que por este tipo de contaminación no hay mayores afectaciones.

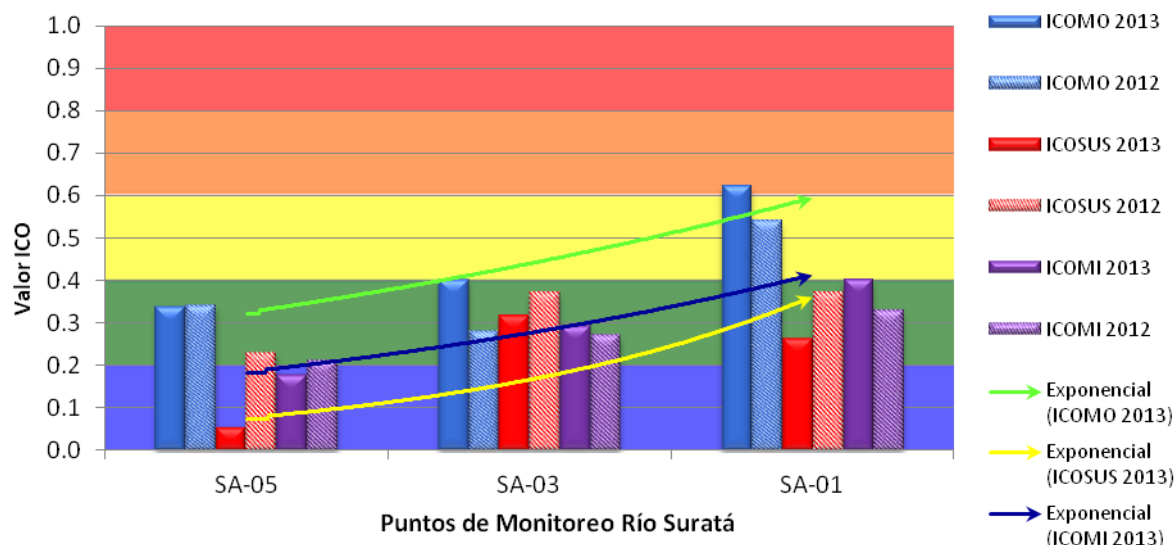
5.1 RÍO SURATA

El río Suratá tiene establecidos cinco puntos de monitoreo, que van desde el punto SA-07 ubicado en la Estación conocida como Uña de gato, SA-06 Estación Puente Pánaga, SA-05 Estación La Playa, SA-03 Estación Bosconia y SA-01 Estación Bavaria. En los puntos SA-07 y SA-06, por problemas de acceso no se pudo realizar monitoreos en el 2013. Para los puntos SA-05, SA-03 y SA-01 las calidades se ubicaron en Buena y Dudosa al igual que en el año 2012. En el punto SA-03 la calidad pasó de Buena a Dudosa en comparación con el año anterior, el punto SA-01 registra de nuevo calidad Dudosa debido a la influencia negativa que ejercen las descargas de aguas residuales domésticas e industriales que recibe de la zona norte de Bucaramanga. A continuación se evidencia las calidades para cada uno de los puntos monitoreados en el Río Suratá y el tipo de contaminación por medio de los Índices de contaminación:

Grafica 7. Promedio Anual Índice de Calidad del Agua - Río Suratá



Grafica 8. Promedio Índices de Contaminación del Agua - Río Suratá



Como se observa en la anterior grafica la tendencia de los puntos SA-05, SA-03 y SA-01, es a aumentar su valor de contaminación a medida que avanza la corriente, debido a descargas que van aumentando a través de su curso, deteriorando su calidad, contaminación que esta representada por la presencia de materia orgánica y sólidos suspendidos principalmente.

En la siguiente Tabla se muestran en resumen el promedio de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos más importantes del 2013.

Tabla 4. Parámetros de Calidad Fisicoquímica – Río Suratá

Periodo	Punto	Promedio Anual					
		Nitritos (mg NO ₂ -N/l)	DBO ₅ (mgO ₂ /l)	DQO (mgO ₂ /l)	O.D. (mgO ₂ /l)	SST (mg/l)	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)
Año 2013	SA-05	0.007	1.7	20.7	7.82	25	25000
	SA-03	0.007	2.1	29	7.66	112	13000
	SA-01	0.028	14	53.4	6.88	94	540000

Como se observa los mayores valores se presentan en el último punto del tramo del Río Suratá, donde por influencia de vertimientos tanto domésticos como industriales evidencian el aumento tanto de la DBO₅ como la DQO, y los Coliformes Fecales, principalmente.

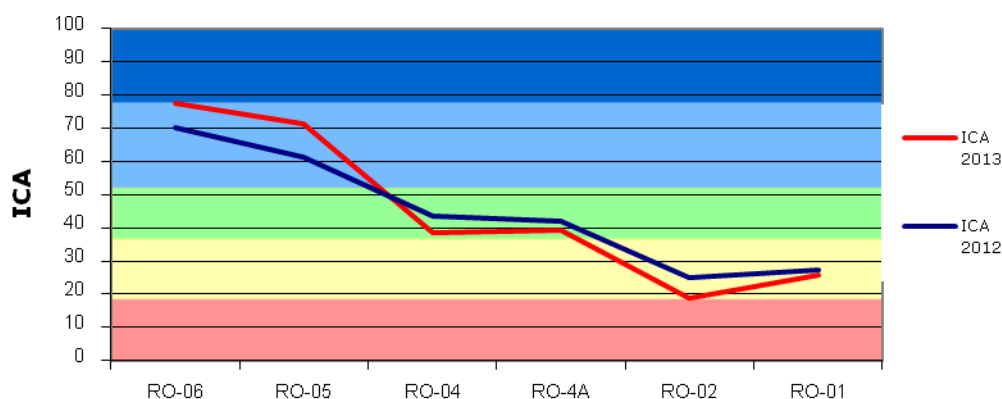
5.2 RÍO DE ORO

Río de Oro tiene establecido seis puntos de monitoreo en todo su trayecto, RO-06 y RO-05, ubicados aguas arriba del casco urbano de Piedecuesta conocidos como Estación el Rasgón y el Conquistador respectivamente, los cuales presentaron una calidad en promedio Buena en todo el año, en el mes de Octubre para la estación El Rasgón la calidad se ubicó en la máxima categoría (Óptima) evidenciando las excelentes condiciones en la que se encuentra esta corriente en este punto.

En los puntos RO-04 ubicado en la Estación Palogordo y RO-4A en la Estación Bahondo, se evidencia un deterioro gradual en la calidad del agua, producto de las descargas de aguas residuales domésticas como las provenientes de porcícolas y avícolas ubicadas entre estos dos puntos, adicional a la influencia que ejercen los vertimientos de la empresa de alcantarillado del municipio de Piedecuesta, sin embargo y en comparación con el año 2012 se mantienen en las mismas condiciones con calidad Dudosa.

Los puntos RO-02 conocido como Estación Carrizal ubicado en el sector del mismo nombre y RO-01 en el sitio conocido como Puente Nariño, el primero bajo su calidad a Pésima y el segundo se mantuvo al igual que el año anterior en calidad Inadecuada, este último punto se encuentra ubicado antes de la confluencia con el Río Suratá, en donde ha recibido las descargas provenientes de las aguas residuales domésticas de los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Piedecuesta y Girón e igualmente vertimientos de origen industrial del Parque Industrial de Chimitá. A continuación se presentan los resultados:

Grafica 9. Promedio Anual Índice de Calidad del Agua - Río de Oro



Puntos de Monitoreo Río de Oro

Para establecer un patrón de comparación de las calidades del agua a nivel nacional presentadas en este informe, a continuación se expone la metodología utilizada por el IDEAM a través de la implementación del ICACOSU, metodología que se expone ampliamente en el Estudio Nacional del Agua 2010 (ENA) y que será retomada solo en los puntos de monitoreo de Río de Oro para tal fin.

El índice de calidad del agua ICACOSU reduce grandes volúmenes de datos de campo a un simple valor numérico de cero (0) a uno (1) y se clasifica según la calidad del agua en orden ascendente en una de las cinco categorías siguientes: Muy Malo, Malo, Medio, Bueno y Excelente como se expone en la siguiente tabla:

Tabla 6. Categoría de clasificación ICACOSU-IDEAM

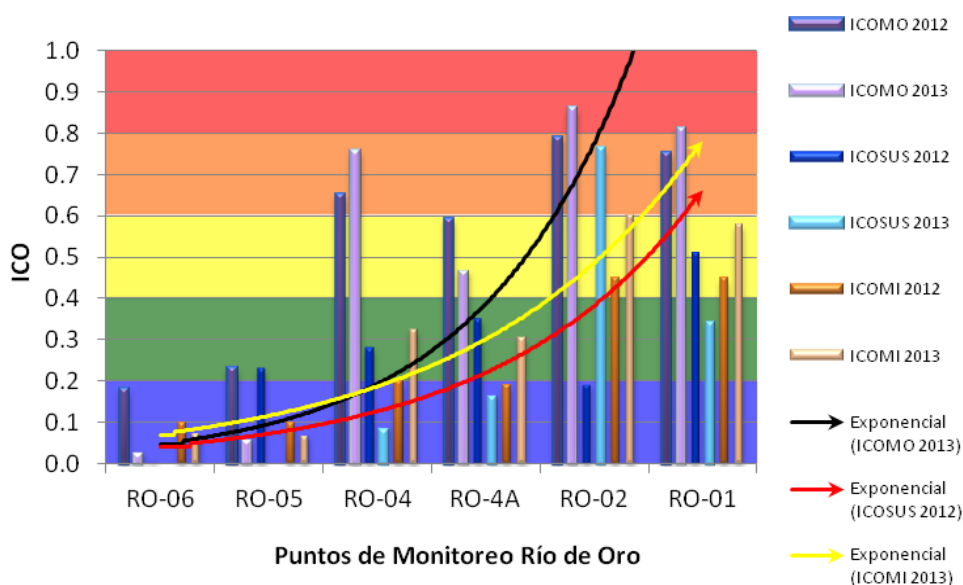
Categoría	Rango	Escala de Color
Muy Malo	0 – 0.25	
Malo	0.26 – 0.50	
Regular	0.51 – 0.70	
Aceptable	0.71 – 0.90	
Bueno	0.91 – 1.00	

A continuación se exponen los resultados comparativos del ICA-CETESB frente al ICACOSU:

Nombre de la Corriente	Código	Agosto - Septiembre				Octubre			
		Valor ICA	Clasificación	Valor ICACOSU	Clasificación	Valor ICA	Clasificación	Valor ICACOSU	Clasificación
Río de Oro	RO-06	70.7	BUENA	0.83	ACEPTABLE	84.69	OPTIMA	0.78	ACEPTABLE
	RO-05	71.30	BUENA	0.79	ACEPTABLE	71.3	BUENA	0.79	ACEPTABLE
	RO-04	34.91	INADECUADA	0.56	REGULAR	34.9	INADECUADA	0.4502	MALO
	RO-4A	24.2	INADECUADA	0.56	REGULAR	47.3	DUDOSA	0.651	REGULAR
	RO-02	20.8	INADECUADA	0.26	MALO	21.08	INADECUADA	0.35	MALO
	RO-01	23.6	INADECUADA	0.46	MALO	28.08	INADECUADA	0.45	MALO

Como se evidencia en la tabla la similitud de las calidades en la mayoría de los puntos es de mutua correspondencia con lo reportado en el ICA-CETESB, a excepción de los puntos RO-04, RO-4A (Septiembre) y RO-06 (Octubre), en donde se evidencia una menor calidad debido a que el ICACOSU contempla en su formulación solo los parámetros de Oxígeno Disuelto, Sólidos suspendidos, DQO, Conductividad y pH, y no Coliformes Fecales ni DBO, razón por la cual se agudiza en estos puntos la influencia de materia orgánica lo que hace que se va reflejado en las calidades, como se evidencia en la siguiente grafica de los ICO's:

Grafica 10. Promedio Índices de Contaminación del Agua - Río de Oro



Como se observa los valores mas elevados se presentan por contaminación de materia Orgánica y Sólidos suspendidos, y en menor proporción por mineralización del agua, se evidencia también que la mayor influencia la reciben los puntos establecidos en el área urbana de Girón y Bucaramanga, RO-02 y RO-01 y el punto que se encuentra inmediatamente después de la zona urbana de Piedecuesta, RO-04. Adicionalmente la tendencia muestra que a mayor recorrido de la corriente mayor es la concentración de materia orgánica y sólidos suspendidos.

Tabla 7. Parámetros de Calidad Físicoquímicos - Río de Oro

Periodo	Punto	Promedio Anual					
		Nitritos (mg NO ₂ -N/l)	DBO ₅ (mgO ₂ /l)	DQO (mgO ₂ /l)	O.D. (mgO ₂ /l)	SST (mg/l)	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)
Año 2013	RO-06	0.18	1.43	19.7	7.71	4.2	115
	RO-05	0.003	1.5	15.7	7.54	70	680
	RO-04	0.42	14	47.53	3.63	35333	127666.7
	RO-4A	1.83	7.25	34.95	6.89	18.5	174000
	RO-02	0.27	42.7	132	2.96	289.3	2666666.7
	RO-01	0.192	36.7	106.27	3.88	115.3	2533333.3

Como se aprecia en la Tabla 7 los valores mas críticos se encuentran en el punto RO-02 tanto para OD y DBO₅, debido a la influencia que ejercen los anteriores puntos y adicionalmente las quebradas que llegan antes de éste. En iguales condiciones de contaminación se encuentra el punto RO-01, punto final de monitoreo de la Subcuenca y por ende receptora de las principales quebradas de la parte baja de Río de Oro.

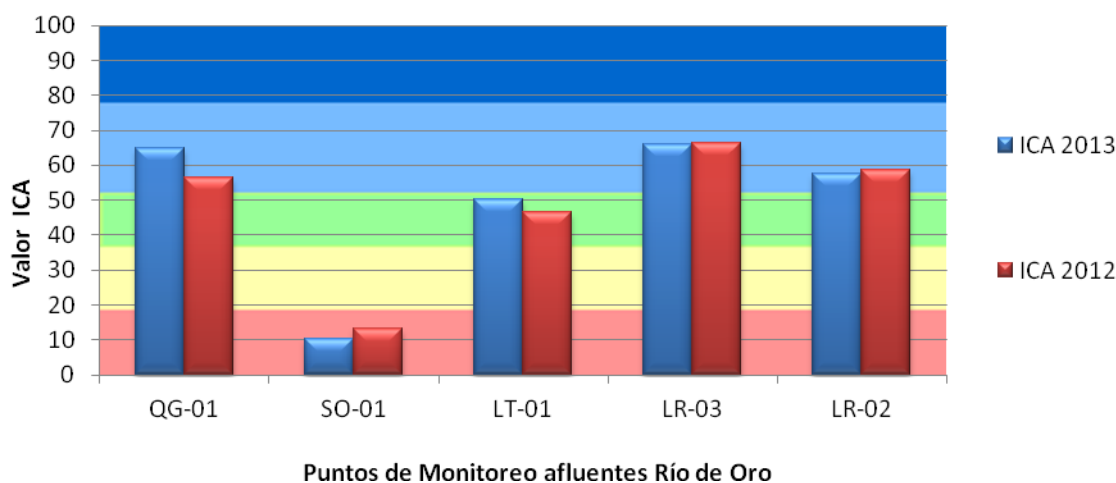
5.3 AFLUENTES RÍO DE ORO

Los principales afluentes de Río de Oro monitoreados son: en el municipio de Piedecuesta las quebradas Grande y Soratoque y el Río Lato; en el municipio de Floridablanca, Río Frío y sus afluentes (quebradas Zapamanga y Aranzoque-Mensulí); en los municipios de Girón y Bucaramanga están las quebradas La Ruitoca, La Iglesia y sus afluentes (Quebradas La Flora, La Cascada, El Macho, La Guacamaya y El Carrasco), Chimitá, Cuyamita, Argelia, Las Navas, Chapinero y La Picha.

5.3.1 Afluentes - Municipio de Piedecuesta

Las quebradas Grande y Soratoque y el Río Lato, son los afluentes del Río de Oro ubicados en el municipio de Piedecuesta; las siguientes graficas muestran el comportamiento del ICA e ICO's para cada punto de monitoreo, así como los parámetros fisicoquímicos promedio obtenidos en el año 2013:

Grafica 11. Promedio Anual Índice de Calidad del Agua - Afluentes Río de Oro (Piedecuesta-Girón)



Grafica 12. Promedio Índices de Contaminación del Agua 2013- Afluentes Río de Oro

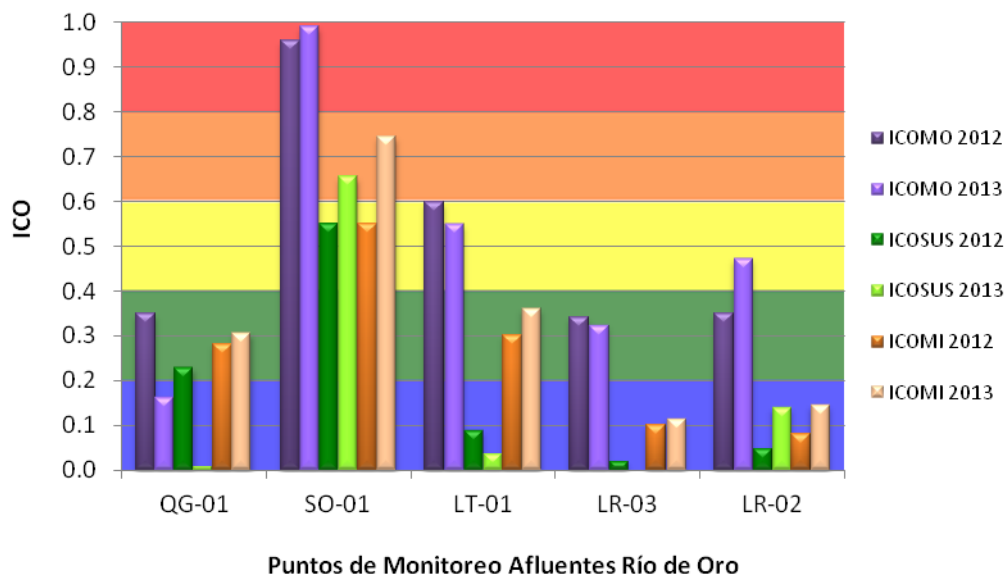


Tabla 8. Parámetros Físicoquímicos - Afluentes Río de Oro

Periodo	Punto	Promedio Anual					
		Nitritos (mg NO ₂ -N/l)	DBO ₅ (mgO ₂ /l)	DQO (mgO ₂ /l)	O.D. (mgO ₂ /l)	SST (mg/l)	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)
Año 2013	QG-01	0.046	1.67	25.17	7.13	9	2533.3
	SO-01	0.05	184.3	459	0.19	225.33	2413333.3
	LT-01	0.08	5.9	28.13	6.43	19.83	74066.7
	LR-03	0.01	1.3	15.7	6.34	4.0	3300
	LR-02	0.393	2.3	22	5.82	6.0	14000

- Quebrada Grande: con respecto al año 2012 se conservó en las mismas condiciones de calidad Buena, y solo registró una contaminación Baja por Mineralización del agua, sin embargo a pesar de lo anterior su aumento no es significativo.

- Quebrada Soratoque: es la principal fuente receptora de aguas residuales domésticas del alcantarillado del municipio de Piedecuesta presentó en todo el año una clasificación de "Pésima", por la ausencia de oxígeno en sus aguas producto de las altas cargas de materia orgánica en descomposición, lo que se corrobora en los altos niveles de ICOMO, ICOSUS e ICOMI durante el 2013 y los resultados de la Tabla 8.

- Río Lato: La clasificación presentada para Río Lato se mantuvo en iguales condiciones que en el año 2012, pues es una zona de influencia de vertimientos de tipo industrial, provenientes de empresas avícolas y porcícolas, principalmente, asentadas a lo largo de su cauce. Su contaminación se debe a influencia de materia orgánica, en mayor proporción, y mineralización del agua, en menor proporción, según lo evidenciado en las graficas del ICA e ICO's y Tabla 8.

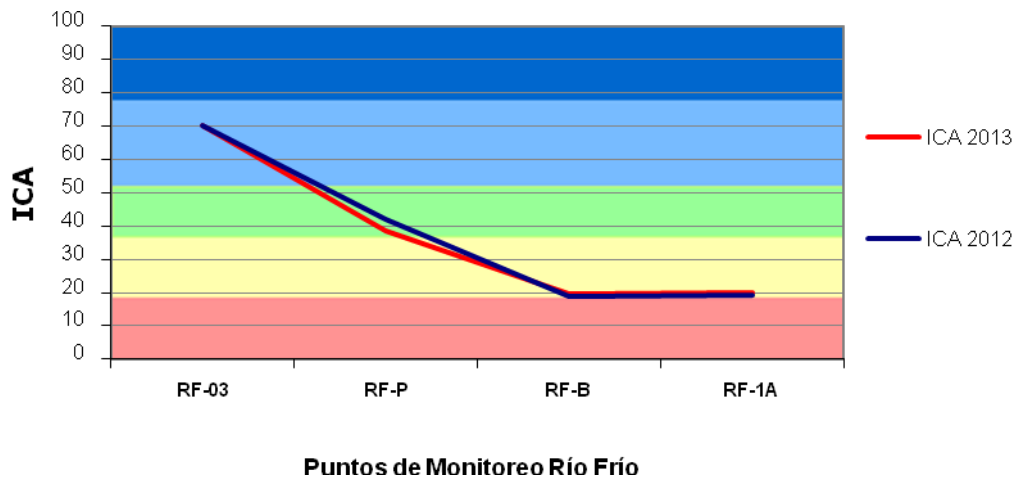
- Quebrada La Ruitoca: En términos generales las condiciones de los dos puntos (LR-02 y LR-03) demuestran que no existe mayor afectación en el cauce, y la que se presenta se da por influencia de materia orgánica la cual se clasifica dentro en el rango de Baja dentro del ICOMO.

5.3.2 Afluentes Río de Oro - Municipios Floridablanca y Girón

5.3.2.1 Río Frío

Río Frío contempla en su recorrido cuatro puntos de monitoreo (RF-03, RF-P, RF-B y RF-1A) y presenta condiciones que varían de clasificación Buena a Pésima, como se evidencia en las siguientes graficas:

Grafica 13. Promedio Anual Índice de Calidad del Agua – Río Frío



Grafica 14. Promedio Índices de Contaminación del Agua 2013 - Río Frío

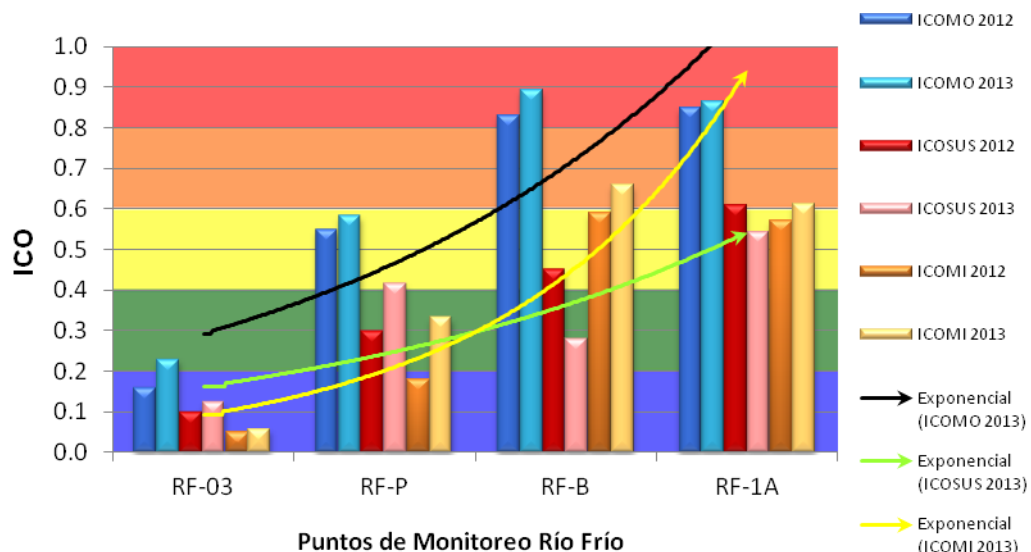


Tabla 9. Parámetros Fisicoquímicos – Río Frío

Periodo	Punto	Promedio Anual					
		Nitritos (mg NO ₂ -N/l)	DBO ₅ (mgO ₂ /l)	DQO (mgO ₂ /l)	O.D. (mgO ₂ /l)	SST (mg/l)	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)
Año 2013	RF-03	0.003	1.3	15.7	8.31	14.0	790
	RF-P	0.224	27	79.1	6.15	70	540000
	RF-B	0.006	104	289	1.97	120	2400000
	RF-1A	0.023	72	199.3	2.6	174.7	2406666

El punto RF-03, localizado en la bocatoma del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga Planta de Floridablanca, presentó en promedio clasificación Buena, sin embargo presenta una leve contaminación por presencia materia orgánica ubicando el ICOMO en categoría Baja.

El punto RF-P conocido como el Pórtico, presenta una calidad Dudosa debido a que en este punto Río Frío ya ha recorrido parte de la zona urbana de Floridablanca, y se empieza a evidenciar disposición de residuos sólidos en las fuentes hídricas, además de vertimientos con concentraciones de materia orgánica significativas, como se corrobora en la grafica 14 en donde tanto para el año 2012 como para el 2013 el grado de contaminación se ubico en media para el ICOMO, seguido del ICOSUS.

El punto RF-B, ubicado aguas abajo de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Río Frío, presentó la misma clasificación del año 2012, Pésima, viéndose afectada principalmente por la presencia de materia orgánica, mineralización del agua y por presencia de Fósforo (Estado Hipereutrófico) y en menor proporción sólidos suspendidos, lo que se corrobora en la Tabla 9, con valores elevados de Coliformes Fecales y un bajo Oxígeno Disuelto.

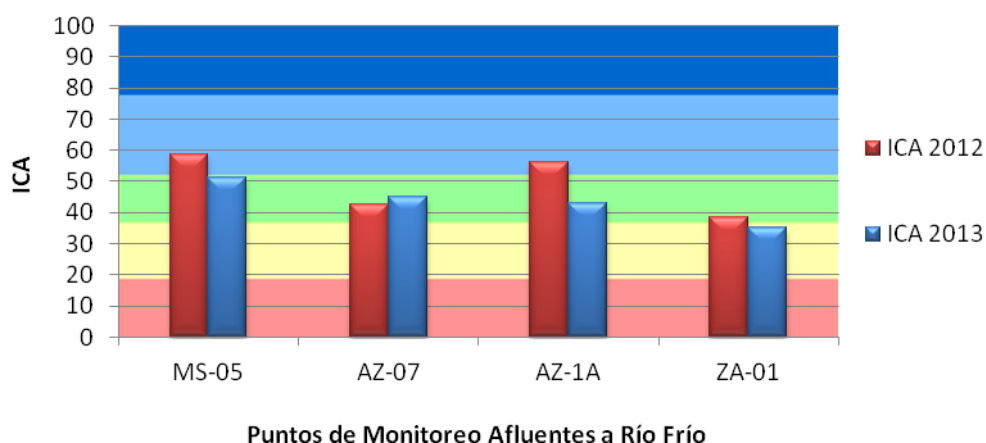
El punto RF-1A ubicado en inmediaciones del casco urbano del municipio de Girón, en la zona conocida como los Caneyes, presentó en promedio una calidad Pésima, al igual que el punto anterior, debido a la presencia de Coliformes Fecales que se vio reflejado en el índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO), adicional a las condiciones bajas de Oxígeno Disuelto y altas concentraciones de DBO₅, producto del vertimiento de fuentes alternas como las Quebradas Zapamanga y Aranzoque y vertimientos de aguas residuales que no tienen ningún tratamiento. Adicional a la tendencia exponencial que evidencia el aumento de estas concentraciones a medida del curso de la corriente.

5.3.2.2 Afluentes Río Frío

Las quebradas Aranzoque o Mensulí y Zapamanga son los afluentes de Río Frío, la Quebrada Aranzoque – Mensulí tiene tres puntos a lo largo de su recorrido, MS-05 ubicado frente al antiguo Platacero, AZ-07 paralelo a la autopista Floridablanca – Piedecuesta y AZ-1A en el sitio conocido como Los Totumos, y la Quebrada Zapamanga en el punto frente al Club Campestre de Bucaramanga (ZA-01).

En las siguientes graficas se presenta los ICA's obtenidos durante el 2013 e igualmente los ICO's así como la información de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos.

Grafica 15. Promedio Anual Índice de Calidad del Agua – Afluentes Río Frío



Grafica 16. Promedio Índices de Contaminación del Agua 2013- Afluentes Río Frío

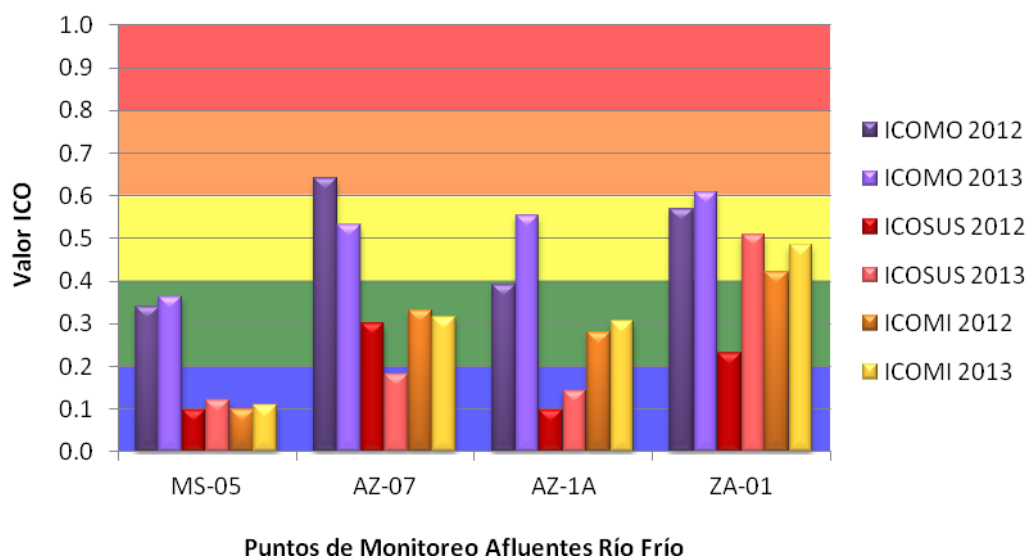


Tabla 10. Parámetros Fisicoquímicos – Afluentes Río Frío

Periodo	Punto	Promedio Anual					
		Nitritos (mg NO ₂ -N/l)	DBO ₅ (mgO ₂ /l)	DQO (mgO ₂ /l)	O.D. (mgO ₂ /l)	SST (mg/l)	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)
Año 2013	MS-05	0.006	1.3	15.7	8.05	11.5	17000
	AZ-07	0.127	5.8	16.2	5.84	6.95	540000
	AZ-1A	0.109	3.4	30.6	5.82	8	54000
	ZA-01	0.223	15	61.8	5.66	13	1600000

Quebrada Aranzoque o Mensulí: el punto MS-05, presentó una clasificación Dudosa, mas baja a la registrada en el 2012, lo que se debe a presencia de materia orgánica como

Coliformes Fecales según lo reportado en la Tabla 10, el punto AZ-07 ubicado en el sector aguas abajo de los vertimientos directos e indirectos de aguas residuales provenientes de las industrias y establecimientos ubicados sobre la autopista Piedecuesta - Floridablanca, presentó una calidad “Dudosa”, generada por presencia de Materia Orgánica (Categoría Media), seguido de contaminación por mineralización del agua.

Antes de la confluencia con Río Frío se encuentra el punto AZ-1A (Estación Los Totumos), el cual obtuvo una clasificación Dudosa deteriorando su calidad en comparación con lo reportado en el año 2012, lo que se debe a presencia de Materia Orgánica y mineralización esta última en proporciones bajas.

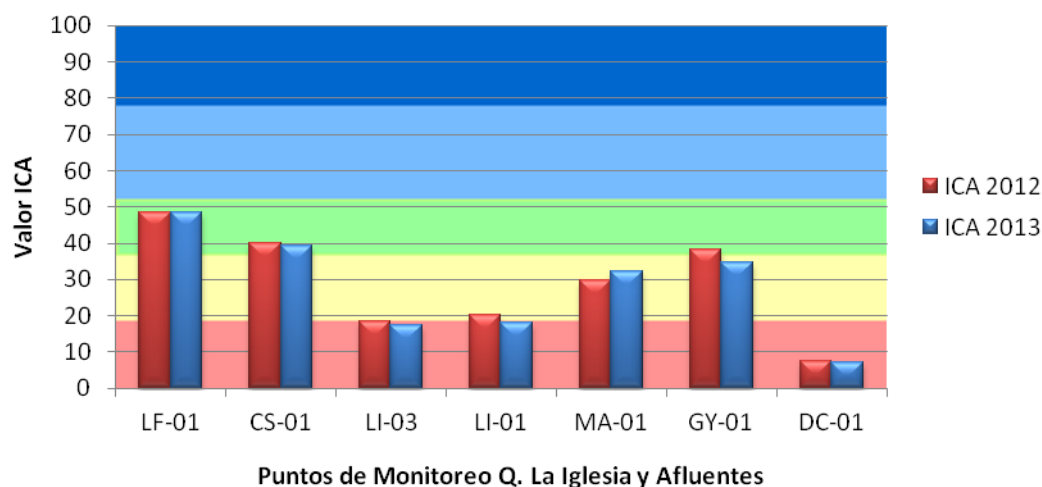
Quebrada Zapamanga: La Quebrada Zapamanga presentó en promedio una calidad Inadecuada, fluctuando durante el año de Dudosa a Inadecuada, continuando su deterioro en comparación con el 2012, lo que se corrobora en los índices de contaminación ICOMO (niveles considerables de DBO y Coliformes Fecales) e ICOSUS en la Gráfica 16, lo que se debe a posibles vertimientos de aguas residuales domésticas, en su mayoría, por el paso de esta quebrada por la zona urbana de los barrios Zapamanga y El Carmen del municipio de Floridablanca.

5.3.3 Afluentes Municipios de Girón - Bucaramanga

5.3.3.1 Quebrada La Iglesia y sus afluentes

La confluencia de las Quebradas La Flora (LF-01 Estación El Jardín) y La Cascada (CS-01 Estación La Floresta) conforman la Quebrada La Iglesia, la cual en su trayecto contempla dos puntos de monitoreo LI-03 Estación San Luís y LI-01 Estación La Iglesia. Como quebradas afluentes de la quebrada La Iglesia se encuentran La Guacamaya (GY-01) conocida como Estación Coca-Cola 1, El Macho (MA-01) Estación Coca-Cola 2 y El Carrasco (DC-01) Estación Cenfer; estas corrientes son receptoras de vertimientos de aguas residuales domésticas e industriales. A continuación se evidencia la calidad del agua para cada punto en el transcurso del año 2013:

Gráfica 17. Promedio Anual Índice de Calidad del Agua – Quebrada La Iglesia y sus afluentes



Grafica 18. Promedio Índices de Contaminación del Agua 2013- Qda La Iglesia y sus afluentes

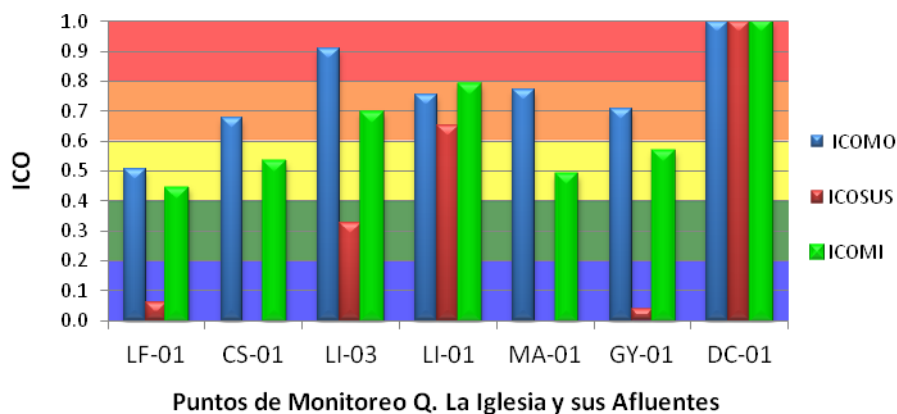


Tabla 11. Parámetros Fisicoquímicos – Qda La Iglesia y sus afluentes

Periodo	Punto	Promedio Anual					
		Nitritos (mg NO ₂ -N/l)	DBO ₅ (mgO ₂ /l)	DQO (mgO ₂ /l)	O.D. (mgO ₂ /l)	SST (mg/l)	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)
Año 2013	LF-01	0.55	6.2	28.1	7.9	27	110000
	CS-01	0.62	16	38.4	5.98	7.5	920000
	LI-03	0.23	139	338	1.9	115	2400000
	LI-01	0.008	131.7	373.3	5.3	186	2133333
	MA-01	0.065	12	58.3	2.99	10	1600000
	GY-01	0.17	20	85.2	5.6	19	1600000
	DC-01	0.002	7515	10000	0.0	750	2400000

La quebrada La Flora, obtuvo una clasificación de Dudosa para el año 2013 manteniendo su calidad con respecto al año anterior, sin embargo registró contaminación por Materia Orgánica, seguido de mineralización del agua.

La quebrada La Cascada, presentó al igual que el punto anterior una calidad promedio anual Dudosa, lo que puede estar influenciada por vertimientos de tipo doméstico e industrial en la zona, los cuales están aportando materia orgánica y compuestos químicos inorgánicos, lo que se refleja en los altos niveles del ICOMO e ICOMI, ubicándose en categoría alta y media, respectivamente.

En la Quebrada La Iglesia, los puntos LI-03 y LI-01, están ubicados en inmediaciones del Barrio San Luís y Puente Sena (Girón) respectivamente, en estos puntos la quebrada ha recibido algunas descargas de aguas residuales domésticas provenientes de los alcantarillados de ese sector, los dos puntos ascienden a Calidad Pésima, este tramo se ve seriamente afectado por presencia de materia orgánica (Coliformes Totales y Fecales), mineralización y sólidos suspendidos, corroborado en la Tabla 11, con las concentraciones altas de DBO, DQO, Sólidos suspendidos y Coliformes Fecales y reducción del OD.

Las quebradas El Macho y la Guacamaya presentaron una calidad Inadecuada, deteriorando las condiciones con respecto al año 2012, las dos se vieron afectadas por presencia de

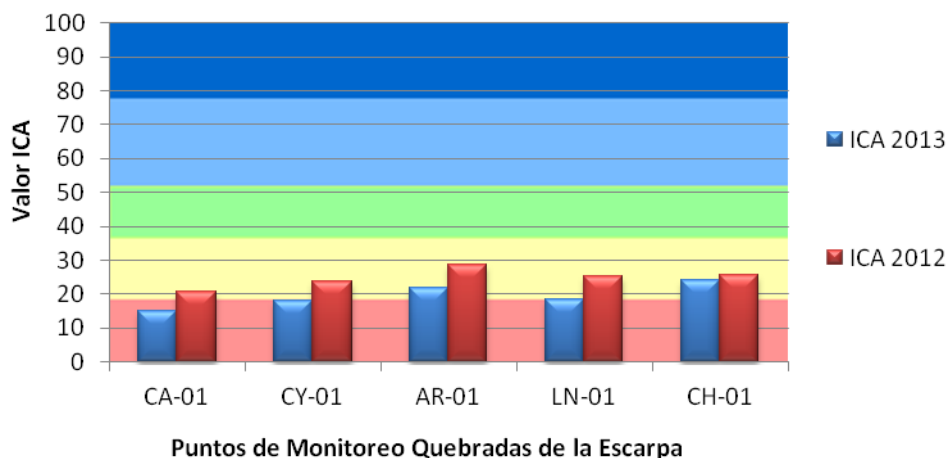
materia orgánica y mineralización del agua, reflejado en una DQO elevada y Coliformes Fecales elevados.

Para el punto ubicado en la Quebrada el Carrasco éste se clasificó en calidad Pésima en todos los monitoreos realizados en el año, esto debido a las descargas generadas por el relleno sanitario El Carrasco que vierte el lixiviado a la quebrada, lo cual la ubica con el Índice de Calidad mas bajo y los valores de Contaminación mas altos.

5.3.3.2 Quebradas de la Escarpa

Las quebradas de la Escarpa comprenden La Quebrada Chimitá (CA-01) conocida como Estación Chimita, Cuyamita (CY-01) Estación Parque Industrial, La Argelia (AR-01) Estación Argelia, Las Navas (LN-01) Estación Forjas Navas, Chapinero (CH-01) Estación Forjas Chapinero y La Picha (LP-01) Estación Trituradora, en estas corrientes los puntos de monitoreo se ubican antes de la confluencia con Río de Oro. En la Grafica 19 se presenta el ICA obtenido para el año 2013 en cada una de las corrientes.

Grafica 19. Promedio Anual Índice de Calidad del Agua – Quebradas de la escarpa



Grafica 20. Promedio Índices de Contaminación del Agua 2013- Quebradas de la escarpa

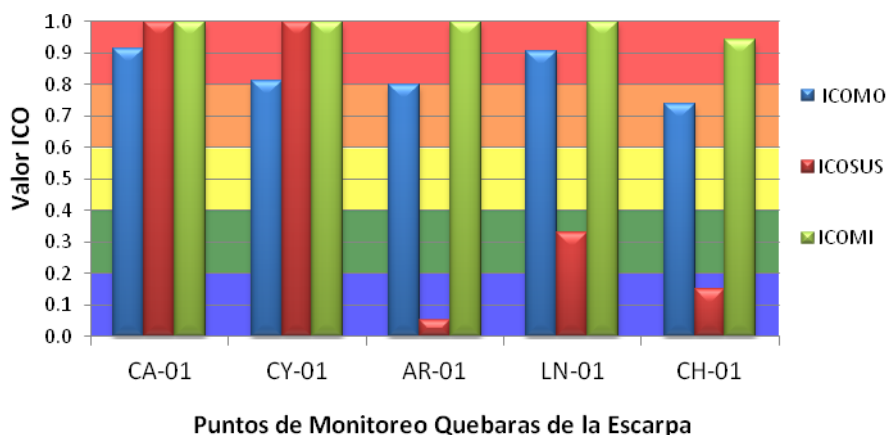


Tabla 12. Parámetros Fisicoquímicos – Quebradas de la Escarpa

Periodo	Punto	Promedio Anual					
		Nitritos (mg NO ₂ -N/l)	DBO ₅ (mgO ₂ /l)	DQO (mgO ₂ /l)	O.D. (mgO ₂ /l)	SST (mg/l)	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)
Año 2013	CA-01	0.004	219	226	1.8	610	2400000
	CY-01	0.45	93	312	4.27	2000	2400000
	AR-01	0.53	34	128	4.6	24	2400000
	LN-01	0.004	86	248	2.21	116	2400000
	CH-01	0.059	36.5	204	6.09	56	2400000

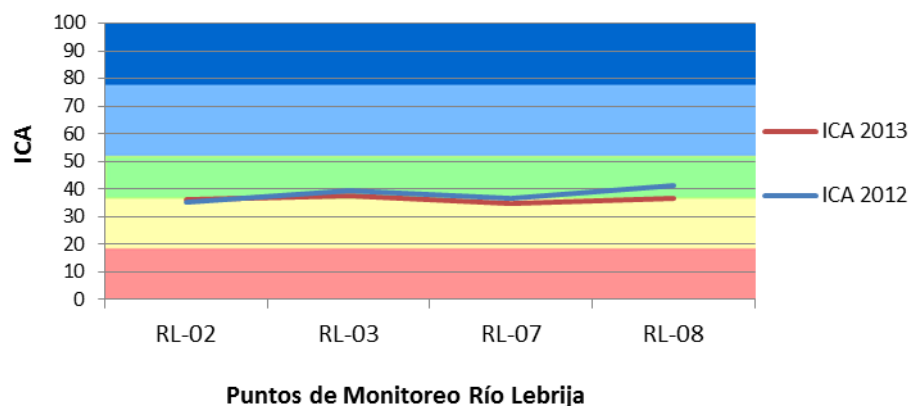
La quebrada Chimitá nace de la unión de las quebradas La Rosita y La Joya, receptoras de vertimientos domésticos provenientes de uno de los colectores de aguas residuales originarios de la zona urbana de Bucaramanga, su afectación se produce por la influencia de materia orgánica, sólidos suspendidos y mineralización del agua, presentando calificaciones de ICOMO, ICOSUS e ICOMI Muy Alta y un ICA de Calidad Inadecuada que mejoro levemente con respecto al año anterior.

Las quebradas Argelia y Chapinero presentaron en promedio calidad Inadecuada, continuando con la misma clasificación que el año anterior, contrario a lo anterior sucedió con las quebradas Cuyamita y las Navas que bajaron su calidad a Pésima. El índice de contaminación más alto lo registro el ICOMO lo que refleja que la mayor influencia la ejerce el aporte de materia orgánica (evidenciado en los altos niveles de Coliformes Fecales) y en segundo lugar la mineralización del agua.

5.4 RIO LEBRIJA

El Río Lebrija contempla cuatro puntos de monitoreo RL-02 ubicado en la Estación Bocas, RL-03 en la Estación Embalse, RL-07 en la Estación Palmas y RL-08 en la Estación Vanegas; el primero localizado aguas abajo de la unión de los ríos de Oro y Suratá antes de la confluencia con río Negro, el segundo aguas abajo del embalse de Bocas y el tercero y cuarto antes y después de la confluencia con Río Cáchira. A continuación se expone su calidad e índices de contaminación de estos puntos:

Grafica 21. Promedio Anual Índice de Calidad del Agua – Río Lebrija



Grafica 22. Promedio Índices de Contaminación del Agua 2013- Río Lebrija

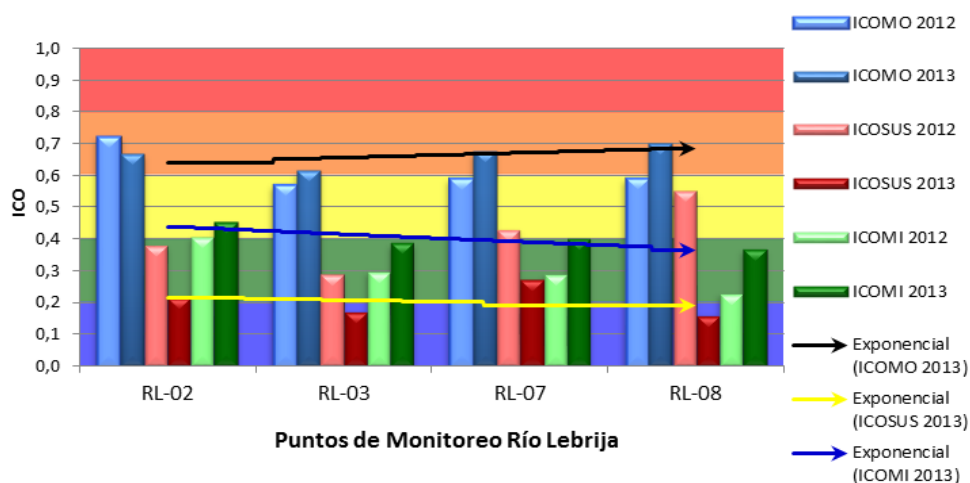


Tabla 13. Parámetros Fisicoquímicos – Río Lebrija

Periodo	Punto	Promedio Anual					
		Nitritos (mg NO ₂ -N/l)	DBO ₅ (mgO ₂ /l)	DQO (mgO ₂ /l)	O.D. (mgO ₂ /l)	SST (mg/l)	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)
Año 2012	RL-02	0.192	36.7	106.3	3.88	115.3	2533333.3
	RL-03	0.3	18	56.4	7.76	64	350000
	RL-07	0.76	27	82.5	7.15	98	540000
	RL-08	0.71	16	57.4	5.33	61	240000

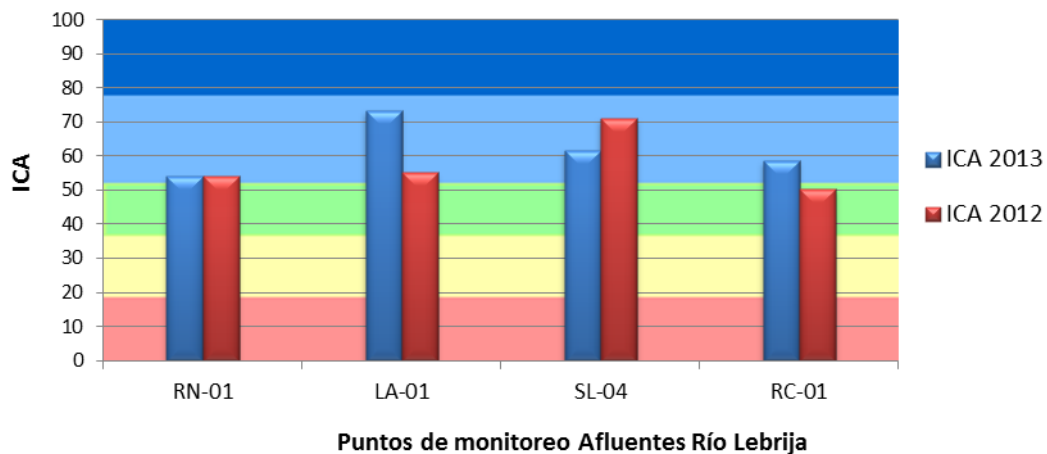
Como se evidencia en la Graficas 21 y 22 en los puntos RL-02 y RL-07, las calidades se situaron en Inadecuada y para RL-03 en Dudosa, conservando las mismas calidades del año 2012, lo anterior se debe a los niveles importantes de Coliformes Fecales y Totales que se registraron durante el año y que situó al ICOMO en grado de contaminación Alto con una tendencia al aumento desde la confluencia de los Ríos de Oro y Suratá hasta el punto RL-08.

Para el punto RL-08 la calidad que prevaleció fue Inadecuada, la mayor afectación se presentó por contaminación por materia orgánica (concentraciones significativas de Coliformes Fecales) y mineralización, principalmente.

5.4.1 AFLUENTES RÍO LEBRIJA

Los afluentes del Río Lebrija que se monitorean son Río Negro (RN-01) ubicado en la Estación Brisas, la Quebrada La Angula con tres puntos LA-04 en la Estación El Águila ubicado en la bocatoma del acueducto municipal de Lebrija, LA-03 Estación La Batea aguas abajo de los vertimientos de aguas residuales domésticas e industriales del municipio de Lebrija y LA-01 Estación Palmas antes de la confluencia con el Río Lebrija, Río Salamaga SL-04 Estación El Bambú y Río Cáchira RC-01 Estación Vanegas.

Grafica 23. Promedio Anual Índice de Calidad del Agua – Afluentes Río Lebrija



Grafica 24. Promedio Índices de Contaminación del Agua 2013– Afluentes Río Lebrija

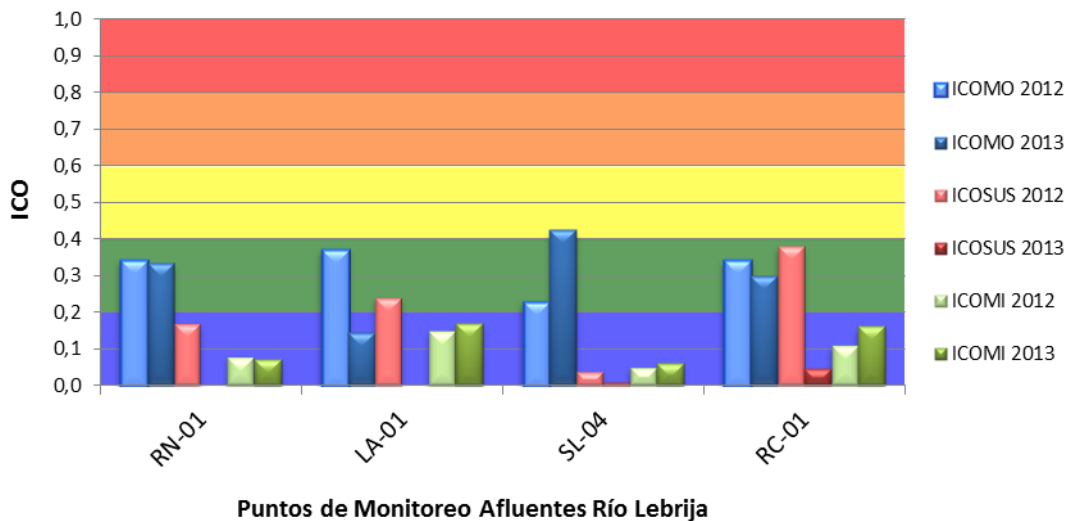


Tabla 14. Parámetros Fisicoquímicos – Afluentes Río Lebrija

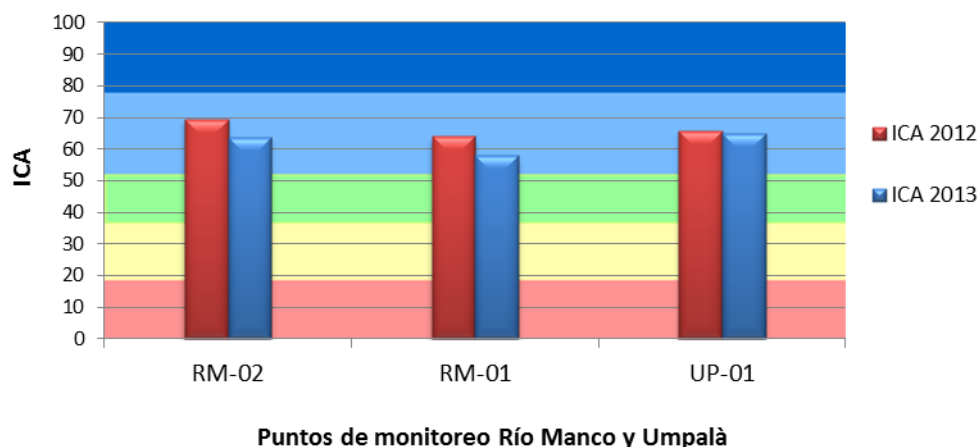
Periodo	Punto	Promedio Anual					
		Nitritos (mg NO ₂ -N/l)	DBO ₅ (mgO ₂ /l)	DQO (mgO ₂ /l)	O.D. (mgO ₂ /l)	SST (mg/l)	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)
Año 2013	RN-01	0.005	1.3	15.7	7.72	7.5	160000
	LA-01	0.011	1.7	27.6	8.03	4	170
	SL-04	0.003	1.3	15.7	5.38	10	5400
	RC-01	0.004	2.2	21.8	7.88	22	4600

Como se aprecia en la Tabla 14 y Gráficos 23 y 24 la mayoría de los puntos presentaron en promedio calidad Buena, prestándose para los puntos RN-01, SL-04 y RC-01, influencia de Coliformes Fecales en concentraciones Bajas así como también de Sólidos Suspendidos en menor proporción. En general los principales afluentes del Río Lebrija presentan condiciones óptimas físico-químicas.

5.5 RÍOS MANCO Y UMPALA

Los Ríos Manco (RM-01 y RM-02) y Umpalá (UP-01) se ubican en las Estaciones Mensuly, Primavera y Umpalá respectivamente, el primero de ellos RM-01 localizado antes de la confluencia con el Río Umpalá, el segundo punto RM-02 situado antes de los establecimientos dedicados al lavado de vehículos, en el primer cruce con la vía a Bogotá y el tercero UP-01 antes de la confluencia con el Río Manco. En la siguientes graficas se presenta los Índices de Calidad obtenidos en 2013, así como los Índices de contaminación de estos ríos.

Grafica 25. Promedio Anual Índice de Calidad del Agua – Ríos Manco y Umpalá



Grafica 26. Promedio Índices de Contaminación del Agua 2013 - Ríos Manco y Umpalá

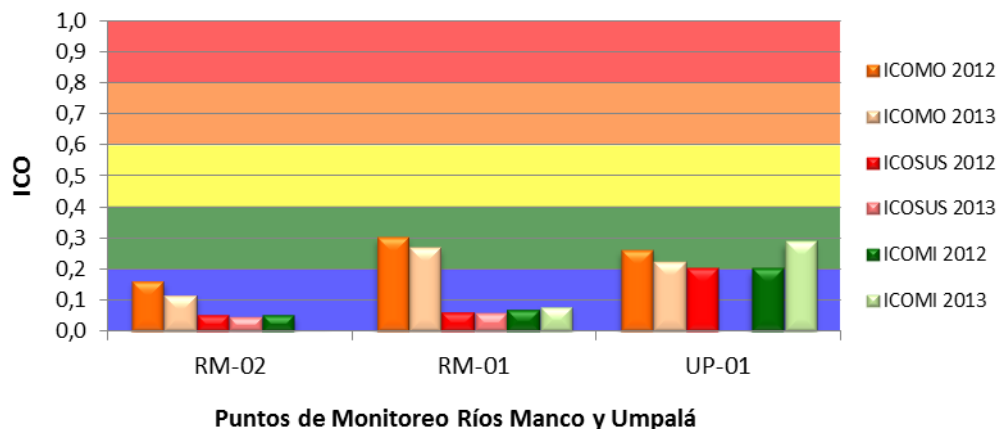


Tabla 15. Parámetros Físicoquímicos – Ríos Manco y Umpalá

Periodo	Punto	Promedio Anual					
		Nitritos (mg NO ₂ -N/l)	DBO ₅ (mgO ₂ /l)	DQO (mgO ₂ /l)	O.D. (mgO ₂ /l)	SST (mg/l)	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)
Año 2013	RM-02	0.013	1.3	15.7	7.69	21	700
	RM-01	0.006	1.3	15.7	7.79	26	4900
	UP-01	0.003	1.3	15.7	7.19	7	700

Los anteriores resultados muestran las características favorables en las cuales se encuentra estos tres puntos, aunque presentan contaminaciones por materia orgánica y sólidos suspendidos principalmente, éstos se encuentran en bajas concentraciones, como lo muestra el ICOMO e ICOSUS y las concentraciones bajas de DBO, DQO y altos niveles de Oxígeno Disuelto.

6. CONCLUSIONES

- El mayor porcentaje de calidad que reportaron las fuentes hídricas de la red en la jurisdicción de la C.D.M.B fue de calidad Buena (41,8%), valor mas bajo que el año anterior que fue de 45,8%; en proporción media se encuentran las calidades Dudosa e Inadecuada las cuales presentaron 21,8% y 16.4% respectivamente, para la última calidad (Pésima) ocurrió todo lo contrario doblo su porcentaje pasando de 10.2% en el 2012 a 20% en el 2013, aunque el mayor porcentaje lo representa la Calidad Buena, la diferencia con los porcentajes del 2012, evidencian que muchos puntos bajaron su calidad y otros la conservaron, lo que indica que las corrientes que se situaban en calidad Inadecuada muchas pasaron a calidad Pésima, es decir se ha deteriorado más la calidad de las principales corrientes, principalmente las ubicadas en el área metropolitana de Bucaramanga, evidenciando las medidas necesarias y urgentes que deben adoptar o continuar su seguimiento para lograr resultados contundentes que redunden en el mejoramiento de la calidad de estos cuerpos hídricos y por ende, en el bienestar colectivo de la comunidad.
- En términos generales, los puntos ubicados sobre corrientes que reciben vertimientos domésticos provenientes del sistema de alcantarillado y que tienen un bajo caudal en comparación con la descarga que reciben, presentan la clasificación mas baja (Pésima) encontrándose que no hubo variación con respecto a los resultados obtenidos en el año anterior, estas corrientes son las quebradas Soratoque (SO-01), La Iglesia (LI-01) y los ríos Oro (RO-02) y Frío aguas abajo del vertimiento de la PTAR (RF-B).
- El punto conocido como DC-01 ubicado en La Quebrada el Carrasco recibe el vertimiento generado en la planta de tratamiento de lixiviados del sitio de Disposición de Residuos Sólidos El Carrasco, por esta razón su clasificación continua siendo “Pésima”, en esta corriente los niveles de Oxígeno Disuelto son nulos y los de DBO, SST y DQO son muy elevados debido a las mismas condiciones que presenta ésta, lo que denota la poca efectividad del tratamiento de estos lixiviados, lo corrobora también los resultados del ICOMI e ICOMO los cuales se sitúan en la categoría de contaminación Muy Alta.
- Dentro de los puntos monitoreados durante el 2013 el 78% de ellos no presento variación en su calidad es decir conservaron la mismas condiciones que el año anterior, el 20% tuvo un cambio negativo o pasó a una calidad inferior (hubo deterioro), ubicándose en mayor proporción a lo reportado en el año 2012 y el 2% mejoro sus condiciones fisicoquímicas disminuyendo en un 20% para este año el porcentaje, en comparación con el 2012.
- Se evidenció en los Índices de contaminación del agua que la mayor influencia la ejerce el ICOMO es decir el mayor porcentaje de afectación de las principales corrientes hídricas estuvo influenciada por materia orgánica (aportes de Coliformes Totales y Fecales) y en segundo lugar estuvo los Sólidos suspendidos. Adicionalmente en la mayoría de las muestras la clasificación del ICOTRO se estableció en Eutrofia, lo que implica una elevada biomasa algal, reducida transparencia del agua, alta carga de nutrientes y baja concentración de sustancias húmicas, en la mayoría de las corrientes de la red.
- La mayor afectación esta representada por vertimientos de materia orgánica biodegradable, expresadas en mayor proporción por las altas concentraciones de DBO, que al ser degradada por los organismos aerobios generan una reducción del oxígeno disponible en los sistemas hídricos superficiales, lo cual está afectando el desarrollo de especies que sirven como fuente de alimento, además de conllevar una mayor carga bacteriana (patógenos), que puede

producir efectos adversos en la salud de la población por consumo directo del agua o indirecto a través del consumo de alimentos que son regados en la parte agrícola con agua contaminada.

- Las calidades de los puntos utilizados para captación y/o abastecimiento de acueductos municipales como Río Frío (RF-03), Río de Oro (RO-05) y Quebrada La Angula (LA-04), se ubicaron de nuevo en clasificación Buena, condición que es importante para garantizar su posterior tratamiento en las plantas y así surtir a las principales cabeceras municipales como Bucaramanga, Piedecuesta, Floridablanca, Girón y Lebrija.
- La corriente que presentó mayores fluctuaciones durante el año fue Río Frío en el punto RF-P (Estación Pórtico) la cual se movió entre las calidades Buena e Inadecuada, en los diferentes meses, influenciada por aportes de materia orgánica, sólidos suspendidos, compuestos minerales y concentración elevada de fósforo.
- A través de la comparación del ICACOSU-IDEAM con el ICA-CETESB, se evidenció la correspondencia que hay entre los diferentes resultados con este indicador, sin embargo hubo puntos que no coincidieron con esta similitud, debido a que el ICACOSU no tiene en cuenta en su formulación los Coliformes Fecales y DBO_5 , que son esencialmente los factores que inciden en la contaminación y reportan mayores valores en las principales corrientes del área de jurisdicción de la CDMB.