



# INFORME ANUAL

## RED DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA

2021



**SUBDIRECCIÓN DE ORDENAMIENTO Y PLANIFICACIÓN INTEGRAL DEL TERRITORIO-  
SOPIT**

**Dr. LEONEL ENRIQUE HERRERA ROA**

Subdirector de Ordenamiento y Planificación Integral del Territorio

**Ing. MARÍA CARMENZA VICINI MARTÍNEZ**

Coordinadora de Gestión de Conocimiento Ambiental

**Qca. OLGA JOHANNA SANABRIA SUESCUN**

Profesional Especializada

**Ing. CARLOS MAURICIO TORRES**

Ingeniero Civil

Equipo Técnico

**Tnlgo. GINA RIVERA SÁNCHEZ**

Tecnólogo Red Hidroclimatológica

**Tnlgo. OSCAR RODRIGUEZ**

Tecnólogo Red Hidroclimatológica

**Febrero 17 de 2022, Bucaramanga – Colombia**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>10</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>11</b>
<b>1. ALCANCE</b> .....	<b>11</b>
<b>2. PROGRAMA RED DE MONITOREO DE CORRIENTES</b> .....	<b>11</b>
2.1 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO ÁREA DE JURISDICCIÓN DE LA CDMB 14	
2.2 PARÁMETROS EVALUADOS .....	16
2.3 ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA.....	17
2.3.1 Índice de Calidad del Agua .....	17
2.3.1.1 Cálculo del Índice de Calidad del Agua - ICA's IDEAM.....	18
2.3.1.2 Índices de contaminación ICO'S .....	23
2.4 RESULTADOS DEL MONITOREO 2021 .....	25
2.4.1 Comparación de los índices de calidad y su categorización para los años 2019 - 2021 .....	30
2.4.2 Índices de calidad periodo 2017-2021.....	34
2.5. RESULTADOS POR CORRIENTE .....	34
2.5.1. Río de Oro y sus principales afluentes .....	34
2.5.1.1. Índice de calidad río de Oro.....	36
2.5.1.2 Índice de calidad de agua ICA para los tributarios del río de Oro .....	38
2.5.1.3 Índices de Contaminación ICO's en el río de Oro .....	40
2.5.1.4 Índices de contaminación ICO's tributarios río de Oro.....	41
2.5.2. Sistema quebrada La Iglesia.....	42
2.5.2.1. Índice de calidad sistema La Iglesia.....	43
2.5.2.2 Índices de Contaminación ICO's sistema La Iglesia.....	45
2.5.3 Quebradas de la escarpa de Bucaramanga.....	46
2.5.3.1. Índices de calidad quebradas de la Escarpa .....	47
2.5.3.2 Índices de contaminación ICO's Escarpa occidental .....	48
2.5.4 Río Frío y principales afluentes.....	50
2.5.4.1 Índice de Calidad ICA río Frío.....	51
2.5.4.2 Índice de Calidad para los tributarios del río Frio.....	52
2.5.4.3 Índices de Contaminación ICO's Río Frío .....	53
2.5.4.4 Índices de contaminación tributarios río Frio.....	54
2.5.5 Río Lebrija y sus afluentes principales .....	55

2.5.5.1 Índice de calidad río Lebrija .....	56
2.5.5.2. Índice de calidad tributarios río Lebrija .....	57
2.5.5.3. Índices de contaminación río Lebrija .....	59
2.5.5.4. Índice de contaminación ICO´s tributarios del río Lebrija.....	60
2.5.6 Ríos Manco y Umpalá.....	61
2.5.6.1 Índice de calidad río Manco y Umpalá .....	62
2.5.6.2 Índices de contaminación ICO´s Río Manco y Umpalá.....	63
2.5.7. Zona de Páramo quebrada Arenales y río Jordán .....	64
2.5.7.1 Índice de calidad zona de Páramo, quebrada Arenales y río Jordán .....	65
2.5.7.2 Índice de contaminación ICO´s zona de Páramo quebrada Arenales y río Jordán.....	65
2.5.8 Río Surata y sus principales afluentes .....	67
2.5.8.1 Índice de calidad río Surata.....	68
2.5.8.2 Índice de calidad tributarios río Surata .....	69
2.5.8.3 Índices de contaminación ICOs río Suratá .....	70
2.5.8.4 Índices de Contaminación ICOs tributarios del Río Surata.....	71
2.5.9 Río Vetas .....	72
2.5.9.1 Índice de calidad río Vetas.....	73
2.5.9.2 Índice de contaminación río Vetas .....	74
2.6. Cianuro y metales pesados en la zona minera.....	75
<b>3. CONCLUSIONES.....</b>	<b>84</b>

## Listado de Tablas

Tabla 1. Puntos de Monitoreo de la Red de Calidad de Agua CDMB .....	12
Tabla 2. Parámetros evaluados fisicoquímicos y microbiológicos .....	16
Tabla 3. Parámetros evaluados en campo de la Red de Monitoreo de Calidad de Agua .....	17
Tabla 4. Variables ICA (IDEAM) .....	19
Tabla 5. Intervalos ICA (IDEAM) .....	22
Tabla 6. Rangos establecidos para los índices de contaminación del agua - ICO's .....	23
Tabla 7. Rangos establecidos para el ICOTRO. ....	25
Tabla 8. Índices de Calidad de Agua para las cuatro (4) campañas de monitoreo 2021 .....	26
Tabla 9. Índices de Calidad de Agua en puntos de monitoreo años, 2019, 2020 y 2021 .....	30
Tabla 10. Porcentaje de categorías para ICAS 2019-2020-2021 .....	32
Tabla 11. Índice de calidad –ICA, río Oro 2021 Fuente CDMB .....	36
Tabla 12. Índice de calidad de agua - tributarios río de Oro. Fuente: CDMB .....	38
Tabla 13. Índices de contaminación - río de Oro 2021 Fuente: CDMB .....	41
Tabla 14. Índices de contaminación - tributarios río de Oro.2021 .....	42
Tabla 15. Índice de calidad de agua - Sistema Iglesia .....	44
Tabla 16. Índices de contaminación 2021 - Sistema Iglesia. ....	45
Tabla 17. Índice de calidad de agua - Escarpa Occidental .....	47
Tabla 18. Índices de contaminación - Escarpa Occidental .....	49
Tabla 19. Índice de calidad de agua - río Frío .....	51
Tabla 20. Índice de calidad de agua - tributarios río Frío .....	53
Tabla 21. Índices de contaminación - Río Frío.....	54
Tabla 22. Índices de contaminación - tributarios río Frío.....	55
Tabla 23. ICAs puntos muestreo río Lebrija .....	57
Tabla 24. Índice de calidad de agua - tributarios río Lebrija .....	58
Tabla 25. Índices de contaminación - río Lebrija. ....	59
Tabla 26. Índices de contaminación - tributarios río Lebrija.....	60
Tabla 27. Índice de calidad de agua - río Manco y Umpalá .....	62
Tabla 28. Índices de contaminación - río Manco y Umpalá .....	63
Tabla 29. Índice de calidad de agua - Zona Páramo .....	65
Tabla 30. Índices de contaminación - Zona Paramo.....	66
Tabla 31. Índice de Calidad del Agua Río Surata.....	68
Tabla 32. Índice de calidad de agua - tributarios río Surata. ....	69
Tabla 33. Índices de contaminación - río Surata. ....	71

Tabla 34. Índices de contaminación - tributarios río Surata.....	72
Tabla 35. Índice de Calidad del Agua Río Vetas.....	73
Tabla 36. Índices de contaminación Río Vetas. ....	75
Tabla 37. Calidad puntos de monitoreo 2020 - 2021.....	84

## Listado de Gráficas

Gráfica 1. ICAS 2021 en puntos de monitoreo. Fuente CDMB .....	29
Gráfica 2. Índices de Calidad de Agua 2016-2017-2018-2019- 2020-2021 .....	33
Gráfica 3. Calidad en puntos de Monitoreo 2021 Fuente: CDMB .....	34
Gráfica 4. Índices de calidad de agua - río de Oro .....	37
Gráfica 5. Índice de calidad de agua - tributarios río de Oro.....	39
Gráfica 6. Índices de contaminación - río de Oro 2021 .....	41
Gráfica 7. Índices de contaminación tributarios - río de Oro. ....	42
Gráfica 8. Índices de calidad de agua - Sistema Iglesia.....	44
Gráfica 9. Índices de contaminación - Sistema Iglesia .....	46
Gráfica 10. Índices de calidad de agua - Escarpa Occidental .....	48
Gráfica 11. Índices de contaminación - Escarpa Occidental Fuente: CDMB .....	50
Gráfica 12. Índices de calidad de agua - río Frío.....	52
Gráfica 13. Índices de calidad de agua tributarios - río Frío .....	53
Gráfica 14. Índices de contaminación - río Frío .....	54
Gráfica 15. Índices de contaminación tributarios - río Frío.....	55
Gráfica 16. Índice de calidad de agua - río Lebrija. ....	57
Gráfica 17. Índice de calidad de agua - tributarios río Lebrija. ....	59
Gráfica 18. Índices de contaminación - río Lebrija .....	60
Gráfica 19. Índices de contaminación tributarios - río Lebrija. ....	61
Gráfica 20. Índice de calidad de agua - río Manco y Umpalá .....	63
Gráfica 21. Índices contaminación rio Manco y Umpalá .....	64
Gráfica 22. Índice de calidad de agua - Zona Paramo .....	65
Gráfica 23. Índices de contaminación - Zona Paramo.....	66
Gráfica 24. Índice de calidad de agua - río Surata.....	69
Gráfica 25. Índice de calidad de agua - tributarios río Surata .....	70
Gráfica 26. Índices de contaminación - río Surata.....	71
Gráfica 27. Índices de contaminación - tributarios río Surata .....	72
Gráfica 28. Índice de Calidad del agua Río Vetas.....	74
Gráfica 29. Índices de contaminación Río Vetas.....	75
Gráfica 30. Cianuro en zona minera Fuente. CDMB .....	76
Gráfica 31. . Mercurio en zona minera .....	77
Gráfica 32. Cadmio en zona minera. Fuente CDMB.....	78
Gráfica 33. Arsénico en zona minera. Fuente CDMB .....	78

Gráfica 34. Zinc en zona minera .....	79
Gráfica 35. Cobre en zona minera. Fuente CDMB.....	79
Gráfica 36. Cromo en zona minera. Fuente CDMB .....	80
Gráfica 37. Plomo en zona minera. Fuente CDMB .....	81
Gráfica 38. Aluminio en zona minera. Fuente CDMB .....	81
Gráfica 39. Hierro en zona minera. Fuente CDMB .....	82
Gráfica 40. Manganeso en zona minera. Fuente CDMB .....	82
Gráfica 41. Níquel en zona minera. Fuente CDMB .....	83

## Listado de imágenes

Imagen 1. Ubicación de puntos de monitoreo en la Jurisdicción de la CDMB. Fuente CDMB.....	15
Imagen 2. Monitoreo de corrientes, punto RO-O-4N / RO-O-2A.....	35
Imagen 3. . Monitoreo de corrientes, puntos CS-01 / GY-01.....	42
Imagen 4. Q. La Iglesia. foto m.vanguardia.com.....	43
Imagen 5. Monitoreo de corrientes, punto CY-01.....	46
Imagen 6. Monitoreo de corrientes, punto CA-01 / LP-01.....	47
Imagen 7. Monitoreo de corrientes, punto RF-1A.....	50
Imagen 8. Monitoreo de corrientes, punto RL-07 / RL-02.....	55
Imagen 9. Monitoreo de corrientes, puntos UP-01 / RM-01.....	61
Imagen 10. Monitoreo de corrientes, punto RJ-01.....	64
Imagen 11. Monitoreo de corrientes, punto SA-07.....	67
Imagen 12. Monitoreo de corrientes, punto RCH-01.....	67
Imagen 13. Monitoreo de corrientes, punto RV-01.....	73

## INTRODUCCIÓN

La Corporación Autónoma Regional para la defensa de la Meseta de Bucaramanga-CDMB, ejerce su jurisdicción en el nororiente de Santander, sobre una superficie de 486.360 Has, las cuales equivalen a un 15% del área total del departamento y está conformada por los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Lebrija, Piedecuesta, Girón, Surata, California, Vetas, Rionegro, Matanza, Charta, Tona y El Playón.

Por otro lado, la CDMB a través de la red de monitoreo de Calidad Hídrica realiza el seguimiento con la ejecución de Monitoreos a las fuentes de agua mediante los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y parámetros in situ, en las principales corrientes localizadas en las Subzonas hidrográficas del Río Lebrija y Otros Directos al Magdalena, río Sogamoso y río Chitaga.

De manera análoga, con lo expuesto anteriormente, en el presente informe se presentan los resultados del Índice de Calidad - ICA obtenidos en cuatro (4) campañas de monitoreo realizadas en el año 2021, utilizando la metodología de cálculo propuesta por el IDEAM, que involucra siete (7) variables.

Este trabajo fue ejecutado por el grupo de la Coordinación de Gestión de Conocimiento Ambiental perteneciente a la Subdirección de Ordenamiento y Planificación Integral del Territorio.

## **OBJETIVOS**

- Determinar la Calidad del agua en las principales corrientes y tramos de corriente del Área de Jurisdicción de la CDMB.
- Disponer de la información de calidad de las corrientes hídricas proveniente del monitoreo del agua, para actores sociales, gremiales e institucionales que lo requieran.
- Proveer un marco ambiental de referencia de la calidad de las corrientes hídricas superficiales en el área de jurisdicción de la CDMB

### **1. ALCANCE**

Evaluar la calidad del agua de las principales corrientes superficiales del área de jurisdicción de la CDMB en las Cuencas nivel I, Alto Lebrija, Cáchira Sur, Lebrija medio, Río Chicamocha (margen derecha) y río Chitagá localizadas en el departamento de Santander.

### **2. PROGRAMA RED DE MONITOREO DE CORRIENTES**

La Subdirección de Ordenamiento y Planificación Integral del Territorio a través de la Coordinación de Gestión de Conocimiento Ambiental ejecuta el programa de Monitoreo de Corrientes que consta de cuatro (4) fases:

- Muestreo y aforo: Esta fase se realiza a través de un Laboratorio con acreditación vigente ante el IDEAM, y para este año 2021, la CDMB contrató al Laboratorio SIAMA SAS para la toma de muestra en los puntos definidos

para el monitoreo, medición los parámetros in situ, preservación y transporte de las muestras al laboratorio en cada campaña conforme al cronograma establecido por la CDMB.

- **Análisis de Laboratorio:** Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras se realizaron en el Laboratorio SIAMA SAS.
- **Análisis de datos por campaña:** En cada campaña de monitoreo, los datos de campo y los resultados de los parámetros fisicoquímicos emitidos por el laboratorio, se consolidan en un archivo Excel para proceder a hacer la revisión y el análisis. Posteriormente se cargan en un aplicativo interno de la CDMB para calcular los índices de Calidad ICAS y los índices de contaminación ICOS en cada punto de monitoreo. Por último, se realizan las gráficas por fuente o sistema y se genera el Informe de Calidad de Agua para la jurisdicción de la CDMB.
- La tabla 1, presenta los setenta y un (71) puntos establecidos en el programa de monitoreo de la red de calidad:

**Tabla 1. Puntos de Monitoreo de la Red de Calidad de Agua CDMB**

PUNTOS MONITOREO RED CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA				
Id	Estación	Código estación	Unidad Hidrográfica Nivel III	Fuente
1	Rasgón	RO - 06	Oro Alto	Río de Oro
2	Conquistador	RO - 05	Oro Alto	Río de Oro
3	Barroblanco	QG – 01	Oro Alto	Quebrada Grande
4	Villa Paulina	SO - 01	Oro Alto	Quebrada Sorata
5	La Batea	LT – 01	Río Lato	Río Lato
6	Palogordo	RO - 04	Oro Medio	Río de Oro
7	Bahondo	RO – 4A	Oro Medio	Río de Oro
8	Carrizal	RO - 02	Oro Bajo	Río de Oro
9	Puente Nariño	RO - 01	Oro Bajo	Río de Oro

<b>PUNTOS MONITOREO RED CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA</b>				
<b>Id</b>	<b>Estación</b>	<b>Código estación</b>	<b>Unidad Hidrográfica Nivel III</b>	<b>Fuente</b>
10	La Esperanza	RF - 03	Río Frío	Río Frío
11	Campestre	ZA - 01	Río Frío	Quebrada Zapamanga
12	El Pórtico	RF - P	Río Frío	Río Frío
13	El Caucho	RF - B	Río Frío	Río Frío
14	Los Totumos	AZ - 1A	Río Frío	Quebrada Aranzoque-Mensuli
15	Caneyes	RF - 1A	Río Frío	Río Frío
16	El Jardín	LF - 01	Oro Bajo	Quebrada La Flora
17	La Floresta	CS - 01	Oro Bajo	Quebrada La Iglesia
18	San Luis	LI - 03	Oro Bajo	Quebrada La Iglesia
19	Coca-Cola	MA - 01	Oro Bajo	Quebrada El Macho
20	Coca-Cola	GY - 01	Oro Bajo	Quebrada La Guacamaya
21	Cenfer	DC - 01	Oro Bajo	Cañada El Carrasco
22	Puente Sena	LI - 01	Oro Bajo	Quebrada La Iglesia
23	El Águila	LA - 04	La Angula	Quebrada La Angula
24	La Batea	LA - 03	La Angula	Quebrada La Angula
25	Chimitá	CA - 01	Oro Bajo	Quebrada La Rosita
26	Parque Industrial	CY - 01	Oro Bajo	Quebrada Cuyamita o Pantano
27	Argelia	AR - 01	Oro Bajo	Quebrada Argelia o Cantera
28	Forjas Navas	LN - 01	Oro Bajo	Quebrada Las Navas
29	Forjas Chapinero	CH - 01	Oro Bajo	Quebrada Chapinero
30	Trituradora	LP - 01	Oro Bajo	Quebrada La Picha
31	Uña de Gato	SA - 07	Suratá Alto	Río Suratá
32	Panaga	SA - 06	Suratá Alto	Río Suratá
33	Puente Panaga	RV - 01	Suratá Alto	Río Vetás
34	La Playa	SA - 05	Suratá Alto	Río Suratá
35	La Playa	RCH - 01	Suratá Bajo	Río Charta
36	Puente Tona	RT - 01A	Tona	Río Tona
37	Zaragoza (Bosconia)	SA - 03	Suratá Bajo	Río Suratá
38	Bavaria	SA - 01	Suratá Bajo	Río Suratá
39	Bocas	RL - 02	El Aburrido	Río Lebrija
40	Embalse	RL - 03	Las Lajas	Río Lebrija
41	Palmas	LA - 01	La Angula	Quebrada La Angula
42	Conchal	RL - 07	La Honda	Río Lebrija
43	Vanegas	RC - 01	Cáchira	Río Cáchira

<b>PUNTOS MONITOREO RED CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA</b>				
<b>Id</b>	<b>Estación</b>	<b>Código estación</b>	<b>Unidad Hidrográfica Nivel III</b>	<b>Fuente</b>
44	Vanegas	RL – 08	Lebrija Medio	Río Lebrija
45	Puente San Alonso	PY – 02A	Río Playón	Río Playonero
46	Balsas	PY - 01	Río Playón	Río Playonero
47	Las Olas	RC – 02A	Río Playón	Río Cachiri
48	Puente Arturo	SG-01A	Río Salamaga	Río Silgara
49	El Bambú	SL – 04	Río Salamaga	Río Salamaga
50	Brisas de Samaca	SM - 01	Samaca	Quebrada Samaca
51	La virgen	SC - 01	Santa Cruz	Río Negro
52	Brisas	RN - 01	Río Negro Bajo	Río Negro
53	Primavera (El Chorro)	RM - 02	Río Chicamocha	Río Manco
54	Pescadero (Mensuli)	RM - 01	Río Chicamocha	Río Manco
55	Pescadero (Umpalá)	UP - 01	Río Chicamocha	Río Umpalá
56	Platacero	MS - 05	Río Frío	Quebrada Mensuli o La Estancia
57	Autopista	AZ - 07	Río Frío	Quebrada Aranzoque o Mensuli
58	Cañaverl	LR - 03	Oro Medio	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque
59	El Pilón	LR - 02	Oro Medio	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque
60	Arenales	QA – 02	Jordán	Quebrada Arenales
61	Berlín	QA - 01	Jordán	Quebrada Arenales
62	Berlín	RJ - 01	Jordán	Río Jordán
63	Borrero	RV - 05	Río Vetas	Río Vetas
64	Loma Redonda	RV – 02	Río Vetas	Río Vetas
65	La Baja	QLB - 01	Q. La Baja	Quebrada La Baja o Páez
66	Cristales	RO-O-10	Oro Alto	Río de Oro
67	CE Rasgón	QRG-O-01	Oro Alto	Quebrada El Rasgón
68	Batea Oro	RO-O-2PA	Oro Alto	Río de Oro
69	Chocoa	RO-O-4N	Oro Medio	Río de Oro
70		RO-O-4H	Oro Medio	Río de Oro
71		RO-O-2A	Oro Bajo	Río de Oro

## **2.1 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO ÁREA DE JURISDICCIÓN DE LA CDMB**



## 2.2 PARÁMETROS EVALUADOS

En todos los puntos de monitoreo elegidos, se realiza la medición de parámetros de campo consignados en la tabla 3. Incluido el Caudal y los parámetros fisicoquímicos que muestra la tabla 2 a partir del ítem 1 hasta el 15.

Con esta información se determina la calidad del agua en cada estación de monitoreo por medio del cálculo de los índices de calidad-ICAS

**Tabla 2. Parámetros evaluados fisicoquímicos y microbiológicos**

PARÁMETROS	
1. Alcalinidad Total	15. Coliformes Termotolerantes NMP
2. Dureza Total	16. Cianuro
3. Demanda Química de Oxígeno DQO	17. Mercurio
4. Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5	18. Hierro
5. Fósforo Total	19. Cobre
6. Nitrógeno Amoniacal	20. Cadmio
7. Nitrógeno Total Kjeldahl NTK	21. Cromo
8. Turbidez	22. Manganeseo
9. Nitritos	23. Plomo
10. Nitratos	24. Zinc
11. Sólidos Totales	25. Níquel
12. Sólidos Suspendidos	26. Aluminio
13. Sólidos Sedimentables	27. Arsénico
14. Coliformes Totales	

Además, los parámetros numerados del 16 al 27 de la Tabla 2, se miden específicamente para los puntos de monitoreo ubicados en la zona minera, SA-06, SA-05, SA-03, RV-05,

RV-03, RV-01 y QLB-01

**Tabla 3. Parámetros evaluados en campo de la Red de Monitoreo de Calidad de Agua**

<b>Parámetro</b>	<b>Método</b>
<b>Datos de Campo</b>	<b>Equipo y/o Materiales</b>
28. Temperatura del Agua	Termómetro (Sonda Multiparamétrica)
29. Caudal	Aforo con Molinete
30. Temperatura del Ambiente	Termómetro (Sonda Multiparamétrica)
31. Caudal	Aforo con Molinete
32. pH	Standard Methods 4500 H+ B
33. Oxígeno Disuelto	Sonda Multiparamétrica
34. Conductividad	Sonda Multiparamétrica
35. Presión	Sonda Multiparamétrica

## **2.3 ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA**

La información fisicoquímica y microbiológica proveniente de las cuatro (4) campañas de monitoreo, durante la vigencia 2021, se recopiló y organizó en un archivo Excel, para proceder al análisis y verificación de datos con el laboratorio. Posteriormente, se realizó la representación gráfica para cada fuente principal y otra para sus tributarios, las cuales muestran el comportamiento de la corriente en las cuatro (4) campañas de monitoreo.

### **2.3.1 Índice de Calidad del Agua**

El índice de calidad del agua (ICA) es un indicativo de las condiciones de calidad física, química y microbiológica de las corrientes y cuerpos de agua. El indicador muestra problemas de contaminación en un punto determinado, para un intervalo de tiempo

específico y favorece la representación del estado general del agua y las posibilidades o limitaciones para determinados usos en función de variables seleccionadas, mediante ponderaciones y agregación de variables físicas, químicas y microbiológicas. (IDEAM, 2010a).

La CDMB adoptó el modelo de cálculo del IDEAM, contenido en la guía Lineamientos Conceptuales y Metodológicos para la Evaluación Regional del Agua-2013 con el fin de determinar el Índice de Calidad del agua, el cual se calcula con siete (7) parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

Además, de acuerdo con Ramírez y Viña, 1998 y Ramírez et al., 1999, las correlaciones halladas entre múltiples variables fisicoquímicas dieron origen los cuatro índices de contaminación complementarios e independientes. En consecuencia, la CDMB calcula también los cuatro (4) índices de contaminación para sus corrientes: índice de contaminación por mineralización – ICOMI, índice de contaminación por Materia Orgánica – ICOMO, índice de contaminación por Sólidos Suspendedos – ICOSUS e índice de contaminación Tráfico – ICOTRO.

#### **2.3.1.1 Cálculo del Índice de Calidad del Agua - ICA's IDEAM**

La CDMB realizó el cálculo del ICA con 7 variables, con inclusión de un parámetro microbiológico, conforme a la propuesta del Instituto de Meteorología y Estudios ambientales – IDEAM.

**Tabla 4. Variables ICA (IDEAM)**

<b>ICA (7 variables – Incluye Coliformes fecales)</b>		
<b>Variable</b>	<b>Expresada como</b>	<b>Peso de importancia</b>
Oxígeno Disuelto	% saturación	0.16
Sólidos en suspensión	mg/L	0.14
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	0.14
Conductividad eléctrica	μS/cm	0.14
Relación N total / F total	(mg/L) / (mg/L)	0.14
pH	Unidades de pH	0.14
Coliformes fecales	UFC/100 ml	0.14

$$ICA = \sum_{I=0}^n w_i * l_i$$

Dónde:

ICA: Índice de calidad del agua,

w<sub>i</sub>: Ponderación,

l<sub>i</sub>: Valor calculado de la variable i.

Descripción metodológica:

La ponderación de las variables físicas, químicas y microbiológicas puede variar en función de la relevancia para análisis específicos de condiciones de calidad de aguas. (IDEAM, 2010a).

Los indicadores ICA básicamente son una expresión de un número de parámetros que permiten valorar el recurso hídrico para un determinado uso.

Cálculo del porcentaje de saturación de Oxígeno Disuelto – OD:

- Obtener las mediciones de: OD

Temperatura del agua en °C – T

Altura sobre el nivel del más del sitio-Altitud

- Para calcular la Presión no estándar – P, se debe obtener:
- Medición del OD
- Medición de la temperatura del agua en °C - T
- Valor de la altura sobre el nivel del mar del sitio – altitud.

Con los datos anteriores calcule la Presión no estándar – P, donde:

$$P = 1 - (0.02667 * \frac{\text{altitud}}{760})$$

- Hallar la temperatura TE, que corresponde a la temperatura del agua en K, donde:

$$TE = T + 273.15$$

- Establecer la concentración de equilibrio de oxígeno C\*, a la presión de 1 atmosfera, donde:

$$C^* = EXP \left( \left( -139.3441 + \left( \frac{157570.1}{TE} \right) - \left( \frac{66423080}{TE^2} \right) - \left( \frac{12438000000}{TE^3} \right) - \left( \frac{862194900000}{TE^4} \right) \right) \right)$$

- Determinar el Factor de corrección de la temperatura, donde T está en °C, a condiciones estándar (nivel del mar), donde:

$$\theta = 0.000975 - (1.426 * 10^{-5} * T) + (6.436 * 10^{-8} * T^2)$$

- Obtener la Presión parcial de vapor de agua – PW en atmosferas, en función de TE, donde:

$$PW = EXP \left( 11.8571 - \left( \frac{3840.7}{TE} \right) - \left( \frac{216921}{TE^2} \right) \right)$$

- Estimar la concentración de equilibrio de oxígeno –  $C_p$ , a la presión no estándar, es decir, oxígeno de saturación, donde:

$$C_p = C^* * P * \left( \frac{\left( \left( 1 - \frac{PW}{P} \right) * (1 - \theta * P) \right)}{(1 - P) * (1 - \theta)} \right)$$

- Hallar el Porcentaje de saturación –  $PS$  de oxígeno disuelto, donde:

$$PS = \frac{T * 100}{C_p}$$

- Calcular el Índice de saturación de oxígeno disuelto –  $OD$

$$Si PS < 100\%, \quad OD = 1 - (1 - 0.01 * PS)$$

$$Si PS > 100\%, \quad OD = 1 - (0.01 * PS - 1)$$

Cálculo del Subíndice de calidad para Sólidos suspendidos totales,  $ISST$ , donde

- Si  $SST \leq 4.5$ , entonces  $I_{SST} = 1$
- $I_{SST} = 1 - (-0.02 + 0.003 * SST \text{ (mg / L)})$
- Si  $SST \geq 320$ , entonces  $I_{SST} = 0$

Cálculo del Índice de Demanda Química de Oxígeno,  $DQO$ , donde

- Si  $DQO \leq 20$ , entonces  $I_{DQO} = 0.91$
- Si  $20 < DQO \leq 25$ , entonces  $I_{DQO} = 0.71$
- Si  $25 < DQO \leq 40$ , entonces  $I_{DQO} = 0.51$
- Si  $40 < DQO \leq 80$ , entonces  $I_{DQO} = 0.26$
- $DQO > 80$ , entonces  $I_{DQO} = 0.15$

En caso de no tener los datos sobre nitrógeno total y fósforo total, sino las especies solubles Nitrito y Fosfato, se debe utilizar el cociente:  $\text{NO}_3/\text{PO}_4$

- Si  $\text{N/P} \geq 15$ , entonces  $I_{\text{N/P}} = 0.80$
- Si  $10 < \text{N/P} < 15$ , entonces  $I_{\text{N/P}} = 0.60$
- Si  $5 < \text{N/P} \leq 10$ , entonces  $I_{\text{N/P}} = 0.35$
- Si  $\text{N/P} \leq 5$ , entonces  $I_{\text{N/P}} = 0.15$

Cálculo del índice de Conductividad eléctrica, donde:

- $I_{\text{Cond}} = 1 - 10^{(-326 + 1.34 \log_{10}(\text{Conductividad}))}$
- Cuando  $I_{\text{Cond}} < 0$ , entonces  $I_{\text{Cond}} = 0$

Cálculo de índice de pH,  $I_{\text{pH}}$ :

- Si  $\text{pH} < 4$ , entonces  $I_{\text{pH}} = 0,10$
- Si  $4 < \text{pH} \leq 7$ , entonces  $I_{\text{pH}} = 0,2628419 * e^{(\text{pH} * 0.520025)}$
- Si  $7,1 < \text{pH} \leq 8$ , entonces  $I_{\text{pH}} = 1$
- Si  $8,1 < \text{pH} \leq 11$ , entonces  $I_{\text{pH}} = 1 * e^{((\text{pH}-8) * -0.5187742)}$
- Si  $\text{pH} > 11,1$ , entonces  $I_{\text{pH}} = 0,10$

Una vez determinados todos los subíndices, se debe calcular el valor ponderado:

$$\text{Valor ponderado} = \text{Ponderación} * \text{Valor de cada subíndice}$$

Finalmente, el ICA es equivalente a la sumatoria de los valores ponderados.

**Tabla 5. Intervalos ICA (IDEAM)**

Categorías de valores que puede tomar el indicador	Calificación de la calidad de agua	Señal de alerta
0.00 – 0.25	Muy Mala	Rojo
0.26 – 0.50	Mala	Naranja

Categorías de valores que puede tomar el indicador	Calificación de la calidad de agua	Señal de alerta
0.51 – 0.70	Regular	Amarillo
0.71 – 0.90	Aceptable	Verde
0.91 – 1.00	Buena	Azul

### 2.3.1.2 Índices de contaminación ICO'S

Los rangos de contaminación ICO se encuentran discriminados en la Tabla 6.

**Tabla 6. Rangos establecidos para los índices de contaminación del agua - ICO's**

Rango de establecimiento de índices ICO's		
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	

#### 2.3.1.2.1 Índice de contaminación por mineralización – ICOMI

El ICOMI es el valor promedio de los índices de las variables de conductividad, dureza y alcalinidad, 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, indican una alta contaminación.

$$\text{ICOMI} = 1/3 * (\text{IConductividad} + \text{IDureza} + \text{IAlcalinidad})$$

$\text{I Conductividad} = 10 \text{ Log I Conductividad}$

Conductividades mayores a 270 (s/cm), tienen un índice de conductividad igual a 1.

$\text{I Dureza}$ : Se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$I \text{ Dureza} = 10 \text{ Log } I \text{ Dureza}$$

Durezas mayores a 110 mg/l tienen un  $I \text{ Dureza} = 1$

Durezas menores a 30 mg/l tienen un  $I \text{ Dureza} = 0$

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

Alcalinidad. mayor a 250 mg/l tiene un  $I \text{ Alcalinidad} = 1$

Alcalinidad. menor a 50 mg/l tiene un  $I \text{ Alcalinidad} = 0$

### 2.3.1.2.2 Índice de contaminación por Materia Orgánica – ICOMO

Se expresa con diferentes variables fisicoquímicas como la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Coliformes Totales y porcentaje de Saturación de Oxígeno, las cuales 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:

$$\text{ICOMO} = 1/3 * (\text{IDBO} + \text{IColiformes Totales} + \text{IOxígeno \%})$$

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

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

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

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

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

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

$$I\% \text{ Oxígeno} = 1 - 0.01\% \text{ Oxígeno}$$

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

Es importante resaltar que sistemas loticos con porcentajes de saturación mayor a 100%, son ventajosos e indicativos de una buena capacidad de re-aireación de los recursos hídricos.

### 2.3.1.2.3 Índice de contaminación por Sólidos Suspendidos – ICOSUS

Se determina mediante la concentración de sólidos suspendidos, los cuales están ligados a compuestos inorgánicos.

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

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

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

### 2.3.1.2.4 Índice de contaminación Trófico – ICOTRO

Este índice se determina con la variable fósforo total, y su concentración define una de las siguientes categorías:

**Tabla 7. Rangos establecidos para el ICOTRO.**

ICOTRO	
Oligotrófico	<0.01
Mesotrófico	0.01 - 0.02
Eutrófico	>0.02 - 1
Hipereutrófico	>1

Fuente: Ramírez et al. (1999)

## 2.4 RESULTADOS DEL MONITOREO 2021

Los resultados de los Índices de calidad - ICA's en los puntos monitoreados para las cuatro (4) campañas del año 2021, se reportan en la tabla 8 con los valores del ICA para cada punto y su respectiva categorización:

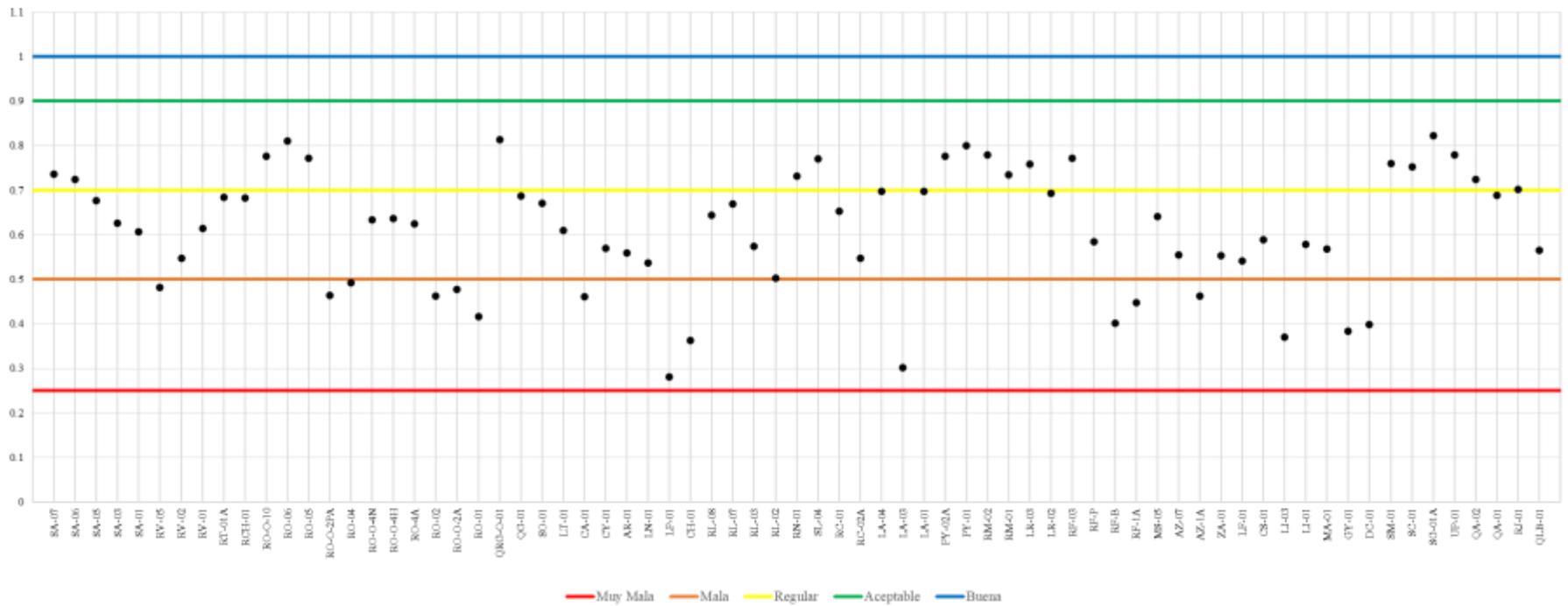
Tabla 8. Índices de Calidad de Agua para las cuatro (4) campañas de monitoreo 2021

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICAS				ICA 2021	CALIDAD
		CAMPAÑA 1	CAMPAÑA 2	CAMPAÑA 3	CAMPAÑA 4		
Río Surata	SA-07	0.72	0.75	0.78	0.79	0.76	Aceptable
Río Surata	SA-06	0.69	0.76	0.76	0.78	0.75	Aceptable
Río Surata	SA-05	0.64	0.71	0.66	0.70	0.68	Regular
Río Surata	SA-03	0.60	0.65	0.69	0.73	0.67	Regular
Río Surata	SA-01	0.54	0.67	0.69	0.75	0.66	Regular
Río Vetas	RV-05	0.25	0.72	0.70	0.58	0.56	Regular
Río Vetas	RV-02	0.43	0.67	0.70	0.64	0.61	Regular
Río Vetas	RV-01	0.50	0.73	0.63	0.73	0.65	Regular
Río Tona	RT-01A	0.65	0.71	0.76	0.71	0.71	Aceptable
Río Charta	RCH-01	0.63	0.74	0.78	0.82	0.74	Aceptable
Río de Oro	RO-O-10	0.78	0.78	0.74	0.78	0.77	Aceptable
Río de Oro	RO-06	0.80	0.82	0.68	0.78	0.77	Aceptable
Río de Oro	RO-05	0.78	0.77	0.77	0.74	0.76	Aceptable
Río de Oro	RO-O-2PA	0.43	0.50	0.53	0.49	0.49	Mala
Río de Oro	RO-04	0.47	0.52	0.53	0.48	0.50	Mala
Río de Oro	RO-O-4N	0.65	0.62	0.54	0.59	0.60	Regular
Río de Oro	RO-O-4H	0.57	0.70	0.69	0.50	0.62	Regular
Río de Oro	RO-4A	0.53	0.72	0.71	0.72	0.67	Regular
Río de Oro	RO-02	0.44	0.48	0.41	0.49	0.46	Mala
Río de Oro	RO-O-2A	0.49	0.46	0.38	0.36	0.43	Mala
Río de Oro	RO-01	0.47	0.36	0.41	0.42	0.42	Mala
Q. El Rasgón	QRG-O-01	0.82	0.81	0.78	0.81	0.80	Aceptable
Q. Grande	QG-01	0.69	0.69	0.69	0.68	0.69	Regular
Q. Soratoque	SO-01	0.65	0.69	0.68	0.60	0.65	Regular
Río Lato	LT-01	0.54	0.67	0.65	0.68	0.64	Regular
Q. Chimita	CA-01	0.40	0.52	0.25	0.43	0.40	Mala
Q. La Cuyamita	CY-01	0.53	0.61	0.36	0.29	0.45	Mala
Q. La Argelia	AR-01	0.59	0.53	0.48	0.54	0.54	Regular
Q. Las Navas	LN-01	0.48	0.60	0.29	0.27	0.41	Mala
Q. La Picha	LP-01	0.24	0.32	0.26	0.31	0.28	Mala
Q. Chapinero	CH-01	0.36	0.36	0.20	0.38	0.33	Mala
Río Lebrija	RL-08	0.57	0.72	0.70	0.70	0.67	Regular
Río Lebrija	RL-07	0.68	0.66	0.57	0.67	0.65	Regular
Río Lebrija	RL-03	0.55	0.60	0.56	0.60	0.58	Regular
Río Lebrija	RL-02	0.50	0.50	0.54	0.54	0.52	Regular
Río Negro	RN-01	0.79	0.68	0.76	0.80	0.76	Aceptable

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICAS				ICA 2021	CALIDAD
		CAMPAÑA	CAMPAÑA	CAMPAÑA	CAMPAÑA		
		1	2	3	4		
Río Surata	SA-07	0.72	0.75	0.78	0.79	0.76	Aceptable
Río Salamaga	SL-04	0.74	0.80	0.87	0.88	0.82	Aceptable
Río Cachira	RC-01	0.68	0.62	0.49	0.76	0.64	Regular
Río Cachirí	RC-02A	0.56	0.53	0.59	0.58	0.57	Regular
Q. La Angula	LA-04	0.58	0.81	0.68	0.75	0.70	Regular
Q. La Angula	LA-03	0.24	0.37	0.35	0.35	0.33	Mala
Q. La Angula	LA-01	0.74	0.66	0.69	0.70	0.70	Regular
Río Playonero	PY-02A	0.75	0.80	0.69	0.78	0.76	Aceptable
Río Playonero	PY-01	0.80	0.80	0.72	0.80	0.78	Aceptable
Río Manco	RM-02	0.77	0.78	0.79	0.77	0.78	Aceptable
Río Manco	RM-01	0.72	0.75	0.75	0.79	0.75	Aceptable
Q. La Ruitoca	LR-03	0.72	0.79	0.80	0.76	0.77	Aceptable
Q. La Ruitoca	LR-02	0.62	0.76	0.77	0.75	0.73	Aceptable
Río Frío	RF-03	0.74	0.80	0.79	0.81	0.79	Aceptable
Río Frío	RF-P	0.64	0.53	0.49	0.49	0.54	Regular
Río Frío	RF-B	0.38	0.42	0.36	0.47	0.41	Mala
Río Frío	RF-1A	0.49	0.41	0.38	0.47	0.44	Mala
Q. Aran- Mensulí	MS-05	0.51	0.77	0.76	0.77	0.70	Regular
Q. Aran- Mensulí	AZ-07	0.49	0.62	0.53	0.65	0.57	Regular
Q. Aran- Mensulí	AZ-1A	0.41	0.52	0.58	0.56	0.51	Regular
Q. Zapamanga	ZA-01	0.55	0.56	0.54	0.64	0.57	Regular
Q. La Flora	LF-01	0.53	0.55	0.52	0.60	0.55	Regular
Q. La Cascada	CS-01	0.56	0.61	0.63	0.62	0.61	Regular
Q. La Iglesia	LI-03	0.38	0.36	0.33	0.42	0.37	Mala
Q. La Iglesia	LI-01	0.58	0.58	0.53	0.45	0.53	Regular
Q. El Macho	MA-01	0.55	0.59	0.66	0.70	0.62	Regular
Q. La Guacamaya	GY-01	0.39	0.37	0.36	0.51	0.41	Mala
Q. El Carrasco	DC-01	0.39	0.40	0.35	0.27	0.35	Mala
Q. Samacá	SM-01	0.77	0.75	0.77	0.78	0.77	Aceptable
Q. Santa Cruz	SC-01	0.85	0.66	0.75	0.81	0.77	Aceptable
Río Silgará	SG-01A	0.90	0.74	0.84	0.89	0.84	Aceptable
Río Umpalá	UP-01	0.79	0.76	0.74	0.77	0.77	Aceptable
Q. Arenales	QA-02	0.73	0.72	0.88	0.79	0.78	Aceptable
Q. Arenales	QA-01	0.69	0.69	0.79	0.73	0.72	Aceptable
Río Jordán	RJ-01	0.77	0.64	0.78	0.74	0.73	Aceptable
Q. La Baja	QLB-01	0.46	0.67	0.79	0.73	0.66	Regular

Con el fin de mostrar un compendio de los resultados de los ICAS generados en las campañas de monitoreo 2021, se realizó la gráfica 3 que muestra la ubicación de los índices de calidad de los 71 puntos de monitoreo.

**Indice de Calidad de Agua  
Corrientes Monitoreadas CDMB 2021**



**Gráfica 1. ICAS 2021 en puntos de monitoreo. Fuente CDMB.**

### 2.4.1 Comparación de los índices de calidad y su categorización para los años 2019, 2020 y 2021

Teniendo en cuenta los resultados de los Índices de Calidad de Agua – ICAS, se elaboró la tabla 9, donde se muestran los promedios anuales y su categorización para los años 2019, 2020 y 2021

**Tabla 9. Índices de Calidad de Agua en puntos de monitoreo años, 2019, 2020 y 2021**

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	2019		2020		2021	
		ICA	Calidad	ICA	Calidad	ICA	Calidad
Río Surata	SA-07	0.74	Aceptable	0.78	Aceptable	0.76	Aceptable
Río Surata	SA-06	0.74	Aceptable	0.78	Aceptable	0.75	Aceptable
Río Surata	SA-05	0.74	Aceptable	0.75	Aceptable	0.68	Regular
Río Surata	SA-03	0.73	Aceptable	0.76	Aceptable	0.67	Regular
Río Surata	SA-01	0.57	Regular	0.74	Aceptable	0.66	Regular
Río Vetas	RV-05	0.63	Regular	0.43	Mala	0.56	Regular
Río Vetas	RV-02	0.67	Regular	0.66	Regular	0.61	Regular
Río Vetas	RV-01	0.68	Regular	0.69	Regular	0.65	Regular
Río Tona	RT-01	0.72	Aceptable	0.71	Aceptable	0.71	Aceptable
Río Charta	RCH-01	0.80	Aceptable	0.80	Aceptable	0.74	Aceptable
Río de Oro	RO-O-10	0.76	Aceptable	0.80	Aceptable	0.77	Aceptable
Río de Oro	RO-06	0.72	Aceptable	0.81	Aceptable	0.77	Aceptable
Río de Oro	RO-05	0.67	Regular	0.78	Aceptable	0.76	Aceptable
Río de Oro	RO-O-2PA	0.45	Mala	0.45	Mala	0.49	Mala
Río de Oro	RO-04	0.50	Mala	0.46	Mala	0.50	Mala
Río de Oro	RO-O-4N	0.58	Regular	0.64	Regular	0.60	Regular
Río de Oro	RO-O-4H	0.53	Regular	0.61	Regular	0.62	Regular
Río de Oro	RO-4A	0.50	Mala	0.58	Regular	0.67	Regular
Río de Oro	RO-02	0.39	Mala	0.46	Mala	0.46	Mala
Río de Oro	RO-O-2A	0.38	Mala	0.50	Mala	0.43	Mala
Río de Oro	RO-01	0.39	Mala	0.45	Mala	0.42	Mala
Q. El Rasgón	QRG-O-01	0.78	Aceptable	0.80	Aceptable	0.80	Aceptable
Q. Grande	QG-01	0.70	Regular	0.68	Regular	0.69	Regular
Q. Soratoque	SO-01	0.63	Regular	0.66	Regular	0.65	Regular
Río Lato	LT-01	0.60	Regular	0.55	Regular	0.64	Regular
Q. Chimita	CA-01	0.39	Mala	0.44	Mala	0.40	Mala
Q. La Cuyamita	CY-01	0.46	Mala	0.46	Mala	0.45	Mala
Q. La Argelia	AR-01	0.51	Regular	0.38	Mala	0.54	Regular

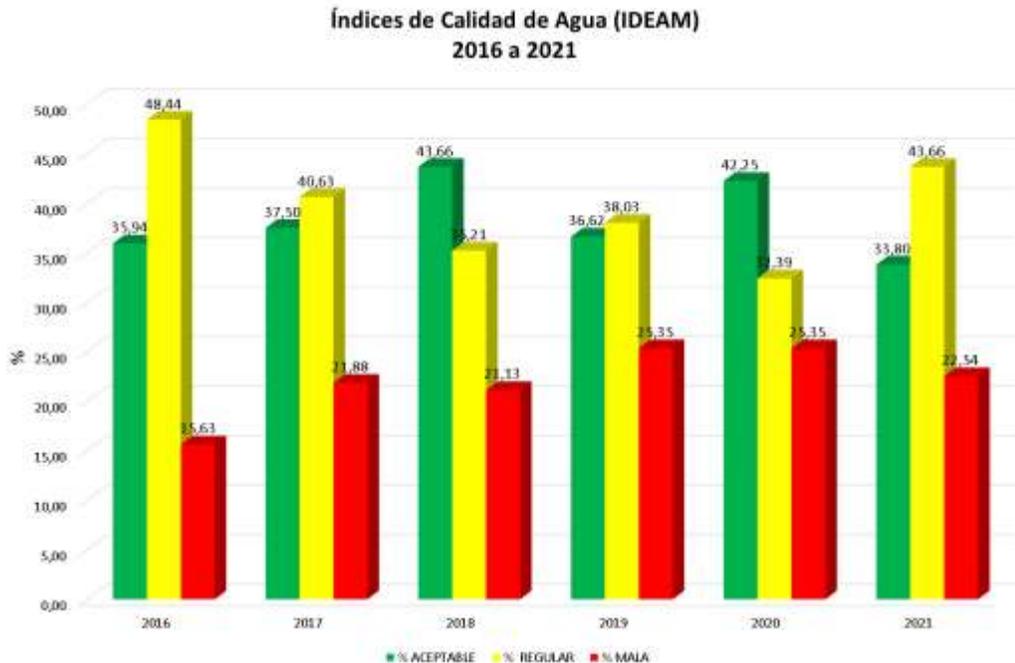
SITIO DE MUESTREO	PUNTO	2019		2020		2021	
		ICA	Calidad	ICA	Calidad	ICA	Calidad
Q. Las Navas	LN-01	0.40	Mala	0.29	Mala	0.41	Mala
Q. La Picha	LP-01	0.26	Mala	0.26	Mala	0.28	Mala
Q. Chapinero	CH-01	0.47	Mala	0.34	Mala	0.33	Mala
Río Lebrija	RL-08	0.68	Regular	0.70	Regular	0.67	Regular
Río Lebrija	RL-07	0.64	Regular	0.59	Regular	0.65	Regular
Río Lebrija	RL-03	0.63	Regular	0.60	Regular	0.58	Regular
Río Lebrija	RL-02	0.54	Regular	0.54	Regular	0.52	Regular
Río Negro	RN-01	0.77	Aceptable	0.80	Aceptable	0.76	Aceptable
Río Salamaga	SL-04	0.82	Aceptable	0.77	Aceptable	0.82	Aceptable
Río Cáchira	RC-01	0.74	Aceptable	0.73	Aceptable	0.64	Regular
Río Cachirí	RC-02A	0.57	Regular	0.57	Regular	0.57	Regular
Q. La Angula	LA-04	0.75	Aceptable	0.76	Aceptable	0.70	Regular
Q. La Angula	LA-03	0.37	Mala	0.27	Mala	0.33	Mala
Q. La Angula	LA-01	0.72	Aceptable	0.78	Aceptable	0.70	Regular
Río Playonero	PY-02A	0.81	Aceptable	0.78	Aceptable	0.76	Aceptable
Río Playonero	PY-01	0.80	Aceptable	0.71	Aceptable	0.78	Aceptable
Río Manco	RM-02	0.78	Aceptable	0.81	Aceptable	0.78	Aceptable
Río Manco	RM-01	0.76	Aceptable	0.68	Regular	0.75	Aceptable
Q. La Ruitoca	LR-03	0.77	Aceptable	0.76	Aceptable	0.77	Aceptable
Q. La Ruitoca	LR-02	0.66	Regular	0.76	Aceptable	0.73	Aceptable
Río Frío	RF-03	0.80	Aceptable	0.80	Aceptable	0.79	Aceptable
Río Frío	RF-P	0.68	Regular	0.76	Aceptable	0.54	Regular
Río Frío	RF-B	0.46	Mala	0.30	Mala	0.41	Mala
Río Frío	RF-1A	0.40	Mala	0.35	Mala	0.44	Mala
Q. Aran- Men	MS-05	0.70	Regular	0.57	Regular	0.70	Regular
Q. Aran- Men	AZ-07	0.56	Regular	0.59	Regular	0.57	Regular
Q. Aran- Men	AZ-1A	0.58	Regular	0.52	Regular	0.51	Regular
Q. Zapamanga	ZA-01	0.51	Regular	0.66	Regular	0.57	Regular
Q. La Flora	LF-01	0.60	Regular	0.64	Regular	0.55	Regular
Q. La Cascada	CS-01	0.60	Regular	0.62	Regular	0.61	Regular
Q. La Iglesia	LI-03	0.39	Mala	0.37	Mala	0.37	Mala
Q. La Iglesia	LI-01	0.45	Mala	0.36	Mala	0.53	Regular
Q. El Macho	MA-01	0.58	Regular	0.59	Regular	0.62	Regular
Q. La Guacamaya	GY-01	0.29	Mala	0.41	Mala	0.41	Mala
Q. El Carrasco	DC-01	0.40	Mala	0.51	Regular	0.35	Mala
Q. Samacá	SM-01	0.76	Aceptable	0.78	Aceptable	0.77	Aceptable
Q. Santa Cruz	SC-01	0.84	Aceptable	0.80	Aceptable	0.77	Aceptable
Río Silgará	SG-01A	0.83	Aceptable	0.87	Aceptable	0.84	Aceptable
Río Umpalá	UP-01	0.69	Regular	0.79	Aceptable	0.77	Aceptable
Q. Arenales	QA-02	0.77	Aceptable	0.85	Aceptable	0.78	Aceptable

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	2019		2020		2021	
		ICA	Calidad	ICA	Calidad	ICA	Calidad
Q. Arenales	QA-01	0.74	Aceptable	0.76	Aceptable	0.72	Aceptable
Río Jordán	RJ-01	0.74	Aceptable	0.75	Aceptable	0.73	Aceptable
Q. La Baja	LB-01	0.68	Regular	0.65	Regular	0.66	Regular

En consecuencia, se consolidó en la Tabla 10 y Gráfica 2, el porcentaje obtenido para las diferentes categorías en los años 2019, 2020 y 2021.

**Tabla 10. Porcentaje de categorías para ICAS 2019-2020-2021**

PORCENTAJES DE DESCRIPTORES INDICES DE CALIDAD ICA's						
	2019	%	2020	%	2021	%
Buena		0.00		0.00		0.00
Aceptable	27	38.03	30	42.25	24	33.80
Regular	25	35.21	23	32.39	31	43.66
Mala	19	26.76	18	25.35	16	22.54
Muy Mala		0.00		0.00		0.00



**Gráfica 2. Índices de Calidad de Agua 2016-2017-2018-2019- 2020-2021**

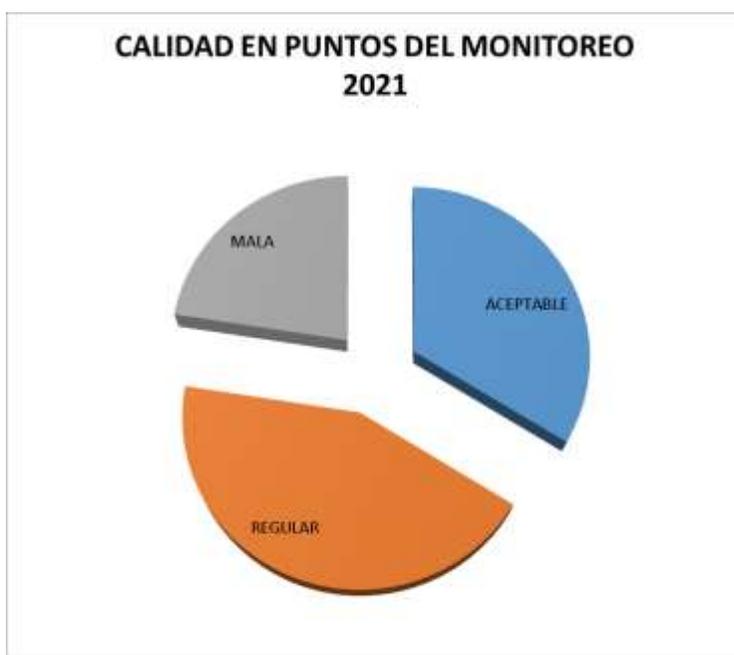
La Tabla 10, evidencia una desmejora de los índices de calidad monitoreados, y los ICA's calculados en 2021 con respecto a 2020, ya que el criterio de calidad "Regular" paso del 32.39% al 43.66% aumentando el número de corrientes en esta característica.

Por otra parte, el porcentaje de corrientes con característica "Aceptable" paso del 42.25% al 33.80%, es decir algunas corrientes desmejoraron su índice de calidad entre esas tenemos la Q. La Angula punto LA-04, punto LA-01, río Frío punto RF-P, Río Cachira punto RC-0, Río Surata puntos SA-05, SA-03 y SA-01

Finalmente, la característica Mala se redujo en 2.81% pasando del 25.35% al 22.54%. Indicativo de corrientes que estaban en criterio "Mala" como la Q. La Argelia punto AR-01 y la Q. La Iglesia en el punto LI-01.

### ***2.4.2 Calidad en puntos de monitoreo 2021***

La Gráfica 3 representa el criterio de calidad obtenido en los monitoreos correspondientes al año 2021. Se muestra que de los setenta y un punto (71) monitoreados veinticuatro (24) están con categoría "Aceptable", treinta y una (31) obtuvieron categoría "Regular" y diez y seis (16) quedaron con descriptor "Mala".



**Gráfica 3. Calidad en puntos de monitoreo 2021 Fuente: CDMB**

## **2.5. RESULTADOS POR CORRIENTE**

### ***2.5.1. Río de Oro y sus principales afluentes***



**Imagen 2. Monitoreo de corrientes, punto RO-O-4N / RO-O-2A**

La fuente hídrica del río de Oro tiene once (11) puntos de monitoreo a lo largo de toda su corriente, iniciando en el punto RO-O-10 en la cabecera del río, luego el punto RO-06 ubicado aguas arriba del casco urbano de Piedecuesta conocido como "Rasgón" ubicado 70 mt después de la finca EL Rasgón propiedad de la CDMB, seguido por RO-05 el "Conquistador" localizado antes del municipio de Piedecuesta. Posteriormente continua el punto RO-O-2PA dispuesto en la vereda Malpaso, el cual ya lleva la contaminación domestica del pueblo de Piedecuesta, para continuar con RO-04 punto de monitoreo "Palogordo" colocado antes de la derivación de la cárcel Palogordo, y posteriormente el punto RO-O-4N situado en la vereda Chocoa, seguido por RO-O-4H ubicado en la vereda Barbosa y luego se llega a "Bahondo" punto RO-4A localizado antes del área urbana del municipio de Girón. Se continua el monitoreo en el punto RO-02 después de la confluencia de este con la quebrada la Iglesia en el distrito cuatro (4) conocido como "Carrizal", para continuar con el punto RO-O-2A que lleva las aguas de la quebrada Cuyamita y Chimita, para finalizar en el punto RO-01, sitio conocido como "Puente Nariño" antes de la confluencia con el río Surata, pero después del vertimiento de las quebradas de la escarpa

occidental.

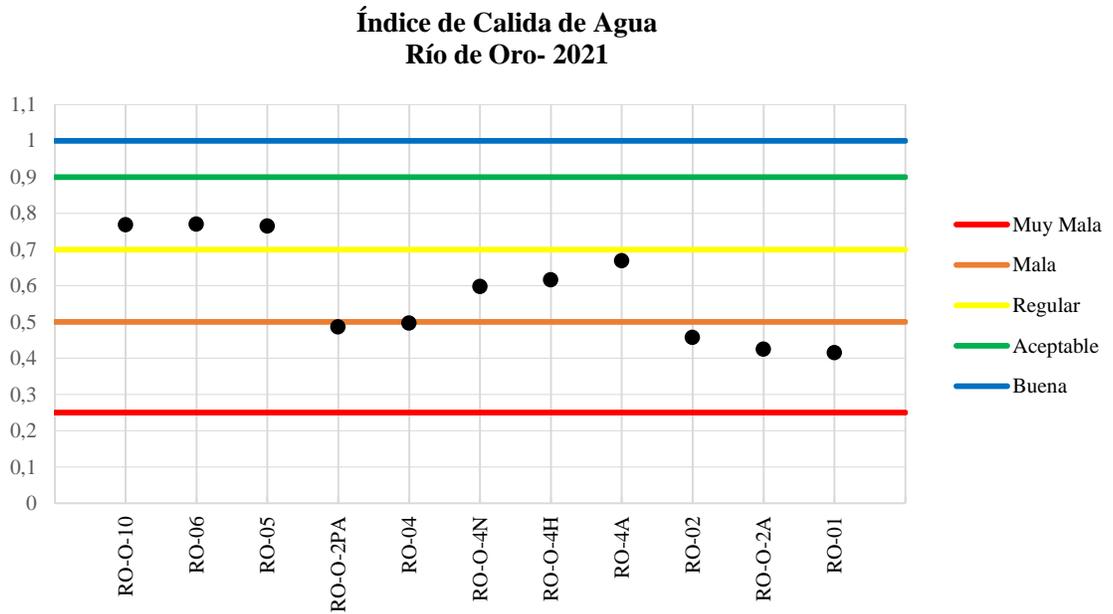
### 2.5.1.1. Índice de calidad río de Oro

La Tabla 11 y la Grafica 4, muestran los resultados y la representación gráfica del índice de calidad de agua en río de Oro.

Categorías de valores que puede tomar el indicador	Calificación de la calidad de 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

**Tabla 11. Índice de calidad –ICA, río Oro 2021 Fuente CDMB**

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2021	CALIDAD
<b>RÍO DE ORO</b>	RO-O-10	0.77	Aceptable
	RO-06	0.77	Aceptable
	RO-05	0.76	Aceptable
	RO-O-2PA	0.49	Mala
	RO-04	0.50	Mala
	RO-O-4N	0.60	Regular
	RO-O-4H	0.62	Regular
	RO-4A	0.67	Regular
	RO-02	0.46	Mala
	RO-O-2A	0.43	Mala
	RO-01	0.42	Mala



**Gráfica 4. Índices de calidad de agua - río de Oro**

El comportamiento de los criterios de Calidad observado en las cuatro (4) campañas de monitoreo realizadas en 2021 en el río de Oro, es similar al del año 2020 en los tres (3) primeros puntos RO-O-10, RO-06 y RO-05 aguas arriba de la fuente y los criterios de calidad del ICA, que permanecen en calidad “Aceptable”, criterio que indica un bajo grado de contaminación ya que en esos tramos de la corriente la concentración de población rural es baja.

Por otra parte, el punto RO-O-2PA localizado en la parte alta del río de Oro, pero recibe los vertimientos del Municipio de Piedecuesta se posiciono en criterio calidad "Mala", al igual que el siguiente punto RO-04. En cambio, se percibe una mejora de la calidad para los puntos ubicados en la parte media del río, como RO-O-4N, RO-O-4H y RO- 4A, este último situado antes del área urbana del municipio de Girón obtuvo una clasificación "Regular." como consecuencia del recorrido del río por la zona rural entre Piedecuesta y

Girón, entorno que no representa un impacto tan fuerte como el área urbana.

Finalmente, los puntos de monitoreo localizados en la parte baja de la corriente señalados como RO-02 Carrizal situado después de la confluencia con La Quebrada la Iglesia, RO-O-2A y RO-01 denominado Puente Nariño, ubicado antes de la confluencia con el río Surata, muestran un ICA de clasificación “mala”, resultado de la recepción los vertimientos de alcantarillado de Girón y Bucaramanga.

### 2.5.1.2 Índice de calidad de agua ICA para los tributarios del río de Oro

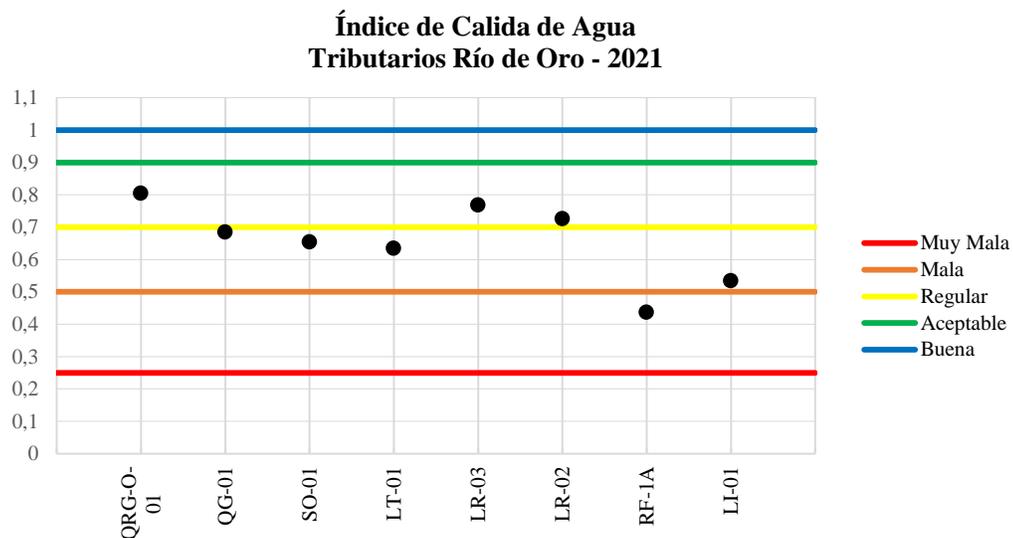
En la parte alta del río de Oro se encuentra el afluente Quebrada El Rasgón con un punto de monitoreo QRG-O-01, ubicado antes de confluir con el río Oro, presentando una calidad aceptable, acorde a la ubicación.

El afluente o tributario más importante del río de Oro es el río Frío que se une en el punto RF-1A, también la Quebrada el Rasgón, Q. Grande, Q. Soratoque el río Lato y la Q. Ruitoca como se muestran en la tabla 12, con sus respectivos ICAS y criterio de Calidad.

**Tabla 12. Índice de calidad de agua - tributarios río de Oro. Fuente: CDMB**

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2021	CALIDAD
TRIBUTARIOS RIO DE ORO	QRG-O-01	0.80	Aceptable
	QG-01	0.69	Regular
	SO-01	0.65	Regular
	LT-01	0.64	Regular
	LR-03	0.77	Aceptable
	LR-02	0.73	Aceptable
	RF-1A	0.44	Mala
	LI-01	0.53	Regular

El punto calificado con descriptor “Mala”, indica que se encuentra bastante contaminado como consecuencia del aumento en la carga orgánica y corresponde a RF-1A, denominado Caneyes ubicado en la corriente río Frio antes de la confluencia con el río Oro, en el Municipio de Girón. El resto de los afluentes se clasificaron así: Categoría "Aceptable" las Quebradas el Rasgón y la Ruitoca, y Categoría “Regular” para las Quebradas Grande, Soratoque, y el río Lato. Ver tabla 12 y gráfica 5.



**Gráfica 5. Índice de calidad de agua - tributarios río de Oro**

Por otra parte, la calidad del agua en la quebrada La Iglesia punto LI-01, ubicado antes de la confluencia de la quebrada con el río de Oro, modificó su calidad de categoría "Mala" en 2020 a "Regular" en 2021, mejorando su índice ICA; resultado que denota una menor recepción de carga contaminante en los vertimientos de las industrias y establecimientos ubicados en el sector de la autopista Bucaramanga – Girón coherente con los valores reportados de DBO5 y DQO en 2021.

Con relación a la Quebrada el Carrasco, se mantiene su categoría de "Mala" en 2019, 2020 y 2021 debido a los vertimientos de lixiviados que recibe.

Es importante tener en cuenta la siguiente corrección:

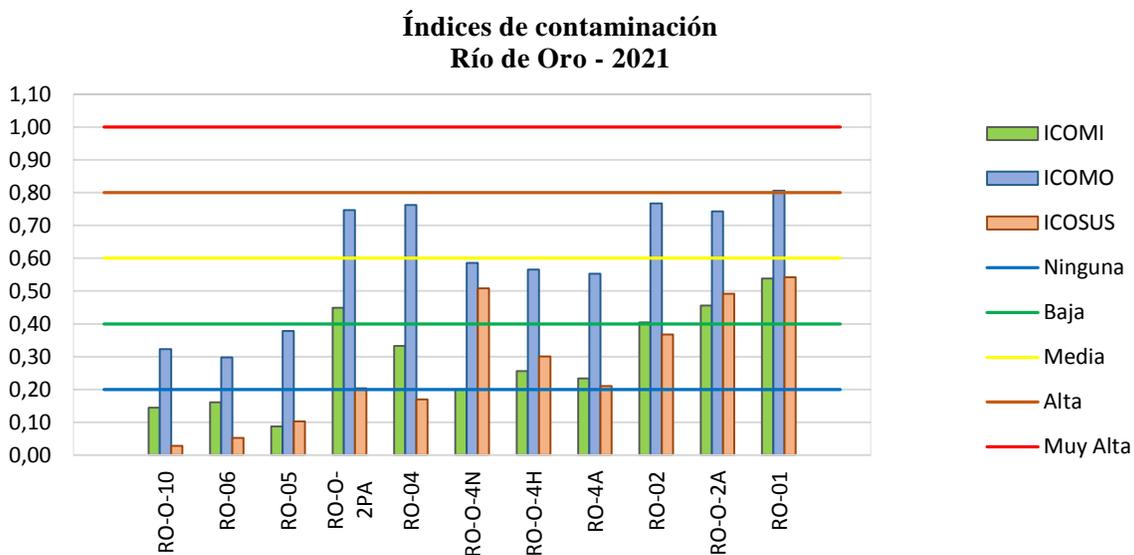
La corrección corresponde al ICA reportado para el punto DC-01 de 2020. Este ICA se calculó con el dato enviado por el Laboratorio de la variable conductividad con valor de  $8.91 \mu\text{s}/\text{cm}^{-1}$ , dando como resultado un ICA "Regular". Ante esta situación, se solicitó la verificación del dato al Laboratorio y este informó el valor real de  $8960 \mu\text{s}/\text{cm}^{-1}$ . Por lo tanto, se recalculo con el nuevo valor, obteniendo un ICA "Mala", que evidencia que la Q. El Carrasco mantuvo una calidad "Mala" para los años 2019, 2020 y 2021.

### **2.5.1.3 Índices de Contaminación ICO's en el río de Oro**

Los índices de contaminación ICOMI e ICOSUS en los puntos RO-O-10 a RO-05 presentan categoría de "Ninguna" contaminación, mientras que el ICOMO entró en la categoría "Baja". Estas categorías se incrementan a medida que el río pasa por la parte urbana de Piedecuesta y en el trayecto recibe los vertimientos de las industrias que lo contamina y el índice de contaminación por materia orgánica ICOMO llaga a "Alto", luego se recupera un poco en los tramos RO-O-4H y RO-4A, para degradarse nuevamente en el tramo RO-02 hasta RO-01. De la misma forma sucede con el ICOSUS, contaminación por sólidos suspendidos el cual inicia en ninguna contaminación pasa a "Baja" en el tramo RO-O-4N y aumenta a "Media" en los tramos de RO-02 hasta RO-01

Tabla 13. Índices de contaminación - río de Oro 2021 Fuente: CDMB

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
RÍO DE ORO	RO-O-10	0.14	0.32	0.03	0.07
	RO-06	0.16	0.30	0.05	0.12
	RO-05	0.09	0.38	0.10	0.06
	RO-O-2PA	0.45	0.75	0.20	0.99
	RO-04	0.33	0.76	0.17	0.66
	RO-O-4N	0.20	0.59	0.51	0.39
	RO-O-4H	0.26	0.57	0.30	0.35
	RO-4A	0.23	0.55	0.21	0.35
	RO-02	0.40	0.77	0.37	1.14
	RO-O-2A	0.46	0.74	0.49	1.52
	RO-01	0.54	0.81	0.54	1.52



Gráfica 6. Índices de contaminación - río de Oro 2021

#### 2.5.1.4 Índices de contaminación ICO's tributarios río de Oro

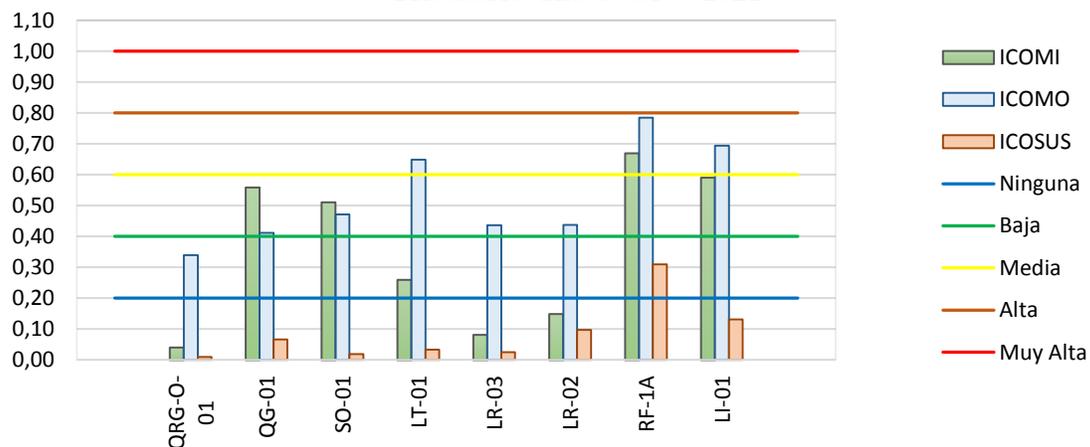
La quebrada QRG-O-01 tiene un ICA de calidad Aceptable, por lo tanto, el ICOMI, ICOSUS y el ICOMO varía de ninguna baja contaminación. Otros tributarios del río Oro presentan ICOS con grados de contaminación de calidad “Alta” en materia orgánica como

el río Lato LT-01, río Frío en RF-1A y en la quebrada la Iglesia punto LI-01, calificación coincide con los índices de calidad (ICA'S) de Regular, Mala y Regular respectivamente.

**Tabla 14. Índices de contaminación - tributarios río de Oro.2021**

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
TRIBUTARIOS RÍO DE ORO	QRG-O-01	0.04	0.34	0.01	0.05
	QG-01	0.56	0.41	0.07	0.06
	SO-01	0.51	0.47	0.02	0.26
	LT-01	0.26	0.65	0.03	0.23
	LR-03	0.08	0.44	0.02	0.06
	LR-02	0.15	0.44	0.10	0.09
	RF-1A	0.67	0.78	0.31	3.77
	LI-01	0.59	0.69	0.13	1.31

**Índices de contaminación  
Tributarios Río de Oro - 2021**



**Gráfica 7. Índices de contaminación tributarios - río de Oro.**

### 2.5.2. Sistema quebrada La Iglesia



**Imagen 3. Monitoreo de corrientes, puntos CS-01 / GY-01**



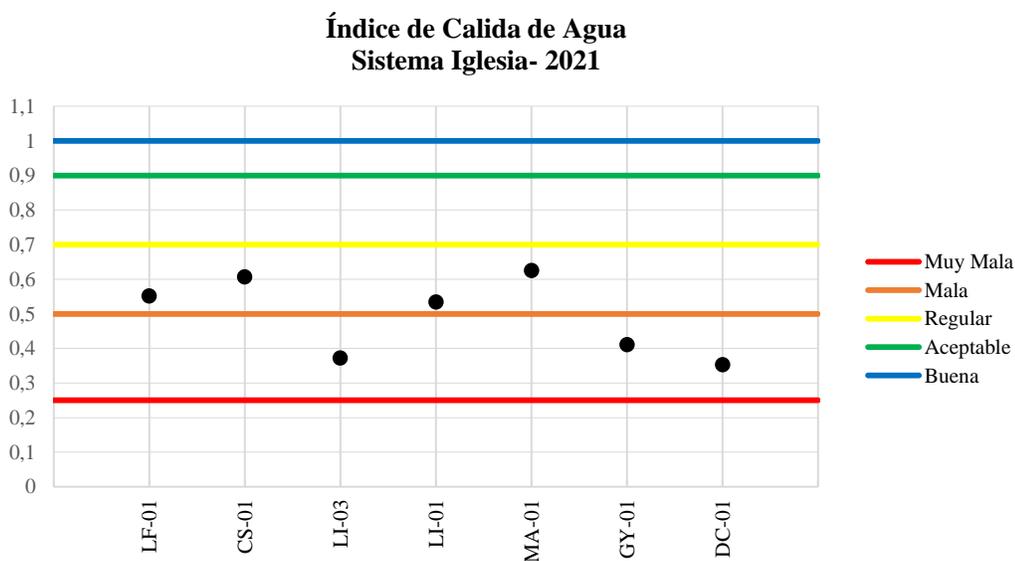
*Imagen 4. Q. La Iglesia. foto m.vanguardia.com*

La quebrada La Iglesia está conformada por la confluencia de las Quebradas La Flora y La Cascada, donde se tiene el punto de monitoreo LF-01 y el punto CS- 01 La Floresta respectivamente antes de la unión de estas fuentes. Asimismo, en el trayecto de la Iglesia se tienen ubicados dos puntos de monitoreo, el punto LI-01 denominado Puente Sena y LI-03 San Luís.

#### **2.5.2.1. Índice de calidad sistema La Iglesia**

**Tabla 15. Índice de calidad de agua - Sistema Iglesia**

	SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2021	CALIDAD
<b>SISTEMA IGLESIA</b>	Q. La Flora	LF-01	0.55	Regular
	Q. La Cascada	CS-01	0.61	Regular
	Q. La Iglesia	LI-03	0.37	Mala
	Q. La Iglesia	LI-01	0.53	Regular
	Q. El Macho	MA-01	0.62	Regular
	Q. La Guacamaya	GY-01	0.41	Mala
	Q. El Carrasco	DC-01	0.35	Mala



**Gráfica 8. Índices de calidad de agua - Sistema Iglesia.**

Los puntos LI-03 San Luís en la Q. la Iglesia, GY-01 denominado Coca-Cola en la quebrada la Guacamaya y DC-01 Cenfer en la quebrada el Carrasco, presentaron un ICA calificado en categoría "Mala " como se puede observar en la Grafica 8, estos puntos tienen alta contaminación por materia orgánica que se refleja en los valores de las demandas químicas de oxígeno y nitrógenos.

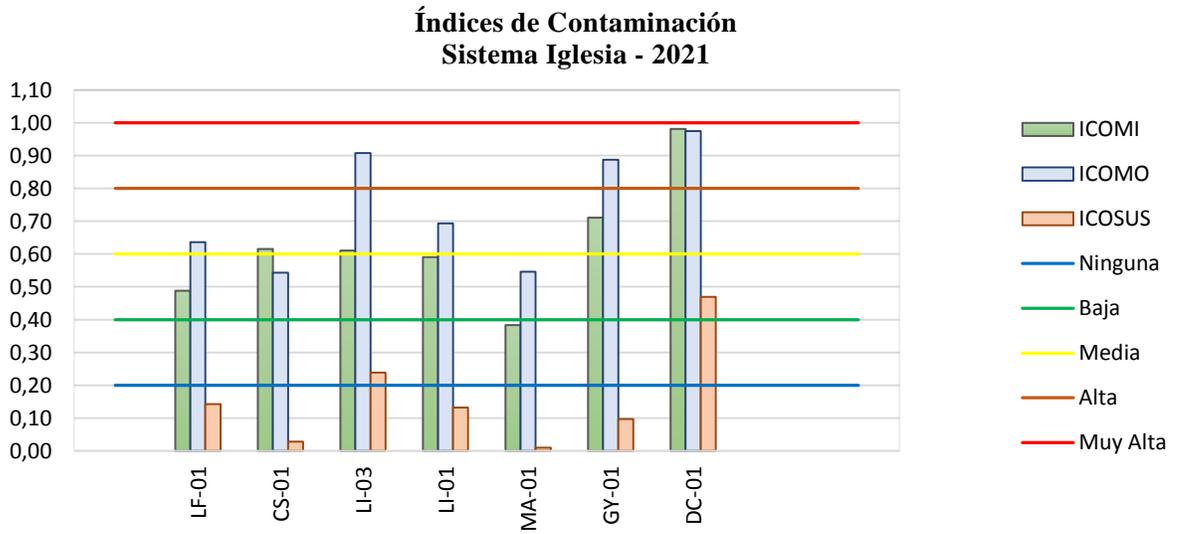
Los afluentes que se encuentran en criterio de calidad “Regular”, son la quebrada La Flora LF-01, quebrada La Cascada CS-01, quebrada el Macho MA-01 y la quebrada la Iglesia en el punto LI-01 Puente Sena, ya que han recibido descargas de aguas residuales domésticas provenientes de los alcantarillados de ese sector.

### 2.5.2.2 Índices de Contaminación ICO’s sistema La Iglesia

El índice de contaminación por mineralización - ICOMI se encuentra en categoría “Muy Alta” en el punto DC-01, como también el índice de contaminación por Materia Orgánica- ICOMO en las quebradas Guacamaya GY-01, La Iglesia LI-03 y el Carrasco DC-01. Por otra parte, el índice de contaminación de sólidos suspendidos - ICOSUS evidencia categorías "Ninguna" excepto para los puntos LI-03 “Baja" y DC-01 "Media"; tal como se observa en la Tabla 16 y Gráfica 9.

**Tabla 16. Índices de contaminación 2021 - Sistema Iglesia.**

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO	
SISTEMA IGLESIA	Q. La Flora	LF-01	0.49	0.64	0.14	0.96
	Q. La Cascada	CS-01	0.62	0.54	0.03	1.69
	Q. La Iglesia	LI-03	0.61	0.91	0.24	2.71
	Q. La Iglesia	LI-01	0.59	0.69	0.13	1.31
	Q. El Macho	MA-01	0.38	0.55	0.01	0.49
	Q. La Guacamaya	GY-01	0.71	0.89	0.10	2.29
	Q. El Carrasco	DC-01	0.98	0.98	0.47	3.34



**Gráfica 9. Índices de contaminación - Sistema Iglesia.**

**2.5.3 Quebradas de la escarpa de Bucaramanga**



**Imagen 5. Monitoreo de corrientes, punto CY-01**



**Imagen 6. Monitoreo de corrientes, punto CA-01 / LP-01**

En la Escarpa occidental de Bucaramanga, se monitorean la quebrada Chimitá en el punto CA-01 conocido como Chimita, la Q. Cuyamita punto CY-01 en el Parque Industrial, La Q. Argelia punto AR-01 denominado Argelia, la Q. Las Navas en el punto LN-01 designado Forjas Navas, la Q. Chapinero en el punto CH-01 conocido como Forjas Chapinero y La Q. la Picha LP-01, punto llamado Trituradora, todos estos puntos ubicados sobre las quebradas antes de la confluencia con el río de Oro, obteniendo un grado de calidad “Mala” a causa de la recepción de los vertimientos de aguas residuales domésticas.

**2.5.3.1. Índices de calidad quebradas de la Escarpa**

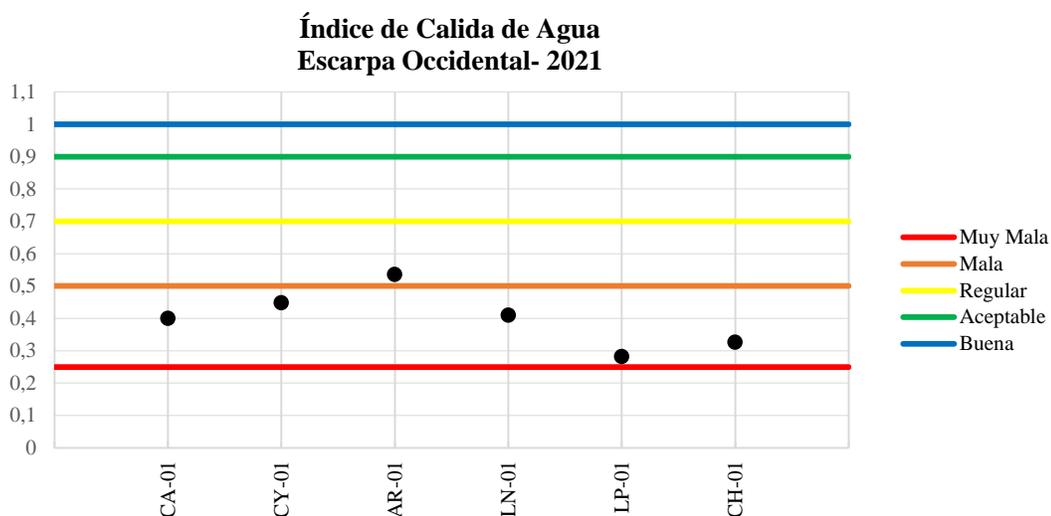
La Tabla 17 y la Gráfica 10 presentan las quebradas ubicadas en la escarpa occidental con descriptor de calidad en categoría “Mala”, para la Q. Chimita punto CA-01, Q. Chapinero CH-01, Q. La Picha LP-01, Q. La Cuyamita CY-01, y la Q. Las Navas LN-01. Sin embargo, la Q. Argelia AR-01 antes de la confluencia con el río de Oro, mostró un ICA "Regular" mejorando su índice con respecto al año 2020 como lo muestra la tabla 8, que contiene los índices de calidad obtenidos en todos los puntos de monitoreo para cada una de las cuatro campañas de 2021.

**Tabla 17. Índice de calidad de agua - Escarpa Occidental**

SITIO DE MUESTREO		PUNTO	ICA 2021	CALIDAD
ESCARPA OCCIDENTAL	Q. Chimita	CA-01	0.40	Mala
	Q. La Cuyamita	CY-01	0.45	Mala

Q. La Argelia	AR-01	0.54	Regular
Q. Las Navas	LN-01	0.41	Mala
Q. Chapinero	LP-01	0.28	Mala
Q. La Picha	CH-01	0.33	Mala

En la Q. La Cuyamita punto CY-01 de ubicado en el Parque Industrial, antes de la confluencia con el río de Oro, se observó que se mantiene la calidad “Mala” presentada en años anteriores 2019, 2020 y 2021.



**Gráfica 10. Índices de calidad de agua - Escarpa Occidental**

### 2.5.3.2 Índices de contaminación ICO's Escarpa occidental

Los índices de contaminación de materia Orgánica ICOMO y mineralización ICOMI, se encuentran en calificación “alta” y “muy alta” en toda la escarpa occidental.

El índice de contaminación más alto de materia orgánica lo registró la quebrada Q. La picha, y la mayor contaminación en Sólidos suspendidos ICOSUS lo presentaron las

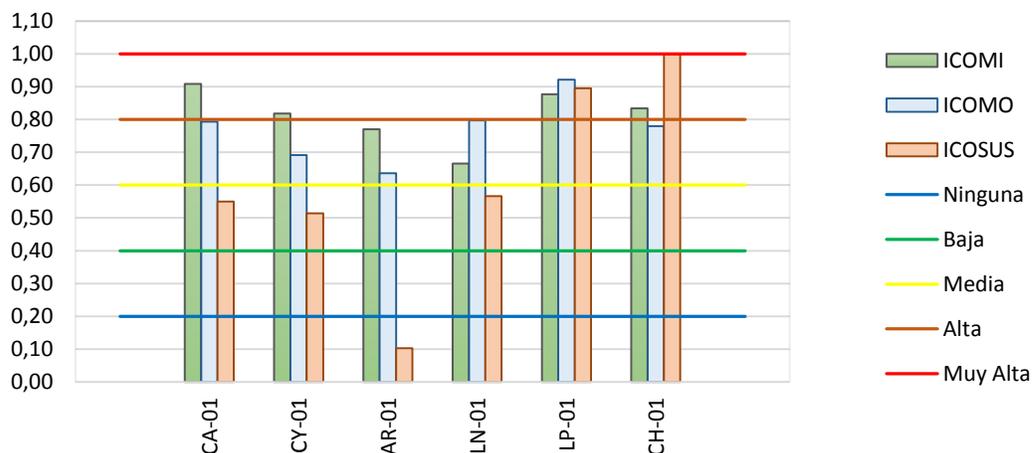
Quebradas la Picha LP-01 y la Q. Chapinero CH-01, antes de la confluencia con el río de Oro con índices de contaminación en el rango "Muy Alta". (Ver Tabla 18 y Gráfica 11).

**Tabla 18. Índices de contaminación - Escarpa Occidental**

SITIO DE MUESTREO		PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
ESCARPA OCCIDENTAL	Q. Chimita	CA-01	0.91	0.79	0.55	2.79
	Q. La Cuyamita	CY-01	0.82	0.69	0.51	3.42
	Q. La Argelia	AR-01	0.77	0.64	0.10	1.89
	Q. Las Navas	LN-01	0.67	0.80	0.57	2.27
	Q. La Picha	LP-01	0.88	0.92	0.90	4.10
	Q. Chapinero	CH-01	0.83	0.78	1.00	3.51

Por su parte, La quebrada Chimita punto CA-01, también presentó una categoría de "Muy Alta" en el índice de mineralización, está quebrada nace de la unión de las quebradas La Rosita y La Joya, y es receptora de vertimientos domésticos provenientes de los colectores de aguas residuales originarios de la zona urbana de Bucaramanga, y su mayor afectación se produce por materia orgánica y sólidos suspendidos como se evidencia en la tabla 18 y gráfica 11.

**Índices de contaminación  
Escarpa Occidental - 2021**



Gráfica 11. Índices de contaminación - Escarpa Occidental Fuente: CDMB

#### 2.5.4 Río Frío y principales afluentes



**Imagen 7. Monitoreo de corrientes, punto RF-1A**

El río Frío es un afluente importante del río de Oro, y cuenta con cuatro (4) puntos de monitoreo que inician en la parte alta del río con el punto RF-03 “La Esperanza” el cual tiene una calidad de agua clasificada en “Aceptable”, que desmejora a lo largo de su recorrido y en el punto RF-P “El Pórtico” ubicado antes de la Planta de Tratamiento de Agua Residual-PTAR río Frío la calidad pasa a “regular” hasta llegar al punto RF-B llamado el Caucho antes de la confluencia con la quebrada Aranzoque donde su categoría se encuentra en calidad “Mala”. Así mismo, continua su recorrido recibiendo descargas

domesticas para finalmente terminar con "Mala" calidad en el punto RF-1A "Caneyes" situado antes de la confluencia con río Oro. Hay que mencionar, que en medio del tramo RF-P y RF-B se encuentra la PTAR-Río Frío donde se trata el 100% de las aguas residuales del municipio de Floridablanca y el 11% de la zona sur de Bucaramanga.

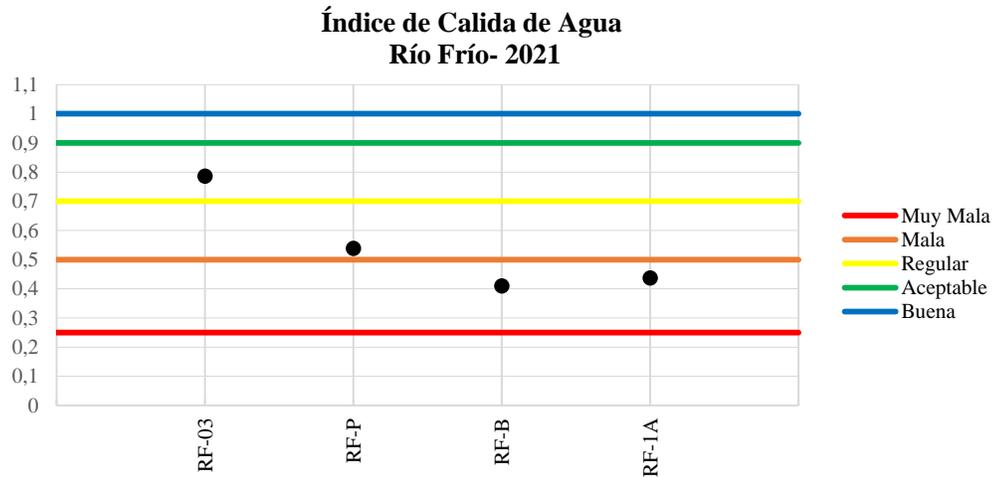
También es importante señalar que, en el año 2021, se terminó el PORH, Plan de Ordenamiento de Río Frío y en 2022, se implementaran en el monitoreo las modificaciones en las estaciones de monitoreo y/o objetivos de calidad que surjan de este estudio.

#### 2.5.4.1 Índice de Calidad ICA río Frío

Los índices de calidad de agua para río Frío que se encuentran entre categorías "Aceptable" y "Mala" como se observa en la Tabla 19 y Gráfica 12. Los puntos de ICAS más contaminados se encuentran en El Caucho RF-B y Caneyes RF-1<sup>a</sup>.

*Tabla 19. Índice de calidad de agua - río Frío*

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2021	CALIDAD
RÍO FRÍO	RF-03	0.79	Aceptable
	RF-P	0.54	Regular
	RF-B	0.41	Mala
	RF-1A	0.44	Mala



**Gráfica 12. Índices de calidad de agua - río Frío**

#### 2.5.4.2 Índice de Calidad para los tributarios del río Frío

Los afluentes del río Frío, son la quebrada Aranzoque o Mensuli, sobre la cual se tienen tres (3) puntos de monitoreo y la quebrada Zapamanga que tiene el punto ZA-01 Campestre, el cual se encuentra antes de la confluencia con el río Frío.

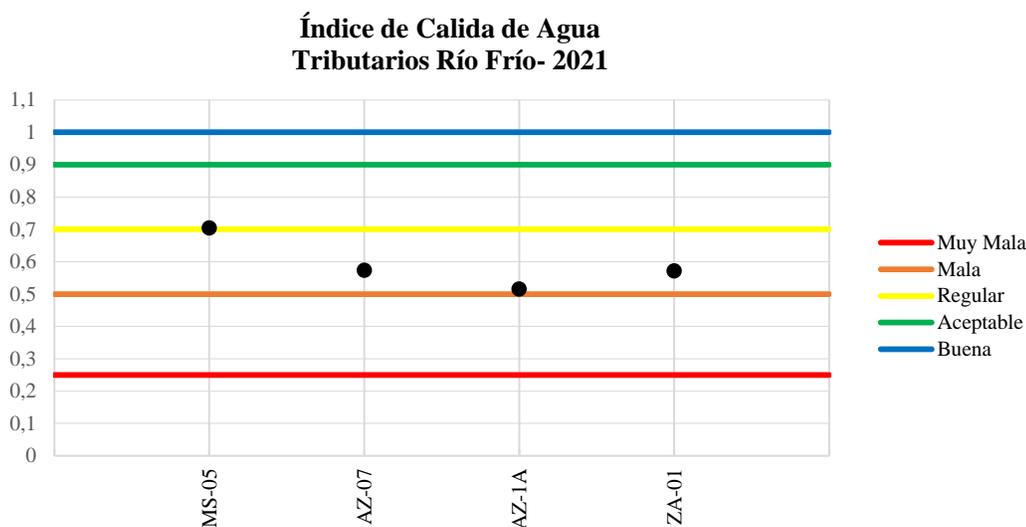
EL punto AZ-07 está localizado en el cruce de la quebrada Aranzoque sobre la autopista Floridablanca–Piedecuesta, el punto ZA-01 Campestre se encuentra antes de la confluencia con el río Frío, el punto MS-05 sobre la quebrada Mensuli, denominado Platacero ubicado antes de la descarga de los establecimientos sobre la autopista Piedecuesta –Floridablanca y el cuarto punto designado como AZ-1A Los Totumos, se encuentra localizado antes de la confluencia con el río Frío,

Como lo evidencia la Tabla 20 y Gráfica 13, todos los puntos o estaciones de

monitoreo se encuentran bajo la clasificación de calidad “Regular” para el año 2021, continuando con la misma calidad de los años anteriores 2019 y 2020.

**Tabla 20. Índice de calidad de agua - tributarios río Frío**

SITIO DE MUESTREO		PUNTO	ICA 2021	CALIDAD
<b>TRIBUTARIOS RÍO FRÍO</b>	Q. Aranzoque- Mensuli	MS-05	0.70	Regular
	Q. Aranzoque- Mensuli	AZ-07	0.57	Regular
	Q. Aranzoque- Mensuli	AZ-1A	0.51	Regular
	Q. Zapamanga	ZA-01	0.57	Regular



**Gráfica 13. Índices de calidad de agua tributarios - río Frío**

#### 2.5.4.3 Índices de Contaminación ICO's Río Frío

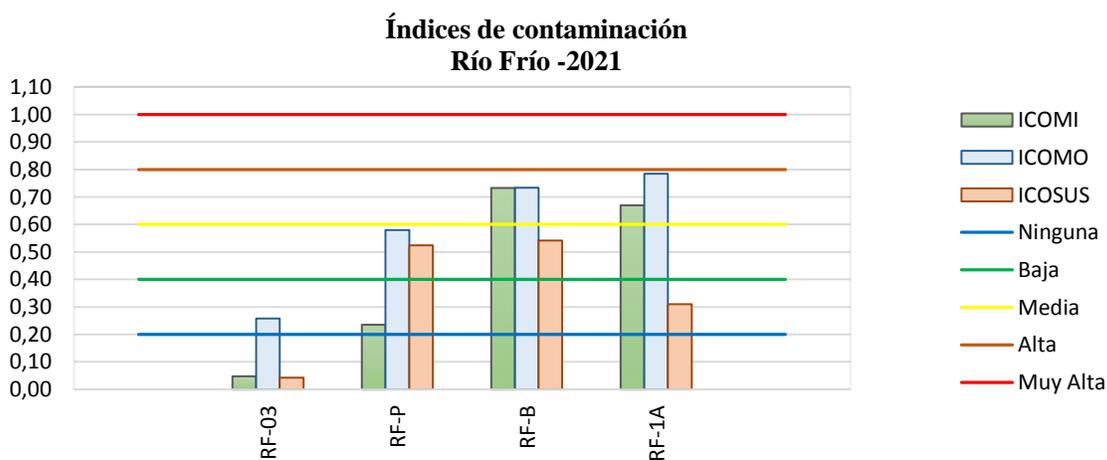
En la Gráfica 14 y la tabla 21, se registró un grado contaminación “Alta” para los índices de materia orgánica ICOMO y el índice de contaminación por mineralización ICOMI, en los puntos El Caucho RF-B, y Caneyes RF-1A Estos resultados son consistentes con los índices de calidad ICA's obtenidos con

calificación "Mala" para estos puntos.

En cuanto al indicador ICOSUS Sólidos suspendidos, los puntos RF-P El Pórtico y RF-B El Caucho se ubicaron con el descriptor "Regular", designación que coincide con la concentración de sólidos suspendidos obtenidos en las campañas de monitoreo realizadas en estos puntos.

Tabla 21. Índices de contaminación - Río Frío

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
RÍO FRÍO	RF-03	0.05	0.26	0.04	0.06
	RF-P	0.24	0.58	0.52	0.44
	RF-B	0.73	0.73	0.54	6.66
	RF-1A	0.67	0.78	0.31	3.77



Gráfica 14. Índices de contaminación - río Frío

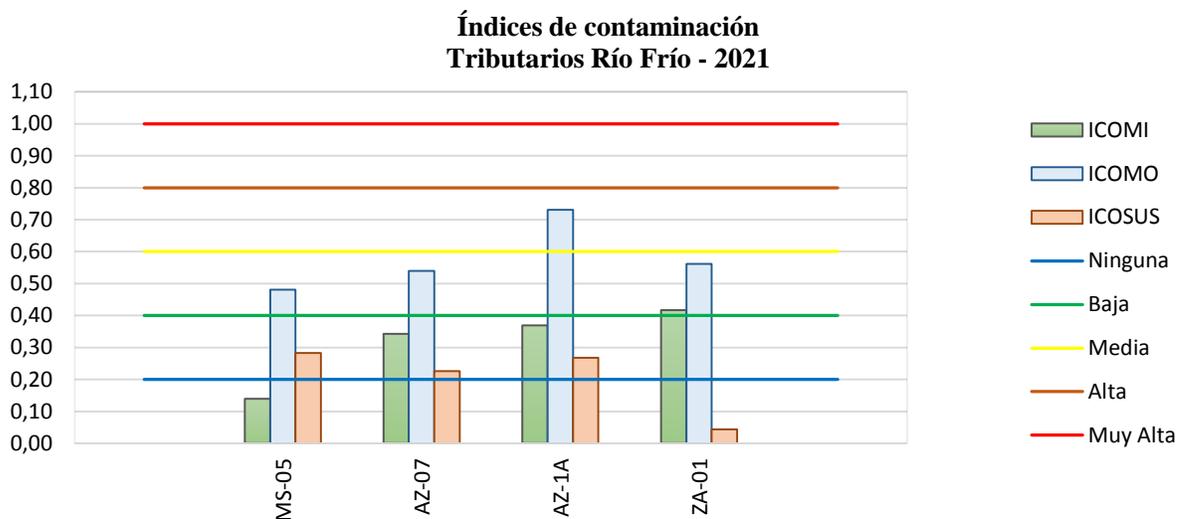
#### 2.5.4.4 Índices de contaminación tributarios río Frío

En cuanto a los índices de contaminación de los tributarios del río Frío, tenemos el ICOMO

que nos muestra la degradación de la fuente por materia orgánica en el punto AZ-1A los Totumos que presentó criterio de "Alta" contaminación, seguido por los afluentes Aranzoque, MS-05, AZ-07 y ZA-01, que obtuvieron calificación "Regular", indicando descargas de material orgánico. Además, el índice ICOMI mostró categoría entre Ninguna y Baja mineralización para la Q. Aranzoque y Media para la Zapamanga.

**Tabla 22. Índices de contaminación - tributarios río Frío**

SITIO DE MUESTREO		PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
<b>TRIBUTARIOS RÍO FRÍO</b>	Q. Aranzoque- Mensulí	MS-05	0.14	0.48	0.28	0.21
	Q. Aranzoque- Mensulí	AZ-07	0.34	0.54	0.23	0.35
	Q. Aranzoque- Mensulí	AZ-1A	0.37	0.73	0.27	0.52
	Q. Zapamanga	ZA-01	0.42	0.56	0.04	0.50



**Gráfica 15. Índices de contaminación tributarios - río Frío.**

### 2.5.5 Río Lebrija y sus afluentes principales



El río Lebrija se forma por la confluencia del río Surata y el río de Oro fluye hacia el norte a través de los municipios de Girón, capital de Santander Bucaramanga , Lebrija y Sabana de Torres para desembocar en el río Magdalena. En el trayecto que abarca la jurisdicción de la CDMB, cuenta con los siguientes cuatro puntos de monitoreo:

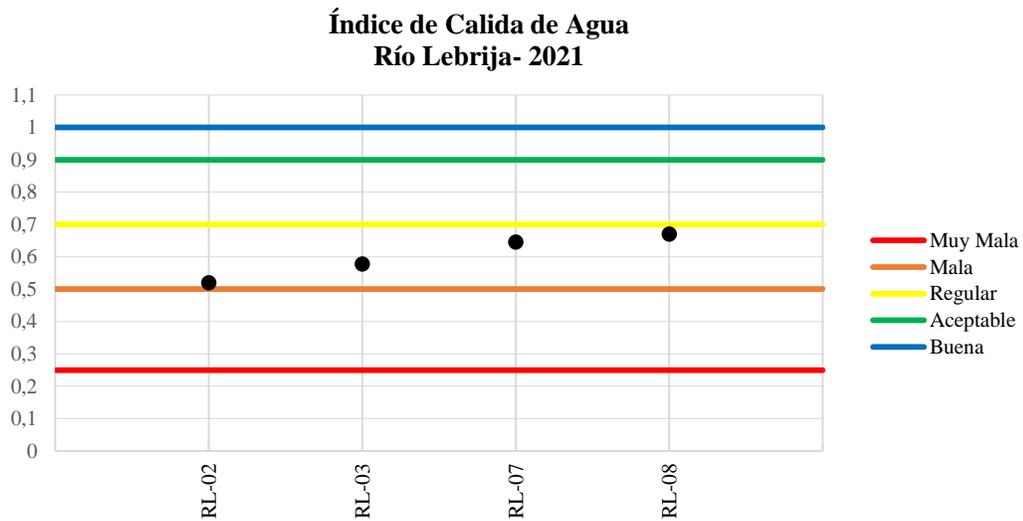
- RL-02- Bocas, ubicado en “Bocas” aguas abajo de la unión de los ríos de Oro y Surata antes de la confluencia con Rionegro
- RL-03 el “Embalse” ubicado aguas abajo del embalse de Bocas
- RL-07 El Conchal, localizado antes de la confluencia con el río Salamaga
- RL-08 “Vanegas” se halla después de la confluencia con río Cáchira.

#### **2.5.5.1 Índice de calidad río Lebrija**

Los cuatro (4) puntos monitoreados en el río Lebrija, RL-02, RL-03, RL-07, y RL-08 presentaron Índices de calidad ubicados en el rango “Regular” debido a su proximidad a los centros urbanos. Estos resultados 2021, concuerdan con los índices registrados en los años 2019 y 2020. Ver Tabla 23 y Gráfica 16

**Tabla 23. ICA's puntos muestreo río Lebrija**

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2021	CALIDAD
RÍO LEBRIJA	RL-02	0.52	Regular
	RL-03	0.58	Regular
	RL-07	0.65	Regular
	RL-08	0.67	Regular



**Gráfica 16. Índice de calidad de agua - río Lebrija.**

También se evidencia, que el punto RL-02 Bocas, se ubicó más cerca del descriptor de calidad "Mala" que los otros puntos monitoreados en 2022.

### 2.5.5.2. Índice de calidad tributarios río Lebrija

El río Lebrija en la jurisdicción de la CDMB, cuenta con cuatro (4) afluentes monitoreados en los siguientes puntos:

- **Río Negro** punto RN-01 ubicado en “Brisas”, y sus afluentes el río Santacruz y la

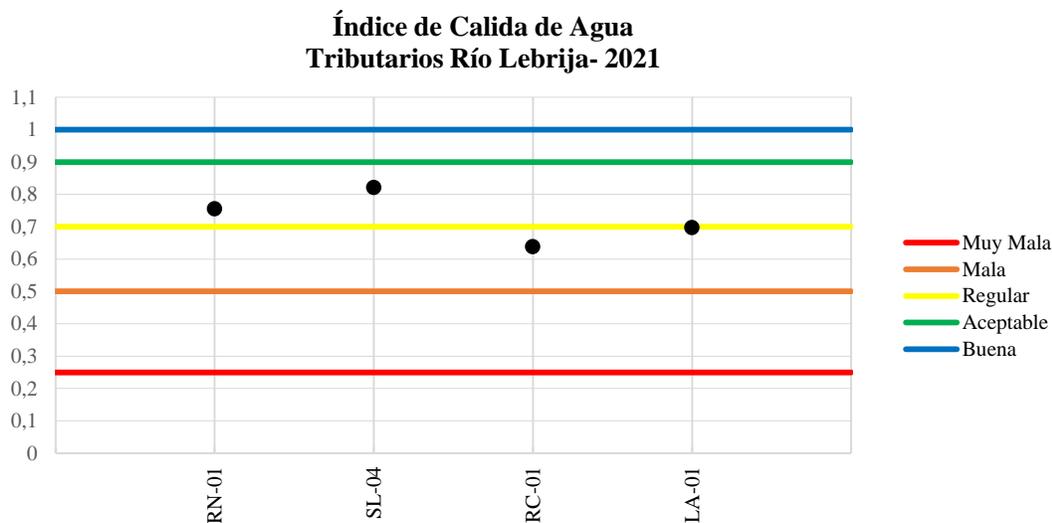
quebrada Samaca

- **Quebrada La Angula** en tres puntos: LA-04 “El Águila”, LA-03 “La Batea” y LA-01 “Palmas”
- **Río Salamaga** en el punto SL-04 “El Bambú”, y su afluente Silgará SG-01A
- **Río Cáchira** RC-01 “Vanegas” con sus afluentes río cachiri y el Playonero.

Se advierte en la Tabla 24 y grafica 17, que la calidad para los tributarios Río Negro- Brisas y Río Salamaga- SL-04 El Bambú se encuentran en calidad “Aceptable”, en cambio el Río Cáchira punto Vanegas y La Q. Angula, pasaron de Calidad Aceptable en 2019 y 2020 a Regular en 2021 posiblemente debido a disminución del caudal con respecto a los años anteriores.

**Tabla 24. Índice de calidad de agua - tributarios río Lebrija**

SITIO DE MUESTREO		PUNTO	ICA 2021	CALIDAD
<b>TRIBUTARIOS RIO LEBRIJA</b>	Río Negro	RN-01	0.76	Aceptable
	Río Salamaga	SL-04	0.82	Aceptable
	Río Cáchira	RC-01	0.64	Regular
	Q. La Angula	LA-01	0.70	Regular



**Gráfica 17. Índice de calidad de agua - tributarios río Lebrija.**

El punto LA-04 “El Águila”, se encuentra ubicado en la bocatoma del acueducto municipal de Lebrija y obtuvo categoría "Regular", calificación originada por la disminución de Oxígeno disuelto. Con relación al punto LA-03 “La Batea” localizado aguas abajo de la descarga de los vertimientos de las aguas residuales domésticas y no domésticas del municipio de Lebrija se clasifico en categoría “Mala”.

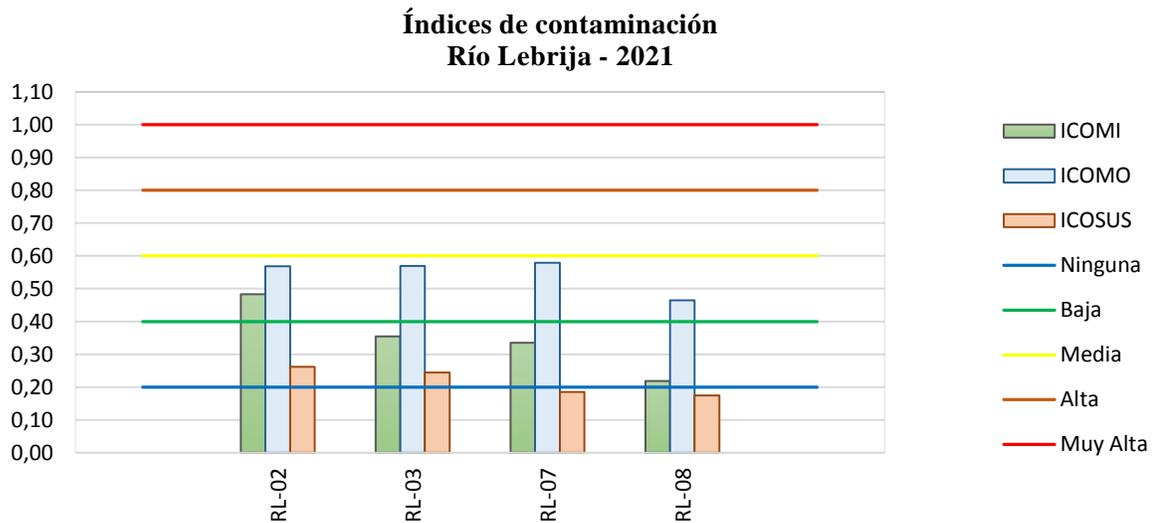
### 2.5.5.3. Índices de contaminación río Lebrija

El índice de contaminación ICOMO en los puntos monitoreados en el río Lebrija alcanzaron categoría "Baja" como se muestra en la Tabla 25 y Gráfica 18. De la misma forma los puntos de muestreo ubicados en la parte más alta como el RL-02 y RL-03 se calificaron también con un ICOSUS "Baja" mientras que RL-07 y RL-08 consiguieron descriptor de contaminación "Ninguna".

**Tabla 25. Índices de contaminación - río Lebrija.**

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
-------------------	-------	-------	-------	--------	--------

<b>RÍO LEBRIJA</b>	RL-02	0.48	0.57	0.26	1.10
	RL-03	0.35	0.57	0.24	0.70
	RL-07	0.34	0.58	0.19	0.54
	RL-08	0.22	0.46	0.18	0.46



**Gráfica 18. Índices de contaminación - río Lebrija**

#### 2.5.5.4. Índice de contaminación ICO's tributarios del río Lebrija

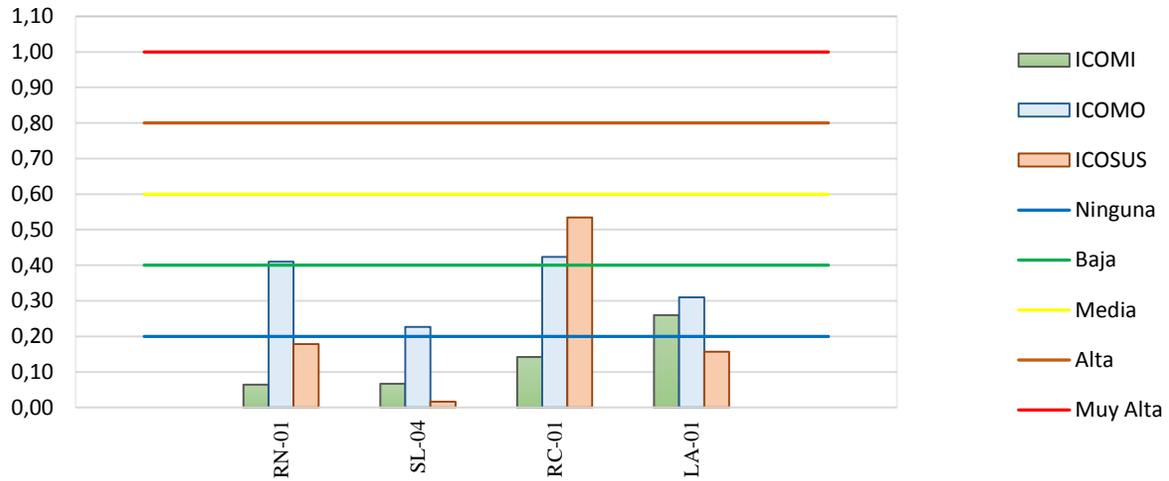
Se evidencia en la Tabla 26 y Gráfica 19, que el índice de contaminación por mineralización ICOMI, se encuentra en calificación "Ninguna" en el río Salamaga, río Cáchira y el Rionegro afluentes del río Lebrija. Con respecto al índice de Matera Orgánica-ICOMO, la calificación es "Media" para los afluentes Rionegro y río Cáchira, disminuyendo a categoría "Bajo" para el río Salamaga y la Q. La Angula.

**Tabla 26. Índices de contaminación - tributarios río Lebrija.**

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
-------------------	-------	-------	-------	--------	--------

TRIBUTARIOS RIO LEBRIJA	Río Negro	RN-01	0.06	0.41	0.18	0.14
	Río Salamaga	SL-04	0.07	0.23	0.02	0.16
	Río Cachira	RC-01	0.14	0.42	0.53	0.52
	Q. La Angula	LA-01	0.26	0.31	0.16	0.50

**Índices de contaminación  
Tributarios Río Lebrija - 2021**



**Gráfica 19. Índices de contaminación tributarios - río Lebrija.**

### 2.5.6 Ríos Manco y Umpalá



**Imagen 9. Monitoreo de corrientes, puntos UP-01 / RM-01**

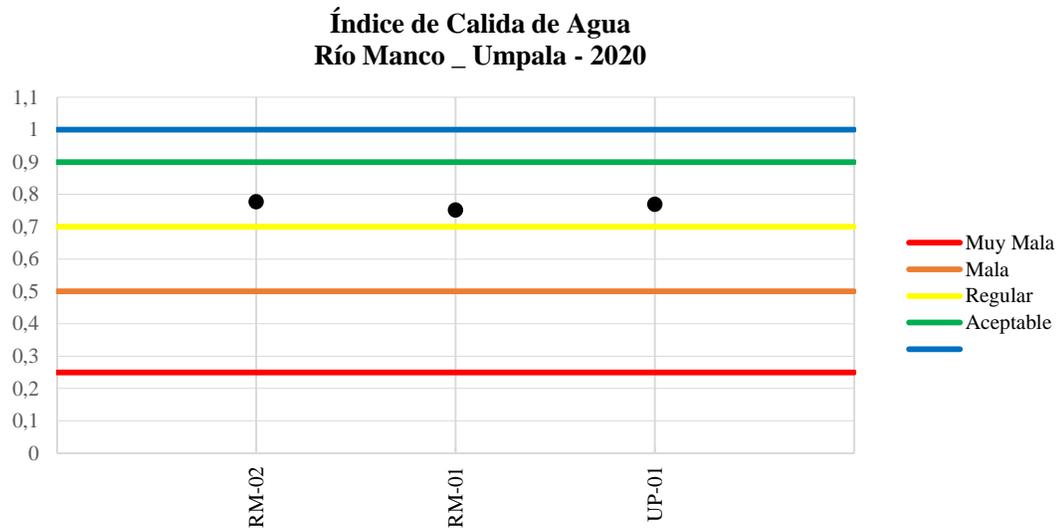
En la imagen 10, se puede apreciar el punto de monitoreo sobre el río Umpala denominado UP-01, ubicado antes de la confluencia del Umpalá con el río Manco y el punto de RM-02 llamado Primavera en el río Manco localizado en el cruce del río en la vía a San Gil antes de los establecimientos dedicados al lavado de vehículos. Por otro lado, tenemos el punto RM-01, nombrado Pescadero, el cual se encuentra sobre el río Manco antes de la confluencia de este río con el río Umpalá.

### 2.5.6.1 Índice de calidad río Manco y Umpalá

Como se puede verificar en la Tabla 27 y la Gráfica 20, el índice de calidad obtenido para los ríos Manco y Umpalá en el año 2021 es de categoría "Aceptable", en sus tres puntos de monitoreo.

**Tabla 27. Índice de calidad de agua - río Manco y Umpalá**

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2020	CALIDAD
Río Manco	RM-02	0.78	Aceptable
Río Manco	RM-01	0.75	Aceptable
Río Umpalá	UP-01	0.77	Aceptable



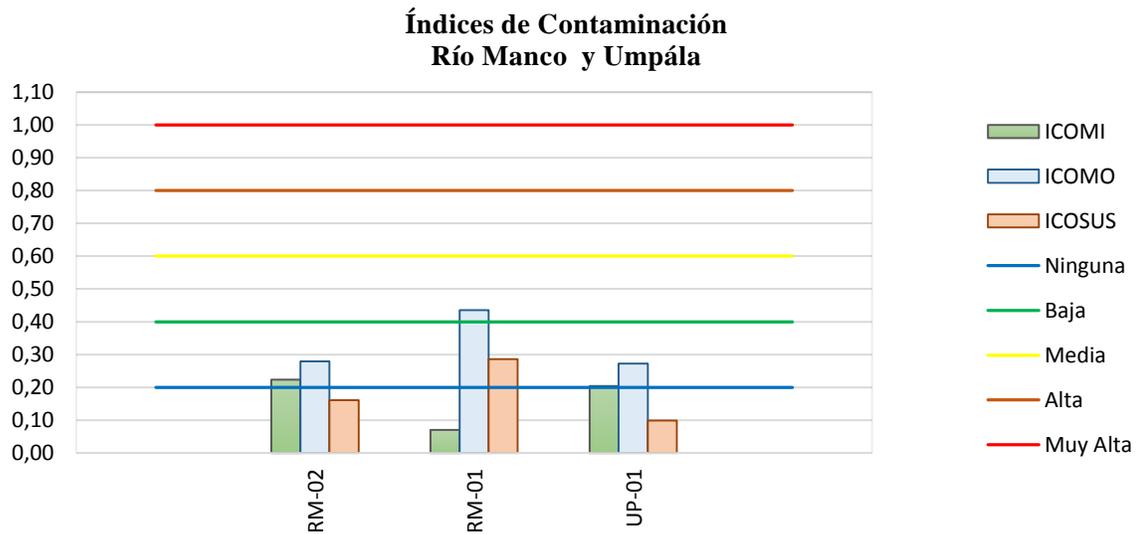
**Gráfica 20. Índice de calidad de agua - río Manco y Umpalá**

### 2.5.6.2 Índices de contaminación ICO's Río Manco y Umpalá

Los índices de contaminación ICOMI, ICOMO, e ICOSUS, se encuentran entre categorías “Ninguno” y "Bajo" para los puntos RM-02, RM-01 y UP-01, excepto el índice de contaminación por materia orgánica en el punto RM-01 que obtuvo categoría “Media”. Ver Tabla 28 y Gráfica 21

**Tabla 28. Índices de contaminación - río Manco y Umpalá**

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Río Manco	RM-02	0.22	0.28	0.16	0.13
Río Manco	RM-01	0.07	0.44	0.29	0.12
Río Umpalá	UP-01	0.20	0.27	0.10	0.04



**Gráfica 21. Índices contaminación río Manco y Umpalá**

### 2.5.7. Zona de Páramo quebrada Arenales y río Jordán



**Imagen 10. Monitoreo de corrientes, punto RJ-01**

En la zona de paramo se encuentran dos fuentes hídricas; la quebrada Arenales donde se ubican dos (2) puntos de monitoreo, uno antes de las descargas de aguas residuales domesticas del corregimiento de Berlín QA-02 denominado Arenales y el segundo aguas

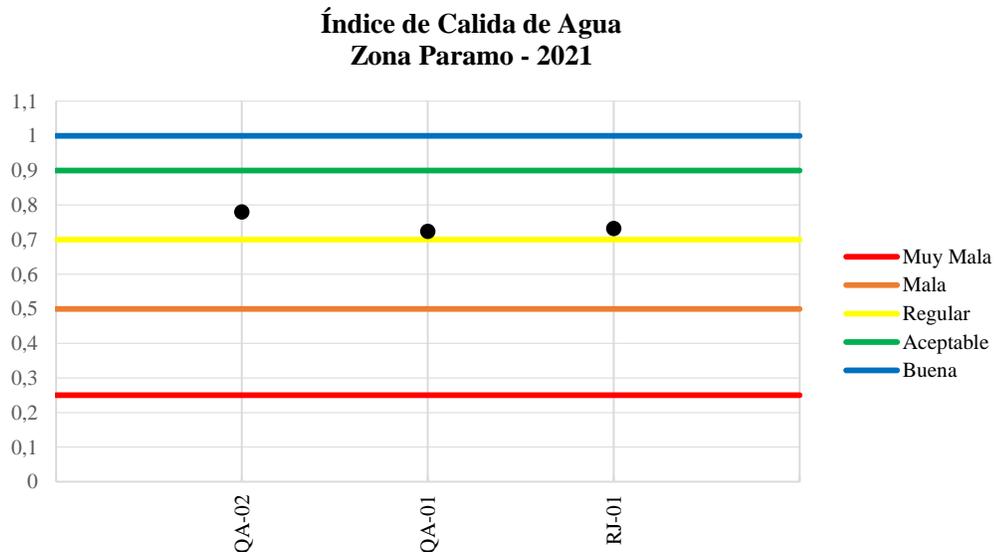
abajo del vertimiento QA-01 llamado punto Berlín 1. Cuando la quebrada pasa el embalse cambia su nombre a Río Jordán donde se ubica el punto RJ-01 Berlín 2.

### 2.5.7.1 Índice de calidad zona de Páramo, quebrada Arenales y río Jordán

La Gráfica 22 y tabla 29, muestran los dos puntos QA-02 sobre la quebrada Arenales y el punto RJ-01 en el río Jordán presentan una calidad de agua en la categoría “Regular”, y el punto QA-02 tiene categoría "Aceptable"

**Tabla 29. Índice de calidad de agua - Zona Páramo**

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2021	CALIDAD	
<b>ZONA DE PARAMO</b>	Q. Arenales	QA-02	0.78	Aceptable
	Q. Arenales	QA-01	0.72	Aceptable
	Río Jordán	RJ-01	0.73	Aceptable



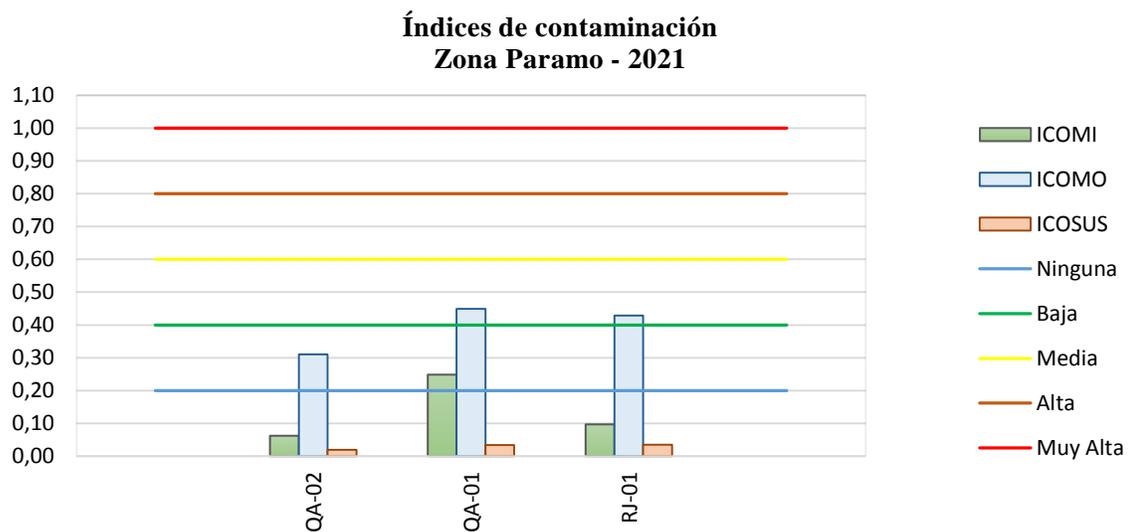
**Gráfica 22. Índice de calidad de agua - Zona Paramo**

### 2.5.7.2 Índice de contaminación ICO's zona de Páramo quebrada Arenales y río Jordán

Se advierte un cambio en los resultados de la categorización en la zona de páramo, ya que la quebradas Arenales punto QA-01 y en el río Jordán punto RJ-01, presentan el índice de contaminación por materia orgánica- ICOMO en categoría "Regular modificando su categoría respecto al 2020 que presentó categoría "Baja. Los índices de contaminación para sólidos suspendidos se mantuvieron en "Ninguna". Ver Tabla 30 y Gráfica 23

**Tabla 30. Índices de contaminación - Zona Paramo**

SITIO DE MUESTREO		PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
<b>ZONA DE PARAMO</b>	Q. Arenales	QA-02	0.06	0.31	0.02	0.12
	Q. Arenales	QA-01	0.25	0.45	0.03	0.23
	Río Jordán	RJ-01	0.10	0.43	0.03	0.22



**Gráfica 23. Índices de contaminación - Zona Paramo**

### 2.5.8 Río Surata y sus principales afluentes



**Imagen 11. Monitoreo de corrientes, punto SA-07**



**Imagen 12. Monitoreo de corrientes, punto RCH-01**

El río Surata tiene establecidos cinco puntos de monitoreo, que inician en la cabecera con el punto SA-07 conocido como “Uña de gato” y se encuentra antes de la población de Surata, continua con el punto de monitoreo SA-06 “Puente Pánaga” antes de la confluencia con el río Vetás, luego sigue SA-05 “La Playa” localizado antes de la confluencia con el río Charta, posteriormente encontramos el punto SA-03 “Zaragoza” ubicado antes de la bocatoma del acueducto de Bucaramanga y por último tenemos el

punto de monitoreo SA-01 “Bavaria” localizado antes de la confluencia con el río de Oro.

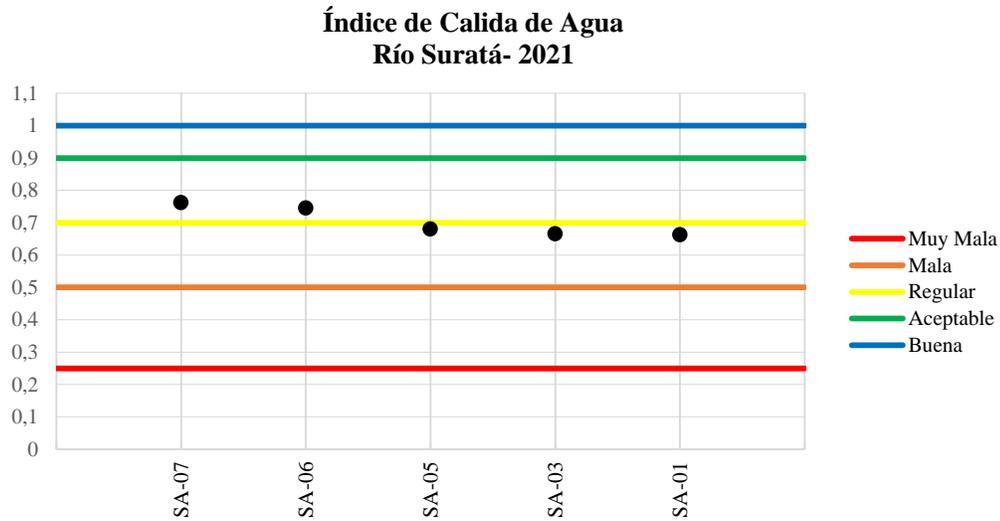
Además, el río Surata tiene tres afluentes importantes que son los ríos Vetas, Charta y Tona con sus puntos de monitoreo RV-01 situado antes de la confluencia con el Surata”, RCH-01 La Playa ubicado antes de la confluencia con el río Charta” y el punto de monitoreo RT-01A fijado aguas arriba del embalse “río Tona”.

### 2.5.8.1 Índice de calidad río Surata

El índice de calidad del Río Surata en SA-07 y SA-06 dos de sus cinco puntos se clasificó en condición “Aceptable” y en los puntos SA-05, SA-03 y SA-01 se reportó calidad "Regular", desmejorando el ICA en estos últimos tres puntos comparados con calidad "Aceptable" obtenida el 2020. En la gráfica 24, se observa el descenso de la calidad a medida que el río se acerca al área urbana. Ver Tabla 31 y Gráfica 24

**Tabla 31. Índice de Calidad del Agua Río Surata.**

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2021	CALIDAD
<b>RÍO SURATA</b>	SA-07	0.76	Aceptable
	SA-06	0.75	Aceptable
	SA-05	0.68	Regular
	SA-03	0.67	Regular
	SA-01	0.66	Regular



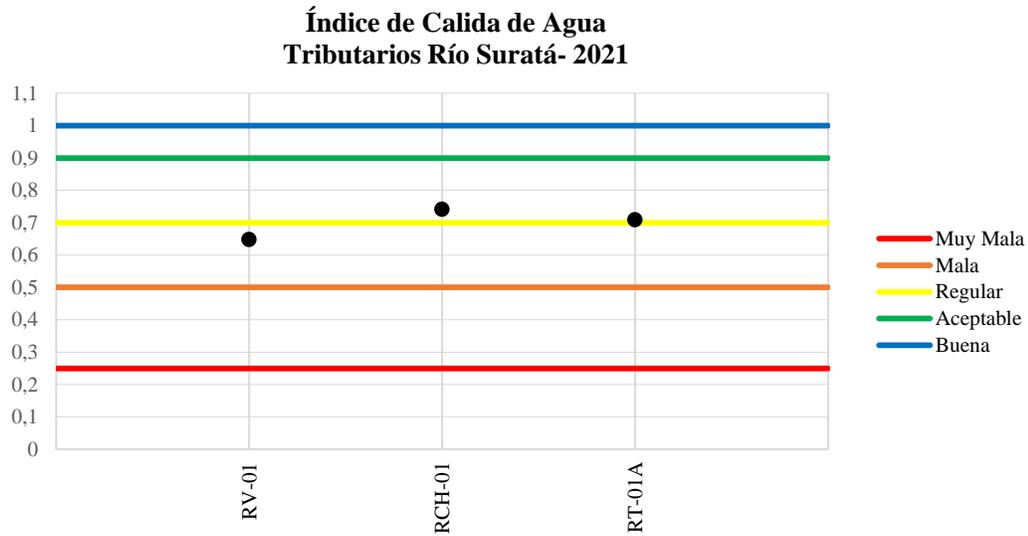
**Gráfica 24. Índice de calidad de agua - río Surata**

### 2.5.8.2 Índice de calidad tributarios río Surata

Los afluentes principales del río Surata son: Río Vetas, Charta y Tona, los cuales en 2021 presentan un Índice de calidad ICA “Aceptable” para los ríos Charta y Tona y categoría "Regular" para el río Vetas. El punto RV-01 se encuentra ubicado después de la confluencia del río Vetas con la Quebrada La Baja, mantuvo su categoría con respecto al 2019 y 2020. Ver Tabla 32 y Gráfica 25.

**Tabla 32. Índice de calidad de agua - tributarios río Surata.**

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2021	CALIDAD
TRIBUTARIOS RÍO SURATA	RV-01	0.65	Regular
	RCH-01	0.74	Aceptable
	RT-01A	0.71	Aceptable



**Gráfica 25. Índice de calidad de agua - tributarios río Suratá**

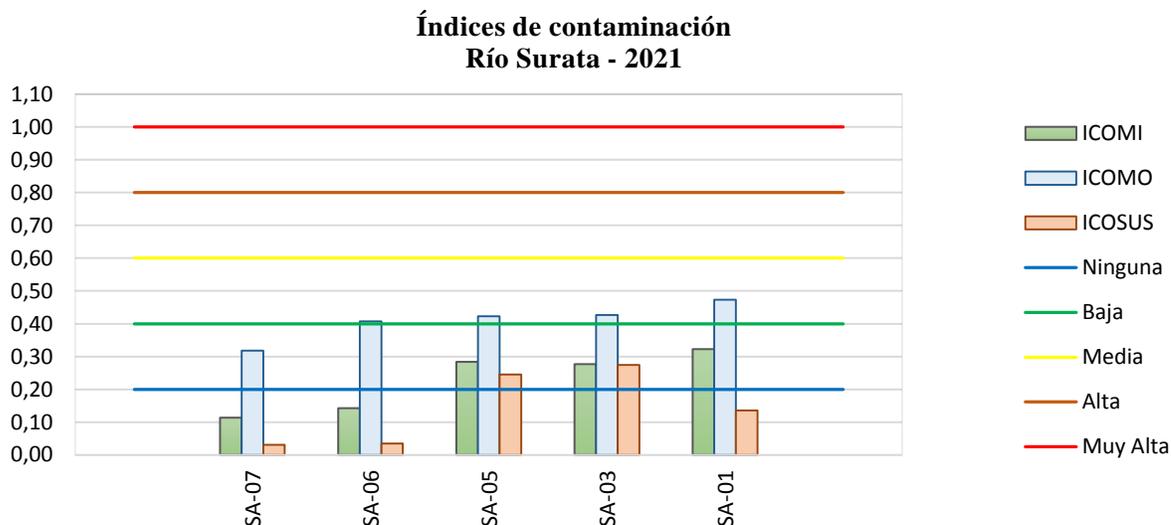
### 2.5.8.3 Índices de contaminación ICO's río Suratá

Con relación a los índices de contaminación, el índice por contaminación de materia orgánica- ICOMO, presenta un "Bajo" nivel de contaminación en el punto SA-07 Bavaria ya que es el punto más alto localizado en la cabecera del río Suratá. Mientras desciende el río, los demás puntos muestran contaminación "Media" que indica recepción de descargas domesticas provenientes la zona Norte. Ver Tabla 33 y Gráfica 26.

Así mismo, el ICOMI, índice de mineralización adquirió categoría de ninguna en los puntos más altos SA-07 y SA-06 y Baja en los puntos SA-05, SA-03 y SA-01. Con relación al índice de sólidos suspendidos, se observa que la contaminación se ubica en ninguna, excepto para el punto SA-03 Zaragoza que se encuentra con calificación Baja.

**Tabla 33. Índices de contaminación - río Surata.**

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
RÍO SURATA	SA-07	0.11	0.32	0.03	0.16
	SA-06	0.14	0.41	0.04	0.32
	SA-05	0.28	0.42	0.25	0.21
	SA-03	0.28	0.43	0.27	0.23
	SA-01	0.32	0.47	0.14	0.29



**Gráfica 26. Índices de contaminación - río Surata.**

#### 2.5.8.4 Índices de Contaminación ICO's tributarios del Río Surata

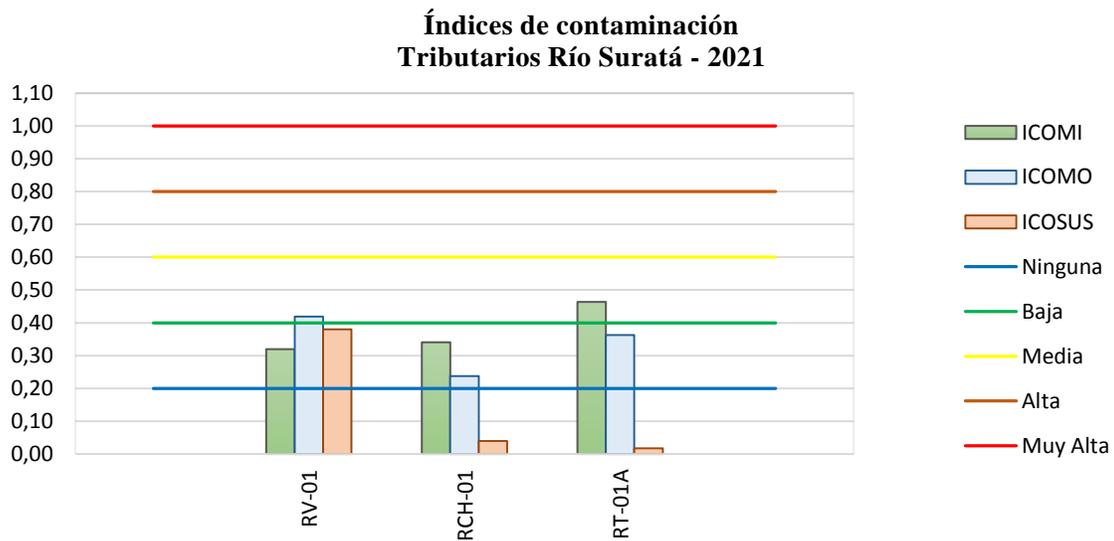
Los tributarios del río Surata son los ríos Vetas, Charta y Tona. Su índice de contaminación por materia orgánica- ICOMO presenta para el río Charta y Tona una calificación "Baja" y el río Vetas se ubicó en categoría "Media".

El Indicador de mineralización - ICOMI obtuvo calificación "Baja" para el río Vetas y Charta y categoría "Media" para el río Tona. Estos resultados indican que las actividades de la población afectaron significativamente la calidad del índice de

materia orgánica en el río Vetás. Ver Tabla 34 y Gráfica 27.

**Tabla 34. Índices de contaminación - tributarios río Surata.**

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
TRIBUTARIOS RÍO SURATA	RV-01	0.32	0.42	0.38	0.57
	RCH-01	0.34	0.24	0.04	0.18
	RT-01A	0.46	0.36	0.02	0.15



**Gráfica 27. Índices de contaminación - tributarios río Surata**

### 2.5.9 Río Vetás

El río Vetás es un tributario importante del río Surata, que tiene tres puntos de monitoreo establecidos: RV-05 estación Borrero, RV-02 estación Loma Redonda y RV-01 estación Puente Pánaga.



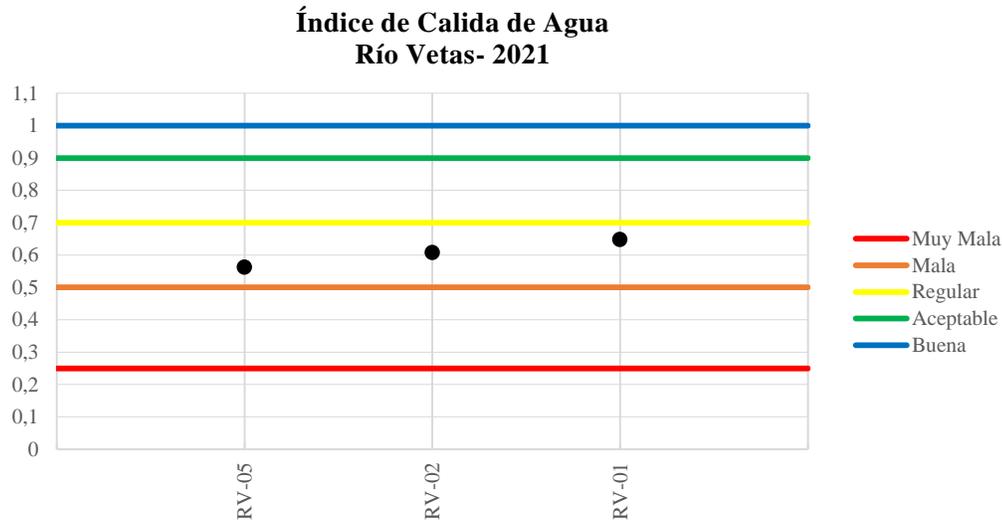
*Imagen 13. Monitoreo de corrientes, punto RV-01*

### 2.5.9.1 Índice de calidad río Vetás

El índice de calidad de agua en el punto RV-05 del río Vetás, mejoro su categoría de “Mala” en 2020 a “Regular” en 2021. Además, los puntos RV-02 y RV-01 conservaron la categoría “Regular” tal como en los años 2019 y 2020. Ver Tabla 35 y Gráfica 28.

*Tabla 35. Índice de Calidad del Agua Río Vetás.*

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2021	CALIDAD
RÍO VETAS	RV-05	0.56	Regular
	RV-02	0.61	Regular
	RV-01	0.65	Regular



**Gráfica 28. Índice de Calidad del agua Río Vetas**

Es importante tener en cuenta que la quebrada La Baja es un afluente del río Vetas y se une aguas arriba del punto RV-01. Este afluente (LB-01) recibe contaminación doméstica y doméstica (zona minera) durante su trayecto, razón por la cual afecta su calidad.

### 2.5.9.2 Índice de contaminación río Vetas

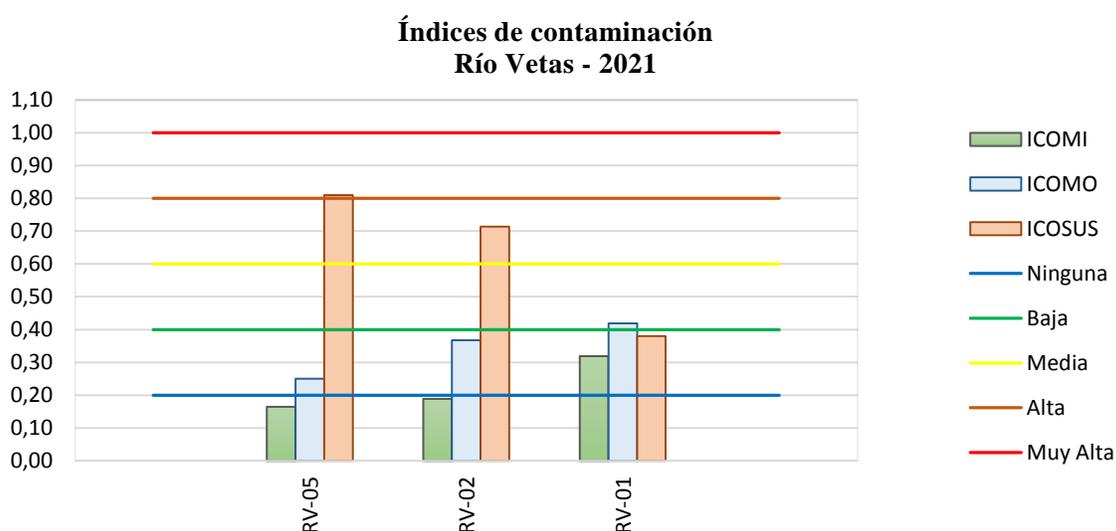
El ICOSUS del punto RV-05, tiene una calificación “Muy Alta”, consecuente con el ICA presentado para el mismo punto que se ve afectado por el aumento de sólidos suspendidos que es una variable que forma parte del cálculo del ICA. Así mismo, los puntos RV-02 y RV-01 presentaron categorías “Alta” y “Media” respectivamente como se observa en la Tabla 36 y Gráfica 30. Por otro lado, en el punto RV-05, el índice de contaminación de materia orgánica ICOMO, pasó de calidad "Ninguno" en 2020 a "Bajo" para 2021, disminuyendo su calidad. El punto RV-02 mantuvo en Bajo el ICOMO, pero en RV-01 paso de "Bajo" a "Medio" advirtiendo un aumento en contaminación por vertimientos.

También se observa el cambio del ICOTRO, en el punto RV-02 pasó de eutrófico a

Hipertrófico indicando el aumento de nutrientes en la corriente.

**Tabla 36. Índices de contaminación Río Vetás.**

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
RÍO VETAS	RV-05	0.17	0.25	0.81	0.90
	RV-02	0.19	0.37	0.71	1.30
	RV-01	0.32	0.42	0.38	0.57

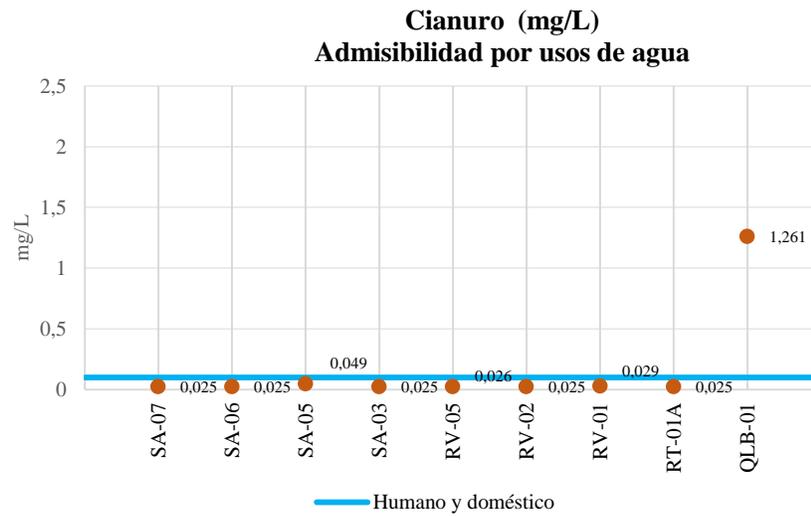


**Gráfica 29. Índices de contaminación Río Vetás**

## 2.6. Cianuro y metales pesados en la zona minera

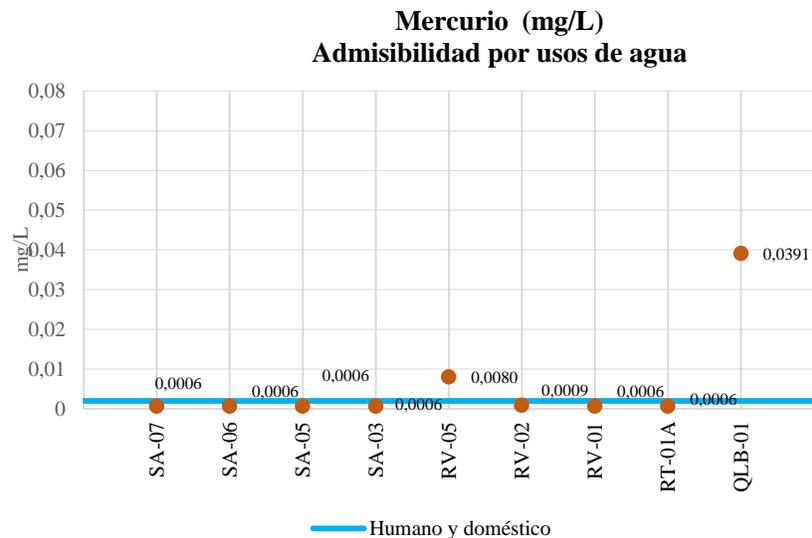
La CDMB, estableció los objetivos de calidad mediante el Acuerdo del Consejo Directivo N° 1075 de 2006 para las principales corrientes y tramos de corrientes del área de jurisdicción y mediante el Acuerdo del Consejo Directivo N° 1368 de 2018, modificó los Objetivos de Calidad para el río de Oro. Así mismo, en el acuerdo 1075 se encuentran los Objetivos de Calidad para el río Surata al cual se le estableció Uso Doméstico en el tramo comprendido entre el nacimiento y el punto SA-03. Estos objetivos también son aplicables

a sus tributarios y las gráficas 31 a 42 muestran los resultados de los parámetros cianuro y metales para el año 2021.



**Gráfica 30. Cianuro en zona minera Fuente. CDMB**

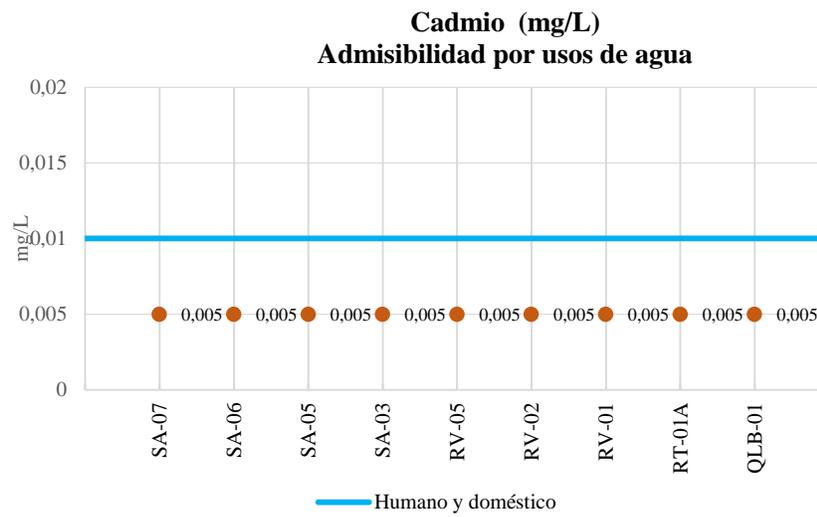
Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico se tomaron conforme lo establece el acuerdo 1075/2006 para el tramo Nac – SA-03



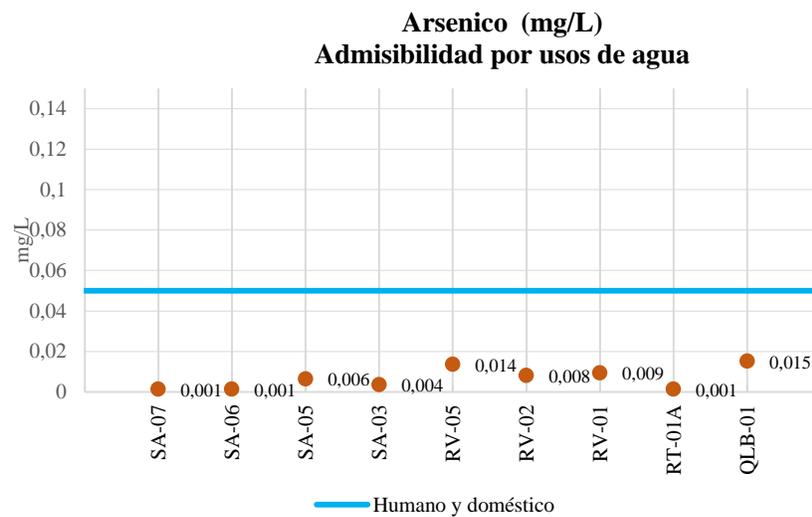
**Gráfica 31. . Mercurio en zona minera**

Se observa que en la Q. La Baja el punto QLB-01, que vierte al río vetas y el punto RV-05 del río vetas, no cumplen con las concentraciones deseadas para uso doméstico de  $CN^- < 0.1 \text{ mg/L}$ . Lo mismo sucede con el mercurio reportado para QLB-01 incumple  $Hg < 0.2 \mu\text{g/L} = 0.0002 \text{ mg/L}$ . Sin embargo, en el punto SA-03 del río Surata, los dos parámetros cumplen las concentraciones debido al efecto de dilución cuando la Baja vierte al río vetas y posteriormente este al unirse con el río surata.

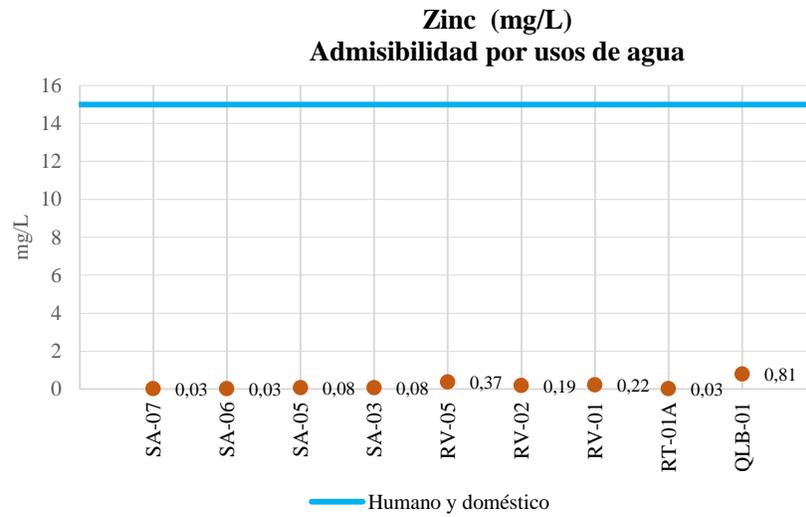
Hay que mencionar, además, las variables Arsénico, Cadmio, Zinc, Cobre, Cromo y Plomo que no se encuentran inmersas en el Acuerdo de la CDMB, pero que se evaluaron con respecto al Decreto 1594 de 1984 para uso doméstico.



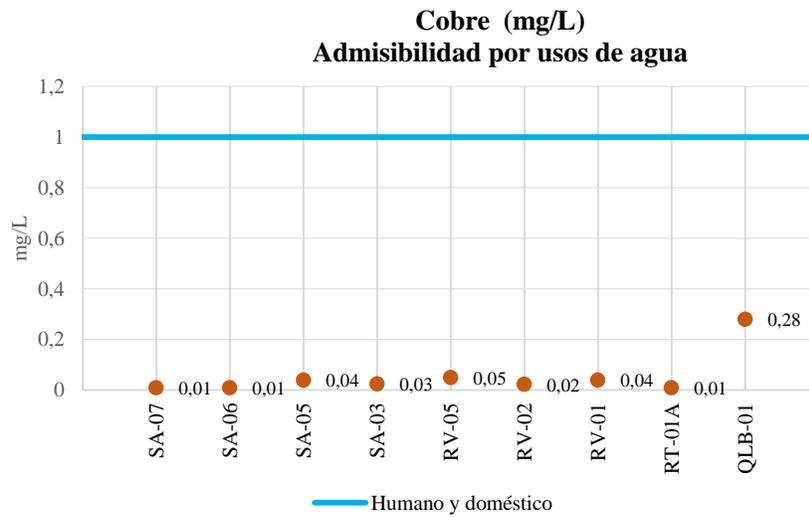
**Gráfica 32. Cadmio en zona minera. Fuente CDMB**



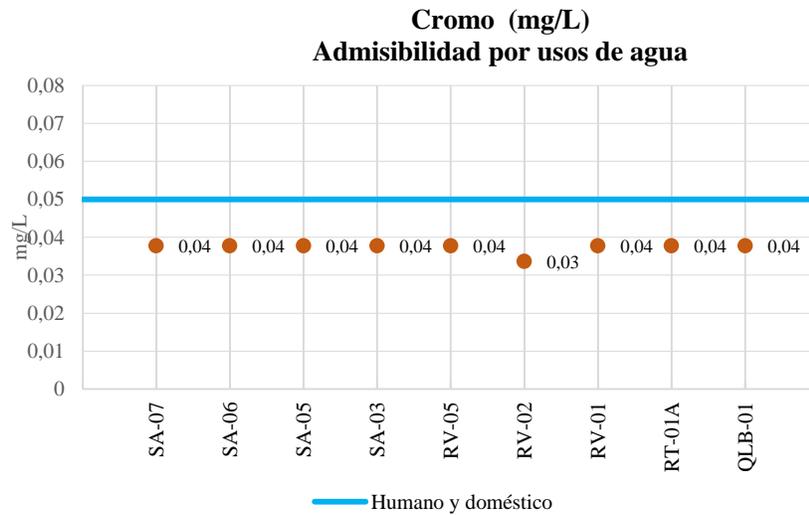
**Gráfica 33. Arsénico en zona minera. Fuente CDMB**



**Gráfica 34.** Zinc en zona minera



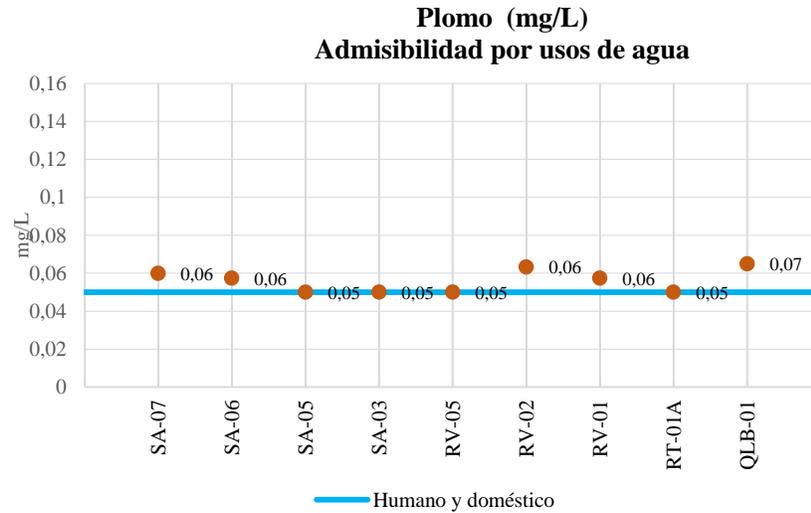
**Gráfica 35.** Cobre en zona minera. Fuente CDMB



**Gráfica 36. Cromo en zona minera. Fuente CDMB**

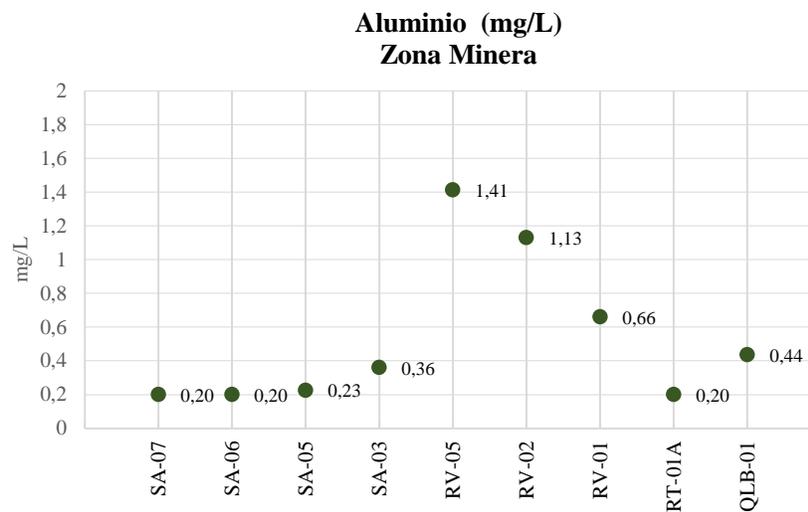
Como se presentan las gráficas 32, 33, 34, 35, y 36 que muestran los resultados de los metales, Arsénico, Cadmio, Zinc, Cobre y Cromo se evidencia que estos metales cumplen con las concentraciones dispuestas en el decreto 1594 de 1984 para uso doméstico.

Con relación al Plomo, la gráfica 37 presenta incumplimiento para este metal en los puntos SA-07, SA-06, RV-02, RV-01 y el punto localizado en la quebrada la baja QLB-01, los cuales obtuvieron concentraciones mayores 0.05 mg/L

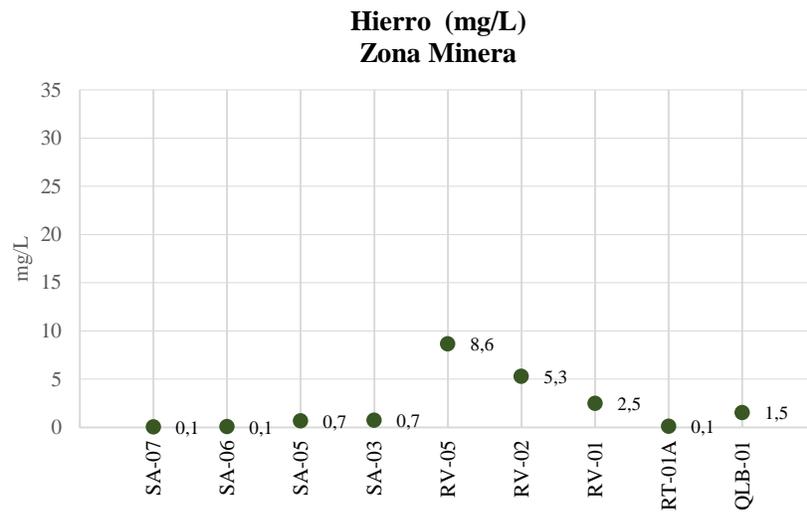


**Gráfica 37. Plomo en zona minera. Fuente CDMB**

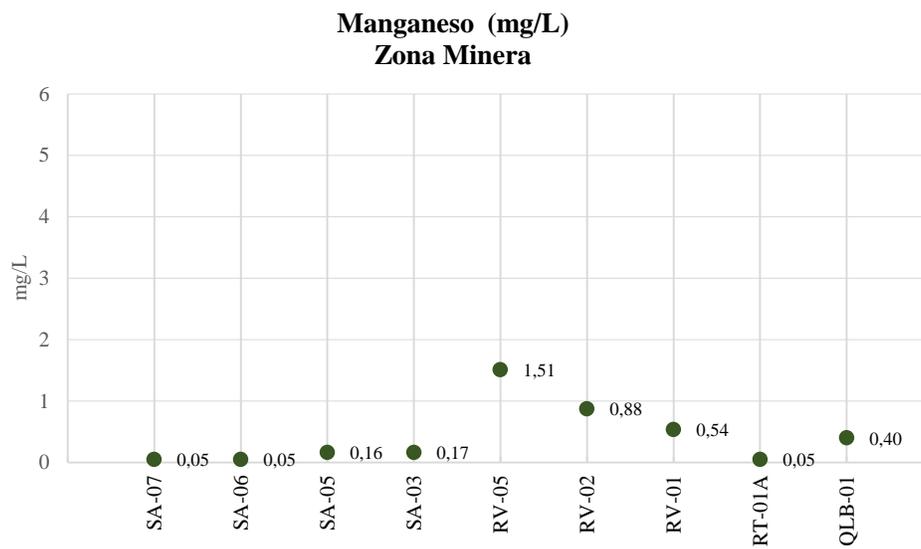
Por otro lado, para las variables Aluminio, Hierro, Manganeso y Níquel no se encontraron valores admisibles para uso humano y doméstico en el Acuerdo N° 1075 de 2006 y Decreto 1594 de 1984, por consiguiente, se muestran las gráficas con los resultados obtenidos en 2021.



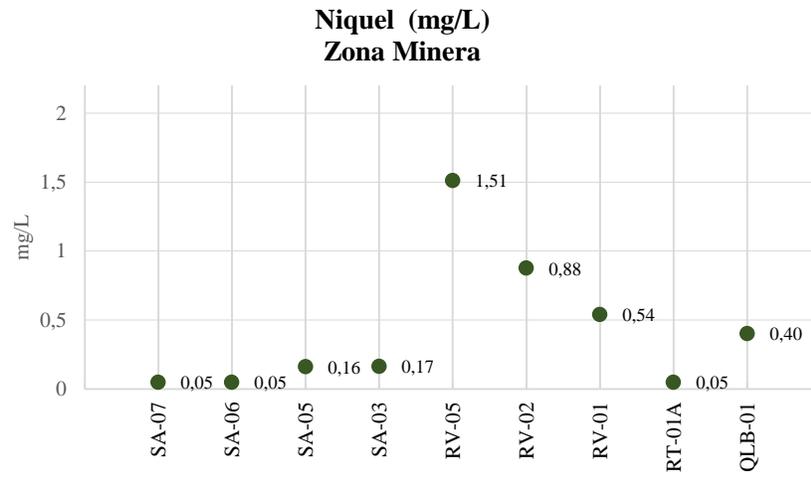
**Gráfica 38. Aluminio en zona minera. Fuente CDMB**



**Gráfica 39. Hierro en zona minera. Fuente CDMB**



**Gráfica 40. Manganeso en zona minera. Fuente CDMB**



**Gráfica 41. Níquel en zona minera. Fuente CDMB**

### 3. CONCLUSIONES

3.1 Los índices de calidad correspondientes al 2021 registraron un aumento en criterio de calidad Regular (43.66%) y disminución de calidad Aceptable (33.80) y mejora en calidad Mala (22.54%) con respecto al año anterior, como se evidencia en la tabla

**Tabla 37. Calidad puntos de monitoreo 2020 - 2021**

Criterio de Calidad	Puntos Monitoreo 2020	%	Puntos Monitoreo 2021	%
BUENA				
ACEPTABLE	30	42,25	24	33,80
REGULAR	23	32,39	31	43,66
MALA	18	25,35	16	22,54
MUY MALA				

3.2 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 río Surata (SA-03), se clasifican con índices de calidad "Aceptable" categoría indispensable para garantizar su tratamiento en las plantas de potabilización de los municipios como Bucaramanga, Piedecuesta, Floridablanca, Girón.

3.3 Con respecto al punto ubicado en la quebrada La Angula (LA-04) y que abastece al municipio de Lebrija, presento calificación de calidad "Regular", aunque es importante resaltar que no es grave porque la calificación de este punto fue de 70 y se ubica en el borde del rango señal de alerta amarilla y a partir de 71 se entra a categoría "Aceptable" como se evidencia en la tabla. Sin embargo, es importante realizar seguimiento para evitar el deterioro de la calidad y asegurar agua de calidad a la población

Categorías de valores que puede tomar el indicador	Calificación de la calidad de 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

3.4 Se observó modificación en el ICA en corrientes como la Q. La Argelia punto AR-01 y la Q. La Iglesia en el punto LI-01, que pasaron de descriptor "Mala" a "Regular" en 2021, y obedece a una disminución en la recepción de carga orgánica en estas corrientes.

3.5 Los once (11) puntos localizados a lo largo del río de Oro, mantuvieron en 2021 los mismos descriptores de Calidad que presentaron en 2020.

3.6 Los tributarios del río Oro conservaron los mismos descriptores de calidad que mostraron en 2020, excepto el punto LI-01 localizado en la Q. La Iglesia que paso de descriptor "Mala" a "Regular " debido a disminución en la demanda bioquímica de oxígeno y a un aumento en el valor del indicador ICA.

3.7 El río Frio y sus tributarios también conservaron en 2021 los ICAS obtenidos en 2020, las modificaciones no fueron significativas para cambiar el descriptor.

3.8 En el sistema la Iglesia, se observaron dos cambios de descriptor en la quebrada El Carrasco que cambio de "Regular " en 2020 a Mala en 2021, pero par el punto LI-01 en la Q. La Iglesia la variación fue positiva porque paso de descriptor "Mala" en 2020 a Regular en 2021 mejorando su índice de calidad.

3.9 Como es habitual las quebradas que conforman la Escarpa occidental que reciben alta carga orgánica proveniente de los vertimientos domésticos del sistema de alcantarillado y además manejan caudales bajos, por lo tanto, presentaron Mala calidad con excepción del punto AR-01 de la Q. Argelia que se localiza antes de la confluencia con el río de Oro, alcanzo un ICA "Regular" mejorando así su índice de calidad en 2021 con respecto al año 2020.

3.10 Es esencial realizar seguimiento a las corrientes que en 2021 presentaron calidad "Regular" y estaban en "Aceptable" en 2020; para determinar las causas de su alteración y tomar medidas para que mejoren nuevamente su calidad. Entre estas fuentes tenemos la Q. La Angula punto LA-04, punto LA-01, Río Frío punto RF-P, Río Cachira punto RC-01 y Río Surata puntos SA-05, SA-03 y SA-01.

3.11 Con el fin de asegurar que los puntos de captación para abastecimiento de acueductos municipales no se deterioren, se considera fundamental el seguimiento periódico para vigilar y controlar descargues de material orgánico a estas fuentes especialmente río Frío (RF-03), río de Oro (RO-05) y río Surata (SA-03) y la Q. La Angula (LA-04).

3.12 Se debe agregar que en la zona minera se presentaron valores de cianuro y mercurio que incumplen los objetivos de calidad del Decreto Consejo Directivo CDMB N° 1075 de 2006, en el punto de monitoreo QLB-01 Q. La Baja, como también mercurio en RV-05 Río Vetas, y plomo en SA-07, SA-06 río Surata, RV-02 y RV-01 y QLB-01 metales producto de actividades minera en la zona y que deben ser objeto de seguimiento para determinar los puntos de vertimiento.

3.13 En definitiva, el cambio substancial de la calidad en las fuentes hídricas del área de jurisdicción de la CDMB, se dará cuando se construyan las plantas de tratamiento de aguas residuales ya que los vertimientos domésticos son los responsables de más del 90% del deterioro del recurso hídrico en la región.