

Informe de Recursos Naturales 2023



Dr. JUAN CARLOS REYES NOVA
Director General CDMB

Dr. HECTOR JULIO FUENTES DURÁN
Subdirector de Ordenamiento y Planificación Integral del Territorio

Ing. MARÍA CARMENZA VICINI MARTÍNEZ
Coordinadora de Gestión de Conocimiento Ambiental

RED DE CALIDAD DE AGUA

MSc., Qco. YORGUIN LEONEL VILLARREAL SOLANO
Profesional Universitario CDMB

Ing. GINA RIVERA SÁNCHEZ
Técnico CDMB

SISTEMA DE VIGILANCIA DE CALIDAD DE AIRE

Ing. VERONICA VANESSA CARDONA OLIVEROS
Profesional de Calidad y Logística SVCA

Ing. JOHANNA PATRICIA ARDILA LERMA
Profesional Operativo SVCA

Ing. MANUEL CAMPOS MALAGON
Profesional Auxiliar Operativo SVCA

Ing. JAIVERTH LEANDRO LÓPEZ GONZÁLEZ
Profesional Analista SVCA

Ing. GINA YULIANA RIVERA SANCHEZ
Auxiliar Analista SVCA

RED HIDROCLIMATOLOGICA

Ing. JOHANNA PATRICIA ARDILA LERMA
Supervisor Contrato 14726-02

Octubre 28 de 2024, Bucaramanga – Colombia

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO I. RED DE CALIDAD DE AGUA	20
INTRODUCCIÓN.....	20
OBJETIVOS	23
1. ALCANCE	24
2. PROGRAMA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DE CORRIENTES SUPERFICIALES.....	24
2.1 Ubicación de los puntos de monitoreo agua superficial en el área de jurisdicción de la cdmb	34
2.2 Parámetros evaluados	35
2.3 Análisis de calidad del agua.....	36
2.3.1 Índice de Calidad del Agua.....	37
2.3.1.1 Cálculo del Índice de Calidad del Agua - ICA's IDEAM	37
2.3.1.2 Índices de contaminación ICO'S.....	42
2.3.1.2.1. Índice de contaminación por mineralización – ICOMI.....	43
2.3.1.2.2. Índice de contaminación por Materia Orgánica – ICOMO	43
2.3.1.2.3 Índice de contaminación por Sólidos Suspendidos – ICOSUS.....	44
2.3.1.2.4 Índice de contaminación Trófico – ICOTRO	45
2.4. Resultados del monitoreo de calidad de agua 2023.....	45
2.4.1. Índices de Calidad de Agua 2023.....	46
2.4.2. Comparación de los índices de calidad y su categorización para los años 2022 y 2023.	50
2.4.3. Índices de Contaminación – ICO's 2023	56
2.5. Resultados por corriente	63
2.5.1. Río de Oro y sus principales afluentes	63
2.5.1.1. Índice de calidad rio de Oro	65
2.5.1.2 Índice de calidad de agua ICA para los tributarios del río de Oro.....	67
2.5.1.3 Índices de Contaminación ICO's en el río de Oro.....	69
2.5.1.4 Índices de contaminación ICO's tributarios río de Oro	71
2.5.2. Sistema quebrada La Iglesia	73
2.5.2.1. Índice de calidad sistema La Iglesia.....	75
2.5.2.2 Índices de Contaminación ICO's sistema La Iglesia.....	77
2.5.3 Río Frío y principales afluentes	79
2.5.3.1 Índice de Calidad ICA río Frío.....	81
2.5.3.2 Índice de Calidad para los tributarios del río Frio	83
2.5.3.3 Índices de Contaminación ICO's Río Frío	84
2.5.3.4 Índices de contaminación tributarios río Frio	86
2.5.4. Quebrada La Ruitoca	88

2.5.4.1. Índice de calidad – ICA Quebrada La Ruitoca.....	90
2.5.4.2. Índices de contaminación Quebrada La Ruitoca	91
2.5.5 Río Lebrija y sus afluentes principales	93
2.5.5.1 Índice de calidad Río Lebrija	95
2.5.5.2. Índice de calidad tributarios río Lebrija	96
2.5.5.3. Índices de contaminación río Lebrija	98
2.5.5.4. Índice de contaminación ICO's tributarios del río Lebrija	99
2.5.5.5. Metales pesados en el Rio Lebrija – RED DE CALIDAD	101
2.5.6 Rio Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito)	103
2.5.6.1 Índice de calidad ICA Río Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito)..	105
2.5.6.2 Índices de Contaminación ICO's Rio Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito).....	106
2.5.7 Río Salamaga y Rio Silgara.....	108
2.5.7.1. Índice de calidad ICA para los Ríos Salamaga y Silgará.....	110
2.5.7.2. Índices de Contaminación ICO's Ríos Salamaga	111
2.5.8 Río Negro y sus tributarios	112
2.5.8.1. Índice de calidad ICA para Río Negro	113
2.5.8.2. Índices de Contaminación ICO's Río Negro	115
2.5.9 Ríos Manco y Umpalá	116
2.5.9.1 Índice de calidad río Manco y Umpalá	118
2.5.9.2 Índices de contaminación ICO's Río Manco y Río Umpalá	119
2.5.10 Zona de Páramo quebrada Arenales y río Jordán	121
2.5.10.1 Índice de calidad zona de Páramo, quebrada Arenales y río Jordán..	123
2.5.10.2 Índice de contaminación ICO's zona de Páramo quebrada Arenales y río Jordán	124
2.5.11 Zona del Complejo de Ciénagas Papayal.....	125
2.5.11.1 Índice de calidad Complejo de Ciénagas Papayal.....	126
2.5.11.2 Índice de contaminación ICO's zona de Complejo Ciénagas Papayal	127
2.5.11.3. Metales pesados en la zona de Complejo Ciénagas Papayal – RED DE CALIDAD.....	128
2.5.12. Río Surata y sus principales afluentes.....	129
2.5.12.1 Índice de calidad de agua Río Suratá	132
2.5.12.2 Índice de calidad tributarios rio Surata	133
2.5.12.3 Índices de contaminación ICO's río Suratá	134
2.5.12.4. Índices de Contaminación ICO's tributarios del Río Surata	135
2.5.13. Río Vetas y sus principales afluentes	136
2.5.13.1. Índice de calidad río Vetas	139
2.5.13.2. Índice de calidad tributarios río Vetas	140
2.5.13.3. Índice de contaminación río Vetas	141
2.5.13.4. Índice de contaminación ICO's tributarios del río Vetas	142
2.5.14. Río Tona	143
2.5.14.1. Índice de calidad río Tona.....	145
2.5.14.2. Índice de contaminación río Tona	146
2.6. Cianuro y metales pesados en la unidad hidrográfica del río surata – red de	

calidad	150
3. MONITOREO DE SEDIMENTOS – RED DE CALIDAD.....	159
3.1. Parámetros evaluados	161
3.2. Resultados del monitoreo de sedimentos 2023	162
3.2.1. Resultados de granulometría.....	162
3.2.2. Metales pesados en sedimentos – Red de calidad.....	164
4. MONITOREO DE METALES EN LA UNIDAD HIDROGRÁFICA DEL RÍO SURATÁ	170
4.1. Parámetros evaluados	172
4.2. Resultados de monitoreos puntuales	173
4.2.1 Parámetros de campo en monitoreos puntuales.....	173
4.2.2 Metales pesados en muestras puntuales.....	175
4.3. Resultados de monitoreos de mercurio 24 horas en la unidad hidrográfica del río suratá	178
4.3.1. Monitoreo de mercurio 24 horas en la quebrada la Baja, La bodega LB-02178	
4.3.2. Monitoreo de mercurio 24 horas en la quebrada la Baja, Loma Redonda QLB-01.....	179
4.3.3. Monitoreo de mercurio 24 horas en el Rio Vetas, Loma Redonda RV-02..	180
4.3.4. Monitoreo de mercurio 24 horas en el Rio Vetas, Borrero RV-05	181
5. MONITOREO DE AGUAS SUBTERRANEAS EN EL ÁREA DE JURISDICCIÓN DE LA CDMB – RED DE CALIDAD	182
5.1. Parámetros evaluados	184
5.2. Resultados del monitoreo de agua subterránea	185
5.2.1 Parámetros de campo en aguas subterráneas	186
5.2.2 Parámetros de microbiológicos en aguas subterráneas	189
5.2.3. Parámetros fisicoquímicos en aguas subterráneas	190
5.2.4. Parámetros de metales en aguas subterráneas	197
6. CONCLUSIONES	201
 CAPITULO II. RED HIDROCLIMATOLOGICA.....	 211
 INTRODUCCIÓN.....	 211
7. OBJETIVOS	211
7.1 Objetivo general	211
7.2 Objetivos específicos	211
8. ALCANCE	212
9. ESTACIONES HIDROCLIMATOLÓGICAS.	213
9.1. Estaciones Climatológicas Automáticas	213
9.2. Estaciones Hidrológicas de Nivel.	216

10. METODOLOGÍA	218
11. RED HIDROCLIMATOLÓGICA DE LA CDMB	218
12. REPORTE DE ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS AUTOMÁTICAS.....	222
12.1 Subcuenca río de oro	222
12.1.1 Estación La Judía	223
12.1.2 Estación Acapulco	226
12.1.3 Estación El Rasgón	230
12.1.4 Estación Club Campestre	233
12.1.5 Estación CDMB	236
12.1.6 Estación San Pedro	239
12.2 Subcuenca Río Negro	243
12.2.1 Estación El Cairo	243
12.2.2 Estación Santa Cruz de la Colina	246
12.3 Subcuenca Río Salamaga	250
12.3.1 Estación El Diamante	250
12.4 Subcuenca Río Suratá	253
12.4.1 Estación Lago Alto.....	253
12.4.2 Estación El Roble	257
12.5 Subcuenca Lebrija Alto.....	261
12.5.1 Estación El Pantano	261
12.5.2 Estación Portugal	265
12.5.3 Estación El Aburrido	269
12.6 Subcuenca Río Cáchira del Sur.....	271
12.6.1 Estación Betania.....	271
12.6.2 Estación Sena Aguas Calientes.....	275
12.6.3 Estación La Naranjera	278
12.6.4 Estación La Aguada.....	281
12.6.5 Estación Turbay.....	284
13. REPORTE DE ESTACIONES HIDROLÓGICAS DE NIVELES	288
13.1 Subcuenca Río de Oro	288
13.1.1 Estación El Rasgón.	288
13.2 Subcuenca Río Lebrija.....	289
13.2.1 Estación Bocas.....	289
14. CONSOLIDACIÓN.....	292
15. GLOSARIO	300
 CAPITULO III. SISTEMA DE VIGILANCIA DE CALIDAD DE AIRE	 303

INTRODUCCIÓN.....	303
16. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	304
17. GENERALIDADES.....	306
17.1 Parámetros monitoreados de calidad del aire y sus efectos para la salud humana.....	306
17.1.1 Material Particulado (PM ₁₀ y PM _{2.5}).....	306
17.1.2 Dióxido de Azufre (SO ₂).....	307
17.1.3 Dióxido de Nitrógeno (NO ₂).....	308
17.1.4 Ozono Troposférico (O ₃).....	309
17.1.5 Monóxido de Carbono (CO).....	310
18. MARCO NORMATIVO: NORMA DE CALIDAD DEL AIRE.....	311
18.1 Índice de Calidad del Aire: procedimiento de cálculo y rangos.....	311
19. SISTEMA DE VIGILANCIA DE CALIDAD DEL AIRE:.....	313
19.1 Condiciones ambientales y poblacionales de la región cubierta por el SVCA.	313
19.2 Ubicación geográfica de estaciones y entorno.....	314
19.3 Tecnologías de monitoreo y métodos analíticos utilizados.....	318
19.4 Resumen ficha técnica de las estaciones.....	325
20. ESTADÍSTICAS EMPLEADAS.....	329
21. METEOROLOGÍA.....	330
22. INCERTIDUMBRE DE LAS MEDICIONES.....	330
23. EVALUACIÓN DE LA CANTIDAD, CALIDAD, OPORTUNIDAD Y DISPONIBILIDAD DE LA INFORMACIÓN EN LA BASE DE DATOS.....	331
23.1 Declaración de resultados.....	331
23.2 Análisis del porcentaje de captura de datos.....	331
23.3 Declaración de conformidad.....	332
24. CALIDAD DEL AIRE Y METEOROLOGÍA.....	333
24.1 Resultados de Calidad del Aire.....	333
24.1.1 Material particulado pm 2.5.....	333
24.1.2 Material particulado pm 10.....	339
24.1.3 ozono o ₃	343
24.1.4 Dióxido de nitrógeno (no ₂).....	348
24.1.5 monóxido de carbono (co).....	350
24.1.6 dióxido de azufre (so ₂).....	354
24.1.7 Azufre total reducido (trs).....	358
24.2 Análisis de la Calidad del Aire.....	360
24.2.1 Índice de Calidad de Aire PM 2.5 (ICA).....	360
24.2.2 Índice de calidad de aire PM 10 (ICA).....	363
24.2.3 Índice de Calidad de Aire O ₃ (ICA).....	365
24.2.4 Índice de Calidad de Aire NO ₂ (ICA).....	366

24.2.5 Índice de Calidad de Aire CO	367
24.2.6 Índice de Calidad de Aire SO ₂	368
24.3 Comparación multianual Material Particulado	369
24.3.1 Comparación multianual PM10	369
24.3.2 Comparación multianual PM2.5	370
24.4 Particularidades del periodo	377
24.5 Resultados de las mediciones meteorológicas	379
24.5.1 Temperatura	379
24.5.2 Precipitación	384
24.5.3 Humedad	388
24.5.4 Velocidad y Dirección del viento	390
24.5 Determinación de áreas – fuente de contaminación.....	395
24.6 Microestaciones Postes indicativos de calidad de aire.....	395
24.7 Estudios especiales	397
25. CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA.....	398
25.1 Medidas de contingencia y/o de control de emisiones de fuentes fijas.....	398
25.2 Medidas de contingencia y/o de control de emisiones de fuentes móviles.	399
26. CONCLUSIONES	399

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Subzonas Hidrográficas, jurisdicción total CDMB o compartida.....	20
Tabla 2. Puntos de Monitoreo de la Red de Calidad de Agua CDMB	27
Tabla 3. Parámetros de campo.....	35
Tabla 4. Parámetros evaluados fisicoquímicos y microbiológicos	35
Tabla 5. Variables ICA (IDEAM).....	37
Tabla 6. Intervalos ICA (IDEAM)	42
Tabla 7. Rangos establecidos para los índices de contaminación del agua - ICO's.....	42
Tabla 8. Rangos establecidos para el ICOTRO. Fuente: Ramírez et al. (1999)	45
Tabla 9. Índices de Calidad de Agua para las dos (2) campañas de monitoreo 2023	46
Tabla 10. Índices de Calidad de Agua en puntos de monitoreo años 2022 y 2023	50
Tabla 11. Comparativo ICAS 2022-2023	53
Tabla 12. Índices de Contaminación- 2023.....	56
Tabla 13. Fechas de campañas de monitoreo de Río de Oro y sus principales afluentes.....	64
Tabla 14. Índice de Calidad de Agua – ICA, Río de Oro 2023	65
Tabla 15. Índice de Calidad de Agua ICA – Tributarios Río de Oro.	68
Tabla 16. Índices de Contaminación – Río de Oro 2023.	70
Tabla 17. Índices de Contaminación - Tributarios Río de Oro 2023.....	72
Tabla 18. Fechas de campañas de monitoreo de Sistema La Iglesia	75
Tabla 19. Índice de Calidad de Agua ICA - Sistema Iglesia.	76
Tabla 20. Índices de Contaminación 2023 - Sistema Iglesia.	78
Tabla 21. Fechas de campañas de monitoreo de Río Frío y sus principales afluentes	80
Tabla 22. Índice de Calidad de Agua ICA- Río Frío.....	82
Tabla 23. Índice de Calidad de Agua - Tributarios Río Frío.....	84
Tabla 24. Índices de Contaminación - Río Frío.....	85
Tabla 25. Índices de Contaminación – Tributarios Río Frío.....	87
Tabla 26. Fechas de campañas de monitoreo de Quebrada La Ruitoca	89
Tabla 27. Índice de Calidad de Agua ICA – Quebrada La Ruitoca.....	90
Tabla 28. Índices de Contaminación – Quebrada La Ruitoca.	91
Tabla 29. Fechas de campañas de monitoreo de Río de Lebrija y sus principales afluentes.....	94
Tabla 30. Índice de calidad de agua ICA - Río Lebrija.	95
Tabla 31. Índice de Calidad de Agua - Tributarios Río Lebrija.	97
Tabla 32. Índices de Contaminación - Río Lebrija.	99
Tabla 33. Índices de Contaminación - Tributarios Río Lebrija.	100
Tabla 34. Resultados de concentración de Hierro y Manganeso en el Río Lebrija.....	102
Tabla 35. Fechas de campañas de monitoreo Ríos Cachira, Salamaga, Río Negro	104
Tabla 36. Índice de Calidad de Agua - Río Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito)	105
Tabla 37. Índices de Contaminación - Río Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito)	107
Tabla 38. Fechas de campañas de monitoreo Ríos Salamaga y Silgará.	109
Tabla 39. Índice de Calidad de Agua - Río Salamaga y Río Silgará	110
Tabla 40. Índices de Contaminación - Río Salamaga y Río Silgará	111
Tabla 41. Fechas de campañas de monitoreo Río negro y sus tributarios.	113
Tabla 42. Índices de Calidad de agua - Río Negro y sus tributarios.....	114
Tabla 43. Índices de Contaminación - Río Negro y sus tributarios.....	115
Tabla 44. Fechas de campañas de monitoreo de Río Manco y Umpalá	117
Tabla 45. Índice de Calidad de Agua ICA - Río Manco y Umpalá.....	118
Tabla 46. Índices de Contaminación - Río Manco y Umpalá.....	119
Tabla 47. Fechas de campañas de monitoreo de Quebrada Arenales y Río Jordán.....	122
Tabla 48. Índice de Calidad de Agua ICA- Zona Páramo.....	123
Tabla 49. Índices de Contaminación - Zona Paramo.....	124
Tabla 50. Fechas de campañas de monitoreo de Quebrada Arenales y Río Jordán.....	125
Tabla 51. Índice de Calidad de Agua ICA- Complejo Ciénagas Papayal.	126
Tabla 52. Índices de Contaminación – Complejo Ciénagas Papayal.	127
Tabla 53. Fechas de campañas de monitoreo de Río Surata y sus principales afluentes.....	131
Tabla 54. Índice de Calidad del Agua ICA- Río Surata.....	132

Tabla 55. Índice de Calidad del Agua ICA- Tributarios Río Surata.....	133
Tabla 56. Índices de Contaminación - Río Surata.	134
Tabla 57. Índices de Contaminación – Tributarios Río Surata.	136
Tabla 58. Fechas de campañas de monitoreo de Río Vetas.....	138
Tabla 59. Índice de Calidad del Agua ICA- Río Vetas.	139
Tabla 60. Índice de Calidad del Agua ICA- Tributarios Río Surata.....	140
Tabla 61. Índices de Contaminación Río Vetas.	141
Tabla 62. Índices de Contaminación tributarios del Río Vetas.	143
Tabla 63. Fechas de campañas de monitoreo de Río Tona.....	143
Tabla 64. Índice de Calidad del Agua ICA- Río Tona.	145
Tabla 65. Índices de Contaminación Río Vetas.	147
Tabla 66. Puntos de Monitoreo de la Red de Calidad en caracterización de Pesticidas	148
Tabla 67. Fechas de campañas de monitoreo de pesticidas.....	148
Tabla 68. Resultados de la concentración de pesticidas organoclorados.....	149
Tabla 69. Resultados de la concentración de pesticidas organoclorados.....	149
Tabla 70. Puntos de Monitoreo de la Red de Calidad en sedimentos CDMB	161
Tabla 71. Parámetros evaluados fisicoquímicos en sedimentos	161
Tabla 72. Resultados de granulometría en sedimentos	163
Tabla 73. Resultados de caudales de aforo líquido de las corrientes donde se realizó toma de muestra de sedimentos.	164
Tabla 74. Puntos de monitoreo – Suratá – para monitoreo de cianuro y metales pesados.....	171
Tabla 75. Fechas de monitoreo de cianuro y metales pesados- Suratá.	171
Tabla 76. Puntos de Monitoreo de la Red de Calidad en sedimentos CDMB	184
Tabla 77. Destinación del recurso otorgado a los puntos de monitoreo de agua subterránea evaluados.	185
Tabla 78. Destinación del recurso otorgado a los puntos de monitoreo de agua subterránea evaluados.	190
Tabla 79. Calidad puntos de monitoreo – 2022 – 2023	201
Tabla 80. Índices de Calidad de Agua en los nuevos puntos de monitoreo 2023.....	205
Tabla 81. Resultados de caudales de aforo líquido de las corrientes donde se realizó toma de muestra de sedimentos.	207
Tabla 82. Características de los tipos de Estaciones CDMB.....	216
Tabla 83. Listado de estaciones climatológicas automáticas.	221
Tabla 84. Listado de estaciones de niveles.	222
Tabla 85. Niveles Máximos Permisible de Contaminantes Criterio en el aire	311
Tabla 86. Descripción del ICA, sus efectos y Puntos de Corte	312
Tabla 87. Ubicación geográfica Estación Club Unión.....	315
Tabla 88. Ubicación geográfica Estación Colegio Gaitán.....	316
Tabla 89. Ubicación geográfica Estación Centro Cultural Daniel Mantilla Piedecuesta	317
Tabla 90. Ubicación geográfica Estación Hospital Local del Norte	318
Tabla 91. Resumen de las tecnologías y métodos de monitoreo utilizadas SVCA CDMB	323
Tabla 92 Representatividad de captura de datos por contaminante en las estaciones del SVCA.	331
Tabla 93 Incertidumbre por contaminante	333
Tabla 94 Representatividad datos PM 2.5 Año 2023.....	335
Tabla 95 Representatividad datos PM 10 Año 2023.....	340
Tabla 96 Representatividad datos anuales O3 2023.....	344
Tabla 97 Representatividad de datos NO2 año 2023.....	348
Tabla 98 Representatividad de datos CO-Año 2023	351
Tabla 99 Representatividad SO2- Año 2023	355
Tabla 100 Índice de Calidad de Aire por días en las estaciones del SVCA PM 2.5.....	360
Tabla 101 Índice de Calidad de Aire por días en las estaciones del SVCA PM 10.....	363
Tabla 102. Seguimientos de control Fuentes Fijas - vigencia año 2023	398

LISTADO DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Porcentaje de ICAS- 2022.....	49
Gráfica 2. Índices de Calidad de Agua 2023 de los 85 puntos monitoreados del 2022	54
Gráfica 3. Índices de Calidad de Agua 2023 de los 85 puntos monitoreados del 2022	54
Gráfica 4. Porcentaje de Índices de Contaminación -2023.....	60
Gráfica 5. Índice de Calidad de Agua – ICA, Río de Oro 2023 -	66
Gráfica 6. Índice de Calidad de Agua ICA – Tributarios Río de Oro.....	69
Gráfica 7. Índices de Contaminación – Río de Oro 2023.	71
Gráfica 8. Índices de Contaminación - Tributarios Río de Oro 2023	73
Gráfica 9. Índice de Calidad de Agua ICA - Sistema Iglesia.....	77
Gráfica 10. Índices de Contaminación 2023 - Sistema Iglesia.	78
Gráfica 11. Índice de Calidad de Agua ICA- Río Frío.	83
Gráfica 12. Índice de Calidad de Agua - Tributarios Río Frío.	84
Gráfica 13. Índices de Contaminación - Río Frío.	86
Gráfica 14. Índices de Contaminación – Tributarios Río Frío.....	87
Gráfica 15. Índice de Calidad de Agua ICA – Quebrada La Ruitoca.	90
Gráfica 16. Índices de Contaminación – Quebrada La Ruitoca.	92
Gráfica 17. Índice de calidad de agua ICA - Río Lebrija.	96
Gráfica 18. Índice de Calidad de Agua - Tributarios Río Lebrija.....	98
Gráfica 19. Índices de Contaminación - Río Lebrija.....	99
Gráfica 20. Índices de Contaminación - Tributarios Río Lebrija.	101
Gráfica 21. Índice de Calidad de Agua - Rio Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito).....	106
Gráfica 22. Índices de Contaminación - Rio Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito).....	107
Gráfica 23. Índice de Calidad de Agua - Rio Salamaga y Silgará	110
Gráfica 24. Índice de Contaminación - Rio Salamaga y Silgará	111
Gráfica 25. Índice de Calidad de Agua - Rio Negro y sus tributarios.....	114
Gráfica 26. Índices de Contaminación - Rio Negro y sus tributarios	115
Gráfica 27. Índice de Calidad de Agua ICA - Río Manco y Umpalá.	118
Gráfica 28. Índices de Contaminación - Río Manco y Umpalá.	120
Gráfica 29. Índice de Calidad de Agua ICA- Zona Páramo.	123
Gráfica 30. Índices de Contaminación - Zona Paramo.	125
Gráfica 31. Índice de Calidad de Agua ICA- Complejo Ciénagas Papayal.	127
Gráfica 32. Índices de Contaminación – Complejo Ciénagas Papayal.....	128
Gráfica 33. Índice de Calidad del Agua ICA- Río Surata.	132
Gráfica 34. Índice de Calidad del Agua ICA- Tributarios Río Surata.	133
Gráfica 35. Índices de Contaminación - Río Surata.....	135
Gráfica 36. Índices de Contaminación – Tributarios Río Surata.....	136
Gráfica 37. Índice de Calidad del Agua ICA- Río Vetas.	139
Gráfica 38. Índice de Calidad del Agua ICA- Tributarios Río Vetas.	141
Gráfica 39. Índices de Contaminación Río Vetas.	142
Gráfica 40. Índice de Calidad del Agua ICA- Río Tona.	146
Gráfica 41. Índices de Contaminación Río Vetas.	147
Gráfica 42. Cianuro en zona minera	151
Gráfica 43. Mercurio en zona minera.....	151
Gráfica 44. Cadmio en zona minera.....	152
Gráfica 45. Arsénico en zona minera.....	153
Gráfica 46. Zinc en zona minera.	153
Gráfica 47. Cobre en zona minera.	154
Gráfica 48. Cromo en zona minera.	154
Gráfica 49. Plomo en zona minera.....	155
Gráfica 50. Aluminio en zona minera.	156
Gráfica 51. Hierro en zona minera.	156
Gráfica 52. Manganeso en zona minera.	157
Gráfica 53. Níquel en zona minera.	158

Gráfica 54. Uranio en zona minera.	159
Gráfica 55. Concentración de mercurio en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.	164
Gráfica 56. Concentración de arsénico en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.	165
Gráfica 57. Concentración de bario en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.	166
Gráfica 58. Concentración de cadmio en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.	166
Gráfica 59. Concentración de cromo en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.	167
Gráfica 60. Concentración de vanadio en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.	167
Gráfica 61. Concentración de zinc en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.	168
Gráfica 62. Concentración de cobre en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.	169
Gráfica 63. Concentración de plomo en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.	169
Gráfica 64. Concentración de selenio en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.	170
Gráfica 65. Monitoreo de pH en muestras puntuales.	173
Gráfica 66. Monitoreo de Oxígeno Disuelto en muestras puntuales.	174
Gráfica 67. Monitoreo de Conductividad en muestras puntuales.	174
Gráfica 68. Monitoreo de Mercurio en muestras puntuales.	175
Gráfica 69. Monitoreo de Arsénico en muestras puntuales.	176
Gráfica 70. Monitoreo de Cadmio en muestras puntuales.	176
Gráfica 71. Monitoreo de Plomo en muestras puntuales.	177
Gráfica 72. Monitoreo de Hierro en muestras puntuales.	178
Gráfica 73. Monitoreo de Mercurio 24 horas punto LB-02.	179
Gráfica 74. Monitoreo de Mercurio 24 horas punto QLB-01.	180
Gráfica 75. Monitoreo de Mercurio 24 horas punto RV-02.	181
Gráfica 76. Monitoreo de Mercurio 24 horas punto RV-05.	181
Gráfica 77. Monitoreo puntual de pH en aguas subterráneas.	186
Gráfica 78. Monitoreo puntual de potencial Redox en aguas subterráneas.	187
Gráfica 79. Monitoreo puntual de oxígeno disuelto en aguas subterráneas.	188
Gráfica 80. Monitoreo puntual de potencial Redox en aguas subterráneas.	189
Gráfica 81. Monitoreo puntual de alcalinidad en aguas subterráneas.	191
Gráfica 82. Monitoreo puntual de Bicarbonatos en aguas subterráneas.	191
Gráfica 83. Monitoreo puntual de cloruros en aguas subterráneas.	192
Gráfica 84. Monitoreo puntual de ortofosfatos en aguas subterráneas.	193
Gráfica 85. Monitoreo puntual de fósforo total en aguas subterráneas.	194
Gráfica 86. Monitoreo puntual de nitratos en aguas subterráneas.	195
Gráfica 87. Monitoreo puntual de nitritos en aguas subterráneas.	195
Gráfica 88. Monitoreo puntual de sólidos disueltos en aguas subterráneas.	196
Gráfica 89. Monitoreo puntual de sulfatos en aguas subterráneas.	197
Gráfica 90. Monitoreo puntual de calcio en aguas subterráneas.	198
Gráfica 91. Monitoreo puntual de magnesio en aguas subterráneas.	199
Gráfica 92. Monitoreo puntual de sodio en aguas subterráneas.	199
Gráfica 93. Monitoreo puntual de potasio en aguas subterráneas.	200
Gráfica 94. Precipitación Estación La Judía.	223
Gráfica 95. Temperatura media Estación La Judía.	224
Gráfica 96. Humedad relativa Estación La Judía.	224
Gráfica 97. Radiación solar máxima Estación La Judía.	225
Gráfica 98. Radiación UV Estación La Judía.	225
Gráfica 99. Rosa de vientos Estación La Judía.	226
Gráfica 100. Precipitación Estación Acapulco.	227
Gráfica 101. Temperatura Estación Acapulco.	228
Gráfica 102. Humedad Relativa Estación Acapulco.	228
Gráfica 103. Radiación UV Estación Acapulco.	229
Gráfica 104. Rosa de vientos Estación Acapulco.	229
Gráfica 105. Temperatura Estación El Rasgón.	230
Gráfica 106. Precipitación Estación El Rasgón.	231
Gráfica 107. Humedad relativa Estación El Rasgón.	231
Gráfica 108. Radiación solar Estación El Rasgón.	232
Gráfica 109. Radiación UV Estación El Rasgón.	232

Gráfica 110. Rosa de vientos Estación El Rasgón	233
Gráfica 111. Precipitación Estación Club Campestre	234
Gráfica 112. Temperatura Estación Club Campestre	234
Gráfica 113. Humedad relativa Estación Club Campestre	235
Gráfica 114. Radiación solar Estación Club Campestre	235
Gráfica 115. Índice UV Estación Club Campestre	236
Gráfica 116. Precipitación Estación CDMB.....	237
Gráfica 117. Temperatura Estación CDMB.....	237
Gráfica 118. Humedad relativa Estación CDMB	238
Gráfica 119. Radiación solar Estación CDMB	238
Gráfica 120. Rosa de vientos Estación CDMB	239
Gráfica 121. Precipitación Estación San Pedro	240
Gráfica 122. Temperatura Estación San Pedro	240
Gráfica 123. Humedad relativa Estación San Pedro.....	241
Gráfica 124. Radiación solar Estación San Pedro	241
Gráfica 125. Radiación UV Estación San Pedro.....	242
Gráfica 126. Rosa de vientos Estación San Pedro.....	242
Gráfica 127. Precipitación Estación El Cairo	244
Gráfica 128. Temperatura Estación El Cairo.	244
Gráfica 129. Humedad relativa Estación El Cairo.....	245
Gráfica 130. Radiación UV Estación El Cairo.	245
Gráfica 131. Rosa de vientos Estación El Cairo.	246
Gráfica 132. Precipitación Estación Santa Cruz de la Colina	247
Gráfica 133. Temperatura Estación Santa Cruz de la Colina	247
Gráfica 134. Humedad relativa Estación Santa Cruz de la Colina	248
Gráfica 135. Radiación solar Estación Santa Cruz de la Colina	248
Gráfica 136. Índice UV Estación Santa Cruz de la Colina	249
Gráfica 137. Rosa de vientos Estación Santa Cruz de la Colina	249
Gráfica 138. Precipitación Estación El Diamante.....	251
Gráfica 139. Temperatura Estación El Diamante.....	251
Gráfica 140. Humedad relativa Estación El Diamante.	252
Gráfica 141. Radiación UV Estación Diamante.	252
Gráfica 142. Rosa de vientos Estación Diamante.....	253
Gráfica 143. Precipitación Estación Lago Alto.	254
Gráfica 144. Temperatura Estación Lago Alto.	254
Gráfica 145. Humedad relativa Estación Lago Alto	255
Gráfica 146. Radiación solar Estación Lago Alto.....	256
Gráfica 147. Radiación UV Estación Lago Alto.....	256
Gráfica 148. Rosa de vientos Estación Lago Alto.....	257
Gráfica 149. Temperatura Estación El Roble.....	258
Gráfica 150. Precipitación Estación El Roble.....	258
Gráfica 151. Humedad relativa Estación El Roble	259
Gráfica 152. Radiación solar Estación El Roble	259
Gráfica 153. Radiación UV Estación El Roble	260
Gráfica 154. Rosa de vientos Estación El Roble	260
Gráfica 155. Precipitación Estación El Pantano.....	261
Gráfica 156. Temperatura Estación El Pantano.....	262
Gráfica 157. Humedad relativa Estación El Pantano.....	263
Gráfica 158. Radiación Solar Estación El Pantano	263
Gráfica 159. Índice UV Estación El Pantano.....	264
Gráfica 160. Rosa de vientos Estación El pantano.....	265
Gráfica 161. Precipitación Estación Portugal	266
Gráfica 162. Temperatura Estación Portugal	266
Gráfica 163. Humedad Estación Portugal.....	267
Gráfica 164. Radiación UV Estación Portugal.....	267
Gráfica 165. Rosa de vientos Estación Portugal.....	268

Gráfica 166. Precipitación Estación El Aburrido	269
Gráfica 167. Temperatura Estación El Aburrido	270
Gráfica 168. Radiación solar Estación El Aburrido	270
Gráfica 169. Índice máximo UV Estación El Aburrido.....	271
Gráfica 170. Precipitación Estación Betania.....	272
Gráfica 171. Temperatura Estación Betania.....	272
Gráfica 172. Radiación solar Estación Betania.....	273
Gráfica 173. Índice UV Estación Betania.....	274
Gráfica 174. Rosa de vientos Betania.....	274
Gráfica 175. Precipitación Estación Sena Aguas Calientes.....	275
Gráfica 176. Temperatura Estación Sena Aguas Calientes.....	276
Gráfica 177. Humedad Relativa Estación Sena Aguas Calientes	276
Gráfica 178. Radiación solar Estación Sena Aguas Calientes	277
Gráfica 179. Índice UV Estación Sena Aguas Calientes	277
Gráfica 180. Precipitación Estación La Naranjera.....	278
Gráfica 181. Temperatura Estación la Naranjera.....	279
Gráfica 182. Radiación solar Estación la Naranjera	279
Gráfica 183. Índice UV Estación La Naranjera	280
Gráfica 184. Rosa de vientos Estación La Naranjera	280
Gráfica 185. Precipitación Estación La Aguada.....	281
Gráfica 186. Temperatura Estación La Aguada.....	282
Gráfica 187. Radiación solar Estación La Aguada.....	282
Gráfica 188. Índice UV Estación La Aguada.....	283
Gráfica 189. Rosa de vientos Estación La Aguada.....	284
Gráfica 190. Precipitación Estación Turbay	285
Gráfica 191. Temperatura Estación Turbay	285
Gráfica 192. Humedad relativa Estación Turbay	286
Gráfica 193. Radiación solar Estación Turbay	286
Gráfica 194. Índice UV Estación Turbay.....	287
Gráfica 195. Rosa de vientos Estación Turbay.....	287
Gráfica 196. Niveles Estación Rasgón.....	289
Gráfica 197. Niveles Estación Bocas	291
Gráfica 198. Análisis de Caudal Estación Bocas.....	291
Gráfica 199. Curva de Gasto Estación Bocas.....	292
Gráfica 200. Red Hidroclimatológica, Variable Precipitación.....	293
Gráfica 201. Red Hidroclimatológica, Variable Temperatura máxima ambiente.....	294
Gráfica 202. Red Hidroclimatológica, Variable Temperatura media ambiente.....	295
Gráfica 203. Red Hidroclimatológica, Variable Humedad relativa.....	296
Gráfica 204. Red Hidroclimatológica, Variable Radiación solar.....	297
Gráfica 205. Red Hidroclimatológica, Variable Radiación UV.....	298
Gráfica 206. Red Hidroclimatológica, Variable Índice UV.....	299
Gráfica 207. Concentración promedio anual PM 2.5	336
Gráfica 208 Concentración temporal Hospital Local Norte PM 2.5 año 2023	336
Gráfica 209 Concentración temporal Centro Cultural Piedecuesta PM 2.5 año 2023.....	337
Gráfica 210. Concentración temporal Club Unión PM 2.5 año 2023.....	337
Gráfica 211. Concentración temporal Colegio Gaitán PM 2.5 año 2023.....	337
Gráfica 212 Perfil Horario estaciones del SVCA PM 2.5	338
Gráfica 213. Perfil diario de PM 2.5	339
Gráfica 214. Concentración promedio anual de PM 10 año 2023.....	341
Gráfica 215. Concentración temporal Hospital Local Norte PM 10 año 2023	341
Gráfica 216. Concentración temporal Centro Cultural Piedecuesta PM 10 año 2023.....	341
Gráfica 217. Concentración temporal Club Unión PM 10 año 2023.....	342
Gráfica 218. Concentración temporal Colegio Gaitán PM 10 año 2023	342
Gráfica 219, Perfil Horario estaciones SVCA PM 10	343
Gráfica 220. Perfil diario PM 10 estaciones del SVCA	343
Gráfica 221. Distribución temporal de la concentración de O3 estación Hospital del Norte	345

Gráfica 222. Distribución temporal de la concentración de O3 estación Centro Cultural Piedecuesta.....	345
Gráfica 223. Distribución temporal de la concentración de O3 estación Club Unión	345
Gráfica 224. Distribución temporal de la concentración de O3 estación Colegio Gaitán	346
Gráfica 225. Perfil Horario estaciones SVCA O3.....	347
Gráfica 226. Perfil Diario estaciones SVCA O3	347
Gráfica 227. Distribución temporal de la concentración de NO2 estación Piedecuesta.	349
Gráfica 228. Distribución temporal de la concentración de NO2 estación Club Unión.....	349
Gráfica 229. Perfil horario de NO2 Año 2023	350
Gráfica 230. Perfil diario de NO2 año 2023	350
Gráfica 231. Distribución temporal horaria de Concentración de CO estación Piedecuesta- Año 2023.....	352
Gráfica 232. Distribución temporal 8 horas de Concentración de CO estación Piedecuesta- Año 2023.....	352
Gráfica 233. Distribución temporal horaria de Concentración de CO estación Club Unión- Año 2023.....	352
Gráfica 234. Distribución temporal 8 horas de Concentración de CO estación Club Unión- Año 2023.....	353
Gráfica 235. Perfil horario CO-Año 2023	353
Gráfica 236. Perfil diario CO-Año 2023.....	354
Gráfica 237. Distribución temporal horaria de Concentración de SO2 estación Piedecuesta- Año 2023.....	355
Gráfica 238. Distribución temporal 24 horas de Concentración de SO2 estación Piedecuesta- Año 2023.....	356
Gráfica 239. Distribución temporal horaria de Concentración de SO2 estación Club Unión- Año 2023.....	356
Gráfica 240. Distribución temporal 24 horas de Concentración de SO2 estación Club Unión- Año 2023.....	356
Gráfica 241. Perfil horario SO2 -Año 2023	357
Gráfica 242. Perfil diario SO2 -Año 2023.....	358
Gráfica 243. Comportamiento anual de concentración TRS 24 Horas estación Colegio Gaitán- año 2023.....	359
Gráfica 244. Comportamiento anual de concentración TRS Horario estación Colegio Gaitán- año 2023.....	359
Gráfica 245. Comportamiento anual de concentración TRS 24 Horas estación Hospital Norte- año 2023.....	359
Gráfica 246. Comportamiento anual de concentración TRS Horario estación Hospital Norte - año 2023.....	360
Gráfica 247. Índice de Calidad de Aire estación Hospital Local del Norte del SVCA PM 2.5	361
Gráfica 248. Índice de Calidad de Aire estación Piedecuesta del SVCA PM 2.5.....	361
Gráfica 249. Índice de Calidad de Aire estación Club Unión del SVCA PM 2.5	361
Gráfica 250. Índice de Calidad de Aire estación Club Unión del SVCA PM 2.5.....	362
Gráfica 251. Porcentajes mensual del Índice de calidad de Aire (ICA)	362
Gráfica 252. Índice de Calidad de Aire estación Hospital Local del Norte del SVCA PM 10	364
Gráfica 253. Índice de Calidad de Aire estación Piedecuesta del SVCA PM 10.....	364
Gráfica 254. Índice de Calidad de Aire estación Club Unión del SVCA PM 10	364
Gráfica 255. Índice de Calidad de Aire estación Colegio Gaitán del SVCA PM 10.....	365
Gráfica 256. Índice de Calidad de Aire estación Hospital Local del Norte del SVCA O3.....	365
Gráfica 257. Índice de Calidad de Aire estación Piedecuesta del SVCA O3	366
Gráfica 258. Índice de Calidad de Aire estación Club Unión del SVCA O3	366
Gráfica 259. Índice de Calidad de Aire estación Colegio Gaitán del SVCA O3	366
Gráfica 260. Índice de Calidad de Aire estación Piedecuesta del SVCA NO2 Año 2023.	367
Gráfica 261. Índice de Calidad de Aire estación Club Unión del SVCA NO2 Año 2023.	367
Gráfica 262. Índice de Calidad de Aire estación de Piedecuesta del SVCA CO- Año 2023.....	368
Gráfica 263. Índice de Calidad de Aire estación Club Unión del SVCA CO- Año 2023.....	368
Gráfica 264. Índice de Calidad de Aire estación Piedecuesta del SVCA SO2- Año 2023	369

Gráfica 265.	Índice de Calidad de Aire estación Piedecuesta del SVCA SO ₂ - Año 2023	369
Gráfica 266.	Comparación multianual PM 10	370
Gráfica 267.	Comparación multianual PM 2.5	371
Gráfica 268.	Porcentaje de Índice de Calidad de Aire 2022 vs 2023	372
Gráfica 269.	Índice de Calidad de Aire por mes estación Piedecuesta año 2022 vs 2023	373
Gráfica 270.	Índice de Calidad de Aire por mes estación Club Unión año 2022 vs 2023	374
Gráfica 271.	Índice de Calidad de Aire por mes estación Colegio Gaitán año 2022 vs 2023	375
Gráfica 272.	Índice de Calidad de Aire por mes estación Hospital Local del Norte año 2022 vs 2023.....	376
Gráfica 273.	Concentración horaria PM 2.5 Estación Club Unión declaratoria de emergencia. ..	378
Gráfica 274.	Concentración horaria PM 2.5 Estación Colegio Gaitán declaratoria de emergencia.	378
Gráfica 275.	Concentración horaria PM 2.5 Estación Hospital Local del Norte declaratoria de emergencia.....	378
Gráfica 276.	Concentración horaria PM 2.5 Estación CCDMO-Piedecuesta declaratoria de emergencia.....	379
Gráfica 277.	Comportamiento temperatura anual 2023.....	380
Gráfica 278.	Temperaturas máximas y mínimas mensuales años 2023	380
Gráfica 279.	Comportamiento temperatura anual 2023.....	381
Gráfica 280.	Temperaturas máximas y mínimas mensuales años 2023	381
Gráfica 281.	Comportamiento temperatura anual 2023.....	382
Gráfica 282.	Temperaturas máximas y mínimas mensuales años 2023	382
Gráfica 283.	Comportamiento temperatura anual 2023.....	383
Gráfica 284.	Temperaturas máximas y mínimas mensuales años 2023	383
Gráfica 285.	Comportamiento precipitación anual 2023.....	384
Gráfica 286.	Precipitación acumulada por mes año 2023	385
Gráfica 287.	Comportamiento precipitación anual 2023.....	385
Gráfica 288.	Precipitación acumulada por mes año 2023	386
Gráfica 289.	Comportamiento precipitación anual 2023.....	386
Gráfica 290.	Precipitación acumulada por mes año 2023	387
Gráfica 291.	Comportamiento precipitación anual 2023.....	387
Gráfica 292.	Precipitación acumulada por mes año 2023	388
Gráfica 293.	Comportamiento humedad relativa anual 2023	389
Gráfica 294.	Comportamiento humedad relativa anual 2023	389
Gráfica 295.	Comportamiento humedad relativa anual 2023	390
Gráfica 296.	Comportamiento humedad relativa anual 2023	390
Gráfica 297.	Rosa de Vientos estación Piedecuesta año 2023.....	391
Gráfica 298.	Rosa de Vientos horarios diario y nocturno estación Piedecuesta año 2023	391
Gráfica 299.	Rosa de vientos estación Club Unión año 2023	392
Gráfica 300.	Rosa de vientos diurna y nocturna estación Club Unión año 2023	392
Gráfica 301.	Rosa de vientos estación Colegio Gaitán año 2023	393
Gráfica 302.	Rosa de Vientos diurno y nocturno estación Colegio Gaitán año 2023.....	393
Gráfica 303.	Rosa de vientos estación Hospital Local del Norte año 2023.....	394
Gráfica 304.	Rosa de vientos diurno y nocturno de la estación Hospital Local del Norte año 2023	394
Gráfica 305.	Comportamiento de Concentración de PM 10 Postes indicativos año 2023	396
Gráfica 306.	Comportamiento de Concentración de PM 2.5 Postes indicativos año 2023	397

LISTADO DE IMÁGENES

Imagen 1. Monitoreo de corrientes, punto RO-O-10 / RO-01	65
Imagen 2. Monitoreo de corrientes, puntos LI-03 / GY-01	75
Imagen 3. Monitoreo de corrientes, punto RF-P / CR-01	81
Imagen 4. Puntos de monitoreo LR-02B / LR-02A.....	89
Imagen 5. Monitoreo de corrientes, punto RL-09 / RL-10.....	95
Imagen 6. Monitoreo de corrientes, puntos RC-03 / ROM-01	104
Imagen 7. Monitoreo de corrientes, puntos SL-04 / GU-01	109
Imagen 8. Monitoreo de corrientes, puntos TAM-01 / RN-01	113
Imagen 9. Monitoreo de corrientes, puntos RM-03 / UP-01	117
Imagen 10. Monitoreo de corrientes, punto QA-02 / PES-01.	122
Imagen 11. Monitoreo de corrientes, punto MU-01 / CAP-01.....	126
Imagen 12. Monitoreo de corrientes, punto SA-03 / RT-01B.....	131
Imagen 13. Monitoreo de corrientes, punto RV-02 / RV-05	138
Imagen 14. Monitoreo de corrientes, punto RT-02 / RT-01B.....	145
Imagen 15. Estación climatológica automática Davis.	214
Imagen 16. Estación climatológica automática LSI.....	215
Imagen 17. Comparación del tamaño de las partículas de PM.	307
Imagen 18. Analizador de partículas Fidas 200	319
Imagen 19. Analizador de Dióxido de Nitrógeno Envea AC32e	320
Imagen 20. Analizador de Dióxido de Azufre Envea AF22e.....	320
Imagen 21. Analizador de Monóxido de Carbono Envea CO12e	321
Imagen 22. Analizador de Ozono Troposférico Envea O342e	322
Imagen 23. Módulo convertidor de TRS CTRS S2-E.....	322
Imagen 24. Ficha técnica Estación Hospital Local del Norte.....	325
Imagen 25. Ficha técnica Estación Colegio Gaitán	326
Imagen 26. Ficha técnica Estación Club Unión	327
Imagen 27. Ficha técnica Estación CCDMO - Piedecuesta	328
Imagen 28 Ubicación espacial de las estaciones del SVCA.....	334
Imagen 29 Ubicación postes indicativos CDMB.	396

LISTADO DE MAPAS

Mapa 1. Ubicación de puntos de monitoreo año 2023, Jurisdicción de la CDMB.	34
Mapa 2. Ubicación puntos de monitoreo Río de Oro y sus Tributarios	63
Mapa 3. Ubicación de puntos de monitoreo Sistema Iglesia	74
Mapa 4. Ubicación puntos de monitoreo Río Frío y tributarios	79
Mapa 5. Ubicación puntos de monitoreo Quebrada La Ruitoca	88
Mapa 6. Ubicación de puntos de monitoreo Río Lebrija	93
Mapa 7. Ubicación de puntos de monitoreo Río Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito)	103
Mapa 8. Ubicación de puntos de monitoreo Río Salamaga y Río Silgará	108
Mapa 9. Ubicación de puntos de monitoreo Río Negro y sus tributarios	112
Mapa 10. Ubicación de puntos de monitoreo Río Manco - Río Umpala.....	116
Mapa 11. Ubicación puntos de monitoreo Quebrada Arenales- Río Jordán	121
Mapa 12 Ubicación puntos de monitoreo Río Suratá	130
Mapa 13 Ubicación puntos de monitoreo Río Vetas y sus principales afluentes	137
Mapa 14. Ubicación puntos de monitoreo Río Tona.	144
Mapa 15. Ubicación de puntos de monitoreo de sedimentos año 2023, Jurisdicción de la CDMB.	160
Mapa 16. Ubicación de puntos de monitoreo de aguas subterráneas año 2023, Jurisdicción de la CDMB.	183
Mapa 17. Distribución espacial de la Red Hidroclimatológica de la CDMB.....	220

CAPITULO I

Red de Calidad de Agua 2023



CAPITULO I. RED DE CALIDAD DE AGUA

INTRODUCCIÓN

La CDMB como ejecutor de políticas, planes, programas y proyectos en materia de ambiente, recursos naturales y cambio climático, cuenta con el seguimiento de una Red de Monitoreo de Cantidad y Calidad del Agua, sobre las principales corrientes hídricas dentro de los trece (13) municipios de su jurisdicción, Bucaramanga, Floridablanca, Lebrija, Piedecuesta, Girón, Surata, California, Vetas, Rionegro, Matanza, Charta, Tona y El Playón.

Para el año 2023, con base en un estudio realizado para la modernización de la red de calidad del agua, se desarrolló en el año 2022 el Programa Institucional Regional del Monitoreo del Agua – PIRMA (link de consulta: <http://caracoli.cdm.gov.co/cai/rhc/docs/ARCHIVOS/Documento%20Formulaci%C3%B3n%20PIRMA%20versi%C3%B3nfinal.pdf>), en el cual presenta una hoja de ruta para su implementación completa al año 2031. Por tanto, se inició su implementación ampliando la red de Monitoreo de Calidad de agua superficial de ochenta y cinco (85) puntos a ciento seis (106) puntos, sugeridos en el PIRMA distribuidos en las Subzonas Hidrográficas donde la CDMB tiene jurisdicción total o compartida con otras Corporaciones como se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Subzonas Hidrográficas, jurisdicción total CDMB o compartida.

Código Hidrografica	Subzona	Unidad Hidrográfica Nivel I	Jurisdicción	Extensión Ha
2319-01		Alto Lebrija	CDMB	217.334
2319-02		Cáchira Sur	CDMB	68.262
2319-03		Lebrija Medio	CDMB- CORPONOR-CAS-CORPOCESAR	193.527
2403		Río Chicamocha	CDMB-CORPOBOYACA-CAS	329.582

Código Hidrográfica	Subzona	Unidad Nivel I	Hidrográfica	Jurisdicción	Extensión Ha
2405		Río Sogamoso		CDMB (Margen derecha)- CAS	91.429
3705		Río Chitaga		CDMB-CORPONOR	21.234

Para la ejecución de los monitoreos se aplicaron las políticas del Programa Nacional para la Gestión del Recurso Hídrico - PNGRH 2010 y el "Protocolo de Monitoreo y Seguimiento del Agua 2021" del IDEAM. Así mismo, se dio cumplimiento a las Normas ISO/IEC 17025 versión 2017, ISO 9001 versión 2015, ISO 14001 versión 2015, con la contratación de un laboratorio acreditado por el IDEAM.

Con el fin de determinar el Índice de Calidad del Agua- ICA, el Índice de Contaminación por Materia Orgánica-ICOMO, el Índice de Contaminación por Sólidos Suspendidos- ICOSO, el Índice de Contaminación por Mineralización- ICOMI y el Índice de Contaminación Trófico-ICOTRO, se realizó la medición de variables de campo insitu, análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Para la determinación del ICA, se utilizó los lineamientos propuestos por el IDEAM, a partir de siete (7) variables: Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O), relación Nitrógeno Total /Fósforo Total, Sólidos Suspendidos Totales, Conductividad Eléctrica, Coliformes termotolerantes y pH.

En el presente informe se presentan los resultados del Índice de Calidad – ICA e Índices de Contaminación ICO's, obtenidos en las dos (2) campañas de monitoreo realizadas en el año 2023 para las fuentes hídricas superficiales. Además, se medirán las concentraciones de pesticidas organoclorados y organofosforados en siete (7) puntos y dos (2) campañas en el área de jurisdicción de la CDMB. Se incluyeron medición de metales en la unidad hidrográfica del río Suratá en dieciocho (18) puntos para la medición de cianuro, mercurio, hierro, aluminio, arsénico, cadmio, cobre, cromo, plomo, manganeso, níquel, zinc. Por último, para cinco (5) puntos definidos en las principales corrientes de Suratá, se determinó la

concentración del metal radioactivo Uranio acorde a la solicitud de la Procuraduría General de la Nación.

Dentro de la modernización de la Red de Cantidad y Calidad del Agua de acuerdo al PIRMA, se implementó la medición de calidad fisicoquímica y microbiológica de agua Subterránea en diez pozos (10) de concesiones de agua localizada en el área de jurisdicción en una (1) campaña de monitoreo, en el cual brindará información del estado actual de los pozos, para determinar las características de cada perforación y si este refleja algún parámetro fuera de las condiciones normales del agua, acorde a su destinación de uso por la cual fue otorgada.

Por otra parte, en el informe también se monitorea especialmente en la zona de la cuenca del Río Suratá, en donde se realizan posibles actividades de minería ya sea legal o al margen de la ley, la concentración de los metales en agua bajo los límites permisibles y objetivos de calidad definidos en el Acuerdo N° 1075 de 2006 de la CDMB y el Decreto 1594 de 1984, ya que estas actividades pueden generar descargas que afecten las condiciones de las fuentes hídricas, porque son corrientes utilizadas con fines de abastecimiento para consumo o actividades agrícolas, lo que puede causar efectos a los ecosistemas y a la salud humana. Los metales determinados fueron Mercurio, Cadmio, Arsénico, Zinc, Cobre, Cromo, Plomo, Aluminio, Hierro, Manganeso y Níquel.

Por último, con el fin de reforzar el seguimiento de la presencia de metales en las fuentes hídricas de la cuenca del Río Suratá, se realiza la implementación PIRMA en la determinación de metales en sedimentos que puedan generarse por deposición o bioacumulación. En Colombia no se cuenta con una normatividad frente a los límites máximos permisibles en esta matriz, sin embargo, se tomará de referencia la normatividad internacional como son las guías canadienses referente a la calidad de los sedimentos para la protección de la vida acuática (Canadian environmental quality guidelines, 1999, Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg).

En conclusión, este Informe de la Red de Calidad del Agua-2023, se encuentra a disposición de la comunidad en general dentro de la página web de la CDMB, con el fin facilitar y publicar la información del estado de las fuentes hídricas para las partes interesadas en la toma de decisiones que contribuyan con el mejoramiento, uso, protección, y sostenibilidad del recurso hídrico.

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

OBJETIVOS

- Determinar los Índices de Calidad-ICA y de Contaminación ICO`s en las principales fuentes Hídricas y tramos de corriente en el Área de Jurisdicción de la CDMB.
- Disponer de un marco ambiental de referencia de la calidad de las principales fuentes hídricas superficiales en el área de jurisdicción de la CDMB.
- Implementar el seguimiento y generación de información sobre las fuentes hídricas subterráneas en el área de jurisdicción de la CDMB.
- Determinar la concentración de metales en la zona de la unidad hidrográfica del Río del Suratá sobre las fuentes hídricas superficiales y en sedimentos.
- Vincular el Informe de la Red de Calidad del Agua 2023, en la página web de la CDMB para facilitar el acceso a los actores sociales, gremiales e institucionales que lo requieran.

1. ALCANCE

Evaluar la calidad de las aguas y sedimentos de las principales fuentes Hídricas para las Unidades Hidrográficas Nivel I, Alto Lebrija, Cáchira Sur, Lebrija medio, Río Chicamocha (margen derecha) y río Chitagá localizadas en el Área de Jurisdicción de la CDMB.

2. PROGRAMA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DE CORRIENTES SUPERFICIALES

La Subdirección de Ordenamiento y Planificación Integral del Territorio a través de la Coordinación de Gestión de Conocimiento Ambiental, ejecuta anualmente el Programa de Monitoreo de Calidad de corrientes, conformado por mínimo dos (2) campañas en las principales fuentes hídricas superficiales, una campaña en época de lluvias y otra de sequía. Con el fin de realizar la implementación del PIRMA, además, se realizó una (1) campaña de aguas subterráneas, se incrementaron los puntos de la red de calidad del agua en veintiuno (21) puntos, se realizó la inclusión de medición en sedimentos sobre el Río Suratá y el Río Vetás, y además se determinó la concentración de Uranio a solicitud de la Procuraduría General de la Nación en cinco (5) puntos. En consecuencia, para la vigencia 2023, la CDMB contrató el Laboratorio SIAMA SAS con acreditación vigente ante el IDEAM para la realización de dos (2) campañas de monitoreo que constan de las siguientes fases:

Fase 1

Aforo de Caudales y la Toma de muestras

Se efectúa la medición de parámetros in situ, preservación, transporte de las muestras al laboratorio conforme al cronograma establecido por la CDMB para cada campaña. Se debe agregar, que en esta fase funcionarios de la CDMB, supervisan la medición de caudales y la toma de muestras en los puntos

determinados en la red de calidad.

Fase 2

Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras de las dos (2) campañas se realizaron a través del Laboratorio SIAMA SAS. Teniendo en cuenta que algunos parámetros fueron subcontratados por SIAMA S.A.S. acorde a las necesidades, tal como sucede con la determinación de Uranio con el Laboratorio SGS–Institut Fresenius sede Alemania bajo certificado de acreditación D-PL-14115-02-07 (Organismo Alemán de Acreditación GmbH), ya que en Colombia no se encuentra acreditado dicho parámetro.

Fase 3

Análisis de datos por campaña

Los datos de campo y los resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos emitidos por el laboratorio SIAMA, 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 ICO`S en cada punto de monitoreo, para cada una de las campañas.

Fase 4

Para terminar, se realiza una representación gráfica de los datos por fuente hídrica o tramo acorde al desplazamiento de las fuentes hídricas, con el fin de visualizar mejor las relaciones tendencias de los datos y se genera el Informe de Calidad de Agua. Por último, se realiza el informe de Calidad de Agua para la jurisdicción de la CDMB y el cargue de todos los resultados de cada campaña en el Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH), plataforma del IDEAM.

A continuación, en la tabla 2 se presentan los ciento seis (106) puntos

monitoreados durante las dos (2) campañas de 2023 y que están establecidos en el programa de monitoreo de la red de calidad del agua, a excepción de los puntos Trituradora quebrada La Picha (LP-01), Forjas Navas quebrada las Navas (LN-01), Quebrada Argelia (AR-01), Parque industrial quebrada Cuyamita o Pantano (CY-01), Chimitá quebrada la Rosita (CA-01), Forjas Chapinero quebrada Chapinero (CH-01), Coca-Cola Quebrada el Macho (MA-01) y Coca-Cola Quebrada la Guacamaya (GY-01) en los cuales se tomaron en una sola campaña, debido a que son corrientes provenientes de las escarpas de la meseta de Bucaramanga e históricamente presentan malas condiciones de calidad siempre y cuando no se les realice tratamiento a los vertimientos de las aguas domésticas sobre la corriente:

Tabla 2. Puntos de Monitoreo de la Red de Calidad de Agua CDMB

PUNTOS MONITOREO RED CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA									
ID	ESTACIÓN	CÓDIGO ESTACIÓN	SUBCUENCA	Unidad Hidrográfica III	Nivel	Fuente	COORD. PLANAS		
							Y(NORTE)	X(ESTE)	
1	Rasgón	RO - 06	Río de Oro	Río de Oro		Río de Oro	1270371	1119064	
2	Conquistador	RO - 05	Río de Oro	Río de Oro		Río de Oro	1264794	1114531	
3	Barroblanco	QG-01	Río de Oro	Quebrada Grande		Quebrada Grande	1262690	1111299	
4	Villa Paulina	SO - 01	Río de Oro	Quebrada Sorata		Quebrada Sorata	1263519	1110751	
5	La Batea	LT – 01	Río de Oro	Río Lato		Río Lato	1263269	1109225	
6	Palogordo	RO - 04	Río de Oro	Río de Oro		Río de Oro	1262928	1103313	
7	Bahondo	RO – 4A	Río de Oro	Río de Oro		Río de Oro	1271287	1100541	
8	Carrizal	RO - 02	Río de Oro	Río de Oro		Río de Oro	1274364	1100103	
9	Puente Nariño	RO - 01	Río de Oro	Río de Oro		Río de Oro	1281278	1102245	
10	La Esperanza	RF - 03	Río de Oro	Río Frío		Río Frío	1274216	1111641	
11	Campestre	ZA - 01	Río de Oro	Quebrada Zapamanga		Quebrada Zapamanga	1273151	1105867	
12	El Pórtico	RF - P	Río de Oro	Río Frío		Río Frío	1273097	1105119	
13	El Caucho	RF - B	Río de Oro	Río Frío		Río Frío	1272585	1104261	
14	Los Totumos	AZ – 1A	Río de Oro	Quebrada Menzulí	Aranzoque-	Quebrada Menzulí	Aranzoque-	1272559	1104169
15	Caneyes	RF – 1A	Río de Oro	Río Frío		Río Frío	1273097	1100822	

PUNTOS MONITOREO RED CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA								
ID	ESTACIÓN	CÓDIGO ESTACIÓN	SUBCUENCA	Unidad Hidrográfica III	Nivel	Fuente	COORD. PLANAS	
							Y(NORTE)	X(ESTE)
16	El Jardín	LF - 01	Río de Oro	Quebrada La Flora		Quebrada La Flora	1279280	1107407
17	La Floresta	CS - 01	Río de Oro	Quebrada La Iglesia		Quebrada La Iglesia	1277536	1107417
18	San Luis	LI - 03	Río de Oro	Quebrada La Iglesia		Quebrada La Iglesia	1276245	1105855
19	Coca-Cola	MA - 01	Río de Oro	Quebrada El Macho		Quebrada El Macho	1276062	1105618
20	Coca-Cola	GY - 01	Río de Oro	Quebrada La Guacamaya		Quebrada La Guacamaya	1276168	1105426
21	Cenfer	DC - 01	Río de Oro	Cañada El Carrasco		Cañada El Carrasco	1275080	1102186
22	Puente Sena	LI - 01	Río de Oro	Quebrada La Iglesia		Quebrada La Iglesia	1274890	1100450
23	El Águila	LA - 04	Lebrija Alto	Quebrada La Angula		Quebrada La Angula	1277122	1092990
24	La Batea	LA - 03	Lebrija Medio	Quebrada La Angula		Quebrada La Angula	1278815	1093548
25	Chimitá	CA - 01	Río de Oro	Quebrada La Rosita		Quebrada La Rosita	1276649	1100554
26	Parque Industrial	CY - 01	Río de Oro	Quebrada Cuyamita o Pantano	o	Quebrada Cuyamita o Pantano	1278167	1101223
27	Argelia	AR - 01	Río de Oro	Quebrada Argelia o Cantera		Quebrada Argelia o Cantera	1280426	1101918
28	Forjas Navas	LN - 01	Río de Oro	Quebrada Las Navas		Quebrada Las Navas	1281136	1102121
29	Forjas Chapinero	CH - 01	Río de Oro	Quebrada Chapinero		Quebrada Chapinero	1281017	1102354
30	Trituradora (La Picha)	LP - 01	Río de Oro	Quebrada La Picha		Quebrada La Picha	1282366	1102601
31	Uña de Gato	SA - 07	Río Suratá	Río Suratá		Río Suratá	1307431	1121387

PUNTOS MONITOREO RED CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA								
ID	ESTACIÓN	CÓDIGO ESTACIÓN	SUBCUENCA	Unidad Hidrográfica III	Nivel	Fuente	COORD. PLANAS	
							Y(NORTE)	X(ESTE)
32	Pánaga	SA - 06	Río Suratá	Río Suratá		Río Suratá	1305053	1120446
33	Puente Pánaga	RV - 01	Río Suratá	Río Vetas		Río Vetas	1305048	1120508
34	La Playa confluencia (Charta-Surata)	SA - 05	Río Suratá	Río Suratá		Río Suratá	1297215	1116159
35	La Playa confluencia (Charta-Surata)	RCH - 01	Río Suratá	Río Charta		Río Charta	1297065	1116030
36	Puente Tona	RT - 01A	Río Suratá	Río Tona		Río Tona	1285268	1116084
37	Zaragoza (Bosconia)	SA - 03	Río Suratá	Río Suratá		Río Suratá	1283128	1106795
38	Bavaria	SA - 01	Río Suratá	Río Suratá		Río Suratá	1283912	1103921
39	Bocas	RL - 02	Lebrija Alto	Río Lebrija		Río Lebrija	1289688	1101719
40	Embalse	RL - 03	Lebrija Alto	Río Lebrija		Río Lebrija	1289511	1100448
41	Palmas	LA - 01	Lebrija Medio	Quebrada La Angula		Quebrada La Angula	1290907	1093526
42	Conchal	RL - 07	Lebrija Alto	Río Lebrija		Río Lebrija	1296985	1090710
43	Vanegas	RC - 01	Río Cachira	Río Cachira		Río Cachira	1304898	1086591
44	Vanegas	RL - 08	Lebrija Medio	Río Lebrija		Río Lebrija	1304870	1086228
45	Puente San Alonso	PY - 02A	Río Cachira	Río Playonero		Río Playonero	1318255	1096186
46	Balsas	PY - 01	Río Cachira	Río Playonero		Río Playonero	1315655	1095729
47	Las Olas	RC - 02A	Río Cachira	Río Cachiri		Río Cachiri	1315646	1095741

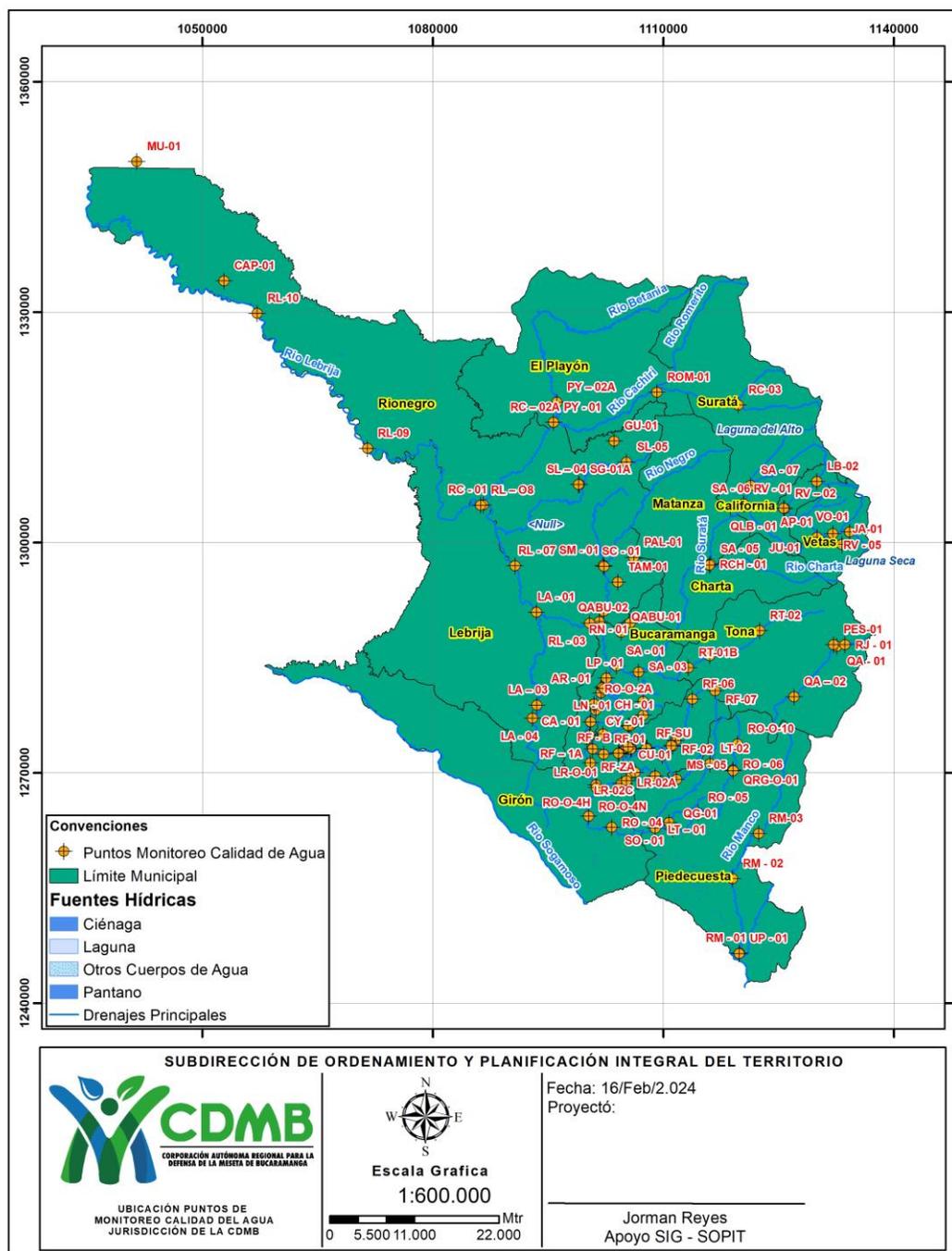
PUNTOS MONITOREO RED CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA								
ID	ESTACIÓN	CÓDIGO ESTACIÓN	SUBCUENCA	Unidad Hidrográfica III	Nivel	Fuente	COORD. PLANAS	
							Y(NORTE)	X(ESTE)
48	Puente Arturo	SG-01A	Río Salamanca	Río Silgara		Río Silgara	1307565	1099094
49	El Bambú	SL - 04	Río Salamaga	Río Salamaga		Río Salamaga	1307541	1098981
50	Brisas de Samaca	SM - 01	Río Negro	Quebrada Samaca		Quebrada Samaca	1297005	1102232
51	La virgen	SC - 01	Río Negro	Río Negro		Río Negro	1296906	1102317
52	Brisas	RN - 01	Río Negro	Río Negro		Río Negro	1291068	1102284
53	Primavera (El Chorro)	RM - 02	Río Chicamocha	Río Manco		Río Manco	1256200	1119044
54	Pescadero (Mensuly)	RM - 01	Río Chicamocha	Río Manco		Río Manco	1246516	1119926
55	Pescadero (Umpalá)	UP - 01	Río Chicamocha	Río Umpalá		Río Umpalá	1246475	1119912
56	Platacero	MS - 05	Río de Oro	Quebrada Mensulí o La Estancia	o La	Quebrada Mensulí o La Estancia	1269168	1111743
57	Autopista	AZ - 07	Río de Oro	Quebrada Mensulí	o Aranzoque	Quebrada Mensulí	1272238	1109866
58	Cañaveral	LR - 03	Río de Oro	Quebrada Ruitoque	o La Ruitoca	Quebrada Ruitoque	1269576	1108979
59	El Pílon	LR - 02	Río de Oro	Quebrada Ruitoque	o La Ruitoca	Quebrada Ruitoque	1268653	1104591
60	Arenales	QA - 02	Río Chitaga	Quebrada Arenales		Quebrada Arenales	1279894	1127032
61	Berlín	QA - 01	Río Chitaga	Quebrada Arenales		Quebrada Arenales	1286473	1132599
62	Berlín	RJ - 01	Río Chitaga	Río Jordán		Río Jordán	1286687	1133659
63	Borrero	RV - 05	Río Vetas	Río Vetas		Río Vetas	1301171	1132080

PUNTOS MONITOREO RED CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA								
ID	ESTACIÓN	CÓDIGO ESTACIÓN	SUBCUENCA	Unidad Hidrográfica III	Nivel	Fuente	COORD. PLANAS	
							Y(NORTE)	X(ESTE)
64	Loma Redonda	RV – 02	Río Vetas	Río Vetas		Río Vetas	1304410	1125835
65	Loma Redonda (La Baja)	QLB - 01	Q. La Baja	Quebrada La Baja o Páez		Quebrada La Baja o Páez	1304455	1125711
66	Cristales	RO-O-10	Río de Oro	Río de Oro		Río de Oro	1273759	1119688
67	CE Rasgón	QRG-O-01	Río de Oro	Quebrada El Rasgón		Quebrada El Rasgón	1270289	1119095
68	Batea Oro	RO-O-2PA	Río de Oro	Río de Oro		Río de Oro	1262984	1109266
69	Chocoa	RO-O-4N	Río de Oro	Río de Oro		Río de Oro	1264382	1100285
70	Barbosa	RO-O-4H	Río de Oro	Río de Oro		Río de Oro	1268478	1101269
71	Chimita	RO-O-2A	Río de Oro	Río de Oro		Río de Oro	1278947	1101005
72	La Vega	QABU-02	alto Lebrija	Quebrada El Aburrído		Quebrada El Aburrído	1289529	1105683
73	Acapulco	LR-02B	Río de Oro	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque		Quebrada La Ruitoca o Ruitoque	1269993	1105900
74	Pollo Plus	LR-02C	Río de Oro	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque		Quebrada La Ruitoca o Ruitoque	1270050	1106362
75	El Porvenir	LR-02A	Río de Oro	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque		Quebrada La Ruitoca o Ruitoque	1268965	1105230
76	La Ruitoca	LR-O-01	Río de Oro	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque		Quebrada La Ruitoca o Ruitoque	1268074	1101293
77	Zona Refrescante	SU-01	Río de Oro	Quebrada Suratoque		Quebrada Suratoque	1273247	1107866
78	La Truchera	RF-07	Río de Oro	Río Frío		Río Frío	1280687	1116761
79	Puente San Ignacio	RF-06	Río de Oro	Río Frío		Río Frío	1279620	1113798

PUNTOS MONITOREO RED CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA								
ID	ESTACIÓN	CÓDIGO ESTACIÓN	SUBCUENCA	Unidad Hidrográfica III	Nivel	Fuente	COORD. PLANAS	
							Y(NORTE)	X(ESTE)
80	La Esperanza	CR-01	Río de Oro	Quebrada Carbona		Quebrada Carbona	1273488	1111246
81	Esperanza Rio Frio	RF-02	Río de Oro	Río Frío		Río Frío	1273558	1111067
82	Z. Refrescante R.F.	RF-SU	Río de Oro	Río Frío		Río Frío	1273167	1107774
83	Campestre R.F.	RF-ZA	Río de Oro	Río Frío		Río Frío	1273125	1105805
84	Tierra Santa	CU-01	Río de Oro	Quebrada Cuellar		Quebrada Cuellar	1273369	1105424
85	Anillo vial	RF-01	Río de Oro	Río Frío		Río Frío	1272439	1102268
86	La Bodega	LB-02	Q. La Baja	Quebrada La Baja o Páez		Quebrada La Baja o Páez	1307954	1130015
87	El Juncal	JU-01	Río Suratá	Quebrada El Juncal		Quebrada El Juncal	1297319	1122469
88	Agua de Paramo	AP-01	Río Vetas	Quebrada Agua de Paramo		Quebrada Agua de Paramo	1300698	1130050
89	El Volcán	VO-01	Río Vetas	Quebrada El Volcán		Quebrada El Volcán	1301357	1134250
90	Jaimes	JA-01	Río Vetas	Quebrada Jaimes		Quebrada Jaimes	1299777	1133277
91	Tienda La Playa	RM-03	Río Chicamocha	Río Manco		Río Manco	1262079	1122426
92	Aburrido Bajo	QABU-01	Alto Lebrija	Quebrada El Aburrido		Quebrada El Aburrido	1288327	1104542
93	La Palmita	PAL-01	Río Negro	Quebrada La Palmita		Quebrada La Palmita	1298078	1106185
94	La Tambora	TAM-01	Río Negro	Quebrada La Tambora		Quebrada La Tambora	1294829	1104080
95	Guayuriba	GU-01	Río Salamaga	Quebrada Guayuriba		Quebrada Guayuriba	1313239	1103615

PUNTOS MONITOREO RED CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA								
ID	ESTACIÓN	CÓDIGO ESTACIÓN	SUBCUENCA	Unidad Hidrográfica III	Nivel	Fuente	COORD. PLANAS	
							Y(NORTE)	X(ESTE)
96	Misiguay	SL-05	Río Salamaga	Río Salamaga		Río Salamaga	1310477	1105245
97	Las Mariposas	LT-02	Río de Oro	Río Lato		Río Lato	1271202	1116094
98	Musanda	MU-01	Bajo Rionegro	Musanda		Musanda	1349633	1041495
99	Caño Pato	CAP-01	Bajo Rionegro	Caño Pato		Caño Pato	1334064	1052857
100	Cachirí	RC-03	Río Cachira	Río Cachiri		Río Cachiri	1317946	1119780
101	El Filo	ROM-01	Río Cachira	Río Romerito		Río Romerito	1319573	1109180
102	Berlín Pescadero	PES-01	Río Chitaga	Quebrada Pescadero		Quebrada Pescadero	1286722	1132168
103	Provincia	RL-09	Lebrija Medio	Río Lebrija		Río Lebrija	1312250	1071515
104	San Rafael	RL-10	Lebrija Medio	Río Lebrija		Río Lebrija	1329874	1057150
105	El Palmar	RT-02	Río Suratá	Río Tona		Río Tona	1288533	1122565
106	Casa Hotel	RT-01B	Río Suratá	Río Tona		Río Tona	1283687	1113288

2.1 Ubicación de los puntos de monitoreo agua superficial en el área de jurisdicción de la CDMB



Mapa 1. Ubicación de puntos de monitoreo año 2023, Jurisdicción de la CDMB.

Nota: Ubicación de ciento seis (106) puntos de monitoreo localizados en las principales fuentes hídricas superficiales en la jurisdicción de la CDMB.

2.2 Parámetros evaluados

La medición de parámetros de campo insitu consignados en la tabla 3, se realizan en los ciento seis (106) puntos, de igual manera que los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos presentados en la tabla 4. Con esta información se determina la calidad del agua en cada estación de monitoreo por medio del cálculo de los índices de calidad-ICAS e ICO`S.

Tabla 3. Parámetros de campo.

Parámetro	Unidades
Datos de Campo	
Caudal	L/s
Temperatura del Ambiente	°C
Temperatura del Agua	°C
pH	Unid pH
Oxígeno Disuelto	mg/L
Conductividad	µS/ cm
Presión	mmHg

Tabla 4. Parámetros evaluados fisicoquímicos y microbiológicos

PARÁMETROS	
Alcalinidad Total	Coliformes Termotolerantes
Dureza Total	Cianuro
Demanda Química de Oxígeno DQO	Mercurio
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5	Hierro
Fósforo Total	Cobre
Nitrógeno Amoniacal	Cadmio
Nitrógeno Total Kjeldahl NTK	Cromo
Turbidez	Manganeso

PARÁMETROS	
Nitritos	Plomo
Nitratos	Zinc
Sólidos Totales	Níquel
Sólidos Suspendidos	Aluminio
Sólidos Sedimentables	Arsénico
Coliformes Totales	Uranio
Pesticidas Organoclorados	Pesticidas Organofosforados

Se debe agregar, que los parámetros cianuro y metales pesados (excepto el Uranio) descritos en la tabla 4 se miden en las campañas de la red de calidad, específicamente para los puntos de monitoreo ubicados en la zona minera, SA-07, SA-06, SA-05, SA-03, RV-05, RV-02, RV-01, RT- 01, QLB-01, LB-02, JU-01, AP-01, VO-01, JA-01, MU-01, CAD-01, RL-09, RL-10, RT-02 y RT-01B. Para el caso del metal uranio, solo se realizó en los puntos SA-06, RV-01, SA-03, RV-02 y QLB-01.

De igual manera para los parámetros de análisis de pesticidas se ejecutaron solo en los puntos QA-02, QA-01, RJ-01, AP-01, GU-01, SL-05 y PES-01.

2.3 Análisis de calidad del agua

La información de los resultados fisicoquímicos y microbiológicos por cada monitoreo, se recopiló y organizó en una hoja de cálculo, para realizar la verificación y análisis de cada resultado con el laboratorio, al igual que revisar la correlación de resultados entre parámetros, para así, proceder cargarla en el aplicativo del SIC. Posteriormente, se realizó la representación gráfica de los resultados de los ICAS e ICO`S, para las fuentes principales y sus afluentes en las cuales se visualiza el comportamiento de la corriente para el año 2023

2.3.1 Índice de Calidad del Agua

De acuerdo al ENA 2018, dentro de los indicadores de intervención antrópica tenemos, el ICA y el IACAL que nos muestran el estado de la Calidad y presión por contaminación, en este informe se calculará el Índice de calidad del agua -ICA.

El cálculo de ICA, se realizó con la ponderación de siete (7) variables: oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno, conductividad eléctrica, sólidos totales en suspensión, pH, la relación NT/PT y coliformes termotolerantes. Con los resultados obtenidos del monitoreo puntual de la red de calidad del agua en dos (2) campañas realizadas para el año 2023 dentro del área de jurisdicción de la CDMB, se determinó el ICA promedio como indicativo de las condiciones generales de calidad anual. Las variables consideradas y la ponderación correspondiente se presentan en la Tabla 5.

También, se determinaron los cuatro índices de contaminación complementarios - ICOS: 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 Hidrología, Meteorología y Estudios ambientales – IDEAM.

Tabla 5. Variables ICA (IDEAM)

ICA (7 variables – Incluye Coliformes fecales)		
Variable	Expresada como	Peso de importancia
Oxígeno Disuelto	% saturación	0.16
Sólidos en suspensión	mg/L	0.14
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	0.14

ICA (7 variables – Incluye Coliformes fecales)		
Variable	Expresada como	Peso de importancia
Conductividad eléctrica	μS/cm	0.14
Relación N total / P total	(mg/L)/(mg/L)	0.14
pH	Unidades de pH	0.14
Coliformes fecales	NMP/100 ml	0.14

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

Ecuación 1. Fórmula de cálculo Índice de Calidad de Agua

Dónde:

ICA: Índice de calidad del agua,

w_i: Ponderación,

l_i: 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.

a) Cálculo del porcentaje de saturación de Oxígeno Disuelto – OD:

- Obtener las mediciones de: OD, Temperatura del agua en °C – T, Altura: Distancia vertical de un punto de la superficie terrestre respecto al nivel del mar en metros [msnm]

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

$$PS = \frac{OD * 100}{Cp}$$

Ecuación 2. Fórmula de cálculo Porcentaje de saturación

Donde OD es el oxígeno disuelto (mg/L)

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

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

Ecuación 3. Fórmula de cálculo concentración de equilibrio de oxígeno

Para calcular la Presión no estándar – P, se debe obtener:

Valor de la altura sobre el nivel del mar del sitio – altitud.

Con él se calcula la Presión no estándar – P, donde:

$$P = \frac{EXP(6.633 - 0.0001221 * altitud)}{760}$$

Ecuación 4. Fórmula para calculo Presión no estándar

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

$$C^* = EXP \left(\left(-139,3441 + \left(\frac{157570,1}{TE} \right) - \left(\frac{66423080}{TE^2} \right) + \left(\frac{12438000000}{TE^3} \right) - \left(\frac{862194900000}{TE^4} \right) \right) \right)$$

Ecuación 5. Fórmula para calculo concentración de equilibrio de oxígeno

Hallar la temperatura TE, que corresponde a la temperatura del agua en grados Kelvin (K), donde:

$$TE = T + 273.15$$

Ecuación 6. Fórmula para calculo temperatura del agua en grados Kelvin (K)

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

$$PW = EXP\left(11,8571 - \left(\frac{3840,7}{TE}\right) - \left(\frac{216961}{TE^2}\right)\right)$$

Ecuación 7. Fórmula para calculo Presión parcial de vapor de agua

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

$$\theta = 0,000975 - (1,426 * 10^{-5} * T) + (6,436 * 10^{-8} * T^2)$$

Ecuación 8. Fórmula para calculo Factor de corrección de la temperatura

- Calcular el Índice de saturación de oxígeno disuelto – I_{OD}

$$\text{Si } PS \leq 100\%, \quad I_{OD} = 1 - (1 - 0,01 * PS)$$

$$\text{Si } PS > 100\%, \quad I_{OD} = 1 - (0,01 * PS - 1)$$

- b)** Cálculo del Subíndice de calidad para Solidos suspendidos totales, ISST, donde

$$\text{Si } SST \leq 4,5, \text{ entonces } I_{SST}=1$$

$$I_{SST} = 1 - (- 0,02 + 0,003 * SST \text{ (mg / L)})$$

$$\text{Si } SST \geq 320, \text{ entonces } I_{SST} = 0$$

c) 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 $I_{DQO} = 0,15$

d) En caso de no tener los datos sobre nitrógeno total y fósforo total, sino las especies solubles Nitrato y Fosfato, se debe utilizar el cociente: NO_3/PO_4

Si $15 \leq N/P \leq 20$, entonces $I_{N/P} = 0,80$

Si $10 < N/P < 15$, entonces $I_{N/P} = 0,60$

Si $5 < N/P \leq 10$, entonces $I_{N/P} = 0,35$

Si $N/P \leq 5$, o $N/P > 20$ entonces $I_{N/P} = 0,15$

e) Cálculo del índice de Conductividad eléctrica, donde:

$$I_{Cond} = 1 - 10^{(-326 + 1,34 \log_{10}(\text{Conductividad}))}$$

Ecuación 9. Fórmula para cálculo del índice de Conductividad eléctrica

Cuando $I_{Cond} < 0$, entonces $I_{Cond} = 0$

f) Cálculo de índice de pH, I_{pH} :

Si $pH < 4$, entonces $I_{pH} = 0,10$

Si $4 < pH \leq 7$, entonces $I_{pH} = 0,2628419 * e^{(pH * 0,520025)}$

Si $7 < \text{pH} \leq 8$, entonces $I_{\text{pH}} = 1$

Si $8 < \text{pH} \leq 11$, entonces $I_{\text{pH}} = 1 * e^{((\text{pH}-8) * -0,5187742)}$

Si $\text{pH} > 11$, entonces $I_{\text{pH}} = 0,10$

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

Valor ponderado = Ponderación * Valor de cada subíndice

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

Tabla 6. 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
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 las

Tabla 7 y 8.

Tabla 7. 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.

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

Ecuación 10. Fórmula para calculo ICOMI

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

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

I Dureza: Se obtiene a partir de la siguiente expresión:

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

Durezas mayores a 110 mg/l tienen un I Dureza = 1

Durezas menores a 30 mg/l tienen un I Dureza = 0

$$\text{I Alcalinidad} = -0,25 + 0,005 * \text{Alcalinidad (mg/l)}$$

Alcalinidad. mayor a 250 mg/l tiene un I Alcalinidad = 1

Alcalinidad. menor a 50 mg/l tiene un I 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:

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

Ecuación 11. Fórmula para cálculo del ICOMO

$$\text{IDBO} = -0,05 + 0,70 \text{ Log}_{10} \text{ DBO (mg/l)}$$

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

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

$$\text{IColiformes Totales} = -1,44 + 0,56 \text{ Log}_{10} \text{ Coliformes Totales (NMP/100ml)}$$

Colif. Totales mayores a 20,000 (NMP/100ml) tienen $\text{IColiformes Totales} = 1$

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

$$\text{I\%Oxígeno} = 1 - 0,01\% \text{Oxígeno}$$

%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.

$$\text{ICOSUS} = -0,02 + 0,003 * \text{Sólidos Suspendidos (mg/l)}$$

Ecuación 12. Fórmula para cálculo del ICOSUS

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 Tráfico – ICOTRO

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

Tabla 8. Rangos establecidos para el ICOTRO. Fuente: Ramírez et al. (1999)

ICOTRO	
Oligotrófico	<0,01
Mesotrófico	0,01 – 0,02
Eutrófico	>0,02 - 1
Hipereutrófico	>1

2.4. Resultados del monitoreo de calidad de agua 2023

Las actividades y campañas de monitoreo se ejecutaron finalizando el primer semestre y durante el segundo semestre del año 2023, la primera campaña de monitoreo de calidad se realizó a final del mes de junio y principios del mes de julio y la segunda campaña de calidad se realizó en el mes de octubre. Las campañas de metales se fueron realizando cada 15 días aproximadamente mes a mes, desde junio hasta principios de noviembre.

Teniendo en cuenta la información obtenida del informe de la Red Hidroclimatológica de la CDMB para el año 2023, se determina que durante la ejecución de la primera campaña de calidad realizada entre junio y julio, se

presentaron bajas precipitaciones, y para el mes de octubre, fecha en que se realizó la segunda campaña de calidad, se presentaron mayores precipitaciones, lo que ayuda a comprender la variación significativa de los resultados del laboratorio que pueda presentarse entre las épocas.

2.4.1. Índices de Calidad de Agua 2023

A continuación, en la Tabla 09 se reportan los resultados de los índices de calidad – ICA´s de los puntos monitoreados para dos (2) campañas del año 2023, con los valores del ICA y su calidad:

Tabla 9. Índices de Calidad de Agua para las dos (2) campañas de monitoreo 2023

SITIO MUESTREO	DE PUNTO	ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA - ICA´s		ICA 2023	CALIDAD
		CAMPAÑA 1	CAMPAÑA 2		
Río Suratá	SA-07	0.70	0.65	0.68	REGULAR
Río Suratá	SA-06	0.68	0.66	0.67	REGULAR
Río Suratá	SA-05	0.66	0.65	0.66	REGULAR
Río Suratá	SA-03	0.63	0.53	0.58	REGULAR
Río Suratá	SA-01	0.63	0.69	0.66	REGULAR
Río Vetas	RV-05	0.63	0.55	0.59	REGULAR
Río Vetas	RV-02	0.70	0.69	0.70	REGULAR
Río Vetas	RV-01	0.66	0.65	0.66	REGULAR
Río Tona	RT-01A	0.60	0.60	0.60	REGULAR
Río Charta	RCH-01	0.68	0.59	0.64	REGULAR
Río de Oro	RO-O-10	0.73	0.81	0.77	ACEPTABLE
Río de Oro	RO-06	0.71	0.68	0.70	REGULAR
Río de Oro	RO-05	0.62	0.61	0.62	REGULAR
Río de Oro	RO-O-2PA	0.47	0.46	0.47	MALA
Río de Oro	RO-04	0.46	0.43	0.45	MALA
Río de Oro	RO-O-4N	0.5	0.56	0.53	REGULAR
Río de Oro	RO-O-4H	0.58	0.68	0.63	REGULAR
Río de Oro	RO-4A	0.59	0.59	0.59	REGULAR
Río de Oro	RO-02	0.54	0.5	0.52	REGULAR
Río de Oro	RO-O-2A	0.39	0.41	0.40	MALA
Río de Oro	RO-01	0.36	0.23	0.30	MALA
Q. El Rasgón	QRG-O-01	0.72	0.73	0.73	ACEPTABLE

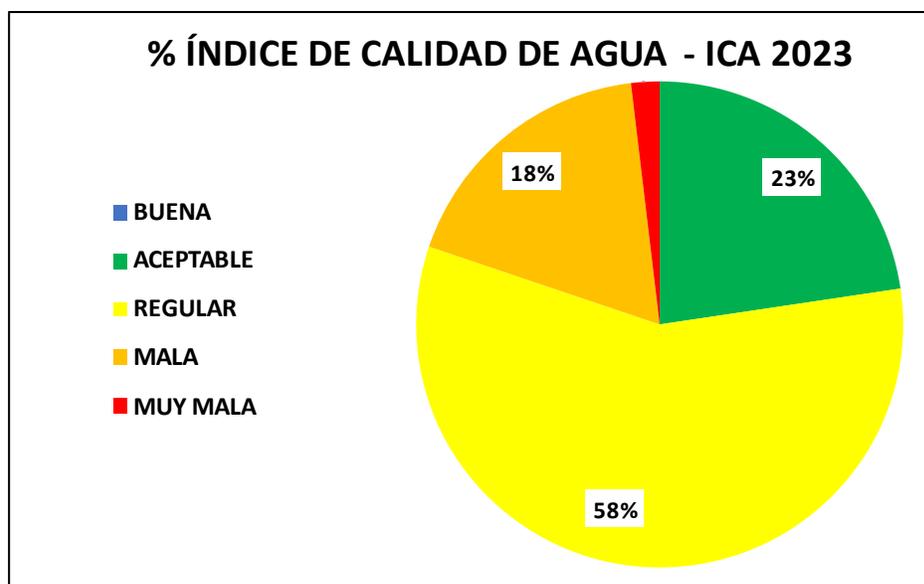
SITIO MUESTREO	DE PUNTO	ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA - ICA's		ICA 2023	CALIDAD
		CAMPAÑA 1	CAMPAÑA 2		
Q. Grande	QG-01	0.6	0.69	0.65	REGULAR
Q. Soratoque	SO-01	0.61	0.58	0.60	REGULAR
Río Lato	LT-01	0.59	0.65	0.62	REGULAR
Q. Chimita	CA-01	0.35	---	0.35	MALA
Q. La Cuyamita	CY-01	0.39	---	0.39	MALA
Q. La Argelia	AR-01	0.5	---	0.50	MALA
Q. Las Navas	LN-01	0.18	---	0.18	MUY MALA
Q. Chapinero	CH-01	0.38	---	0.38	MALA
Q. La Picha	LP-01	0.38	---	0.38	MALA
Río Lebrija	RL-08	0.64	0.63	0.64	REGULAR
Río Lebrija	RL-07	0.6	0.58	0.59	REGULAR
Río Lebrija	RL-03	0.39	0.5	0.45	MALA
Río Lebrija	RL-02	0.67	0.53	0.60	REGULAR
Río Negro	RN-01	0.65	0.71	0.68	REGULAR
Río Salamaga	SL-04	0.81	0.81	0.81	ACEPTABLE
Río Cachira	RC-01	0.68	0.67	0.68	REGULAR
Río Cachirí	RC-02A	0.79	0.67	0.73	ACEPTABLE
Q. La Angula	LA-04	0.65	0.65	0.65	REGULAR
Q. La Angula	LA-03	0.51	0.28	0.40	MALA
Q. La Angula	LA-01	0.75	0.69	0.72	ACEPTABLE
Río Playonero	PY-02A	0.72	0.72	0.72	ACEPTABLE
Río Playonero	PY-01	0.72	0.72	0.72	ACEPTABLE
Río Manco	RM-02	0.73	0.58	0.66	REGULAR
Río Manco	RM-01	0.69	0.4	0.55	REGULAR
Q. La Ruitoca	LR-03	0.66	0.69	0.68	REGULAR
Q. La Ruitoca	LR-02	0.7	0.5	0.60	REGULAR
Río Frío	RF-03	0.82	0.7	0.76	ACEPTABLE
Río Frío	RF-P	0.56	0.63	0.60	REGULAR
Río Frío	RF-B	0.48	0.47	0.48	MALA
Río Frío	RF-1A	0.44	0.48	0.46	MALA
Q. Aranzoque-Mensulí	MS-05	0.58	0.66	0.62	REGULAR
Q. Aranzoque-Mensulí	AZ-07	0.69	0.5	0.60	REGULAR
Q. Aranzoque-Mensulí	AZ-1A	0.6	0.65	0.63	REGULAR
Q. Zapamanga	ZA-01	0.57	0.58	0.58	REGULAR
Q. La Flora	LF-01	0.62	0.67	0.65	REGULAR
Q. La Cascada	CS-01	0.42	0.28	0.35	MALA
Q. La Iglesia	LI-03	0.28	0.35	0.32	MALA
Q. La Iglesia	LI-01	0.28	0.4	0.34	MALA

SITIO MUESTREO	DE PUNTO	ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA - ICA's		ICA 2023	CALIDAD
		CAMPAÑA 1	CAMPAÑA 2		
Q. El Macho	MA-01	0.62	---	0.62	REGULAR
Q. La Guacamaya	GY-01	0.19	---	0.19	MUY MALA
Q. El Carrasco	DC-01	0.29	0.27	0.28	MALA
Q. Samacá	SM-01	0.7	0.71	0.71	ACEPTABLE
Q. Santa Cruz	SC-01	0.7	0.71	0.71	ACEPTABLE
Río Silgará	SG-01A	0.78	0.76	0.77	ACEPTABLE
Río Umpála	UP-01	0.75	0.54	0.65	REGULAR
Q. Arenales	QA-02	0.65	0.71	0.68	REGULAR
Q. Arenales	QA-01	0.67	0.7	0.69	REGULAR
Río Jordán	RJ-01	0.66	0.7	0.68	REGULAR
Q. La Baja	QLB-01	0.68	0.63	0.66	REGULAR
Q. El Aburrído	QABU-02	0.74	0.77	0.76	ACEPTABLE
Q. La Ruitoca	LR-02B	0.68	0.57	0.63	REGULAR
Q. La Ruitoca	LR-02C	0.71	0.55	0.63	REGULAR
Q. La Ruitoca	LR-02A	0.68	0.59	0.64	REGULAR
Q. La Ruitoca	LR-O-01	0.69	0.56	0.63	REGULAR
Q. Suratoque	SU-01	0.67	0.53	0.60	REGULAR
Río Frío	RF-07	0.74	0.76	0.75	ACEPTABLE
Río Frío	RF-06	0.69	0.72	0.71	ACEPTABLE
Q. La Carbona	CR-01	0.64	0.63	0.64	REGULAR
Río Frío	RF-02	0.74	0.78	0.76	ACEPTABLE
Río Frío	RF-SU	0.69	0.7	0.70	REGULAR
Río Frío	RF-ZA	0.64	0.62	0.63	REGULAR
Q. Cuellar	CU-01	0.53	0.45	0.49	MALA
Río Frío	RF-01	0.42	0.48	0.45	MALA
Q. La Baja	LB-02	0.79	0.79	0.79	ACEPTABLE
Q. El Juncal	JU-01	0.77	0.73	0.75	ACEPTABLE
Q. El Volcán	VO-01	0.59	0.73	0.66	REGULAR
Q. Jaimes	JA-01	0.85	0.81	0.83	ACEPTABLE
Q. Agua de Paramo	AP-01	0.77	0.80	0.79	ACEPTABLE
Río Manco	RM-03	0.74	0.47	0.61	REGULAR
Q. El Aburrído	QABU-01	0.67	0.66	0.67	REGULAR
Q. Palmita	PAL-01	0.73	0.74	0.74	ACEPTABLE
Q. Tambora	TAM-01	0.55	0.6	0.58	REGULAR
Q. Guaduas	GU-01	0.75	0.78	0.77	ACEPTABLE
Río Salamaga	SL-05	0.74	0.84	0.79	ACEPTABLE
Río Lato	LT-02	0.74	0.79	0.77	ACEPTABLE
Q. Musanda	MU-01	0.67	0.66	0.67	REGULAR
Caño Pato	CPA-01	0.66	0.74	0.70	REGULAR
Río Cachirí	RC-03	0.56	0.57	0.57	REGULAR

SITIO MUESTREO	DE PUNTO	ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA - ICA's		ICA 2023	CALIDAD
		CAMPAÑA 1	CAMPAÑA 2		
Río Romerito	ROM-01	0.84	0.82	0.83	ACEPTABLE
Q. Pescadero	PES-01	0.67	0.65	0.66	REGULAR
Río Lebrija	RL-09	0.55	0.56	0.56	REGULAR
Río Lebrija	RL-10	0.58	0.62	0.60	REGULAR
Río Tona	RT-02	0.65	0.56	0.61	REGULAR
Río Tona	RT-01B	0.67	0.59	0.63	REGULAR

De la tabla anterior se puede observar que para los nuevos veintiún (21) puntos monitoreados (LB-02, JU-01, VO-01, JA-01, AP-01, RM-03, QABU-01, PAL-01, TAM-01, GU-01, SL-05, LT-02, MU-01, CPA-01, RC-03, ROM-01, PES-01, RL-09, RL-10, RT-02, RT-01B), nueve (9) puntos tienen calidad de agua "Aceptable". Y los doce (12) puntos restantes se califican como calidad "Regular". Es importante hacer seguimiento a estas corrientes con el fin de conocer su comportamiento regular y preservar su calidad.

Con el fin de mostrar un compendio de los resultados de los ICAS generados en las campañas de monitoreo 2023 y el porcentaje de los mismos, se presenta la gráfica 1 que muestra la ubicación de los índices de calidad de los 106 puntos de monitoreo.



Gráfica 1. Porcentaje de ICAS- 2022.

La Gráfica 1 indica la distribución porcentual del índice de calidad de agua correspondiente a los ciento seis (106) puntos monitoreados en el año 2023. De lo anterior se determina que 23% de los puntos monitoreados (21 puntos) se encuentran con un ICA de categoría “ACEPTABLE”, un 58% de los puntos (66 puntos) como categoría “REGULAR”, un 18% (17 puntos) como categoría “MALA” y un 2% de los puntos (2 puntos) como categoría “MUY MALA”, siendo la categoría “REGULAR” la tendencia principal en la región, las cuales hipotéticamente podrían ser a causa de la ausencia de PTAR´s para el tratamiento de las cargas orgánicas receptadas por las principales fuentes hídricas en la jurisdicción. Hay que mencionar, además, los vertimientos generados por los diferentes sectores económicos formales y no formales que aún no cuentan con los respectivos tratamientos.

2.4.2. Comparación de los índices de calidad y su categorización para los años 2022 y 2023.

Se realiza una comparación de los resultados ICA del año 2022 y 2023, con el fin de analizar si se presentaron variaciones en la calidad de agua de los diferentes puntos evaluados. Se presentan los resultados en la Tabla 10, con los respectivos promedios anuales y categorización. Estos resultados están basados en el cálculo para siete (7) variables acordes al IDEAM.

Tabla 10. Índices de Calidad de Agua en puntos de monitoreo años 2022 y 2023

SITIO MUESTREO	DE PUNTO	AÑO 2022		AÑO 2023	
		ICA	Calidad	ICA	Calidad
Río Suratá	SA-07	0.74	ACEPTABLE	0.68	REGULAR
Río Suratá	SA-06	0.69	REGULAR	0.67	REGULAR
Río Suratá	SA-05	0.66	REGULAR	0.66	REGULAR
Río Suratá	SA-03	0.67	REGULAR	0.58	REGULAR
Río Suratá	SA-01	0.62	REGULAR	0.66	REGULAR
Río Vetas	RV-05	0.65	REGULAR	0.59	REGULAR
Río Vetas	RV-02	0.72	ACEPTABLE	0.70	REGULAR
Río Vetas	RV-01	0.67	REGULAR	0.66	REGULAR
Río Tona	RT-01A	0.58	REGULAR	0.60	REGULAR
Río Charta	RCH-01	0.63	REGULAR	0.64	REGULAR
Río de Oro	RO-O-10	0.76	ACEPTABLE	0.77	ACEPTABLE

SITIO MUESTREO	DE PUNTO	AÑO 2022		AÑO 2023	
		ICA	Calidad	ICA	Calidad
Río de Oro	RO-06	0.67	REGULAR	0.70	REGULAR
Río de Oro	RO-05	0.72	ACEPTABLE	0.62	REGULAR
Río de Oro	RO-O-2PA	0.47	MALA	0.47	MALA
Río de Oro	RO-04	0.58	REGULAR	0.45	MALA
Río de Oro	RO-O-4N	0.58	REGULAR	0.53	REGULAR
Río de Oro	RO-O-4H	0.60	REGULAR	0.63	REGULAR
Río de Oro	RO-4A	0.61	REGULAR	0.59	REGULAR
Río de Oro	RO-02	0.40	MALA	0.52	REGULAR
Río de Oro	RO-O-2A	0.48	MALA	0.40	MALA
Río de Oro	RO-01	0.44	MALA	0.30	MALA
Q. El Rasgón	QRG-O-01	0.71	ACEPTABLE	0.73	ACEPTABLE
Q. Grande	QG-01	0.63	REGULAR	0.65	REGULAR
Q. Soratoque	SO-01	0.61	REGULAR	0.60	REGULAR
Río Lato	LT-01	0.60	REGULAR	0.62	REGULAR
Q. Chimita	CA-01	0.46	MALA	0.35	MALA
Q. La Cuyamita	CY-01	0.45	MALA	0.39	MALA
Q. La Argelia	AR-01	0.43	MALA	0.50	MALA
Q. Las Navas	LN-01	0.45	MALA	0.18	MUY MALA
Q. La Picha	LP-01	0.36	MALA	0.38	MALA
Q. Chapinero	CH-01	0.28	MALA	0.38	MALA
Río Lebrija	RL-08	0.58	REGULAR	0.64	REGULAR
Río Lebrija	RL-07	0.58	REGULAR	0.59	REGULAR
Río Lebrija	RL-03	0.51	REGULAR	0.45	MALA
Río Lebrija	RL-02	0.55	REGULAR	0.60	REGULAR
Río Negro	RN-01	0.63	REGULAR	0.68	REGULAR
Río Salamaga	SL-04	0.80	ACEPTABLE	0.81	ACEPTABLE
Río Cachíra	RC-01	0.55	REGULAR	0.68	REGULAR
Río Cachirí	RC-02A	0.75	ACEPTABLE	0.73	ACEPTABLE
Q. La Angula	LA-04	0.74	ACEPTABLE	0.65	REGULAR
Q. La Angula	LA-03	0.45	MALA	0.40	MALA
Q. La Angula	LA-01	0.66	REGULAR	0.72	ACEPTABLE
Río Playonero	PY-02A	0.68	REGULAR	0.72	ACEPTABLE
Río Playonero	PY-01	0.62	REGULAR	0.72	ACEPTABLE
Río Manco	RM-02	0.75	ACEPTABLE	0.66	REGULAR
Río Manco	RM-01	0.72	ACEPTABLE	0.55	REGULAR
Q. La Ruitoca	LR-03	0.69	REGULAR	0.68	REGULAR
Q. La Ruitoca	LR-02	0.69	REGULAR	0.60	REGULAR
Río Frío	RF-03	0.65	REGULAR	0.76	ACEPTABLE
Río Frío	RF-P	0.65	REGULAR	0.60	REGULAR
Río Frío	RF-B	0.44	MALA	0.48	MALA
Río Frío	RF-1A	0.40	MALA	0.46	MALA

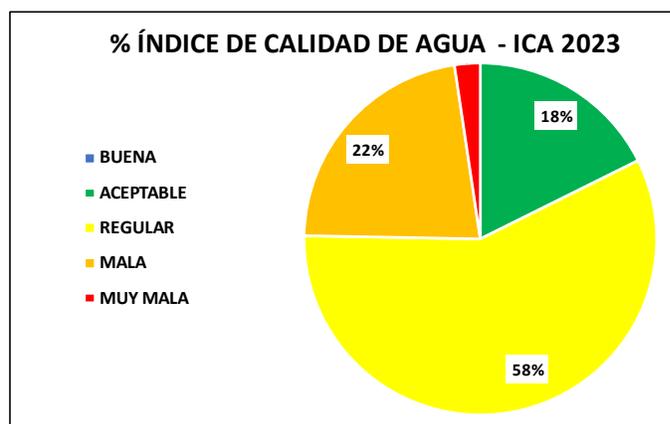
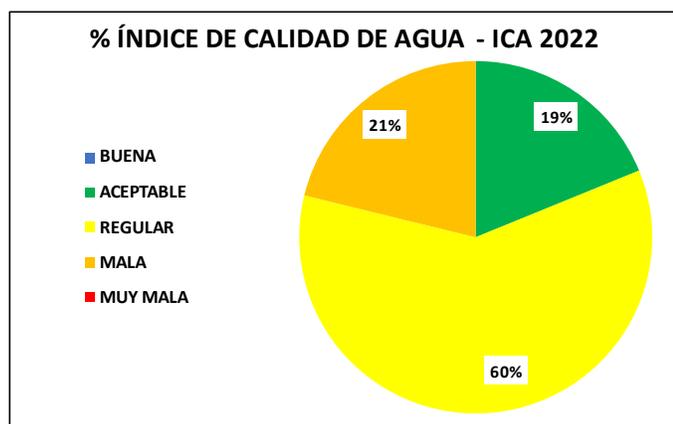
SITIO MUESTREO	DE PUNTO	AÑO 2022		AÑO 2023	
		ICA	Calidad	ICA	Calidad
Q. Aran- Men	MS-05	0.66	REGULAR	0.62	REGULAR
Q. Aran- Men	AZ-07	0.59	REGULAR	0.60	REGULAR
Q. Aran- Men	AZ-1A	0.57	REGULAR	0.63	REGULAR
Q. Zapamanga	ZA-01	0.51	REGULAR	0.58	REGULAR
Q. La Flora	LF-01	0.55	REGULAR	0.65	REGULAR
Q. La Cascada	CS-01	0.58	REGULAR	0.35	MALA
Q. La Iglesia	LI-03	0.49	MALA	0.32	MALA
Q. La Iglesia	LI-01	0.42	MALA	0.34	MALA
Q. El Macho	MA-01	0.56	REGULAR	0.62	REGULAR
Q. La Guacamaya	GY-01	0.41	MALA	0.19	MUY MALA
Q. El Carrasco	DC-01	0.29	MALA	0.28	MALA
Q. Samacá	SM-01	0.66	REGULAR	0.71	ACEPTABLE
Q. Santa Cruz	SC-01	0.61	REGULAR	0.71	ACEPTABLE
Río Silgará	SG-01A	0.74	ACEPTABLE	0.77	ACEPTABLE
Río Umpála	UP-01	0.74	ACEPTABLE	0.65	REGULAR
Q. Arenales	QA-02	0.72	ACEPTABLE	0.68	REGULAR
Q. Arenales	QA-01	0.70	REGULAR	0.69	REGULAR
Río Jordán	RJ-01	0.69	REGULAR	0.68	REGULAR
Q. La Baja	QLB-01	0.71	ACEPTABLE	0.66	REGULAR
Q. El Aburrido	QABU-02	0.74	ACEPTABLE	0.76	ACEPTABLE
Q. La Ruitoca	LR-02B	0.68	REGULAR	0.63	REGULAR
Q. La Ruitoca	LR-02C	0.64	REGULAR	0.63	REGULAR
Q. La Ruitoca	LR-02A	0.67	REGULAR	0.64	REGULAR
Q. La Ruitoca	LR-O-01	0.65	REGULAR	0.63	REGULAR
Q. Suratoque	SU-01	0.56	REGULAR	0.60	REGULAR
Río Frío	RF-07	0.69	REGULAR	0.75	ACEPTABLE
Río Frío	RF-06	0.70	REGULAR	0.71	ACEPTABLE
Q. La Carbona	CR-01	0.65	REGULAR	0.64	REGULAR
Río Frío	RF-02	0.79	ACEPTABLE	0.76	ACEPTABLE
Río Frío	RF-SU	0.66	REGULAR	0.70	REGULAR
Río Frío	RF-ZA	0.67	REGULAR	0.63	REGULAR
Q. Cuellar	CU-01	0.59	REGULAR	0.49	MALA
Río Frío	RF-01	0.46	MALA	0.45	MALA
Q. La Baja	LB-02	---	---	0.79	ACEPTABLE
Q. El Juncal	JU-01	---	---	0.75	ACEPTABLE
Q. El Volcán	VO-01	---	---	0.66	REGULAR
Q. Jaimes	JA-01	---	---	0.83	ACEPTABLE
Q. Agua de Paramo	AP-01	---	---	0.79	ACEPTABLE
Río Manco	RM-03	---	---	0.61	REGULAR

SITIO MUESTREO	DE PUNTO	AÑO 2022		AÑO 2023	
		ICA	Calidad	ICA	Calidad
Q. El Aburrído	QABU-01	---	---	0.67	REGULAR
Q. Palmita	PAL-01	---	---	0.74	ACEPTABLE
Q. Tambora	TAM-01	---	---	0.58	REGULAR
Q. Guaduas	GU-01	---	---	0.77	ACEPTABLE
Río Salamaga	SL-05	---	---	0.79	ACEPTABLE
Río Lato	LT-02	---	---	0.77	ACEPTABLE
Q. Musanda	MU-01	---	---	0.67	REGULAR
Caño Pato	CPA-01	---	---	0.70	REGULAR
Río Cachirí	RC-03	---	---	0.57	REGULAR
Río Romerito	ROM-01	---	---	0.83	ACEPTABLE
Q. Pescadero	PES-01	---	---	0.66	REGULAR
Río Lebrija	RL-09	---	---	0.56	REGULAR
Río Lebrija	RL-10	---	---	0.60	REGULAR
Río Tona	RT-02	---	---	0.61	REGULAR
Río Tona	RT-01B	---	---	0.63	REGULAR

En la Tabla 11, y Gráfica 2 y 3, se muestra el porcentaje obtenido para las diferentes categorías en los años 2022 y 2023, teniendo en cuenta los 85 puntos comunes durante los dos años.

Tabla 11. Comparativo ICAS 2022-2023

COMPARATIVO ICAS 2022-2023				
CATEGORIA ICA	2022		2023 (85 puntos)	
	# puntos	%	# puntos	%
BUENA	0	0%	0	0%
ACEPTABLE	16	19%	15	18%
REGULAR	51	60%	49	58%
MALA	18	21%	19	22%
MUY MALA	0	0%	2	2%



Gráfica 2. Índices de Calidad de Agua 2023 de los 85 puntos monitoreados del 2022 *Gráfica 3. Índices de Calidad de Agua 2023 de los 85 puntos monitoreados del 2022*

En la Tabla 11, se presenta la comparación de los ICAS correspondientes a ochenta y cinco puntos (85) de monitoreo comunes para los años 2022 y 2023, donde se evidencia un comportamiento similar del porcentaje de índices de calidad en las respectivas categorías en los dos años, sin embargo, es de resaltar el dos (2) por ciento que se ubica en la categoría “Muy Mala” y que no se había presentado en los años anteriores.

Entre los puntos de monitoreo donde se presentaron mejorías en el indicador se encuentran sobre el Río de Oro en el punto RO-02 donde paso de estar de categoría “Mala” a “Regular”; sobre el Río Frío los puntos RF-07, RF-06 y RF-03 en donde los ICAS pasaron de la categoría “Regular” en 2022 a “Aceptable” en 2023, una mejora importante, teniendo en cuenta que los puntos mencionados se encuentran aguas arriba de la Bocatoma de la planta de potabilización del municipio de Floridablanca; y las quebradas Samaca y Santa Cruz que son afluentes de Río Negro y que pasaron de la categoría “Regular” en 2022 a “Aceptable en 2023.

Entre los puntos que desmejoraron entre el año 2022 y 2023 en la calificación del ICA se encuentran sobre el Río Vetas el punto RV-02 que paso de categoría “Aceptable” a “Regular”, sobre la quebrada La Baja en el punto QLB-01 se evidencio el mismo comportamiento que el punto RV-02; sobre el Río Manco y Umpala, se presentó desmejora del indicador al pasar de “Aceptable” a “Regular” ; sobre el Río de Oro el punto RO-04 que paso de ubicarse en la categoría “Regular” a “Mala” y los puntos GY-01 y LN-01 que pasaron de ICA “Mala” a “Muy Mala”.

En conclusión, al comparar la Grafica 2 con la Gráfica 3, se observa una desmejora general de la calidad del agua ya que disminuyó un 1% la categoría

“Aceptable” y un 2% la categoría “Regular”, aumentando el porcentaje de categoría “Mala” y la categorización de la calidad como “Muy mala” en un 2%, la cual nunca se había presentado en el histórico.

2.4.3. Índices de Contaminación – ICO's 2023

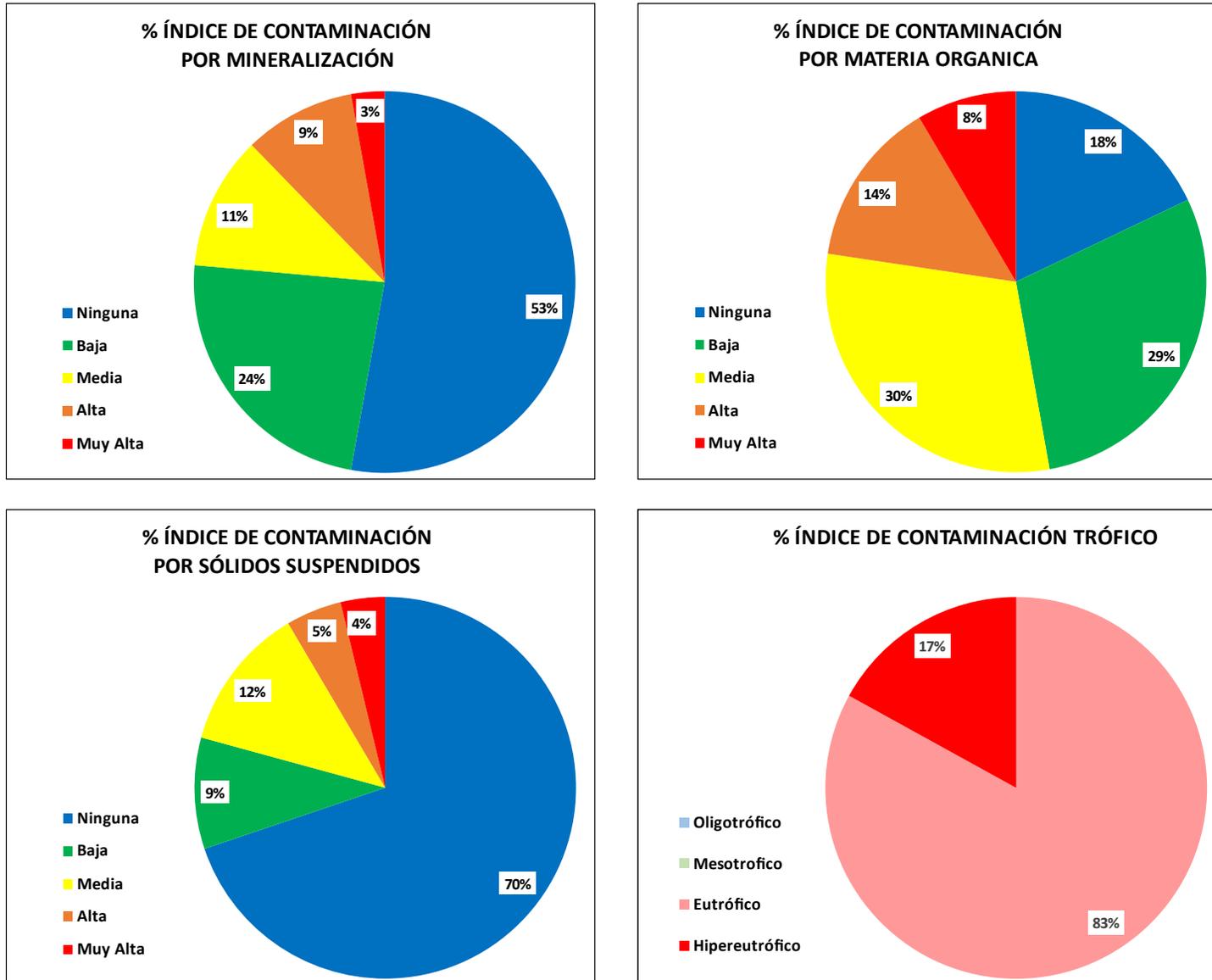
Tabla 12. Índices de Contaminación- 2023.

SITIO MUESTREO	DE PUNTO	ICOMI	Grado de Contaminación	ICOMO	Grado de Contaminación	ICOSUS	Grado de Contaminación	ICOTRO	Grado de Contaminación
Río Suratá	SA-07	0.10	NINGUNA	0.29	BAJA	0.05	NINGUNA	0.08	Eutrófico
Río Suratá	SA-06	0.09	NINGUNA	0.42	MEDIA	0.06	NINGUNA	0.08	Eutrófico
Río Suratá	SA-05	0.15	NINGUNA	0.41	MEDIA	0.15	NINGUNA	0.08	Eutrófico
Río Suratá	SA-03	0.22	BAJA	0.32	BAJA	0.41	MEDIA	0.07	Eutrófico
Río Suratá	SA-01	0.27	BAJA	0.44	MEDIA	0.23	BAJA	0.14	Eutrófico
Río Vetas	RV-05	0.06	NINGUNA	0.30	BAJA	0.64	ALTA	0.20	Eutrófico
Río Vetas	RV-02	0.05	NINGUNA	0.31	BAJA	0.16	NINGUNA	0.05	Eutrófico
Río Vetas	RV-01	0.16	NINGUNA	0.39	BAJA	0.15	NINGUNA	0.05	Eutrófico
Río Tona	RT-01A	0.40	BAJA	0.40	BAJA	0.01	NINGUNA	0.06	Eutrófico
Río Charta	RCH-01	0.28	BAJA	0.32	BAJA	0.34	BAJA	0.16	Eutrófico
Río de Oro	RO-O-10	0.15	NINGUNA	0.20	NINGUNA	0.05	NINGUNA	0.14	Eutrófico
Río de Oro	RO-06	0.08	NINGUNA	0.22	BAJA	0.06	NINGUNA	0.11	Eutrófico
Río de Oro	RO-05	0.19	NINGUNA	0.27	BAJA	0.04	NINGUNA	0.08	Eutrófico
Río de Oro	RO-O-2PA	0.39	BAJA	0.72	ALTA	0.13	NINGUNA	1.87	Hipereutrófico
Río de Oro	RO-04	0.35	BAJA	0.76	ALTA	0.08	NINGUNA	0.98	Eutrófico
Río de Oro	RO-O-4N	0.34	BAJA	0.64	ALTA	0.21	BAJA	0.94	Eutrófico
Río de Oro	RO-O-4H	0.24	BAJA	0.56	MEDIA	0.08	NINGUNA	0.60	Eutrófico
Río de Oro	RO-4A	0.25	BAJA	0.62	ALTA	0.10	NINGUNA	0.65	Eutrófico
Río de Oro	RO-02	0.39	BAJA	0.66	ALTA	0.15	NINGUNA	0.96	Eutrófico
Río de Oro	RO-O-2A	0.61	ALTA	0.73	ALTA	0.52	MEDIA	1.58	Hipereutrófico
Río de Oro	RO-01	0.51	MEDIA	0.90	MUY ALTA	0.70	ALTA	1.61	Hipereutrófico
Q. El Rasgón	QRG-O-01	0.02	NINGUNA	0.25	BAJA	0.01	NINGUNA	0.06	Eutrófico
Q. Grande	QG-01	0.45	MEDIA	0.44	MEDIA	0.02	NINGUNA	0.16	Eutrófico
Q. Soratoque	SO-01	0.49	MEDIA	0.41	MEDIA	0.01	NINGUNA	0.42	Eutrófico
Río Lato	LT-01	0.29	BAJA	0.48	MEDIA	0.01	NINGUNA	0.54	Eutrófico

SITIO MUESTREO	DE PUNTO	ICOMI	Grado de Contaminación	ICOMO	Grado de Contaminación	ICOSUS	Grado de Contaminación	ICOTRO	Grado de Contaminación
Q. Chimita	CA-01	0.73	ALTA	0.84	MUY ALTA	0.55	MEDIA	3.79	Hipereutrófico
Q. La Cuyamita	CY-01	0.76	ALTA	0.71	ALTA	0.94	MUY ALTA	2.76	Hipereutrófico
Q. La Argelia	AR-01	0.65	ALTA	0.67	ALTA	0.06	NINGUNA	2.45	Hipereutrófico
Q. Las Navas	LN-01	0.62	ALTA	0.93	MUY ALTA	1.00	MUY ALTA	0.93	Eutrófico
Q. La Picha	CH-01	0.76	ALTA	0.72	ALTA	0.94	MUY ALTA	2.75	Hipereutrófico
Q. Chapinero	LP-01	0.68	ALTA	1.00	MUY ALTA	0.12	NINGUNA	3.09	Hipereutrófico
Río Lebrija	RL-08	0.24	BAJA	0.57	MEDIA	0.30	BAJA	0.34	Eutrófico
Río Lebrija	RL-07	0.37	BAJA	0.53	MEDIA	0.03	NINGUNA	0.25	Eutrófico
Río Lebrija	RL-03	0.38	BAJA	0.57	MEDIA	0.54	MEDIA	0.36	Eutrófico
Río Lebrija	RL-02	0.43	MEDIA	0.58	MEDIA	0.11	NINGUNA	0.64	Eutrófico
Río Negro	RN-01	0.12	NINGUNA	0.42	MEDIA	0.07	NINGUNA	0.11	Eutrófico
Río Salamaga	SL-04	0.04	NINGUNA	0.06	NINGUNA	0.03	NINGUNA	0.06	Eutrófico
Río Cachira	RC-01	0.10	NINGUNA	0.25	BAJA	0.18	NINGUNA	0.08	Eutrófico
Río Cachirí	RC-02A	0.13	NINGUNA	0.19	NINGUNA	0.26	BAJA	0.08	Eutrófico
Q. La Angula	LA-04	0.08	NINGUNA	0.43	MEDIA	0.01	NINGUNA	0.08	Eutrófico
Q. La Angula	LA-03	0.28	BAJA	0.94	MUY ALTA	0.15	NINGUNA	1.31	Hipereutrófico
Q. La Angula	LA-01	0.25	BAJA	0.28	BAJA	0.02	NINGUNA	0.63	Eutrófico
Río Playonero	PY-02A	0.05	NINGUNA	0.39	BAJA	0.02	NINGUNA	0.09	Eutrófico
Río Playonero	PY-01	0.05	NINGUNA	0.39	BAJA	0.02	NINGUNA	0.07	Eutrófico
Río Manco	RM-02	0.05	NINGUNA	0.30	BAJA	0.60	MEDIA	0.23	Eutrófico
Río Manco	RM-01	0.06	NINGUNA	0.54	MEDIA	0.59	MEDIA	0.55	Eutrófico
Q. La Ruitoca	LR-02	0.10	NINGUNA	0.54	MEDIA	0.54	MEDIA	0.41	Eutrófico
Q. La Ruitoca	LR-03	0.08	NINGUNA	0.41	MEDIA	0.05	NINGUNA	0.09	Eutrófico
Río Frío	RF-03	0.06	NINGUNA	0.37	BAJA	0.06	NINGUNA	0.12	Eutrófico
Río Frío	RF-P	0.12	NINGUNA	0.52	MEDIA	0.24	BAJA	0.18	Eutrófico
Río Frío	RF-B	0.56	MEDIA	0.73	ALTA	0.21	BAJA	3.51	Hipereutrófico
Río Frío	RF-1A	0.52	MEDIA	0.71	ALTA	0.19	NINGUNA	3.76	Hipereutrófico
Q. Aran- Men	MS-05	0.16	NINGUNA	0.51	MEDIA	0.28	BAJA	0.40	Eutrófico
Q. Aran- Men	AZ-07	0.36	BAJA	0.65	ALTA	0.04	NINGUNA	0.55	Eutrófico
Q. Aran- Men	AZ-1A	0.25	BAJA	0.54	MEDIA	0.08	NINGUNA	0.56	Eutrófico
Q. Zapamanga	ZA-01	0.46	MEDIA	0.58	MEDIA	0.02	NINGUNA	0.46	Eutrófico

SITIO MUESTREO	DE PUNTO	ICOMI	Grado de Contaminación	ICOMO	Grado de Contaminación	ICOSUS	Grado de Contaminación	ICOTRO	Grado de Contaminación
Q. La Flora	LF-01	0.28	BAJA	0.50	MEDIA	0.06	NINGUNA	0.20	Eutrófico
Q. La Cascada	CS-01	0.73	ALTA	0.68	ALTA	1.00	MUY ALTA	1.07	Hipereutrófico
Q. La Iglesia	LI-03	0.56	MEDIA	0.89	MUY ALTA	0.39	BAJA	2.57	Hipereutrófico
Q. La Iglesia	LI-01	0.60	MEDIA	0.83	MUY ALTA	0.70	ALTA	1.44	Hipereutrófico
Q. El Macho	MA-01	0.45	MEDIA	0.45	MEDIA	0.01	NINGUNA	0.69	Eutrófico
Q. La Guacamaya	GY-01	0.96	MUY ALTA	0.99	MUY ALTA	0.46	MEDIA	3.80	Hipereutrófico
Q. El Carrasco	DC-01	1.00	MUY ALTA	1.00	MUY ALTA	0.18	NINGUNA	12.56	Hipereutrófico
Q. Samacá	SM-01	0.08	NINGUNA	0.35	BAJA	0.01	NINGUNA	0.08	Eutrófico
Q. Santa Cruz	SC-01	0.05	NINGUNA	0.32	BAJA	0.08	NINGUNA	0.08	Eutrófico
Río Silgará	SG-01A	0.04	NINGUNA	0.10	NINGUNA	0.07	NINGUNA	0.10	Eutrófico
Río Umpála	UP-01	0.17	NINGUNA	0.21	BAJA	0.23	BAJA	0.06	Eutrófico
Q. Arenales	QA-02	0.06	NINGUNA	0.37	BAJA	0.04	NINGUNA	0.07	Eutrófico
Q. Arenales	QA-01	0.11	NINGUNA	0.39	BAJA	0.02	NINGUNA	0.14	Eutrófico
Río Jordán	RJ-01	0.13	NINGUNA	0.33	BAJA	0.01	NINGUNA	0.16	Eutrófico
Q. La Baja	QLB-01	0.37	BAJA	0.24	BAJA	0.05	NINGUNA	0.05	Eutrófico
Q. El Aburrido	QABU-02	0.15	NINGUNA	0.13	NINGUNA	0.01	NINGUNA	0.08	Eutrófico
Q. La Ruitoca	LR-02B	0.10	NINGUNA	0.58	MEDIA	0.57	MEDIA	0.43	Eutrófico
Q. La Ruitoca	LR-02C	0.10	NINGUNA	0.50	MEDIA	0.51	MEDIA	0.50	Eutrófico
Q. La Ruitoca	LR-02A	0.10	NINGUNA	0.56	MEDIA	0.53	MEDIA	0.45	Eutrófico
Q. La Ruitoca	LR-O-01	0.11	NINGUNA	0.53	MEDIA	0.52	MEDIA	0.52	Eutrófico
Q. Suratoque	SU-01	0.49	MEDIA	0.56	MEDIA	0.01	NINGUNA	0.60	Eutrófico
Río Frío	RF-07	0.05	NINGUNA	0.18	NINGUNA	0.04	NINGUNA	0.06	Eutrófico
Río Frío	RF-06	0.04	NINGUNA	0.28	BAJA	0.03	NINGUNA	0.07	Eutrófico
Q. La Carbona	CR-01	0.23	BAJA	0.34	BAJA	0.01	NINGUNA	0.08	Eutrófico
Río Frío	RF-02	0.07	NINGUNA	0.11	NINGUNA	0.09	NINGUNA	0.10	Eutrófico
Río Frío	RF-SU	0.07	NINGUNA	0.45	MEDIA	0.10	NINGUNA	0.33	Eutrófico
Río Frío	RF-ZA	0.12	NINGUNA	0.52	MEDIA	0.08	NINGUNA	0.20	Eutrófico
Q. Cuellar	CU-01	0.73	ALTA	0.62	ALTA	0.01	NINGUNA	1.08	Hipereutrófico
Río Frío	RF-01	0.52	MEDIA	0.65	ALTA	0.18	NINGUNA	3.96	Hipereutrófico
Q. La Baja	LB-02	0.08	NINGUNA	0.05	NINGUNA	0.01	NINGUNA	0.05	Eutrófico
Q. El Juncal	JU-01	0.09	NINGUNA	0.14	NINGUNA	0.01	NINGUNA	0.07	Eutrófico

SITIO MUESTREO	DE PUNTO	ICOMI	Grado de Contaminación	ICOMO	Grado de Contaminación	ICOSUS	Grado de Contaminación	ICOTRO	Grado de Contaminación
Q. El Volcán	VO-01	0.11	NINGUNA	0.14	NINGUNA	0.20	NINGUNA	0.05	Eutrófico
Q. Jaimes	AP-01	0.03	NINGUNA	0.07	NINGUNA	0.01	NINGUNA	0.05	Eutrófico
Q. Agua de Paramo	JA-01	0.01	NINGUNA	0.05	NINGUNA	0.01	NINGUNA	0.05	Eutrófico
Río Manco	RM-03	0.19	NINGUNA	0.31	BAJA	0.70	ALTA	0.24	Eutrófico
Q. El Aburrido	QABU-01	0.24	BAJA	0.44	MEDIA	0.03	NINGUNA	0.15	Eutrófico
Q. Palmita	PAL-01	0.06	NINGUNA	0.16	NINGUNA	0.01	NINGUNA	0.08	Eutrófico
Q. Tambora	TAM-01	0.86	MUY ALTA	0.27	BAJA	0.02	NINGUNA	0.10	Eutrófico
Q. Guaduas	GU-01	0.02	NINGUNA	0.12	NINGUNA	0.01	NINGUNA	0.05	Eutrófico
Río Salamaga	SL-05	0.02	NINGUNA	0.10	NINGUNA	0.01	NINGUNA	0.05	Eutrófico
Río Lato	LT-02	0.06	NINGUNA	0.11	NINGUNA	0.01	NINGUNA	0.07	Eutrófico
Q. Musanda	MU-01	0.02	NINGUNA	0.32	BAJA	0.03	NINGUNA	0.49	Eutrófico
Caño Pato	CPA-01	0.04	NINGUNA	0.39	BAJA	0.01	NINGUNA	0.45	Eutrófico
Río Cachirí	RC-03	0.40	BAJA	0.18	NINGUNA	0.01	NINGUNA	0.05	Eutrófico
Río Romerito	ROM-01	0.07	NINGUNA	0.08	NINGUNA	0.01	NINGUNA	0.09	Eutrófico
Q. Pescadero	PES-01	0.14	NINGUNA	0.29	BAJA	0.05	NINGUNA	0.19	Eutrófico
Río Lebrija	RL-09	0.20	BAJA	0.47	MEDIA	0.70	ALTA	0.28	Eutrófico
Río Lebrija	RL-10	0.17	NINGUNA	0.43	MEDIA	0.58	MEDIA	0.54	Eutrófico
Río Tona	RT-02	0.75	ALTA	0.19	NINGUNA	0.04	NINGUNA	0.06	Eutrófico
Río Tona	RT-01B	0.31	BAJA	0.31	BAJA	0.16	NINGUNA	0.14	Eutrófico



Gráfica 4. Porcentaje de Índices de Contaminación -2023.

Los resultados obtenidos para los diferentes de índices de contaminación ICO`S en los monitoreos realizados en el año 2023, se pueden observar en la tabla 12, donde se muestra la categoría para cada uno de los puntos de monitoreo. Adicionalmente la gráfica 4, presenta los porcentajes de distribución de cada índice de contaminación.

En términos generales, se determinaron los ICO`S para los ciento seis (106) puntos monitoreados en 2023, observando que el Índice de contaminación por mineralización (ICOMI) se categoriza como “Ninguno” en un 53% (56 puntos) indicando un buen índice, sin embargo, existe un ICOMI categorizado como “Muy Alto” para el 3%, que equivale a tres (3) puntos correspondientes a la Q. La Guacamaya GY-01, Q. El Carrasco DC-01, Q. Tambora TAM-01 y un 9% en categoría “ALTO” para 10 puntos monitoreados. Ver tabla 12.

El ICOMI con respecto al reportado año 2022, aumenta el porcentaje de los ICOMI de categorización “BAJA”, disminuyendo principalmente los porcentajes de contaminación de mayor índice.

Así mismo, al revisar los resultados generados en el cálculo de los índices de contaminación por materia orgánica (ICOMO), se observa una distribución pareja entre las categorías “BAJA” en un 29% correspondiente a treinta y un (31) puntos de monitoreo y la categoría “MEDIA” en un 30% con treinta y dos (32) puntos; quedando la categoría “ALTA” con un 14% en quince (15) puntos. Estos resultados porcentuales son la respuesta a la contaminación de las corrientes en diferentes zonas acorde a las densidades poblacionales del área de jurisdicción de la CDMB.

Con respecto al año 2022, el ICOMO ha presentado un aumento en la categorización “Muy Alta” pasando de un 5% (4 puntos) a un 8% (9 puntos), en los cuales se sugiere realizar seguimiento a los posibles vertimientos que puedan afectar las corrientes para que su índice de contaminación por materia orgánica se incrementara, tales como los puntos Rio de Oro RO-01, quebrada Chimitá CA-01, quebrada Las Navas LN-01, y quebrada la Iglesia en el LI-03 y LI-01, ya que anteriormente se clasificaba como “ALTA”. Por otra parte, se observó un incremento de los ICOMO en categoría “Ninguna”

pero se debe principalmente a las nuevas fuentes monitoreadas, ya que, de manera general frente a antiguos puntos monitoreados, se encontraban doce (12) puntos en esta categoría y se redujeron a siete (7) puntos.

Con respecto a, los resultados obtenidos en el índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS) se observa que predomina la categoría “NINGUNO” con un 70% correspondiente a setenta y cuatro (74) puntos monitoreados, lo que indica que no hubo contaminación por sólidos en suspendidos, y un índice de contaminación “BAJO” en un 9% para diez (10) puntos. Sin embargo, en la categoría “MEDIA” se reporta un 12% equivalente a trece (13) y en la categoría “ALTA” un 5% correspondiente a cinco (5) puntos.

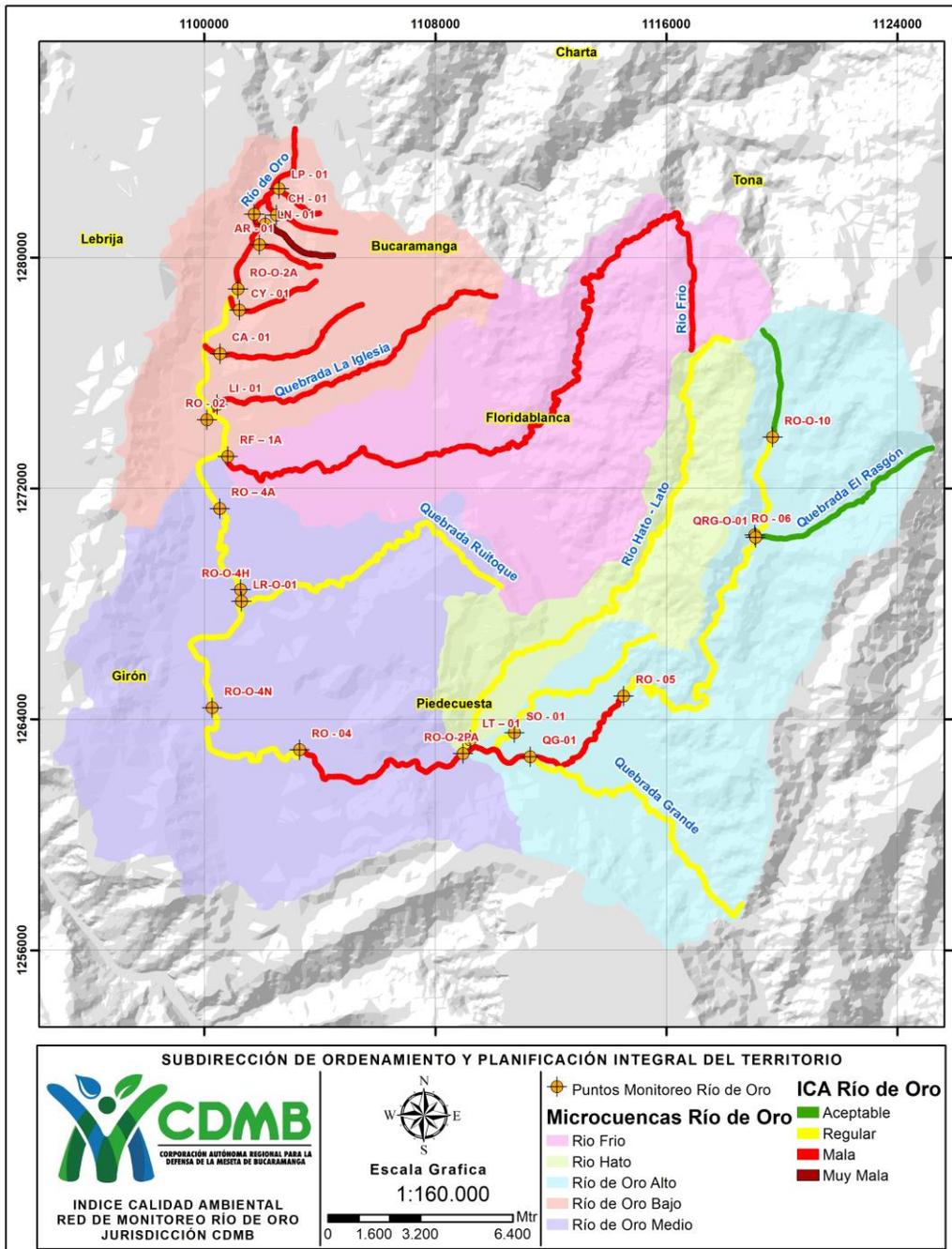
Con respecto a los ICOSUS reportados en el informe del año 2022, se observó un cambio altamente significativo en el cual el porcentaje de ICOSUS reportados como “Baja”, presentaron una mejora categorizándose a “Ninguno”, ya que esta categoría representaba el 53% y actualmente representa el 70%.

Finalmente, se determinó el índice de contaminación Tráfico (ICOTRO) indicando que el 88% se categoriza como “EUTRÓFICO” correspondiente a ochenta y ocho (88) puntos monitoreados y un 17% como “HIPEREUTRÓFICO” en dieciocho (18) puntos evaluados, lo que indica que toda la zonas evaluadas son ricas en el contenido de fósforo, lo que podría favorecer la alta productividad y sobresaturación biológica de algunas especies o microorganismos, especialmente la categoría hipertráfico que representa baja calidad de agua, por lo tanto se requiere tratamiento para uso doméstico acorde a los criterios del decreto 1594 de 1984 y la resolución 2115 de 2007. Los niveles de riqueza en fósforo pueden deberse tanto a la composición geológica de las zonas como a las descargas por actividades humanas tales como la agricultura, ganadería, industria y urbanas.

Con respecto a los ICOTRO reportados en el informe año 2022, relativamente mantiene el mismo comportamiento, la diferencia porcentual se debe a la inclusión de los nuevos puntos de monitoreo los cuales todos presentan una categorización “Eutrófica”.

2.5. Resultados por corriente

2.5.1. Río de Oro y sus principales afluentes



Mapa 2. Ubicación puntos de monitoreo Río de Oro y sus Tributarios

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 rio Surata, pero después del vertimiento de las quebradas de la escarpa occidental.

Tabla 13. Fechas de campañas de monitoreo de Río de Oro y sus principales afluentes

PUNTO MONITOREO	DE FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2
RO-O-10	4/07/2023	24/10/2023
RO-06	4/07/2023	24/10/2023
RO-05	4/07/2023	24/10/2023
RO-O-2PA	4/07/2023	24/10/2023
RO-04	4/07/2023	24/10/2023
RO-O-4N	4/07/2023	24/10/2023
RO-O-4H	4/07/2023	24/10/2023
RO-04A	4/07/2023	24/10/2023
RO-02	4/07/2023	24/10/2023
RO-O-2A	4/07/2023	24/10/2023
RO-01	4/07/2023	24/10/2023
QRG-O-01	4/07/2023	24/10/2023
QG-01	4/07/2023	24/10/2023
SO-01	4/07/2023	24/10/2023
LT-01	4/07/2023	24/10/2023

PUNTO MONITOREO	DE FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2
LR-O-01	5/07/2023	25/10/2023
RF-1A	30/06/2023	17/10/2023
CA-01	4/07/2023	---
CY-01	4/07/2023	---
CH-01	4/07/2023	---
AR-01	4/07/2023	---
LN-01	4/07/2023	---
LP-01	4/07/2023	---



Imagen 1. Monitoreo de corrientes, punto RO-O-10 / RO-01

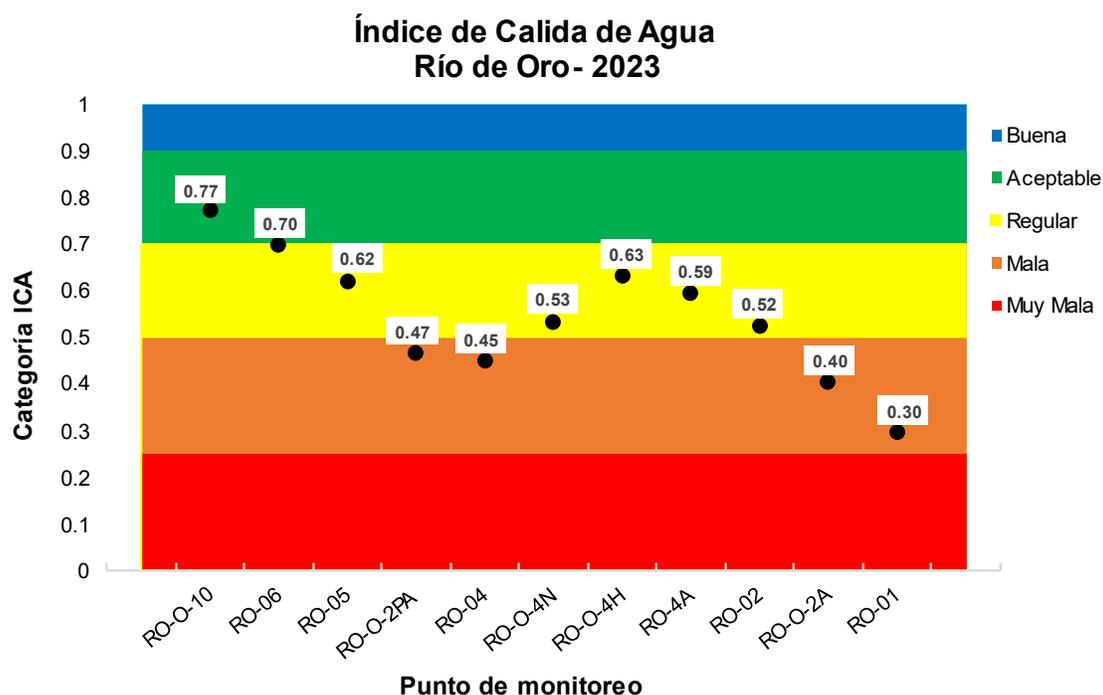
2.5.1.1. Índice de calidad río de Oro

La Tabla 14 y la Grafica 5, muestran los resultados y la representación gráfica del índice de calidad de agua en río de Oro.

Tabla 14. Índice de Calidad de Agua – ICA, Río de Oro 2023

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2023	CALIDAD
RÍO DE ORO	RO-O-10	0.77	ACEPTABLE
	RO-06	0.70	REGULAR
	RO-05	0.62	REGULAR
	RO-O-2PA	0.47	MALA
	RO-04	0.45	MALA

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2023	CALIDAD
	RO-O-4N	0.53	REGULAR
	RO-O-4H	0.63	REGULAR
	RO-4A	0.59	REGULAR
	RO-02	0.52	REGULAR
	RO-O-2A	0.40	MALA
	RO-01	0.30	MALA



Gráfica 5. Índice de Calidad de Agua – ICA, Río de Oro 2023 -

El comportamiento de la calidad observado en las dos (2) campañas de monitoreo en el río de Oro, se observa algunos cambios en los ICAS con respecto al año 2022. El primer punto RO-O-10 permanece en calidad “Aceptable”, siendo el punto más alto, cercano a su nacimiento. Luego se presenta una disminución de la calidad en el punto RO-06 donde pasa a “Regular” pero muy cerca del umbral del cambio de criterio, posiblemente por vertimientos de las fincas aledañas a la fuente hídrica, en el punto RO-05 ubicado en la bocatoma de la PTAP de Piedecuesta el ICA permanece en la categoría “Regular”, por incremento de la relación de Nitrógeno total con respecto al

fosforo total de las muestras analizadas al igual que su conductividad, por lo que se sugiere seguimiento del decaimiento de su calidad con respecto al reportado en el informe del año 2022.

El punto RO-O-2PA, que recibe los vertimientos del municipio de Piedecuesta ubica su calidad de agua en criterio de calidad "Mala" que continua en el punto RO-04 ubicado aguas abajo del vertimiento de la cárcel de Palogordo; y el indicador muestra una continuidad en su mala calidad, a diferencia del año 2022 el cual presentaba una mejoría. Para los siguientes puntos de monitoreo (RO-O-4N yRO-O-4H) ubicados en la zona rural entre Piedecuesta y Girón se presenta una mejora en la puntuación del ICA en "Regular". en los puntos RO-4A y RO-02 se mantiene en categoría "Regular" aunque con tendencia a la baja en su calidad ya que el punto evaluado RO-04^a salió de nuevo Girón y el punto RO-02 se encuentra dentro del casco urbano de Girón.

Finalmente, los puntos los últimos dos puntos de monitoreo localizados en la parte baja de la corriente, que corresponden a RO-O-2A y RO-01, ubicados antes de la confluencia con el río Surata, continúan presentando un ICA de clasificación "Mala", resultado de la recepción los vertimientos de alcantarillado de Girón y Bucaramanga, condición que requiere el tratamiento de las aguas vertidas.

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 el punto de monitoreo QRG-O-01, ubicado antes de confluir con el río Oro, presentando una calidad "Aceptable", un valor congruente acorde a la ubicación del punto.

En cuanto al afluente más importante del río de Oro tenemos el río Frío que confluye en el punto RF-1A, también la Q. Grande, Q. Soratoque, el Río Lato y la Q. Ruitoca. En la parte baja del Río de Oro, se encuentran ubicados los puntos de monitoreo de las quebradas denominadas Quebradas de la Escarpa Occidental, y se monitorean la quebrada Chimitá en el punto CA-01, la Q. Cuyamita punto CY-01 en el Parque

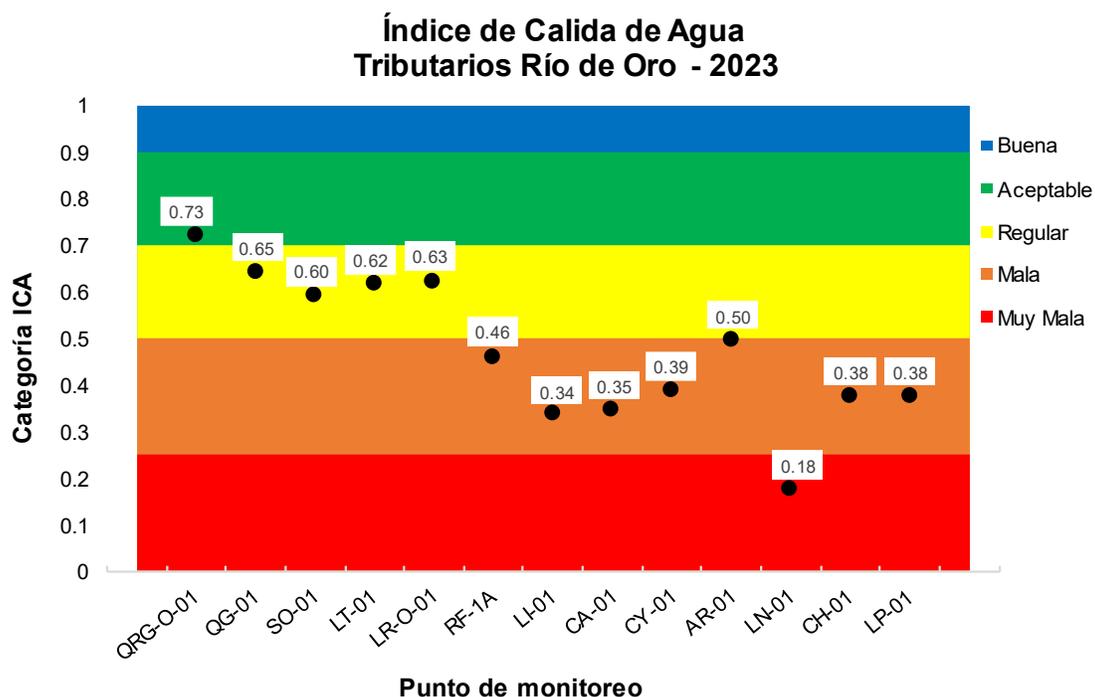
Industrial, la Q. Argelia AR-01, la Q. Las Navas en el punto LN-01 designado Forjas, la Q. Chapinero en el punto CH-01 conocido como Forjas Chapinero, la Q. la Picha LP-01, punto llamado Trituradora y la Q. La Iglesia LI-01 (Puente Sena). Todos estos puntos ubicados sobre las quebradas antes de la confluencia con el río de Oro, obteniendo un grado de calidad “Mala” a excepción del punto LN-01 que se ubicó en la categoría “MUY MALA” a causa de la recepción de los vertimientos de aguas domésticas y del sector industrial, los puntos de Caneyes RF-1A ubicado en la corriente rio frio antes de la confluencia con el rio de Oro y el punto Puente Sena LI-01 en la corriente quebrada la iglesia, se ubicaron también en la categoría “Mala”. En la tabla 15, se muestran los respectivos criterios de Calidad.

Tabla 15. Índice de Calidad de Agua ICA – Tributarios Río de Oro.

SITIO DE MUESTREO		PUNTO	ICA 2023	CALIDAD
TRIBUTARIOS RIO DE ORO		QRG-O-01	0.73	ACEPTABLE
		QG-01	0.65	REGULAR
		SO-01	0.60	REGULAR
		LT-01	0.62	REGULAR
		LR-O-01	0.63	REGULAR
		RF-1A	0.46	MALA
		LI-01	0.34	MALA
		CA-01	0.35	MALA
		CY-01	0.39	MALA
		AR-01	0.50	MALA
		LN-01	0.18	MUY MALA
		CH-01	0.38	MALA
		LP-01	0.38	MALA

Los demás afluentes se clasificaron como: Categoría “Regular” para las Quebradas Grande (QG-01), Soratoque (SO-01), La Ruitoca (LR-O-01) y el río Lato (LT-01). Ver tabla 15 y gráfica 6.

Es importante tener en cuenta que, en los puntos ubicados en las quebradas de la Escarpa Occidental, se realizó una campaña de monitoreo durante el año 2023.



Gráfica 6. Índice de Calidad de Agua ICA – Tributarios Río de Oro.

Es importante tener en cuenta que, en el histórico de los monitoreos de calidad del agua, nunca se había presentado una categorización de “muy mala” para el punto de la Quebrada Las Navas (LN-01). Se debe realizar un seguimiento a los vertimientos sobre la fuente, ya que la calidad del punto decayó significativamente en el valor del ICA con un puntaje previo para el año 2022 de 0.45 a un puntaje de 0.18 en el cálculo del ICA.

Los demás puntos evaluados, presentan ICAS calculados, relativamente similares al año anterior, sin embargo, es importante recordar la importancia de la implementación de la PTAR, para mejorar los índices de calidad principalmente de las quebradas de la Escarpa Occidental.

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

Los índices de contaminación ICOMI, ICOMO e ICOSUS en los puntos RO-O-10 a RO-05 presentan categoría de “Ninguna” y “Baja” contaminación. Estos criterios desmejoran a medida que la fuente hídrica atraviesa la zona urbana de Piedecuesta y en el trayecto recibe los diferentes vertimientos no domésticos que lo contaminan, por lo que el índice de contaminación por materia orgánica ICOMO llega a “Muy Alto”, luego se recupera un poco en el tramo RO-O-4H, para degradarse nuevamente en el tramo RO-4^a hasta RO-01 llegando a la contaminación más alta. A diferencia de lo reportado en el informe del año 2022, se debe hacer seguimiento principalmente entre el punto RO-O-2^a y RO-01, ya que decae el índice significativamente, y podría presuntamente estar correlacionado a la caída del ICA que se presentó con el punto de la quebrada Las Navas (LN-01).

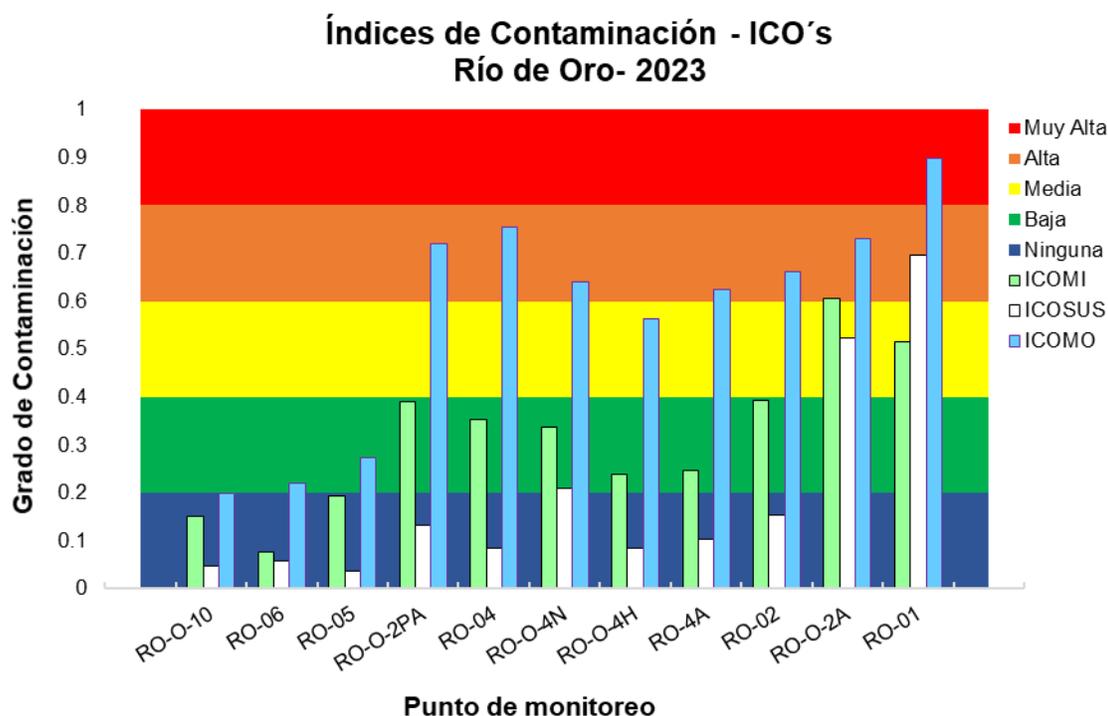
En el caso del ICOSUS, contaminación por sólidos suspendidos el cual se mantiene en “Ninguna” en la mayor parte de la corriente, aunque drásticamente el nivel de contaminación aumenta en el último tramo del río en los puntos RO-O-2^a y RO-01. Con respecto al 2022, se obtuvo mantuvo o mejoro el ICOSUS en la mayoría de puntos a excepción del RO-O-2^a y RO-01.

Es de resaltar igualmente para los ICOMI, que se observó un índice de contaminación Alto, para el punto RO-O-2^a, lo que indica que se está presentando alguna afectación en la parte baja del Río de Oro, ya que la mayoría de sus características una tendencia a la baja en las condiciones de calidad de la corriente.

Tabla 16. Índices de Contaminación – Río de Oro 2023.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
RÍO DE ORO	RO-O-10	0.15	0.20	0.05	0.14
	RO-06	0.08	0.22	0.06	0.11
	RO-05	0.19	0.27	0.04	0.08
	RO-O-2PA	0.39	0.72	0.13	1.87
	RO-04	0.35	0.76	0.08	0.98
	RO-O-4N	0.34	0.64	0.21	0.94
	RO-O-4H	0.24	0.56	0.08	0.60
	RO-4 ^a	0.25	0.62	0.10	0.65
	RO-02	0.39	0.66	0.15	0.96

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
	RO-O-2 ^a	0.61	0.73	0.52	1.58
	RO-01	0.51	0.90	0.70	1.61



Gráfica 7. Índices de Contaminación – Río de Oro 2023.

2.5.1.4 Índices de contaminación ICO's tributarios río de Oro

La quebrada QRG-O-01 tiene un ICA de calidad Aceptable, consecuente al ICOMI, ICOSUS y el ICOMO que varían entre “NINGUNA” a “BAJA” contaminación. Otros tributarios del río Oro presentan ICO'S con grados de contaminación de calidad “Media” en mineralización como el río Frío en el punto RF-1A, la quebrada la Iglesia punto LI-01, el punto QG-01 y SO-01. Con respecto a toda la escarpa occidental (CA-01, CY-01, AR-01, LN-01, CH-01, LP-01), la calificación ICOMI coincide con los índices de calidad

(ICA´S) obtenidos en criterio “MALA”.

El índice de contaminación por materia orgánica refleja un valor de “Alta” en los puntos RF-1A, CY-01, AR-01 y CH-01. También se presentó contaminación “Muy Alta” en los puntos de la Quebrada la Iglesia LI-01, quebrada Chimitá CA-01, Quebrada Las Navas LN-01, por lo que es importante realizar seguimiento, ya que en años anteriores no presentaba esos valores de índices de contaminación, a pesar de que estas fuentes son receptoras de vertimientos domésticos y no domésticos de la zona urbana de Bucaramanga.

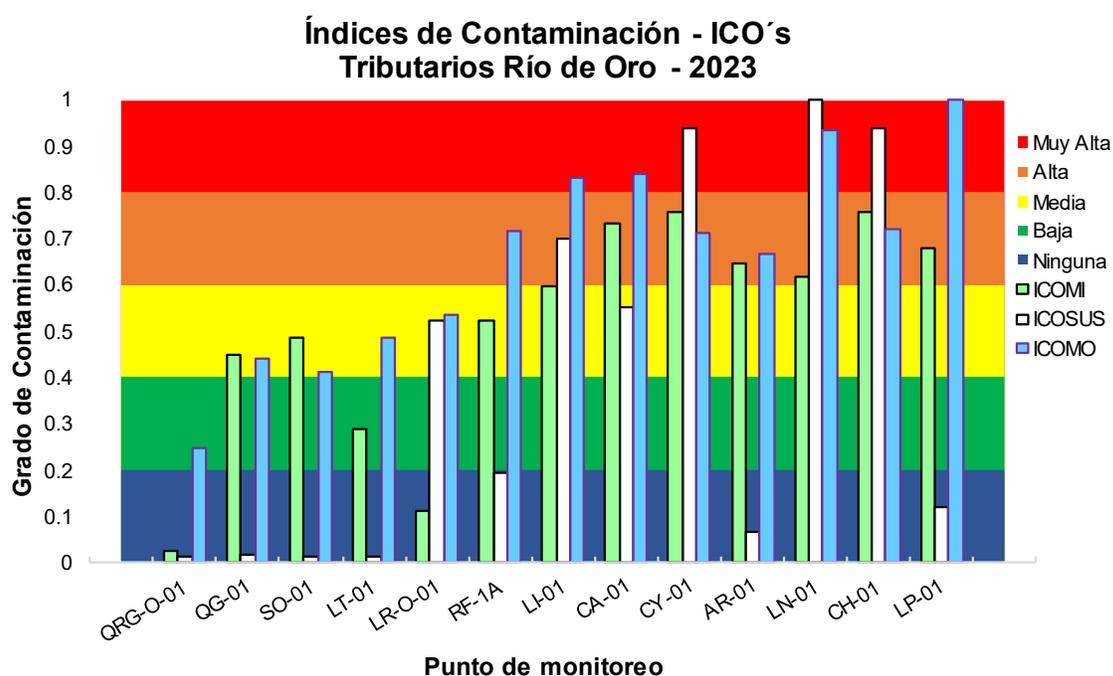
Con respecto a los índices de contaminación por sólidos suspendidos ICOSUS, se mantuvo la calificación de “Ninguna” para los puntos QRF-O-01, QG-01, SO-01, LT-01 y LP-01, adicionalmente solo mejoró la calidad a “Ninguna” de los puntos RF-1A y AR-01, con respecto año anterior. Los puntos LR-O-01 y CA-01 presentaron un ICOSUS de “Aceptable”. Un ICOSUS de contaminación “Alta” en el punto LI-01, el cual tenía una concentración “Baja” para el 2022. Por último, se presentó contaminación “Muy Alta” para los puntos CY-01, LN-01 y CH-01, con respecto al año 2022, se observó una desmejora drástica para los puntos CY-01 y CH-01, por tanto, es importante realizar seguimiento a las fuentes afectadas, para controlar las causas del aumento en los índices de contaminación.

Los ICOTRO presentaron un comportamiento similar a los reportados en el informe del año 2022, correspondiente a altas concentraciones de fósforo total.

Tabla 17. Índices de Contaminación - Tributarios Río de Oro 2023

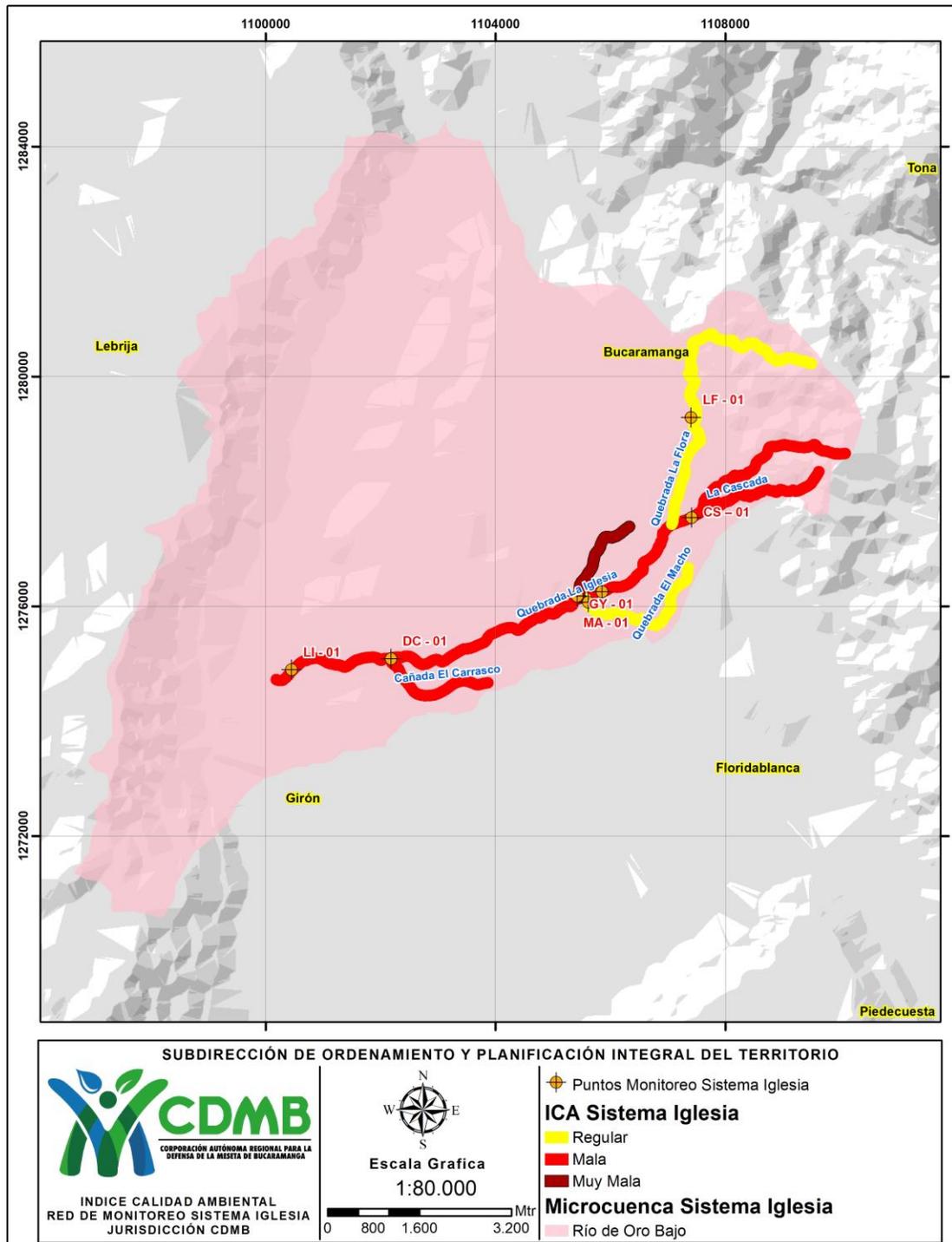
SITIO MUESTREO	DE PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
TRIBUTARIOS RÍO DE ORO	QRG-O-01	0.02	0.25	0.01	0.06
	QG-01	0.45	0.44	0.02	0.16
	SO-01	0.49	0.41	0.01	0.42
	LT-01	0.29	0.48	0.01	0.54
	LR-O-01	0.11	0.53	0.52	0.52
	RF-1A	0.52	0.71	0.19	3.76
	LI-01	0.60	0.83	0.70	1.44

SITIO MUESTREO	DE PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
	CA-01	0.73	0.84	0.55	3.79
	CY-01	0.76	0.71	0.94	2.76
	AR-01	0.65	0.67	0.06	2.45
	LN-01	0.62	0.93	1.00	0.93
	CH-01	0.76	0.72	0.94	2.75
	LP-01	0.68	1.00	0.12	3.09



Gráfica 8. Índices de Contaminación - Tributarios Río de Oro 2023

2.5.2. Sistema quebrada La Iglesia



Mapa 3. Ubicación de puntos de monitoreo Sistema Iglesia

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. Así mismo, 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, y como afluentes de la misma se monitorean las quebradas El Macho, La Guacamaya y El Carrasco, en los puntos MA-01, GY-01 y DC-01 respectivamente

En la vigencia 2023 se realizaron dos campañas de monitoreo, sin embargo, en los puntos MA-01 y GY-01 se disminuyó la periodicidad a una campaña, debido a que sobre estas fuentes se realiza los vertimientos domésticos del municipio de Bucaramanga, y mientras no se cuente con una PTAR para su tratamiento antes de la descarga, no podría ser posible observar una mejora en sus condiciones de calidad de agua.

Tabla 18. Fechas de campañas de monitoreo de Sistema La Iglesia

PUNTO MONITOREO	DE FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2
LI-03	29/06/2023	20/10/2023
MA-01	29/06/2023	---
GY-01	29/06/2023	---
DC-01	29/06/2023	20/10/2023
LF-01	29/06/2023	20/10/2023
LI-01	29/06/2023	20/10/2023
CS-01	29/06/2023	20/10/2023

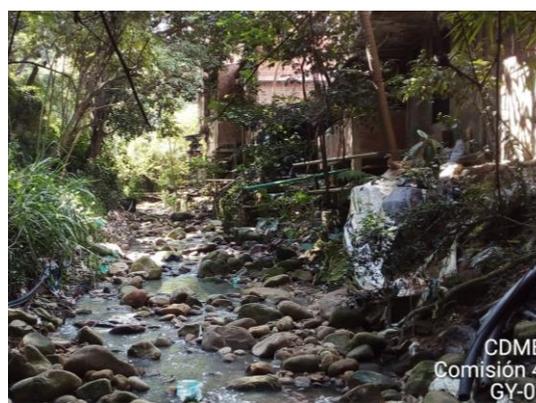


Imagen 2. Monitoreo de corrientes, puntos LI-03 / GY-01

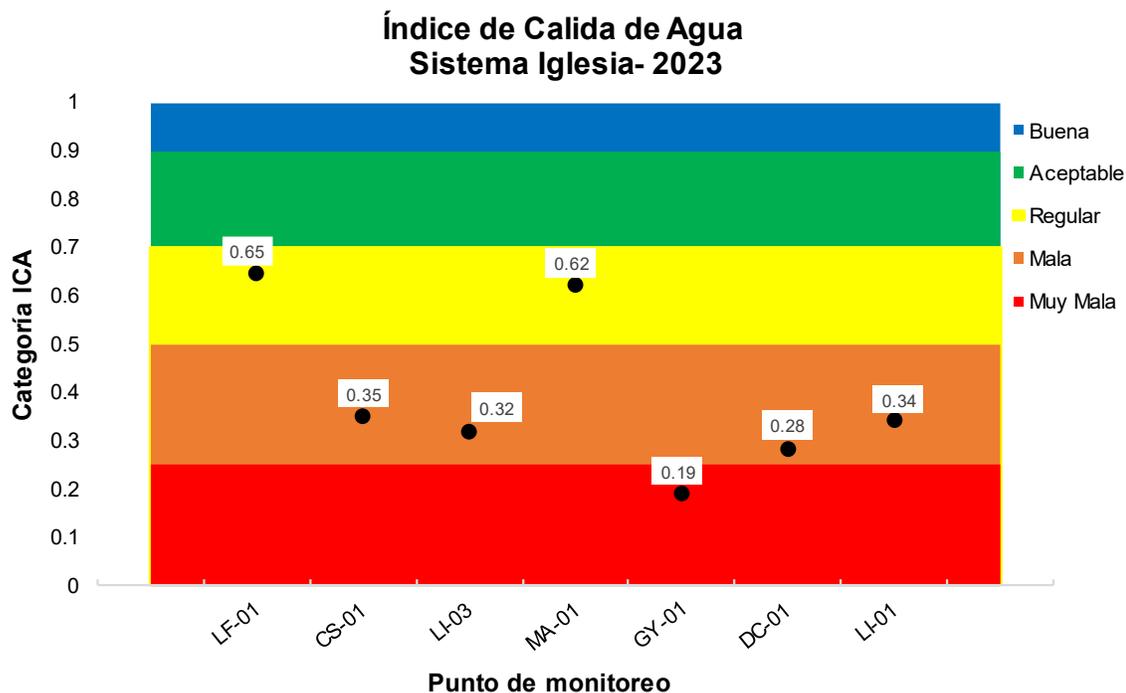
2.5.2.1. Índice de calidad sistema La Iglesia

Tabla 19. Índice de Calidad de Agua ICA - Sistema Iglesia.

SITIO DE MUESTREO		PUNTO	ICA 2023	CALIDAD
SISTEMA IGLESIA	Q. La Flora	LF-01	0.65	REGULAR
	Q. La Cascada	CS-01	0.35	MALA
	Q. La Iglesia	LI-03	0.32	MALA
	Q. El Macho	MA-01	0.62	REGULAR
	Q. La Guacamaya	GY-01	0.19	MUY MALA
	Q. El Carrasco	DC-01	0.28	MALA
	Q. La Iglesia	LI-01	0.34	MALA

Los puntos de monitoreo ubicados sobre la quebrada La Iglesia (LI-03, LI-01) y los puntos sobre la quebrada El Carrasco (DC-01) y La Cascada (CS-01) presentaron un Índice de Calidad de Agua en la categoría “Mala”, en cuanto al punto GY-01 sobre la Quebrada La Guacamaya, este se ubicó en ICA “Muy Mala”, la categoría más baja en el indicador debido a que presentó un valor de pH muy alto, oxígeno disuelto muy bajo, alta concentración de sólidos suspendidos y una baja relación entre el nitrógeno y fósforo; y las quebradas La Flora y El Macho se ubicaron en la categoría “Regular” como se observa en la gráfica 9.

A diferencia del año 2022, se observó la desmejora del ICA con respecto a los puntos CS-01 el cual estaba en calidad “Regular” y bajo a “Mala”, y el punto GY-01 que se encontraba en calidad “Mala” y paso a “Muy Mala”.



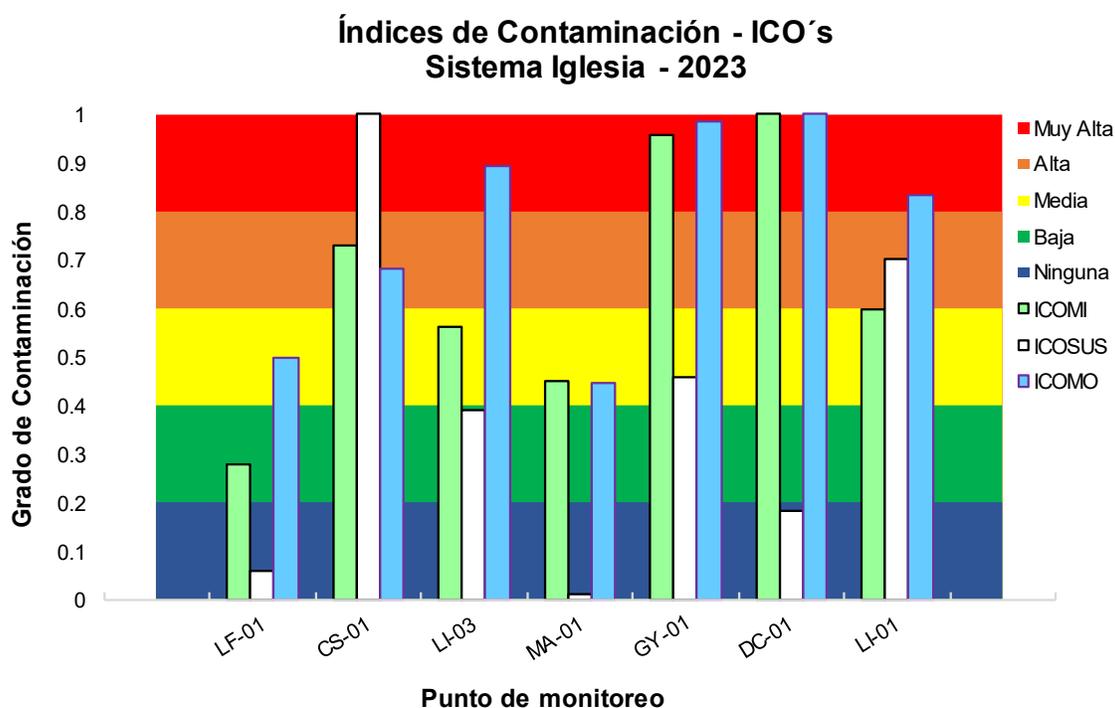
Gráfica 9. Índice de Calidad de Agua ICA - Sistema Iglesia.

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 y la quebrada La Guacamaya (GY-01), como también el índice de contaminación por Materia Orgánica- ICOMO en las quebradas Guacamaya GY-01 y el Carrasco DC-01 y la quebrada La iglesia en sus dos puntos de monitoreo, índices de contaminación significativos con respecto a los reportados en el informe del año 2022, lo que indica una desmejora. Por otra parte, el índice de contaminación de sólidos suspendidos - ICOSUS evidencia categorías "NINGUNA" en los puntos LF-01, MA-01 y DC-01 y "Muy Alta" en el punto CS-01, tal como se observa en la Tabla 20 y Gráfica 10, el cual no se había presentado ICOSUS superiores a categoría "Baja" para el año 2022.

Tabla 20. Índices de Contaminación 2023 - Sistema Iglesia.

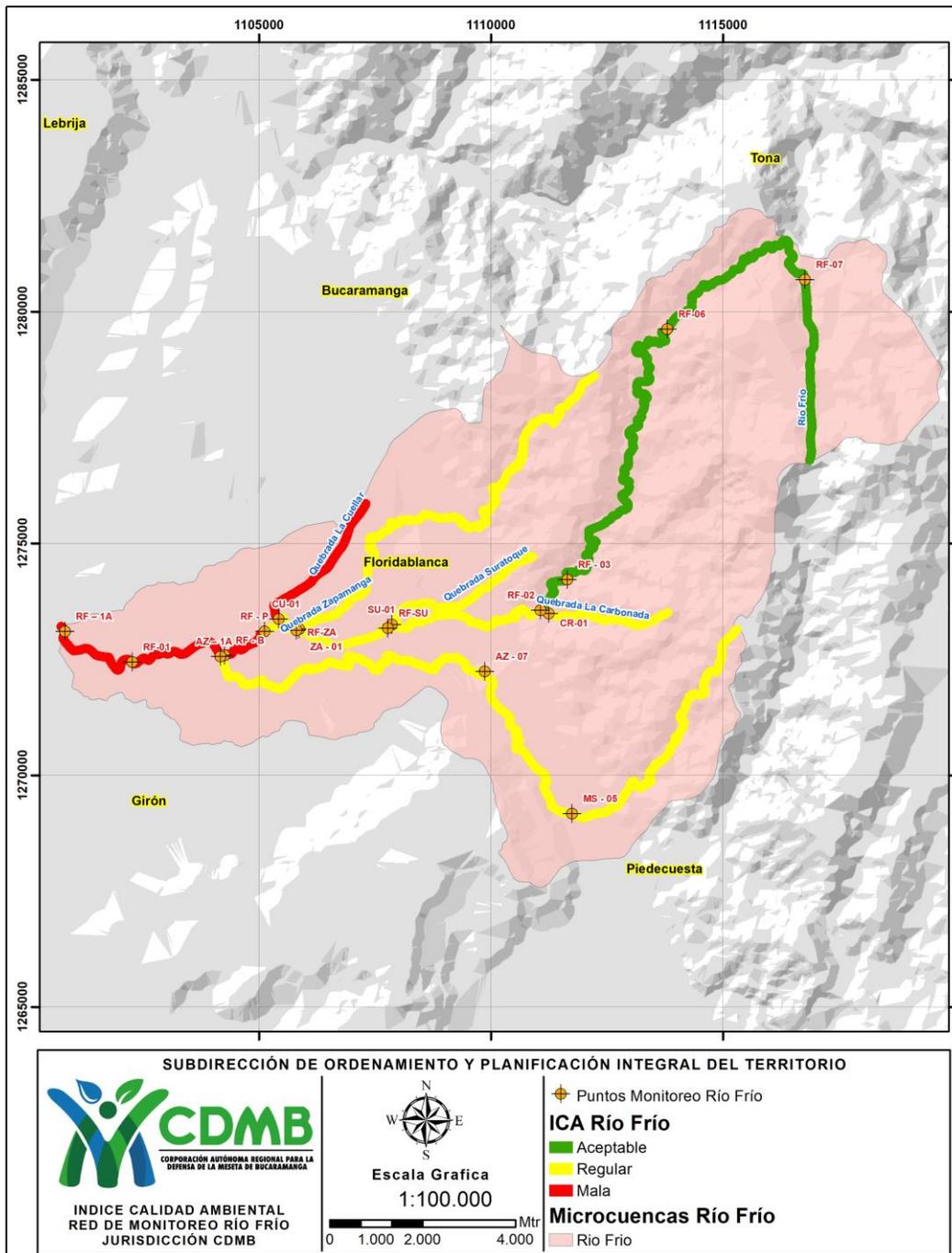
SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO	
SISTEMA IGLESIA	Q. La Flora	LF-01	0.28	0.50	0.06	0.20
	Q. La Cascada	CS-01	0.73	0.68	1.00	1.07
	Q. La Iglesia	LI-03	0.56	0.89	0.39	2.57
	Q. El Macho	MA-01	0.45	0.45	0.01	0.69
	Q. La Guacamaya	GY-01	0.96	0.99	0.46	3.80
	Q. El Carrasco	DC-01	1.00	1.00	0.18	12.56
	Q. La Iglesia	LI-01	0.60	0.83	0.70	1.44



Gráfica 10. Índices de Contaminación 2023 - Sistema Iglesia.

Es de resaltar que solo se presentó mejora en el índice de contaminación ICOMI para el punto LF-01 y LI-01, por lo que es importante hacer seguimiento y proponer acciones que mantengan los índices de contaminación controlados para mantener estos dos puntos, y mejorar las demás fuentes hídricas evaluadas.

2.5.3 Río Frío y principales afluentes



Mapa 4. Ubicación puntos de monitoreo Río Frío y tributarios

El Río Frío es un afluente importante del río de Oro, y cuenta con diez (10) puntos de monitoreo que inician en la parte alta del río con el punto RF-07 “La Truchera”, luego se evalúa el punto RF-06 ubicado en el puente San Ignacio, pasando por el RF-03, 800 metros aproximadamente río arriba de la finca la esperanza (Floridablanca), se analiza posteriormente el punto RF-02 antes de recibir el afluente de la quebrada Carbona (CR-01), siguiente al punto anterior se evalúa el punto RF-SU “Zona refrescante” que se caracteriza en estar ubicado en el municipio de Floridablanca (Zona urbana) antes de recibir el afluente del punto SU-01 quebrada Suratoque; se continúa el recorrido al punto RF-ZA Campestre R.F., antes de recibir la descarga de la quebrada Zapamanga. Continuando el recorrido se monitorea el punto RF-P El Pórtico, ubicado posteriormente de recibir la corriente hídrica del punto CU-01 quebrada Cuellar, y a su vez antes de llegar a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales - PTAR de Río Frío (donde se trata el 100% de las aguas residuales del municipio de Floridablanca y el 11% de la zona sur de Bucaramanga). Luego de este punto la corriente de Río Frío pasa por el punto de monitoreo RF-B “El Caucho” (antes de la confluencia con la Quebrada Aranzoque AZ-01), continuando su recorrido al punto RF-01 Anillo Vial, antes del ingreso al casco urbano de Girón y finalmente se reciben descargas domésticas para terminar en el punto RF-1A “Caneyes” situado antes de la confluencia con Río de Oro.

También es importante señalar que, en el año 2021, se formuló el PORH, Plan de Ordenamiento de Recurso Hídrico de Río Frío.

Tabla 21. Fechas de campañas de monitoreo de Río Frío y sus principales afluentes

PUNTO MONITOREO	DE FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2
RF-07	30/06/2023	17/10/2023
RF-06	30/06/2023	17/10/2023
RF-03	30/06/2023	17/10/2023
RF-02	30/06/2023	17/10/2023
RF-SU	30/06/2023	17/10/2023
RF-ZA	30/06/2023	17/10/2023

PUNTO MONITOREO	DE FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2
RF-P	30/06/2023	17/10/2023
RF-B	30/06/2023	17/10/2023
RF-01	30/06/2023	17/10/2023
RF-1A	30/06/2023	17/10/2023
CR-01	30/06/2023	17/10/2023
CU-01	30/06/2023	17/10/2023
SU-01	30/06/2023	17/10/2023
ZA-01	30/06/2023	17/10/2023
AZ-1A	30/06/2023	17/10/2023



Imagen 3. Monitoreo de corrientes, punto RF-P / CR-01

2.5.3.1 Índice de Calidad ICA río Frío

Los índices de calidad de agua para Río Frío se encuentran entre categorías “Aceptable”, “Regular” y “Mala” como se observa en la Tabla 22 y Gráfica 11. Los puntos de ICAS más contaminados se encuentran desde el punto El Caucho RF-B hasta el punto Caneyes RF-1A.

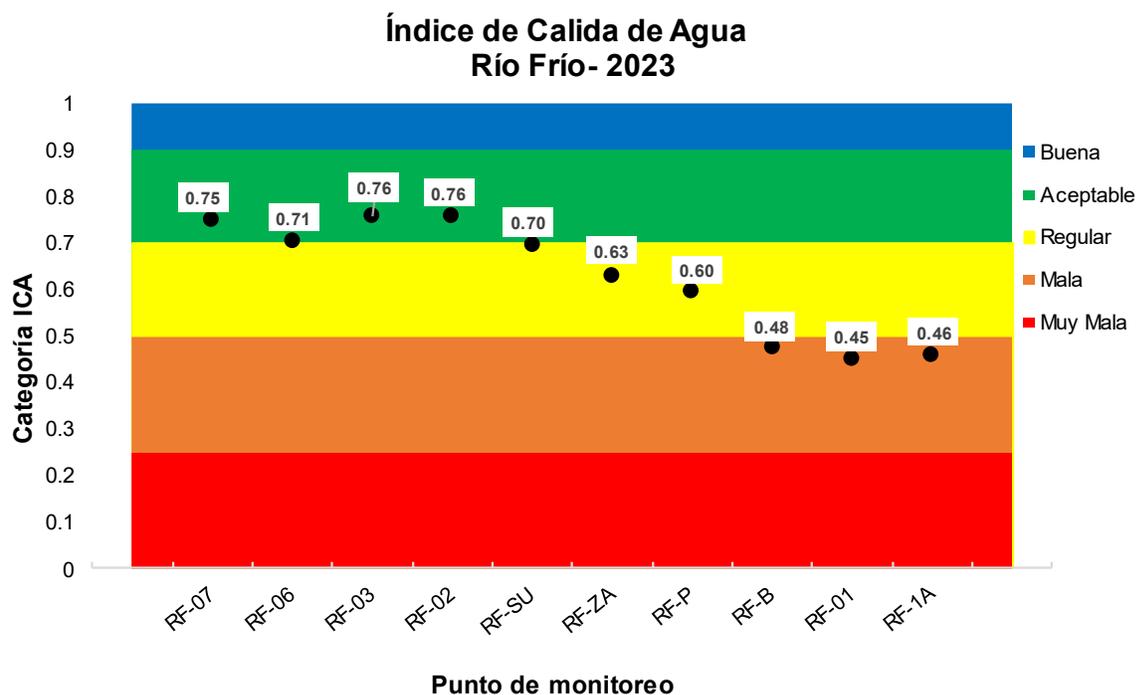
Desde el punto RF-07 hasta el punto RF-02 ubicado aguas abajo de la bocatoma del acueducto del municipio de Floridablanca la calidad del agua se ubica en la categoría “Aceptable” mostrando una mejora respecto al año 2022, que se ubicaban en ICA “Regular”. Desde este punto se presenta una desmejora a calidad “Regular” hasta el

punto RF-P ubicado aguas arriba de la Planta de tratamiento de aguas residuales al pasar por el casco urbano de Floridablanca; finalmente en los tres puntos aguas abajo RF-B, RF-01 y RF-1A, la calidad del agua se caracteriza como “Mala” al atravesar en parte zonas industriales y parcialmente sectores del casco urbano de Girón. Se recomienda realizar actividades de seguimiento y control, entre los puntos RF-P y RF-B debido a que se observa una desmejora de la calidad del agua determinada, por el valor del ICA, a partir de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, tales como los coliformes presentes, alcalinidad, DQO, nitrógeno total, entre otros, bajo los parámetros normales de recuperación de la fuente hídrica frente a los vertimientos.

Se recomienda mantener el seguimiento y preservación de los puntos que mejoraron de calidad “Regular” a “Aceptable”, para preservar la sostenibilidad de la corriente de Río Frío.

Tabla 22. Índice de Calidad de Agua ICA- Río Frío.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2023	CALIDAD
RÍO FRÍO	RF-07	0.75	ACEPTABLE
	RF-06	0.71	ACEPTABLE
	RF-03	0.76	ACEPTABLE
	RF-02	0.76	ACEPTABLE
	RF-SU	0.70	REGULAR
	RF-ZA	0.63	REGULAR
	RF-P	0.60	REGULAR
	RF-B	0.48	MALA
	RF-01	0.45	MALA
	RF-1A	0.46	MALA



Gráfica 11. Índice de Calidad de Agua ICA- Río Frío.

2.5.3.2 Índice de Calidad para los tributarios del río Frío

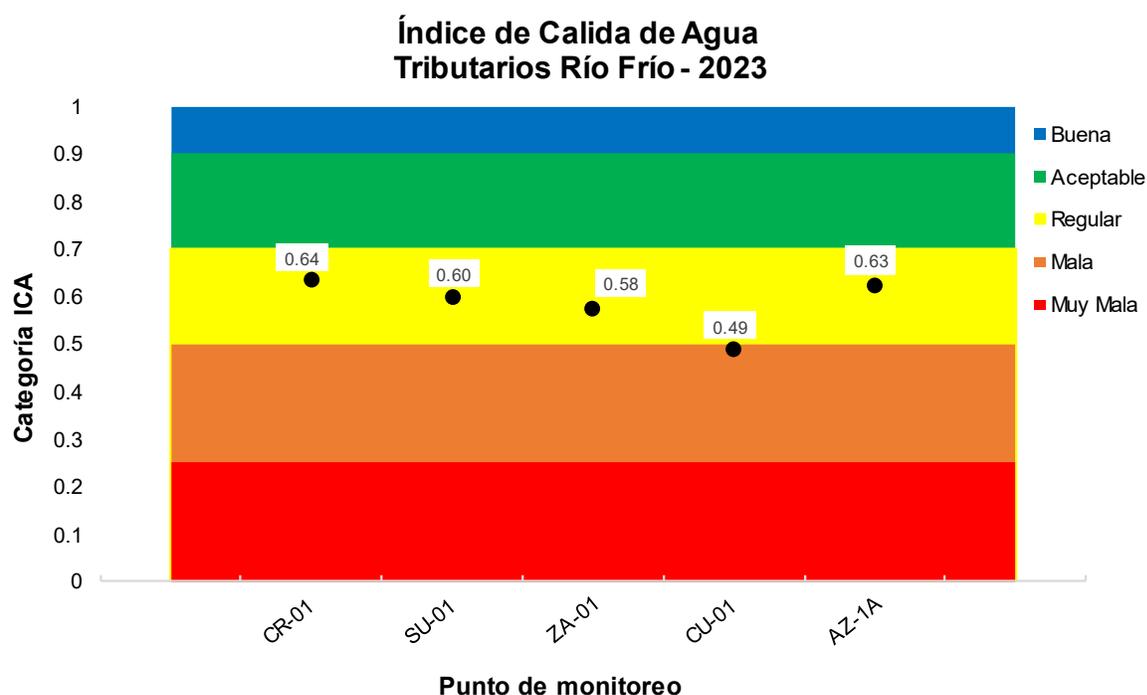
Los afluentes del río Frío, son la quebrada Aranzoque o Mensuli en el punto AZ-1A, la quebrada Zapamanga que tiene el punto ZA-01 Campestre, la Quebrada Carbona con el punto CR-01 La Esperanza, la Quebrada Suratoque en el punto SU-01 Zona Refrescante y la Quebrada Cuellar CU-01 Tierra Santa, los cuales se encuentran antes de la confluencia con el Río Frío.

Como lo evidencia la Tabla 23 y Gráfica 12, la mayoría de las quebradas tributarias se ubicaron en la categoría ICA “Regular”, a excepción de la quebrada Cuellar que se ubicó en la categoría “Mala” para la vigencia 2023, la estación de monitoreo ZA-01 continua con la misma calidad del año 2022. Se sugiere realizar seguimiento a la quebrada Cuellar para identificar las causas del aumento de los contaminantes que están afectando la calidad del punto, si presuntamente

corresponde al aumento de vertimientos domésticos alrededor de esta corriente.

Tabla 23. Índice de Calidad de Agua - Tributarios Río Frío.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2023	CALIDAD	
TRIBUTARIOS RÍO FRÍO	Q. Carbona	CR-01	0.64	REGULAR
	Q. Suratoque	SU-01	0.60	REGULAR
	Q. Zapamanga	ZA-01	0.58	REGULAR
	Q. Cuellar	CU-01	0.49	MALA
	Q. Aranzoque- Mensulí	AZ-1 ^a	0.63	REGULAR



Gráfica 12. Índice de Calidad de Agua - Tributarios Río Frío.

2.5.3.3 Índices de Contaminación ICO's Río Frío

En la Gráfica 13 y la tabla 24, para los puntos evaluados a lo largo de la corriente Río Frío se registró un grado contaminación "Alta" para los índices de

contaminación por materia orgánica en el punto El Caucho RF-B, Anillo Vial RF-01 y Caneyes RF-1A puntos que reciben alto contenido de materia orgánica, los puntos RF-SU, RF-ZA y RF-P muestran contaminación “Media” y los demás puntos sobre el Río Frío se ubican en contaminación “Baja” y “Ninguna”, al estar en la parte más alta, antes de llegar a las zonas urbanas.

Con respecto al índice de contaminación por mineralización ICOMI, en el curso del río Frío se observó que desde el punto RF-07 hasta el punto RF-P ubicado antes de la PTAR de Río Frío no presenta contaminación y en el tramo evaluado desde el punto RF-B hasta la entrega al Río de Oro se registra una contaminación en la categoría “Media”.

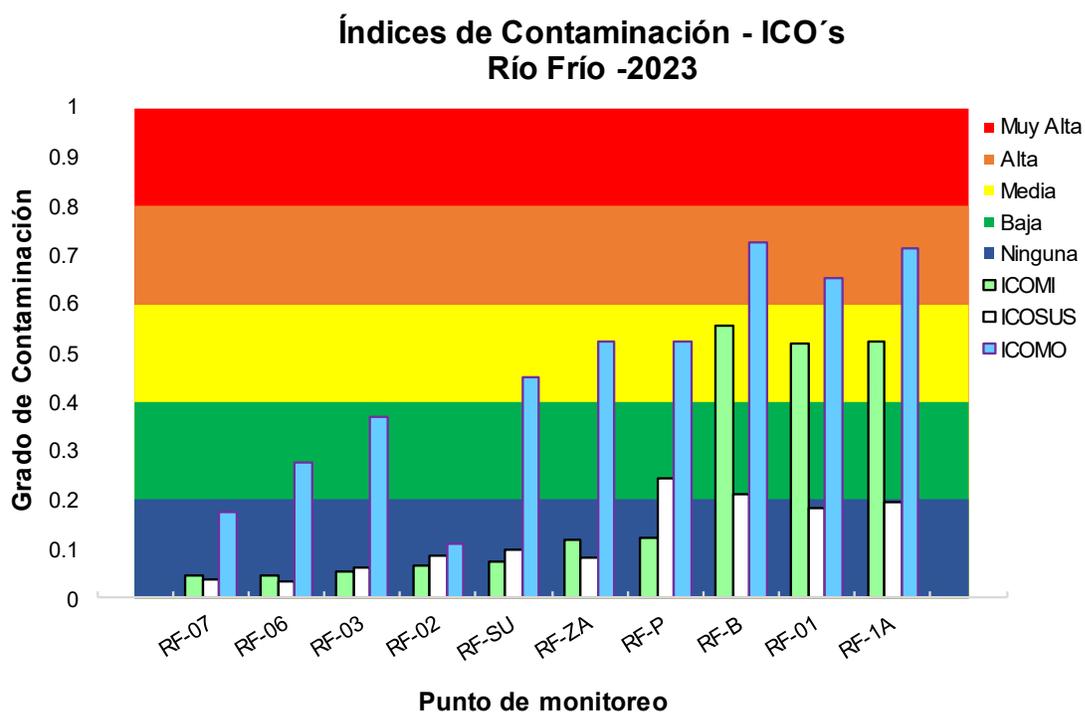
En cuanto al indicador ICOSUS de Sólidos suspendidos, la corriente no presentó contaminación, ubicándose en categorías “Baja” y “Ninguna”. Con respecto a los resultados del año 2022, el punto RF-01, presentó una mejora en su ICOSUS ya que presentaba categoría “Regular” y actualmente tiene un valor de “Ninguna”.

Con respecto al Índice ICOTRO que se determinó que para los puntos RF-B, RF-01 y RF-1A la categoría fue “HIPEREUTROFICA” por la recepción de las diferentes descargas por actividades domésticas y no domésticas entre Floridablanca y Girón, al igual que se presentaba para el año 2022.

Tabla 24. Índices de Contaminación - Río Frío.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
RÍO FRÍO	RF-07	0.05	0.18	0.04	0.06
	RF-06	0.04	0.28	0.03	0.07
	RF-03	0.06	0.37	0.06	0.12
	RF-02	0.07	0.11	0.09	0.10
	RF-SU	0.07	0.45	0.10	0.33
	RF-ZA	0.12	0.52	0.08	0.20
	RF-P	0.12	0.52	0.24	0.18
	RF-B	0.56	0.73	0.21	3.51
	RF-01	0.52	0.65	0.18	3.96

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
	RF-1A	0.52	0.71	0.19	3.76



Gráfica 13. Índices de Contaminación - Río Frío.

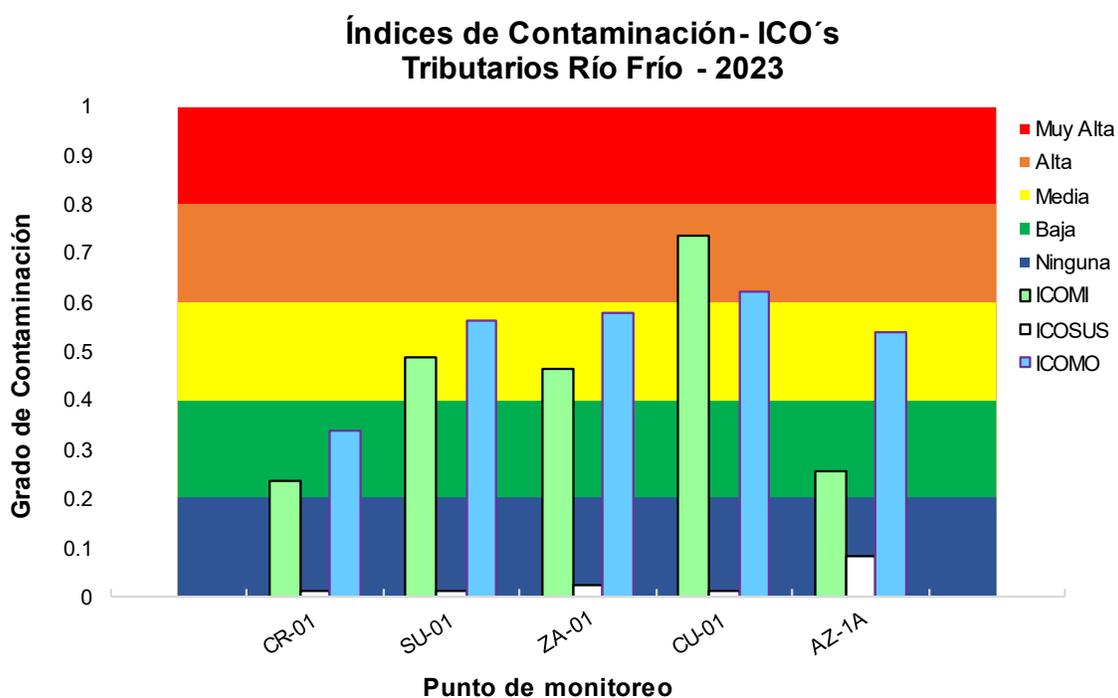
2.5.3.4 Índices de contaminación tributarios río Frío

En relación con los índices de contaminación de los tributarios del río Frío, los cuales se exponen en la tabla 25, y gráfica 14, tenemos que el ICOMO nos muestra la degradación de la fuente por materia orgánica en la quebrada Cuellar con criterio de "ALTA" contaminación, mientras las demás se ubican en categorías de "Alta" y "Media" contaminación, el índice ICOMI mostró los mismos criterios de contaminación que el ICOMO. A diferencia del año 2022 el ICOMO mejoró en los puntos SU-01 y ZA-01, pero decayó en el punto CU-01 el cual tenía un ICOMO de contaminación "Baja".

El ICOSUS para todos los puntos evaluados no presentó índices de contaminación (“Ninguna”).

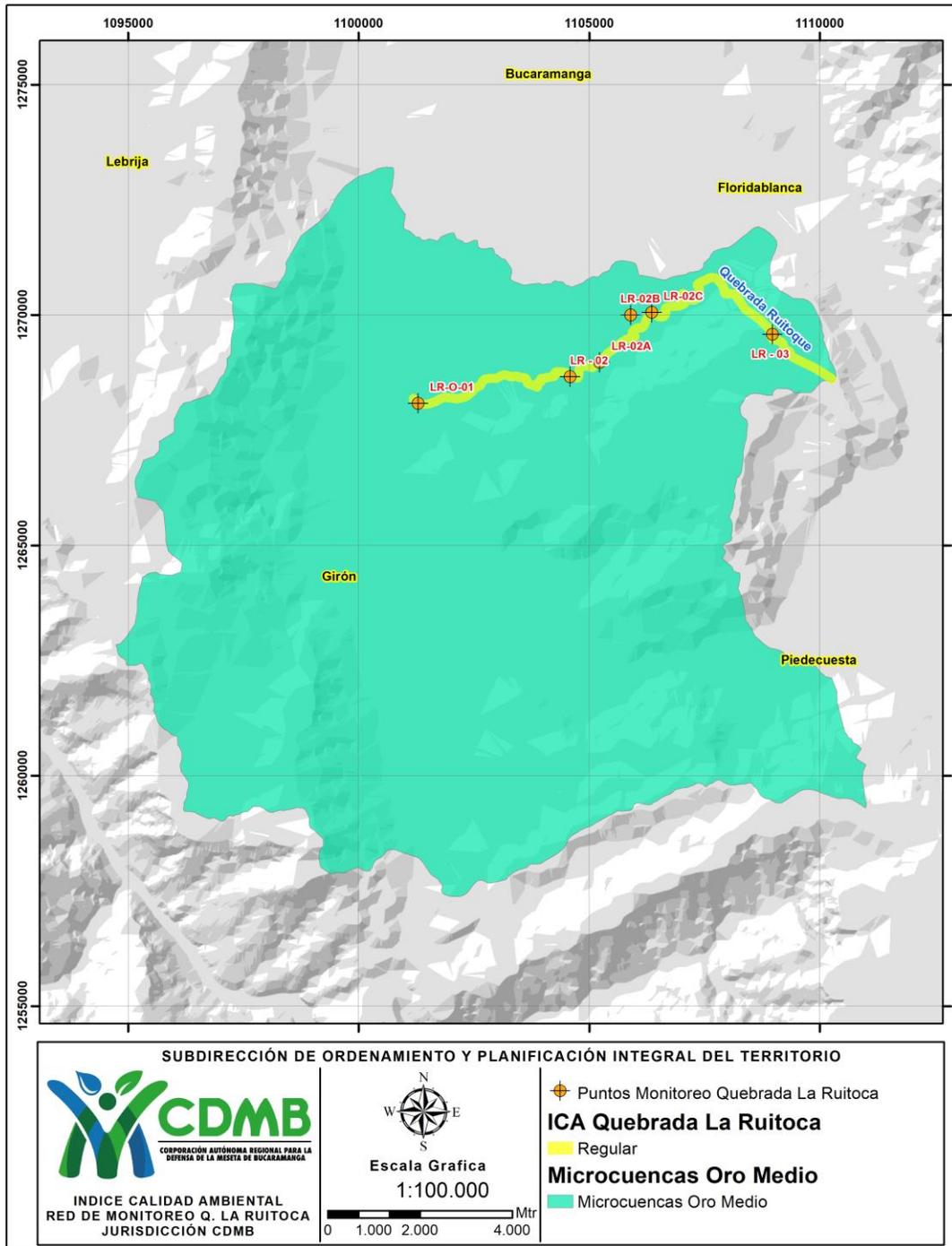
Tabla 25. Índices de Contaminación – Tributarios Río Frío.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO	
TRIBUTARIOS RÍO FRÍO	Q. Carbona	CR-01	0.23	0.34	0.01	0.08
	Q. Suratoque	SU-01	0.49	0.56	0.01	0.60
	Q. Zapamanga	ZA-01	0.46	0.58	0.02	0.46
	Q. Cuellar	CU-01	0.73	0.62	0.01	1.08
	Q. Aranzoque- Mensulí	AZ-1A	0.25	0.54	0.08	0.56



Gráfica 14. Índices de Contaminación – Tributarios Río Frío.

2.5.4. Quebrada La Ruitoca



Mapa 5. Ubicación puntos de monitoreo Quebrada La Ruitoca

La quebrada La Ruitoca tiene su nacimiento en la mesa de Ruitoque, específicamente en el sector de Ruitoque Golf Country Club. A lo largo de su trayecto recibe vertimientos de sistemas de alcantarillado, empresas de sacrificio de aves y del sector agrícola. Su entrega al río de Oro se realiza en el sector de Girón aguas arriba del punto de monitoreo RO-04H. En la Q. La Ruitoca se monitorearon los puntos LR-03 Cañaverall, LR-02C Pollo Plus, LR-02B Acapulco, LR-02A EL Porvenir, LR-02 El Pilón, LR-O-01 La Ruitoca. La tabla 26, presenta los puntos y las campañas de monitoreo realizadas en la vigencia.

Tabla 26. Fechas de campañas de monitoreo de Quebrada La Ruitoca

PUNTO MONITOREO	DE FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2
LR-03	12/7/2023	25/10/2023
LR-02B	5/07/2023	25/10/2023
LR-02	5/07/2023	25/10/2023
LR-02C	5/07/2023	25/10/2023
LR-02A	5/07/2023	25/10/2023
LR-O-01	5/07/2023	25/10/2023



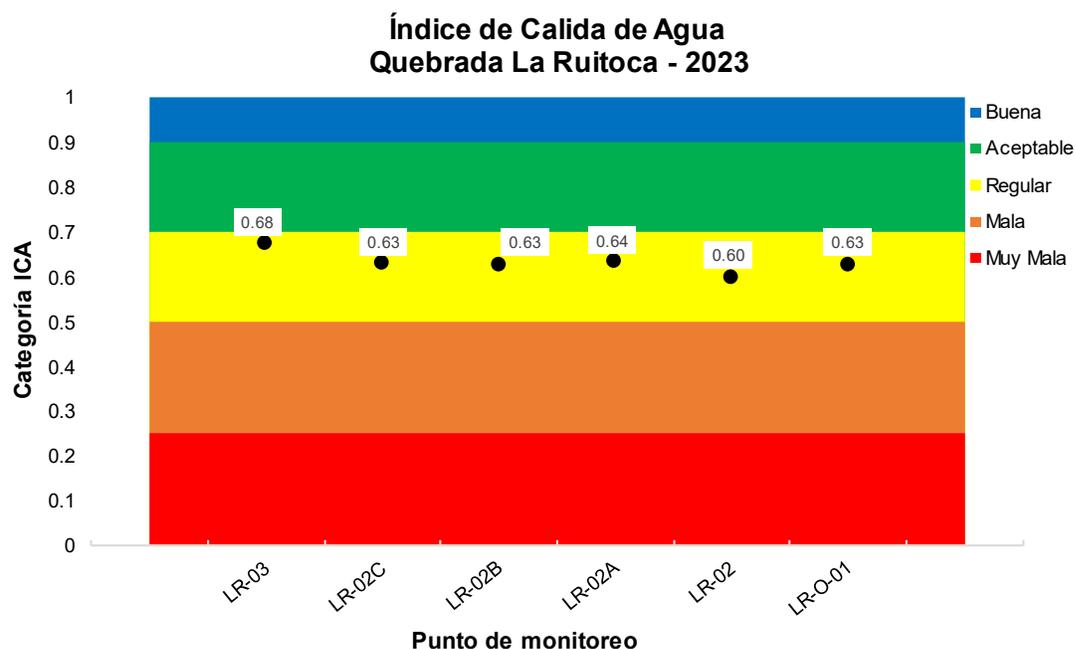
Imagen 4. Puntos de monitoreo LR-02B / LR-02A

2.5.4.1. Índice de calidad – ICA Quebrada La Ruitoca

Con respecto a la quebrada La Ruitoca, los seis (6) puntos monitoreados a lo largo de la corriente, presentados en la tabla 27 y gráfica 15, mostraron Índices de Calidad- ICA “REGULAR” ya que atraviesa y/o pasan próximas a diferentes zonas que están urbanizadas. Los códigos de los puntos son: LR-03 Cañaveras, LR-02C Pollo Plus, LR-02B Acapulco, LR-02A El Porvenir, LR-02 El Pilón, y LR-O-01 La Ruitoca. Con respecto al año 2022, los ICAS se mantienen, no se han generado cambios significativos en el tiempo.

Tabla 27. Índice de Calidad de Agua ICA – Quebrada La Ruitoca.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2023	CALIDAD
QUEBRADA LA RUITOCA	LR-03	0.68	REGULAR
	LR-02C	0.63	REGULAR
	LR-02B	0.63	REGULAR
	LR-02 ^a	0.64	REGULAR
	LR-02	0.60	REGULAR
	LR-O-01	0.63	REGULAR



Gráfica 15. Índice de Calidad de Agua ICA – Quebrada La Ruitoca.

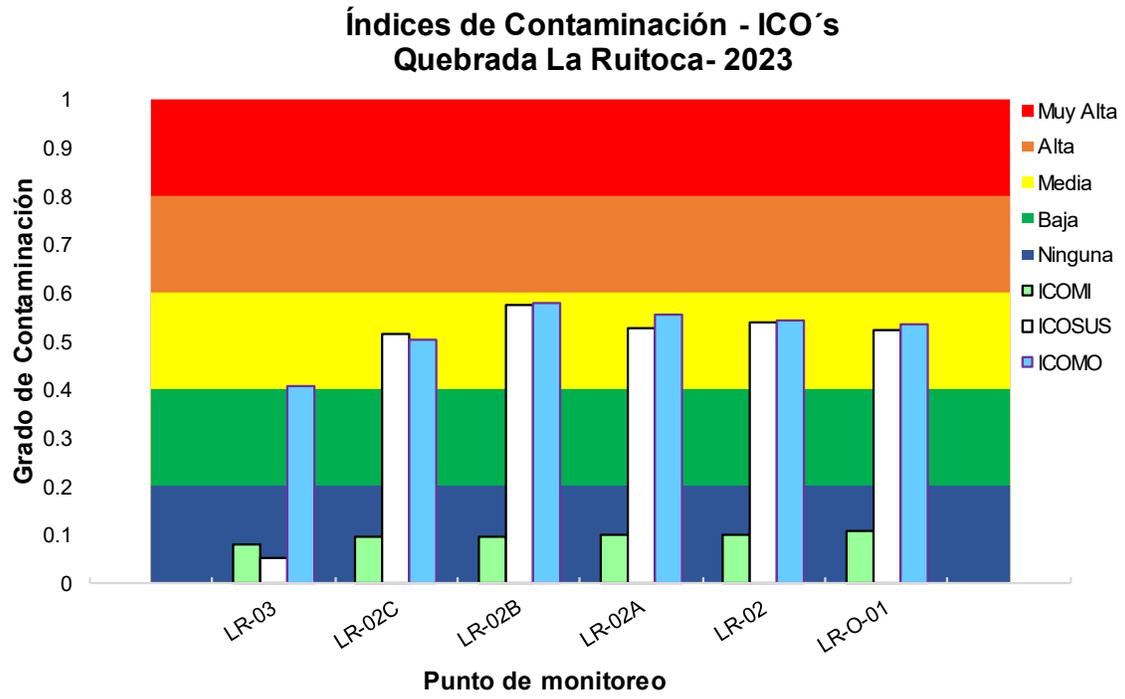
2.5.4.2. Índices de contaminación Quebrada La Ruitoca

El Índice de contaminación ICOMI para los puntos monitoreados en la Quebrada La Ruitoca se categorizó como “Ninguna” como se advierte en la Tabla 28 y Gráfica 16. Con respecto a los índices de contaminación por materia orgánica ICOMO, se obtuvo una categoría de “Media” en toda la corriente, lo que indica la afectación en su paso por las zonas urbanizadas, y que esta contaminación ha incrementado en los puntos de LR-03 “Cañaverál” y LR-02 “El Pilón” con respecto al año 2022, ya que tenían un grado de contaminación “Bajo”.

Los índices de contaminación ICOSUS demostraron un decaimiento en su estado, debido a que para el año 2022, se encontraban en categoría “Ninguna” para los puntos LR-02B, LR-02A y LR-02, y “Baja” para LR-02C y LR-O-01, y actualmente se determinó un grado de contaminación “Medio”. Es necesario realizar un seguimiento para conocer los motivos que llevaron al incremento de los sólidos suspendidos sobre la corriente hídrica a través de toda su trayectoria.

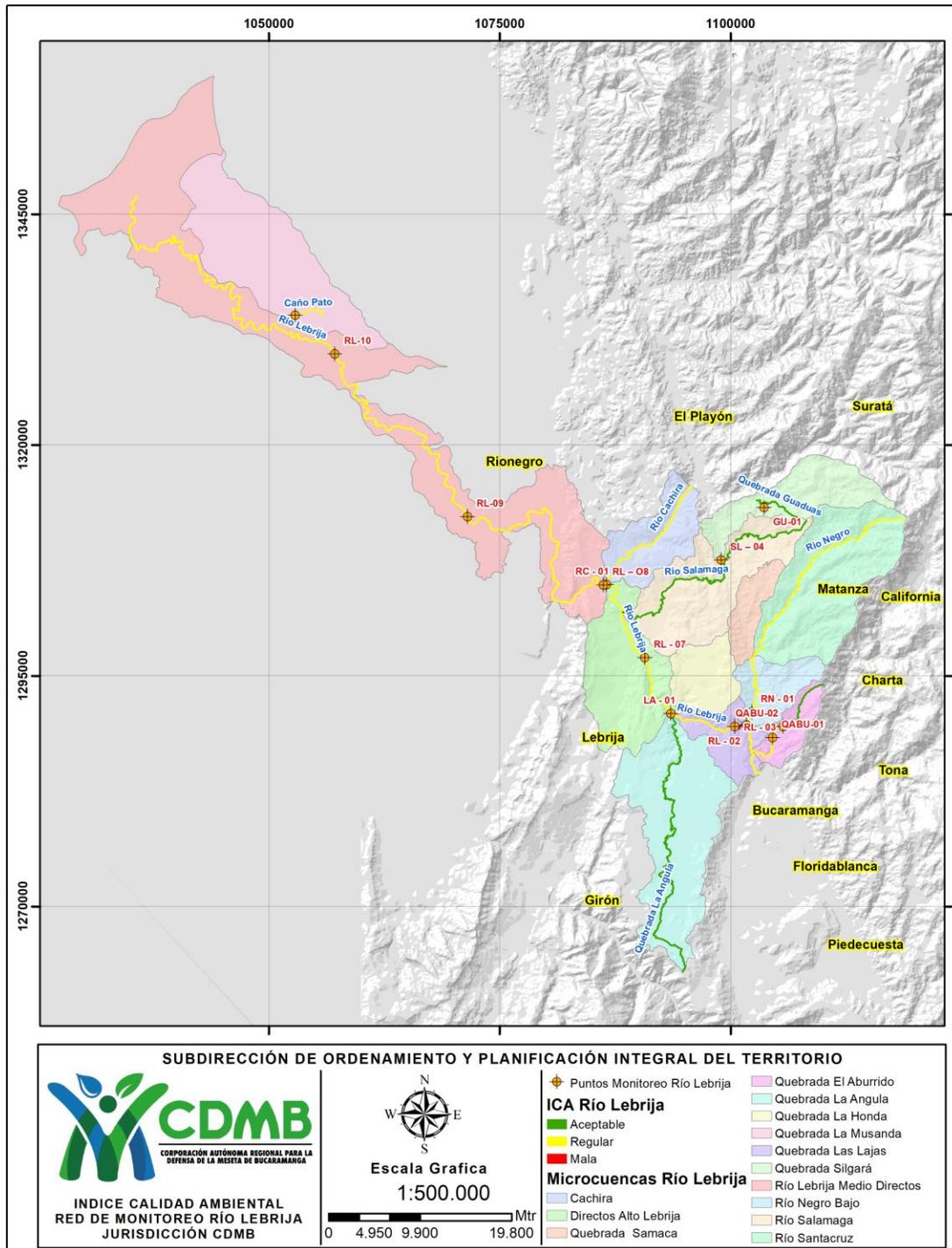
Tabla 28. Índices de Contaminación – Quebrada La Ruitoca.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
QUEBRADA RUITOCA	LR-03	0.08	0.41	0.05	0.09
	LR-02C	0.10	0.50	0.51	0.50
	LA LR-02B	0.10	0.58	0.57	0.43
	LR-02A	0.10	0.56	0.53	0.45
	LR-02	0.10	0.54	0.54	0.41
	LR-O-01	0.11	0.53	0.52	0.52



Gráfica 16. Índices de Contaminación – Quebrada La Ruitoca.

2.5.5 Río Lebrija y sus afluentes principales



Mapa 6. Ubicación de puntos de monitoreo Río Lebrija

El río Lebrija se forma por la confluencia entre el río Surata y el río de Oro y 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, durante el año 2023 se monitorean dos puntos adicionales en el municipio de Rionegro, para completar un total de seis (6) puntos de monitoreo sobre la corriente hídrica:

- RL-02 “Bocas”
- RL-03 “Embalse”
- RL-07 “El Conchal”
- RL-08 “Vanegas”
- RL-09 “Provincia”
- RL-10 “San Rafael”

Tabla 29. Fechas de campañas de monitoreo de Río de Lebrija y sus principales afluentes

PUNTO MONITOREO	DE FECHA DE CAMPAÑA 1	MUESTREO	FECHA DE CAMPAÑA 2	MUESTREO
RL-02	28/06/2023		19/10/2023	
RL-03	28/06/2023		19/10/2023	
RL-07	28/06/2023		19/10/2023	
RL-08	28/06/2023		19/10/2023	
RL-09	28/06/2023		19/10/2023	
RL-10	28/06/2023		19/10/2023	
QABU-02	28/06/2023		19/10/2023	
QABU-01	28/06/2023		19/10/2023	
RN-01	27/06/2023		18/10/2023	
SL-04	27/06/2023		18/10/2023	
LA-01	28/06/2023		19/10/2024	
RC-01	28/06/2023		19/10/2024	



Imagen 5. Monitoreo de corrientes, punto RL-09 / RL-10

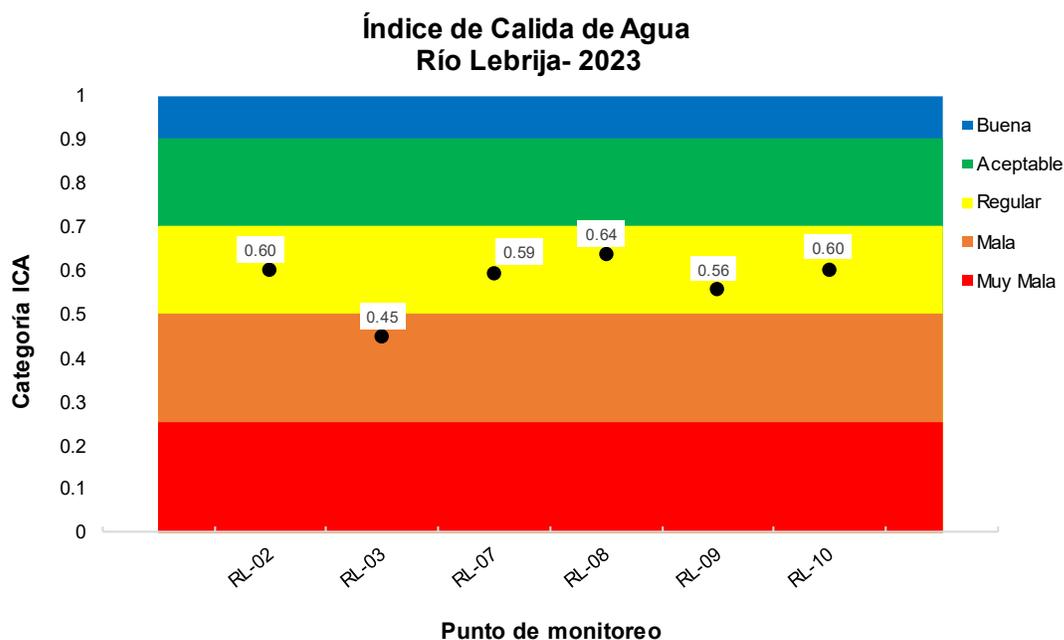
2.5.5.1 Índice de calidad Río Lebrija

Como se puede observar en la Tabla 30 y Gráfica 17, cinco de los seis puntos ubicados sobre la corriente hídrica Río Lebrija, presentan un Índice de Calidad de Agua “Regular” y el punto ubicado aguas abajo de la Represa de Bocas presenta un ICA “Mala”.

Con respecto a lo reportado en el año 2022, el punto de RL-03 bajo su índice de calidad a categoría “Mala” desde la categoría “Regular”, sin embargo, esta tendencia era probable ya que el valor del ICA para el 2022 se encontraba en el límite inferior, próxima a la categoría “Mala”. La desmejora del ICA se debe principalmente al incremento en los coliformes totales, coliformes fecales, DQO y los sólidos suspendidos con respecto al año anterior.

Tabla 30. Índice de calidad de agua ICA - Río Lebrija.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2023	CALIDAD
RÍO LEBRIJA	RL-02	0.60	REGULAR
	RL-03	0.45	MALA
	RL-07	0.59	REGULAR
	RL-08	0.64	REGULAR
	RL-09	0.56	REGULAR
	RL-10	0.60	REGULAR



Gráfica 17. Índice de calidad de agua ICA - Río Lebrija.

2.5.5.2. Índice de calidad tributarios río Lebrija

El río Lebrija en la jurisdicción de la CDMB, cuenta con cinco (5) afluentes monitoreados en los siguientes puntos:

- Quebrada el Aburrido en dos puntos QABU-01 ubicado aguas abajo del antiguo frigorífico Vijagual, y el puto QABU-02 ubicado en la estación La Vega.
- Río Negro punto RN-01 ubicado en “Brisas”, y sus afluentes el rio 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.

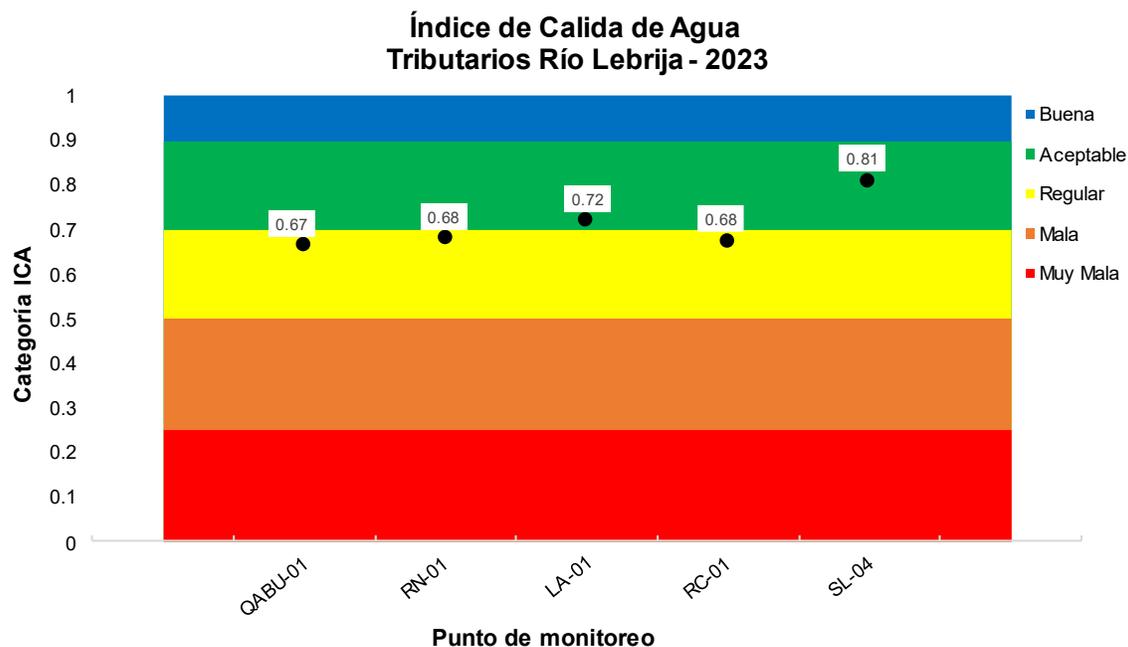
Se observa en la Tabla 31 y grafica 18, que la calidad para los tributarios Q. La Angula LA-01 y Río Salamaga- SL-04 El Bambú se encuentran en calidad "Aceptable". Sin embargo, los puntos Río Negro RN-01, la Quebrada El Aburrido QABU-01 y el Río Cáchira RC-01, se ubican en calidad "REGULAR". Con respecto año 2022 se evidencio una mejor en el punto LA-01, donde anteriormente tenía un índice de calidad "Regular".

Tabla 31. Índice de Calidad de Agua - Tributarios Río Lebrija.

SITIO DE MUESTREO		PUNTO	ICA 2023	CALIDAD
TRIBUTARIOS RIO LEBRIJA	Q. El Aburrido	QABU-01	0.67	REGULAR
	Río Negro	RN-01	0.68	REGULAR
	Q. La Angula	LA-01	0.72	ACEPTABLE
	Río Cachíra	RC-01	0.68	REGULAR
	Río Salamaga	SL-04	0.81	ACEPTABLE

En cuanto a la Q. La Angula, quien abastece al municipio de Lebrija, adicional al punto LA-01, se evaluaron los puntos LA-04 El Águila y LA-03 La batea, teniendo en cuenta los resultados ICAS, ver Tabla 9. Para el punto LA-04 "El Águila", quien se encuentra ubicado en la bocatoma del acueducto municipal de Lebrija, obtuvo categoría "Regular", mostrando desmejora con respecto al 2022. 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", siendo coherente con la recepción de material orgánico.

En relación al punto adicional realizado en la Q. El Aburrido, el punto QABU-02 ubicado en la Vega, antes del balneario, con respecto al año 2022, su ICA se mantiene con el valor de "Aceptable", ya que se encuentra en la parte alta antes de una intervención significativa por actividades humanas.



Gráfica 18. Índice de Calidad de Agua - Tributarios Río Lebrija.

2.5.5.3. Índices de contaminación río Lebrija

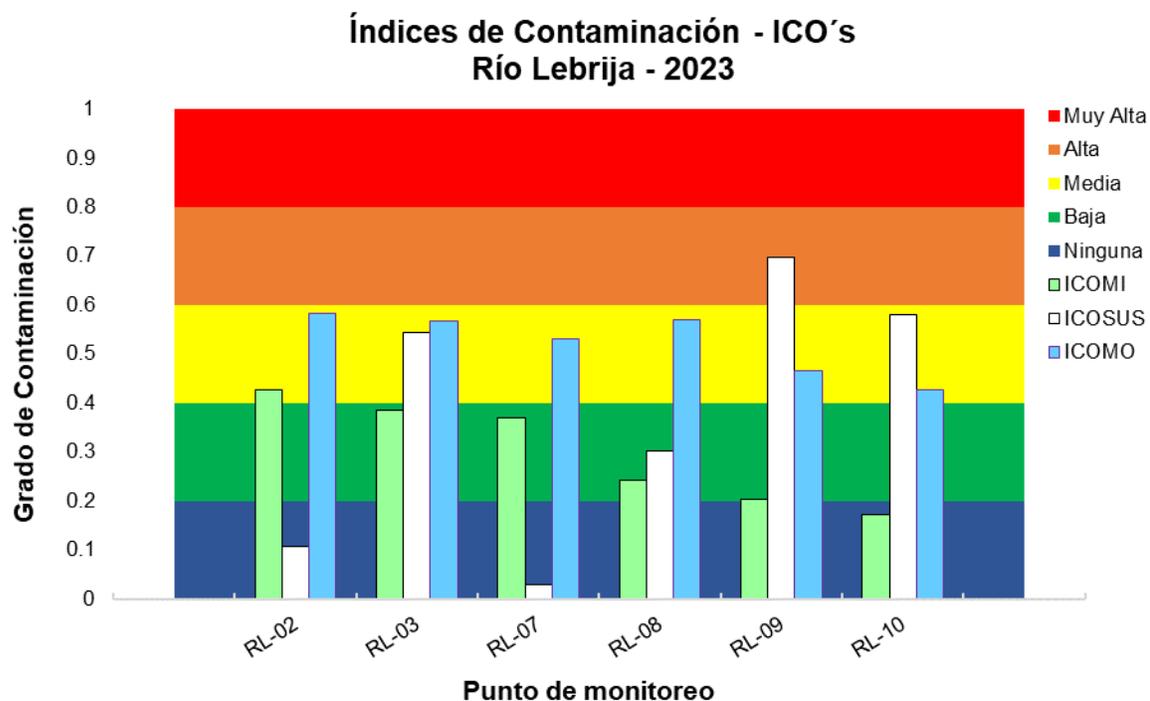
El índice de contaminación por materia orgánica-ICOMO en los puntos monitoreados en el río Lebrija alcanzó categoría "MEDIA" como se muestra en la Tabla 32 y Gráfica 19, igual que los resultados del año 2021 y 2022.

Para el caso de los ICOSUS, se obtuvo una calificación de "Alta" para los puntos RL-09, por los altos contenidos de sólidos suspendidos en las muestras de agua de las diferentes campañas, con respecto a los demás puntos monitoreados, se observó una mejora de este índice de contaminación, ya que, en el 2022, los puntos RL-03, RL-07 y RL-08 tenían un ICOSUS de "Alto".

Con respecto al ICOMI se clasificó el Índice de Contaminación por mineralización se ubicó como "Media" en el punto RL-02, "Baja" para los puntos, RL-03, RL-07, RL-08 y RL-09 y "Ninguna" para el punto RL-10.

Tabla 32. Índices de Contaminación - Río Lebrija.

SITIO MUESTREO	DE PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
RÍO LEBRIJA	RL-02	0.43	0.58	0.11	0.64
	RL-03	0.38	0.57	0.54	0.36
	RL-07	0.37	0.53	0.03	0.25
	RL-08	0.24	0.57	0.30	0.34
	RL-09	0.20	0.47	0.70	0.28
	RL-10	0.17	0.43	0.58	0.54



Gráfica 19. Índices de Contaminación - Río Lebrija.

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

Se evidencia en la Tabla 33 y Gráfica 20, que el índice de contaminación por mineralización ICOMI, se encuentra en calificación "Ninguna" y "Baja" en los cinco (5)

puntos tributarios del río Lebrija.

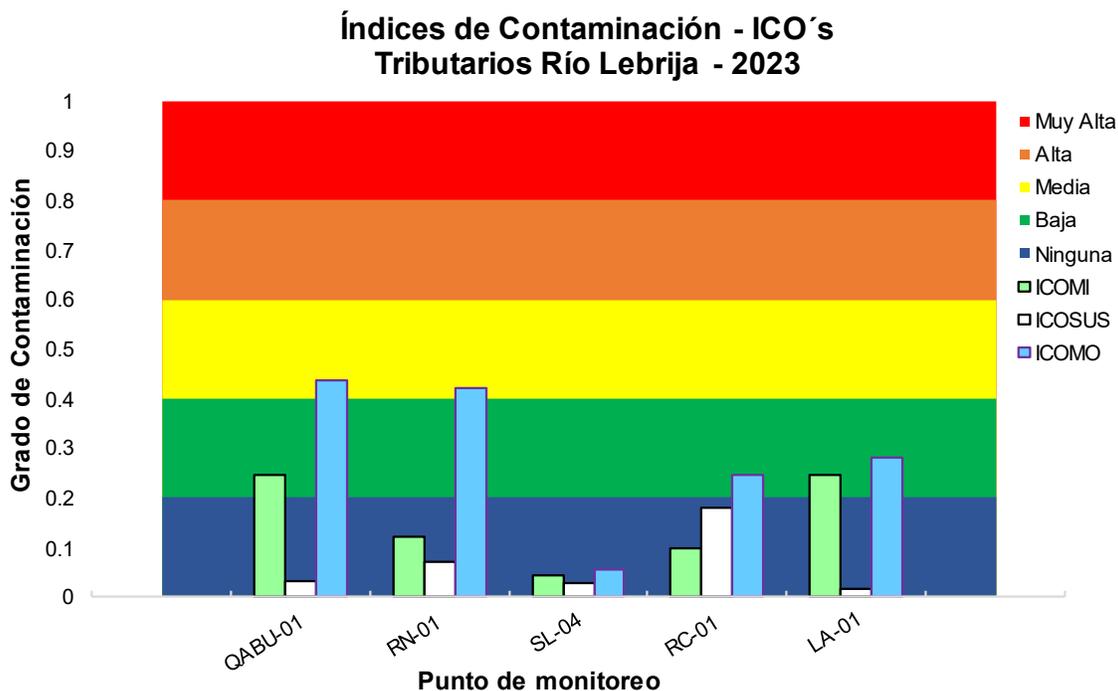
Con respecto al índice de Materia Orgánica-ICOMO, la calificación es "Media" para el afluente Rionegro RN-01 y Q. El Aburrido en el punto QABU-01, la calificación "BAJA" para el Río Cachira (RC-01) y la Q. La Angula (LA-01). y el punto del Rio Salamaga (SL-04) no presentaron contaminación por materia orgánica ya que su descriptor se ubicó "NINGUNA".

Así mismo, en el caso del índice de contaminación por sólidos suspendidos-ICOSUS, en ningún punto de la corriente se evidencio contaminación, como se observa en la gráfica 20.

Tabla 33. Índices de Contaminación - Tributarios Río Lebrija.

SITIO DE MUESTREO		PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
TRIBUTARIOS RIO LEBRIJA	Q. El Aburrido	QABU-01	0.24	0.44	0.03	0.08
	Río Negro	RN-01	0.12	0.42	0.07	0.15
	Río Salamaga	SL-04	0.04	0.06	0.03	0.06
	Río Cachira	RC-01	0.10	0.25	0.18	0.08
	Q. La Angula	LA-01	0.25	0.28	0.02	0.63

En cuanto a los demás puntos monitoreados de la Q. La Angula y Q- El Aburrido, se evaluaron los puntos LA-04 El Águila, LA-03 La batea y QABU-02 La Vega, se evaluaron los ICOS, ver Tabla 12. Los ICOSUS no presentaron contaminación "Ninguna" en todos los puntos. Con respecto al ICOMI, solo se determinó contaminación "Baja" en el punto LA-03. Al determinar el ICOMO, se observó contaminación "Alta" en el punto LA-03, debido a que está, podría estar recibiendo las descargas domésticas del municipio de Lebrija; para el punto LA-04 se obtuvo un ICOMO de "Media" ya que este punto es monitoreado posteriormente del paso de la quebrada a algunas viviendas rurales de la zona.



Gráfica 20. Índices de Contaminación - Tributarios Río Lebrija.

2.5.5.5. Metales pesados en el Río Lebrija – RED DE CALIDAD

La CDMB, entre sus compromisos, realizó el análisis de metales pesados en los puntos RL-09 Provincia y RL-10 San Rafael para los cuales se monitorearon los parámetros de Mercurio, Cadmio, Arsénico, Zinc, Cobre, Cromo, Plomo, Aluminio, Hierro, Manganeso y Níquel dentro de las dos campañas realizadas en las fechas reportadas en la tabla 29.

Para el análisis de resultados se tienen en cuenta como máximos permisibles los límites indicados en los criterios de calidad establecidos por el Decreto 1594 de 1984 donde se enmarcan “Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano...” en el artículo 38 y 39 y “Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para uso agrícola...” en el artículo 40.

Con base en lo anterior se determinó que para el punto RL-09, ninguno de los parámetros evaluados supera los límites máximos permisibles por la normatividad. Caso contrario sucede con el punto RL-10, el cual presentó concentraciones de hierro y manganeso

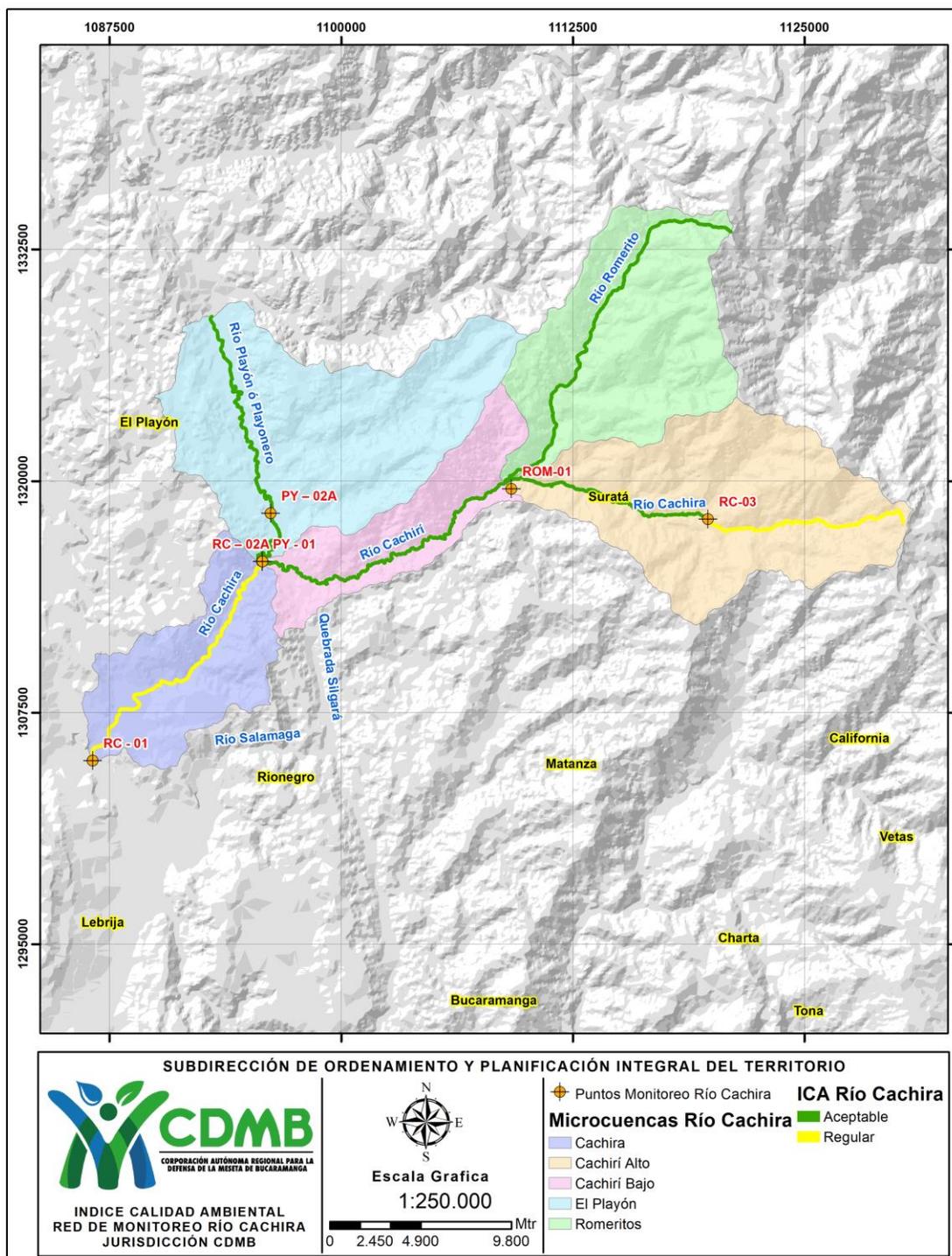
superior al límite máximo permisible como se observa en la Tabla 34, en las diferentes campañas realizadas.

Tabla 34. Resultados de concentración de Hierro y Manganeseo en el Río Lebrija.

Concentración de Hierro (Fe) [mg/L]			
PUNTO	CAMPAÑA 1	CAMPAÑA 2	Limite normativo Dec. 1594, Art. 40
RL-09	0.051	4.32	5.00 mg/L
RL-10	8.29	5.12	
Concentración de Manganeseo (Mn) [mg/L]			
RL-09	0.063	0.170	0.20 mg/L
RL-10	0.075	0.204	

Se recomienda realizar seguimiento en la zona del punto RL-10, con el fin de evaluar los posibles factores que puedan generar la excedencia de concentraciones en los parámetros de hierro y manganeseo sobre la corriente hídrica.

2.5.6 Río Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito)



Mapa 7. Ubicación de puntos de monitoreo Río Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito)

En la unidad hidrográfica del Río Cachira Sur, se ubican seis (6) puntos de monitoreo, de los cuales dos (2) hacen parte de la actualización de la red de monitoreo del año 2023, sobre el Río Cachiri se sitúan los puntos RC-03 Cachirí (punto nuevo) ubicado aguas abajo del corregimiento Cachiri en el municipio de Suratá, RC-02A Las Olas ubicado antes de la confluencia con el Río Playonero y RC-01 Vanegas ubicado antes de la entrega al Río Lebrija, de sus afluentes se monitorea el Río Romerito en el punto RM-01 El Filo (punto nuevo) ubicado antes de la entrega al Río Cachiri, y sobre el afluente Río Playonero se monitorean dos puntos, el PY-02A Puente San Alonso ubicado en la parte norte de la zona urbana del municipio del Playón y el punto PY-01 Balsas ubicado antes de la entrega al Río Cachiri. Ver mapa 7.

Así mismo, la Tabla 355, muestra las fechas de las dos (2) campañas de monitoreo realizadas durante la vigencia 2023.

Tabla 35. Fechas de campañas de monitoreo Ríos Cachira, Salamaga, Río Negro

PUNTO MONITOREO	DE FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2
PY-02A	27/06/2023	18/10/2023
PY-01	27/06/2023	18/10/2023
RC-02A	27/06/2023	18/10/2023
RC-01	28/06/2023	18/10/2023
RC-03	30/06/2023	23/10/2023
ROM-01	13/07/2023	18/10/2023



Imagen 6. Monitoreo de corrientes, puntos RC-03 / ROM-01

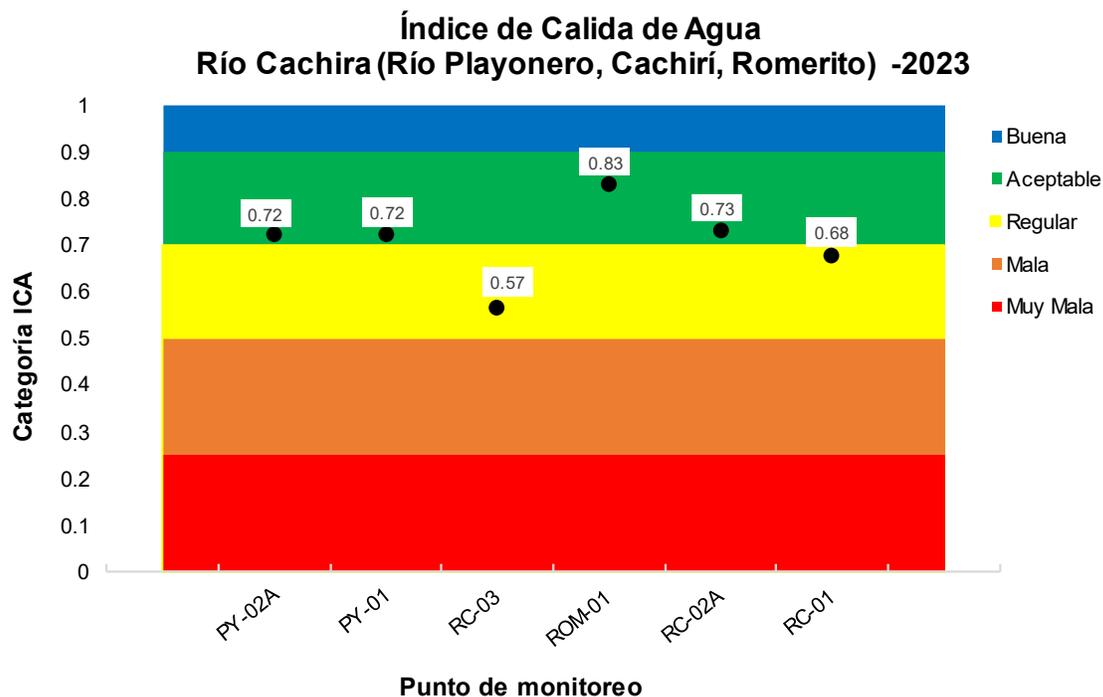
2.5.6.1 Índice de calidad ICA Río Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito)

De acuerdo a los índices de calidad de agua, el Río Cachirí presenta calidad entre las categorías “Aceptable” y “Regular”, en la parte alta según los resultados del punto RC-03 la calidad de afluente se ubica en la categoría “Regular”, posteriormente recibe al Río Romerito que se clasifica en la categoría “Aceptable”, lo que ayuda a que la clasificación de calidad aguas abajo en el punto RC-02A se ubique en la categoría “Aceptable”, así mismo el tributario Río Playonero mejoró su ICA con respecto al año 2022, ubicándose en categoría “Aceptable” en sus dos puntos de monitoreo (PY-02A y PY-01). Finalmente, en el punto de monitoreo ubicado antes de la entrega al Río Lebrija se ubica en la categoría “Regular”, como se observa en la gráfica 21 y la tabla 36.

En conclusión, se debe propender a mantener los índices de calidad del Río Playonero, ante la mejora lograda para el año 2023.

Tabla 36. Índice de Calidad de Agua - Río Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito)

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA	CALIDAD
Río Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito)	PY-02A	0.72	ACEPTABLE
	PY-01	0.72	ACEPTABLE
	RC-03	0.57	REGULAR
	ROM-01	0.83	ACEPTABLE
	RC-02A	0.73	ACEPTABLE
	RC-01	0.68	REGULAR



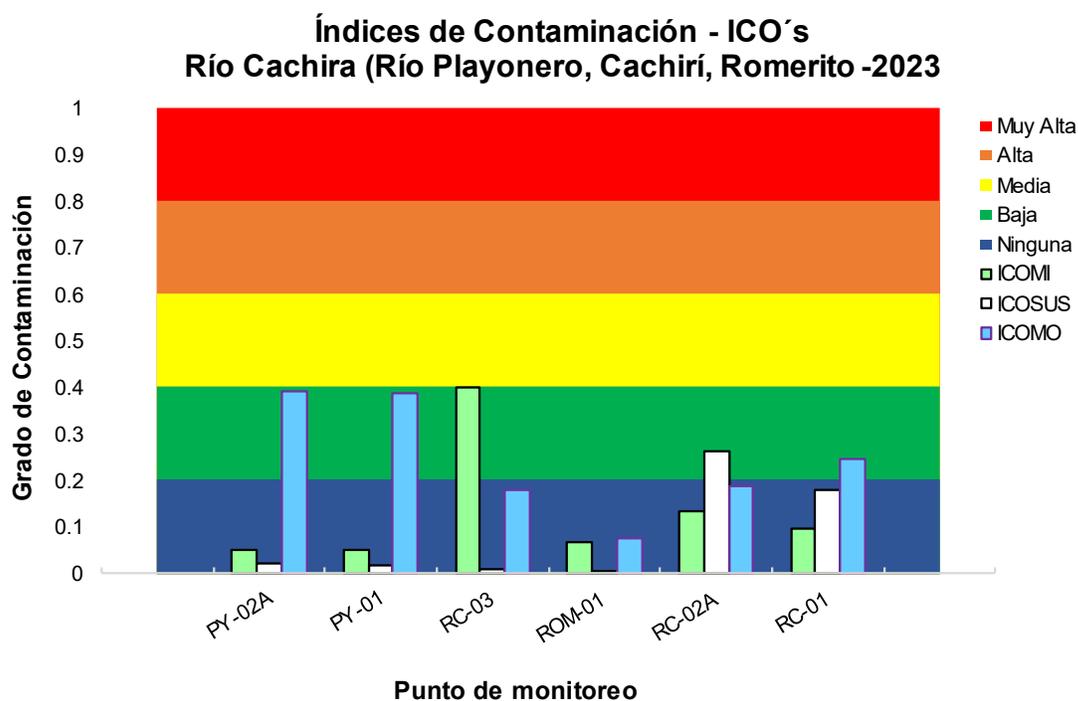
Gráfica 21. Índice de Calidad de Agua - Río Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito)

2.5.6.2 Índices de Contaminación ICO's Río Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito)

Los ICO'S evaluados en la unidad hidrográfica del Río Cachira, muestran clasificaciones entre "Baja" y "Ninguna" para contaminaciones por mineralización, materia orgánica y solidos suspendidos, en cuanto a contaminación trófica ubica a todos los puntos evaluados en la categoría "Eutrófica". Ver tabla 37 y grafica 22. Con respecto a los reportados en el año 2022, se obtuvo una mejora en todos los puntos que reportaron ICOS con calificación "Media" y Alta", el cual es coherente con las mejoras observadas en la determinación de los ICAS.

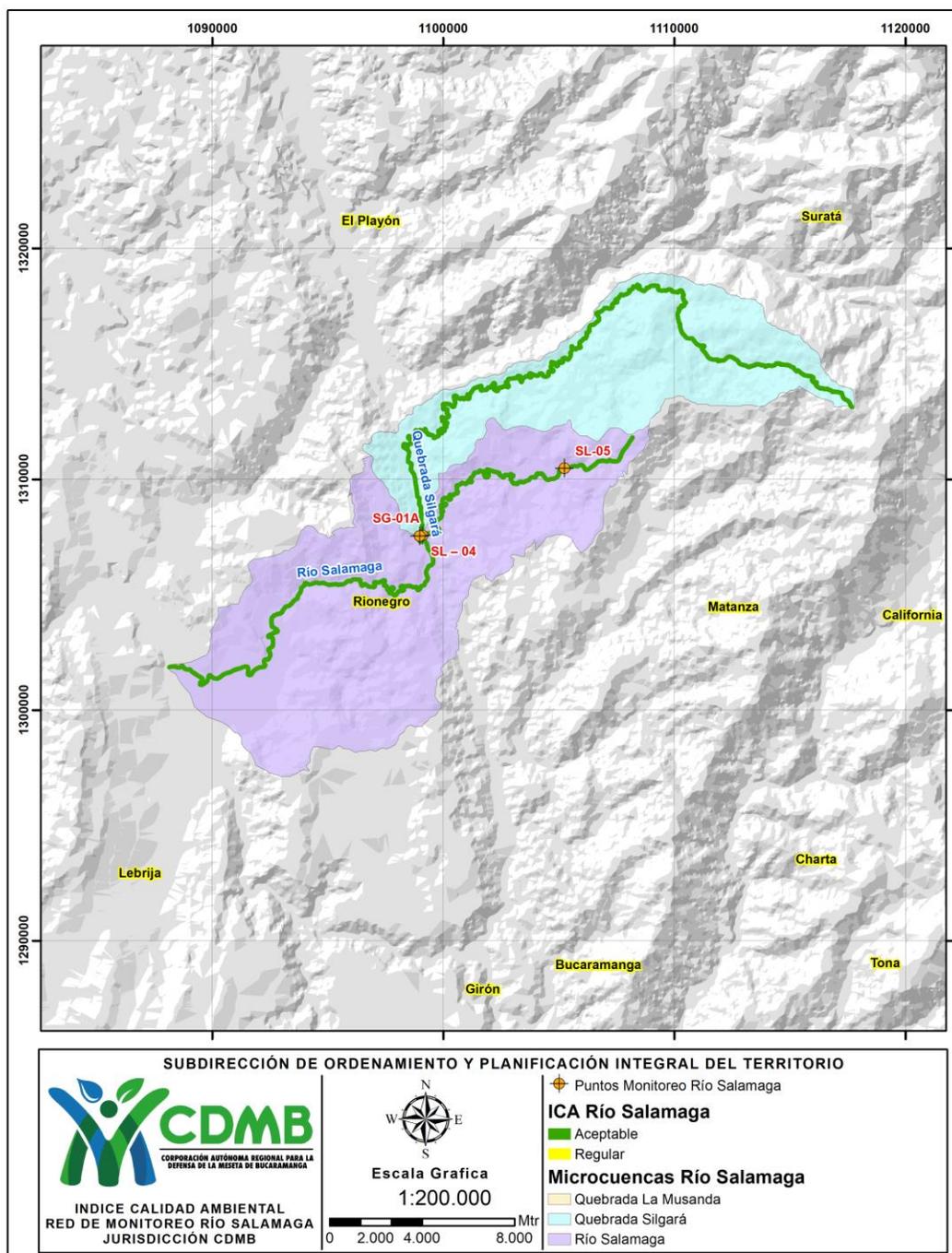
Tabla 37. Índices de Contaminación - Río Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito)

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Río Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito)	PY-02A	0.05	0.39	0.02	0.09
	PY-01	0.05	0.39	0.02	0.07
	RC-03	0.40	0.18	0.01	0.05
	ROM-01	0.07	0.08	0.01	0.09
	RC-02A	0.13	0.19	0.26	0.08
	RC-01	0.10	0.25	0.18	0.08



Gráfica 22. Índices de Contaminación - Río Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito)

2.5.7 Río Salamaga y Río Silgara



Mapa 8. Ubicación de puntos de monitoreo Río Salamaga y Río Silgara

En la unidad hidrográfica del Río Salamaga se monitorean cuatro (4) puntos de los cuales dos (2) hacen parte de la actualización de la red de monitoreo del año 2023; sobre la corriente Salamaga se ubican dos puntos de monitoreo, el punto SL-05 Misiguay (punto nuevo) ubicado en la parte alta de la fuente hídrica, y el punto SL-04 El Bambú, ubicado aguas debajo de la confluencia con el Río Silgara, en el Río Silgara se monitorea el punto SG-01A Puente Arturo, y como afluente de éste se evalúa en punto GU-01 en la quebrada Guayuriba.

Tabla 38. Fechas de campañas de monitoreo Ríos Salamaga y Silgará.

PUNTO MONITOREO	DE FECHA DE CAMPAÑA 1	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2
SG-01A	27/06/2023	18/10/2023
SL-04	27/06/2023	18/10/2023
SL-05	27/06/2023	18/10/2023
GU-01	11/07/2023	18/10/2023

A continuación, en la imagen 7, se muestran fotos de los puntos de monitoreo SL-04 Y GU-01 en las fuentes Rio Salamaga y Quebrada Guayuriba respectivamente.



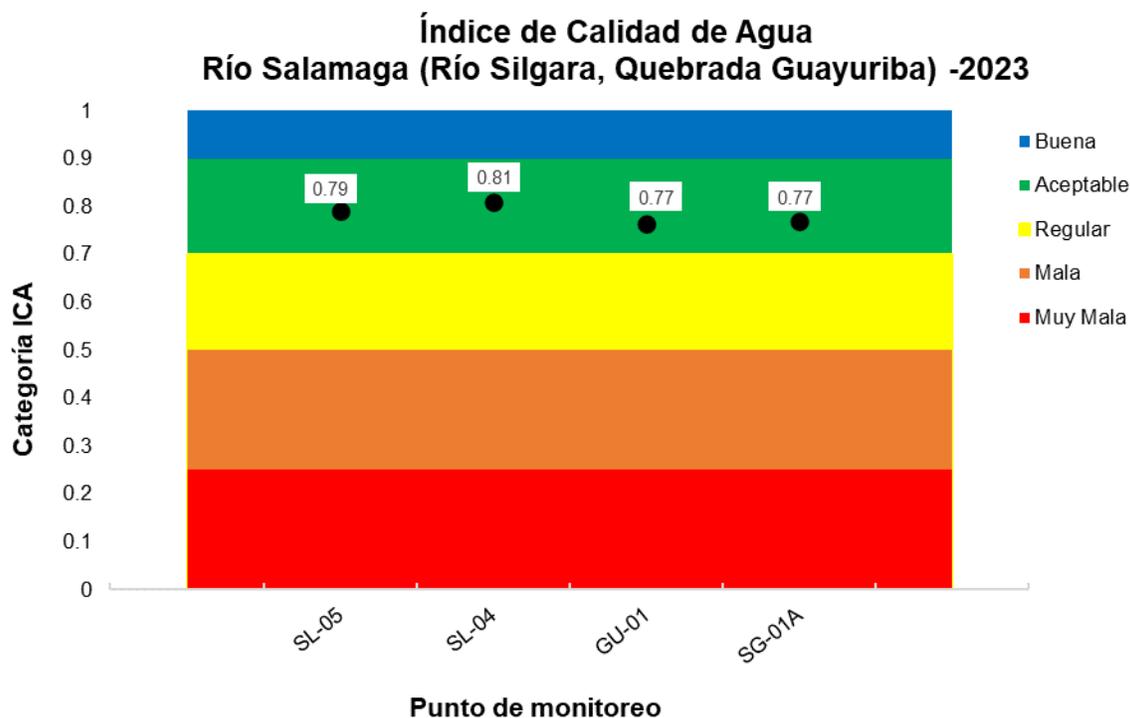
Imagen 7. Monitoreo de corrientes, puntos SL-04 / GU-01

2.5.7.1. Índice de calidad ICA para los Ríos Salamaga y Silgará

El ICA calculado en la unidad hidrográfica del Río Salamaga, muestra que la calidad de agua se encuentra en la categoría “Aceptable” para los cuatro (4) puntos evaluados, SL-05, SL-04, GU-01 y SG-01A. Ver tabla 39 y Grafica 23.

Tabla 39. Índice de Calidad de Agua - Río Salamaga y Río Silgará

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA	CALIDAD
Río Salamaga (Río Silgara, Quebrada Guayuriba)	SL-05	0.79	ACEPTABLE
	SL-04	0.81	ACEPTABLE
	GU-01	0.77	ACEPTABLE
	SG-01 ^a	0.77	ACEPTABLE



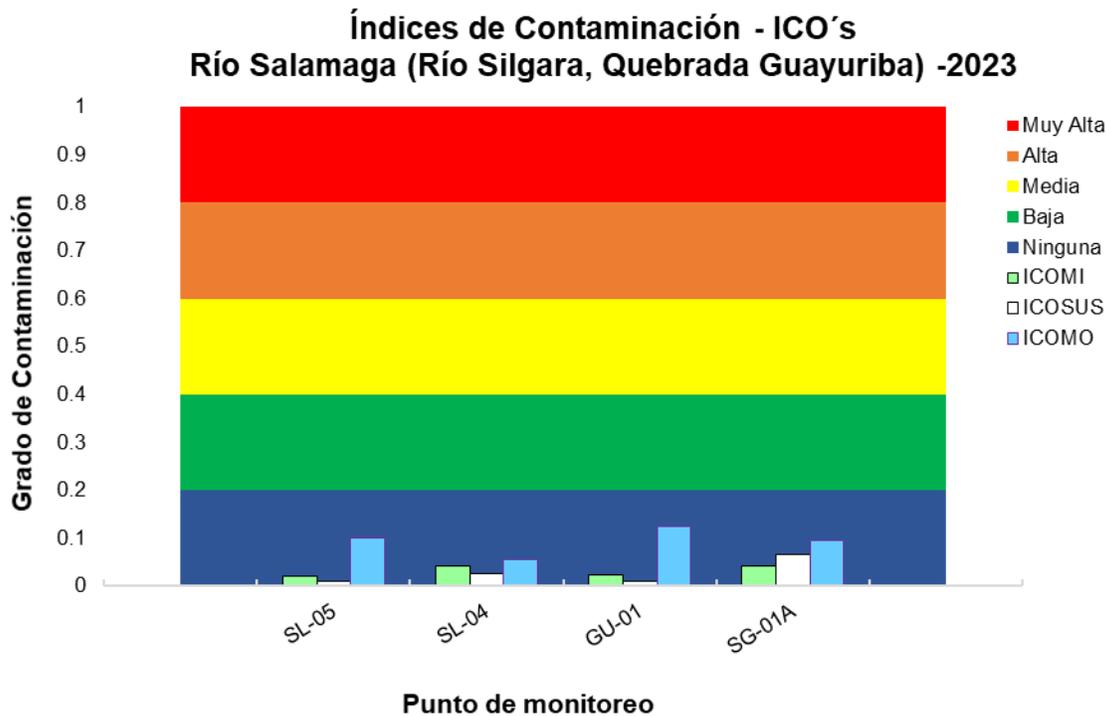
Gráfica 23. Índice de Calidad de Agua - Río Salamaga y Silgará

2.5.7.2. Índices de Contaminación ICO's Ríos Salamaga

Los Índices de contaminación permiten establecer que en El Río Silgará, Río Salamaga y Quebrada Guayuriba no se evidencia presencia de contaminación por solidos suspendidos, materia orgánica y mineralización.

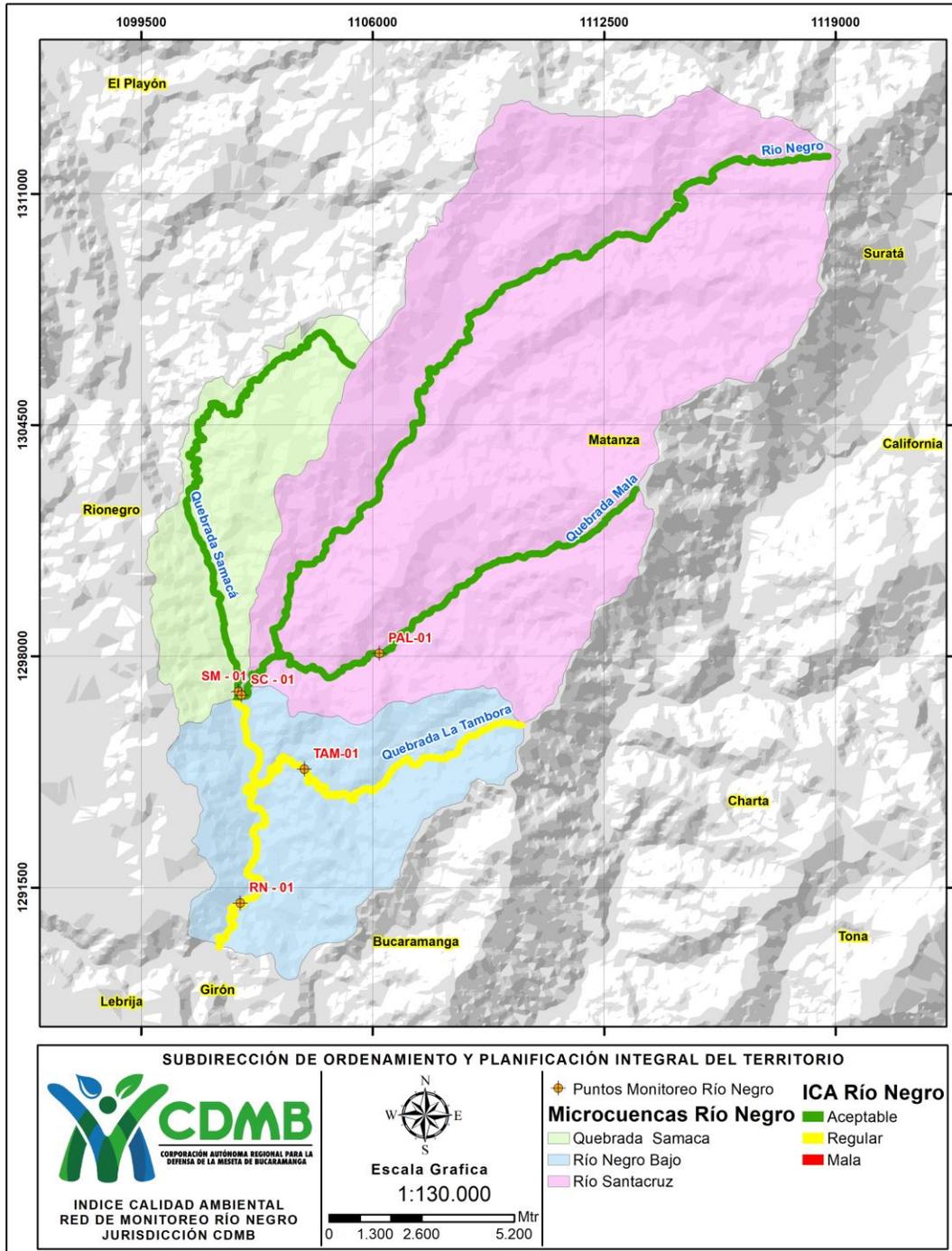
Tabla 40. Índices de Contaminación - Río Salamaga y Río Silgará

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Río Salamaga (Río Silgara, Quebrada Guayuriba)	SL-05	0.02	0.10	0.01	0.05
	SL-04	0.04	0.06	0.03	0.06
	GU-01	0.02	0.12	0.01	0.05
	SG-01A	0.04	0.10	0.07	0.10



Gráfica 24. Índice de Contaminación - Río Salamaga y Silgará

2.5.8 Río Negro y sus tributarios



Mapa 9. Ubicación de puntos de monitoreo Río Negro y sus tributarios

El Río Negro es tributario del Río Lebrija, por lo que la red de monitoreo de la CDMB evalúa la zona en los siguientes puntos. Sobre la Quebrada Samacá se encuentra el punto SM-01, ubicado antes de la confluencia con la Quebrada Santa Cruz, la cual cuenta con un punto de monitoreo denominado SC-01, como afluentes de la corriente hídrica principal (Río Negro) se ubican los puntos sobre las Quebradas Palmita y Tambora denominados PAL-01 y TAM-01 respectivamente, finalizando los puntos muestreados en la zona, sobre Río Negro en el punto RN-01 ubicado antes de la entrega al Río Lebrija.

Tabla 41. Fechas de campañas de monitoreo Río negro y sus tributarios.

PUNTO MONITOREO	DE FECHA DE CAMPAÑA 1	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2
PAL-01	27/06/2023	18/10/2023
SC-01	27/06/2023	18/10/2023
SM-01	27/06/2023	18/10/2023
TAM-01	27/06/2023	18/10/2023
RN-01	27/06/2023	18/10/2023



Imagen 8. Monitoreo de corrientes, puntos TAM-01 / RN-01

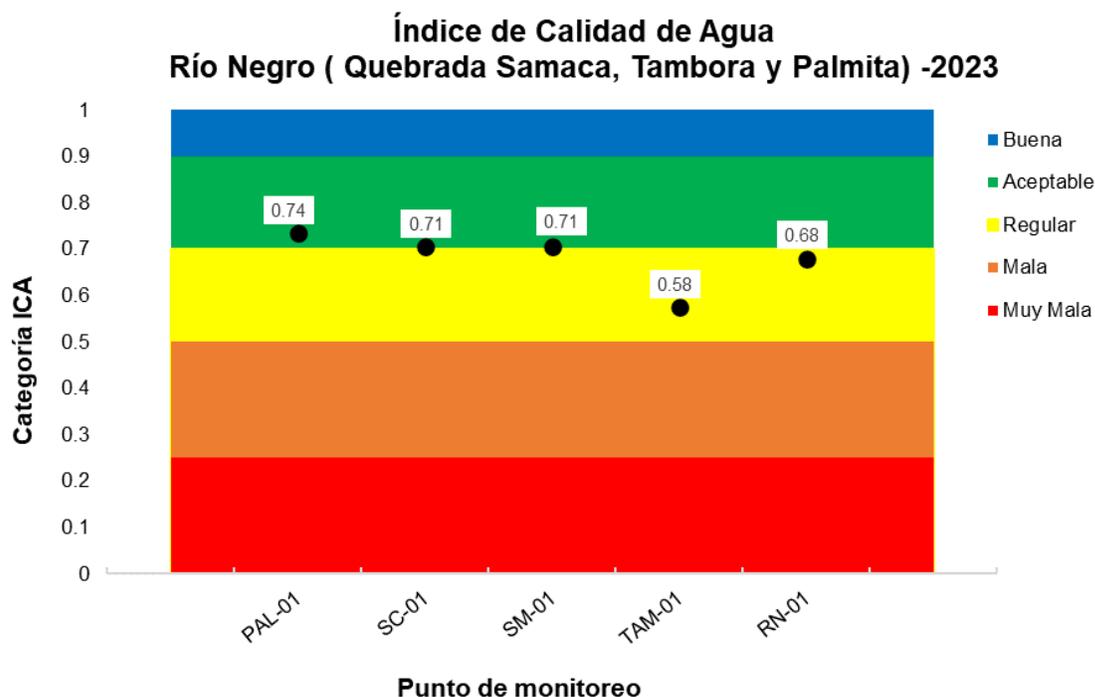
2.5.8.1. Índice de calidad ICA para Río Negro

La evaluación realizada indica que en la parte alta de la unidad hidrográfica el ICA de las quebradas Palmita, Santa Cruz y Samacá se ubica en la categoría “Aceptable”, y que la quebrada Tambora presenta una calidad “Regular” así como el punto evaluado sobre la

corriente Rionegro. Esta consecuencia se podría deber a que el punto monitoreado RN-01, se ubica luego de que la corriente ha pasado por el municipio de Rionegro y otras zonas rurales, por lo que sus vertimientos pudieron haber generado un incremento en los coliformes totales y termotolerantes. En el caso del punto TAM-01, el valor del ICA se podría deber a la alta concentración de la alcalinidad y el valor del pH superior a 8.0 sobre la corriente, se sugiere realizar inspección de la zona para conocer el motivo de estas características fisicoquímicas si son propias del suelo o se debe a una afectación humana.

Tabla 42. Índices de Calidad de agua - Río Negro y sus tributarios

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA	CALIDAD
Río Negro (Quebrada Samaca, Tambora y Palmita)	PAL-01	0.74	ACEPTABLE
	SC-01	0.71	ACEPTABLE
	SM-01	0.71	ACEPTABLE
	TAM-01	0.58	REGULAR
	RN-01	0.68	REGULAR



Gráfica 25. Índice de Calidad de Agua - Río Negro y sus tributarios

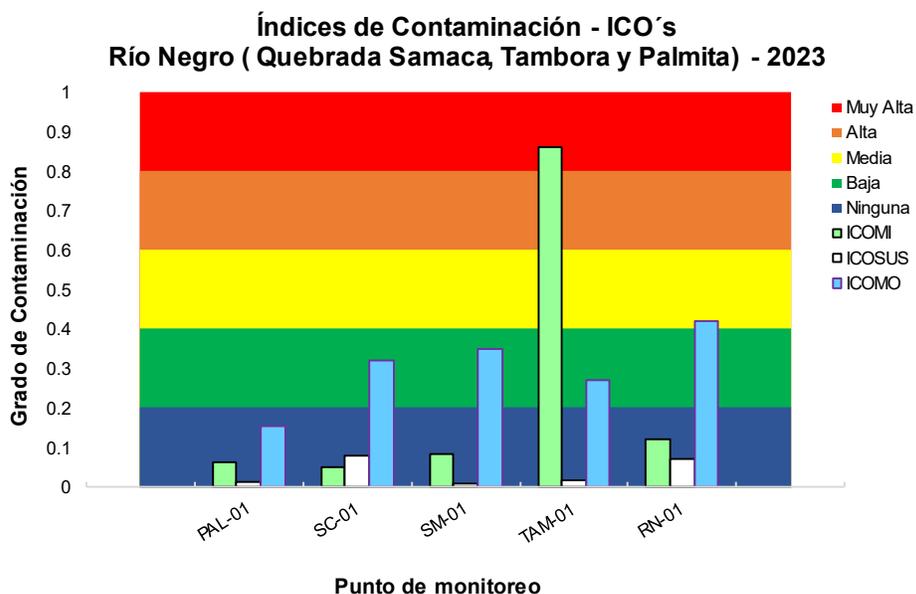
2.5.8.2. Índices de Contaminación ICO's *Río Negro*

Los índices de contaminación en la unidad hidrográfica de Rionegro, muestran que la quebrada Tambora, presenta mayor contaminación por mineralización, al ubicar el índice en la categoría “Muy Alta”; por lo anterior se sugiere realizar seguimiento a esta corriente para conocer los motivos de esta contaminación, si corresponde a una afectación humana, o si son características propias de la zona por las condiciones del suelo, ya que presenta pH superior a 8, y altos valores de conductividad, alcalinidad y dureza.

En cuanto a contaminación por materia orgánica, en el punto RN-01 se calcula un índice de contaminación “Media”, posiblemente causado por los vertimientos originados de las zonas rurales y del municipio de Rionegro.

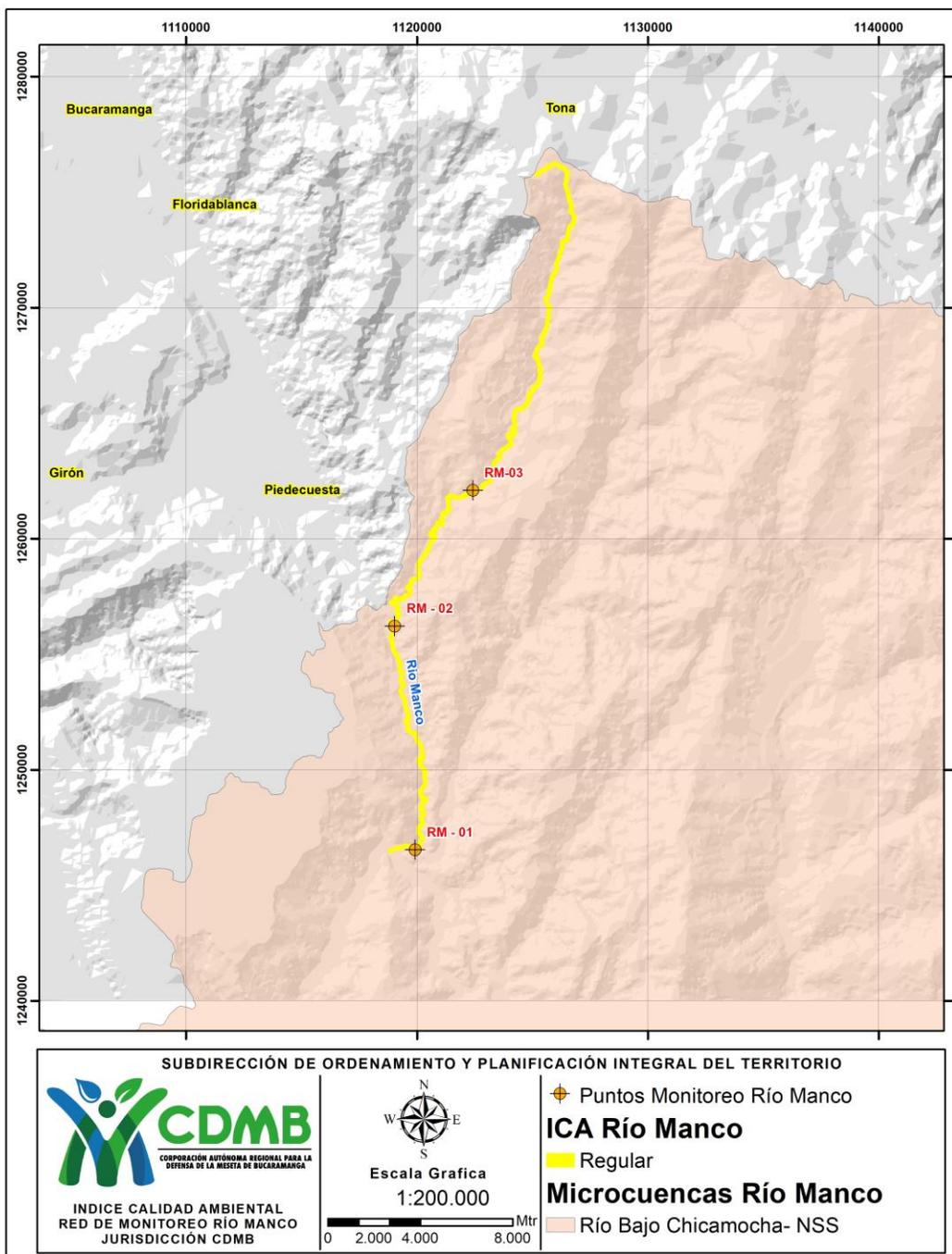
Tabla 43. Índices de Contaminación - *Río Negro* y sus tributarios

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Río Negro (Quebrada Samaca, Tambora y Palmita)	PAL-01	0.06	0.16	0.01	0.08
	SC-01	0.05	0.32	0.08	0.08
	SM-01	0.08	0.35	0.01	0.08
	TAM-01	0.86	0.27	0.02	0.10
	RN-01	0.12	0.42	0.07	0.11



Gráfica 26. Índices de Contaminación - *Río Negro* y sus tributarios

2.5.9 Ríos Manco y Umpalá



Mapa 10. Ubicación de puntos de monitoreo Río Manco - Río Umpala

En el mapa 10, se puede apreciar la ubicación de los puntos de monitoreo sobre el Río Umpalá y el Río Manco; sobre el río Manco en la vigencia 2023 se localizó un nuevo punto de monitoreo denominado RM-03 “Tienda La Playa” en la zona alta, luego se encuentra el punto RM-02 llamado Primavera, se localiza en el sitio donde el río cruza el puente que esta sobre la vía curos - rio Chicamocha 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 rio manco antes de la confluencia de este río con el río Umpalá, mismo que se evalúa en el punto UP-01 ubicado antes de la confluencia con el río Manco.

Tabla 44. Fechas de campañas de monitoreo de Río Manco y Umpalá

PUNTO MONITOREO	DE FECHA DE CAMPAÑA 1	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2
RM-03	29/06/2023	20/10/2023
RM-02	29/06/2023	20/10/2023
RM-01	29/06/2023	20/10/2023
UP-01	29/06/2023	20/10/2023

A continuación, en la imagen 9, se muestran fotos de los puntos de monitoreo RM-01 Y UP-01 en las fuentes Manco y Umpalá.



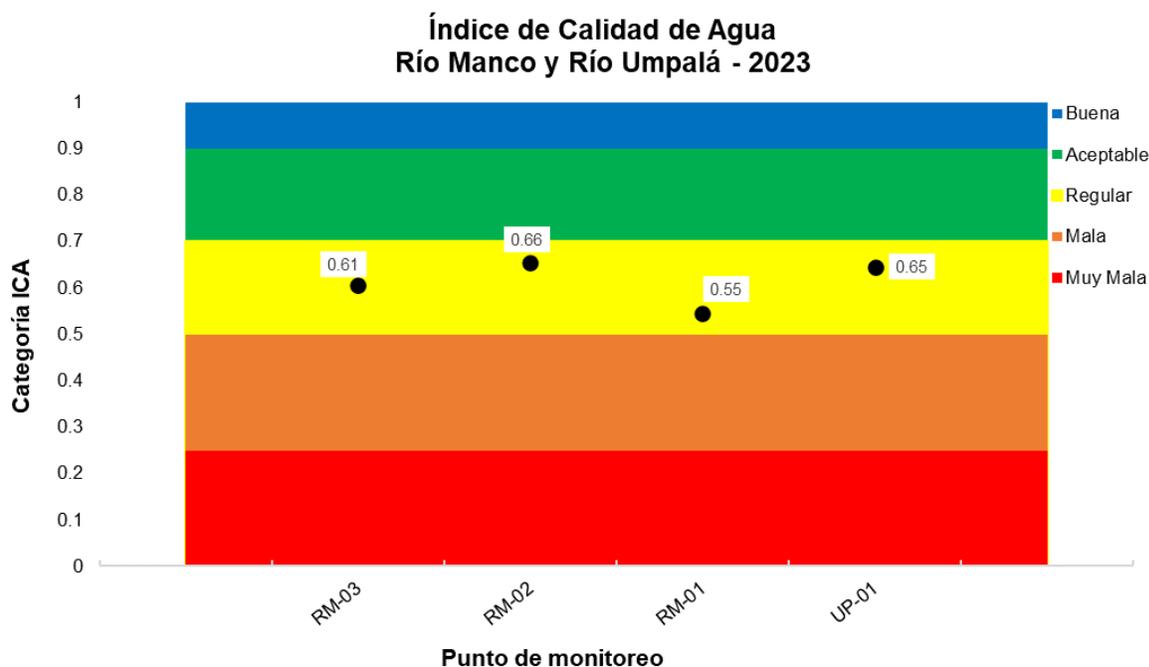
Imagen 9. Monitoreo de corrientes, puntos RM-03 / UP-01

2.5.9.1 Índice de calidad río Manco y Umpalá

El índice de calidad para los tres (3) puntos de monitoreo en el presente año 2023 en el Río Manco estuvieron con categoría “Regular”. Ver en la Tabla 45, y Gráfica 27. Con respecto a años anteriores, nuevamente los ICAS de los puntos evaluados decayeron a “Regular” como se reportó para el año 2021, ya que en el año 2022 habían mejorado a calidad “Aceptable “. Se sugiere realizar seguimiento de las causas por las cuales se vieron afectadas las corrientes hídricas para que su calidad disminuyera nuevamente.

Tabla 45. Índice de Calidad de Agua ICA - Río Manco y Umpalá.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2023	CALIDAD
Río Manco y Río Umpalá	RM-03	0.61	REGULAR
	RM-02	0.66	REGULAR
	RM-01	0.55	REGULAR
	UP-01	0.65	REGULAR



Gráfica 27. Índice de Calidad de Agua ICA - Río Manco y Umpalá.

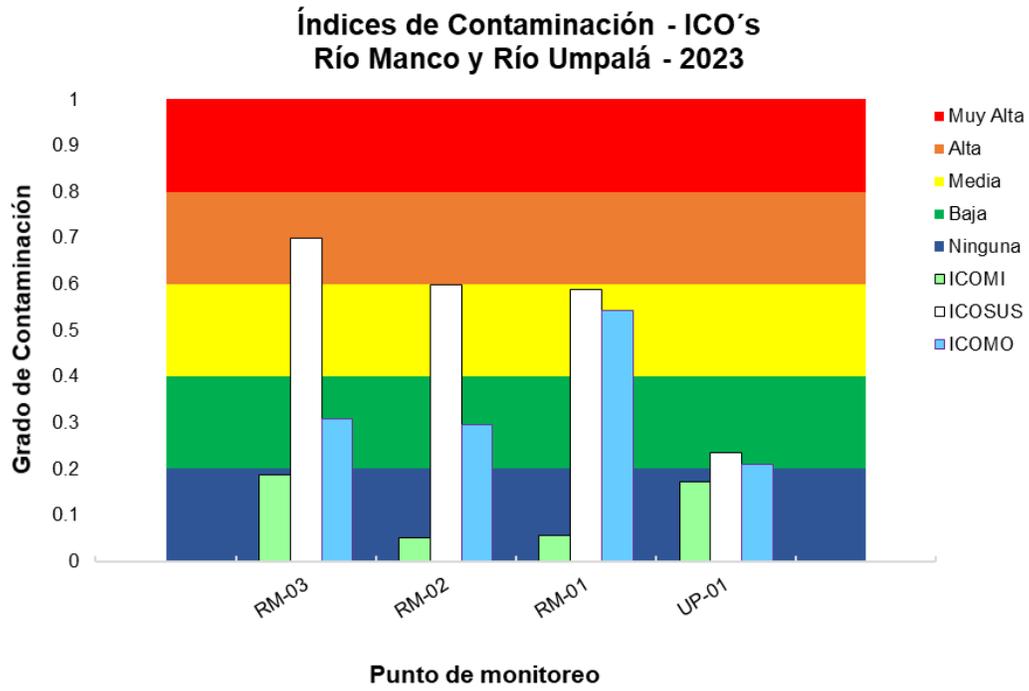
2.5.9.2 Índices de contaminación ICO's Río Manco y Río Umpalá

Los índices de contaminación ICOMI, se valoró como “Ningunas” frente a todos los puntos monitoreados. En el caso de la determinación de ICOMO, los puntos RM-03, RM-02 y UP-01 se clasifican como contaminación “Baja”, sin embargo, para el punto RM-01, se califica como ICOMO “Media”. A diferencia del año 2022, se observa una desmejora de la calidad en este aspecto, debido al incremento en los coliformes totales y una disminución del oxígeno disuelto en los puntos evaluados de las corrientes. Se recomienda realizar seguimiento ya que se presentó la desmejora de calidad con respecto al año 2022, teniendo en cuenta que la valoración de contaminación “Baja” proviene más arriba del punto nuevo RM-03.

Al determinar el ICOSUS, se obtuvo que el punto más contaminado es el RM-03 en el cual se clasifica como “Alto”, para los puntos RM-02 y RM-01 se califican como “Medio”, y para el punto UP-01 el ICOSUS se calificó como “Bajo”. A diferencia del año 2022, se observó generalmente una desmejora de este índice, sin embargo al evaluar los resultados, el incremento de ICOSUS se dio principalmente en la segunda campaña de monitoreo correspondiente a la época de lluvias, por lo que pudo haberse dado por la remoción del suelo al incremento de los caudales, sin embargo se recomienda realizar un seguimiento para confirmar esta hipótesis, y no se estén efectuando actividades que afecten de manera significativa la naturaleza de la corriente.

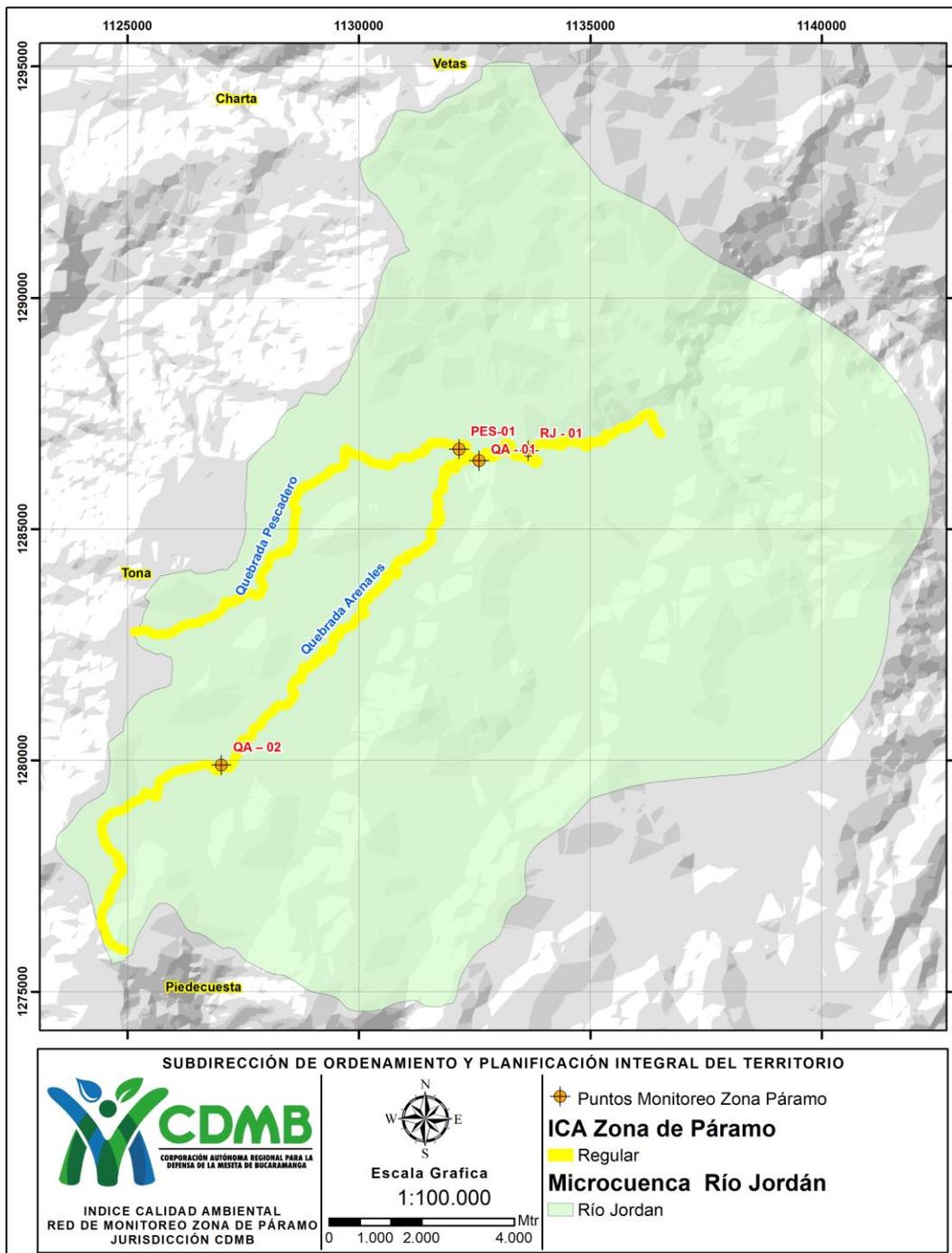
Tabla 46. Índices de Contaminación - Río Manco y Umpalá.

SITIO MUESTREO	DE PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Río Manco	RM-03	0.19	0.31	0.70	0.24
Río Manco	RM-02	0.05	0.30	0.60	0.23
Río Manco	RM-01	0.06	0.54	0.59	0.55
Río Umpalá	UP-01	0.17	0.21	0.23	0.06



Gráfica 28. Índices de Contaminación - Río Manco y Umpalá.

2.5.10 Zona de Páramo quebrada Arenales y río Jordán



Mapa 11. Ubicación puntos de monitoreo Quebrada Arenales- Río Jordán

En la zona de páramo se encuentran dos fuentes hídricas: La quebrada Arenales donde se hallan dos (2) puntos de monitoreo. El primero QA-02 denominado Arenales, está ubicado antes de las descargas de aguas residuales domesticas del corregimiento de Berlín y el segundo QA-01 llamado punto Berlín 1, situado aguas abajo del vertimiento del corregimiento de Berlín. Antes del punto QA-01, se incluyó el monitoreo de la quebrada Pescadero denominado PES-01 “Berlín Pescadero” el cual es un tributario de la quebrada arenas en el municipio de Berlín.

El último punto monitoreado se ubica cuando la quebrada Arenales, pasa el embalse y cambia su nombre a Río Jordán, este se denomina el punto RJ-01 Berlín. La tabla 47, muestra los puntos y las Fechas de las dos (2) campañas de monitoreo en la Quebrada Arenales, Pescadero y el Río Jordán.

Tabla 47. Fechas de campañas de monitoreo de Quebrada Arenales y Río Jordán

PUNTO MONITOREO	DE FECHA DE CAMPAÑA 1	MUESTREO FECHA DE CAMPAÑA 2	MUESTREO
RJ-01	29/06/2023	20/10/2023	
QA-01	29/06/2023	20/10/2023	
QA-02	29/06/2023	20/10/2023	
PES-01	29/06/2023	20/10/2023	

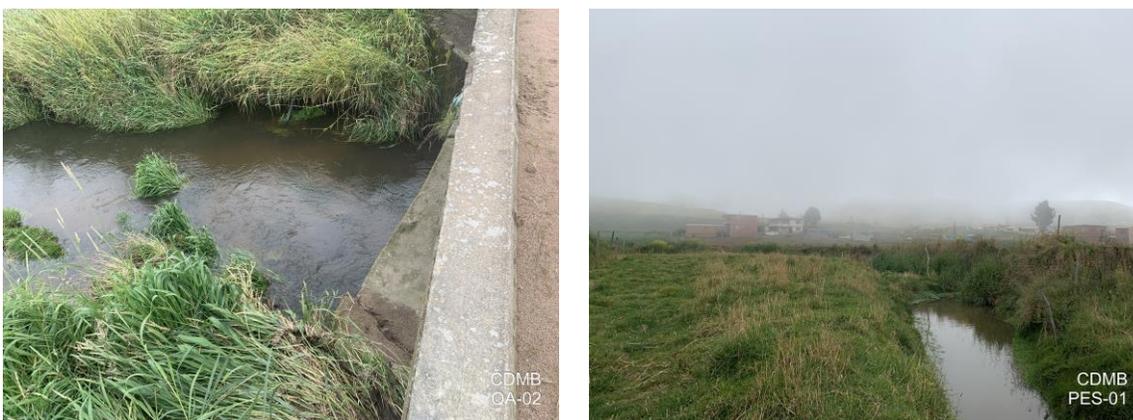


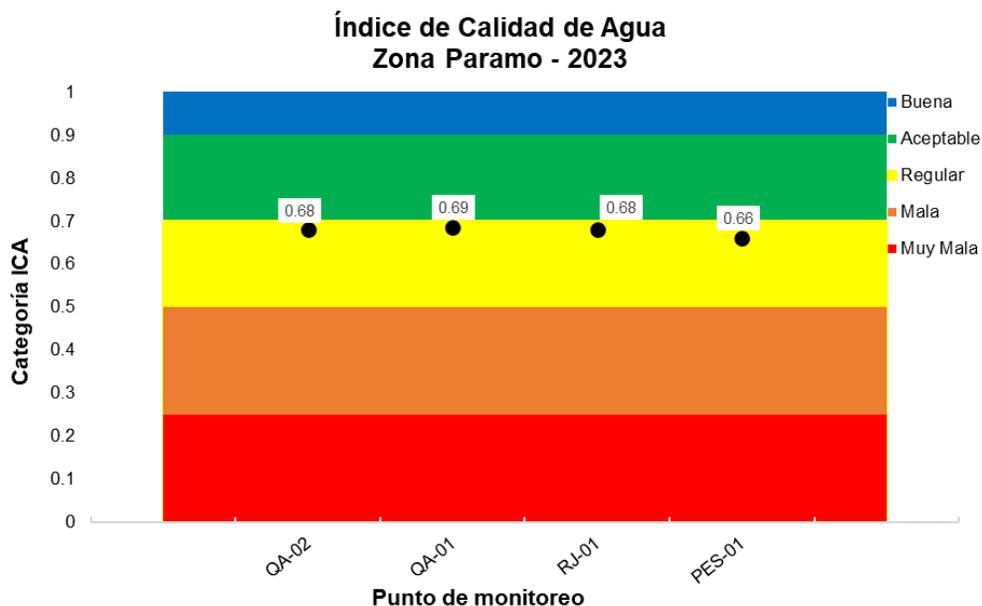
Imagen 10. Monitoreo de corrientes, punto QA-02 / PES-01.

2.5.10.1 Índice de calidad zona de Páramo, quebrada Arenales y río Jordán

La Gráfica 29 y tabla 48, señalan que todos los puntos monitoreados tienen un ICA de “Regular”, inclusive el nuevo punto monitoreado PES-01. Se entiende que la calidad regular correspondiente a los puntos PES-01 y QA-01 se podrían deber a los vertimientos domésticos del municipio de Berlín. En el caso del punto QA-02, se observó una desmejoró con respecto al 2022, ya que se dio un incremento en los parámetros de pH y oxígeno disuelto que afectaron el indicador de calidad, por lo que se sugiere realizar seguimiento para conocer si existe alguna actividad antrópica o propia del ecosistema que afectan las condiciones de la fuente hídrica, siendo un punto ubicado en la parte alta, próxima al Paramo de Santurbán.

Tabla 48. Índice de Calidad de Agua ICA- Zona Páramo.

SITIO DE MUESTREO		PUNTO	ICA 2023	CALIDAD
ZONA DE PARAMO	Q. Arenales	QA-02	0.68	REGULAR
	Q. Arenales	QA-01	0.69	REGULAR
	Río Jordán	RJ-01	0.68	REGULAR
	Q. Pescadero	PES-01	0.66	REGULAR



Gráfica 29. Índice de Calidad de Agua ICA- Zona Páramo.

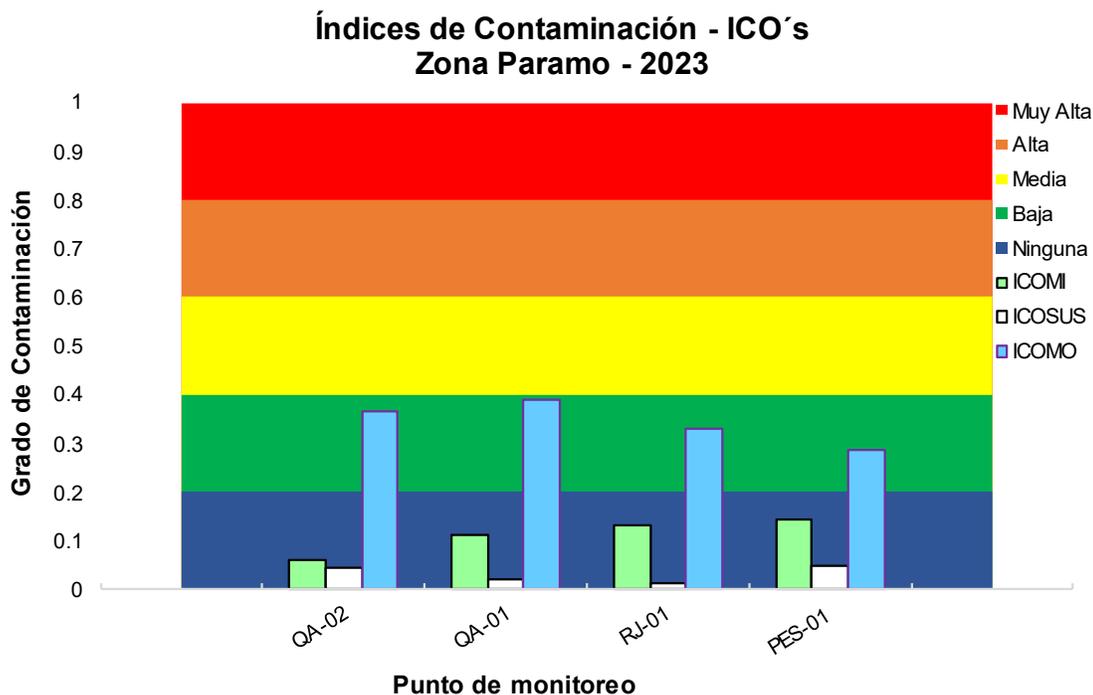
2.5.10.2 Índice de contaminación ICO´s zona de Páramo quebrada Arenales y río Jordán

Al determinar los ICOS (Tabla 49 y gráfica 30), se obtuvo que tanto los ICOMI, ICOMO, ICOSUS e ICOTRO se mantienen con respecto a los reportados para el año 2022 en los puntos QA-02, RJ-01 y QA-01, a excepción del ICOMO del punto QA-01, el cual presentó una leve mejoría ya que se encontraba en categoría “Media” y calificó ahora como “Baja”, aunque está en el límite de los valores de clasificación por lo que puede ser una variación de incertidumbre.

Con respecto al nuevo punto nuevo, correspondiente a la quebrada de Pescadero (PES-01), solo presentó índice de contaminación por Materia Orgánica – ICOMO en categoría “Baja”, posiblemente como se había mencionado antes, a causa de vertimientos domésticos en la zona.

Tabla 49. Índices de Contaminación - Zona Paramo.

SITIO DE MUESTREO		PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
ZONA DE PARAMO	Q. Arenales	QA-02	0.06	0.37	0.04	0.07
	Q. Arenales	QA-01	0.11	0.39	0.02	0.14
	Río Jordán	RJ-01	0.13	0.33	0.01	0.16
	Q. Pescadero	PES-01	0.14	0.29	0.05	0.19



Gráfica 30. Índices de Contaminación - Zona Paramo.

2.5.11 Zona del Complejo de Ciénagas Papayal

Dentro del complejo de Ciénagas papayal y teniendo en cuenta la implementación del PIRMA, incluyendo dos (2) nuevos puntos de monitoreo en la zona que corresponden a la Quebrada Caño Pato (CAP-01) después del paso de esta corriente por el municipio de San Rafael y el segundo punto ubicado en la Quebrada La Musanda (MU-01), el cual se encuentra más allá de la salida de la zona protegida del Complejo de Ciénagas Papayal.

Tabla 50. Fechas de campañas de monitoreo de Quebrada Arenales y Río Jordán

PUNTO MONITOREO	DE FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2
MU-01	05/07/2023	28/10/2023
CAP-01	05/07/2023	28/10/2023



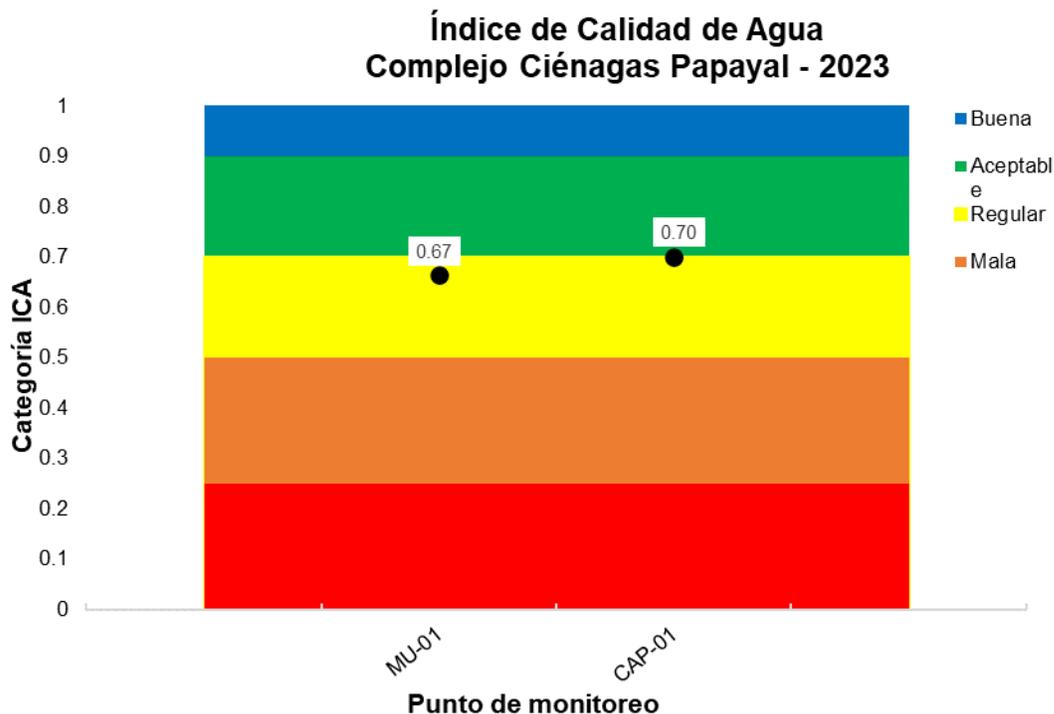
Imagen 11. Monitoreo de corrientes, punto MU-01 / CAP-01.

2.5.11.1 Índice de calidad Complejo de Ciénagas Papayal

La Gráfica 31 y tabla 51, señalan que los puntos monitoreados tienen un ICA de “Regular”. El punto CAP-01 Q. Caño Pato, presenta este índice de calidad “Regular” posiblemente porque se encuentra ubicado más delante de su paso por el municipio de San Rafael, por lo que podría llevar dentro de su carga de contaminantes, vertimientos domésticos. Para el caso del punto MU-01 “Quebrada La Musanda”, su índice ICA es “Regular”, posiblemente a causa de vertimientos domésticos provenientes de las fincas aledañas y posibles afecciones de las condiciones del suelo por cultivos próximos, afectando principalmente la concentración de coliformes y valores de pH ácidos (inferior a 7,00).

Tabla 51. Índice de Calidad de Agua ICA- Complejo Ciénagas Papayal.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2023	CALIDAD
COMPLEJO CIENAGAS PAPAYAL	MU-01	0.67	REGULAR
	CAP-01	0.70	REGULAR



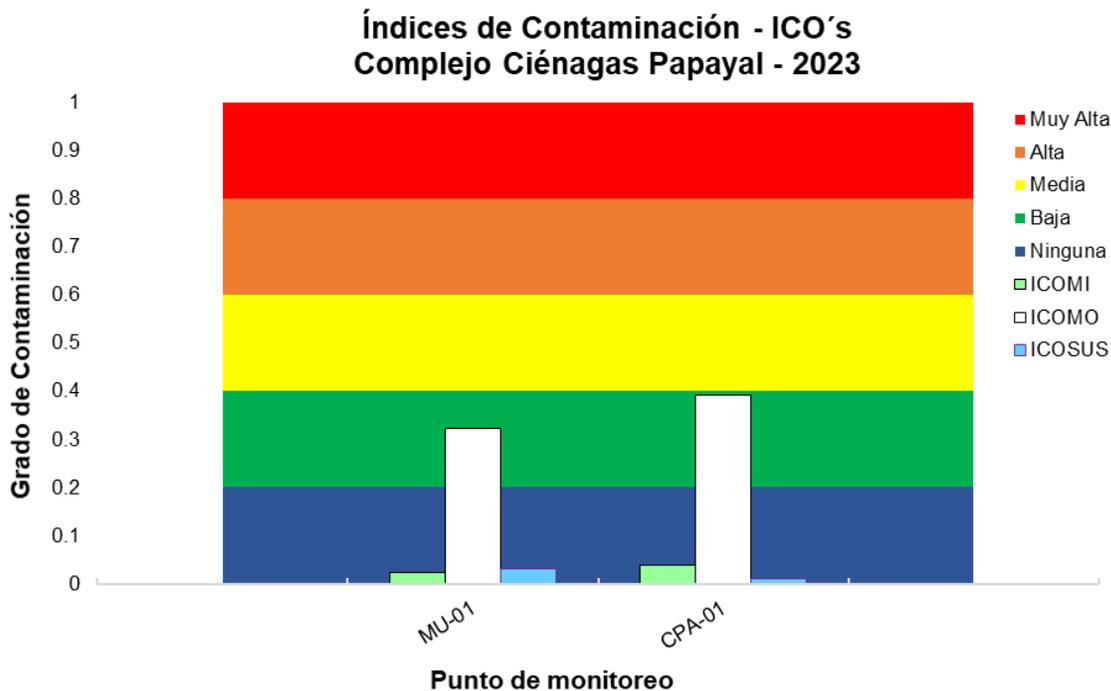
Gráfica 31. Índice de Calidad de Agua ICA- Complejo Ciénagas Papayal.

2.5.11.2 Índice de contaminación ICO's zona de Complejo Ciénagas Papayal

En los puntos evaluados, se determinaron índice de contaminación ICOMI e ICOSUS como "Ninguna", sin embargo, para los ICOMO, se determinó índices de contaminación "Bajo" por la presencia de coliformes principalmente en los puntos evaluados, por los motivos anteriormente expuestos en los ICA calculados.

Tabla 52. Índices de Contaminación – Complejo Ciénagas Papayal.

SITIO MUESTREO	DE PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
COMPLEJO CIENAGAS PAPAYAL	MU-01	0.02	0.32	0.03	0.49
	CPA-01	0.04	0.39	0.01	0.45



Gráfica 32. Índices de Contaminación – Complejo Ciénagas Papayal.

2.5.11.3. Metales pesados en la zona de Complejo Ciénagas Papayal – RED DE CALIDAD

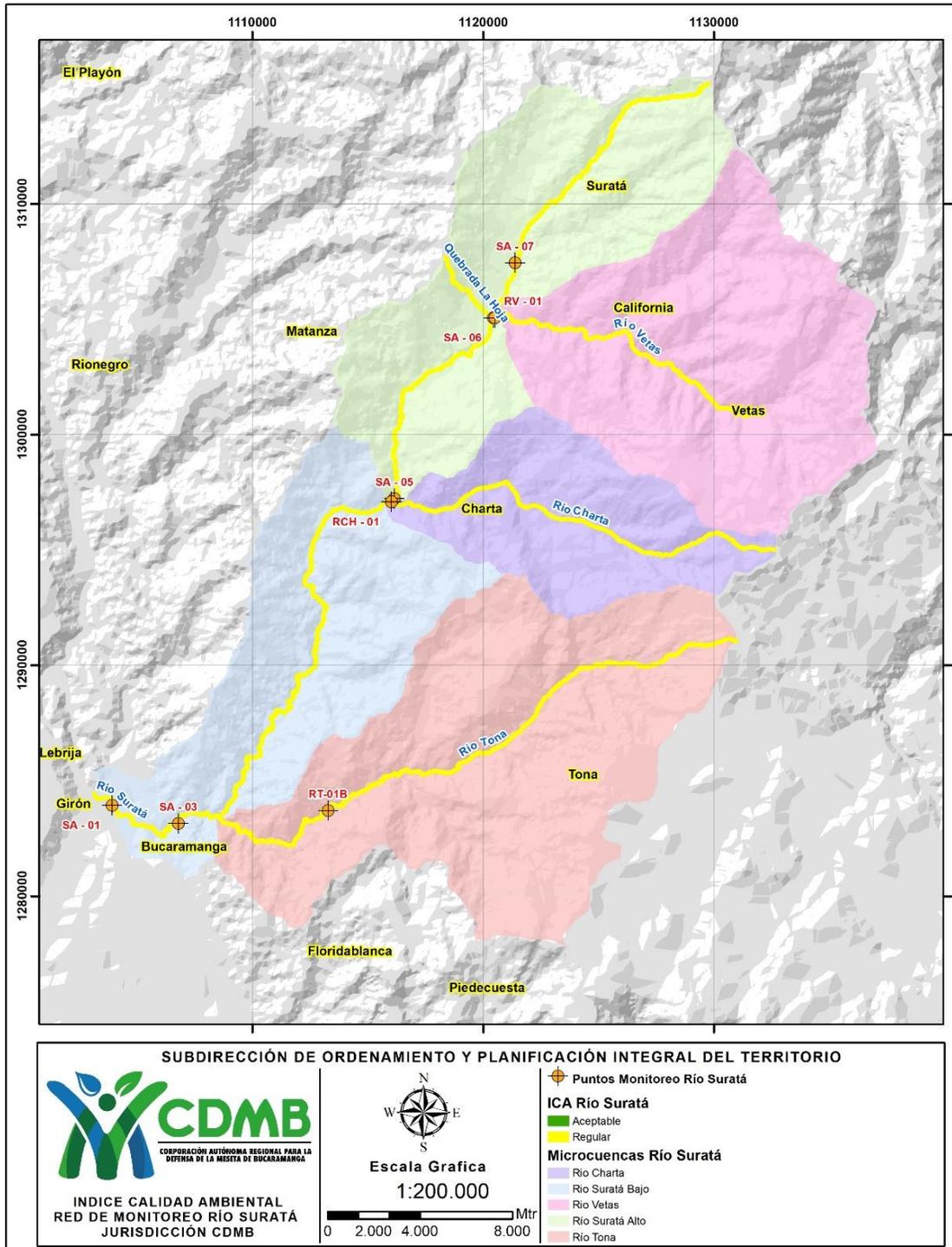
La CDMB, entre sus compromisos, realizó el análisis de metales pesados en los puntos MU-01 Quebrada La Musanda y CAP-01 Quebrada Caño Pato para los cuales se monitorearon los parámetros de Mercurio, Cadmio, Arsénico, Zinc, Cobre, Cromo, Plomo, Aluminio, Hierro, Manganeso y Níquel dentro de las dos campañas realizadas en las fechas reportadas en la tabla 50.

Para el análisis de resultados se tienen en cuenta como máximos permisibles los límites indicados en los criterios de calidad establecidos por el Decreto 1594 de 1984 donde se enmarcan “Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano...” en el artículo 38 y 39 y “Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para uso agrícola...” en el artículo 40.

Con base en lo anterior se determinó que, para los dos puntos evaluados, ninguno de los parámetros supera los límites máximos permisibles por la normatividad. Se recomienda realizar seguimiento en la zona del Complejo de Ciénagas Papayal, para caracterizar que estas corrientes hídricas se encuentran bajo su condición normal, con concentraciones de metales dentro de los límites permisibles.

2.5.12. Río Surata y sus principales afluentes

En el río Suratá se han establecido cinco puntos de monitoreo a lo largo de su corriente, que inician en la cabecera con el punto SA-07 conocido como “Uña de gato”, ubicado antes de la población de Suratá, luego le sigue el punto de monitoreo SA-06 “Puente Pánaga” antes de la confluencia con el río Vetás, rio abajo continua el punto 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, para conocer el estado de calidad con que podría llegar el agua para ser captada, y por último, se ubica el punto de monitoreo SA-01 “Bavaria” localizado antes de la confluencia con el río de Oro.



Mapa 12 Ubicación puntos de monitoreo Río Suratá

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 Vetás - Surata”, RCH-01 La Playa ubicado antes de la confluencia Charta- Surata” y el punto de monitoreo RT-01B “Casa Hotel” ubicado aguas arriba del embalse “río Tona” sobre el establecimiento “Casa Hotel Tona Boutique”.

A continuación, en la Tabla 53, se indican las fechas de monitoreo de las dos (2) campañas de calidad ejecutadas en el Río Suratá y sus principales afluentes.

Tabla 53. Fechas de campañas de monitoreo de Río Suratá y sus principales afluentes

PUNTO DE MONITOREO	FECHA DE CAMPAÑA 1	DE MUESTREO	FECHA DE CAMPAÑA 2	DE MUESTREO
SA-07	27/06/2023		23/10/2023	
SA-06	27/06/2023		23/10/2023	
RCH-01	27/06/2023		23/10/2023	
SA-05	27/06/2023		23/10/2023	
SA-03	26/06/2023		21/10/2023	
RV-01	26/06/2023		23/10/2023	
SA-01	26/06/2023		21/10/2023	
RT-01B	01/08/2023		17/10/2023	

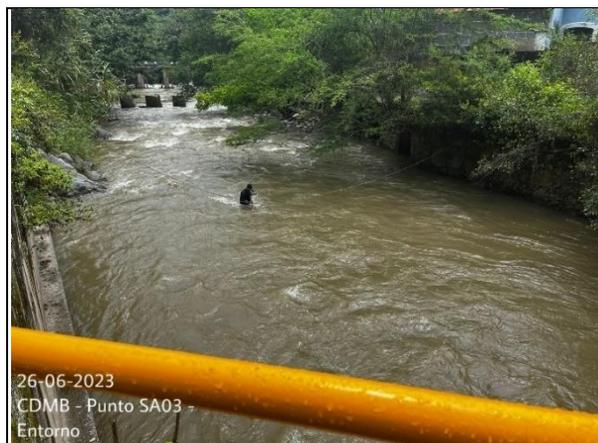


Imagen 12. Monitoreo de corrientes, punto SA-03 / RT-01B

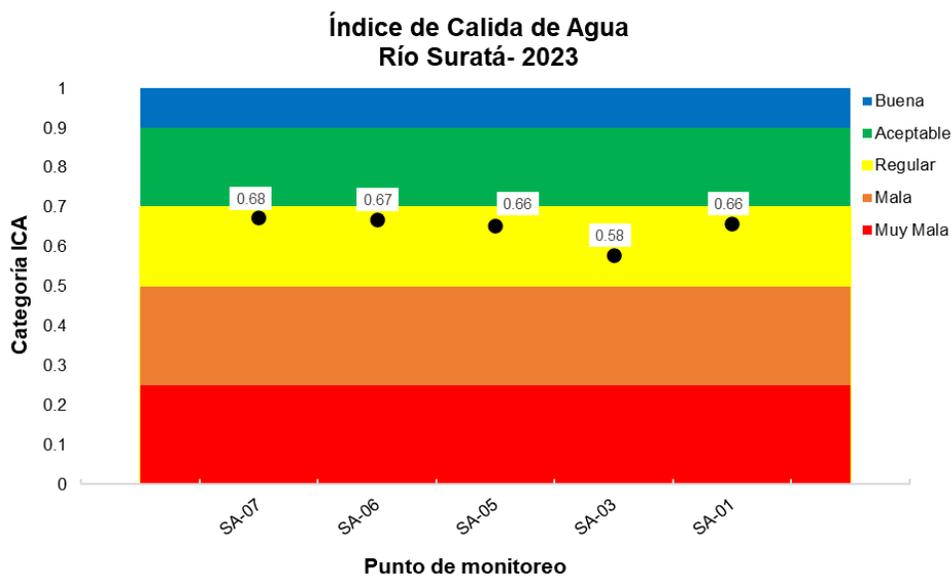
2.5.12.1 Índice de calidad de agua Río Suratá

El índice de calidad de agua para el año 2023 se clasificó en todos los puntos evaluados en categoría “Regular”, manteniendo generalmente el mismo índice con respecto al 2022, a excepción del punto SA-07. Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.54.**

Por otro lado, el punto SA-03, a pesar de categorizarse en calidad “Regular” decayó desde 0.67 durante el año 2022 hasta 0.58 para el 2023, punto cercano al lugar de captación y/o abastecimiento de la planta Bosconia del acueducto metropolitano de Bucaramanga.

Tabla 54. Índice de Calidad del Agua ICA- Río Surata.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2023	CALIDAD
RÍO SURATA	SA-07	0.68	REGULAR
	SA-06	0.67	REGULAR
	SA-05	0.66	REGULAR
	SA-03	0.58	REGULAR
	SA-01	0.66	REGULAR



Gráfica 33. Índice de Calidad del Agua ICA- Río Surata.

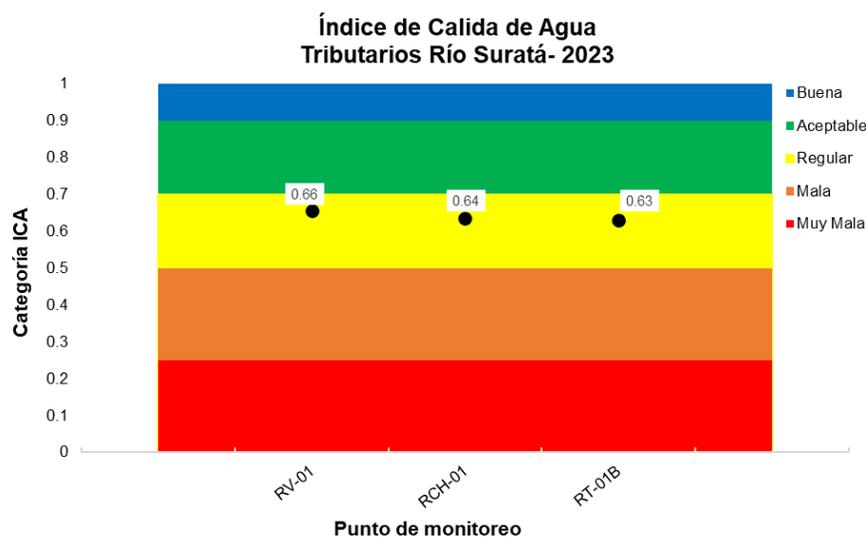
Al evaluar el recorrido de los puntos evaluados a través de la corriente hídrica, se observa en la Gráfica 33 una tendencia de descenso de la calidad, posteriormente al paso del punto SA-03, el río tiene una recuperación de la calidad del agua en el tramo hasta el punto SA-01 a pesar de aproximarse a la zona urbana en el norte de Bucaramanga y atravesar parte de ella.

2.5.12.2 Índice de calidad tributarios río Surata

Los afluentes principales del río Surata son: Río Vetas, Charta y Tona, presentan índices de calidad “Regular” durante el año 2023. Estas corrientes continúan presentando la misma categorización desde el año 2021.

Tabla 55. Índice de Calidad del Agua ICA- Tributarios Río Surata.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2023	CALIDAD
TRIBUTARIOS RÍO SURATA	RV-01	0.66	REGULAR
	RCH-01	0.64	REGULAR
	RT-01B	0.63	REGULAR



Gráfica 34. Índice de Calidad del Agua ICA- Tributarios Río Surata.

2.5.12.3 Índices de contaminación ICO's río Suratá

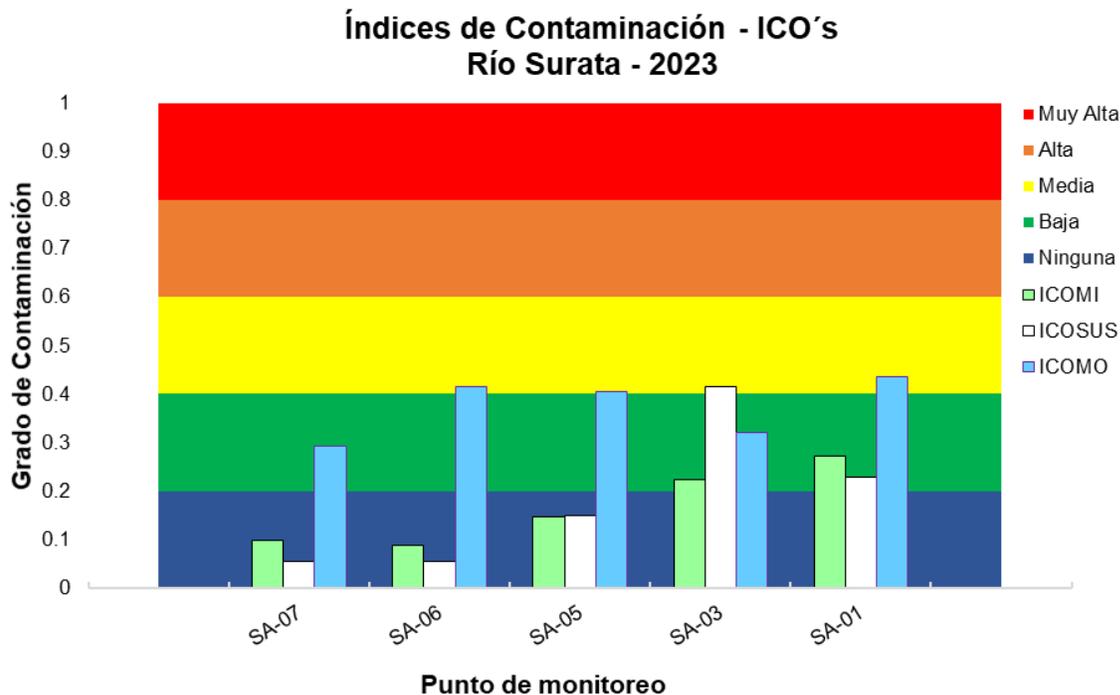
Tabla 56. Índices de Contaminación - Río Suratá.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
RÍO SURATA	SA-07	0.10	0.29	0.05	0.08
	SA-06	0.09	0.42	0.06	0.08
	SA-05	0.15	0.41	0.15	0.08
	SA-03	0.22	0.32	0.41	0.07
	SA-01	0.27	0.44	0.23	0.14

Se determinaron los diferentes índices de contaminación para los puntos SA-07, SA-06, SA-05, SA-03 y SA-01. Con respecto al índice de contaminación por mineralización (ICOMI), los puntos SA-03 y SA-01 tienen una categorización de “Bajo”, y los puntos SA-07, SA-06 y SA-05 que se encuentran aguas arriba no presentan grado de contaminación siendo categorizados como “Ninguna”. Evaluando el comportamiento en relación al año 2022 (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**56), los índices se mantienen.

El índice de contaminación de materia orgánica ICOMO, presentó categorizaciones de contaminación “Bajo” para los puntos SA-07 y SA-03, y contaminación “Media” para los puntos SA-06, SA-05 y SA-01. La contaminación por materia orgánica en estos puntos puede deberse a las descargas de los municipios de Suratá para el punto SA-06, Matanza para el SA-05, y el norte de Bucaramanga para el SA-01. Por otro lado, al comparar los resultados con lo reportado en el informe del año 2022, se presentó un incremento de los ICOMO a excepto del punto SA-03 el cual no presenta descargas de algún municipio.

Respecto a los índices de contaminación por sólidos suspendidos ICOSUS, los índices se mantuvieron acorde al año 2022 a excepción del punto SA-03 Zaragoza, el cual podría deberse por las precipitaciones presentadas en el mes de octubre por la zona, para la segunda campaña monitoreada.



Gráfica 35. Índices de Contaminación - Río Surata.

2.5.12.4. Índices de Contaminación ICO's tributarios del Río Surata

Los tributarios del río Surata son los ríos Vetas, Charta y Tona. El Indicador de mineralización – ICOMI, señala que el punto RV-01 Puente Panaga tiene una categorización de “Ninguna”, para los tributarios RCH-01 Río Charta y RT-01B Río tona “Casa Hotel” se determinó como “Bajo” el índice de contaminación. En general se mantienen el mismo ICOMI respecto al año 2022.

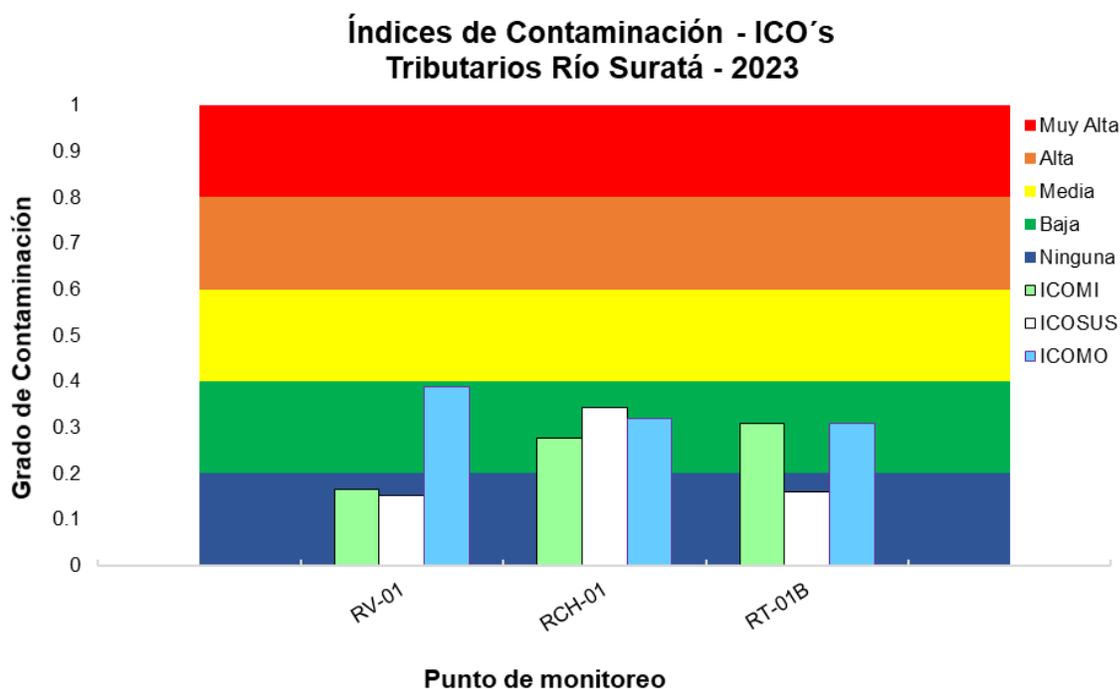
El índice de contaminación por materia orgánica – ICOMO, presenta para los tres tributarios antes de la entrega al río Suratá una calificación de “Bajo”, manteniendo los índices de calidad presentados del año 2022.

Al evaluar los índices de contaminación por sólidos suspendidos se obtuvo que para los tributarios RV-01 y RCH-01 se mantiene la calificación de “Ninguno” y “Bajo” respectivamente, acorde al año 2022. Para el caso del punto evaluado RT-01B, se

observó una mejora en el ICOSUS con respecto al año 2022.

Tabla 57. Índices de Contaminación – Tributarios Río Surata.

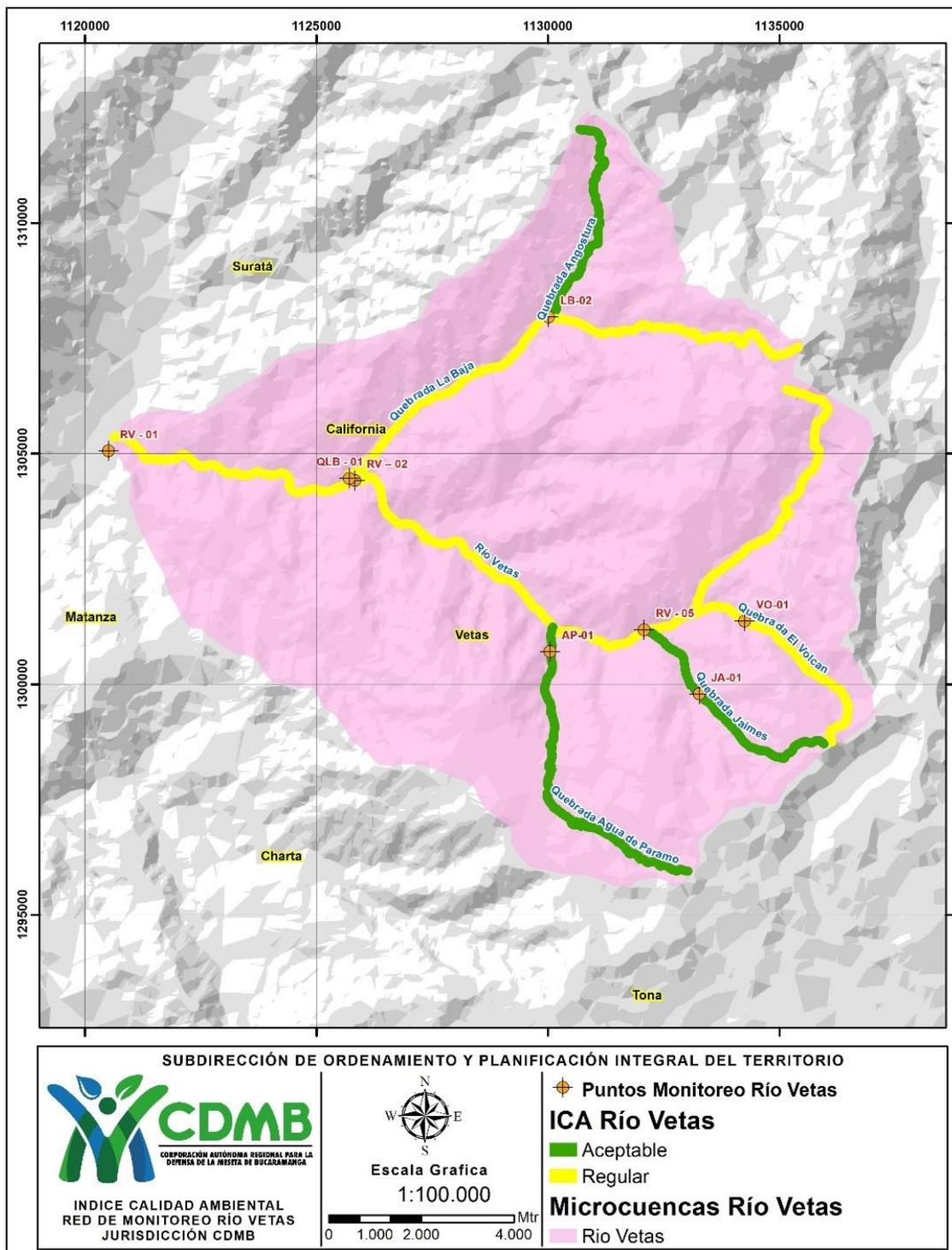
SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
TRIBUTARIOS SURATA	RV-01	0.16	0.39	0.15	0.05
	RCH-01	0.28	0.32	0.34	0.16
	RT-01B	0.31	0.31	0.16	0.14



Gráfica 36. Índices de Contaminación – Tributarios Río Surata.

2.5.13. Río Vetas y sus principales afluentes

El río Vetas es un tributario importante del río Surata, que tiene establecidos tres puntos de monitoreo: RV-05 “Borrero” ubicado por el sector de Borrero, RV-02 Loma Redonda ubicado antes del municipio de California y el punto RV-01 Puente Pánaga, localizado antes de la confluencia con el Río Suratá



Mapa 13 Ubicación puntos de monitoreo Río Vetas y sus principales afluentes

Además, el río Vetas tiene cuatro afluentes importantes que le aporta, estos son la quebrada El Volcán, Quebrada Jaimes, quebrada Agua de Paramo y la quebrada La Baja. Los puntos de monitoreo fueron situados de la siguiente manera: El punto VO-01 (Q. El Volcán), ubicado antes de la vereda El Volcán; La quebrada Jaimes (JA-01), ubicado antes del municipio de Vetas; La quebrada Agua de Paramo (AP-01) situados antes de la confluencia con el río Vetas; y la quebrada La Baja (QLB-01) ubicado antes de la confluencia con el río Vetas.

En la Tabla 5858, se muestran los puntos, y las fechas de las dos (2) campañas de monitoreo del Río Vetas.

Tabla 58. Fechas de campañas de monitoreo de Río Vetas

PUNTO DE MONITOREO	FECHA DE CAMPAÑA 1	MUESTREO	FECHA DE CAMPAÑA 2	MUESTREO
VO-01	26/06/2023		23/10/2023	
JA-01	26/06/2023		23/10/2023	
RV-05	26/06/2023		23/10/2023	
AP-01	26/06/2023		23/10/2023	
RV-02	26/06/2023		23/10/2023	
QLB-01	26/06/2023		23/06/2023	
RV-01	26/06/2023		23/10/2023	

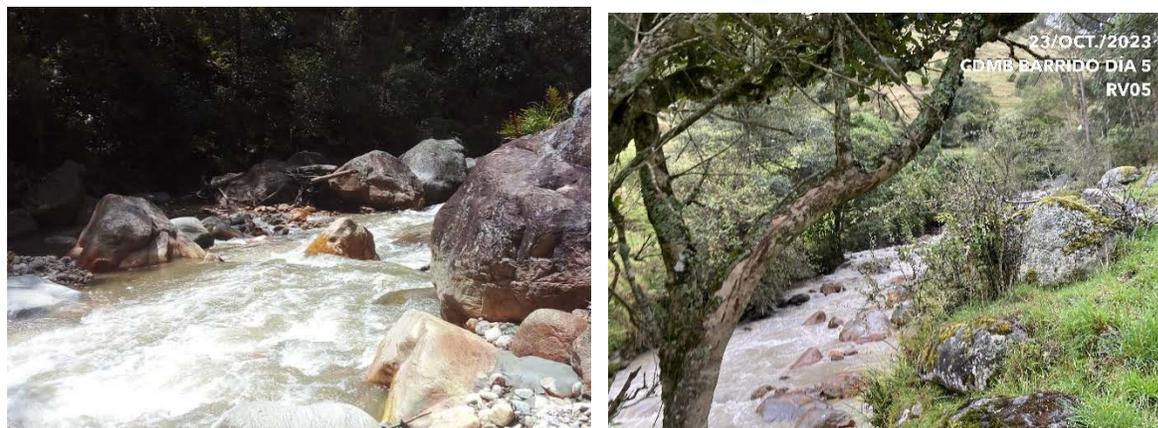


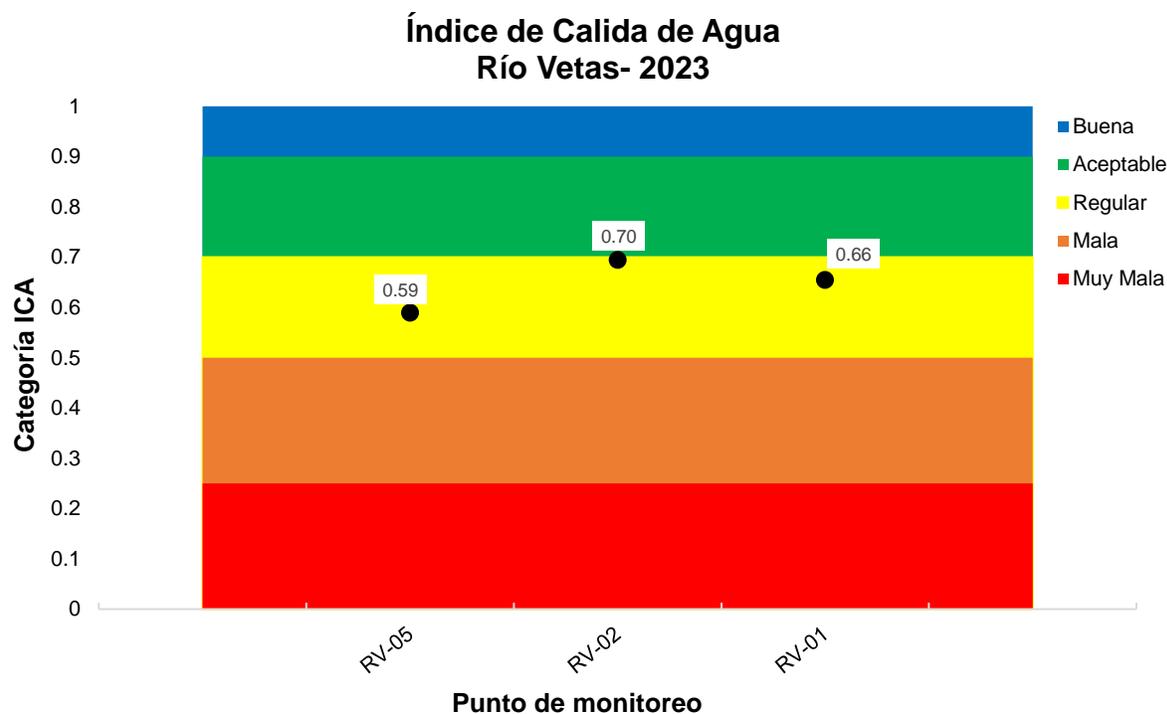
Imagen 13. Monitoreo de corrientes, punto RV-02 / RV-05

2.5.13.1. Índice de calidad río Vetás

Como lo muestra la Tabla 59 y la Gráfica 37, el índice de calidad de agua en el Río Vetás mantiene la categoría de “Regular” en su trayectoria, en el caso del ICA para el punto RV-02, este disminuyó de 0.65 en 2022 a 0.59 en 2023, pasando de calidad del agua de “Aceptable” en 2022 a “Regular” en 2023. (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.)

Tabla 59. Índice de Calidad del Agua ICA- Río Vetás.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2023	CALIDAD
RÍO VETAS	RV-05	0.59	REGULAR
	RV-02	0.70	REGULAR
	RV-01	0.66	REGULAR



Gráfica 37. Índice de Calidad del Agua ICA- Río Vetás.

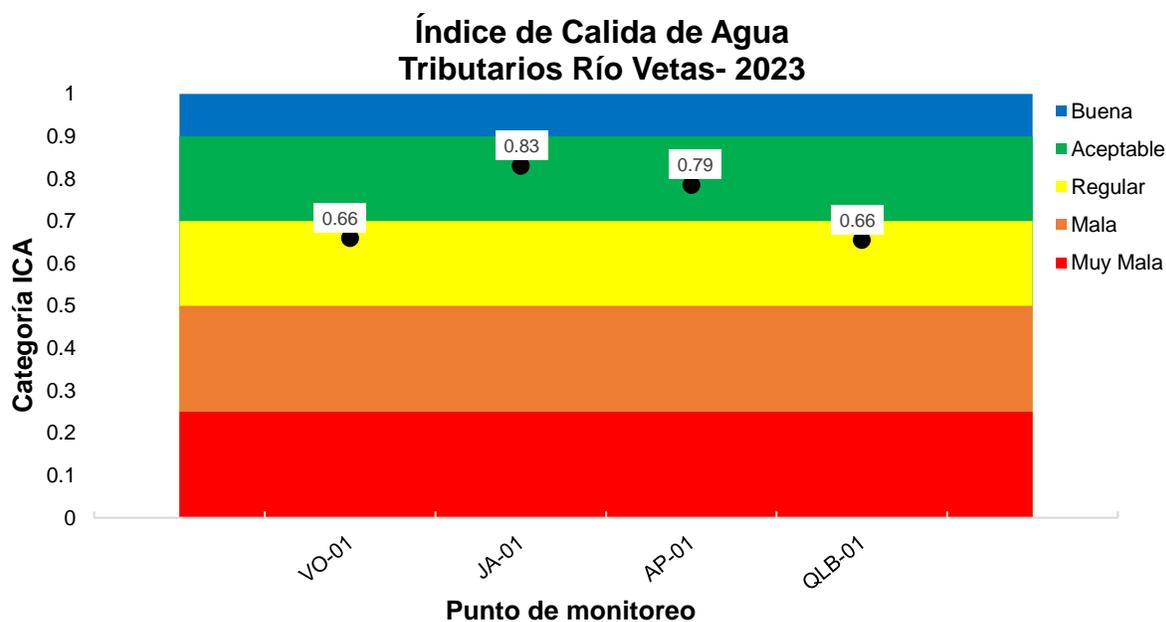
Entre el punto RV-02 al punto RV-01 se observa un leve desmejoramiento del índice de calidad de agua, en el tramo se encuentra la descarga de las aguas residuales domésticas del municipio de California, y la confluencia con la Quebrada la Baja.

2.5.13.2. Índice de calidad tributarios río Vetas

El río Vetas tiene cuatro afluentes importantes, los cuales son la quebrada El Volcán, Quebrada Jaimes, quebrada Agua de Paramo y la quebrada La Baja. Para el año 2023 los índices de calidad fueron de categoría “Aceptable” para los puntos JA-01 “Q. La Jaime” y AP-01 “Q. Agua de Páramo”. Por otro lado, para los puntos VO-01 “Q. El Volcán” y QLB-01 “Loma Redonda” presentaron un índice de calidad ICA “Regular”.

Tabla 60. Índice de Calidad del Agua ICA- Tributarios Río Surata.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2023	CALIDAD
TRIBUTARIOS RIO VETAS	VO-01	0.66	REGULAR
	JA-01	0.83	ACEPTABLE
	AP-01	0.79	ACEPTABLE
	QLB-01	0.66	REGULAR



Gráfica 38. Índice de Calidad del Agua ICA- Tributarios Río Vetas.

2.5.13.3. Índice de contaminación río Vetas

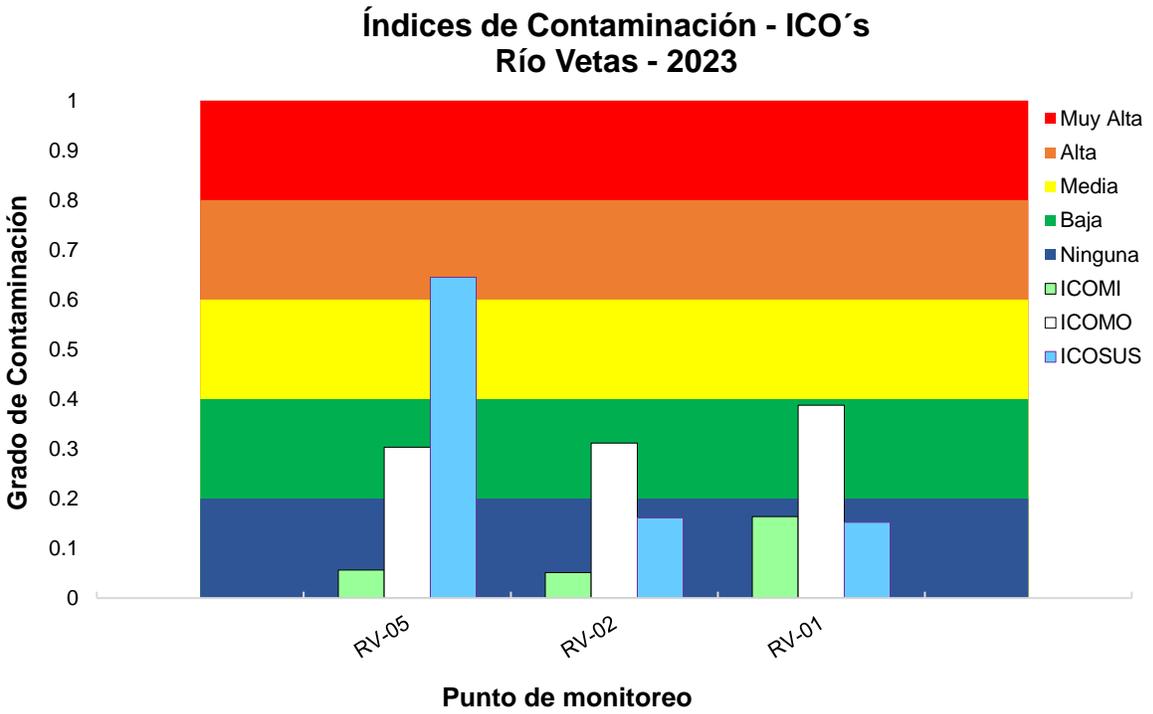
En la determinación del ICOMI de los tres puntos monitoreados, no presento contaminación significativa por mineralización categorizándose en “Ninguna”. Al evaluar el ICOMO, se determinó para los tres puntos evaluados una categorización de “Baja”, sin embargo, al evaluar con respecto a los resultados del año 2022, el punto RV-02 presentó una desmejora en este índice ya que se encontraba en categoría “Ninguna”.

El ICOSUS en el punto RV-05 presentó una desmejora a comparación del año 2022, ya que se calificaba en “Medio” y actualmente se califica en modo “Alto”. Con respecto a los puntos RV-02 y RV-01 se categorizó como “Ninguno”, lo que indica una mejora a diferencia del año 2022 en la cual el punto RV-02 la cual se presentaba como un ICOSUS “Bajo”.

El ICOTRO para los puntos evaluados tienen un nivel “Eutrófico”, por lo que se mantienen con respecto a lo determinado en el año 2022.

Tabla 61. Índices de Contaminación Río Vetas.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
RÍO VETAS	RV-05	0.06	0.30	0.64	0.20
	RV-02	0.05	0.31	0.16	0.05
	RV-01	0.16	0.39	0.15	0.05



Gráfica 39. Índices de Contaminación Río Vetas.

2.5.13.4. Índice de contaminación ICO's tributarios del río Vetas

Los principales tributarios del río Vetas son las quebradas El Volcán, Jaimes, Agua de Paramo y La Baja. El indicador de contaminación por mineralización – ICOMI obtuvo calificación “Ninguna” para los nuevos puntos incluidos en la red de calidad de agua que corresponden a VO-01, AP-01 y JA-01. En el caso del punto QLB-01 se obtuvo una calificación de “Baja”.

Al evaluar el ICOMO, para los puntos VO-01, AP-01 y JA-01 se categoriza como contaminación “Ninguna”, sin embargo, para el punto QLB-01 se clasifica como contaminación “Baja” a diferencia del año 2022 en la cual se encontraba como “Ninguna”.

Los ICOSUS de los puntos evaluados se determinaron como “Ninguno”, por lo que se mantiene en una buena calidad con respecto a los resultados obtenidos para el año 2022.

Tabla 62. Índices de Contaminación tributarios del Río Vetas.

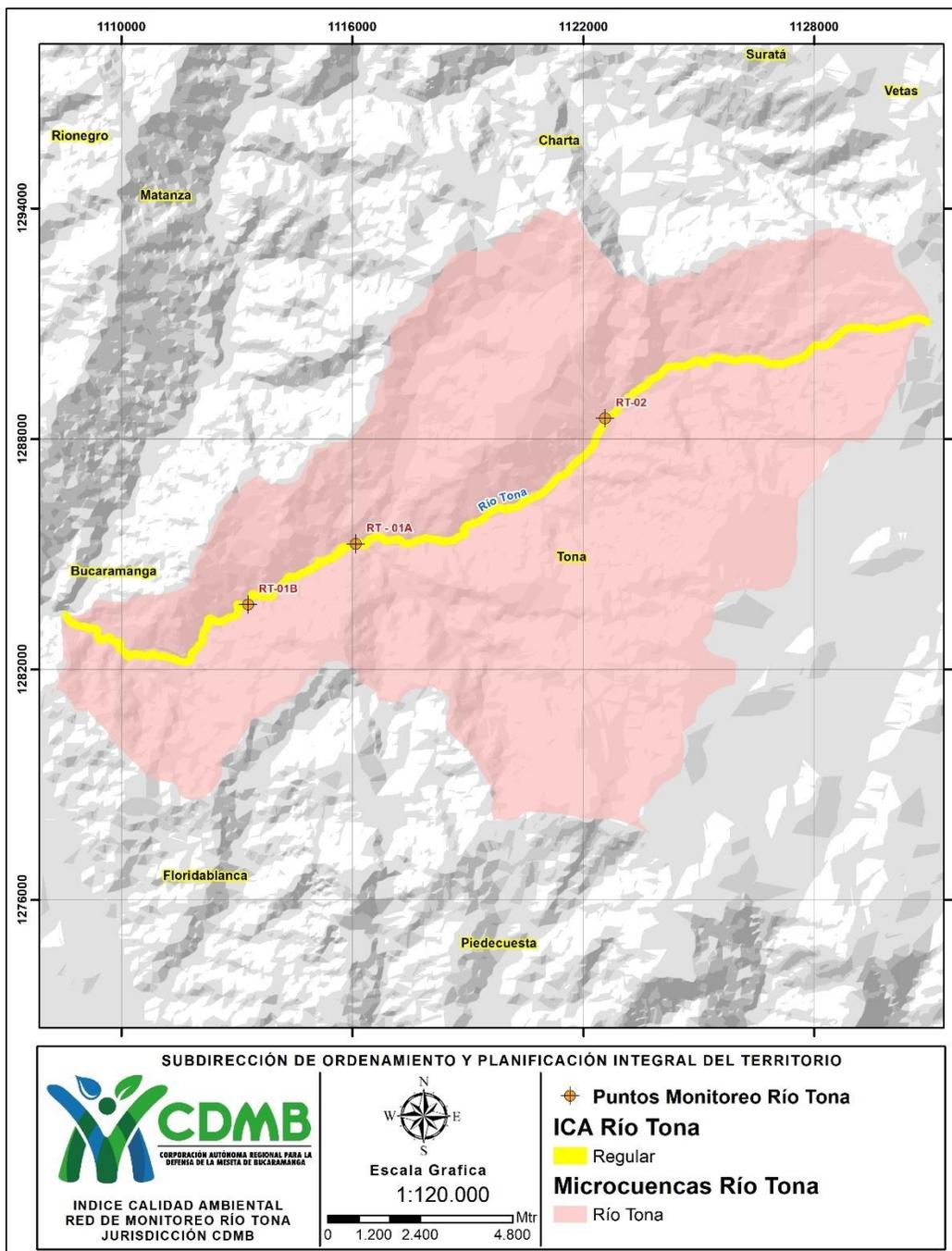
SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
TRIBUTARIOS RIO VETAS	VO-01	0.11	0.14	0.20	0.05
	AP-01	0.03	0.07	0.01	0.05
	JA-01	0.01	0.05	0.01	0.05
	QLB-01	0.37	0.24	0.05	0.05

2.5.14. Río Tona

El río tona es un tributario importante en la parte baja del río Suratá, antes de la entrega al Suratá se ubica el embalse diseñado por el acueducto para abastecer las plantas de La Flora y Morrórico.

Tabla 63. Fechas de campañas de monitoreo de Río Tona

PUNTO DE MONITOREO	FECHA DE CAMPAÑA 1	MUESTREO	FECHA DE CAMPAÑA 2	MUESTREO
RT-02	01/08/2023		17/10/2023	
RT-01A	01/08/2023		17/10/2023	
RT-01B	01/08/2023		17/10/2023	



Mapa 14. Ubicación puntos de monitoreo Río Tona.

Para el río Tona se definieron tres puntos de monitoreo (Mapa 144) que son RT-02 El Palmar, RT-01A Puente Tona y RT-01B Casa Hotel.



Imagen 14. Monitoreo de corrientes, punto RT-02 / RT-01B

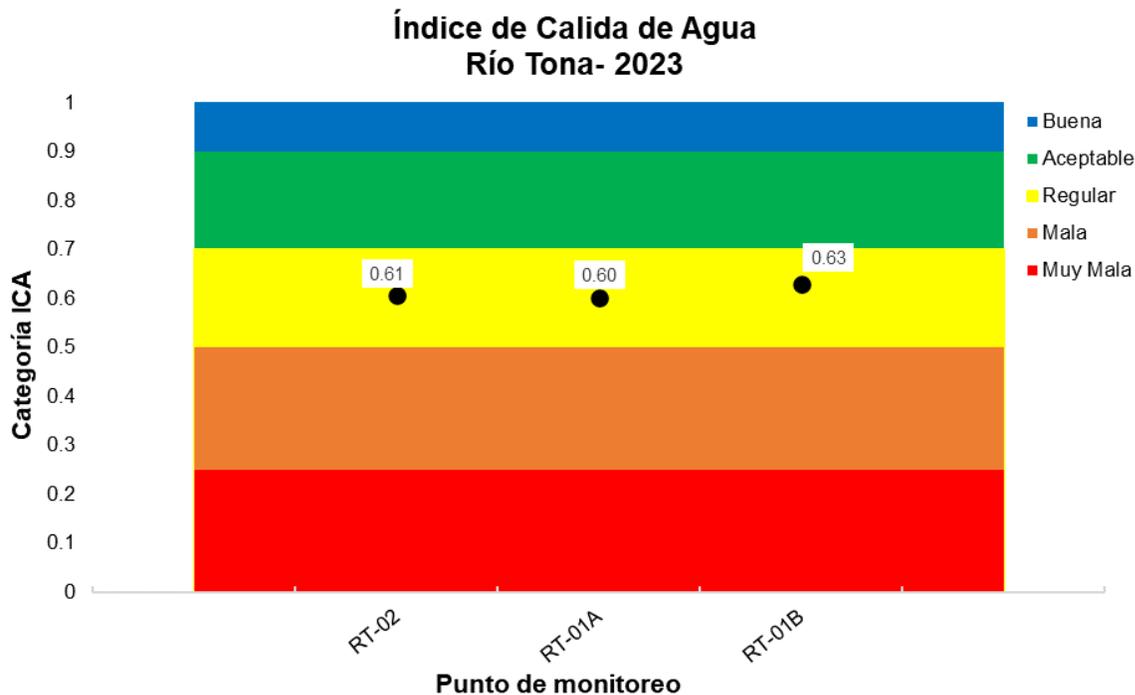
2.5.14.1. Índice de calidad río Tona

En la Tabla 64 y Gráfica 40, Se indica que el índice de calidad para los 3 puntos evaluados esta categorizado como “Regular”. Con respecto al historio del RT-01A, se ha mantenido su ICA con respecto al 2022. Los puntos RT-01A y RT-02 se evalúan por primera vez en la expansión de la red de calidad de agua.

Tabla 64. Índice de Calidad del Agua ICA- Río Tona.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2023	CALIDAD
RÍO TONA	RT-02	0.61	REGULAR
	RT-01A	0.60	REGULAR
	RT-01B	0.63	REGULAR

El ICA evaluado en el punto RT-02 presentó calidad de “Regular”, punto ubicado aguas abajo del vertimiento del municipio de Tona. La corriente hídrica presenta un pH alcalino y valores de alcalinidad altos, lo que disminuye el índice de calidad calculado, es importante tener en cuenta si los valores de pH y alcalinidad corresponden a la naturaleza de la corriente hídrica o pueda ser un factor externo que este afectando la corriente.



Gráfica 40. Índice de Calidad del Agua ICA- Río Tona.

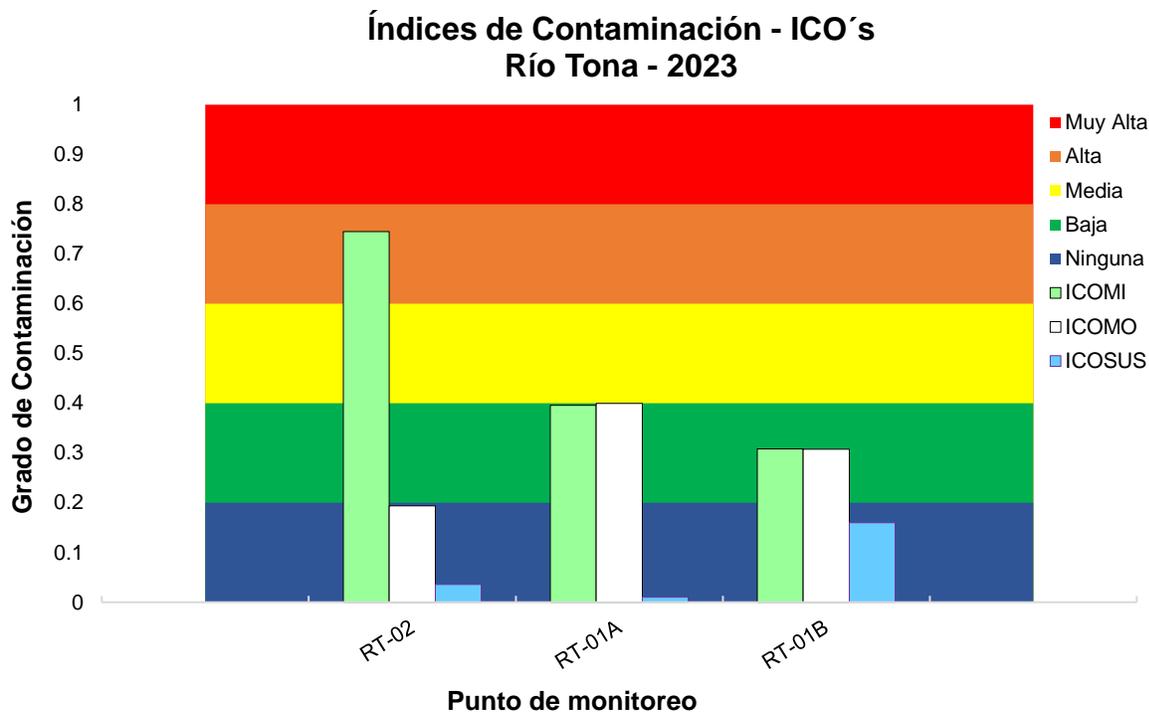
2.5.14.2. Índice de contaminación río Tona

El ICOMI calculado para los puntos del río Tona fueron, “Alto” para el punto RT-02, y “Bajo” para los puntos RT-01A y RT-01B. El ICOMI determinado al punto RT-02, se debe a la alta concentración que presenta para alcalinidad y dureza, en cuanto a el ICOMO, para el punto RT-02 se clasifica como “Ninguna” y para los puntos RT-01A y RT-01B se categoriza como ICOMO “Bajo”.

Con respecto al ICOSUS, en los tres puntos evaluados se determinó como “Ninguno”. Al comparar con el histórico del punto RT-01A, se determinó una mejora en este índice de contaminación ya que se presentaba como “Media” en el año 2022.

Tabla 65. Índices de Contaminación Río Vetás.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
RÍO TONA	RT-02	0.75	0.19	0.04	0.06
	RT-01A	0.40	0.40	0.01	0.06
	RT-01B	0.31	0.31	0.16	0.14



Gráfica 41. Índices de Contaminación Río Vetás.

5.6. PESTICIDAS ORGANOCLORADOS Y ORGANOFOSFORADOS EN LA RED

Para el año 2023, se decidió realizar la inclusión del parámetro de medición de pesticidas en siete puntos (Tabla 66). Los puntos seleccionados se deben principalmente a que en históricos se han encontrado altas concentraciones de fósforo y cloruros, lo que se podría sugerir la presencia de residuos de pesticidas que se pudiesen estar utilizando en la zona para uso agrícola.

Tabla 66. Puntos de Monitoreo de la Red de Calidad en caracterización de Pesticidas

ID	ESTACIÓN	CÓDIGO ESTACIÓN	FUENTE	X(ESTE)	Y(NORTE)
1	Arenales	QA – 02	Quebrada Arenales	1279894	1127032
2	Berlín	QA - 01	Quebrada Arenales	1286473	1132599
3	Berlín	RJ - 01	Río Jordán	1286687	1133659
4	Agua de Paramo	AP-01	Quebrada Agua de Paramo	1300698	1130050
5	Guayuriba	GU-01	Quebrada Guayuriba	1313745	1103671
6	Misiguay	SL-05	Río Salamaga	1310477	1105245
7	Berlín Pescadero	PES-01	Quebrada Pescadero	1286828	1132247

Para la determinación de los pesticidas en los diferentes puntos, se analizó la concentración de los pesticidas organoclorados y organofosforados, durante las dos campañas principales de monitoreo de calidad del agua.

Tabla 67. Fechas de campañas de monitoreo de pesticidas

PUNTO DE MONITOREO	FECHA DE CAMPAÑA 1	MUESTREO	FECHA DE CAMPAÑA 2	MUESTREO
QA – 02	29/06/2023		20/10/2023	
QA - 01	29/06/2023		20/10/2023	
RJ - 01	29/06/2023		20/10/2023	
AP-01	26/06/2023		23/10/2023	
GU-01	11/07/2023		18/10/2023	
SL-05	27/06/2023		18/10/2023	
PES-01	29/06/2023		20/10/2023	

Para definir los límites máximos permisibles de concentraciones de los pesticidas se tomó el criterio máximo admisible del Decreto 1598 de 1984, en el artículo 45 para la destinación del recurso para preservación de flora y fauna en aguas dulces cálidas, para plaguicidas organoclorados y organofosforados.

Tabla 68. Resultados de la concentración de pesticidas organoclorados

PESTICIDAS ORGANOCORRADOS (mg/L)			
PUNTO	CAMPAÑA 1	CAMPAÑA 2	Limite normativo Dec. 1594, Art. 45
QA – 02	<0.000047	<0.000047	
QA - 01	<0.000047	<0.000047	
RJ - 01	<0.000047	<0.000047	
AP-01	<0.000047	<0.000047	0.001 mg/L
GU-01	<0.000047	<0.000047	
SL-05	<0.000047	<0.000047	
PES-01	<0.000047	<0.000047	

No se encontraron concentraciones significativas de pesticidas organoclorados que superan el límite de cuantificación del laboratorio contratado. En otras palabras, los puntos monitoreados no presentaron concentraciones de pesticidas organoclorados superiores al límite admisible por la norma.

Tabla 69. Resultados de la concentración de pesticidas organoclorados

PESTICIDAS ORGANOFOSFORADOS (mg/L)			
PUNTO	CAMPAÑA 1	CAMPAÑA 2	Limite normativo Dec. 1594, Art. 45
QA – 02	<0.000176	<0.000176	
QA - 01	<0.000176	<0.000176	
RJ - 01	<0.000176	<0.000176	
AP-01	<0.000176	<0.000176	0.05 mg/L
GU-01	<0.000176	<0.000176	
SL-05	<0.000176	<0.000176	
PES-01	<0.000176	<0.000176	

No se encontraron concentraciones significativas de pesticidas organofosforados que superan el límite de cuantificación del laboratorio contratado. En otras palabras, los puntos monitoreados no presentaron concentraciones de pesticidas organoclorados superiores al límite admisible por la norma.

En conclusión, durante las campañas realizadas no se determinaron concentraciones de pesticidas organoclorados, ni organofosforados, por fuera de los límites máximos

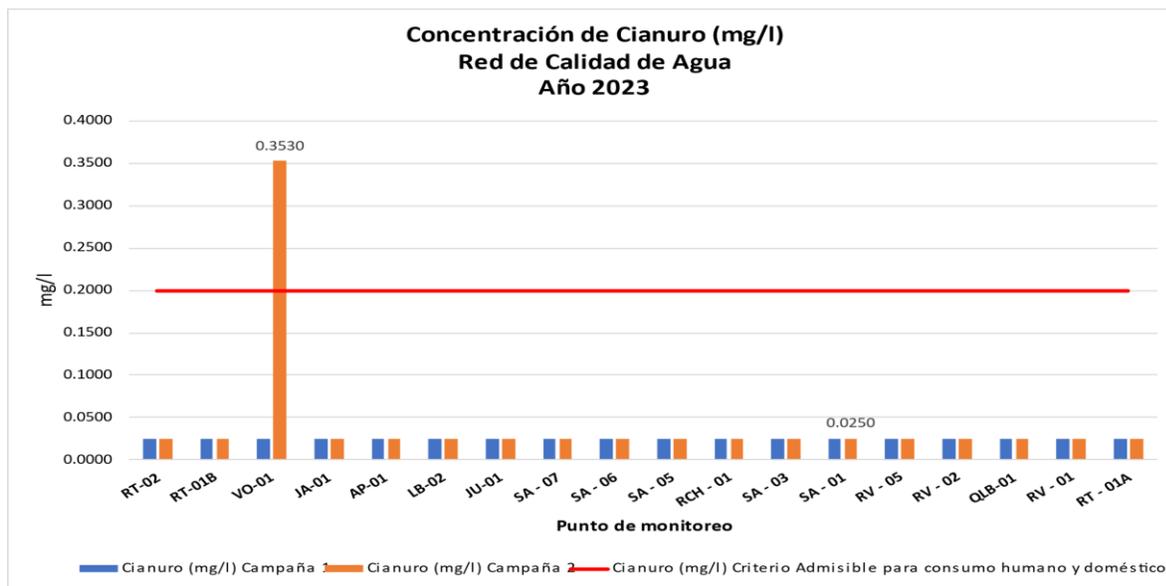
admisibles por el Decreto 1594 de 1984 sobre los puntos monitoreados en las dos épocas evaluadas.

2.6. Cianuro y metales pesados en la unidad hidrográfica del río surata – red de calidad

La CDMB, entre sus compromisos, 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 donde 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 y Uso Estético en el tramo de SA-03 a SA-01, para el Río Tona el 28 de diciembre de 2023 se adoptó el PORH del Río Tona mediante la resolución 1901 de 2023 con la actualización de Objetivos de calidad de la corriente. Es importante tener en cuenta que los Objetivos de Calidad establecidos para la corriente principal son aplicables a sus tributarios.

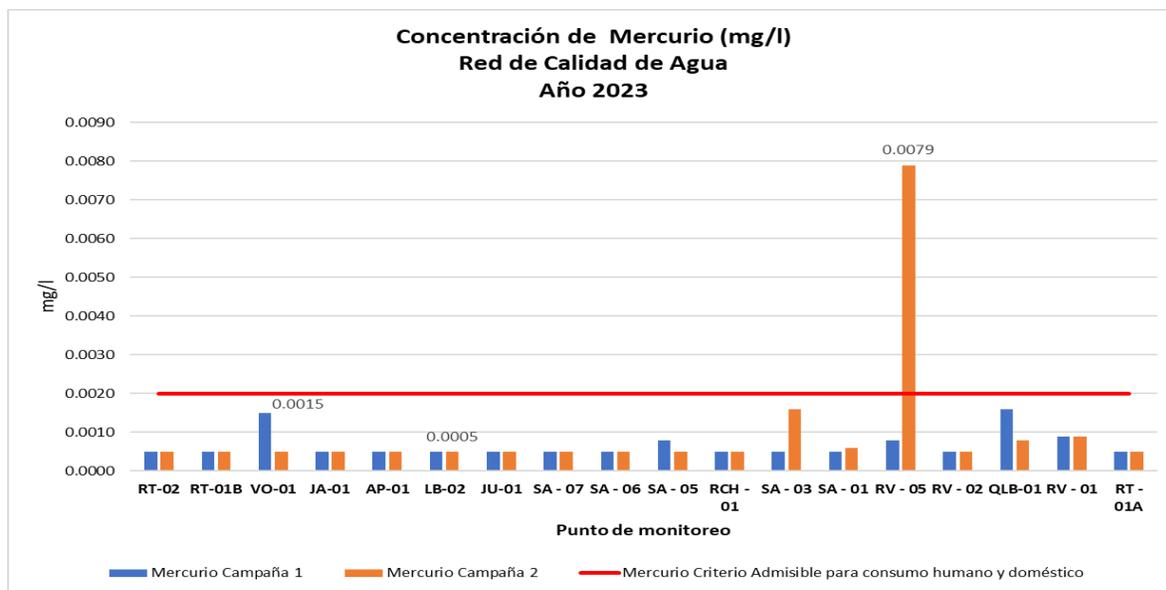
A continuación, de la Gráfica 42 hasta la Gráfica 54 muestran los resultados obtenidos para los parámetros cianuro y los metales Mercurio, Cadmio, Arsénico, Zinc, Cobre, Cromo, Plomo, Aluminio, Hierro, Manganeso, Níquel y Uranio para el año 2023.

Los resultados obtenidos para la determinación de cianuro, tiene como criterio de comparación los límites máximos permisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico acorde al decreto 1594 de 1984, artículo 38, el cual indica que el cianuro debe estar por debajo del 0.200 mg/L. De la gráfica se puede observar que solo se obtuvo concentraciones superiores al límite en el punto VO-01 para la segunda campaña realizada en octubre, por lo que es importante realizar mayor seguimiento en el mismo.



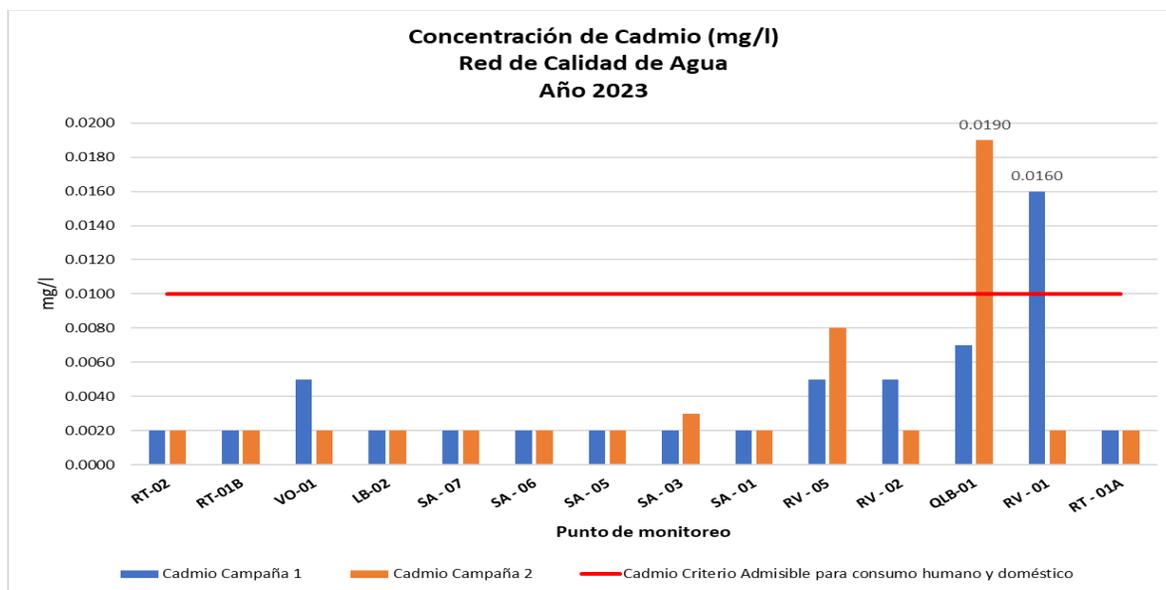
Gráfica 42. Cianuro en zona minera

Por otro lado, como se evidencia en la gráfica 43, se analizó la concentración de mercurio en los dieciocho (18) puntos de la zona minera, observando un incumplimiento en el punto RV-05 del Río Vetas en la segunda campaña, el cual **No Cumple** con las concentraciones permitidas ya que el mercurio sobrepasa la norma de 0.002 mg/L (Decreto 1594 de 1984).



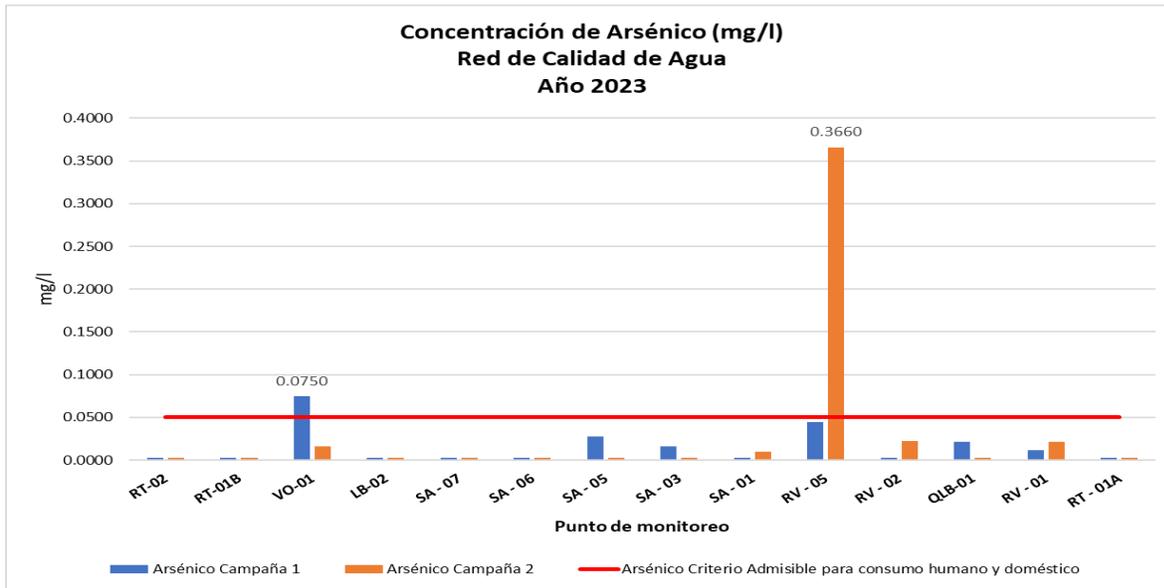
Gráfica 43. Mercurio en zona minera.

Hay que mencionar, además, las variables Arsénico, Cadmio, Zinc, Cobre, Cromo y Plomo, se evaluaron con respecto al Decreto 1594 de 1984 para consumo humano y uso doméstico.



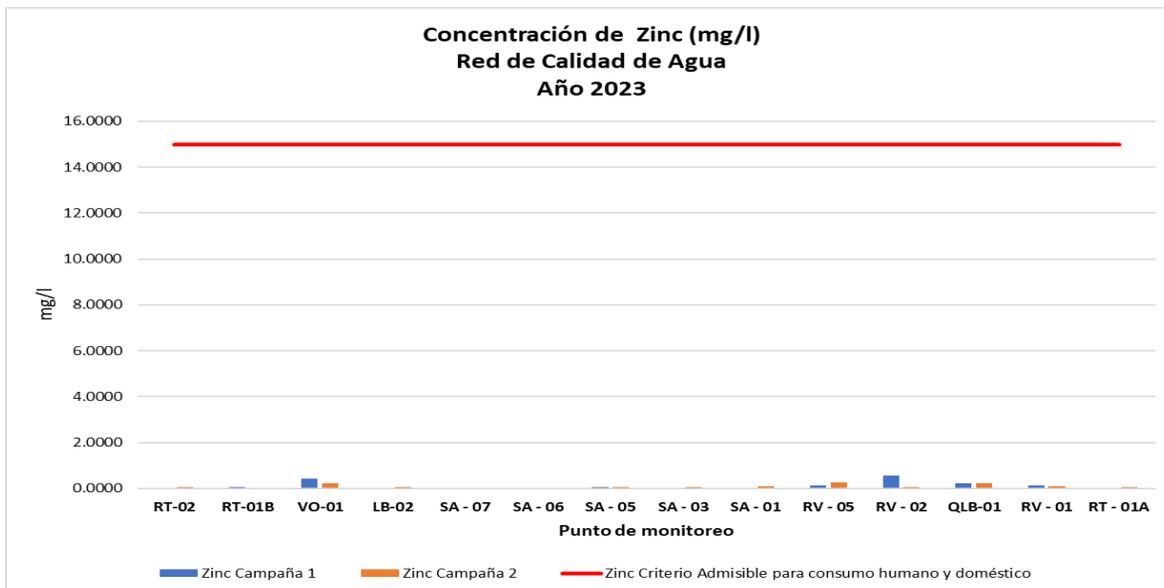
Gráfica 44. Cadmio en zona minera.

La gráfica 44, refleja los resultados de las concentraciones de cadmio en las dos campañas realizadas en el 2023, aquí se puede observar como en el punto QLB-01 para la segunda campaña y el punto RV-01 en la primera campaña sobrepasan los límites normativos de 0.01 mg/L para la concentración de este metal, acorde al Decreto 1594 de 1984.

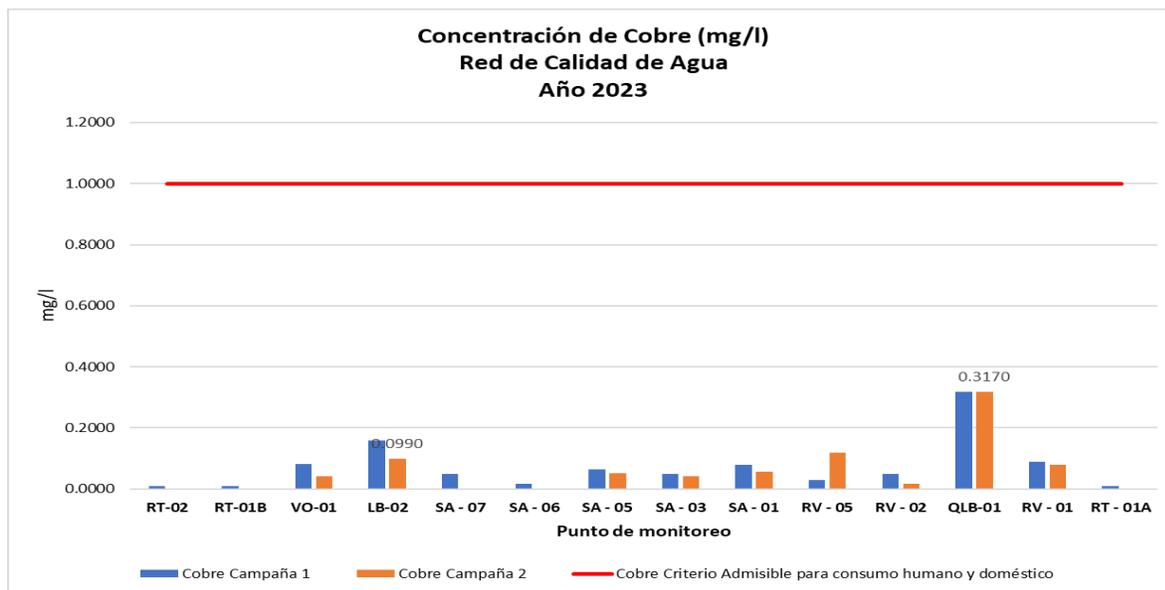


Gráfica 45. Arsénico en zona minera.

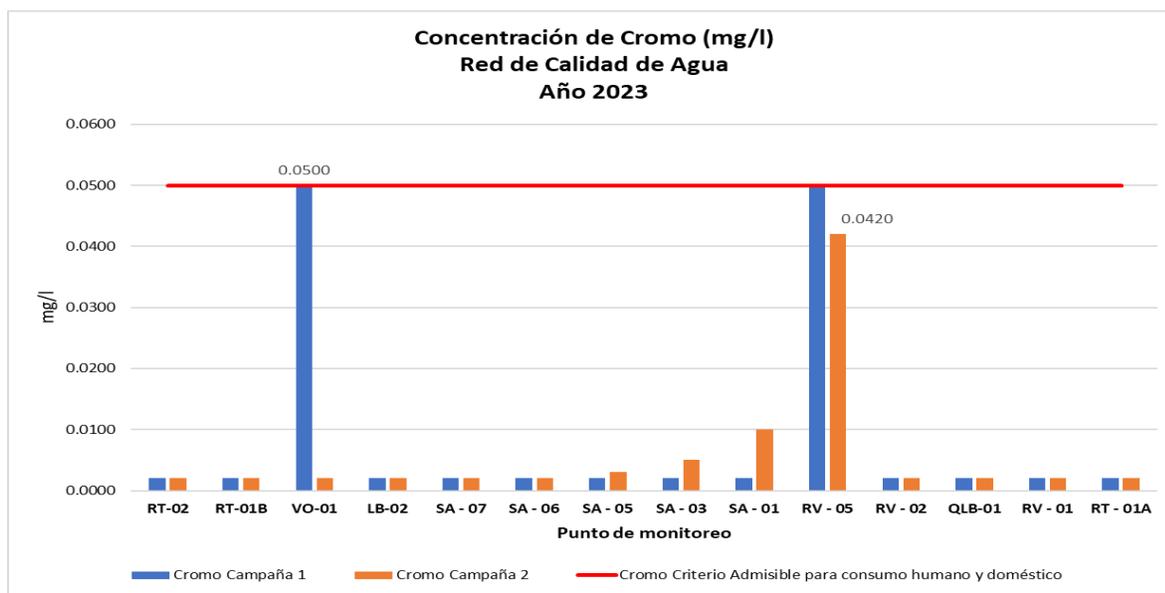
El arsénico en los diferentes puntos (gráfica 45), presento altas concentraciones superando la normatividad de 0.05 mg/L, en los puntos VO-01 para la primera campaña y de manera significativa en el punto RV-05 en la segunda campaña.



Gráfica 46. Zinc en zona minera.



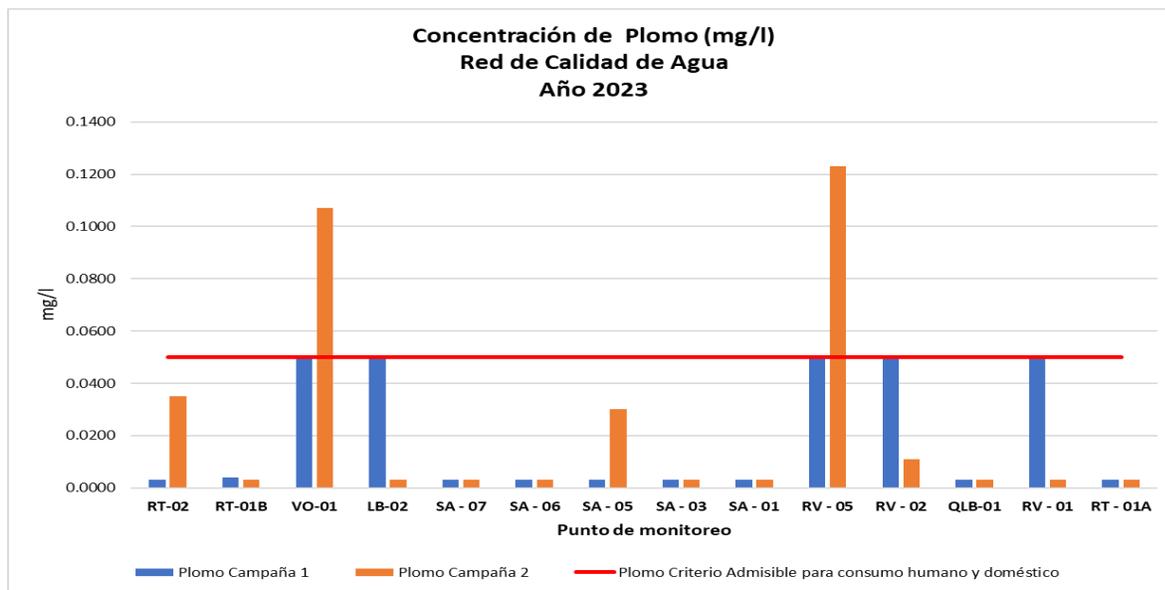
Gráfica 47. Cobre en zona minera.



Gráfica 48. Cromo en zona minera.

Como se presentan las gráficas 46, 47 y 48, las concentraciones de zinc, cobre y cromo respectivamente, se encuentran dentro de los límites permisibles sobre el recurso hídrico dispuesto en el decreto 1594 de 1984 para uso doméstico. Sin embargo, es de denotar

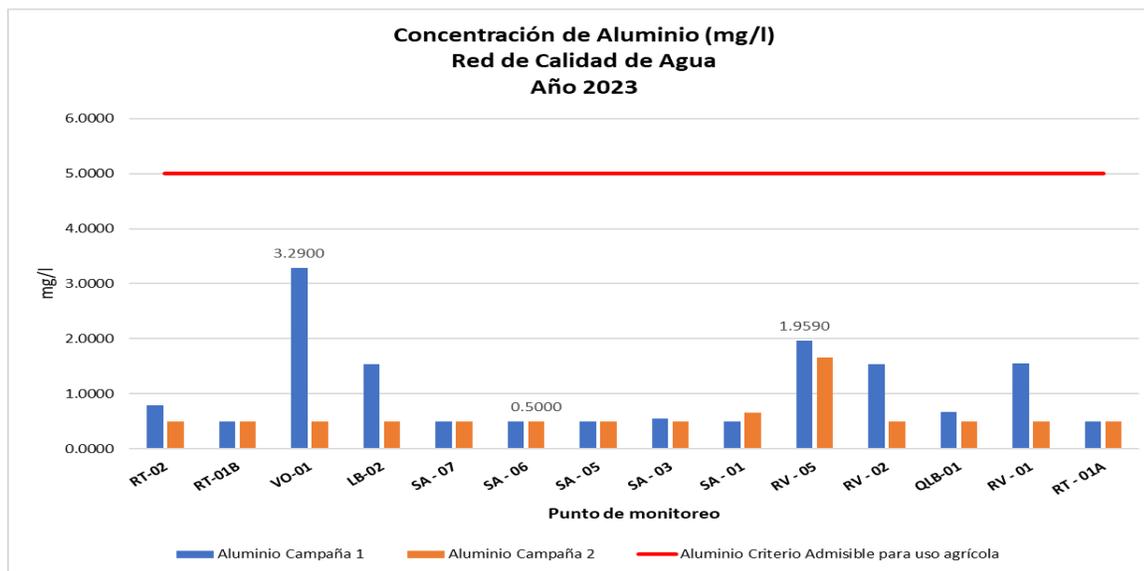
que las concentraciones de cromo para el punto VO-05 y RV-05 están sobre el límite máximo permisible, por lo que requiere que se continúe realizando seguimiento a estas corrientes.



Gráfica 49. Plomo en zona minera.

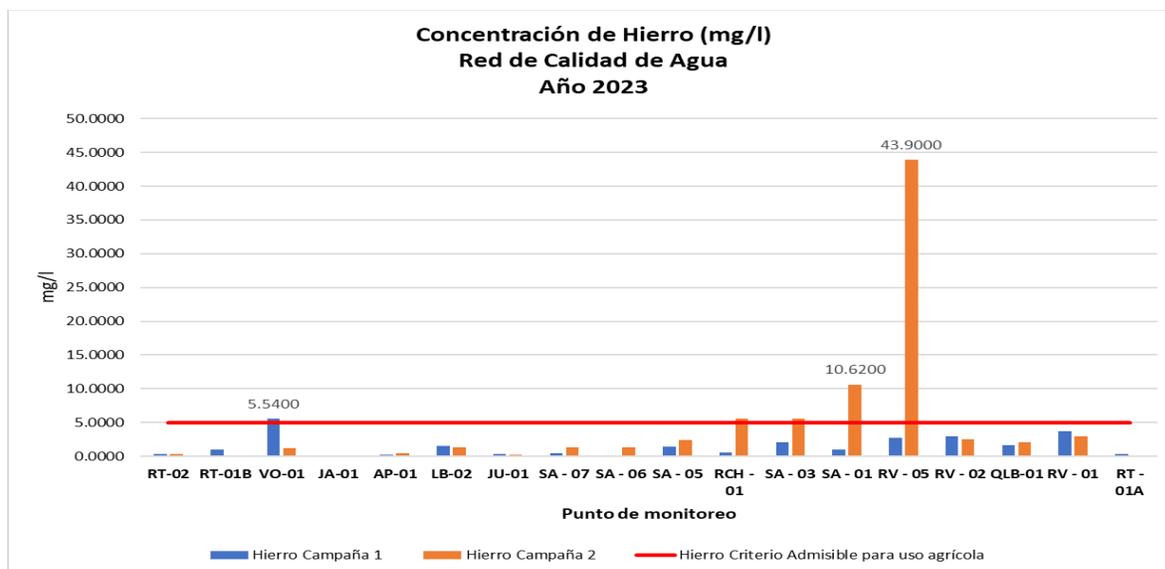
En relación al plomo, se determinaron concentraciones superiores al 0.05 mg/L, valor máximo permisible, para los puntos VO-01 y RV-05, por lo que es importante seguir monitoreando ya que el plomo en altas concentraciones puede causar daño al cerebro y a los riñones y puede interferir con la producción de los glóbulos rojos que llevan el oxígeno a todas las partes del cuerpo.

En el caso de las variables aluminio, hierro, manganeso y níquel se evaluaron con respecto al Decreto 1594 de 1984 para uso agrícola.



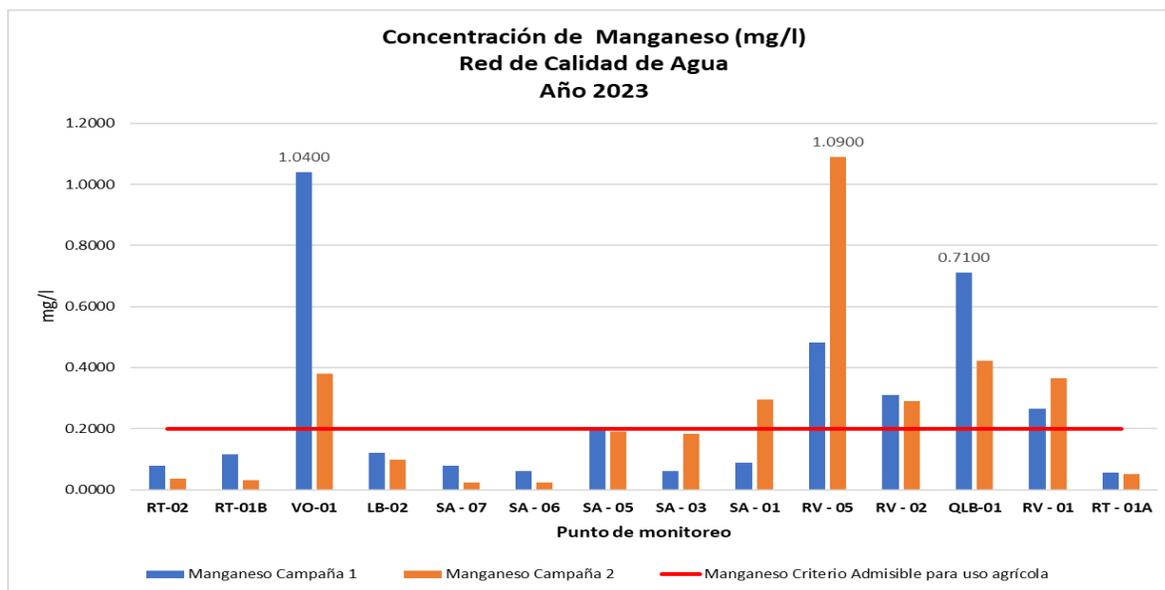
Gráfica 50. Aluminio en zona minera.

Para evaluar los resultados de las concentraciones de aluminio se tuvo los límites admisibles para uso agrícola, dispuestos en el decreto 1594 de 1984. Para los puntos de monitoreo evaluado se determinó que las concentraciones se encuentran dentro los límites permisibles sin embargo en algunos puntos se observaron variaciones significativas como lo son los puntos VO-01, RV-02, y RV-01.



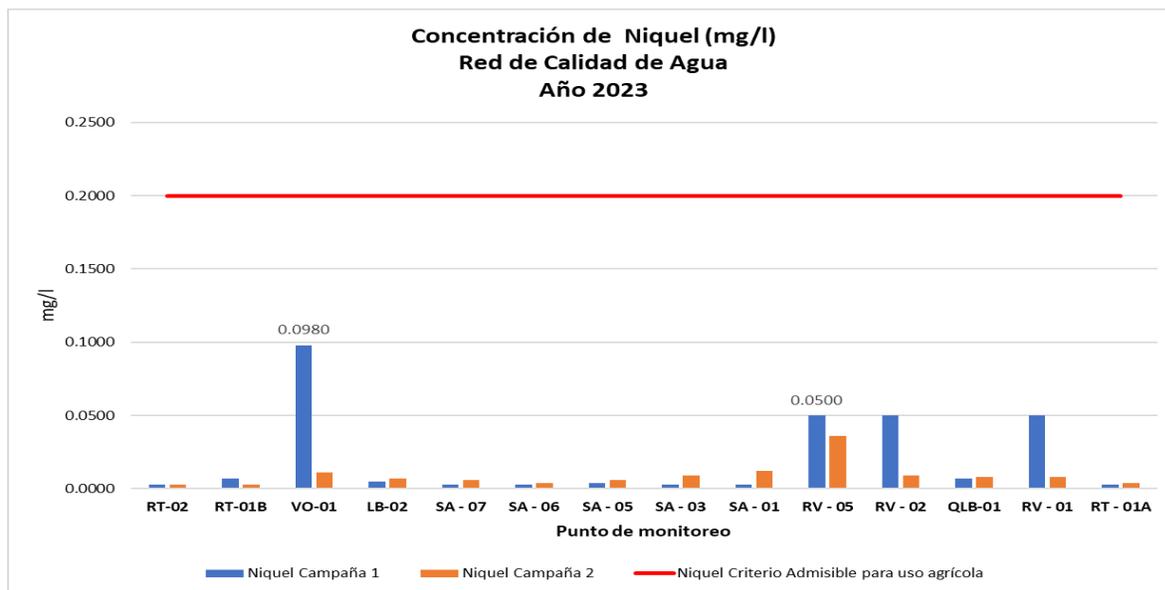
Gráfica 51. Hierro en zona minera.

Al igual que con el parámetro de aluminio, para las concentraciones del hierro en los puntos evaluados, se tuvo en cuenta el criterio máximo permisible para uso agrícola, en los cuales se determinó que se obtuvieron concentraciones altas para los puntos VO-01, RCH-01, SA-03, SA-01 y RV-05, lo que se sugiere realizar seguimiento a la zona para determinar las causas de los cambios de concentración de este metal de manera significativa.



Gráfica 52. Manganeso en zona minera.

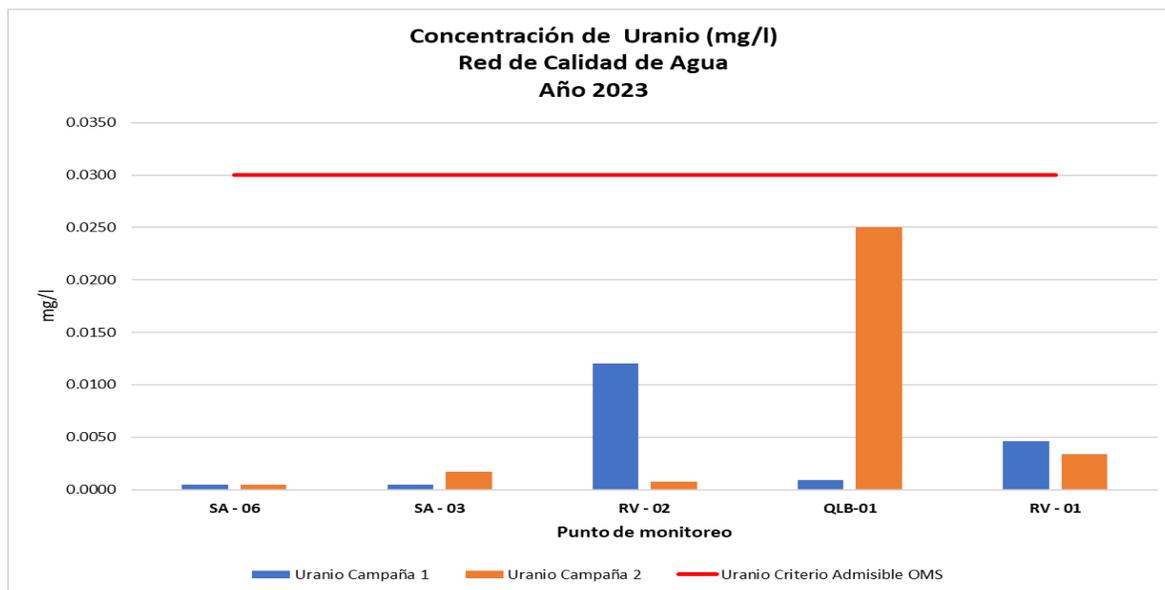
La concentración de manganeso presente en los puntos VO-01, SA-01, RV-05, RV-02, QLB-01 y RV-01, superan los límites máximos permisibles para uso agrícola, por lo que es importante continuar con el monitoreo de los diferentes puntos ya que presentó un incremento de las concentraciones a diferencia de los resultados reportados en el año 2022.



Gráfica 53. Níquel en zona minera.

Con respecto a la concentración de níquel, teniendo en cuenta los criterios admisibles para uso agrícola con base en el decreto 1594 de 1984, todos los puntos monitoreados se encuentran por debajo del límite máximo permisible.

Por último, se evaluó la concentración de uranio en algunos puntos de la subcuenca de Suratá, tales como SA-06, SA-03, RV-02, QLB-01 y RV-01, para evaluar este criterio se tuvo en cuenta un análisis comparativo con las guías de calidad para consumo de agua de la Organización Mundial de la Salud (OMS), edición 2022, donde el límite máximo permisible es de 0.03 mg U/L. Al analizar los resultados se obtuvo que para ningún punto la concentración supera la norma, sin embargo, es la primera vez que se evalúa este parámetro por lo que es importante continuar con el monitoreo de este metal para confirmar que no aparezca una presencia significativa sobre las corrientes superficiales en la zona minera.

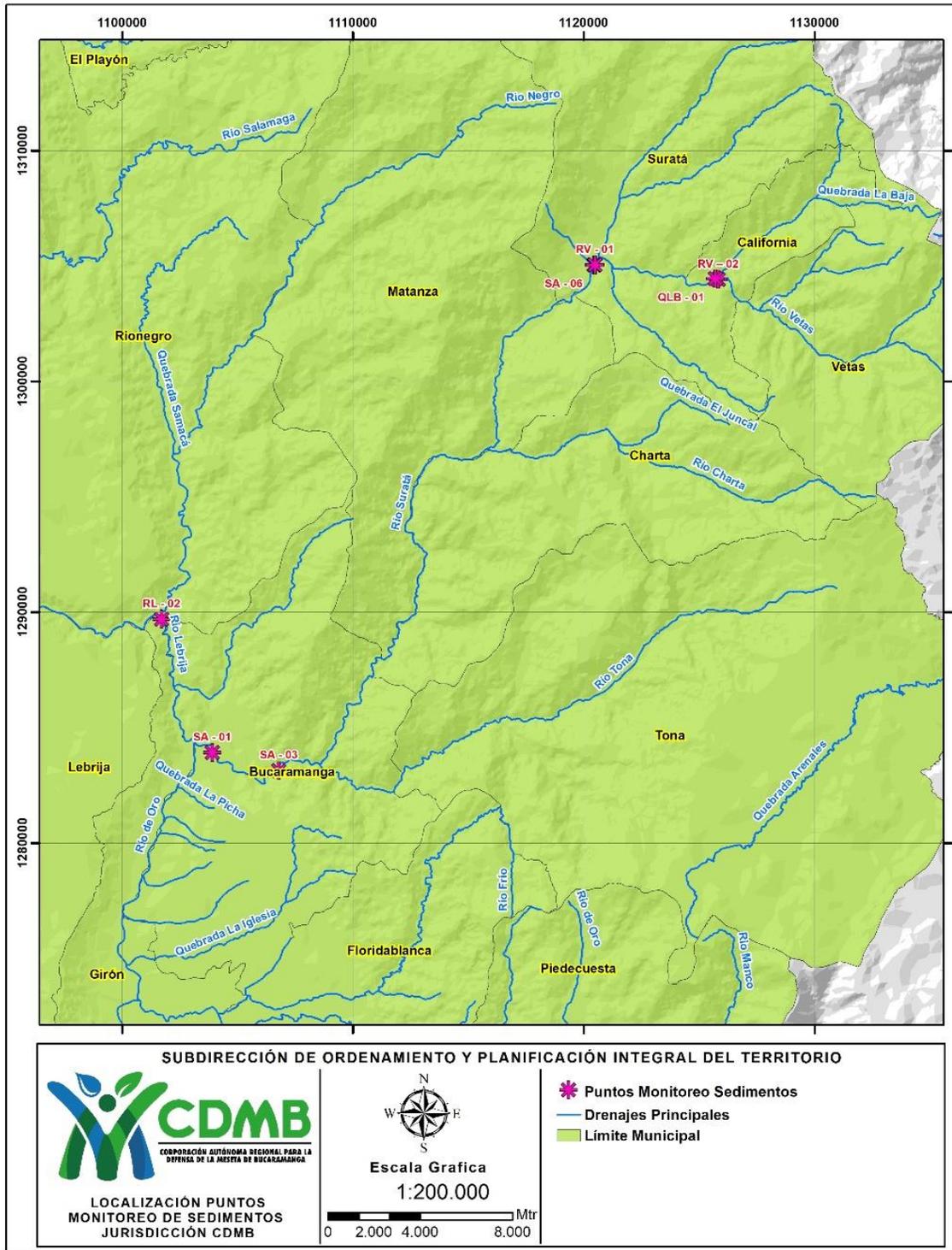


Gráfica 54. Uranio en zona minera.

3. MONITOREO DE SEDIMENTOS – RED DE CALIDAD

La CDMB, con el fin de realizar la modernización de la red de calidad de monitoreo de calidad del agua, estableció dentro del marco del PIRMA, la implementación del monitoreo de sedimentos. El objetivo del monitoreo de sedimentos en cuanto a calidad, se asocia a la presencia de metales pesados provenientes de la relación fisicoquímica y biológica con la fase acuosa de la corriente hídrica. Tanto la calidad como la cantidad se relacionan con la toxicidad que puede causar en la salud humana y en el ecosistema.

De acuerdo a lo anterior, en las dos (2) campañas de monitoreo de la red de calidad del agua, se incluyó la toma de muestras sedimentos, los puntos se ven identificados en el Mapa 155.



Mapa 15. Ubicación de puntos de monitoreo de sedimentos año 2023, Jurisdicción de la CDMB.

A continuación, se describen los puntos monitoreados en toma de muestra puntual, para evaluar los parámetros fisicoquímicos de los sedimentos.

Tabla 70. Puntos de Monitoreo de la Red de Calidad en sedimentos CDMB

ID	ESTACIÓN	CÓDIGO ESTACIÓN	FUENTE	Y (NORTE)	X (ESTE)
1	Loma Redonda	RV - 02	Río Vetas	1304410	1125835
2	Loma Redonda (La Baja)	QLB - 01	Quebrada La Baja o Páez	1304455	1125711
3	Puente Pánaga	RV - 01	Río Vetas	1305048	1120508
4	Pánaga	SA - 06	Río Surata	1305053	1120446
5	Zaragoza	SA-03	Río Surata	1283314	1106774
6	Bavaria	SA - 01	Río Surata	1283912	1103921
7	Bocas	RL - 02	Río Lebrija	1289688	1101719

3.1. Parámetros evaluados

En la orilla de los ríos se forman depósitos de arena, por lo tanto, se realizó muestreo de este material en los siete (7) puntos consignados en la Tabla 7070. Igualmente, se determinó la composición granulométrica y metales en las dos (2) campañas de monitoreo realizadas durante el año 2023.

Los parámetros fisicoquímicos definidos para el monitoreo de depósito de sedimento de arena en la orilla del río fueron los siguientes (Tabla 7171):

Tabla 71. Parámetros evaluados fisicoquímicos en sedimentos

Parámetros Físico y químicos	Unidades
Granulometría	% en peso
Cobre	mg /L
Arsénico	mg /L
Bario	mg /L
Cadmio	mg /L
Cromo	mg /L
Mercurio	mg /L
Plomo	mg /L
Selenio	mg /L

Parámetros Físico y químicos	Unidades
Zinc	mg /L
Vanadio	mg /L

Actualmente, Colombia no cuenta con una normatividad para poder realizar una comparación del estado de las concentraciones de metales en los diferentes sedimentos monitoreados, sin embargo, se recurre a normatividad internacional, por lo que se tomaran como límites máximos, los límites normativos referenciados en el Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life, edición 1999, como directrices de calidad interinas para sedimentos acorde a estudios de efectos biológicos adversos por diferentes concentraciones de los metales.

3.2. Resultados del monitoreo de sedimentos 2023

3.2.1. Resultados de granulometría

En Tabla 72 se indican los resultados de granulometría obtenidos en las dos campañas de monitoreo realizadas de la red de calidad, al igual que los caudales de la corriente hídrica, los cuales pueden estar correlacionados en el comportamiento de los sedimentos:

Tabla 72. Resultados de granulometría en sedimentos

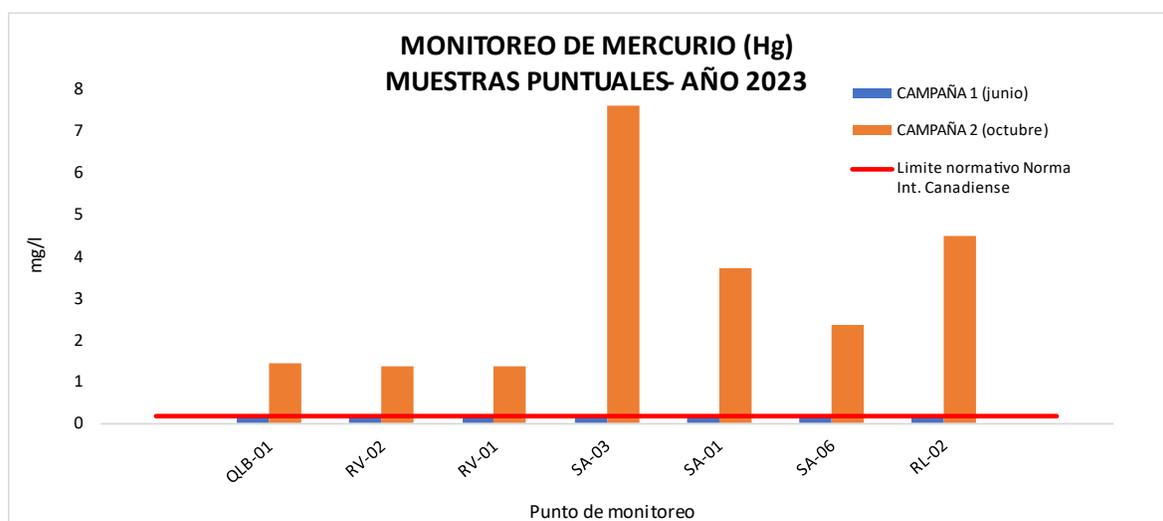
GRANULOMETRÍA (%)												
PUNTO	Malla #16 (1.190 mm)		Malla #30 (0.595 mm)		Malla #50 (0.297 mm)		Malla #100 (0.149 mm)		Malla #200 (0.074 mm)		Porcentaje de fondo	
	CAMPAÑA 1	CAMPAÑA 2	CAMPAÑA 1	CAMPAÑA 2	CAMPAÑA 1	CAMPAÑA 2	CAMPAÑA 1	CAMPAÑA 2	CAMPAÑA 1	CAMPAÑA 2	CAMPAÑA 1	CAMPAÑA 2
	(junio)	(octubre)	(junio)	(octubre)	(junio)	(octubre)	(junio)	(octubre)	(junio)	(octubre)	(junio)	(octubre)
QLB-01	11.25	0.14	25.94	3.11	37.34	19.32	20.96	40.93	3.95	30.94	0.56	5.56
RV-02	7.42	0.36	34.61	3.24	36.86	20.51	17.22	48.78	3.5	22.89	0.38	4.21
RV-01	2.29	1.1	11.5	7.23	26.94	16.74	44.85	40.55	12.31	30.33	2.11	4.05
SA-03	0.23	3.81	6.97	54.55	50.21	32.05	32.91	7.09	8.45	1.27	1.23	1.22
SA-01	0.22	0.09	2.41	3.78	27.95	22.33	50.71	51.81	16.12	19.67	2.59	2.32
SA-06	17.8	3.81	31.81	9.41	27.29	15.55	16.17	26.26	5.67	35.14	1.25	9.83
RL-02	13.62	8.62	0.36	7.13	1.64	2.13	11.81	35.12	46.14	48.59	33.44	5.83

Tabla 73. Resultados de caudales de aforo líquido de las corrientes donde se realizó toma de muestra de sedimentos.

PUNTO	Caudal agua (m ³ /s)		Variación de caudal entre campañas
	CAMPAÑA 1 (junio)	CAMPAÑA 2 (octubre)	
QLB-01	0.534	0.764	Aumento el caudal
RV-02	1.505	1.589	Aumento el caudal
RV-01	2.401	2.648	Aumento el caudal
SA-03	8.435	5.512	Disminuyo el caudal
SA-01	4.948	6.235	Aumento el caudal
SA-06	3.515	5.407	Aumento el caudal
RL-02	13.624	8.617	Disminuyo el caudal

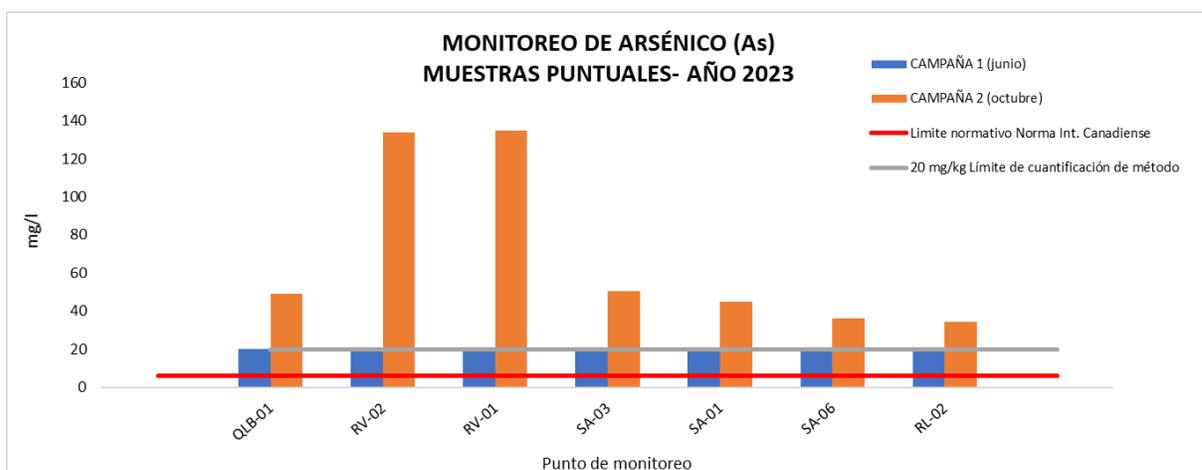
En la Tabla 7273 se puede observar que en los puntos QLB-01, RV-02, RV-01 y SA-06 hay una tendencia en la disminución en el tamaño de las partículas de los sólidos para las mallas #16, #30 y #50, y un aumento en las partículas finas para las demás mallas, esto posiblemente efectuado por dos motivos, ya sea por la época de lluvias en octubre y el aumento del caudal de la corriente hídrica lo que puede ocasionar mayor flujo de las partículas sedimentadas y un aumento en la disolución de las mismas, incrementando la superficie de contacto del sedimento.

3.2.2. Metales pesados en sedimentos – Red de calidad



Gráfica 55. Concentración de mercurio en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.

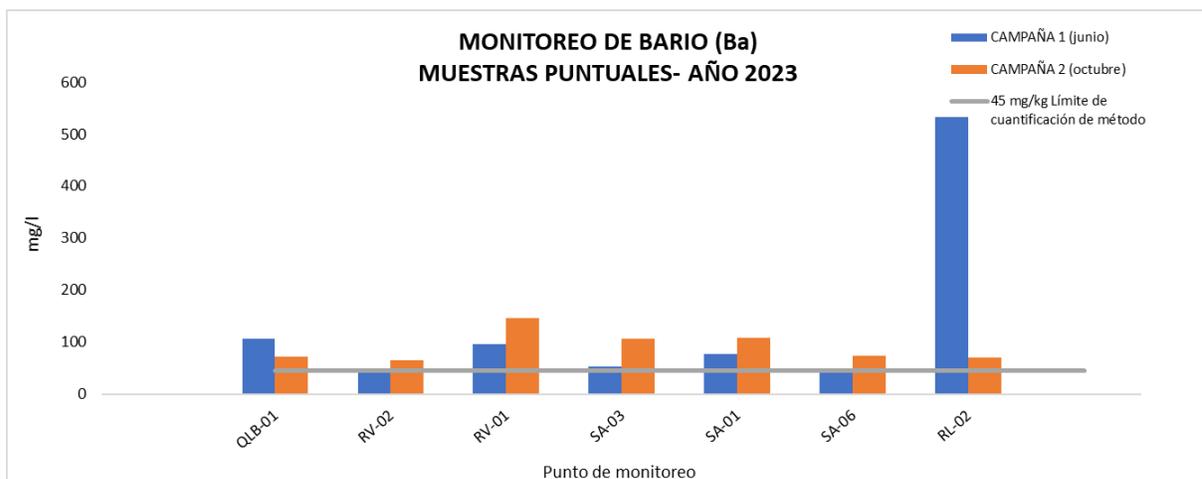
Al evaluar la concentración de mercurio en los sedimentos de diferentes puntos como se observa en la Gráfica 55, para la primera campaña, no se detectaron concentraciones que superaran el límite normativo de las guías internacionales canadienses en calidad de sedimentos para la protección de la vida acuática (0,17 mg Hg/kg). Sin embargo, para la segunda campaña se encontraron concentraciones superiores al límite normativo para todos los puntos evaluados. Este efecto podría estar relacionado al crecimiento de los niveles de las corrientes hídricas a causa de la época de lluvias, lo que genera mayor remoción de los sedimentos y todo el material cubierto por capas de arenas que deja expuesto en la superficie todo el mercurio bioacumulado.



Gráfica 56. Concentración de arsénico en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.

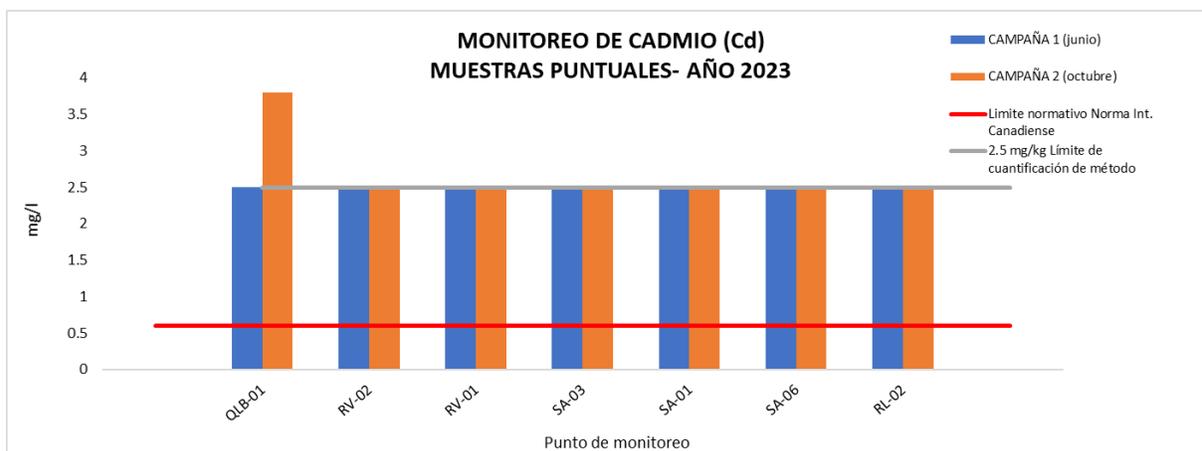
En la determinación de arsénico para la primera campaña se desconoce las concentraciones reales debido a que el laboratorio contratado maneja un límite de cuantificación (20 mg As/kg) superior al límite máximo permisible normativo internacional de Canadá, que corresponde a 5,9 mg As/kg, por lo que no se puede confirmar si las concentraciones de arsénico efectivamente superan este límite en los diferentes puntos evaluados. Sin embargo, para la segunda campaña se obtuvieron concentraciones más altas al límite de cuantificación y al límite normativo. Al igual que los resultados hallados para el parámetro mercurio, es posible que, por la época de lluvias, cause una movilidad de los sedimentos, y salga

a exposición la acumulación de arsénico en ellos.



Gráfica 57. Concentración de bario en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.

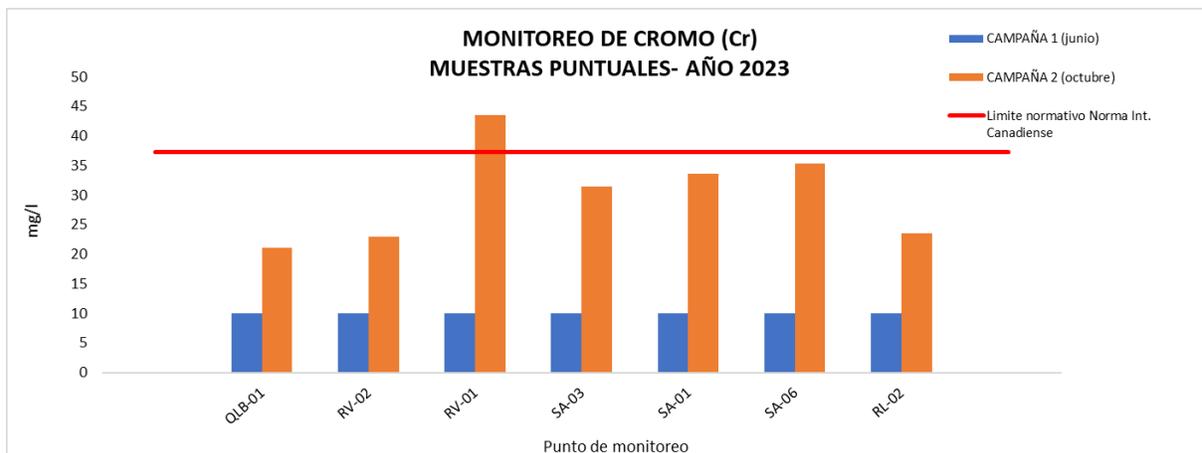
El parámetro de Bario no cuenta con un límite normativo internacional canadiense en sedimentos, sin embargo, es importante resaltar que en el río Lebrija en el punto RL-02 en la primera campaña presento concentraciones altas de bario. Con respecto a los demás puntos, se presentó un incremento de concentración para los puntos RV-02, RV-01, SA-03, SA-06 para la segunda campaña. Con el punto QLB-01 se detectó concentraciones de bario en las dos campañas realizadas.



Gráfica 58. Concentración de cadmio en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.

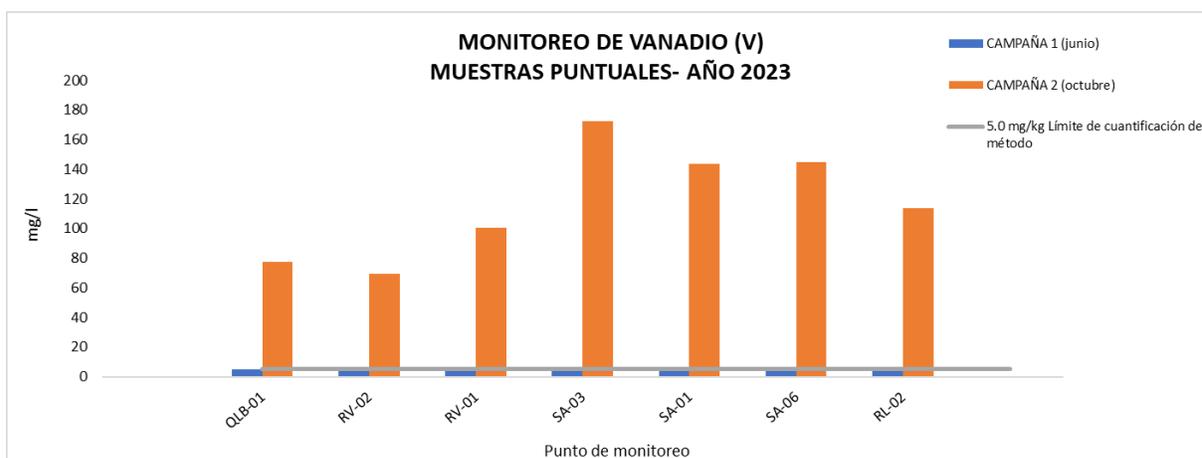
Los resultados obtenidos para la determinación de cadmio estuvieron por debajo

del límite cuantificable por lo cual no fue posible analizar, a excepción del resultado obtenido para la segunda campaña en el punto QLB-01, el cual arroja un resultado cuantificable por encima del límite normativo canadiense (2,5 mg Cd/kg).



Gráfica 59. Concentración de cromo en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.

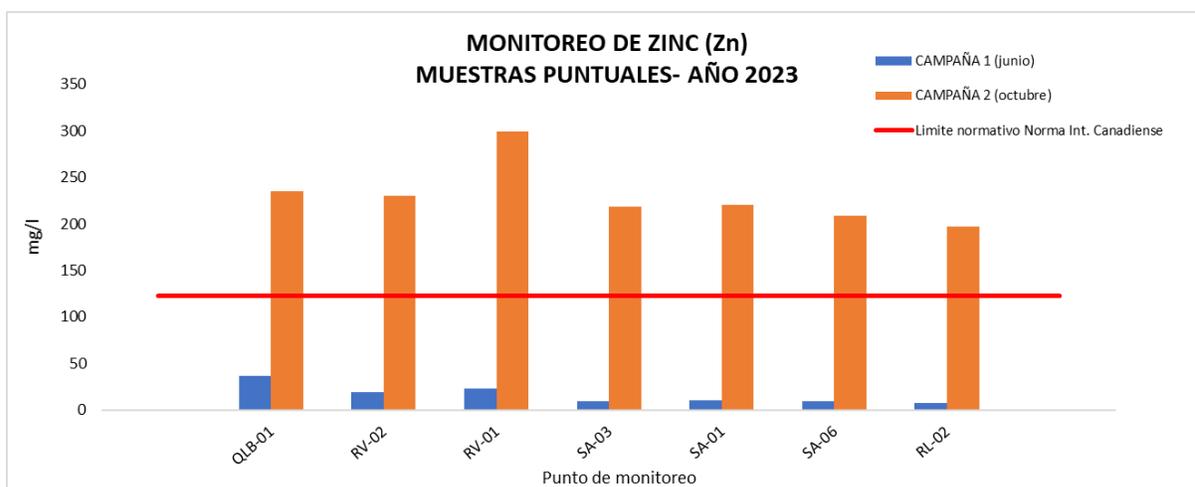
Respecto a la presencia de cromo, se observó que en el punto RV-01 para la segunda campaña, la concentración de cromo alcanzó un valor de 43,51 mg/kg el cual está por encima del límite normativo internacional (37,3 mg Cr/kg).



Gráfica 60. Concentración de vanadio en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.

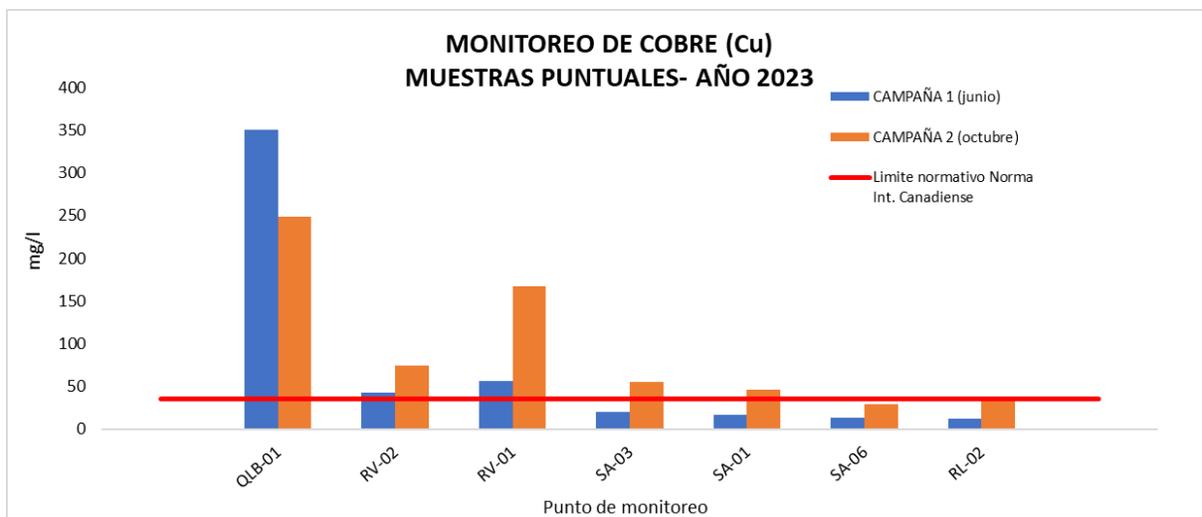
Los resultados obtenidos con la determinación de vanadio en los sedimentos indica claramente una diferencia significativa entre la primera campaña y la segunda, ya

que hay un incremento de concentración del metal, dado por el movimiento de los sedimentos en la época de lluvias del año al incrementar los caudales, lo que deja expuesto los metales que se hayan sedimentado previamente en épocas de sequía. La concentración más alta de vanadio se observó en el SA-03 del río Surata con un valor de 172,22 mg V/kg.



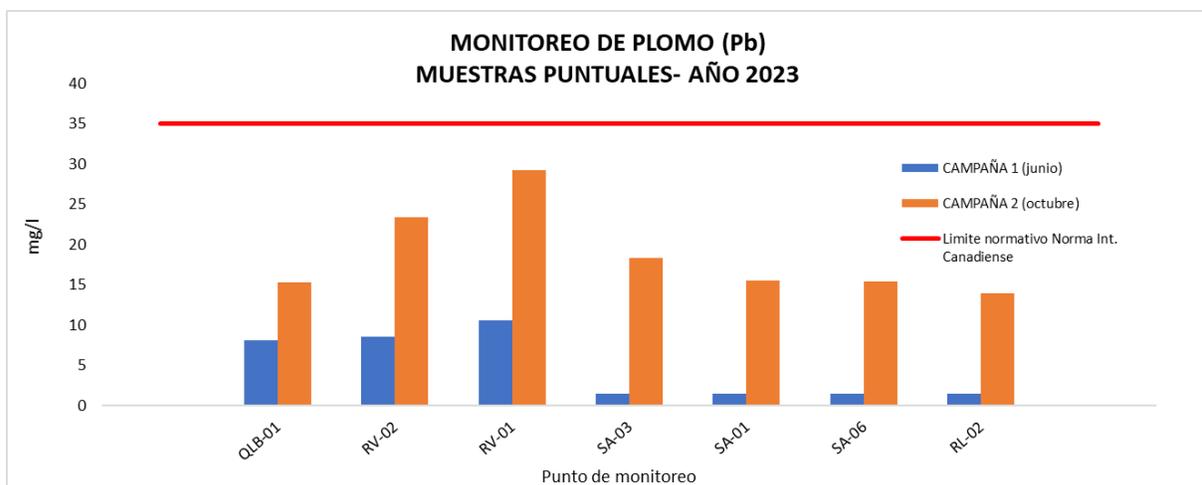
Gráfica 61. Concentración de zinc en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.

La presencia de zinc en los sedimentos de los puntos monitoreados, aumentó significativamente en la segunda campaña, en la época de lluvias, donde todos los puntos monitoreados superan el límite máximo permisible por la normatividad internacional (123 mg Zn/kg). El zinc causa en el ser humano dolores de cabeza, pérdida de apetito, y el consumo prolongado afecta el sistema inmunitario y los niveles de colesterol “bueno” (HDL) entre otros efectos principalmente.



Gráfica 62. Concentración de cobre en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.

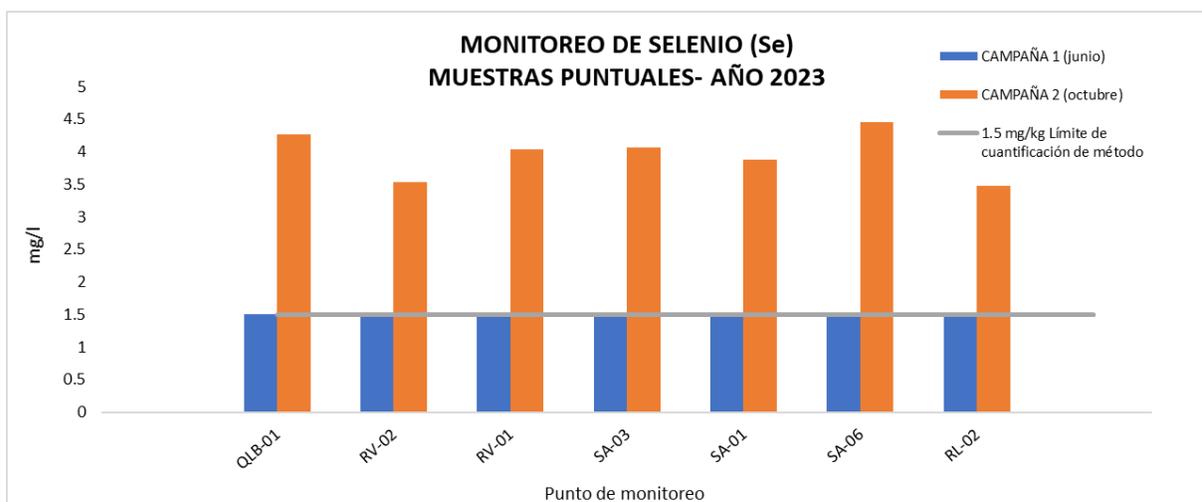
Las concentraciones de cobre en los puntos QLB-01, RV-02 y RV-01 presentaron concentraciones de cobre superiores al límite máximo permisible de la norma internacional (35.7 mg Cu/kg), tanto en la primera como segunda campaña. El punto SA-01 presentó solo concentraciones superiores de cobre al límite permisible en la segunda campaña. El único punto que contuvo concentraciones inferiores al límite máximo permisible fue el Río Lebrija RL-02.



Gráfica 63. Concentración de plomo en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.

Al realizar el monitoreo de plomo en los sedimentos, se obtuvo que en ningún punto de monitoreo se supera el límite máximo permitido internacionalmente en la norma

canadiense (35 mg Pb/kg), sin embargo, se puede observar un cambio sustancial de concentración entre la primera campaña con la segunda en todos los puntos evaluados.



Gráfica 64. Concentración de selenio en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.

Actualmente no existe un límite normativo para la concentración máxima permitida de selenio en sedimentos frente a su toxicidad a nivel internacional, sin embargo, se puede observar en la gráfica que en la segunda campaña se observa un incremento de su concentración lo que podría ser por causa de la remoción de los sedimentos por el aumento de los caudales por ser época de lluvias, lo que hace sobre saltar la concentración depositada del metal durante el año.

4. MONITOREO DE METALES EN LA UNIDAD HIDROGRÁFICA DEL RÍO SURATÁ

En la parte alta de Unidad Hidrográfica del Río Suratá con el fin de realizar la extracción del oro en la zona se desarrollan actividades de minería, en la cual durante el proceso de extracción hacen uso de sustancias tóxicas para el medio ambiente y el ser humano como es el caso del mercurio, con límites de toxicidad por consumo entre 50 a 150 $\mu\text{g}/\text{día}$ (Ellemhorn MJ. Medical Toxicology. 2nd Edition). El uso de esta sustancia se prohibió a partir del mes de julio de 2018 por la legislación colombiana mediante la Resolución del MADS N.º 1658 de 2013.

Para el año 2023, se monitorearon dieciséis (16) puntos en la Unidad Hidrográfica del Río Suratá. Se monitorearon Arsénico, Cadmio, Hierro, Mercurio y Plomo por tomas de muestra puntual en ocho (8) campañas. También, se realizó un seguimiento de sólo caudal y mercurio por 24 horas con toma de alícuotas cada dos (2) horas en diferentes campañas para los puntos de la quebrada la Baja (LB-02, QLB-01) y en el río Vetas (RV-02, RV-05).

En la Tabla 7474 y la Tabla 7575, se presentan los dieciséis (16) puntos de monitoreo, coordenadas, tipo y fechas de muestreo.

Tabla 74. Puntos de monitoreo – Suratá – para monitoreo de cianuro y metales pesados.

	Estación	Código CDMB	Coordenada X	Coordenada Y	Muestreo puntual	Muestreo 24 horas
1	La playa confluencia (Charta-Suratá)	RCH - 01	1115981	1297054	8	
2	Puente Tona	RT-01A	1116084	1285268	8	
3	Puente Pánaga	RV - 01	1120780	1305357	8	
4	Borrero	RV- 05	1132027	1301122	8	3
5	Loma Redonda	RV - 02	1125838	1304415	8	1
6	Bavaria	SA - 01	1103941	1283907	8	
7	Zaragoza (Bosconia)	SA - 03	1106774	1283144	8	
8	La Playa confluencia (Charta-surata)	SA - 05	1116170	1297202	8	
9	Pánaga	SA - 06	1120447	1305018	8	
10	Uña de Gato	SA - 07	1121395	1307446	8	
11	Loma Redonda (La Baja)	QLB-01	1125722	1304459	8	9
12	La Bodega	LB-02	1130015	1307954	8	6
13	El Juncal	JU-01	1122469	1297319	8	
14	Agua de Paramo	AP-01	1130050	1300698	8	
15	El Volcán	VO-01	1134673	1301217	8	
16	Jaimés	JA-01	1133277	1299777	8	

Tabla 75. Fechas de monitoreo de cianuro y metales pesados- Suratá.

Punto	Campaña								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Fecha	Fecha							
Muestras puntuales									
RV -05	21/06/23	17/07/23	16/08/23	28/08/23	04/09/23	26/09/23	10/10/23	10/11/23	***
RV-02	21/06/23	17/07/23	16/08/23	28/08/23	04/09/23	26/09/23	10/10/23	10/11/23	***
QLB-01	21/06/23	17/07/23	16/08/23	28/08/23	04/09/23	26/09/23	10/10/23	10/11/23	***
RV-01	21/06/23	17/07/23	16/08/23	28/08/23	04/09/23	26/09/23	10/10/23	10/11/23	***
LB-02	21/06/23	17/07/23	16/08/23	28/08/23	04/09/23	26/09/23	10/10/23	10/11/23	***

Punto	Campaña								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Fecha								
Muestras puntuales									
SA-07	21/06/23	17/07/23	16/08/23	28/08/23	04/09/23	26/09/23	10/10/23	10/11/23	***
SA-06	21/06/23	17/07/23	16/08/23	28/08/23	04/09/23	26/09/23	10/10/23	10/11/23	***
SA-05	21/06/23	17/07/23	16/08/23	28/08/23	04/09/23	26/09/23	10/10/23	10/11/23	***
SA-03	24/06/23	17/07/23	16/08/23	28/08/23	04/09/23	26/09/23	10/10/23	10/11/23	***
SA-01	24/06/23	17/07/23	16/08/23	28/08/23	04/09/23	26/09/23	10/10/23	10/11/23	***
JU-01	21/06/23	17/07/23	16/08/23	28/08/23	04/09/23	26/09/23	10/10/23	10/11/23	***
AP-01	21/06/23	17/07/23	16/08/23	28/08/23	04/09/23	26/09/23	10/10/23	10/11/23	***
*VO-01	21/06/23	17/07/23	16/08/23	28/08/23	04/09/23	26/09/23	10/10/23	10/11/23	***
JA-01	21/06/23	17/07/23	16/08/23	28/08/23	04/09/23	26/09/23	10/10/23	10/11/23	***
RCH-01	21/06/23	17/07/23	16/08/23	28/08/23	04/09/23	26/09/23	10/10/23	10/11/23	***
RT-01A	24/06/23	17/07/23	16/08/23	28/08/23	04/09/23	26/09/23	10/10/23	10/11/23	***
Muestras cada 2 horas por 24 Horas (Hg)									
QLB-01	22/06/23	07/07/23	18/07/23	17/08/23	29/08/23	05/09/23	27/09/23	07/11/23	11/10/23
LB-02	22/06/23	07/07/23	18/07/23	17/08/23	29/08/23	05/09/23	***	***	***
RV-05	***	***	***	***	***	***	27/09/23	07/11/23	14/11/23
RV-02	***	***	***	***	***	***	11/10/23	***	***

4.1. Parámetros evaluados

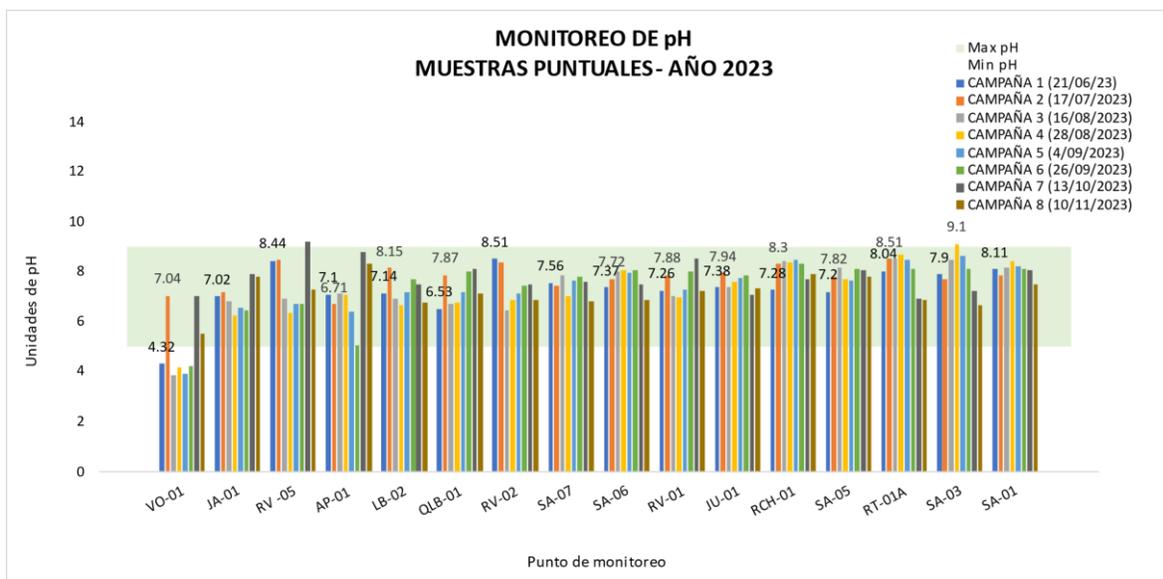
Se determinaron los siguientes parámetros de campo en las diferentes campañas, con el fin de evaluar las características de la fuente hídrica en la cuenca del río Suratá frente a la presencia de metales por ser una zona minera: Caudal, Temperatura ambiente, Temperatura del agua, pH, Conductividad, Oxígeno disuelto y Presión atmosférica; y los siguientes metales: Arsénico, Cadmio, Hierro, Mercurio y Plomo.

Teniendo en cuenta que la unidad hidrográfica del Río Suratá está catalogada en gran parte del área como Uso Doméstico, se realizan comparaciones con los criterios de calidad establecidos por el Decreto 1594 de 1984 donde se enmarcan “Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano...” en el artículo 38 y 39, y “Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para uso agrícola...” en el artículo 40.

4.2. Resultados de monitoreos puntuales

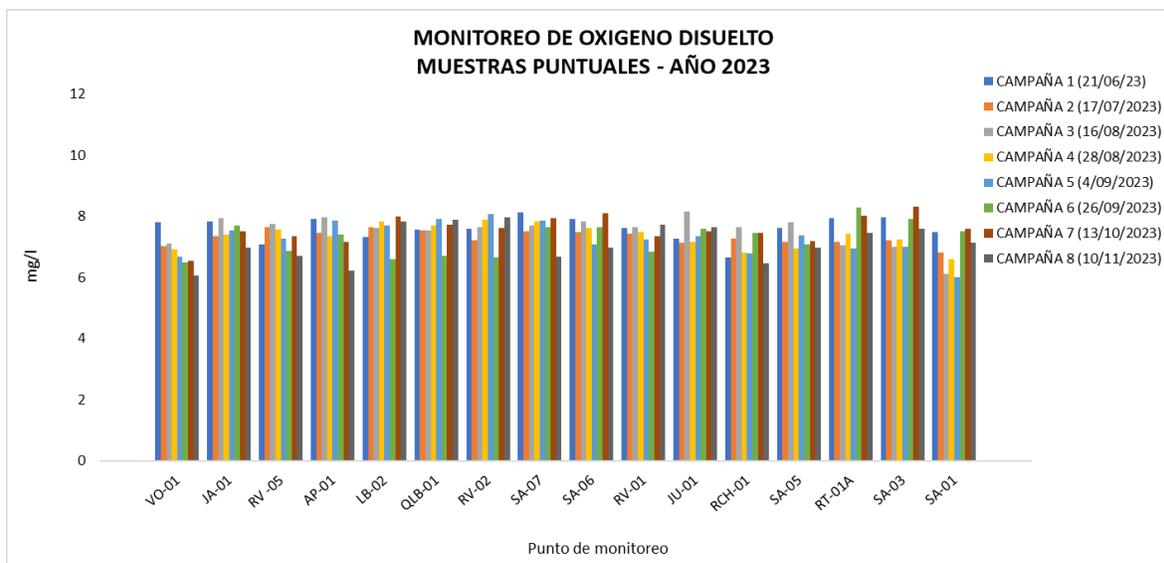
4.2.1 Parámetros de campo en monitoreos puntuales

En las gráficas 65, 66 y 67 se observa el comportamiento de los parámetros pH, oxígeno disuelto y conductividad respectivamente entre los más representativos para los monitoreos puntuales realizados en los 16 puntos.



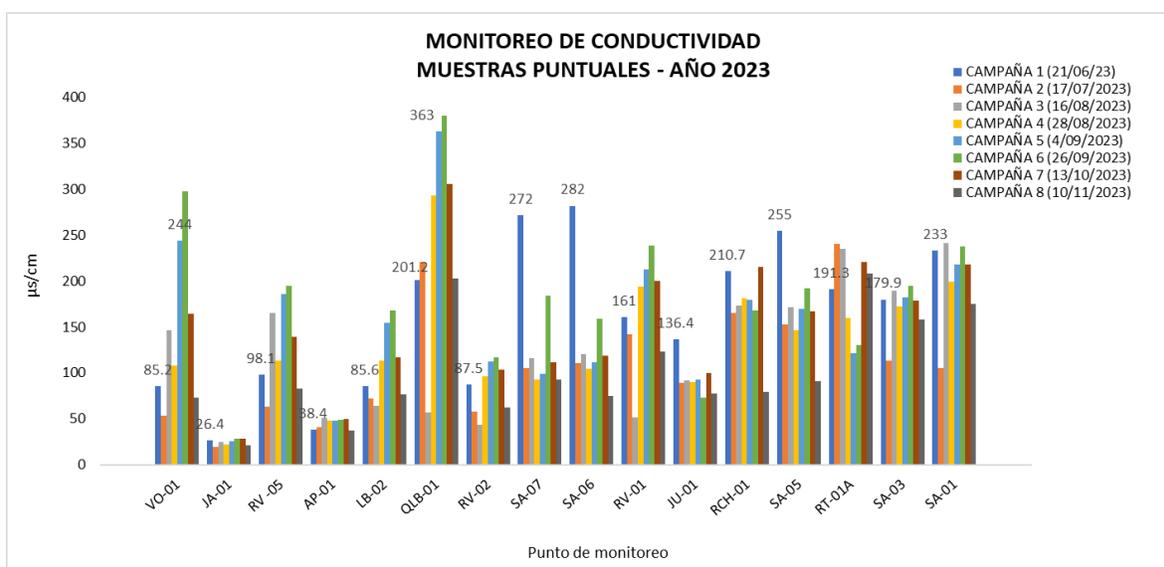
Gráfica 65. Monitoreo de pH en muestras puntuales.

En los resultados de pH de las muestras puntuales durante las diferentes campañas y teniendo en cuenta los límites permitidos en el decreto 1594 de 1984, artículo 38, para su potabilización con tratamiento convencional, se observa que para el punto el Volcán (VO-01) en las campañas 1,3,4,5 y 6, la corriente tiene valores de pH muy ácidos por debajo de la norma, por lo que es necesario hacer un seguimiento para conocer las causas de estas caídas de pH. Por otra parte, también se observó que en el punto del Rio Vetas RV-05 en la séptima campaña presentó un valor de pH superior a la norma, el cual es anómalo a su comportamiento en las otras campañas realizadas.



Gráfica 66. Monitoreo de Oxígeno Disuelto en muestras puntuales.

Con respecto al oxígeno disuelto de los diferentes puntos evaluados, señalaron que se encuentran dentro de los límites óptimos para la conservación de la fauna y flora, para las condiciones del agua acorde al decreto 1594 de 1984, artículo 45, que especifica que se requieren valores de oxígeno superiores a 4,0 mg/L, al igual que se cumple con los objetivos de calidad del acuerdo 1075 de 2006 con valores superiores a 5mg/L.

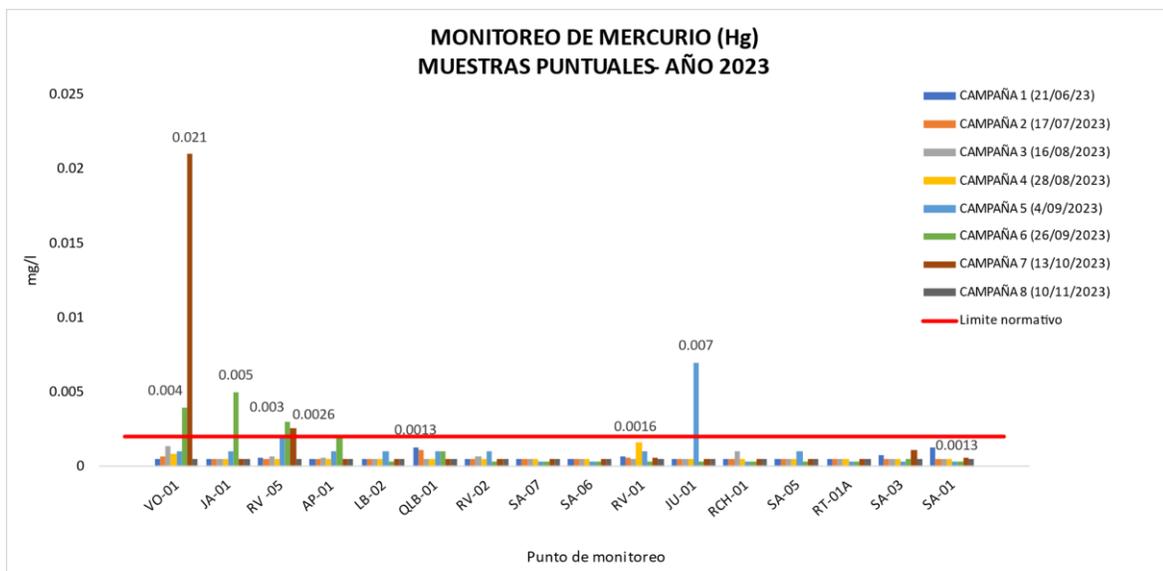


Gráfica 67. Monitoreo de Conductividad en muestras puntuales.

Los resultados obtenidos de la conductividad, reflejaron un aumento de

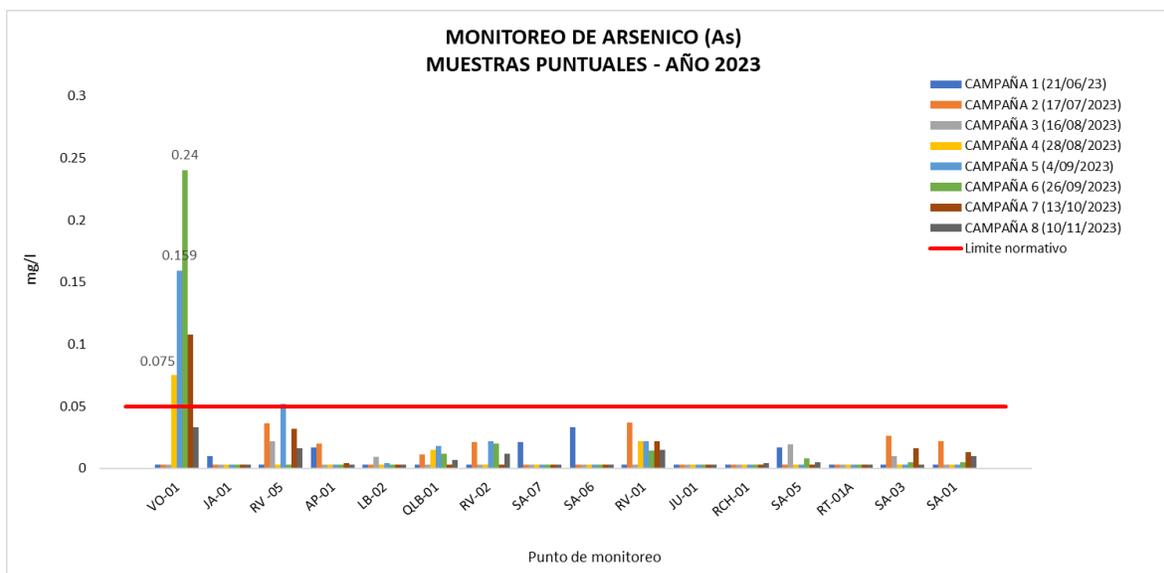
conductividad en las campañas 5, 6 y 7 para los puntos VO-01, RV-05 y RV-01, acorde a su comportamiento durante las campañas. Por otra parte, se observaron conductividades anómalas significativas para los puntos SA-07, SA-06 y SA-05 en la primera campaña.

4.2.2 Metales pesados en muestras puntuales



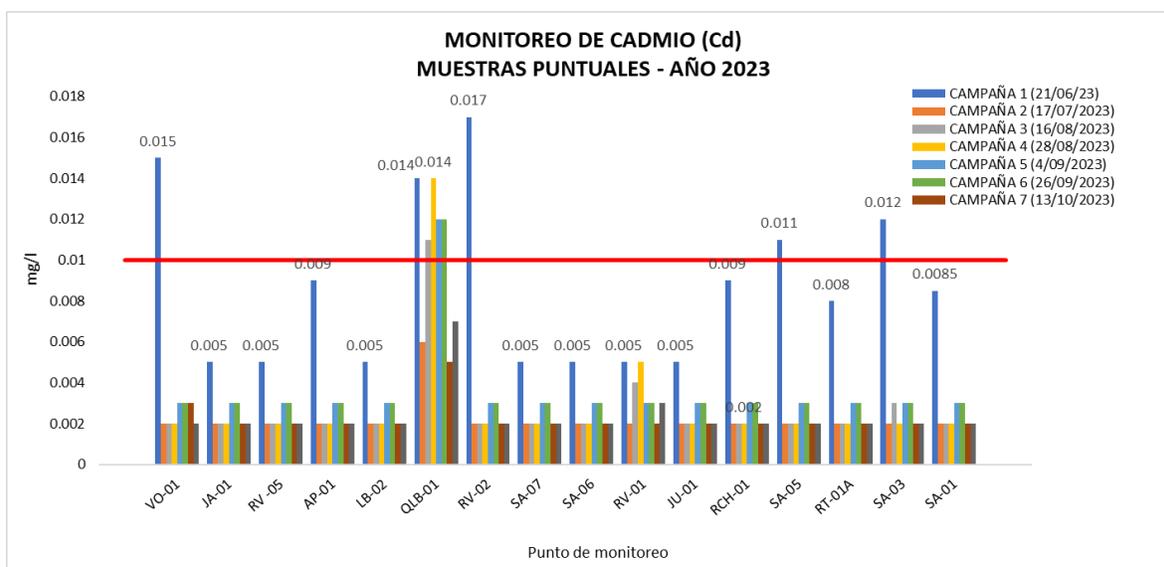
Gráfica 68. Monitoreo de Mercurio en muestras puntuales.

Durante las campañas ocho (8) campañas puntuales realizadas en el año para el seguimiento de mercurio en las fuentes hídricas de la unidad hidrográfica del Río Suratá, se observó que para los puntos VO-01, JA-01, RV-05 y JU-01, las concentraciones de mercurio superan los límites permitidos en algunas campañas ($>0,002$ mg Hg/L, acorde al Decreto 1594 de 1984), lo que presuntamente puede ser por la actividad de la minería en los diferentes sectores, siendo importante proponer un mayor seguimiento en esos puntos con respecto a la presencia de mercurio en la fuente hídrica durante el transcurso del día. Durante las campañas se presentan dos (2) puntos que requieren especial atención, uno es la quebrada el Juncal (JU-01) con una concentración de 0.007 mg Hg/L y el punto de la quebrada el Volcán (VO-01) con un valor de 0,021 mg Hg/L superando de manera significativa los límites permisibles.



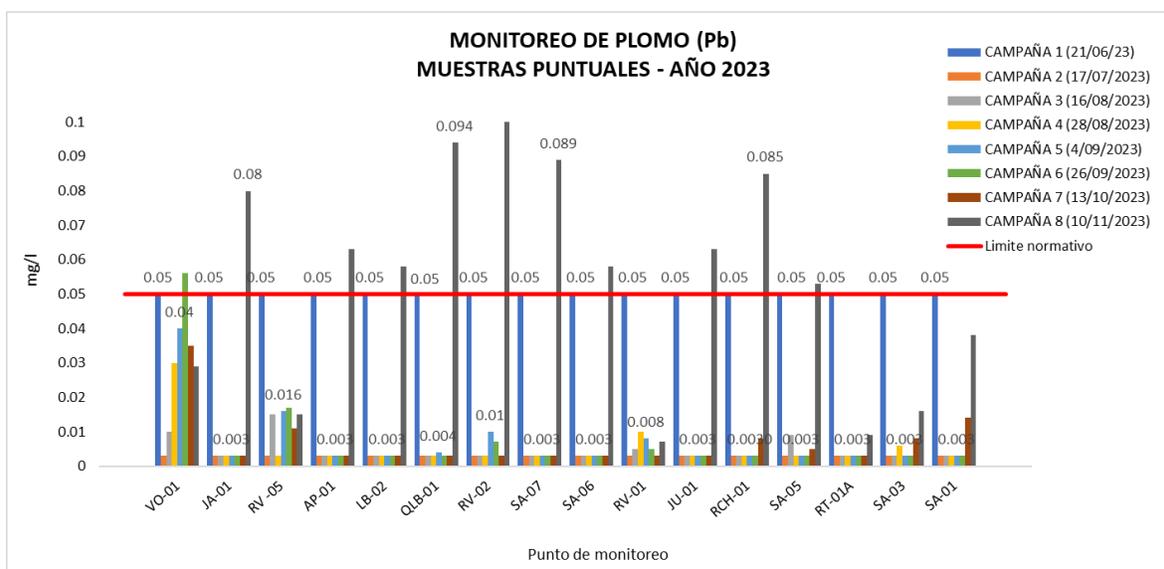
Gráfica 69. Monitoreo de Arsénico en muestras puntuales.

A diferencia del año 2022 que no se reportaron concentraciones de arsénico en ninguno de los puntos, para el año 2023 se encontró un incremento en las concentraciones de arsénico que superan los límites permisibles de 0,05 mg/L en el punto del VO-01 para cuatro (4) campañas de las ocho (8), por lo que es importante realizar un seguimiento a este punto.



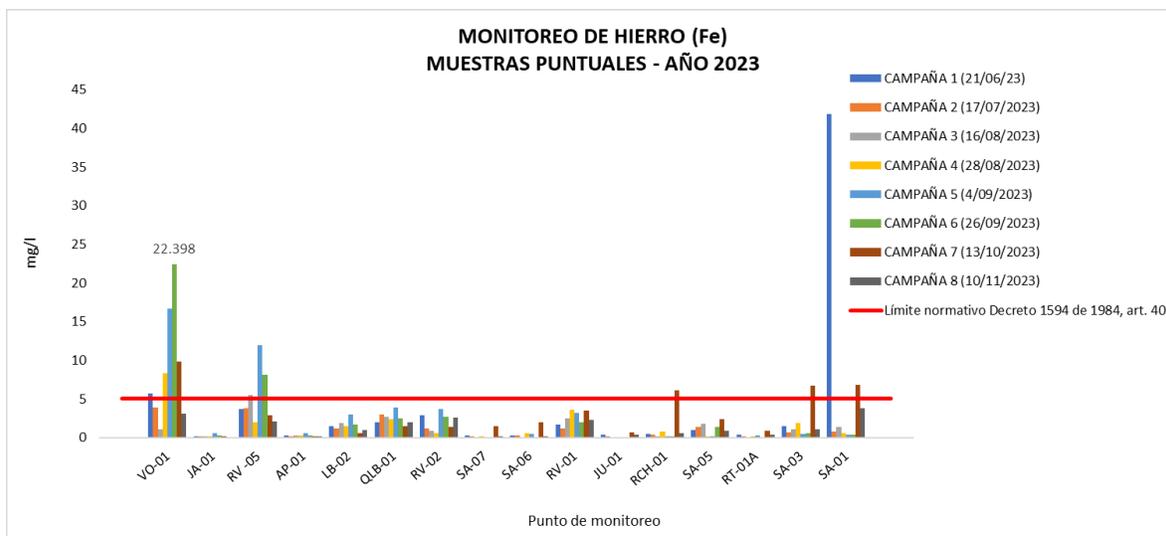
Gráfica 70. Monitoreo de Cadmio en muestras puntuales.

Con respecto al metal Cadmio en las diferentes campañas, se encontró que para los puntos VO-01, RV-02, SA-05 y SA-03 durante la primera campaña se superó las concentraciones máximas permitidas de 0,01 mg Cd/L, y en el caso del punto QLB-01, se determinó frecuentemente la presencia de este metal por fuera de los límites máximos permitidos sobre la corriente en diferentes campañas (cinco campañas).



Gráfica 71. Monitoreo de Plomo en muestras puntuales.

Las concentraciones de plomo no cumplen con lo establecido en el decreto 1594 de 1984 en los puntos VO-01, JA-01, AP-01, LB-02, RV-02, SA-07, SA-06, JU-01, RCH-01, SA-05 ya que superan el máximo permisible de 0,05 mg Pb/L, solo los resultados de la primera campaña se ejecutaron con un límite de cuantificación del método de 0,05 mg Pb/L, por lo que no puede el laboratorio asegurar un valor exacto por debajo de su límite.



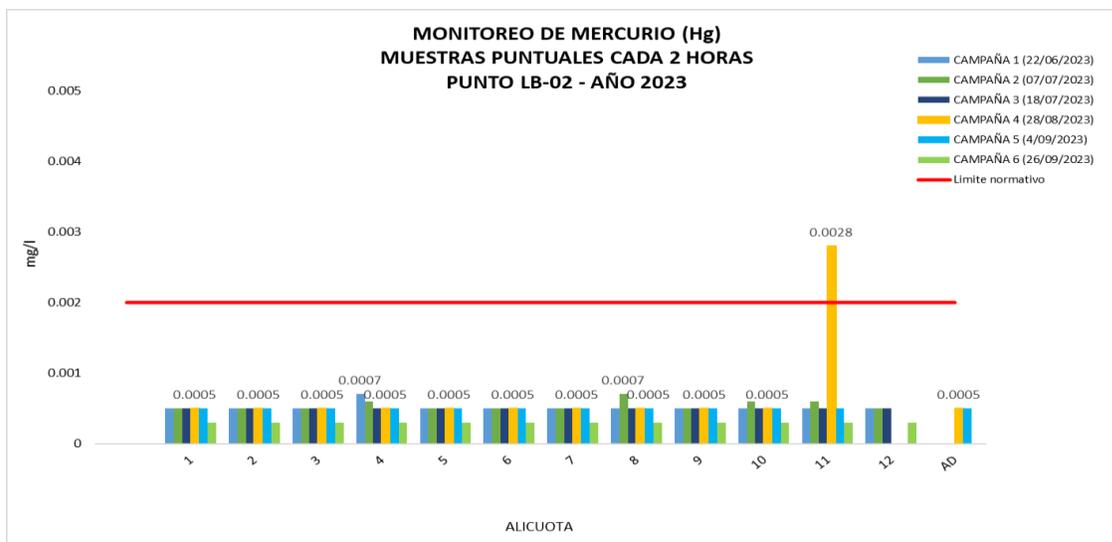
Gráfica 72. Monitoreo de Hierro en muestras puntuales.

Al determinar la concentración de Hierro en las diferentes campañas se presentaron concentraciones altas en los puntos VO-01 campaña 4, 5, 6 y 7, RV-05 campaña 5 y 6, RCH-01 campaña 7, SA-03 campaña 7 y en el punto SA-01 campaña 1 y 7, superando los límites permisibles para la destinación del recurso con fines agrícolas acorde al decreto 1594 de 1984, artículo 40, con un máximo permisible de 5,0 mg/L.

4.3. Resultados de monitoreos de mercurio 24 horas en la unidad hidrográfica del río surata

Se determinó la concentración de mercurio por 24 horas en toma de muestras cada 2 horas en diferentes puntos LB-02 (Quebrada la baja), QLB-01 (Quebrada la baja), RV-02 (Rio Vetas) y RV-05 (Río Vetas), adicionalmente se tomó una muestra extra en la campaña 4 y 5, debido a que se observó un cambio cualitativo (color y turbidez aparente) en el comportamiento de la fuente hídrica en los puntos de LB-02 y QLB-01.

4.3.1. Monitoreo de mercurio 24 horas en la quebrada la Baja, La bodega LB-02

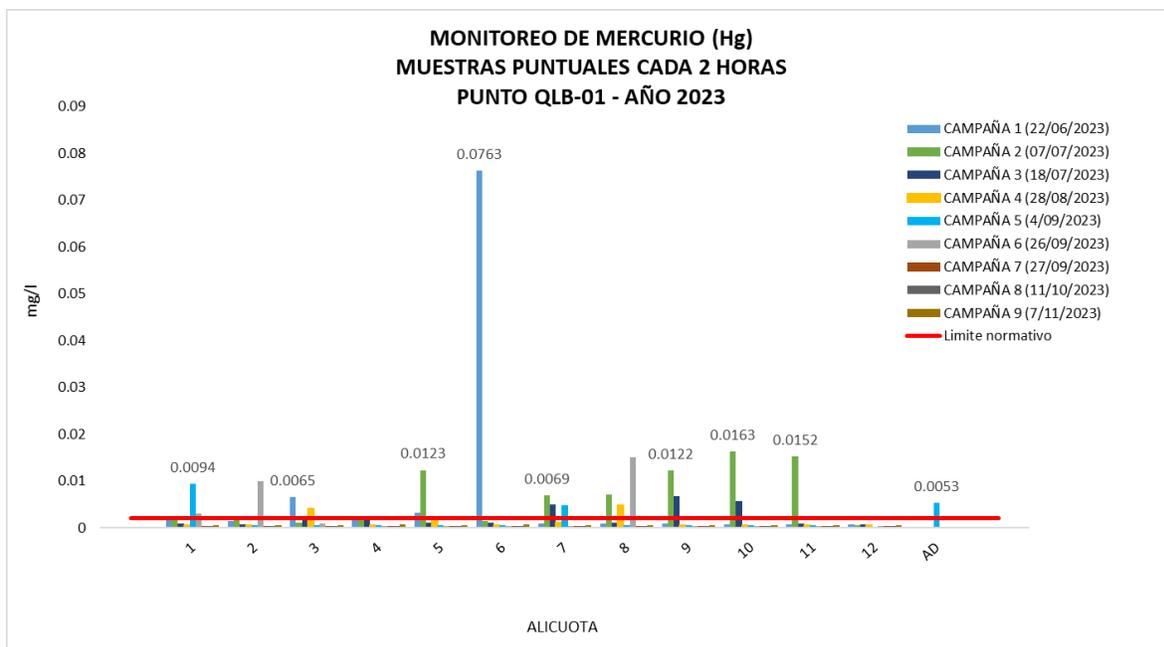


Gráfica 73. Monitoreo de Mercurio 24 horas punto LB-02.

Se evaluó la concentración de mercurio en el punto LB-02 por 24 horas por toma de cada muestra cada dos (2) horas, durante seis (6) campañas y como resultado se obtuvo que para la cuarta (4) campaña la concentración de mercurio a las 4:00 a.m. se reporta 0.0028 mg Hg/L, por encima de los límites máximos permisibles de mercurio (0,002 mg Hg/L). En la Gráfica 73, se genera una columna de AD, que se refiere a toma de muestra adicional a destiempo a causa de que en un momento se observó un cambio significativo en la apariencia del agua, por incremento de su turbidez por visualización.

4.3.2. Monitoreo de mercurio 24 horas en la quebrada la Baja, Loma Redonda QLB-01

En el punto QLB-01, se evidencia presencia de mercurio en concentraciones superiores al límite máximo permisible de 0,002 mg/L, en diferentes horarios y en diferentes campañas (nueve campañas). Es de resaltar que se encontraron concentraciones mucho más altas que las del año 2022 donde el valor máximo fue de 0.0091 mg Hg/L, y en el año 2023 se presentó una concentración máxima de 0.0763 mg Hg/L (primera campaña, hora: 8:00 p.m.) y que el orden de las concentraciones determinadas fue del 0,01 mg Hg/L, lo que genera preocupación presuntamente por el incremento del uso del mercurio en las zonas mineras.

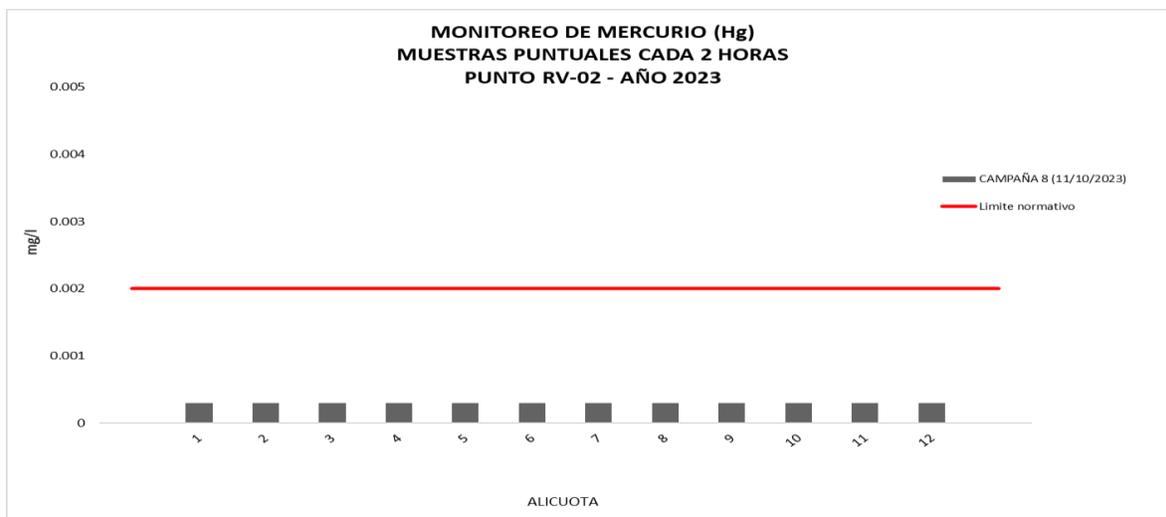


Gráfica 74. Monitoreo de Mercurio 24 horas punto QLB-01.

En la Gráfica 74 se genera una columna de AD, que se refiere a toma de muestra adicional a destiempo a causa de que en un momento se observó un cambio significativo en la apariencia del agua, por incremento de su turbidez por visualización. Para la primera campaña se tomó a las 9:10 a.m., y se obtuvo una concentración de mercurio superior a la máxima permitida (0.0053 mg Hg/L).

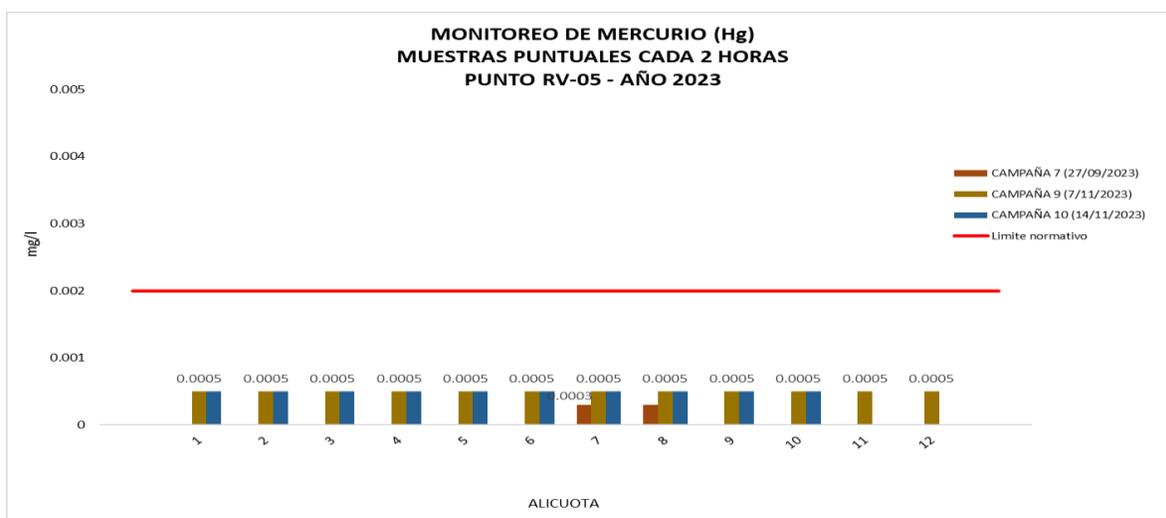
4.3.3. Monitoreo de mercurio 24 horas en el Rio Vetas, Loma Redonda RV-02

Se evaluó la concentración de mercurio en el punto RV-02 por 24 horas por toma de cada alícuota cada dos (2) horas, durante una (1) campaña, con el fin de hacer un barrido y monitorear puntos diferentes al año 2022. Como resultado, se obtuvo que no se reporta concentraciones superiores de mercurio (concentraciones de $<0,0003$ mg Hg/L) durante las 24 horas de monitoreo acorde máximo permisible en el decreto 1594 de 1984, por lo que se sugirió seleccionar otro punto de monitoreo en la siguiente fecha programada de seguimiento.



Gráfica 75. Monitoreo de Mercurio 24 horas punto RV-02.

4.3.4. Monitoreo de mercurio 24 horas en el Rio Vetas, Borrero RV-05



Gráfica 76. Monitoreo de Mercurio 24 horas punto RV-05.

Se evaluó la concentración de mercurio en el punto RV-05 por 24 horas por toma de cada alícuota cada dos (2) horas, durante tres (3) campañas, con el fin de hacer un barrido y monitorear puntos diferentes al año 2022. Cabe aclarar que en la primera (1) campaña solo se pudo analizar dos (2) muestras puntuales por una eventualidad de desorden público. Los resultados obtenidos en las diferentes campañas indican que la concentración de mercurio durante las diferentes jornadas

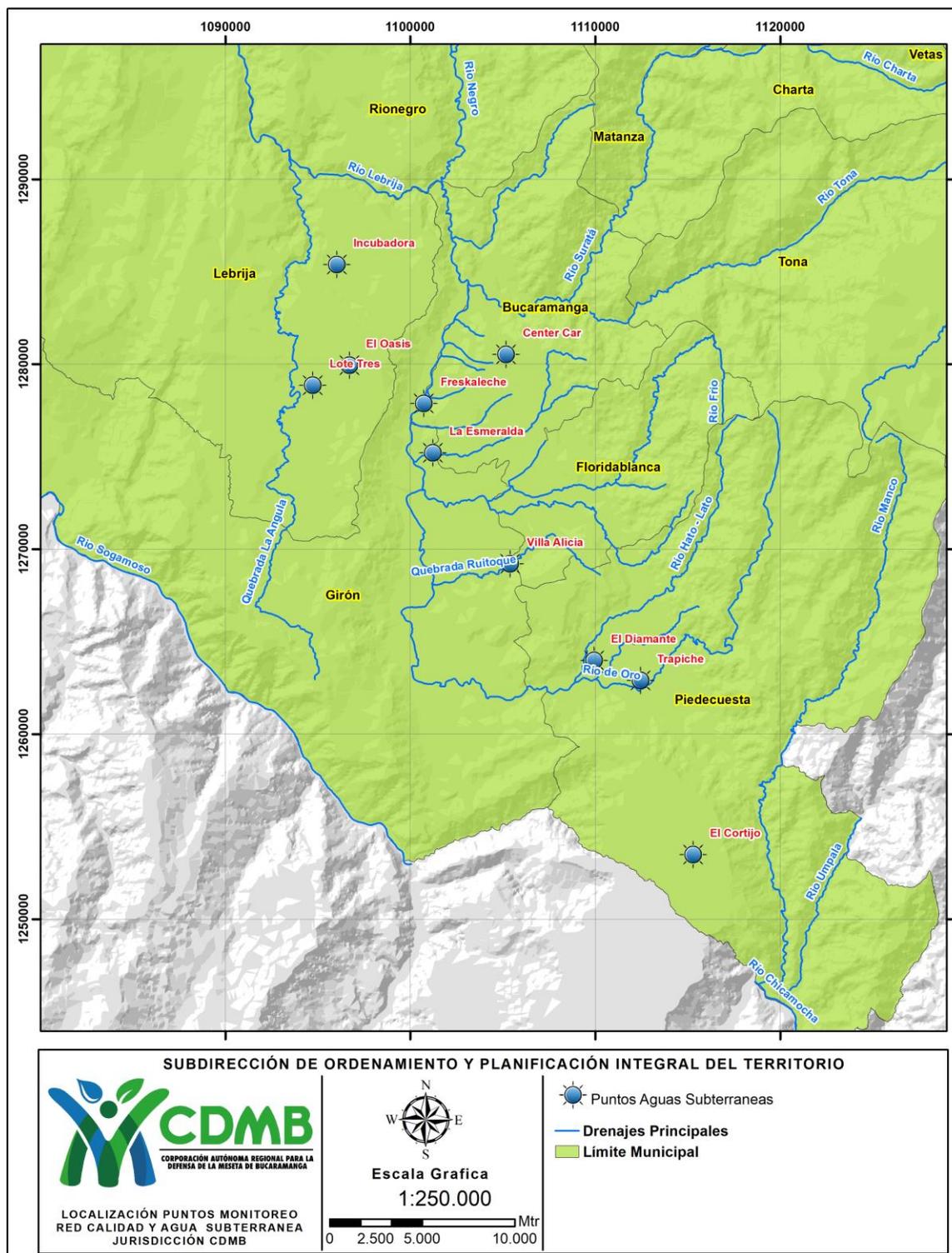
se encuentra por debajo del límite máximo permisible ($< 0,002$ mg Hg/L).

5. MONITOREO DE AGUAS SUBTERRANEAS EN EL ÁREA DE JURISDICCIÓN DE LA CDMB – RED DE CALIDAD

Dentro del desarrollo en la modernización de la red de calidad de monitoreo de agua realizado por la CDMB, y acorde al Programa Institucional Regional del Monitoreo del Agua – PIRMA, se incluye dentro del monitoreo de la red de calidad 2023, el seguimiento a las características fisicoquímicas y microbiológicos de aguas subterráneas.

Las aguas subterráneas en el área de jurisdicción de la CDMB, son utilizadas para diferentes usos como lo son en industrias para producción avícola, potabilización para consumo humano en las comunidades, entre otros. Por lo tanto, se seleccionaron diez (10) pozos de agua, que cuentan con sus permisos de concesiones activas.

De acuerdo a lo anterior, se realizó una (1) campaña de monitoreo en aguas subterráneas, los puntos se ven identificados en el mapa 16 de acuerdo a las concesiones seleccionadas.



Mapa 16. Ubicación de puntos de monitoreo de aguas subterráneas año 2023, Jurisdicción de la CDMB.

A continuación, se describen los puntos monitoreados en toma de muestra puntual, para evaluar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas subterráneas.

Tabla 76. Puntos de Monitoreo de la Red de Calidad en sedimentos CDMB

ID	ESTACIÓN	MICROCUENCA	Y	X
1	TRAPICHE	SURATA BAJO	1262920	1112466
2	LOTE TRES	LA ANGULA	1278872	1094753
3	EL DIAMANTE	LATO	1263992	1109957
4	EL OASIS	LA ANGULA	1279956	1096738
5	VILLA ALICIA	ORO MEDIO	1269227	1105418
6	INCUBADORA	LA ANGULA	1285393	1096054
7	FRESKALECHE	FRIO	1253497	1115312
8	CENTER CAR	ORO BAJO	1280545	1105199
9	EL CORTIJO	SOGAMOSO MEDIO	1277891	1100756
10	LA ESMERALDA	ORO BAJO	1275225	1101245

5.1. Parámetros evaluados

Para la toma de muestras de agua, siempre fue necesario la disposición de bombas para poder realizar la extracción de agua, por tal motivo se seleccionaron concesiones que contaran con su concesión activa e instalación funcional de bombeo. Actualmente no se cuenta con un histórico del estado de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas subterráneas dentro del área jurisdicción de la CDMB, por tanto, los parámetros definidos para análisis fueron los siguientes, realizados para una (1) campaña de monitoreo.

Parámetros Fisicoquímicos Y Microbiológicos	Unidades
Alcalinidad	mg /L
Sólidos disueltos totales	mg/L
Cloruros	mg/L
Sulfatos	mg/L

Parámetros Físicoquímicos Y Microbiológicos	Unidades
Bicarbonatos	mg /L
Calcio	mg /L
Sodio	mg /L
Magnesio	mg /L
Potasio	mg /L
Nitritos	mg /L
Nitratos	mg /L
Fósforo total	mg /L
Potencial Redox	mg /L
Coliformes totales	NMP/100 ml
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml
Escherichia coli	NMP/100 ml

5.2. Resultados del monitoreo de agua subterránea

Actualmente, a nivel nacional no se cuenta con una parametrización de los índices de calidad de agua para fuentes subterráneas, ya que las condiciones en las que se encuentra este recurso son diferentes a las que se encuentran las aguas superficiales. Debido a lo anterior, con el fin de analizar las condiciones de calidad del agua subterránea, fue necesario basarse en los límites determinados para los usos del agua según decreto 1594 de 1984.

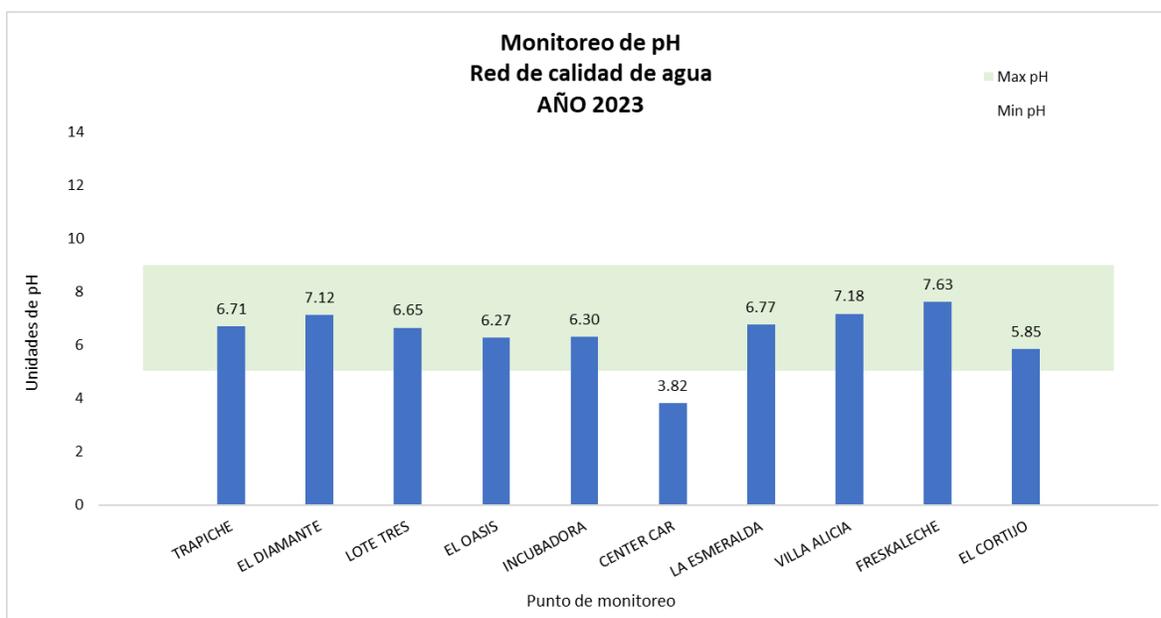
Los puntos monitoreados corresponden a concesiones otorgadas por lo que en la tabla 77 se relacionan la destinación otorgada para el uso del recurso.

Tabla 77. Destinación del recurso otorgado a los puntos de monitoreo de agua subterránea evaluados.

ID	ESTACIÓN	DESTINACIÓN OTORGADA
1	TRAPICHE	Uso Doméstico (con consumo humano) y Riego (Agrícola)
2	LOTE TRES	Uso Doméstico (con consumo humano)
3	EL DIAMANTE	Uso Industrial
4	EL OASIS	Uso Pecuario
5	VILLA ALICIA	Uso Doméstico (Con consumo Humano)
6	INCUBADORA	Uso doméstico – industrial (Aves)
7	FRESKALECHE	Uso Consumo Humano – Industrial (Lácteos)
8	CENTER CAR	Uso Doméstico (Lavado de vehículos)
9	EL CORTIJO	Uso Doméstico – Riego (Agrícola)
10	LA ESMERALDA	Uso Industrial

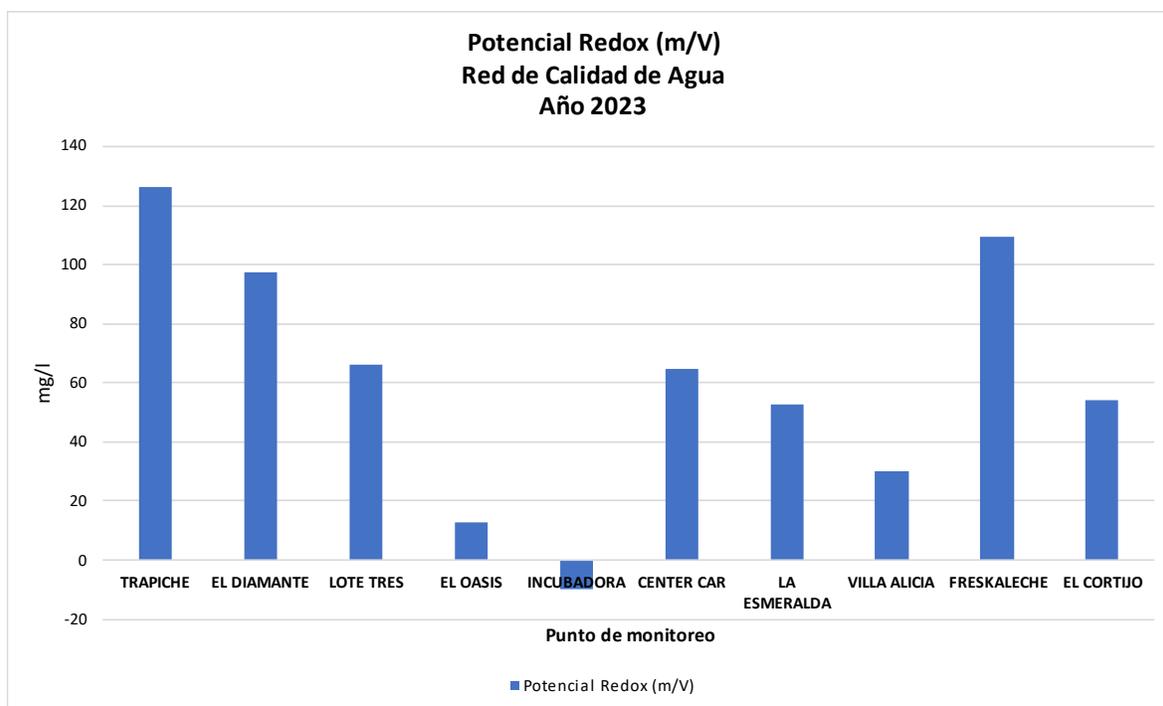
5.2.1 Parámetros de campo en aguas subterráneas

Se determinaron los parámetros de campo pH, oxígeno disuelto, conductividad y potencial redox y se representaron en las gráficas 77, 78, 79 y 80, para observar las características de las corrientes hídricas subterráneas evaluadas en las diferentes concesiones.



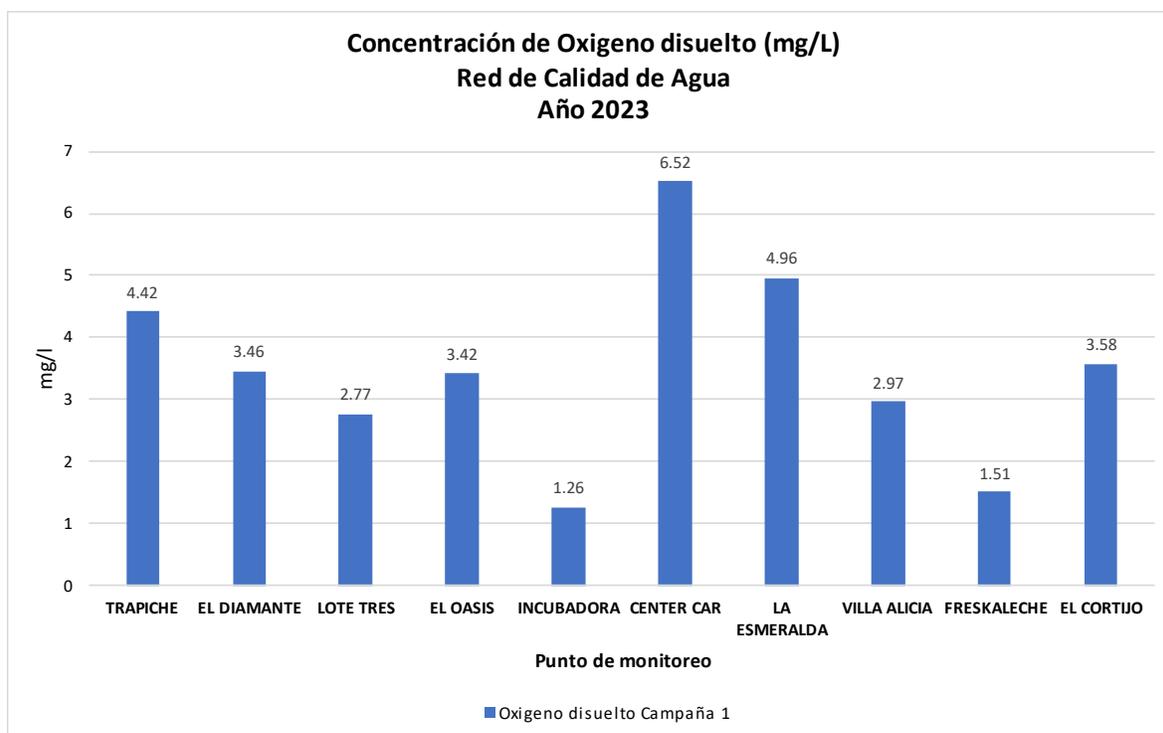
Gráfica 77. Monitoreo puntual de pH en aguas subterráneas.

Para los resultados de pH de las aguas subterráneas en la campaña realizada, se tuvo en cuenta los límites permitidos en el decreto 1594 de 1984, artículo 38, para su potabilización con tratamiento convencional. En los resultados se observa que el punto de *Center Car* presenta un pH inferior a la norma, por lo que presuntamente algo puede estar afectando la naturaleza de esta agua ya sea por las condiciones del suelo (baja concentración de carbonatos) o por la infiltración de algún contaminante previo al punto de toma de muestra. Se recomienda realizar seguimiento de este punto para determinar las causas reales de la acidez de este acuífero. Los demás acuíferos demuestran resultados de pH entre los valores normales.



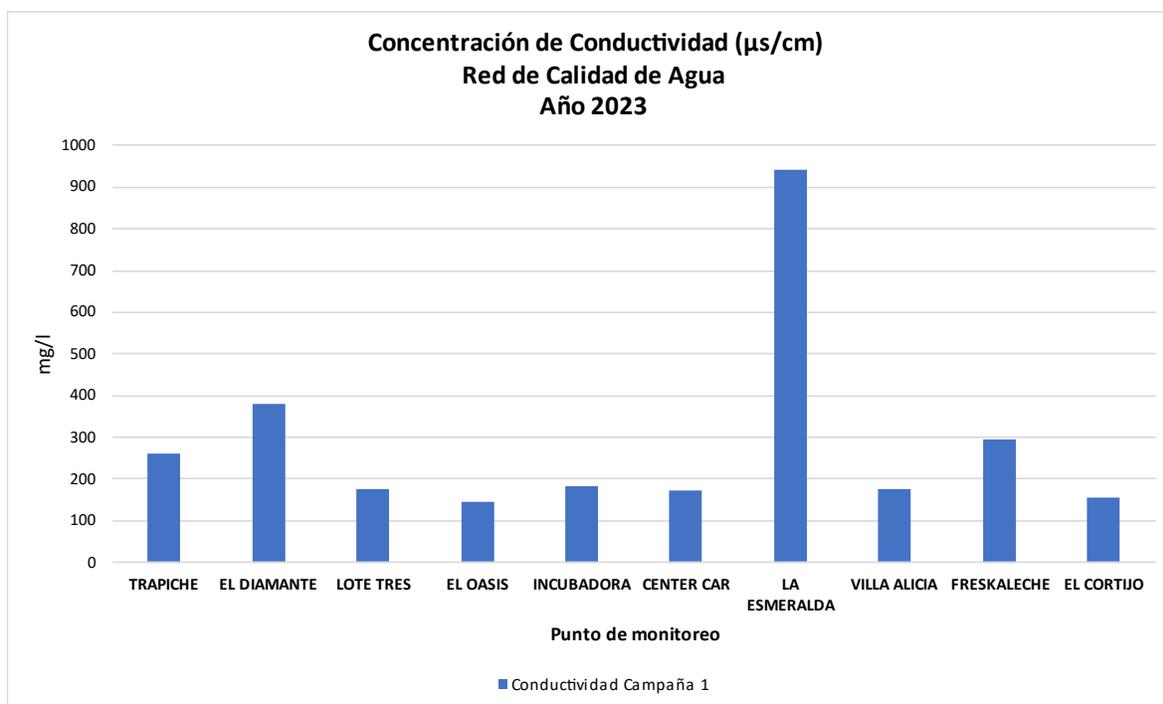
Gráfica 78. Monitoreo puntual de potencial Redox en aguas subterráneas.

Al evaluar los resultados del potencial redox, cabe recordar que el agua subterránea inicialmente tiene un potencial de redox alto, sin embargo, esta va disminuyendo frente a la exposición de oxígeno atmosférico o ya sea por las diferentes capas orgánicas de las zonas por donde va avanzando la fuente hídrica, en la cual se genera la oxidación de la materia orgánica. Se observa en la gráfica 78, el mayor potencial redox para oxidación se presentó en los puntos *Trapiche* y *Freskaleche*, y el menor potencial redox para oxidación se obtuvo en el punto *El Oasis*. Del potencial redox se obtuvo solo un punto en el cual tiene potencial de reducción, denominado la *incubadora*, se sugiere que esta característica podría ser dada por las capas orgánicas del suelo frente a la alta materia orgánica generada por los galpones de aves del área.



Gráfica 79. Monitoreo puntual de oxígeno disuelto en aguas subterráneas.

Los resultados de oxígeno disuelto, señalan condiciones normales de aguas subterráneas ya que no se encuentran sobre la superficie lo que permite oxigenación de la corriente. Entre los resultados obtenidos, cabe resaltar que los puntos monitoreados de la *Incubadora* y *Freskaleche* tienen las concentraciones más bajas de oxígeno disuelto, esto presuntamente podría deberse a material orgánico que se infiltra por descargas de estas industrias, los cuales son oxidados por la fuente hídrica. También, se encontraron niveles altos de oxígeno disuelto en el punto de *Center Car*, esto probablemente podría deberse a la baja concentración de material orgánico del suelo ya que se encuentra dentro de una zona altamente urbana.



Gráfica 80. Monitoreo puntual de potencial Redox en aguas subterráneas.

La conductividad encontrada en los diferentes puntos de monitoreo fue relativa, se presentaron comportamientos normales y similares entre las diferentes corrientes subterráneas, sin embargo, cabe resaltar que en el punto de La Esmeralda presentó la mayor conductividad, que podría ser efecto de las concentraciones significativas de iones disueltos tales como sodio, magnesio, entre otros, por lo que se puede ver soportado en la alta concentración de sólidos disueltos.

5.2.2 Parámetros de microbiológicos en aguas subterráneas

Los parámetros microbiológicos que se determinaron en los diferentes puntos, fueron los coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*. En la tabla 78 se señalan los resultados de los puntos evaluados. Cabe tener en cuenta que de acuerdo al Decreto 1594 de 1984, artículo 38 criterios de calidad para la destinación del recurso humano y doméstico, los valores máximos permisibles para coliformes totales son de 20000 microorganismos/100 ml y para coliformes fecales es de 2000 microorganismos/100 ml.

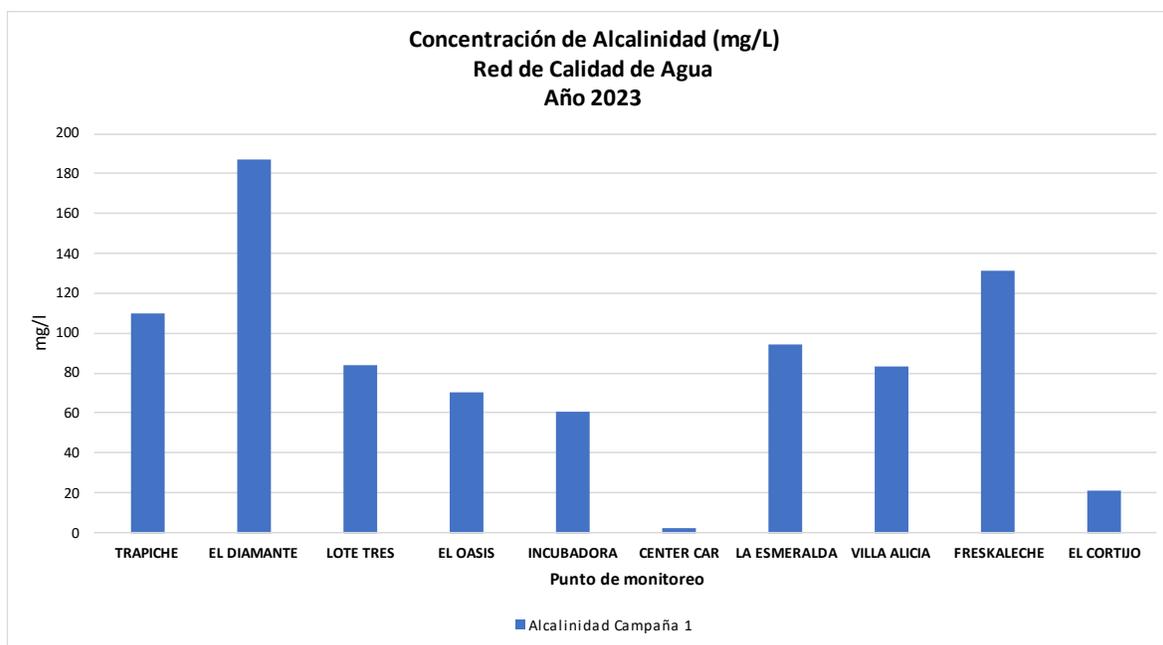
Tabla 78. Destinación del recurso otorgado a los puntos de monitoreo de agua subterránea evaluados.

ID PUNTO DE MUESTREO	Coliformes totales NMP/100 ml	C. Termotolerantes NMP/100 ml	E. NMP/100 ml	coli
TRAPICHE	4	2	<1,8	
EL DIAMANTE	8	2	<1,8	
LOTE TRES	14	8	2	
EL OASIS	79	17	8	
INCUBADORA	8	2	<1,8	
CENTER CAR	130	79	49	
LA ESMERALDA	13	5	<1,8	
VILLA ALICIA	1 700	1 300	1 300	
FRESKALECHE	<1,8	<1,8	<1,8	
EL CORTIJO	<1,8	<1,8	<1,8	

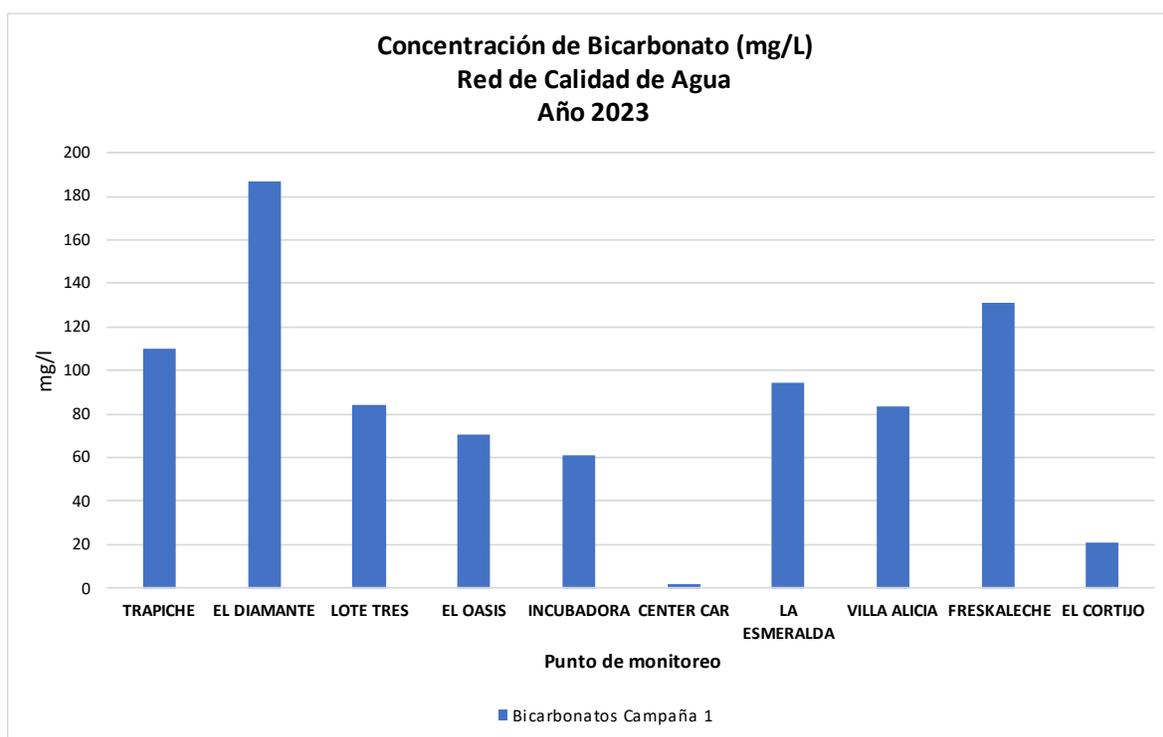
Teniendo en cuenta los límites máximos permisibles de la norma, los diferentes puntos monitoreados cumplen, sin embargo, es de resaltar que en Villa Alicia es el punto que presento mayor cantidad de contaminación microbiológica, principalmente por la presencia de la bacteria E. Coli, por lo que se sugiere un seguimiento, ya que la presencia de esta bacteria proviene principalmente de materia fecal que pueda estar infiltrando.

5.2.3. Parámetros fisicoquímicos en aguas subterráneas

Los parámetros fisicoquímicos evaluados para las aguas subterráneas de las diferentes concesiones fueron alcalinidad, bicarbonatos, cloruros, ortofosfatos, fósforo total, nitratos, nitritos, sólidos disueltos y sulfatos.



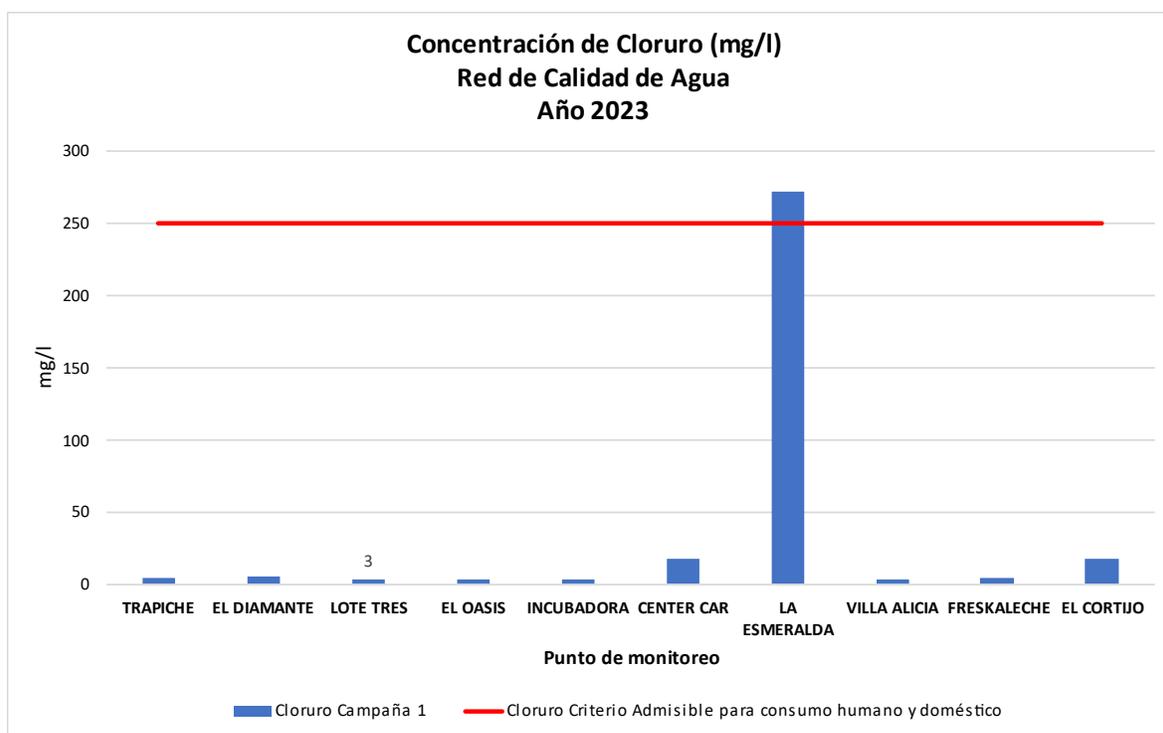
Gráfica 81. Monitoreo puntual de alcalinidad en aguas subterráneas.



Gráfica 82. Monitoreo puntual de Bicarbonatos en aguas subterráneas.

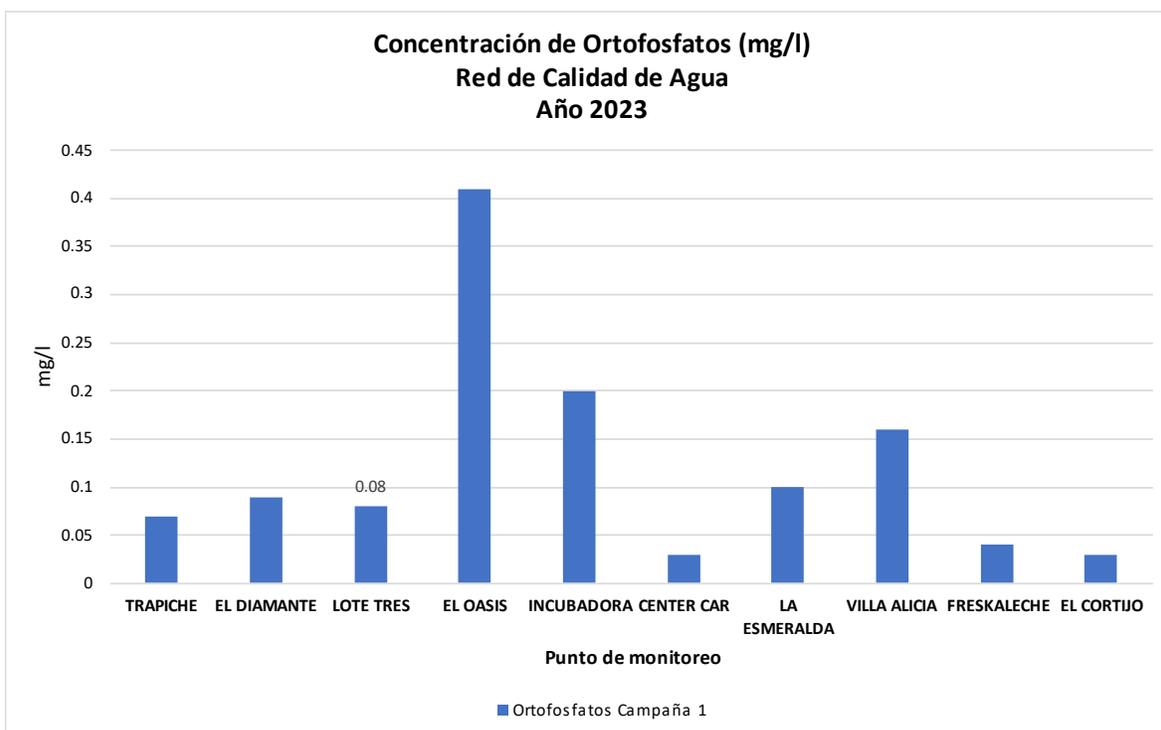
El parámetro de alcalinidad y bicarbonatos no cuentan con un límite máximo

normativo, sin embargo, se caracteriza la naturaleza de cada uno de los puntos evaluados. De los resultados obtenidos se puede observar que, al evaluar la alcalinidad, los puntos más alcalinos son El Diamante y Freskaleche; esta alcalinidad se debe principalmente a la predominancia de los bicarbonatos en la composición química del agua, como se observa en la gráfica 82. El punto menos alcalino corresponde a Center Car, el cual está relacionado directamente con el potencial Redox y pH, al ser un medio ácido, el cual podría ser causado por infiltraciones que se puedan estar dando, por lo que se sugiere realizar seguimiento de este punto.



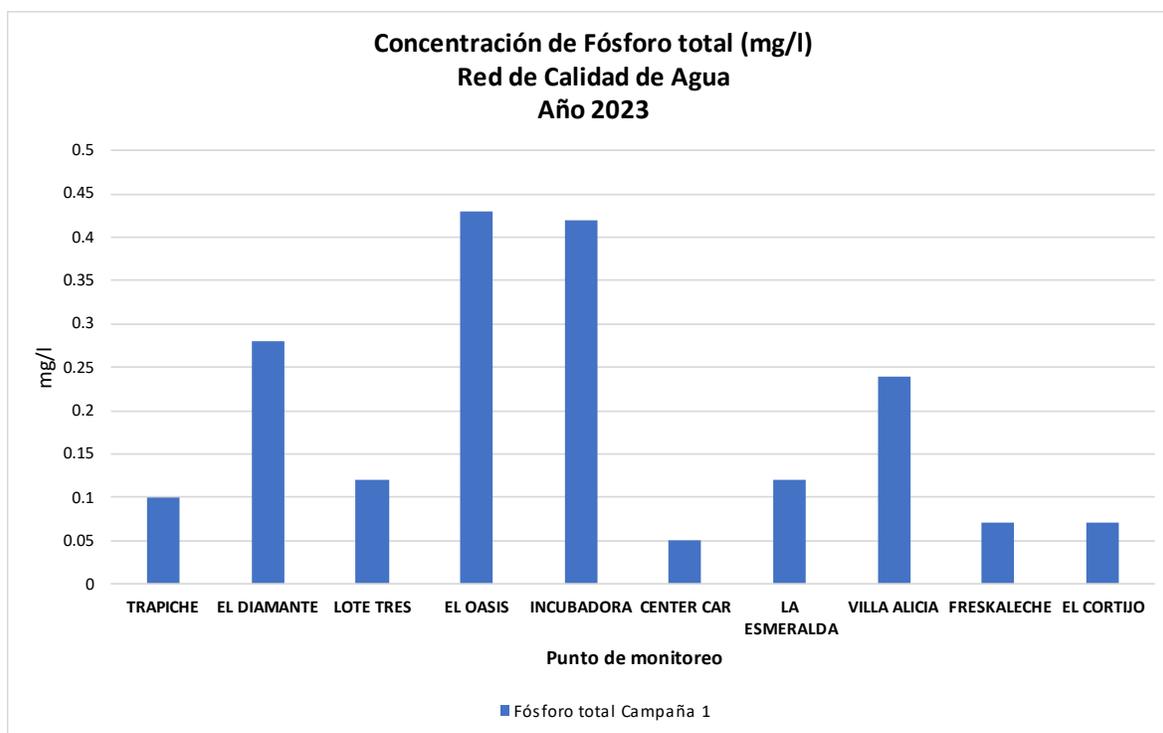
Gráfica 83. Monitoreo puntual de cloruros en aguas subterráneas.

Se determinó la concentración de los cloruros de los diferentes puntos evaluados, en el cual, la mayoría de los puntos se encuentran bajo los límites permisibles (máximo 250 mg/L) a excepción del punto de La Esmeralda, el cual tiene un valor de 272 mg/L., el cual puede estar asociada la alta conductividad que presenta. Una hipotética razón por la cual este punto presenta altos cloruros, es su cercanía con la Quebrada Iglesia y sus afluentes, que contienen un alto grado de contaminación.



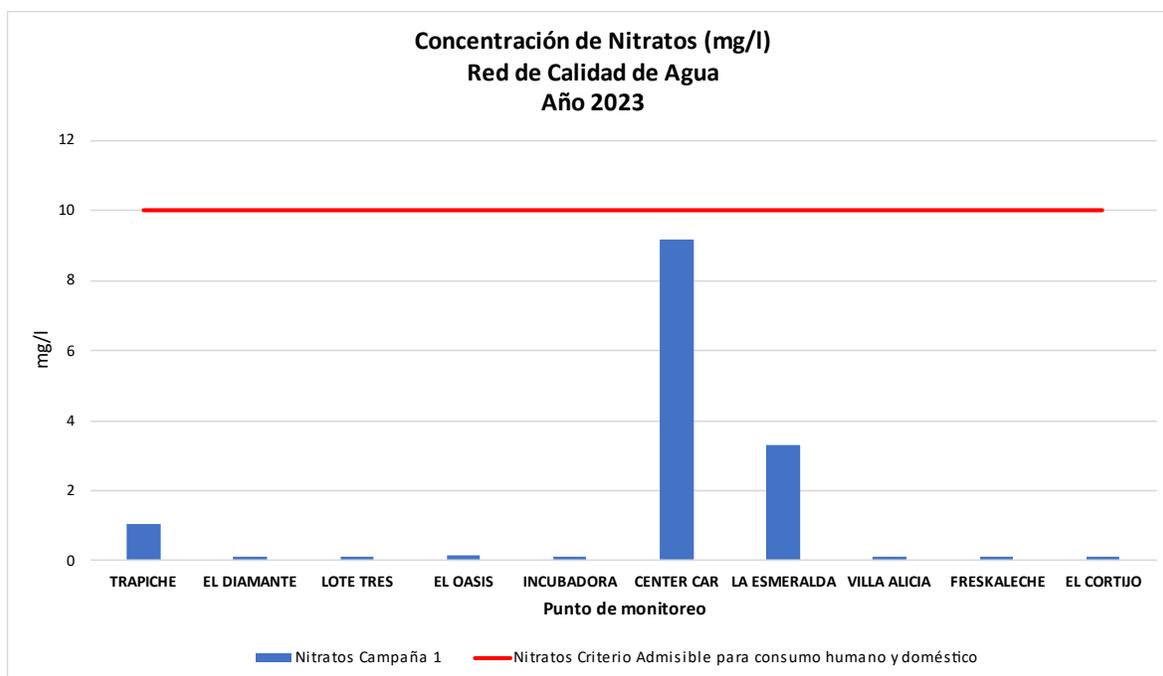
Gráfica 84. Monitoreo puntual de ortofosfatos en aguas subterráneas.

Los ortofosfatos no cuentan con un límite máximo permisible, sin embargo, al caracterizar los puntos evaluados se obtuvo que El Oasis presenta mayor concentración de este analito, seguido por la Incubadora y el punto Villa Alicia. Altas concentraciones podrían favorecer el crecimiento de algas en este sistema y su eutrofización, por el grado de concentración de este nutriente.

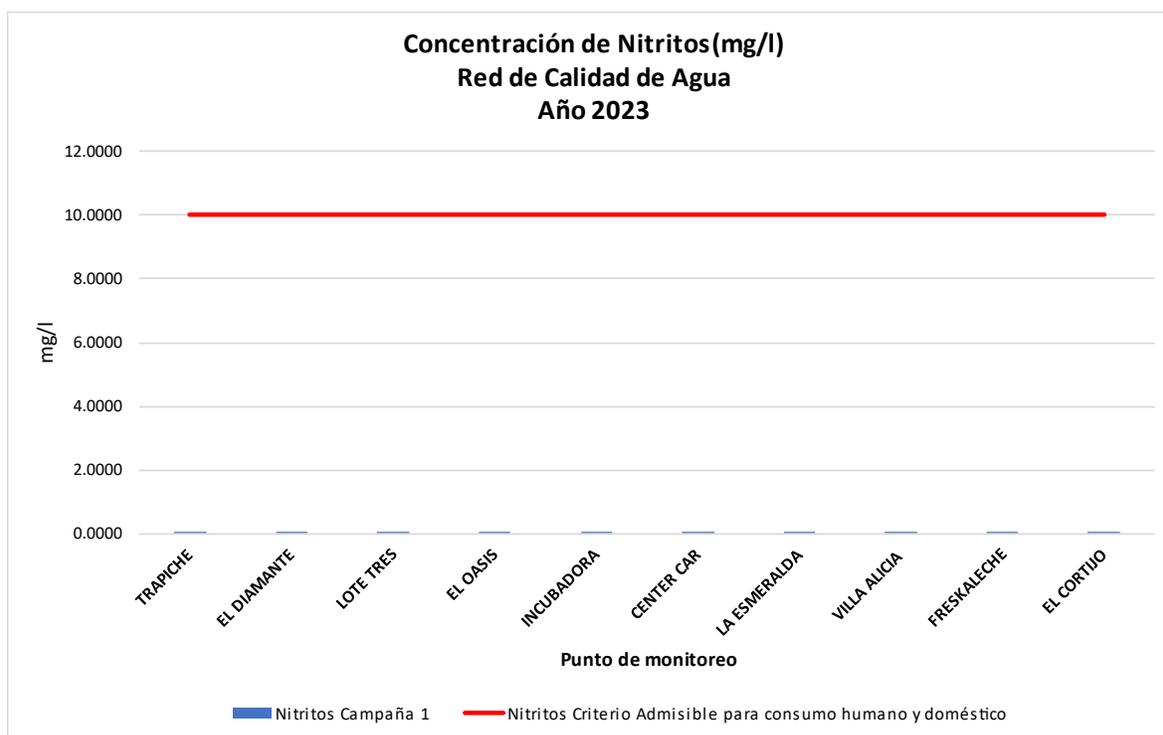


Gráfica 85. Monitoreo puntual de fósforo total en aguas subterráneas.

De igual forma, sucede con la concentración de fósforo total, en la cual los puntos que presentan mayor concentración son El Oasis y la Incubadora, sin embargo, no son concentraciones tan altas que promuevan una contaminación Hipereutrófica, pero es posible que pudiesen ser afectados por contaminación cruzada por infiltración del suelo u otras corrientes hídricas contaminadas. En general todos los puntos son ambientes eutróficos dentro de las condiciones relativamente normales para aguas subterráneas.



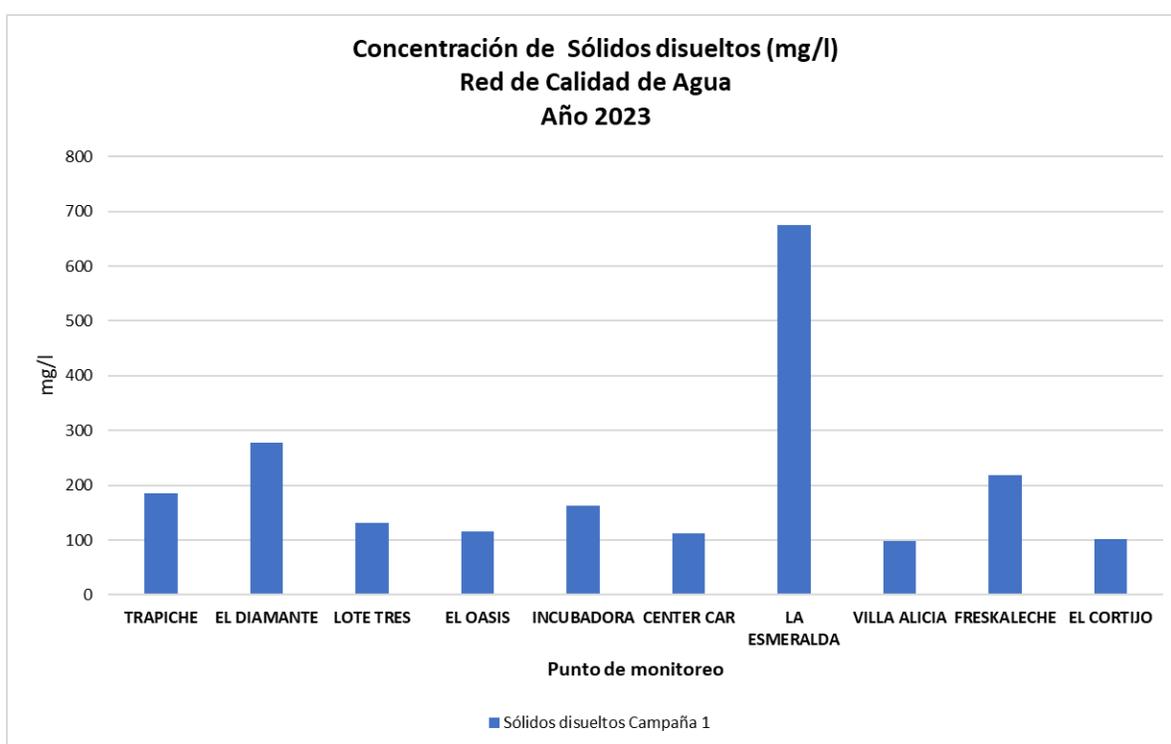
Gráfica 86. Monitoreo puntual de nitratos en aguas subterráneas.



Gráfica 87. Monitoreo puntual de nitritos en aguas subterráneas.

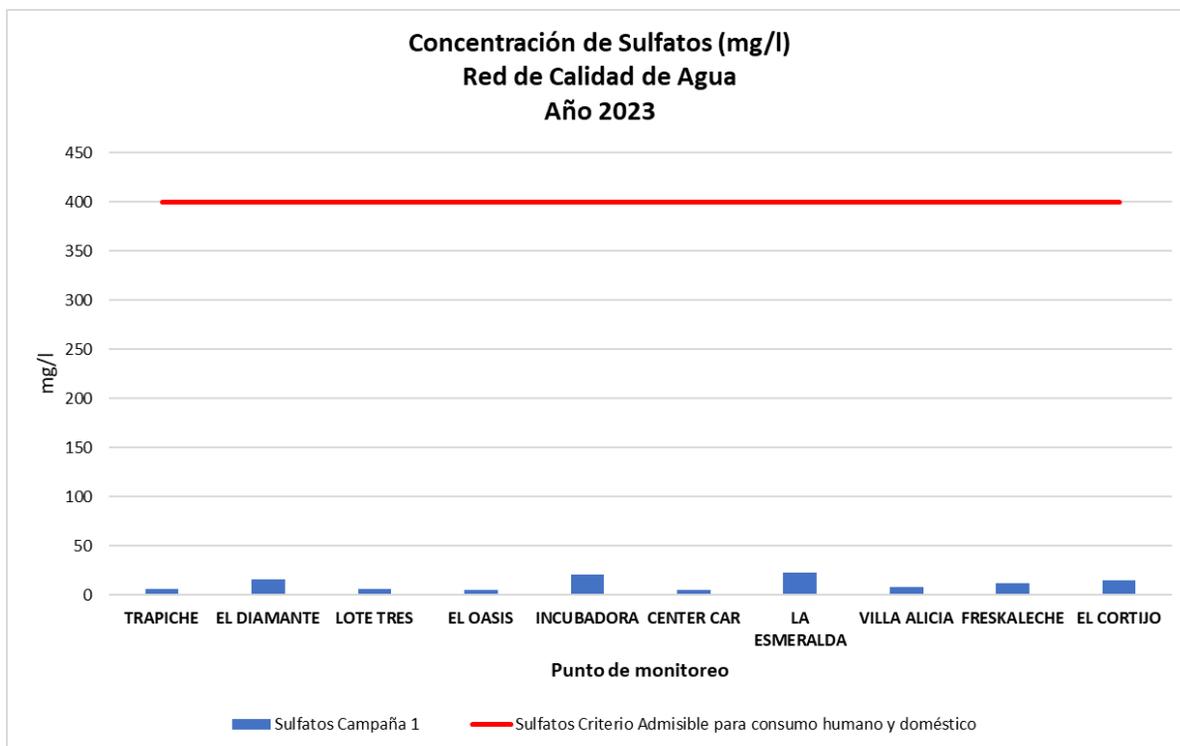
Con respecto a las concentraciones de los nitratos en los puntos evaluados, se tiene como referencia el criterio máximo permisible para destinación del recurso acorde al decreto 1594 de 1984, con un máximo de 10 mg NO₃-N/L. Se determinó que todos los puntos monitoreados cumplen con el criterio, a pesar de que el punto de Center Car presenta una concentración significativa de nitratos con respecto a los demás puntos evaluados.

Al igual que los nitratos, la concentración de los nitritos se encuentran en concentraciones permisibles con respecto a la norma en todos los puntos monitoreados para la destinación del recurso humano y doméstico.



Gráfica 88. Monitoreo puntual de sólidos disueltos en aguas subterráneas.

Al determinar la concentración de sólidos disueltos en los puntos monitoreados, se obtuvo un comportamiento similar entre todos los puntos a excepción de La Esmeralda, esto presuntamente podría deberse a las condiciones de contaminación del suelo al estar próximo a la quebrada la iglesia y sus afluentes, las cuales presentan índices de contaminación alto frente a la mineralización y conductividad del agua en la zona.

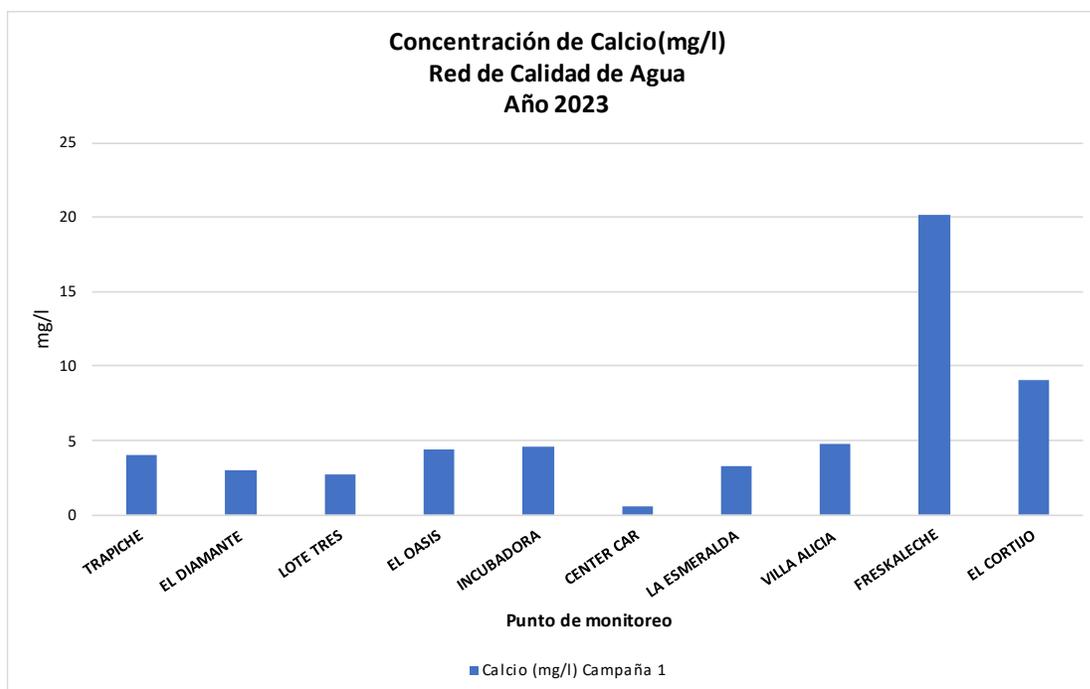


Gráfica 89. Monitoreo puntual de sulfatos en aguas subterráneas.

En los puntos monitoreados no se determinaron concentraciones de sulfatos por encima del criterio admisible para recurso humano y doméstico, por lo que este parámetro se encuentra en condiciones normales para todos los puntos evaluados.

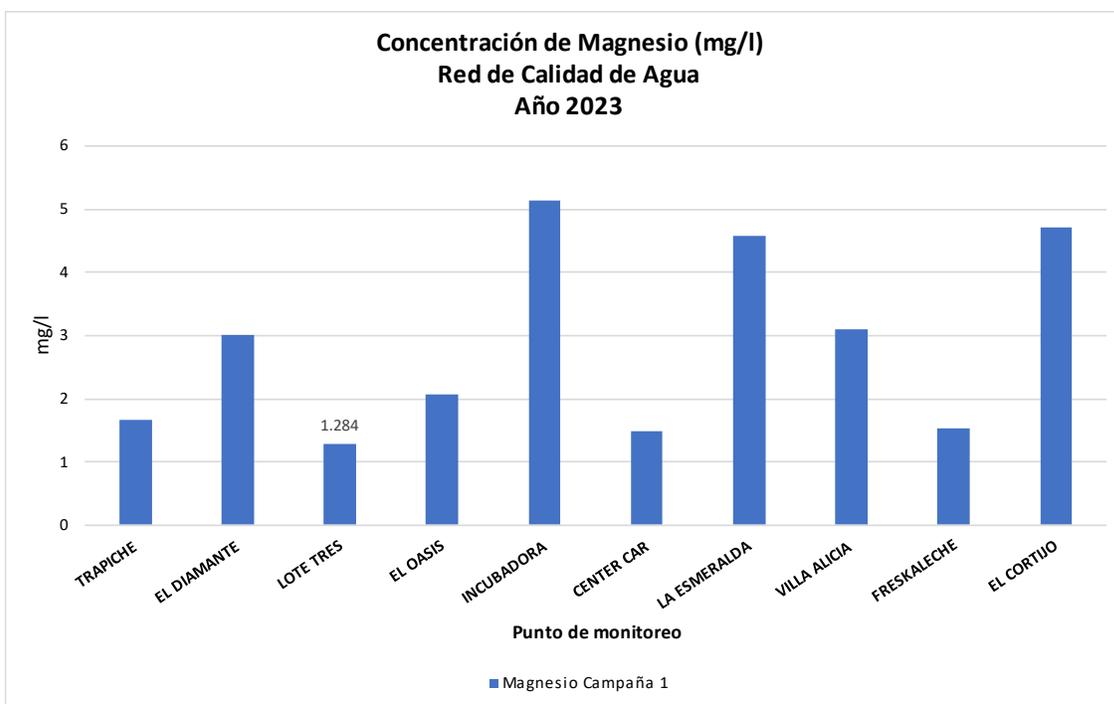
5.2.4. Parámetros de metales en aguas subterráneas

Por último, para las aguas subterráneas se evaluaron los diferentes metales como calcio, magnesio, potasio y sodio, con el fin de caracterizar sus concentraciones, ya que no se cuenta con un histórico de su naturaleza en el territorio de jurisdicción.

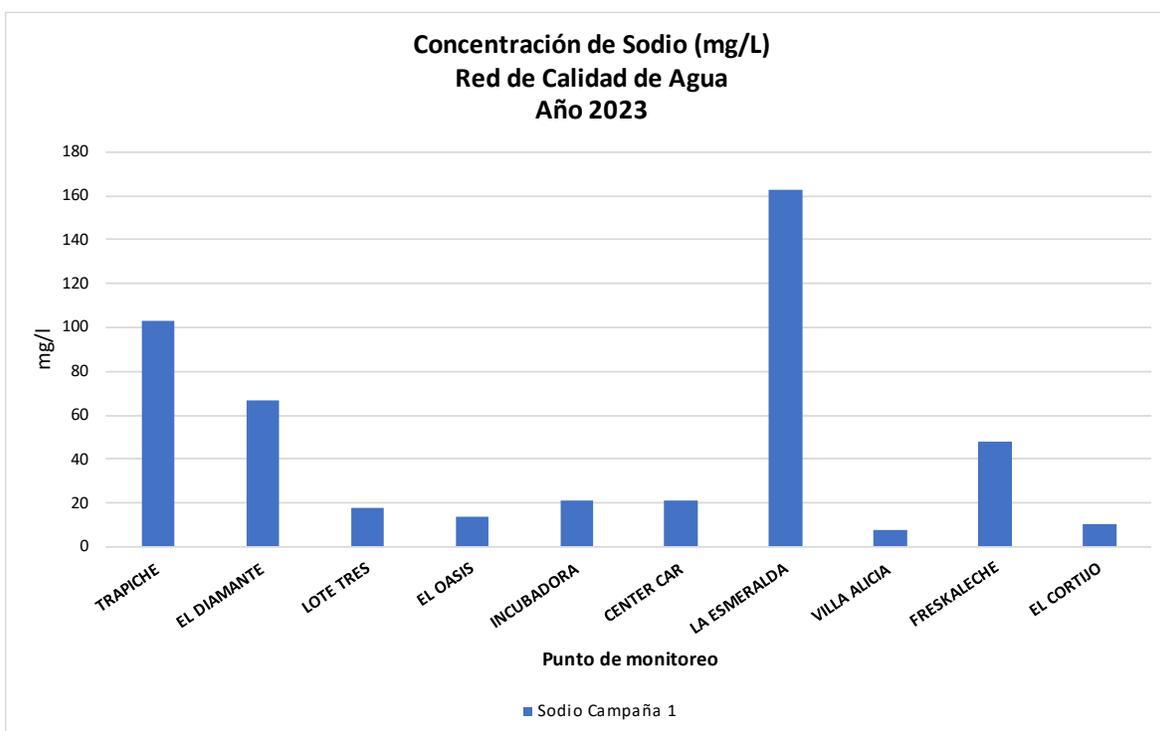


Gráfica 90. Monitoreo puntual de calcio en aguas subterráneas.

La concentración de calcio determinada en los puntos monitoreados, contiene concentraciones similares a excepción del punto de Freskaleche quien tiene una concentración de 20 mg Ca/L. y puede estar correlacionado presuntamente con la dureza cálcica, por lo que podría tener mayor dureza que las otras fuentes subterráneas evaluadas.



Gráfica 91. Monitoreo puntual de magnesio en aguas subterráneas.

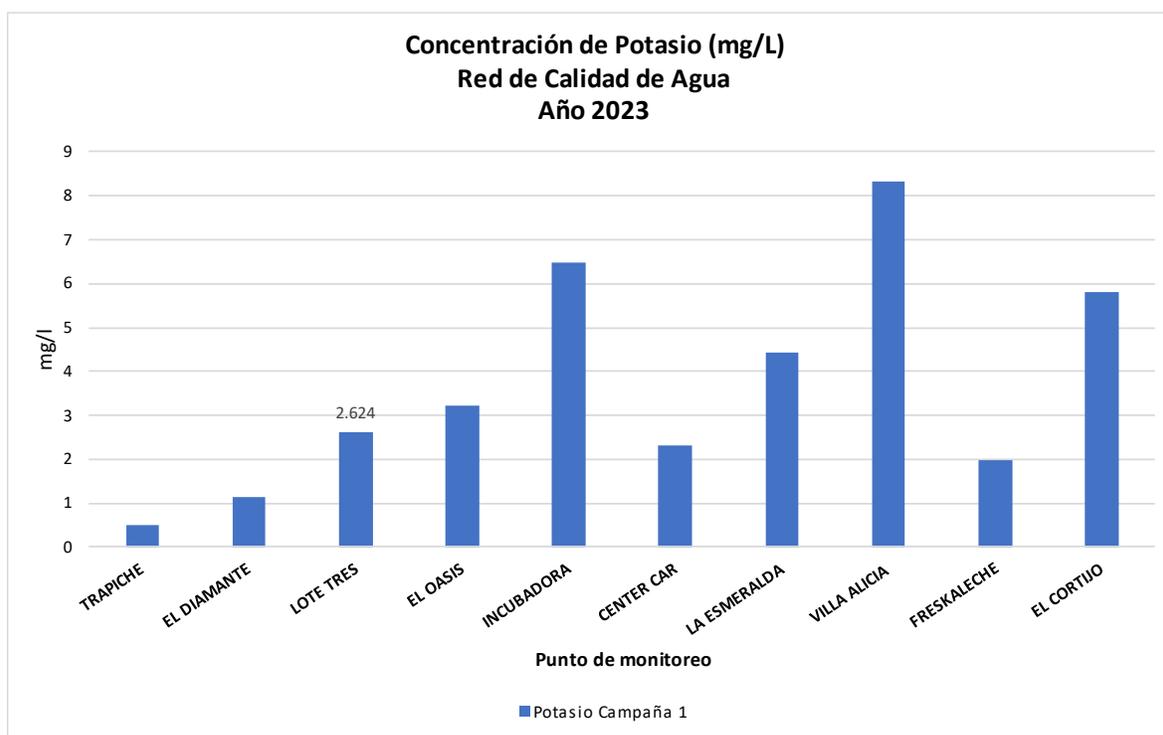


Gráfica 92. Monitoreo puntual de sodio en aguas subterráneas.

En la determinación de magnesio en los puntos evaluados, se encontró que todas

las fuentes monitoreadas presentan concentraciones similares, con un valor máximo en la Incubadora de 5,14 mg/l y un valor mínimo en Lote Tres de 1,28 mg/L. Estas concentraciones de magnesio son relativamente similares a las concentraciones de calcio, por lo que presuntamente podría indicar un balance entre estas dos especies.

Con respecto a la determinación de sodio en las aguas subterráneas, se determinó que el punto de *La Esmeralda* es quien presenta la más alta concentración de este metal, siendo proporcional con respecto a la concentración de cloruros determinado en la gráfica 83, lo que podría llegar a inducir probablemente que esta especie se encuentra en sales de NaCl como su especie abundante. Las demás concentraciones de sodio determinadas podrían estar asociadas a las diferentes especies de carbonatos y bicarbonatos de la muestra.



Gráfica 93. Monitoreo puntual de potasio en aguas subterráneas.

Las concentraciones de potasio determinadas en las muestras, indican una baja concentración en todos los puntos monitoreados a diferencia de la presencia de sodio en

las muestras, es decir que probablemente los suelos de las zonas monitoreadas son ricas en sodio y pobres en potasio, por lo que para confirmar esta hipótesis sería necesario realizar una caracterización del suelo.

6. CONCLUSIONES

- Los índices de calidad correspondientes al 2023 registraron un criterio de calidad Regular en un 58%, señalando un aumento considerable de calidad Aceptable (23%) y una disminución en calidad Mala (18%), con respecto al año 2022, sin embargo, se registró un 2% en categoría Muy Mala, lo cual nunca se había registrado en el histórico. Esta variación alentadora se atribuye a la inclusión de 21 puntos nuevos, los cuales nueve (9) puntos tienen categoría “Aceptable” y once (11) puntos se categorizan en “regular”, por lo que favoreció la distribución porcentual.

Tabla 79. Calidad puntos de monitoreo – 2022 – 2023

COMPARATIVO ICAS 2019 - 2022				
CATEGORIA ICA	2022		2023 (106 puntos)	
	# puntos	%	# puntos	%
BUENA	0	0%	0	0%
ACEPTABLE	16	19%	24	23%
REGULAR	51	60%	61	58%
MALA	18	21%	19	18%
MUY MALA	0	0%	2	2%

- Es importante realizar seguimiento a los puntos de la Quebrada la Guacamaya (GY-01) y la Quebrada las Navas (LN-01) en las que desmejoró la calidad del agua de Mala a Muy Mala, ya que nunca había presentado esta categorización.
- Las calidades de los puntos utilizados para captación y/o abastecimiento de acueductos municipales como Rio de Oro (RO-05), y río Surata (SA-03), se clasifican con índices de calidad “Regular”, a excepción del punto de Rio Frio (RF-03) quien mejoró su calidad a Aceptable. Estos puntos son

indispensables para garantizar el agua de consumo humano para los municipios como Bucaramanga, Piedecuesta, Floridablanca y Girón.

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

- En el caso del punto de Q. La Angula (LA-04) que se utiliza para captación y/o abastecimiento del municipio de Lebrija, desmejoró nuevamente su índice de calidad con respecto al 2022, el cual se encontraba en Aceptable y paso a categorizarse nuevamente como Regular, el índice de calidad que presentaba para el año 2021. Es importante realizar seguimiento al punto ya que es importante garantizar su calidad para el buen tratamiento en las plantas de potabilización.
- Los puntos monitoreados a lo largo del Rio de Oro incluyendo sus tributarios principales, indican que su calidad tiene una tendencia a la desmejora, ya que, en el histórico de los monitoreos de calidad del agua, nunca se había presentado una categorización de “muy mala” para el punto de la Quebrada Las Navas (LN-01); por lo que se debe realizar un seguimiento a los vertimientos sobre la fuente, ya que la calidad del punto decayó significativamente en el valor del ICA. Los demás puntos evaluados, presentan ICAS calculados, relativamente similares al año anterior, sin embargo, es importante recordar la importancia de la implementación de la PTAR, para mejorar los índices de calidad principalmente de las quebradas de la Escarpa Occidental.
- En el sistema la Iglesia a diferencia del año 2022, se observó la desmejora del ICA con respecto a los puntos CS-01 que se calificó como “Mala”, y el

punto GY-01 como “Muy Mala”; de igual forma, es de resaltar que solo se presentó mejora en el índice de contaminación ICOMI para el punto LF-01 y LI-01, por lo que es importante hacer seguimiento y proponer acciones que mantengan los ICAS e índices de contaminación controlados para mantener esta corriente en los diferentes puntos monitoreado, y de ser posible, mejorar las características Fisicoquímicas.

- Para la fuente hídrica de Rio Frio y sus tributarios, se recomienda realizar actividades de seguimiento y control, entre los puntos RF-P y RF-B debido a que se observa una desmejora de la calidad del agua determinada, por el valor del ICA, a partir de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, tales como los coliformes presentes, alcalinidad, DQO, nitrógeno total, entre otros. También, se sugiere el seguimiento y preservación general de los puntos que mejoraron de calidad “Regular” a “Aceptable”, para preservar la sostenibilidad de la corriente de Rio Frio.
- En el Rio Lebrija se observaron que todos los descriptores mantuvieron los ICAS con respecto al 2022, a excepción del punto RL-03, donde la desmejora de ICA a calidad “Mala” se debe principalmente al incremento en los coliformes totales, coliformes fecales, DQO y los sólidos suspendidos, por lo que se sugiere realizar un seguimiento a la zona.
- 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 especialmente río Frío (RF-03), río de Oro (RO-05) y río Surata (SA-03) y la Q. La Angula (LA-04).
- Se determinó la concentración de pesticidas en los puntos QA-02, QA-01, RJ-01, AP-01, GU-01, SL-05 y PES-01, que se caracterizan por ser zonas

donde hay actividades de agricultura, para los cuales se estableció que las concentraciones detectadas no superan los máximos permisibles acorde al Decreto 1594 artículo 45. Se recomienda continuar con el seguimiento a estos puntos.

- Se sugiere realizar seguimiento a los Ríos Manco y Umpalá, debido a que los ICAS desmejoraron nuevamente a calidad “Regular” como se reportó para el año 2021, ya que en el año 2022 habían mejorado a calidad “Aceptable”, y poder generar actividades que mejoren y preserven estas corrientes en calidad “Aceptable”.
- Es importante mantener la preservación de las corrientes hídricas del Río Salama y Silgara, ya que históricamente han presentado valores de ICA “Aceptable” y provienen de una zona protegida (Bosques de Misiguay), y a su vez, son tributarios importantes para el Río Lebrija, porque pueden ser de apoyo para su sostenibilidad referente a la calidad.
- 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.
- Para el año 2023, se incluyeron veintiún (21) puntos nuevos de monitoreo, es importante continuar el seguimiento para establecer su comportamiento de base, con el fin de mantener sus índices de calidad frente a cualquier afectación antrópica.

Tabla 80. Índices de Calidad de Agua en los nuevos puntos de monitoreo 2023.

SITIO MUESTREO	DE PUNTO	AÑO 2022		AÑO 2023	
		ICA	Calidad	ICA	Calidad
Q. La Baja	LB-02	---	---	0.79	ACEPTABLE
Q. El Juncal	JU-01	---	---	0.75	ACEPTABLE
Q. El Volcán	VO-01	---	---	0.66	REGULAR
Q. Jaimes	JA-01	---	---	0.83	ACEPTABLE
Q. Agua de Paramo	AP-01	---	---	0.79	ACEPTABLE
Río Manco	RM-03	---	---	0.61	REGULAR
Q. El Aburrido	QABU-01	---	---	0.67	REGULAR
Q. Palmita	PAL-01	---	---	0.74	ACEPTABLE
Q. Tambora	TAM-01	---	---	0.58	REGULAR
Q. Guaduas	GU-01	---	---	0.77	ACEPTABLE
Río Salamaga	SL-05	---	---	0.79	ACEPTABLE
Río Lato	LT-02	---	---	0.77	ACEPTABLE
Q. Musanda	MU-01	---	---	0.67	REGULAR
Caño Pato	CPA-01	---	---	0.70	REGULAR
Río Cachirí	RC-03	---	---	0.57	REGULAR
Río Romerito	ROM-01	---	---	0.83	ACEPTABLE
Q. Pescadero	PES-01	---	---	0.66	REGULAR
Río Lebrija	RL-09	---	---	0.56	REGULAR
Río Lebrija	RL-10	---	---	0.60	REGULAR
Río Tona	RT-02	---	---	0.61	REGULAR
Río Tona	RT-01B	---	---	0.63	REGULAR

- La calidad del punto SA-03 ubicado en la captación de la planta Bosconia del acueducto metropolitano de Bucaramanga, se clasifica con un ICA de “Regular”, al igual que el presentado en el año 2022, sin embargo, al evaluar la puntuación se observa un decaimiento, ya que se tenía un puntaje de 0.67 en el 2022 y actualmente presenta un puntaje de 0.58, lo que apunta a que se debe realizar un seguimiento mayor a esta corriente y medidas para mejorar sus índices de calidad.

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

- En algunos puntos de la Unidad Hidrográfica del Río Surata (zona minera), se presentó incremento en la concentración de varios metales, superando los límites máximos permisibles (mercurio, hierro, plomo, cadmio, arsénico), hallazgo que requiere continuar monitoreando dichas fuentes durante el año 2024. Es importante reforzar el seguimiento de las actividades de la zona y se sugiere proponer estudios de la composición del suelo.
- Frente al riesgo de presencia de uranio en fuentes hídricas, bajo los puntos evaluados en la subcuenca Suratá (SA-06, SA-03, RV-02, QLB-01 y RV-01), se determinó concentraciones por debajo del límite máximo permisible acorde a las guías de calidad para consumo de agua de la Organización Mundial de la Salud (OMS), edición 2022. Sin embargo, es la primera vez que se evalúa este parámetro por lo que es importante continuar con el monitoreo de este metal para confirmar que no se presenten concentraciones significativas sobre las corrientes superficiales en la zona minera (subcuenca Suratá), que pueda ser un riesgo biológico y para la salud en la destinación del recurso.
- El ICOSUS determinado en el río Vetas para el punto RV-05 presentó una desmejora a comparación del año 2022, ya que se calificaba en “Medio” y actualmente se califica en modo “Alto”, por lo que es necesario revisar las causales aguas arriba sobre el río Vetas, ya que aumentan los índices de contaminación en determinados periodos, y que no son a causa de los tributarios Quebrada el Volcán (VO-01) y Quebrada Jaimes (JA-01) ya que presentaron un ICOSUS de “Ninguna”.

- El río Tona presenta un pH alcalino y valores de alcalinidad altos, lo que disminuye el índice de calidad calculado. Es importante tener en cuenta, realizar seguimiento a la zona y monitorear si los valores de pH y alcalinidad corresponden a la naturaleza de la corriente hídrica o pueda ser un factor externo que este afectando la corriente.
- En el río Tona en la determinación del Índice de contaminación por mineralización - ICOMI para el punto RT-02, el cual clasificó como “Alto”, se debe a la alta concentración que presenta para alcalinidad y dureza total, por lo que se debe realizar un seguimiento para determinar si estas concentraciones corresponden a alguna afectación humana o por condiciones naturales de la zona en la composición del suelo.
- Al evaluar la granulometría de los sedimentos en los puntos QLB-01, RV-02, RV-01 y SA-06, y comparar las dos campañas realizadas, se observó una tendencia en la disminución en el tamaño de las partículas de los sólidos, aumentando las partículas finas de las arenas, este efecto se da posiblemente por el incremento de lluvias y el aumento de caudal en la corriente hídrica lo que puede ocasionar mayor flujo de las partículas sedimentadas y un aumento en la disolución de las mismas dejando a exposición los diferentes metales depositados, incrementando la superficie de contacto del sedimento.

Tabla 81. Resultados de caudales de aforo líquido de las corrientes donde se realizó toma de muestra de sedimentos.

PUNTO	Caudal agua (m ³ /s)		Variación de caudal entre campañas
	CAMPAÑA 1 (junio)	CAMPAÑA 2 (octubre)	
QLB-01	0.534	0.764	Aumento el caudal
RV-02	1.505	1.589	Aumento el caudal
RV-01	2.401	2.648	Aumento el caudal

SA-03	8.435	5.512	Disminuyo el caudal
SA-01	4.948	6.235	Aumento el caudal
SA-06	3.515	5.407	Aumento el caudal

- En la evaluación de la concentración de metales en sedimentos en época seca, no se encontraron concentraciones significativas, a diferencia de la segunda campaña realizada en época de lluvias, esto podría estar relacionado al crecimiento de las corrientes hídricas, lo que causa mayor remoción de los depósitos acumulados, y por tanto deja a exposición capas de sedimentos que almacenaban concentraciones significativas de todos los metales encontrados.
- Al evaluar las características microbiológicas de las aguas subterráneas de los puntos monitoreados es importante realizar un seguimiento al punto de *Villa Alicia* debido a que fue el único que presentó un nivel de $1 \cdot 10^3$ NMP/100mL de la bacteria *E. coli*, con el fin de conocer el motivo principal de estas características en el agua.
- Es importante continuar con los monitoreos de aguas subterráneas para caracterizar la naturaleza de las mismas, y poder determinar a futuro si estas fuentes pueden verse afectadas por alguna afección antrópica o cambios en la composición del suelo.
- Se recomienda realizar el estudio de la red acuífera de las aguas subterráneas, es decir, un inventario de puntos de agua subterránea, con el fin de establecer los recorridos y sus posibles afectaciones desde sus nacimientos hasta desembocaduras.
- Frente a la calidad de aguas subterráneas, se recomienda realizar seguimiento a las fuentes hídricas de los puntos *La Esmeralda* y *Center Car*, porque presentaron concentraciones por fuera de los límites máximos

permisibles de los parámetros cloruros y pH respectivamente, para poder definir acciones que mejoren la calidad de estos acuíferos.

CAPITULO II



**Red Hidroclimatologica
2023**

CAPITULO II. RED HIDROCLIMATOLOGICA

INTRODUCCIÓN

La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), en cumplimiento de su misión como autoridad ambiental encargada de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, como autoridad ambiental, en el área de su jurisdicción. Presenta el Informe de la Red Hidroclimatológica de la CDMB correspondiente al año 2023, periodo comprendido entre 01 de diciembre de 2022 hasta el 30 de noviembre de 2023.

El informe comprende la descripción, caracterización y análisis de los diferentes cambios en el comportamiento de las variables hidroclimáticas de las estaciones de la Red Hidroclimatológica ubicadas en el área de jurisdicción de la CDMB y que abarcan los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Piedecuesta, Girón, Lebrija, Rio Negro, El Playón, Suratá, Matanza, y Charta.

El contenido del informe se divide en tres partes, la primera contiene información general sobre la red Hidroclimatológica de la CDMB, la segunda presenta información sobre el comportamiento de las variables meteorológicas, según información registrada por cada una de las estaciones automáticas y de niveles con su respectivo análisis de la información relacionada, teniendo como unidad base la cuenca donde se encuentran localizadas y por último una consolidación del comportamiento de las variables hidroclimáticas para el periodo de datos presentados en el presente informe.

La CDMB dispone la información en su página institucional, de libre acceso para la comunidad en general y demás autoridades ambientales, contribuyendo de esta manera a la realización de una planificación ambiental direccionada al desarrollo sostenible y al conocimiento de los recursos naturales renovables.

7. OBJETIVOS

7.1 Objetivo general

Generar información de variables meteorológicas que permitan establecer el comportamiento atmosférico reportado por la Red Hidroclimatológica en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga – CDMB, para el año 2023.

7.2 Objetivos específicos

Presentar el comportamiento de las variables meteorológicas que reportan las estaciones de la Red Hidroclimatológica de la CDMB, teniendo las

subcuentas como unidad de asociación, para el año 2023, periodo comprendido entre el 01 de diciembre del año 2022 hasta el 30 de noviembre de 2023.

- * Analizar la información capturada por cada una de las estaciones automáticas y de niveles que integran la Red Hidroclimatológica de la CDMB, para el año 2023, periodo comprendido entre el 1 de diciembre del año 2022 hasta el 30 de noviembre de 2023.
- * Generar información meteorológica que sirva de insumo para las diferentes entidades, instituciones, personas naturales o jurídicas, entre otros, en el marco general que contribuye al conocimiento ambiental del territorio.

8. ALCANCE

La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga - CDMB, en cumplimiento de las funciones de informar acerca del ambiente, en éste caso sobre el comportamiento de las variables hidroclimatológicas en su área de jurisdicción, ha venido desarrollando un proceso de Gestión de Conocimiento en su territorio, en pro de identificar el comportamiento y detectar las variaciones del clima soportadas como evidencia en los registros capturados a través de la Red Hidroclimatológica de la misma, los cuales podrán ser consultados en la página oficial de la entidad.

La CDMB, responsable de la producción de conocimiento ambiental en su área de jurisdicción, dispone de información ambiental sustentado en los reportes e informes que se generan, los cuales sirven de insumo a entidades privadas, sector educativo, entes gubernamentales, al público en general, para que sirva como insumo técnico y científico relevante para la planeación de los recursos hídricos, los estudios hidrológicos y la creación de programas enfocados a la adaptación al cambio climático del área bajo su jurisdicción.

9. ESTACIONES HIDROCLIMATOLÓGICAS.

9.1. Estaciones Climatológicas Automáticas

Las estaciones climatológicas son instrumentos o elementos dispuestos para la medición de variables climáticas como: temperatura y humedad del aire, precipitación, presión atmosférica, velocidad y dirección del viento, radiación solar global, radiación solar UV e índice UV, entre otros. Las variables climatológicas presentan variaciones en función de su localización geográfica y tiempo, por ello, su medición representa un insumo importante en los procesos de planeación que involucran el conocimiento y estado de los recursos.

Las estaciones climatológicas automáticas, se relacionan con la autonomía e independencia en la toma de datos, optimizando la calidad de las lecturas y prescindiendo de la presencia de un observador permanente, especialmente en zonas remotas o donde no se puede contar con este personal.

Las estaciones climatológicas capturan la información de variables meteorológicas por medio de sensores instalados en las mismas. Las lecturas son acondicionadas para luego ser procesadas mediante la tecnología de microcontroladores o microprocesadores, y transmitidas a través de un sistema de comunicación (radio, satélites, telefonía celular, etc.) en forma automática. La estación automática funciona en forma autónoma, las 24 horas, con un sistema de alimentación a través de energía solar (paneles solares), o mediante el uso de la energía eólica (UNA, 2016).

Cuenta con las siguientes unidades:

- * Unidad colectora de datos (datalogger)
- * Sensores
- * Unidad de alimentación (panel solar, controlador de potencia, batería)
- * Sistema de transmisión.
- * Display visualizador de datos instantáneos (Sólo algunas).
- * Unidad protectora contra descargas atmosféricas (pararrayos, sistema de aterramiento).
- * Software de tratamiento de datos.

Así mismo, tiene diferentes tipos de sensores:

- * Sensor termohigrómetro
- * Sensor anemómetro
- * Sensor pluviómetro
- * Sensor barómetro
- * Sensor piranómetro
- * Sensor de radiación UV

El software para tratamiento de datos se encarga de codificar y tratar los datos en un formato entendible y visible para cualquier usuario común. En forma gráfica y numérica se pueden observar las lecturas que han realizado los distintos sensores, siendo estas mediciones de dos tipos:

- * **Mediciones instantáneas:** Las mediciones instantáneas son registradas por los sensores, en frecuencias configurables por el operador desde 1 minuto, 1 hora o 1 vez al día y transmitidas a un computador cada 1 hora.
- * **Mediciones horarias:** Las mediciones horarias son adquiridas por sensores virtuales cada 1 hora (promedia los datos instantáneos).

Imagen 15. Estación climatológica automática Davis.



Fuente: (Davis Instruments, 2020)

Imagen 16. Estación climatológica automática LSI.



Fuente: Autores, 2022.

9.2. Estaciones Hidrológicas de Nivel.

Las estaciones hidrológicas miden la cantidad de agua que fluye en ríos, canales, tuberías y a la salida de las presas, por lo que sirven para conocer la cantidad disponible del recurso. El caudal es generado originalmente por la precipitación pluvial, así como por la entrada de agua subterránea a los canales superficiales. También deben considerarse las descargas asociadas a los diversos usos del agua. En ocasiones los cauces y por consiguiente los flujos de agua están regulados por presas y otras obras de control operadas por el hombre.

Tienen como propósito realizar seguimiento en tiempo real y de manera continua al comportamiento del volumen de agua que circula por una sección de una corriente en un tiempo determinado por medio de diversas tecnologías de medición como lo son: radar, ultrasónico y de presión, los sensores de presión se encuentran en tubo de acero para garantizar su protección, estos sensores registran temperatura y presión. Las estaciones hidrológicas de nivel poseen un sensor de nivel, el cual permite su conexión al datalogger y la salida de información permite ver si hay alguna variación considerable en un periodo de tiempo definido.

El conocimiento de la cantidad y la calidad del agua es de vital importancia para el abastecimiento de agua potable municipal e industrial, el control de avenidas, el diseño y operación de presas, la generación de energía hidroeléctrica, la irrigación, las actividades recreativas relacionadas con el agua, la navegación fluvial, el cuidado y preservación de flora y fauna, el drenaje, el tratamiento de aguas residuales y la potabilización (Viessman et ál. 1989).

La CDMB, actualmente cuenta con cuatro modelos o tipos de estaciones para medición de variables meteorológicas en su área de jurisdicción. A continuación, se relacionan las características de cada una de ellas:

Tabla 82. Características de los tipos de Estaciones CDMB.

VARIABLES QUE SE MIDEN EN LA ESTACIÓN	MARCA Y MODELO DE CADA EQUIPO (PLATAFORMA, TRANSMISOR, SENSORES)	CANTIDAD DE ESTACIONES CDMB
Caudal de agua (m ³ /s) Nivel de agua (m) Velocidad de agua (m/s)	1. Sensor de nivel, caudal y velocidad: Marca Sommer, Modelo RQ-30 2. Datalogger: Marca OTT, Modelo: Net DL500 con modem interno. Alimentación por energía solar.	1
Nivel de agua (m)	Sensor de presión y temperatura Baro-Diver y Diver Marca Van Essen Instruments	1

<p>Temperatura, Humedad Relativa, Dirección Del Viento, Velocidad Del Viento, Precipitación, Radiación Solar, Radiación UV</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. RTU: Adcon Telemetry, Modelo: a764 3G Serie 6 2. Sensor de Temp y Hum Relativa: Adcon Telemetry, Modelo: AdconTR2 3. Sensor Velocidad y Dirección del viento: Marca Lufft, Modelo WS200-UMB 4. Piranómetro: Kipp&Zonen Modelo: SP-Lite 450209 5. Sensor Radiación UV: Marca: Apogee Marca: SU-100-ss 6. Pluviómetro: Adcon Telemetry, Modelo: Adcon RG1 <p>Alimentación por energía solar.</p>	2
<p>Temperatura, Humedad Relativa, Dirección Del Viento, Velocidad Del Viento, Precipitación, Radiación Solar.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Datalogger: Marca: Campbell, Modelo: CR300-cell200 2. Sensor: Temperatura y Humedad: Marca: TEKBOX Modelo TBSHT03 3. Sensor de Velocidad y Dirección del Viento: Marca: GILL, Modelo: Windsonic OPT1 1405-pk-021 4. Piranómetro: Kipp&Zonen Modelo: SP Lite 2, 5. Pluviómetro: Texas Electronics, Modelo: TR-525-I-01-CA <p>Alimentación por energía solar.</p>	1
<p>Temperatura, Humedad Relativa, Dirección Del Viento, Velocidad Del Viento, Presión Atmosférica, Precipitación, Radiación Solar, Índice UV</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estación compacta: Marca Davis Instruments, Modelo: Vatage PRO2 2. Telemetría: Desarrollo a partir de arduino uno, modulo ethernet para arduino W5100 y modem gprs: Hongdian Modelo: H7921-RHZ-i <p>Alimentación por energía solar.</p>	7
<p>Temperatura, Humedad Relativa, Dirección Del Viento, Velocidad Del Viento, Presión Atmosférica, Precipitación, Radiación Solar, Radiación UV</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estación Metrológica compacta Marca LSI Ref: DNB202 con pluviómetro Ref: DQA230.1 y sensor de radiación UV Ref: DPA817 2. Sistema de adquisición, almacenamiento y transmisión de datos a partir de Datalogger PAG-LOG. 3. Sistema de alimentación por energía solar. 4. Sensor de radiación UV: radiómetro para la medición de la irradiancia atmosférica en el rango del espectro UV-A (315 a 400nm). 	9

Fuente: (CDBM, 2022)

10. METODOLOGÍA

La Red Hidroclimatológica de la CDMB, para el año 2023, está integrada por veintiún (21) estaciones Hidroclimatológicas, de las cuales, diecinueve (19) de ellas son estaciones climatológicas que reportan datos de las variables meteorológicas tales como: Precipitación, Velocidad y dirección del viento, Humedad Relativa y Temperatura, Radiación Solar, radiación solar UV e Índice Ultravioleta – UV, y dos (2) corresponden a estaciones de niveles, de las cuales reportan datos nivel de agua, y una de las estaciones reporta velocidad del agua y caudal.

La captura y almacenamiento de información proveniente de los sensores se realiza con una frecuencia horaria, en las estaciones donde se cuenta con cobertura de señal celular, la información es transmitida a la plataforma colectora de datos, sin embargo, para aquellas que no hay cobertura celular se requiere descarga de datos en sitio. Posteriormente, se realiza la depuración y validación de datos reportados, seguidamente se realiza el análisis e interpretación de la información recolectada, de acuerdo con los lineamientos dispuestos en la Ficha metodológica de operación estadística de variables meteorológicas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2018).

Dependiendo de la variable meteorológica, existen diferentes instrumentos y métodos para su análisis. Para las variables meteorológicas, se determinó precipitación acumulada mensual, temperatura media mensual, humedad relativa media mensual, velocidad y dirección del viento predominante, radiación solar máxima mensual e índice UV máximo mensual.

11. RED HIDROCLIMATOLÓGICA DE LA CDMB

La Red Hidroclimatológica de la CDMB está al servicio de la comunidad realizando el reporte de información Hidroclimatológica desde el año 2008, sin embargo, cuenta con registros históricos aproximadamente desde hace (35) treinta y cinco años de algunas variables climatológicas. La cantidad y modelo de las estaciones ha sido variable a lo largo del tiempo, se ha consolidado actualmente como una Red Hidroclimatológica representativa para la región. Durante el año 2023, se contó con diecinueve (19) estaciones climatológicas automáticas activas, y dos (2) hidrológicas de niveles activas.

La distribución de las estaciones se encuentra soportada estratégicamente en las subcuencas que integran el área de jurisdicción, estas son: Subcuenca Río de Oro (6 estaciones climatológicas automáticas y 1 estación de niveles), Subcuenca Rio Negro (2 estaciones climatológicas automáticas), Subcuenca Río Lebrija Alto (3 estaciones climatológicas automáticas y 1 estación de niveles), Subcuenca Rio Salamaga (1 estación climatológica automática), Subcuenca Río Suratá (2 estaciones climatológicas automáticas), Subcuenca Cáchira del Sur (5 estaciones).

La importancia de estos estudios radica en la identificación de la variación tiempo atmosférico, la evidencia del cambio climático y el registro histórico de los datos hidroclimatológicos, los cuales permitirán la correlación de escenarios climáticos e hidrológicos futuros, teniendo como área de influencia los trece (13) municipios bajo su jurisdicción.

A continuación, se evidencia la distribución de las estaciones que conforman la Red Hidroclimatológica de la CDMB:

A continuación, se relaciona el listado de las estaciones climatológicas automáticas y de niveles que conforman la Red Hidroclimatológica de la CDMB.

Tabla 83. Listado de estaciones climatológicas automáticas.

Estaciones climatológicas automáticas de la CDMB						
Código	Nombre	Cuenca	Municipio	Coordenada X	Coordenada Y	Elevación (m.s.n.m.)
C2	Lago Alto	Río Cachiri	Suratá	1.122.312	1.314.018	2.600
C3	El Roble	Río Charta	Charta	1.123.241	1.295.190	2.270
C4	Club Campestre	Río de Oro	Floridablanca	1.106.399	1.273.072	940
C5	Sena Aguas calientes	Río Playonero	El Playón	1.095.129	1.321.359	510
C6	El Pantano	Río Lebrija Alto	Girón	1.094.149	1.266.513	1.290
C19	Aburrído	Río Lebrija Alto	Bucaramanga	1.106.906	1.292.166	1480
C7	Betania	Río Playonero	El Playón	1.100.572	1.327.686	1.005
C8	La Naranjera	Río Playonero	El Playón	1.097.833	1.318.507	577
C9	Santa Cruz de La Colina	Río Negro	Matanza	1.108.727	1.308.473	1.430
C11	El Rasgón	Río de oro	Piedecuesta	1.119.338	1.270.464	2.148
C12	El Cairo	Río Negro	Rionegro	1.100.860	1.304.690	1.059
C13	Turbay	Río Cachiri	Suratá	1.114.983	1.324.106	2.236
C15	Portugal	Río Lebrija Alto	Lebrija	1.088.385	1.284.205	1.270
C16	La Judía	Río de Oro	Piedecuesta	1.115.513	1.272.896	2.165
C17	La Aguada	Río Silgara	El Playón	1.108.114	1.318.657	1.445
C18	Diamante	Quebrada Honda	Rionegro	1.097.379	1.298.389	1.054
C20	Acapulco	Río de Oro - medio	Girón	1.102.787	1.265.648	1.001
C25	CDMB	Río de Oro	Bucaramanga	1.105.875	1.279.092	975
C41	San pedro	Río de Oro	Piedecuesta	1.119.589	1.261.101	1.963

Fuente: Autores

Tabla 84. Listado de estaciones de niveles.

Estaciones Hidrológicas de niveles de la CDMB						
Código	Nombre	Cuenca	Municipio	Coordenada X	Coordenada Y	Elevación (m.s.n.m.)
C26	Bocas	Río Lebrija	Girón	1101663	1.289.746	535
C27	El Rasgón	Río de Oro	Piedecuesta	1119338	1.270.464	2.147

Fuente: Autores

12. REPORTE DE ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS AUTOMÁTICAS

El presente informe, reporta información ambiental correspondiente a la Red Hidroclimatológica de la CDMB, el periodo a analizar corresponde al comprendido entre el 1 de diciembre del año 2022 hasta el 30 de noviembre de 2023.

Sin embargo, se considera necesario indicar que algunas estaciones no cuentan con el 100% de datos en el periodo señalado, esto debido a diferentes situaciones que se presentaron como daño en los equipos o sensores, limitada capacidad de almacenamiento del Datalogger en estaciones que no transmiten y la necesidad de contar con transporte para realizar el desplazamiento hasta el sitio a la descarga manual ya que se encuentran en zonas rurales.

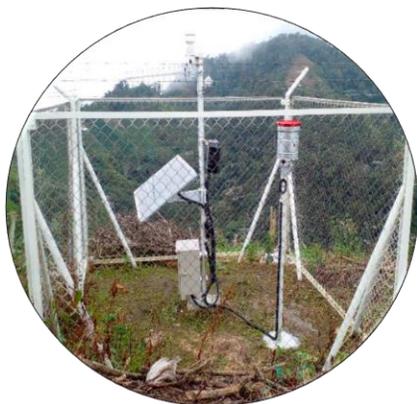
En este informe se presenta el reporte de las variables hidroclimatológicas cuyo registro sea como mínimo equivalente al 75% de representatividad de la totalidad de los datos mensuales, para aquellos meses que no cuentan con esta representatividad se muestran como indicativo.

A continuación, se reporta los análisis en función de cada Subcuenca que conforma el área de jurisdicción de la CDMB.

12.1 Subcuenca río de oro

En la Subcuenca Río de Oro, en la actualidad se cuentan con seis (6) estaciones climatológicas distribuidas en la parte alta, media y baja de la cuenca, que reportan la información de variables meteorológicas, las cuales son: Estación La judía, Acapulco, El Rasgón, Club campestre, CDMB y San Pedro.

12.1.1 Estación La Judía

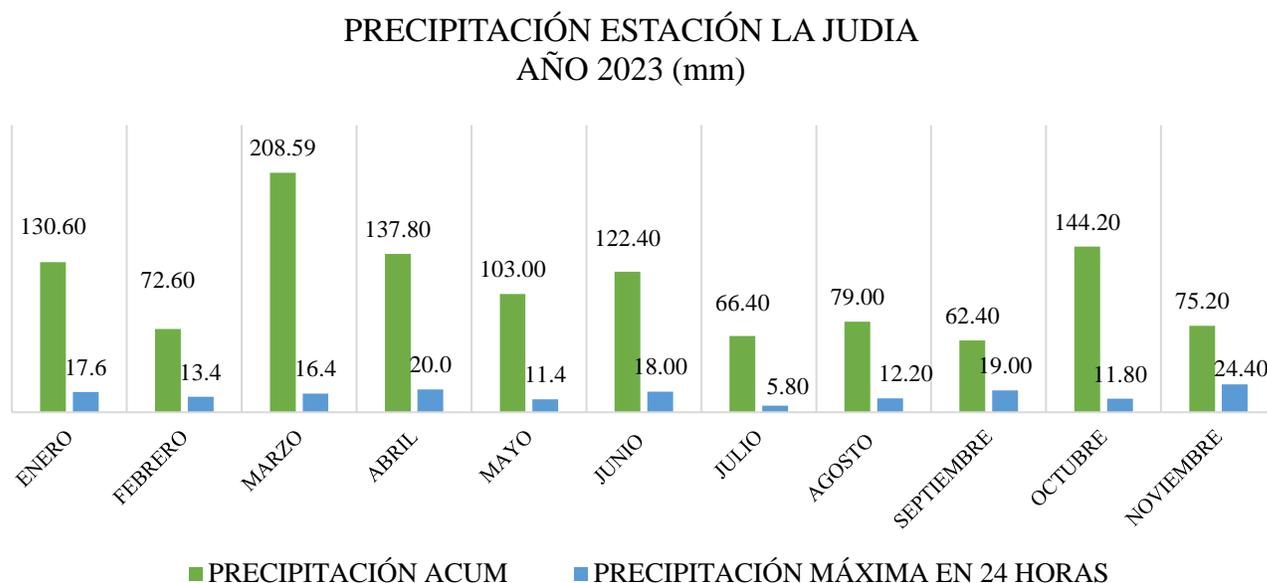


La estación climatológica automática La judía, se encuentra ubicada en el municipio de Floridablanca. Hace parte de la Red Hidroclimatológica de la CDMB, desde el año 2013. Tiene como objetivo monitorear la parte alta de la Subcuenca.

Subcuenca: Río de Oro

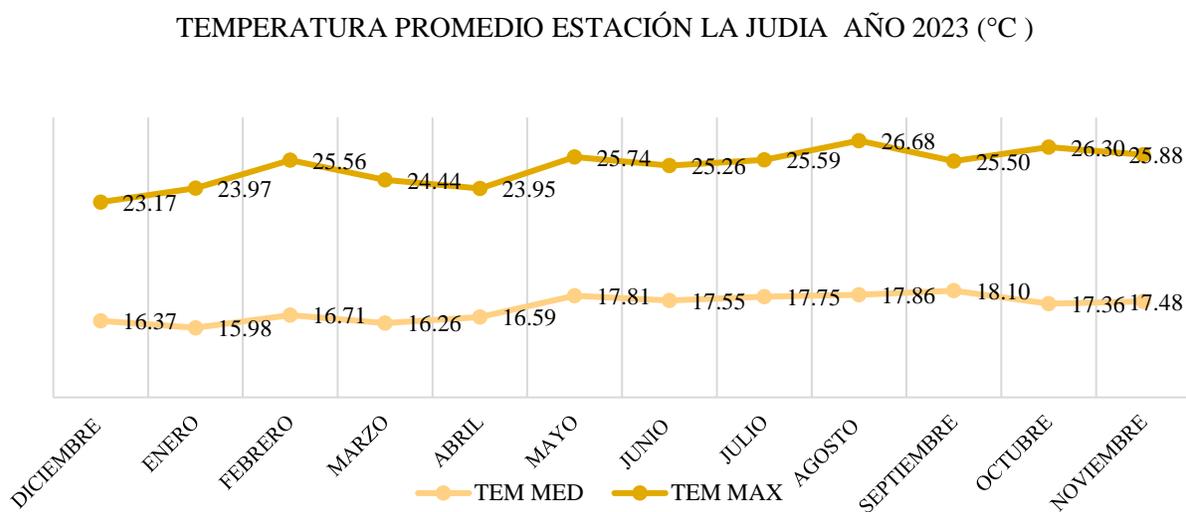
Para la estación La Judía, se tiene registro de datos desde el 15 de diciembre de 2022 hasta el 30 de noviembre de 2023. El reporte de las variables temperatura, humedad relativa y radiación para el mes de diciembre se da de modo indicativo, para el resto de los meses del año 2023, se cumple el criterio de representatividad del 75% de datos.

Gráfica 94. Precipitación Estación La Judía



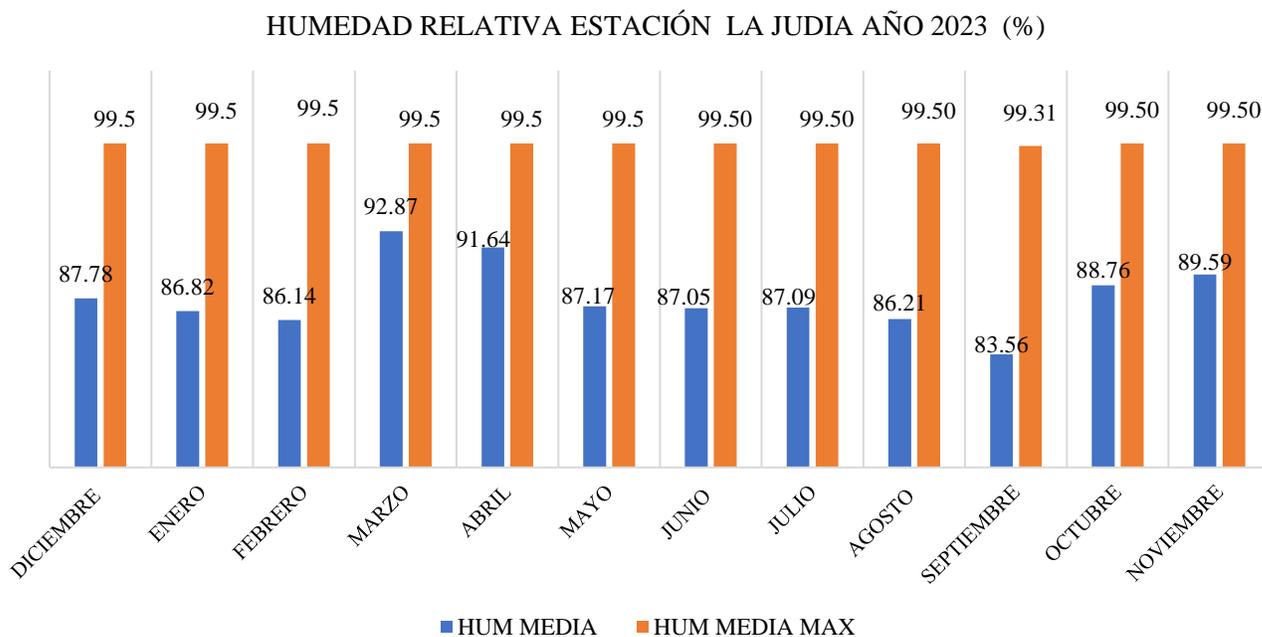
La estación reportó para la variable precipitación un acumulado de 1202,16 mm para el periodo comprendido entre el 01 de enero hasta el 30 de noviembre de 2023. Así mismo, evidencia una precipitación máxima horaria de 24,4 mm registrada el 01 de noviembre del 2023.

Gráfica 95. Temperatura media Estación La Judía.



La temperatura media reportada para el año 2.023, es de 17,5 °C. Así mismo, se evidencia que la temperatura máxima ambiente diaria reportada a partir de datos horarios fue de 26,68°C, el día 05 de agosto de 2.023.

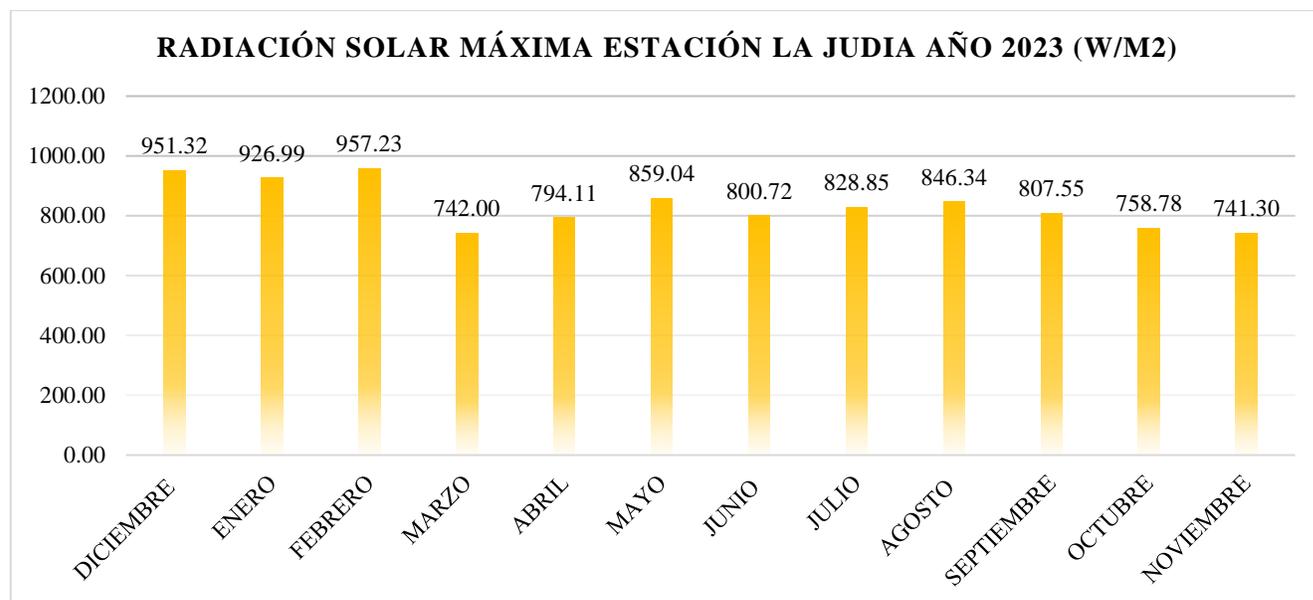
Gráfica 96. Humedad relativa Estación La Judía.



La humedad relativa media para el periodo comprendido entre el 01 de diciembre hasta el

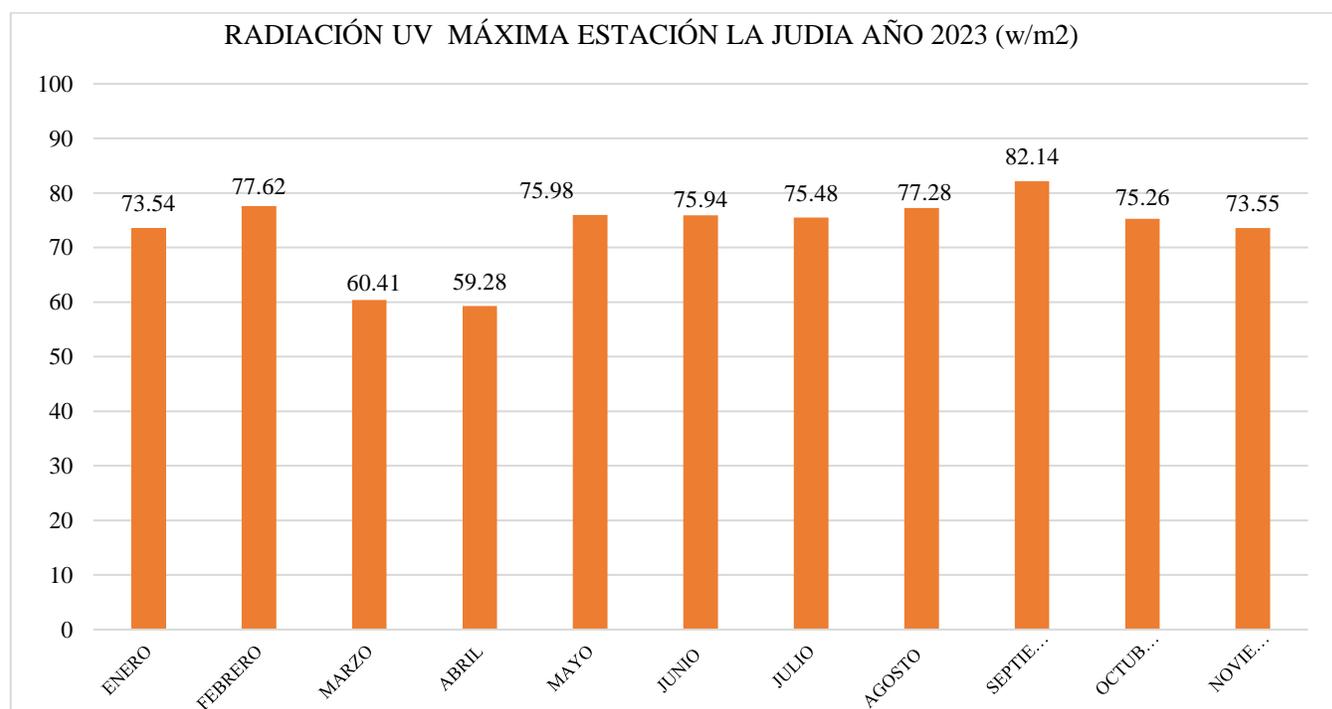
30 de noviembre del 2.023 corresponde a 87,89%.

Gráfica 97. Radiación solar máxima Estación La Judía



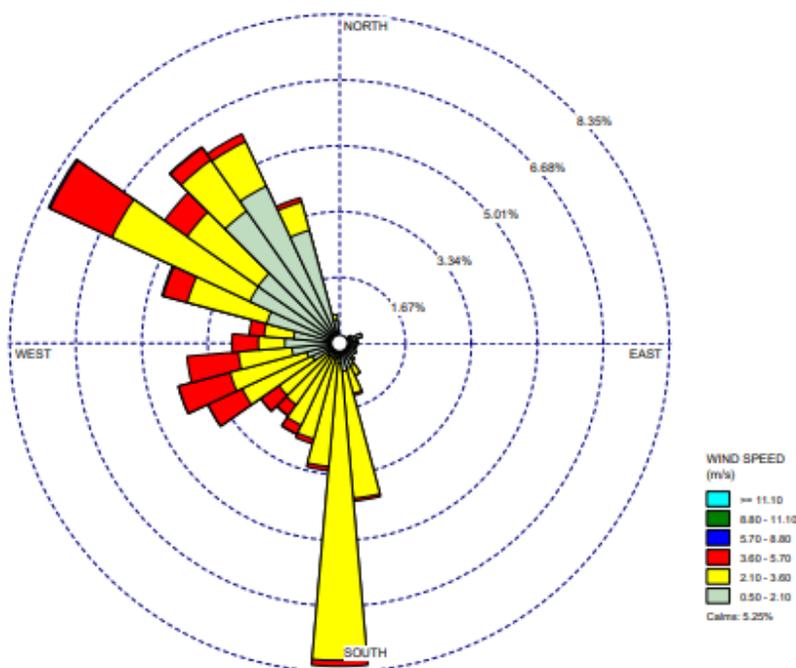
La radiación solar máxima horaria, según el reporte de las variables para el año 2023, corresponde 957 W/m², la cual se registró el día 02 de febrero de 2023.

Gráfica 98. Radiación UV Estación La Judía.



La radiación UV máxima horaria, según el reporte de la variable para el año 2023, corresponde 82,14 W/m², la cual se registró el día 29 de septiembre de 2023.

Gráfica 99. Rosa de vientos Estación La Judía.



Con base en la información meteorológica obtenida en la estación La Judía del municipio de Piedecuesta, se construyó la rosa de vientos correspondiente al año 2023. Se evidencia que el rango de velocidad de viento con mayor representatividad se encuentra en el rango de 2,1 m/s a 3,6 m/s. Así mismo, se evidencia su tendencia de direccionamiento desde el Sur (S) y Noroeste (NW).

12.1.2 Estación Acapulco

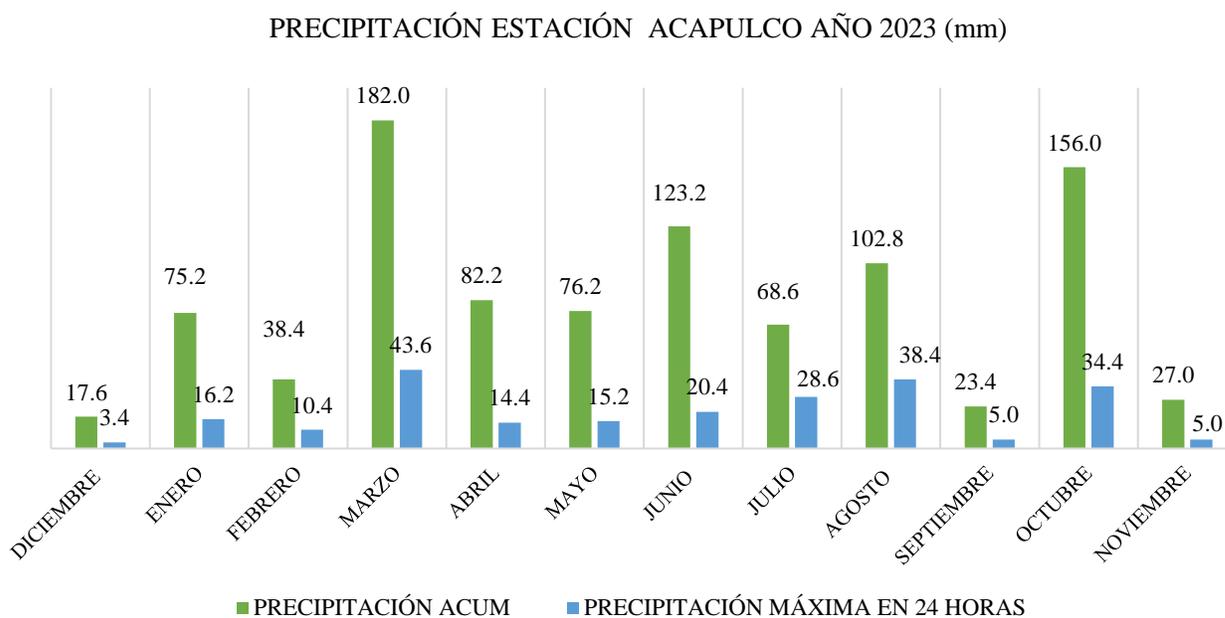


Estación climatológica automática Acapulco, se encuentra ubicada en el municipio de Girón. Hace parte de la Red Hidroclimatológica de la CDMB, desde el año 2013.

Subcuenca: Río de Oro

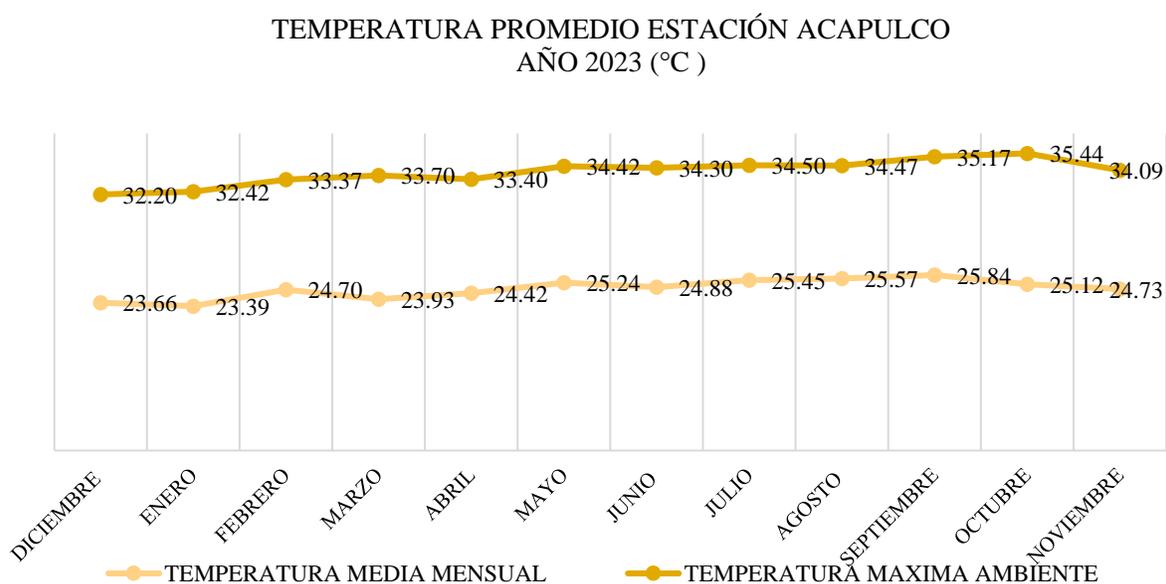
La estación reportó información para el año 2023 que corresponde al periodo comprendido entre 01 de diciembre de 2022 y 30 de noviembre de 2023. A continuación, se evidencia el reporte de la estación:

Gráfica 100. Precipitación Estación Acapulco



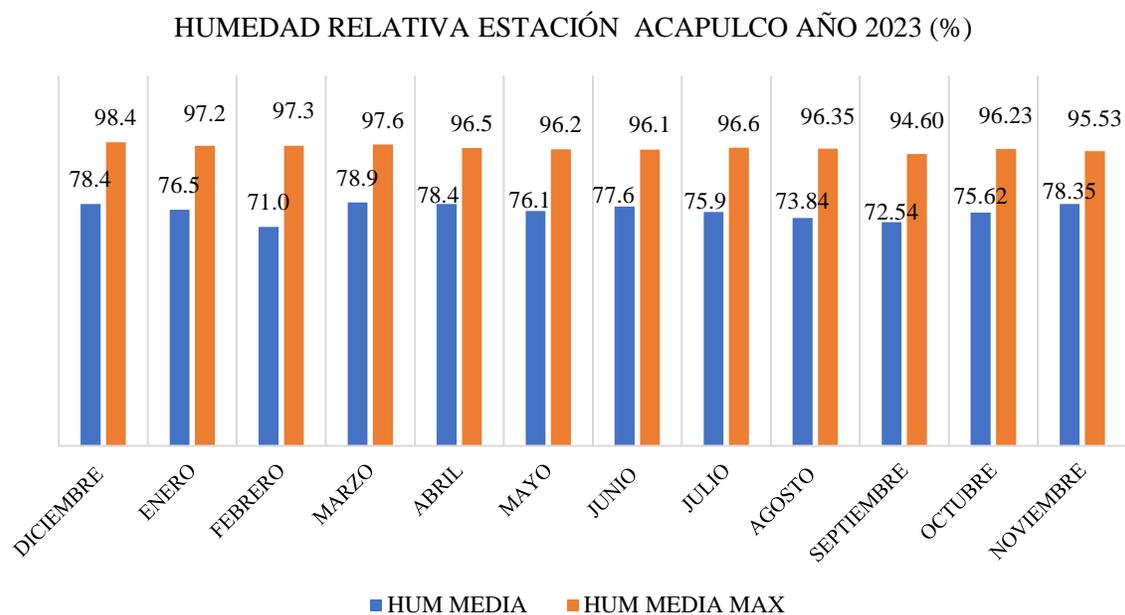
La estación Acapulco, a partir del reporte horario registrado por la estación el valor acumulado de lluvia fue de 972,56 mm. Así mismo, la precipitación máxima horaria registrada fue de 43,6 mm y se reportó el día 01 de marzo de 2023.

Gráfica 101. Temperatura Estación Acapulco.



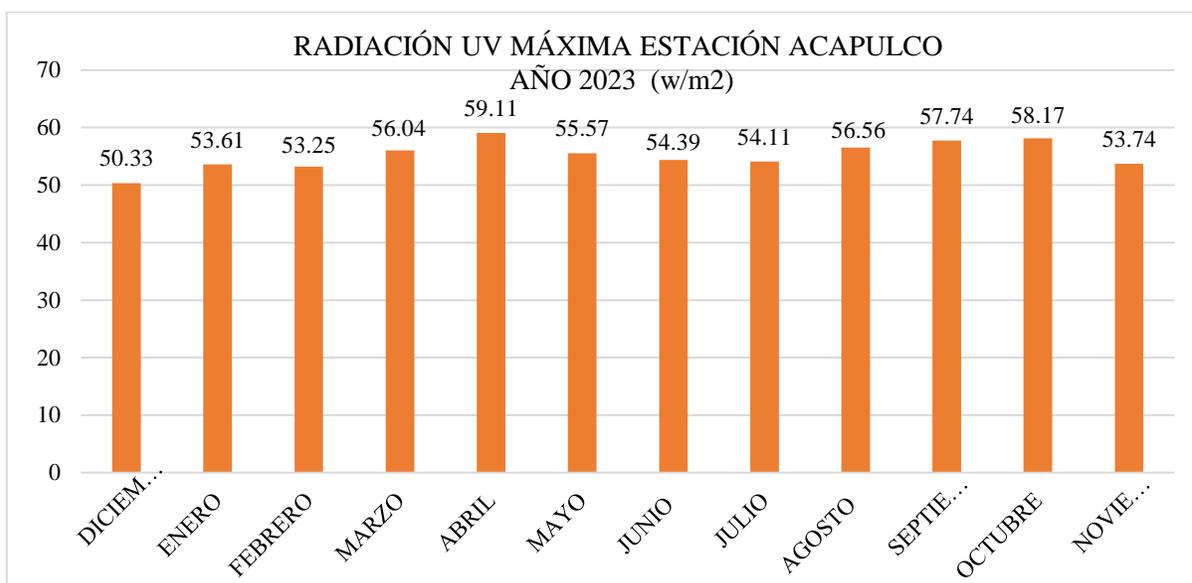
La estación Acapulco, para el año 2023, reportó que la temperatura media de 24,84 °C. Así mismo, el reporte de la temperatura máxima ambiente diario reportada a partir de datos horarios fue de 35,44 °C, el día 13 de octubre de 2023.

Gráfica 102. Humedad Relativa Estación Acapulco



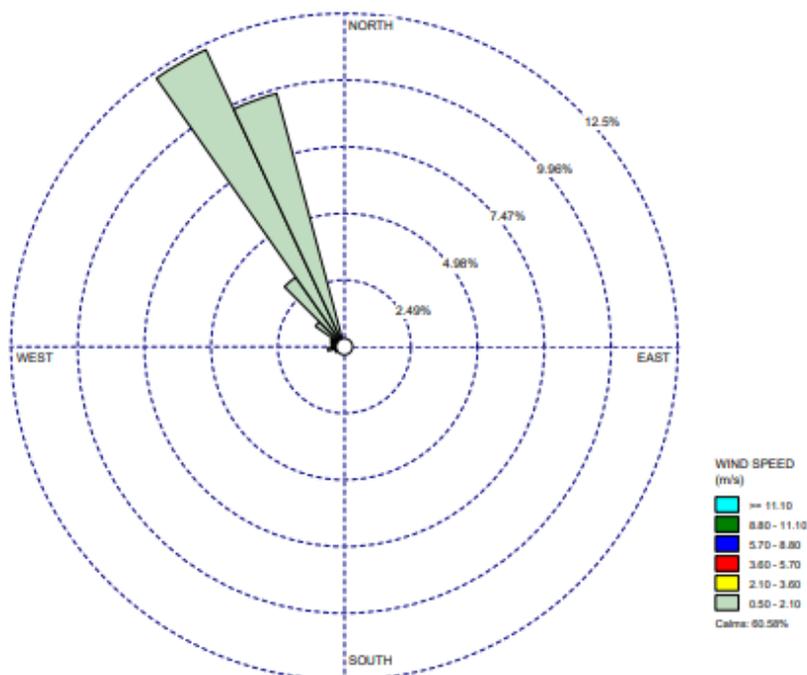
La humedad relativa media para el año 2023 corresponde a 75,88%.

Gráfica 103. Radiación UV Estación Acapulco



La radiación UV máxima horaria registrada por la estación es de 59,11 w/m² con fecha de ocurrencia del día 10 de enero de 2.023.

Gráfica 104. Rosa de vientos Estación Acapulco



Según el reporte, se evidencia que el rango de velocidad de viento predominante es de 0,5 m/s a 2,1 m/s, cuya velocidad máxima de 2.1 m/s. Así mismo, se evidencia su tendencia de direccionamiento desde el Noreste.

12.1.3 Estación El Rasgón

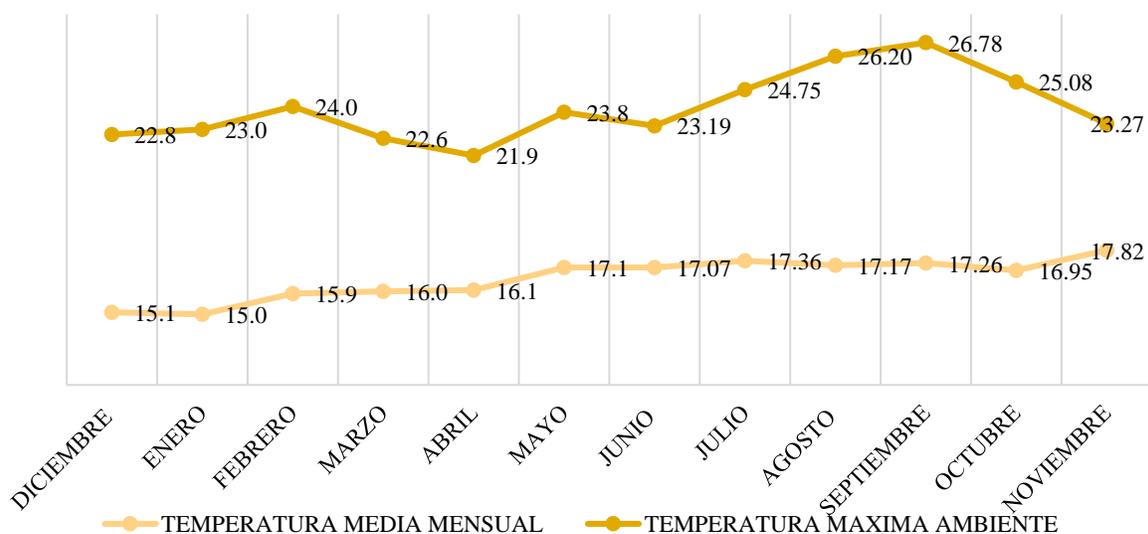


Estación climatológica automática El Rasgón, se encuentra ubicada en el municipio de Piedecuesta. Hace parte de la Red Hidroclimatológica de la CDMB, desde el año 2013.

La estación registró información para el año 2023, de manera constante desde el 01 de diciembre de 2022 hasta el 30 de noviembre del 2023. Por lo tanto, se realiza el análisis de los datos con la información obtenida para las variables meteorológicas.

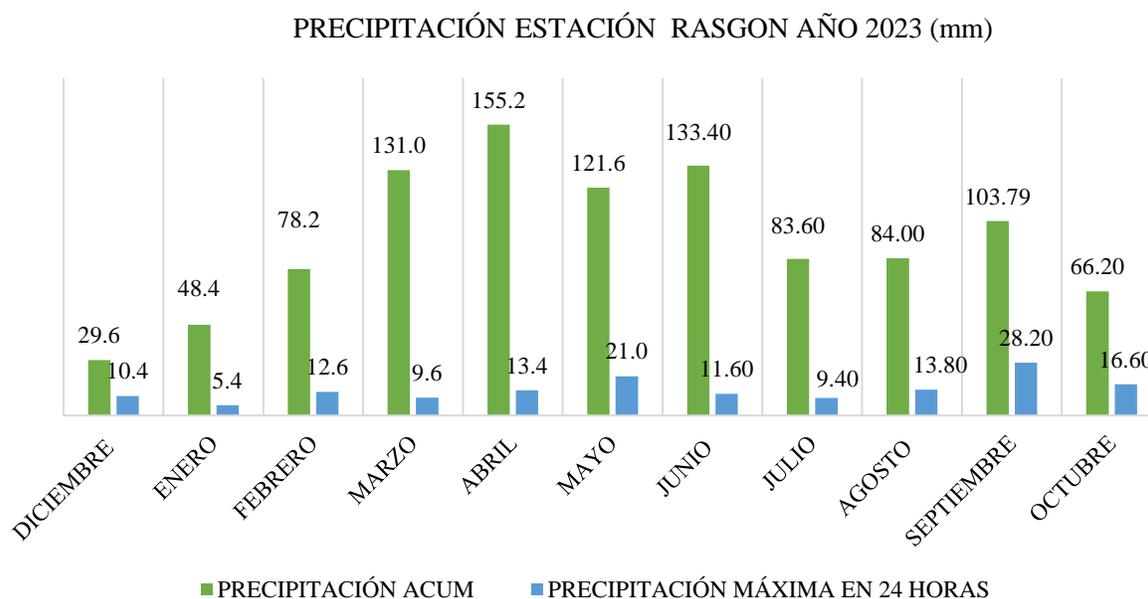
Gráfica 105. Temperatura Estación El Rasgón.

TEMPERATURA PROMEDIO ESTACIÓN EL RASGON AÑO 2023 (°C)



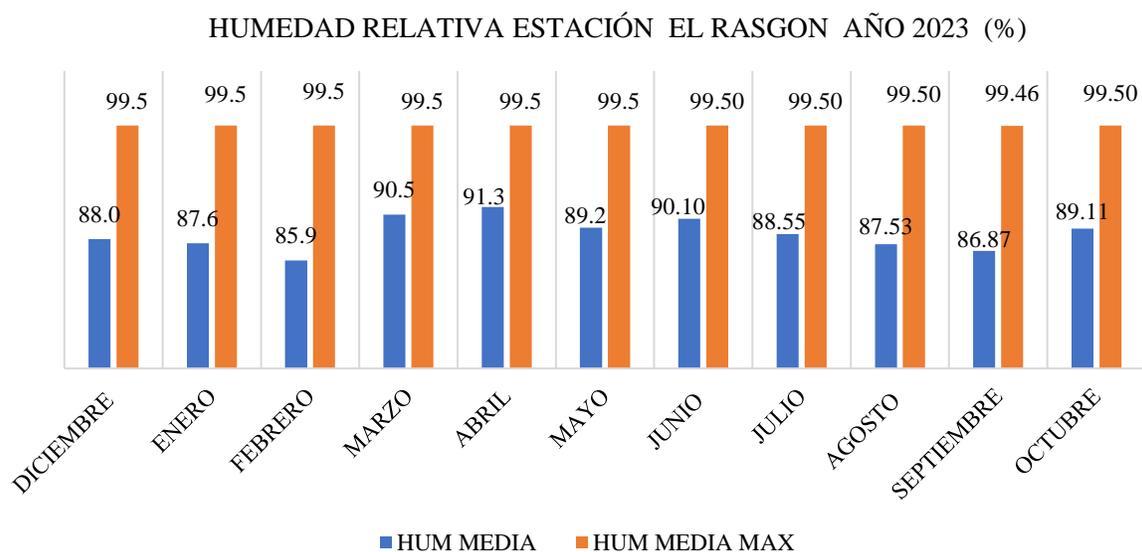
De acuerdo con los registros de la estación la temperatura promedio registrada es de 16,47°C y la temperatura máxima ambiente diaria, reportada a partir de datos horarios, corresponde a 26,78°C, con fecha de ocurrencia el día 13 de septiembre de 2023.

Gráfica 106. Precipitación Estación El Rasgón



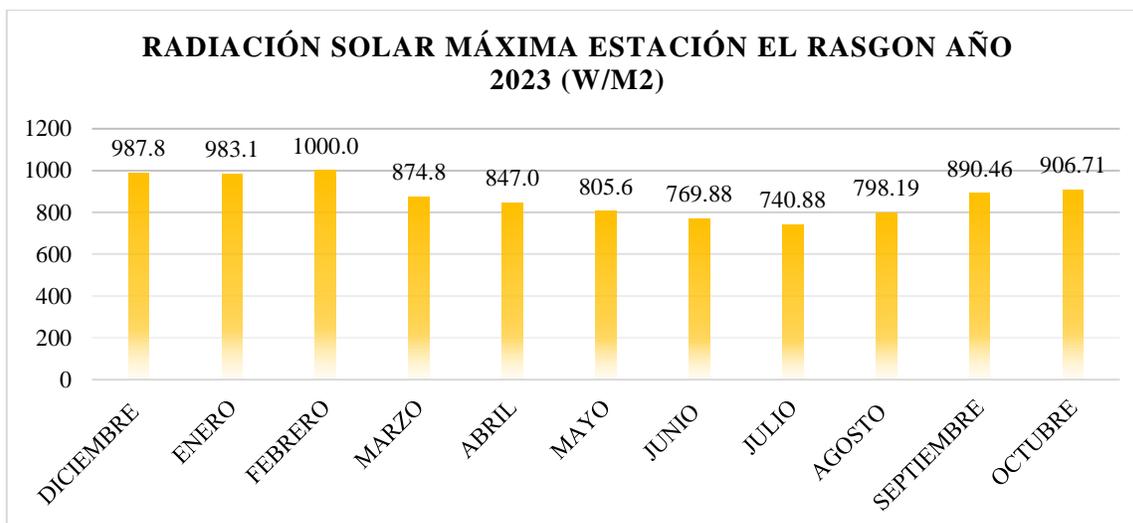
La estación El Rasgón, reporta que la precipitación acumulada para el año 2023, a partir del reporte horario registrado por la estación, fue de 1034,96 mm. Así mismo, el reporte de la precipitación máxima horaria fue de 28,2 mm con fecha de ocurrencia el día 11 de septiembre de 2.023.

Gráfica 107. Humedad relativa Estación El Rasgón



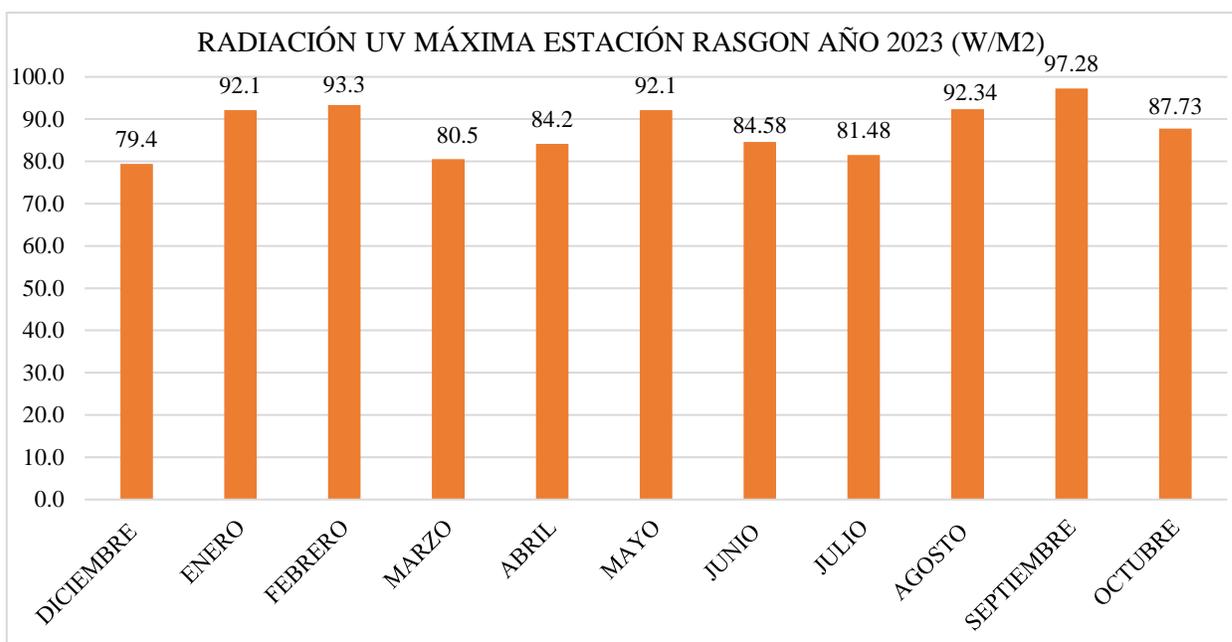
La humedad relativa para la estación El Rasgón, de acuerdo con los registros corresponde a 88,67%.

Gráfica 108. Radiación solar Estación El Rasgón



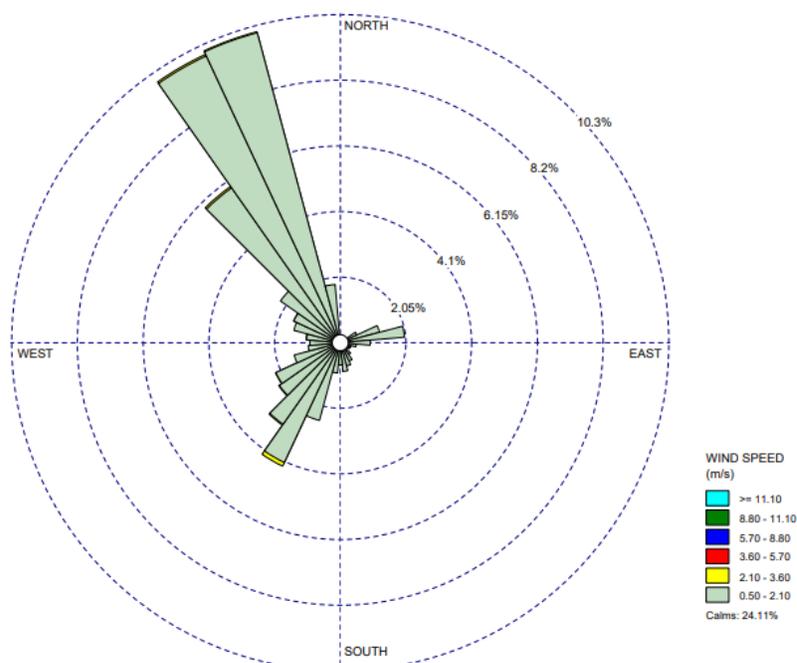
La radiación solar máxima horaria de acuerdo con los registros corresponde a 1000 W/m², la cual se registró el día 26 de febrero de 2023.

Gráfica 109. Radiación UV Estación El Rasgón



La radiación UV máxima horaria de acuerdo con los registros corresponde a 97,28 W/m², la cual se registró el día 29 de septiembre de 2023.

Gráfica 110. Rosa de vientos Estación El Rasgón



Según el reporte, se evidencia que el rango de velocidad de viento predominante es de 0,5 m/s a 2,1 m/s. Así mismo, se evidencia su tendencia de direccionamiento desde el Noreste.

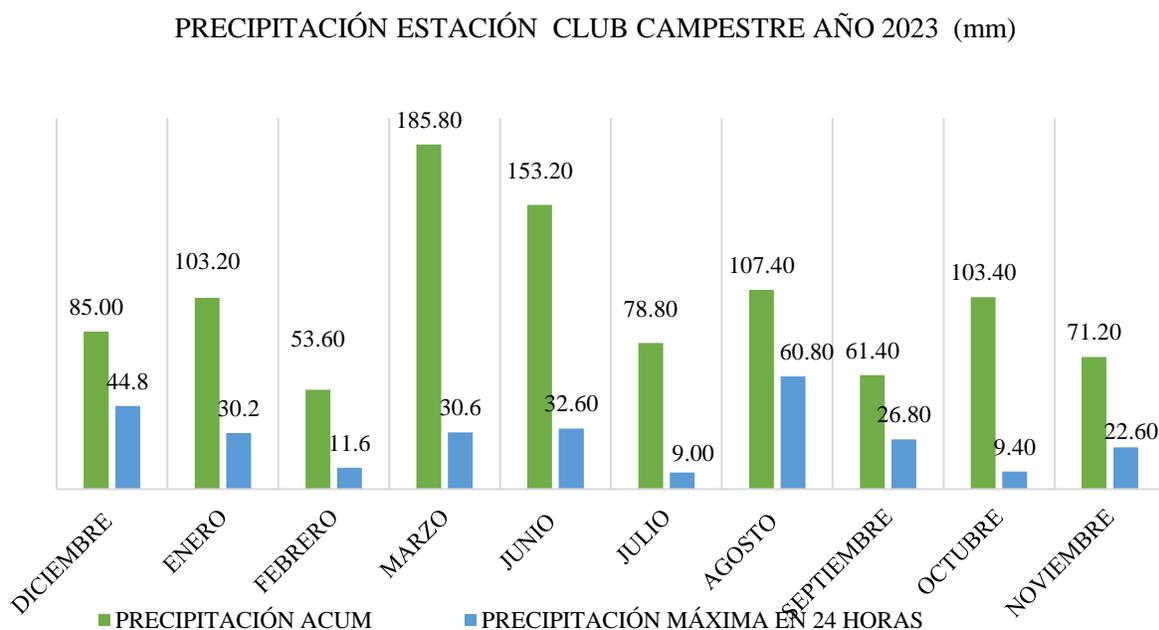
12.1.4 Estación Club Campestre



Estación climatológica automática Club Campestre, se encuentra ubicada en el municipio de Floridablanca. Hace parte de la Red Hidroclimatológica de la CDMB, desde el año 2011. Tiene como objetivo monitorear la parte baja de la subcuenca.

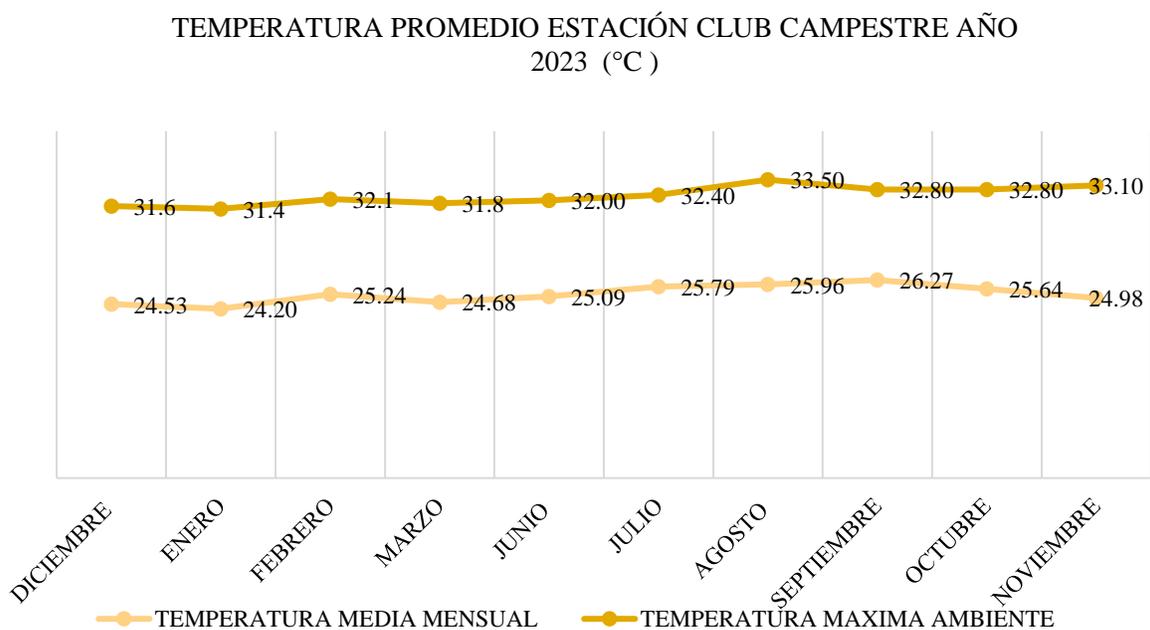
La estación registró información para los meses diciembre de 2022, enero, febrero, marzo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre del año 2023, los cuales corresponden al año 2.023. Por lo tanto, se realiza el análisis de los datos con la información obtenida para las variables meteorológicas.

Gráfica 111. Precipitación Estación Club Campestre



La estación Club Campestre, reporta que la precipitación acumulada para el año 2023, a partir del reporte horario registrado por la estación, fue de 1003 mm. Así mismo, el reporte de la precipitación máxima horaria fue de 60,8 mm y se reportó el día 22 de agosto del 2023.

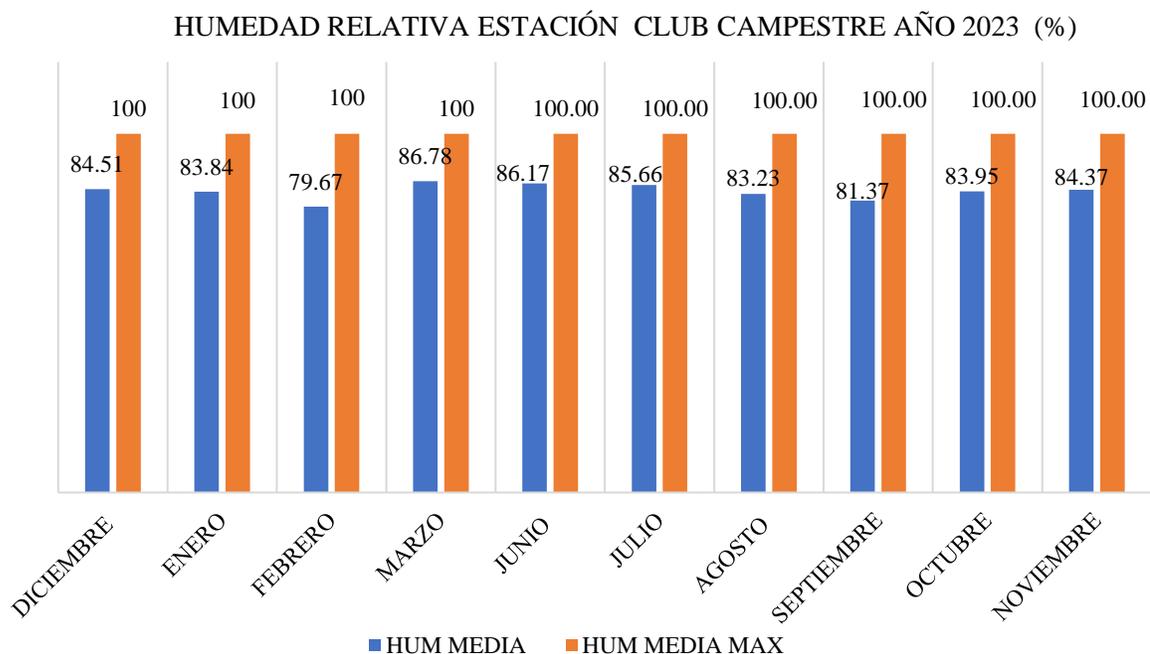
Gráfica 112. Temperatura Estación Club Campestre



La temperatura media reportada por la estación corresponde a 25,24°C. La máxima

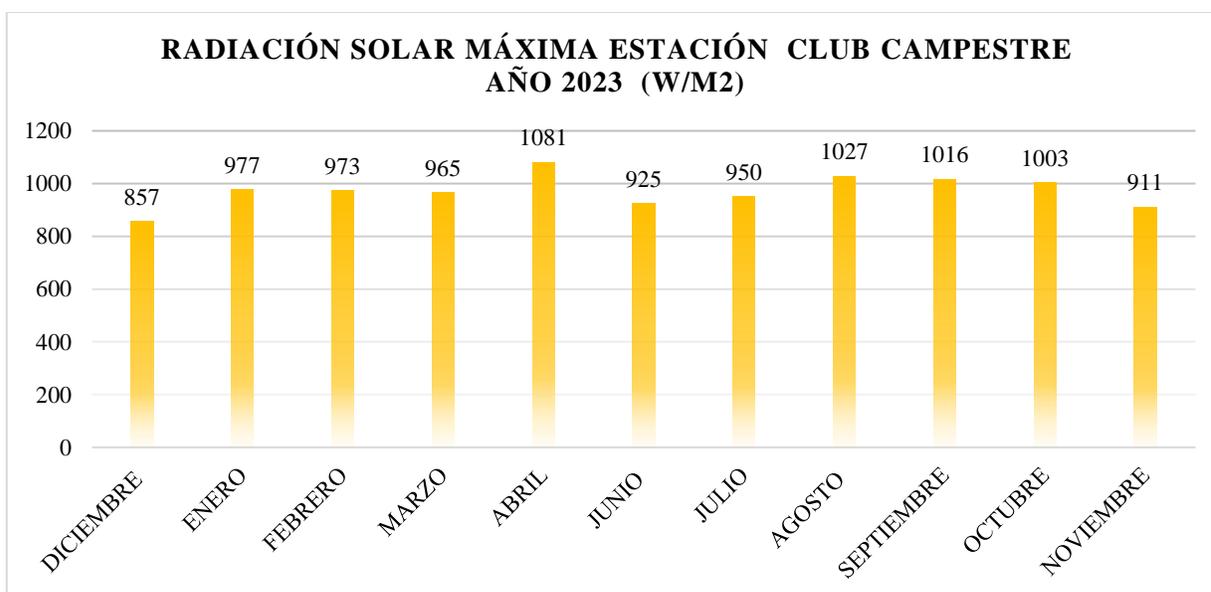
ambiente diaria, reportada a partir de datos horarios, es de 33,5°C, registrada el día 31 de agosto de 2023.

Gráfica 113. Humedad relativa Estación Club Campestre



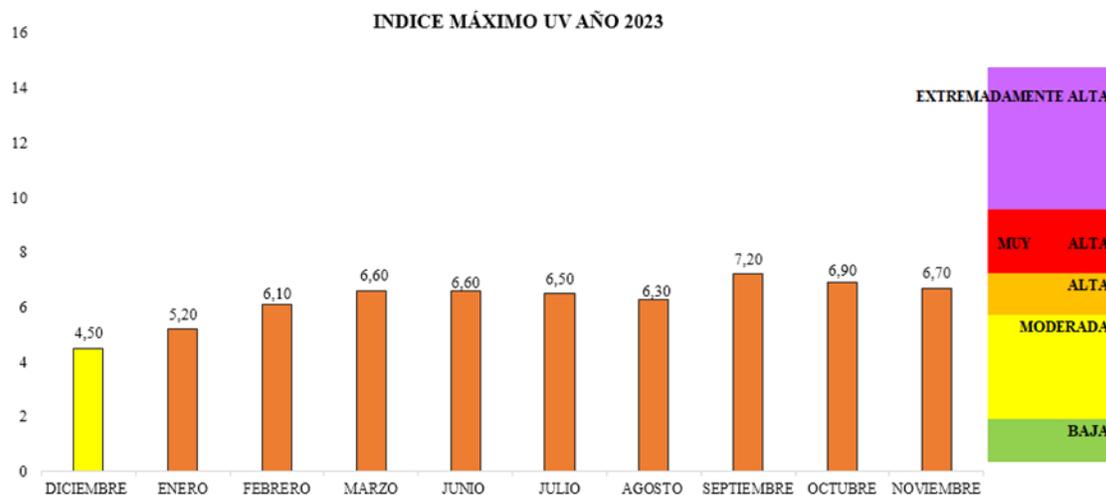
La humedad relativa media semestral corresponde a 83,95%.

Gráfica 114. Radiación solar Estación Club Campestre



La radiación solar semestral máxima, registrada a partir de datos horarios es de 1081 W/m² y se reportó el evento el día 20 de abril de 2023.

Gráfica 115. Índice UV Estación Club Campestre



El índice UV máximo, a partir del reporte horario registrado por la estación, para el año 2023 fue de 7,2 y tuvo como fecha de ocurrencia los días 29 de septiembre de 2023, categorizado como alto.

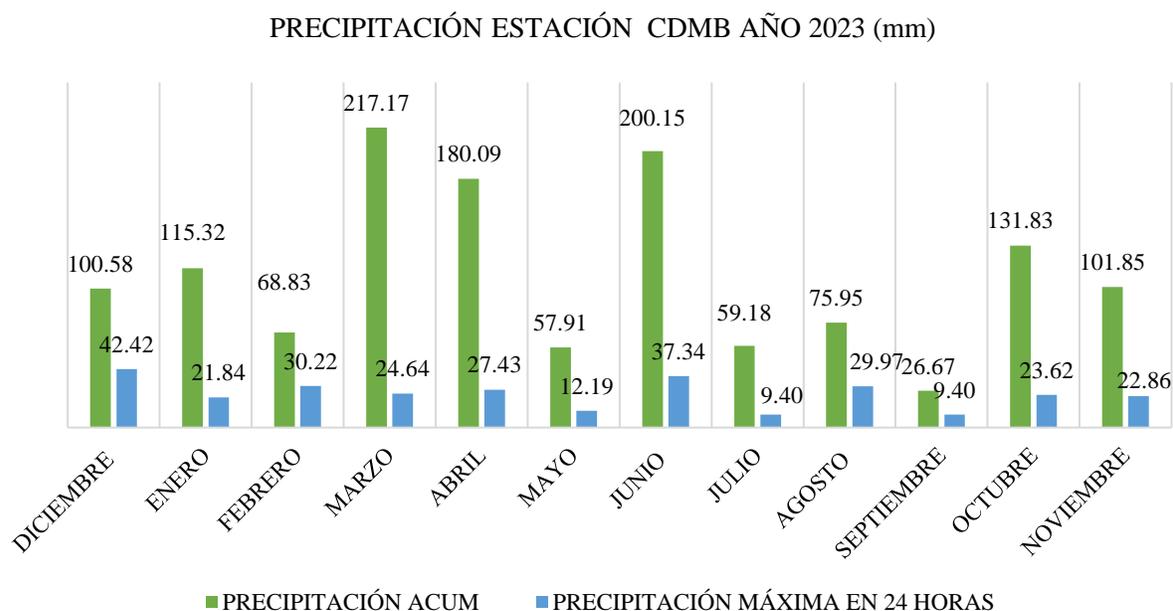
12.1.5 Estación CDMB



Estación climatológica automática CDMB, se encuentra ubicada en el municipio de Bucaramanga, en las instalaciones del edificio de la CDMB. Hace parte de la Red Hidroclimatológica de la CDMB, desde el año 2019.

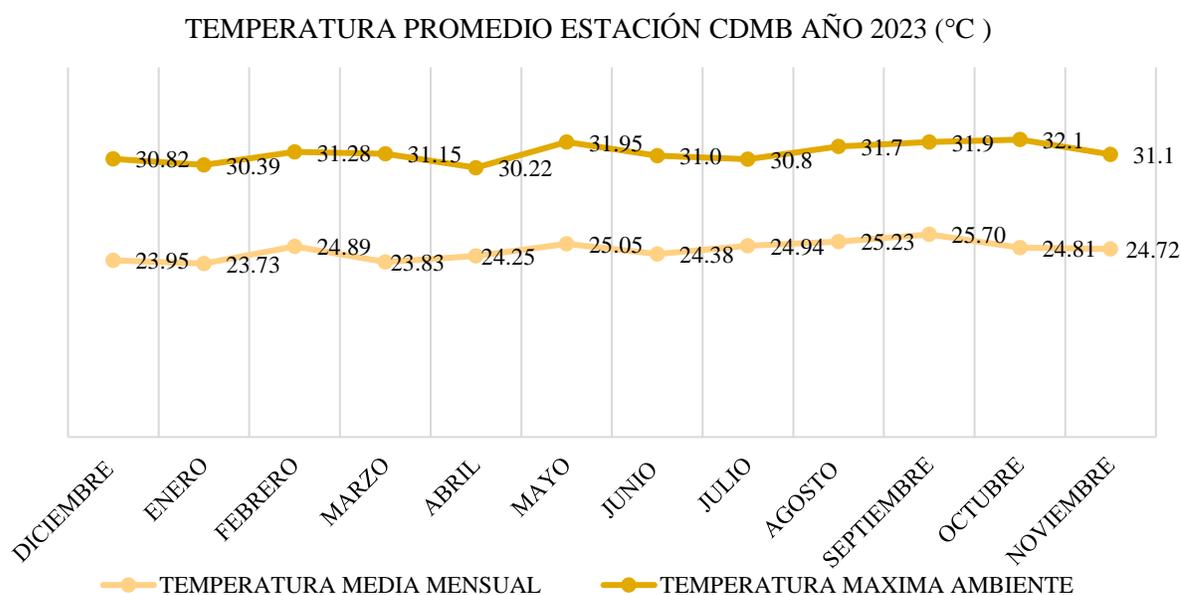
Es importante precisar que la estación reportó información para las variables hidrometeorológicas: precipitación, temperatura, humedad, radiación solar, de igual forma, no se cuenta con reporte para la variable índice UV, dado que esta estación no mide esta variable. A continuación, se evidencia el reporte de la estación correspondiente al año 2023:

Gráfica 116. Precipitación Estación CDMB



Conforme a los datos reportados por la estación, se cuenta con una precipitación acumulada durante el año 2023 de 1335,53 mm. Así mismo, el reporte de precipitación máxima horaria correspondiente a 42,42 mm y su fecha de reporte fue el día 13 de diciembre de 2022.

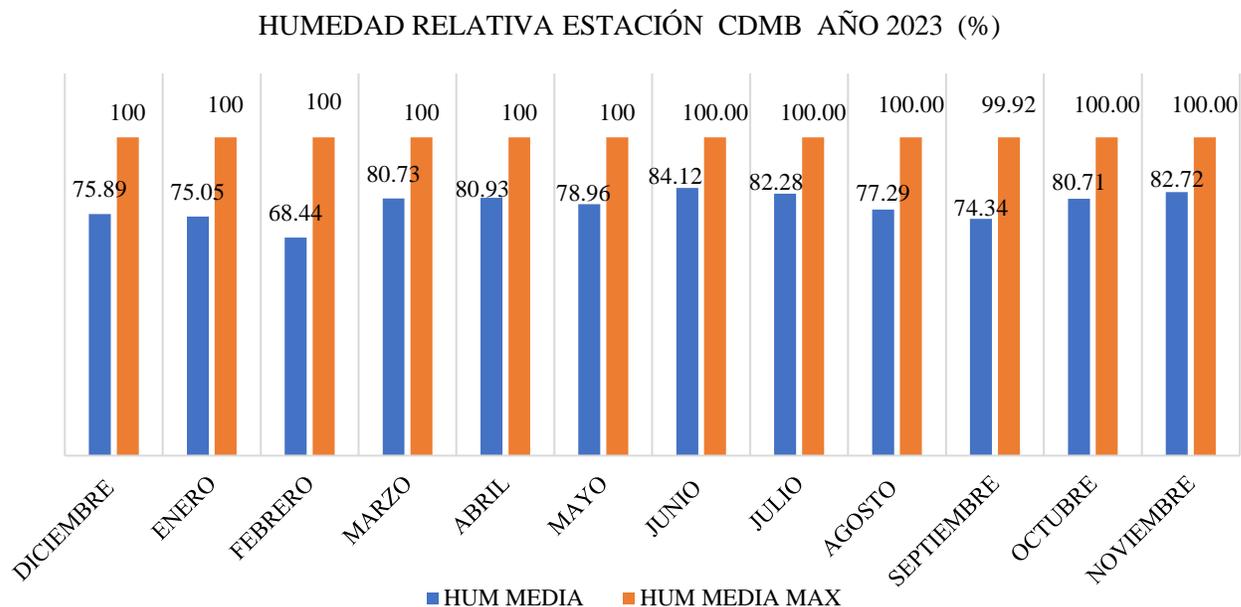
Gráfica 117. Temperatura Estación CDMB



La temperatura media durante el año 023 fue de 24,62°C. Así mismo, se evidencia que la temperatura máxima ambiente diaria, reportada a partir de datos horarios, fue de 32,12 °C,

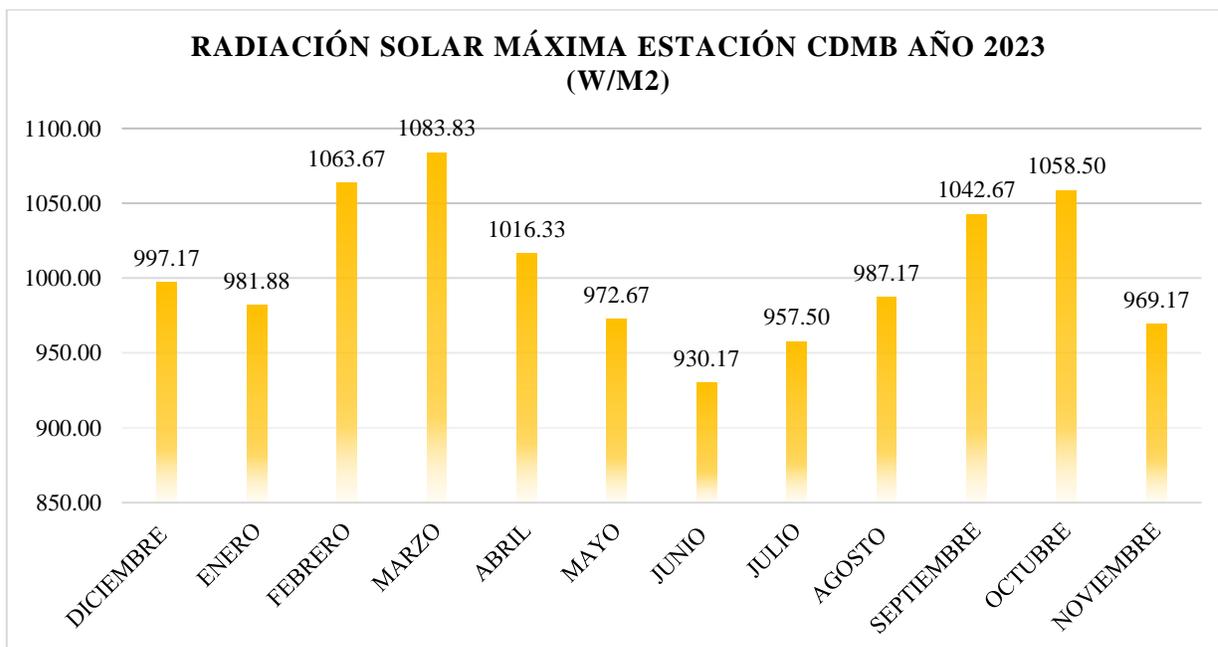
reportada el día 19 de octubre de 2.023.

Gráfica 118. Humedad relativa Estación CDMB



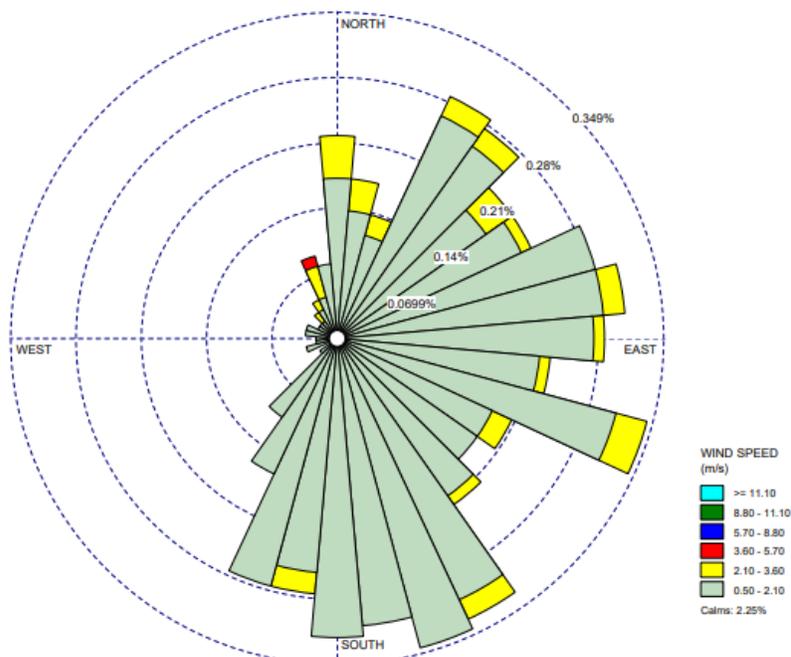
La humedad relativa media semestral fue de 78,46 % durante el año 2023.

Gráfica 119. Radiación solar Estación CDMB



La radiación solar semestral máxima, a partir del reporte horario registrado por la estación, es de 1084 W/m² y se reportó el día 21 de marzo del 2023.

Gráfica 120. Rosa de vientos Estación CDMB



Según el reporte, para la estación CDMB el rango de velocidad de viento predominante se encuentra en el rango de 0,5 m/s a 2,1 m/s. Así mismo, se evidencia su tendencia de direccionamiento desde el Sureste (SE) y Este (E).

12.1.6 Estación San Pedro

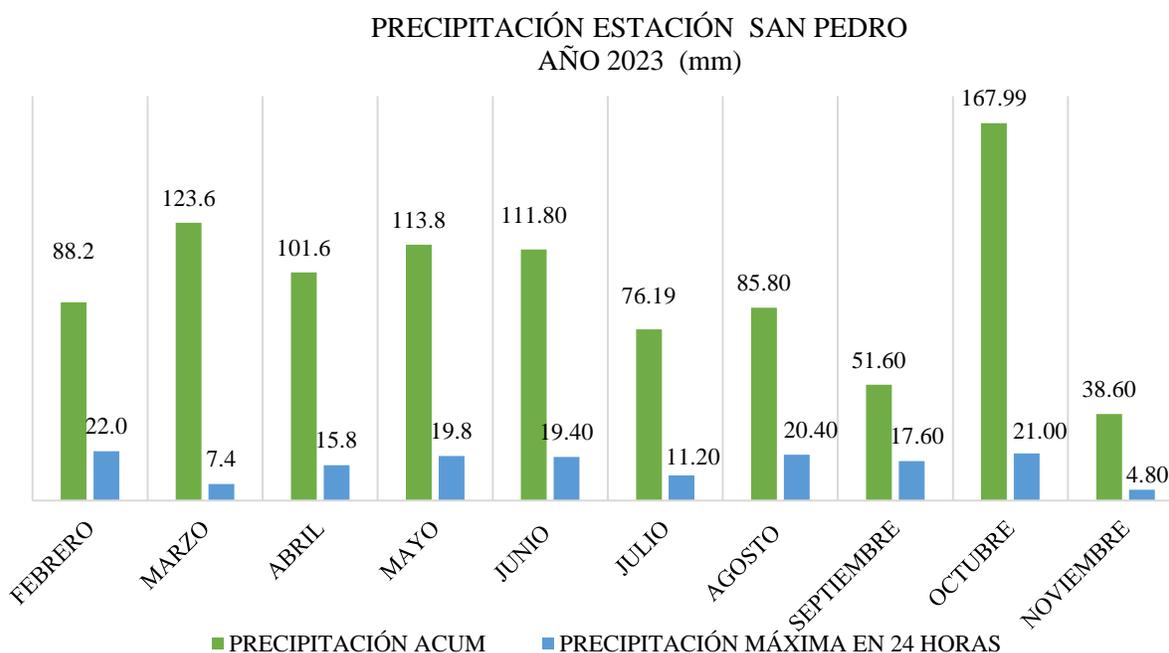


Estación climatológica automática San Pedro, se encuentra ubicada en el municipio de Piedecuesta, en la divisoria de aguas del Río de oro y el Río manco, pertenece a la sub cuenca del Río de oro. Hace parte de la Red Hidroclimatológica de la CDMB desde julio del 2022.

La información presentada corresponde al periodo comprendido entre 08 de febrero a 30 de noviembre del 2.023, para las variables hidrometeorológicas: precipitación, temperatura, humedad, radiación solar, velocidad y dirección de viento. Es importante indicar que los datos reportados para el mes de diciembre de 2022 y enero de 2023, son de carácter indicativo. A continuación, se evidencia el reporte de la estación correspondiente al año

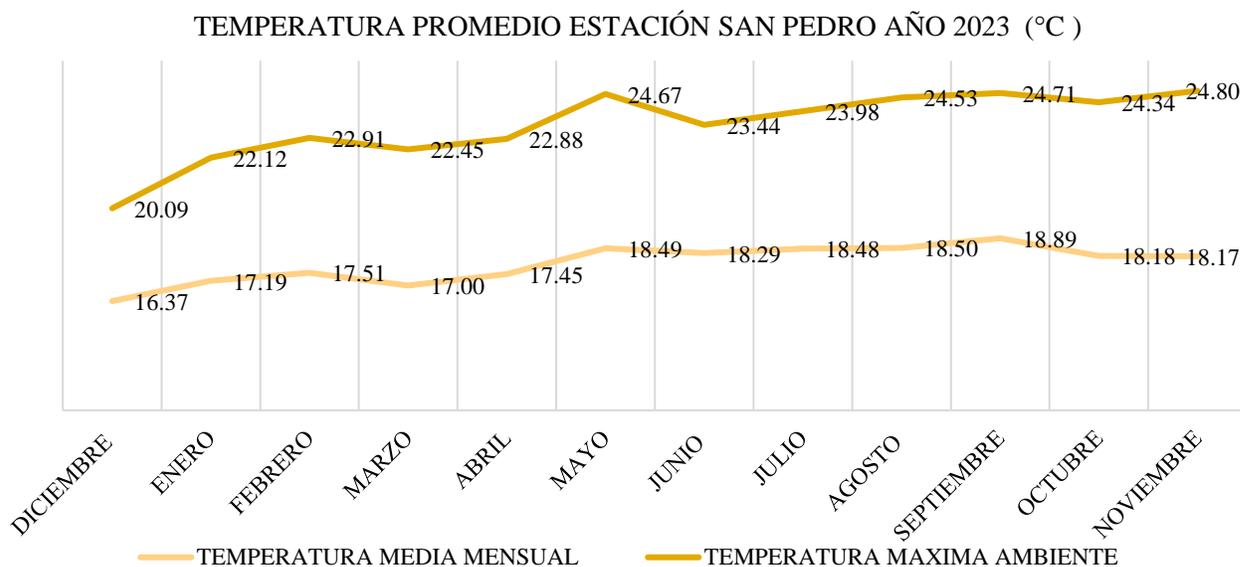
2023:

Gráfica 121. Precipitación Estación San Pedro



Según los reportes se obtiene una precipitación acumulada durante el año 2023 de 959,77 mm. Así mismo, a partir del reporte horario registrado por la estación, el reporte de precipitación máxima horaria correspondiente a 22 mm y su fecha de reporte fue el día 16 de febrero de 2023.

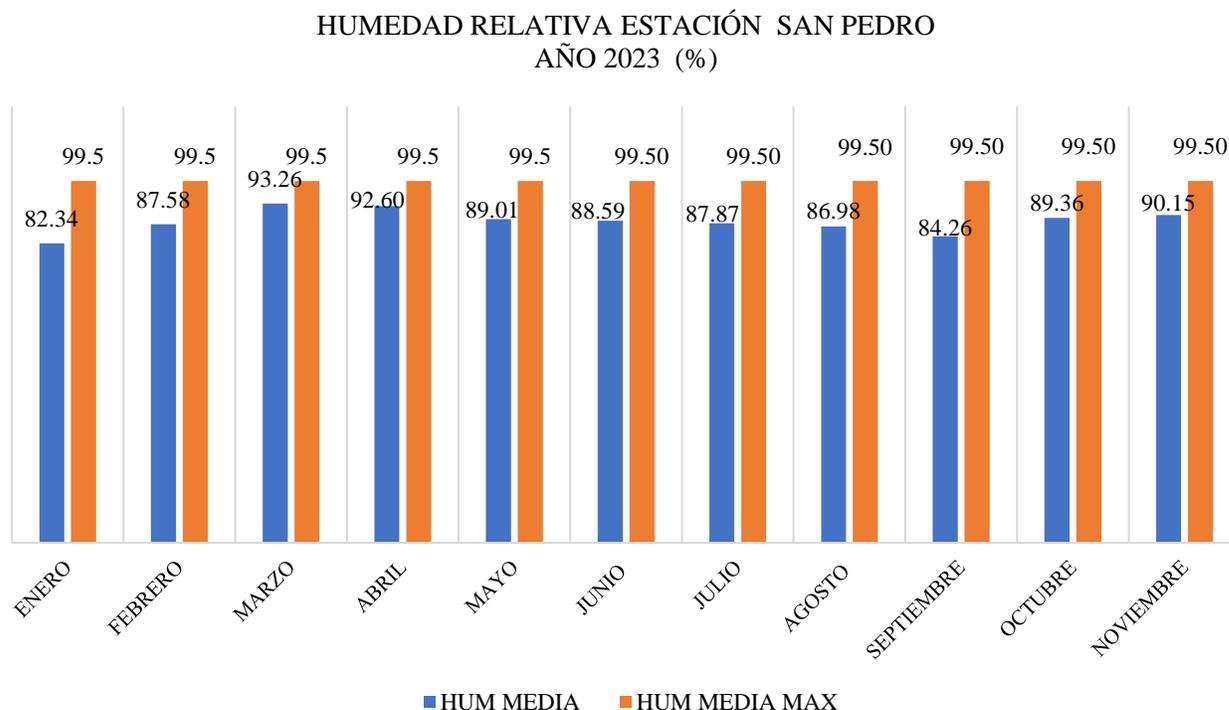
Gráfica 122. Temperatura Estación San Pedro



La temperatura media durante el año 2023 fue de 18,01 °C. Así mismo, se evidencia que la

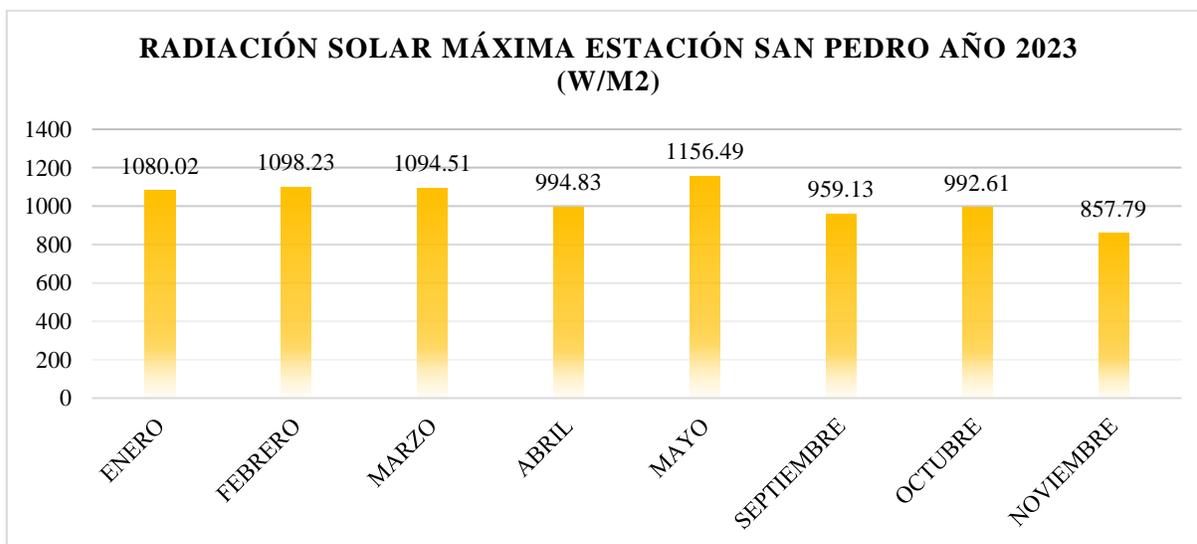
temperatura máxima ambiente diaria reportada a partir de datos horarios fue de 24,8 °C, reportada el día 13 de noviembre del 2023.

Gráfica 123. Humedad relativa Estación San Pedro



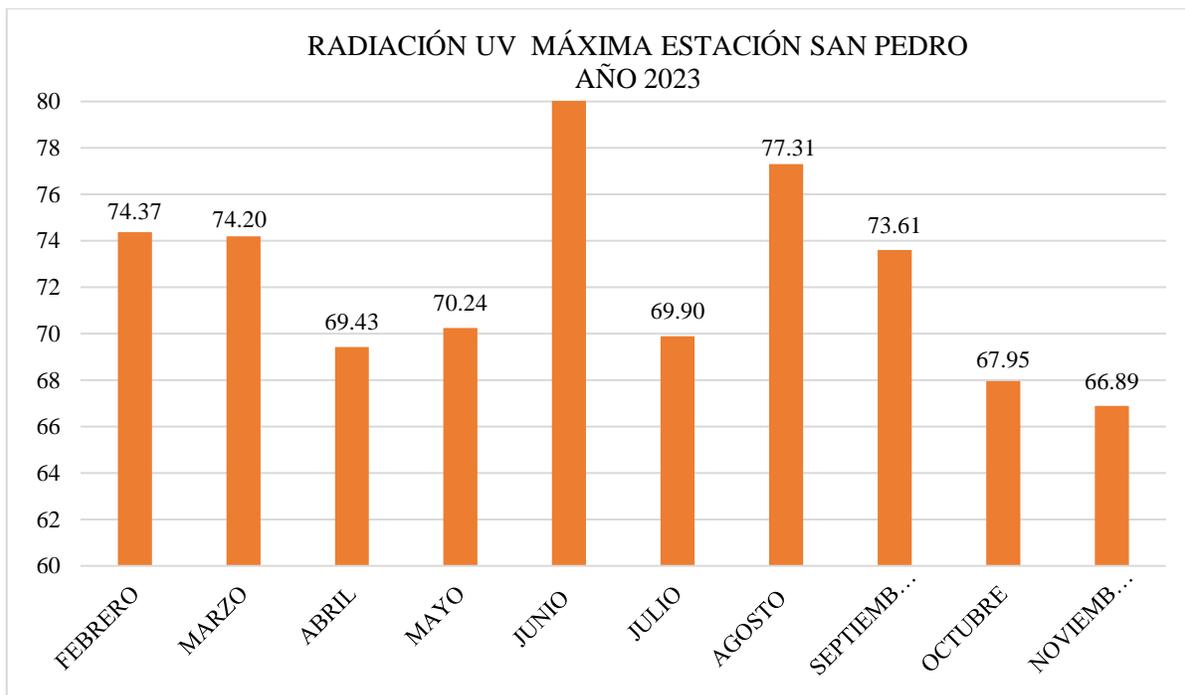
La humedad relativa media semestral fue de 88,36% durante el año 2023.

Gráfica 124. Radiación solar Estación San Pedro



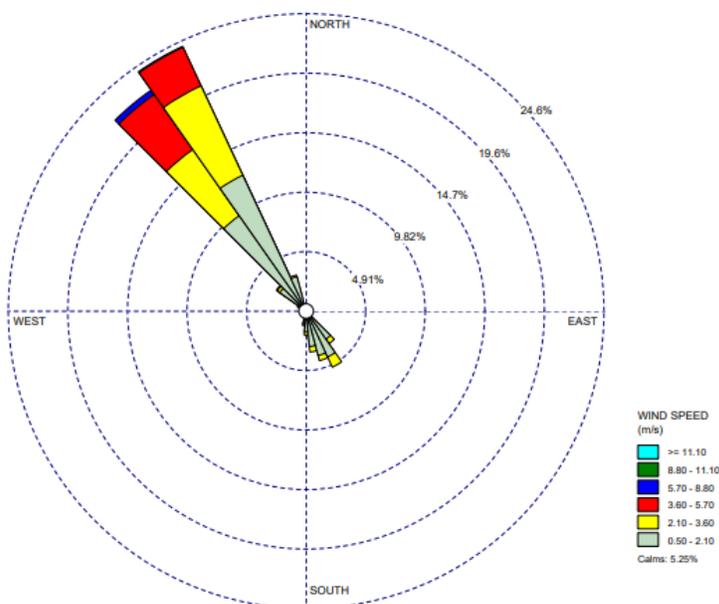
La radiación solar semestral máxima, registrada a partir de datos horarios, es de 1156 W/m² y se reportó el evento, el día 12 de mayo del 2023.

Gráfica 125. Radiación UV Estación San Pedro



La radiación UV anual máxima, registrada a partir de datos horarios en el periodo comprendido entre 01 de febrero a 30 de noviembre del 2023, es de 96.49 W/m² y se reportó el evento, el día 24 de junio del 2023.

Gráfica 126. Rosa de vientos Estación San Pedro



Según el reporte, para la estación San Pedro el rango de velocidad de viento predominante se encuentra en el rango de 2,1 m/s a 3,6 m/s. Así mismo, se evidencia su tendencia de

direccionamiento desde el Noroeste (NW).

12.2 Subcuenca Rio Negro

En la Subcuenca Rio negro, la CDMB posee dos (2) estaciones climatológicas, que reportan la información de variables meteorológicas, las cuales son: El Cairo y Santa Cruz de la Colina.

12.2.1 Estación El Cairo

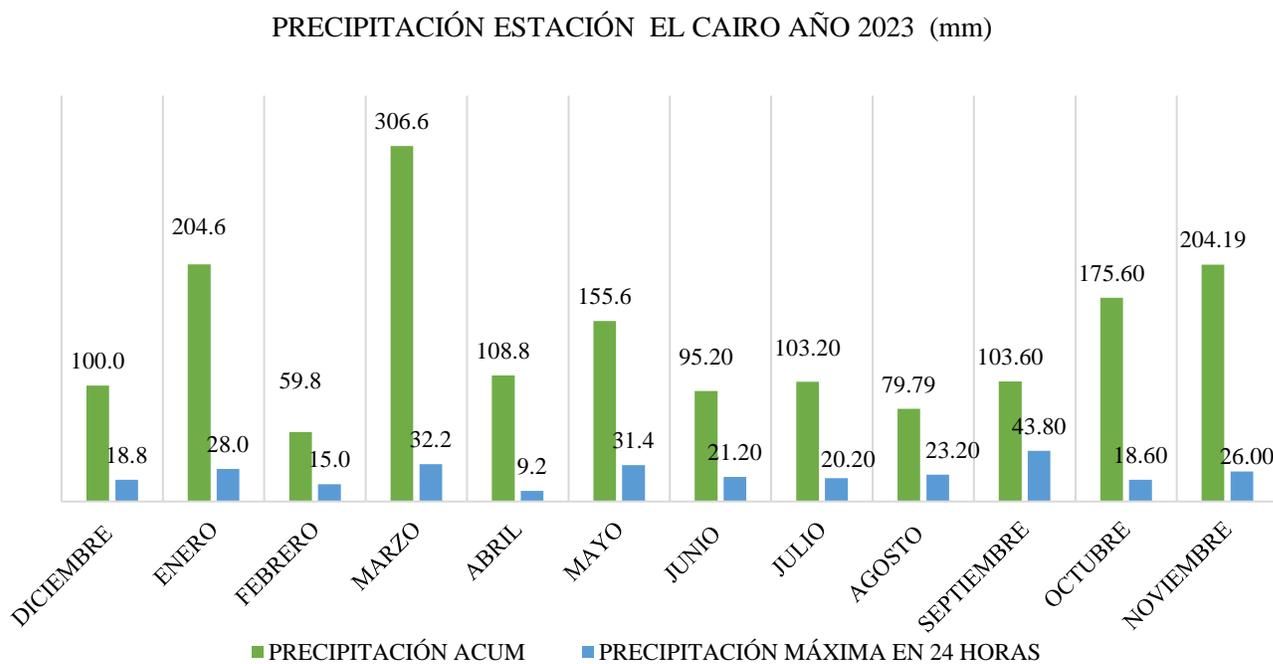


Estación climatológica automática El Cairo, se encuentra ubicada en el municipio de Rio Negro. Hace parte de la Red Hidroclimatológica de la CDMB, desde el año 2012.

Subcuenca: Río negro

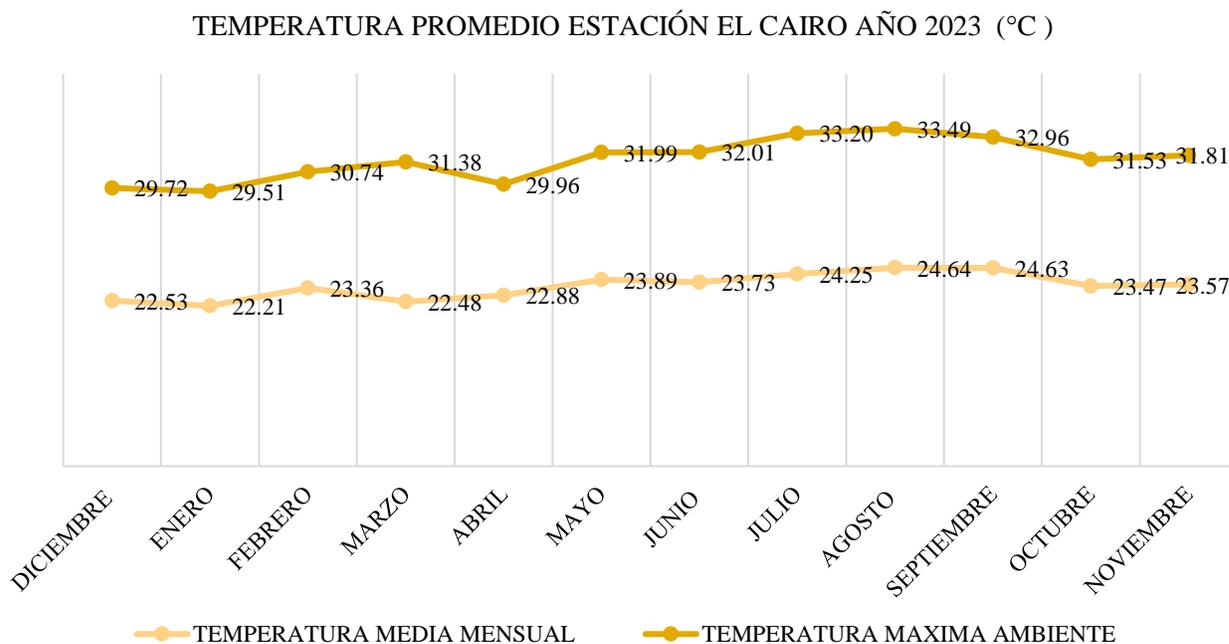
La Estación El Cairo durante el año 2023 registró información de las variables meteorológicas tales como: temperatura, precipitación, radiación UV, y velocidad de viento; el presente informe se realiza a para el periodo comprendido entre el mes de 01 de diciembre de 2022 y 30 de noviembre de 2.023.

Gráfica 127. Precipitación Estación El Cairo



La precipitación acumulada en la estación, a partir del reporte horario registrado por la estación, es de 1696,94mm. La precipitación máxima horaria es de 43,8 mm y tiene fecha de ocurrencia del día 11 de septiembre de 2.023.

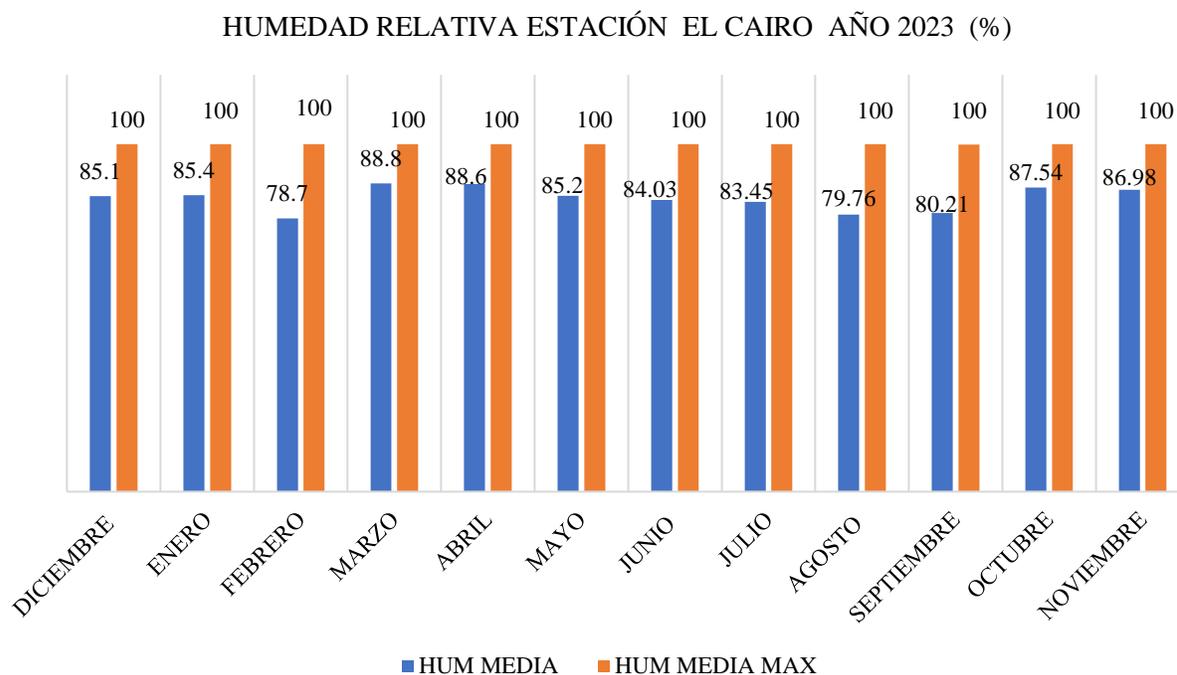
Gráfica 128. Temperatura Estación El Cairo.



La temperatura media para la estación en el año 2023 es de 23,47°C. La temperatura máxima ambiente diaria, reportada a partir de datos horarios, es de 33,49°C con fecha de

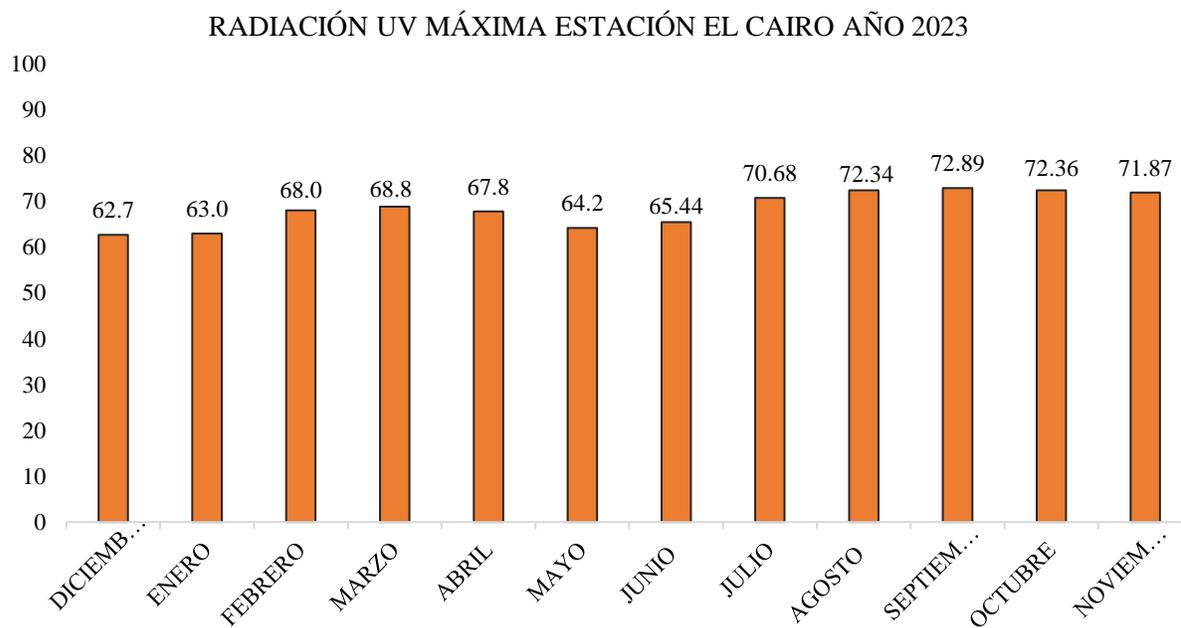
ocurrencia del 31 de agosto de 2.023.

Gráfica 129. Humedad relativa Estación El Cairo.



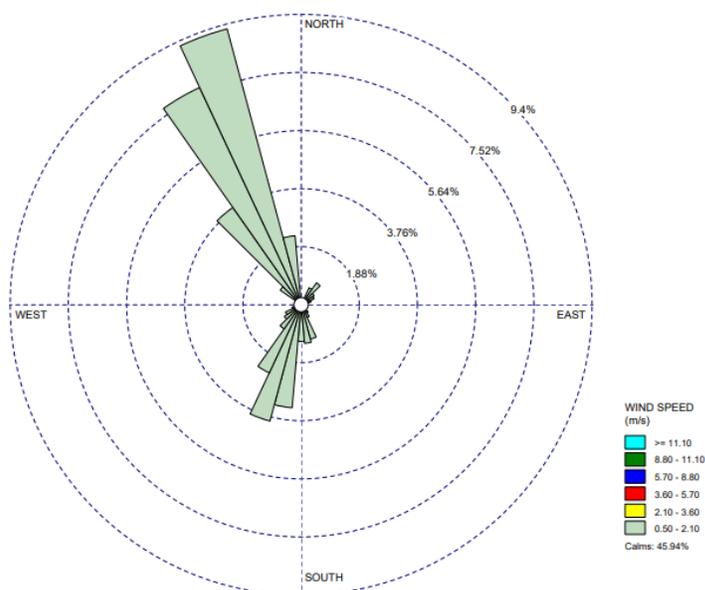
La humedad relativa media semestral fue de 84,48% durante el año 2023.

Gráfica 130. Radiación UV Estación El Cairo.



La radiación UV máxima horaria, según los registros de la estación El Cairo es de 72,89 w/m² y corresponde al día 03 de septiembre del 2023.

Gráfica 131. Rosa de vientos Estación El Cairo.



Según el reporte, para la estación El Cairo el rango de velocidad de viento predominante se encuentra en el rango de 0,5 m/s a 2,1 m/s. Así mismo, se evidencia su tendencia de direccionamiento desde el Noroeste (NW).

12.2.2 Estación Santa Cruz de la Colina

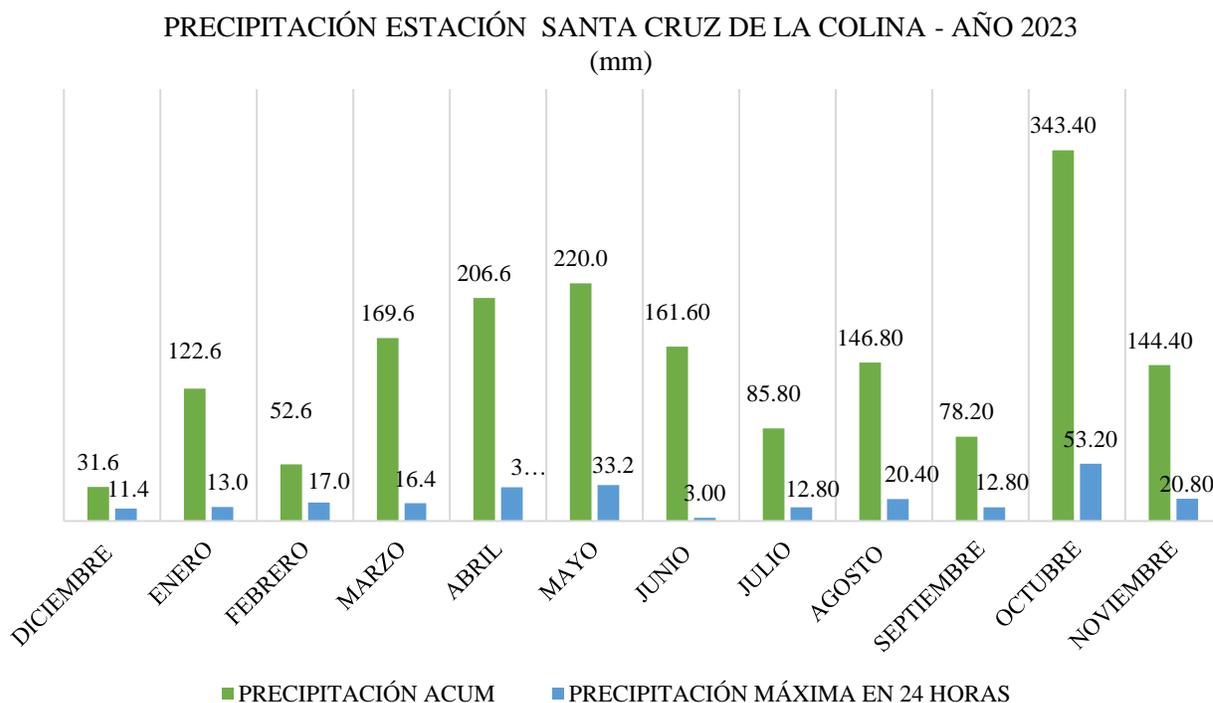


Estación climatológica automática Santa Cruz de la Colina, se encuentra ubicada en el municipio de Matanza, corregimiento de San Cruz de la Colina, en la vereda Plazuela. Hace parte de la Red Hidroclimatológica de la CDMB, desde el año 2012.

Subcuenca: Río negro

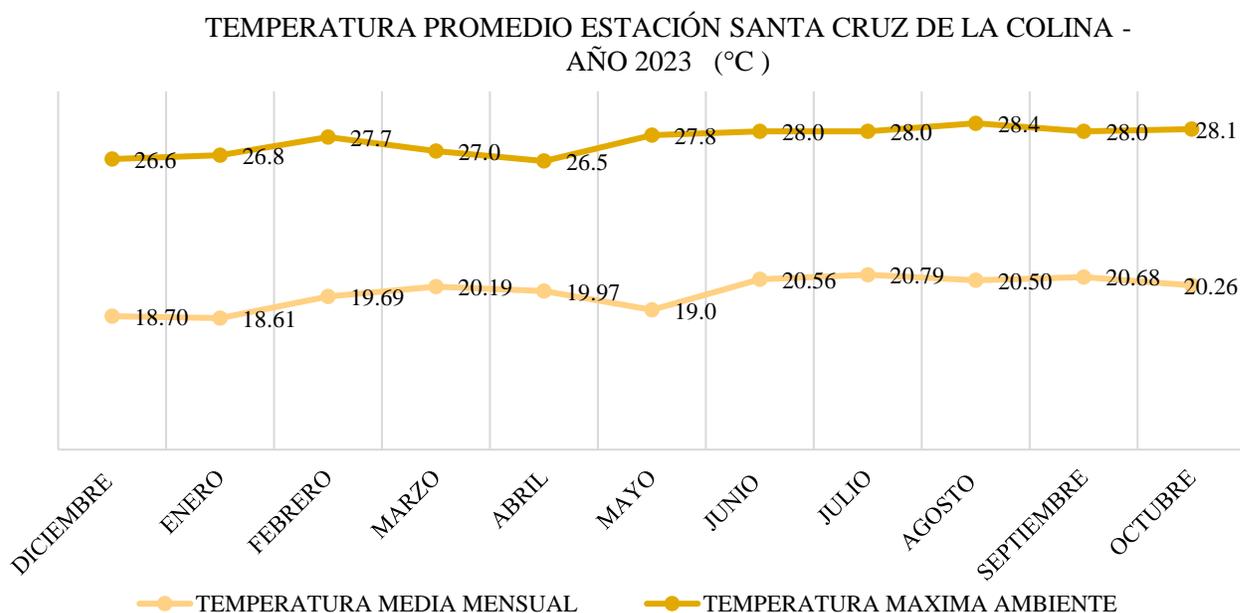
La Estación Santa Cruz de la Colina reportó información de las variables hidroclimatológicas durante el año 2023. A continuación, se presenta el análisis según la información disponible.

Gráfica 132. Precipitación Estación Santa Cruz de la Colina



La precipitación acumulada en la estación, según los datos reportados de carácter horario del año 2023, es de 1763,2 mm. La precipitación máxima horaria es de 53,2 mm y tiene fecha de ocurrencia del día 26 de octubre del 2023.

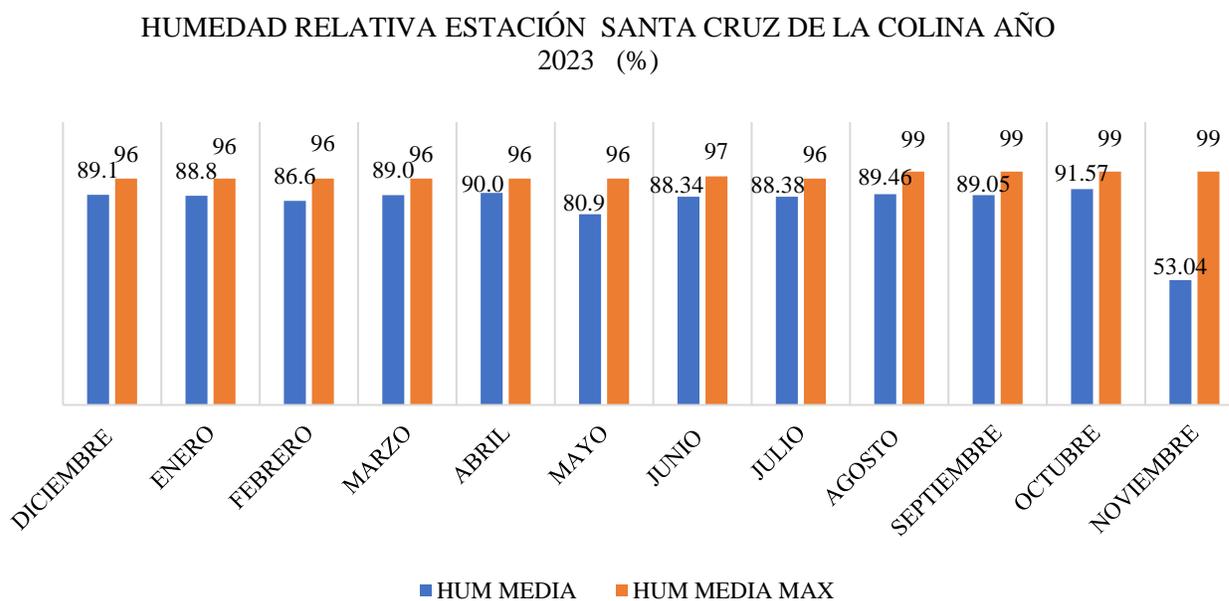
Gráfica 133. Temperatura Estación Santa Cruz de la Colina



La temperatura media semestral obtenida de los registros según los datos reportados para

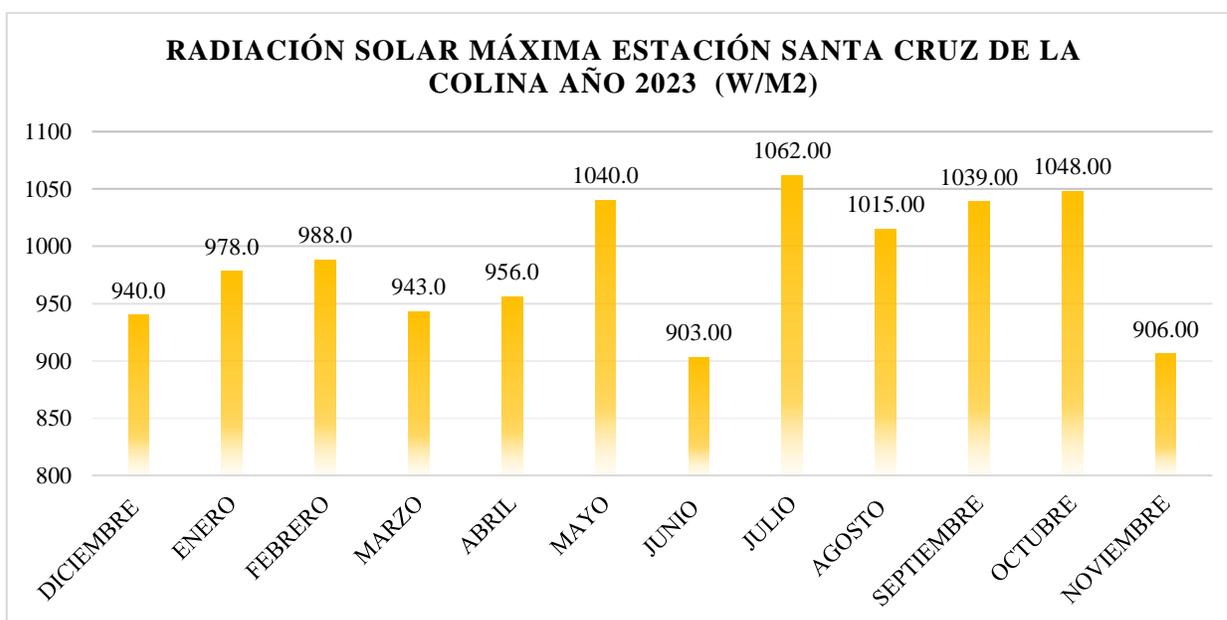
el año 2023, es de 19,23 °C. La temperatura máxima ambiente diaria reportada a partir de datos horarios es de 28,4°C con fecha de ocurrencia del día 27 de agosto del 2023.

Gráfica 134. Humedad relativa Estación Santa Cruz de la Colina



La humedad relativa media semestral fue de 85,01% durante el año 2023.

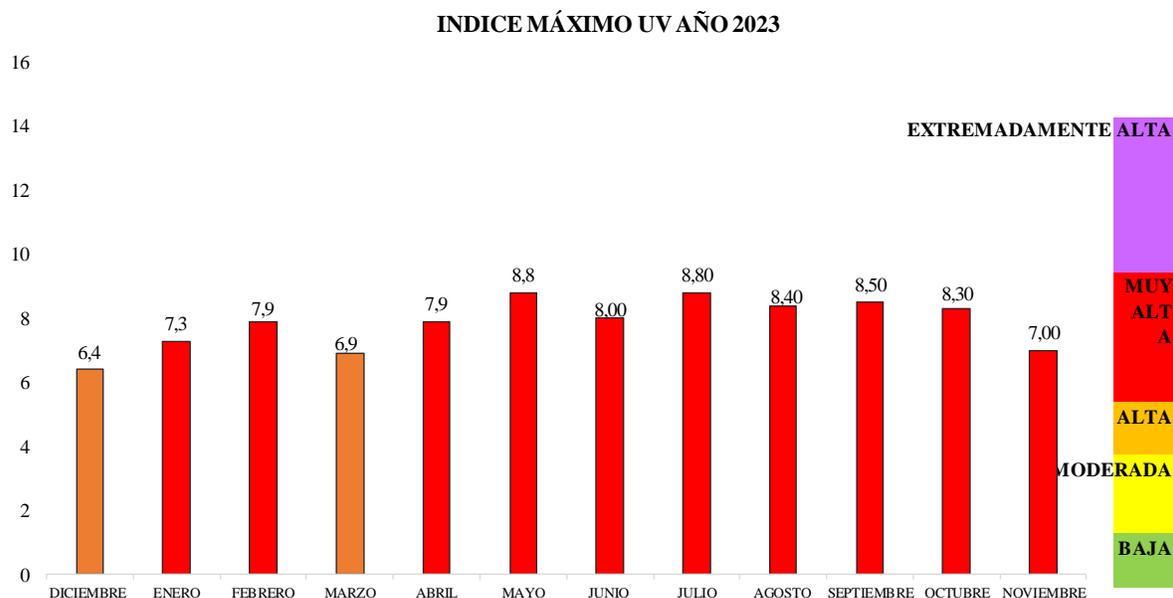
Gráfica 135. Radiación solar Estación Santa Cruz de la Colina



La radiación solar máxima horaria, registrada por la estación es de 1.062 W/m2 con fecha

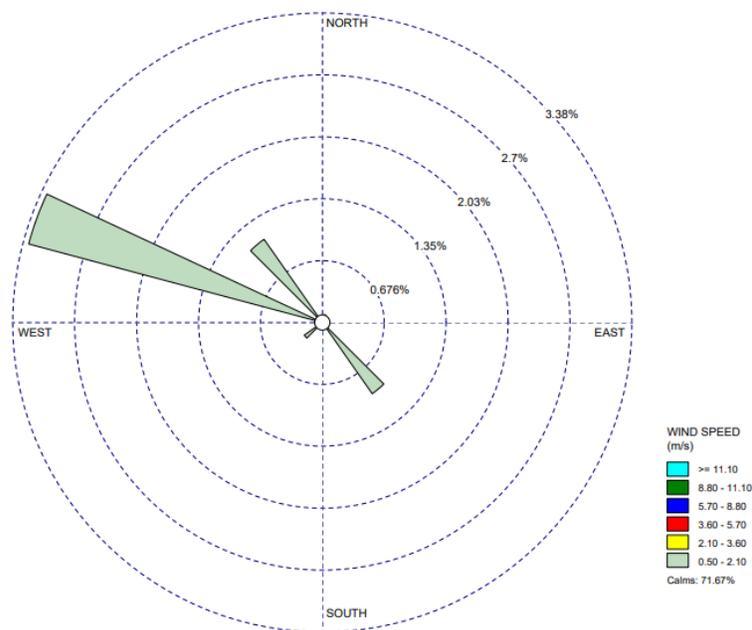
de ocurrencia del día 27 de octubre del 2023.

Gráfica 136. Índice UV Estación Santa Cruz de la Colina



El índice UV máximo registrado por la estación corresponde a 8,8 con fecha de ocurrencia el 01 de mayo del 2023, el tipo de riesgo corresponde a la categoría de exposición Muy Alta.

Gráfica 137. Rosa de vientos Estación Santa Cruz de la Colina



Según el reporte, para la estación Santa Cruz de la Colina, el rango de velocidad de viento predominante se encuentra en el rango de 0,5 m/s a 2,1 m/s. Así mismo, se evidencia su tendencia de direccionamiento desde el Noroeste (NW).

12.3 Subcuenca Río Salamaga

La Subcuenca Salamaga se monitorea mediante la estación El Diamante, ubicada en el municipio de Rionegro.

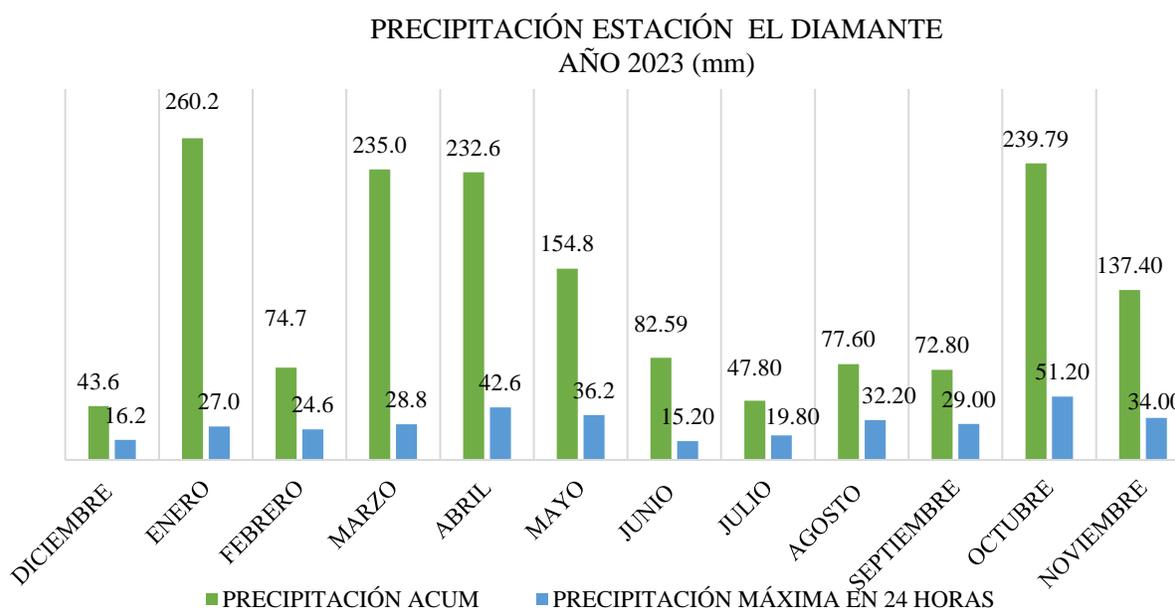
12.3.1 Estación El Diamante



Estación climatológica automática El Diamante, se encuentra en el municipio de Rionegro, en área rural, vereda El Diamante. Hace parte de la Red Hidroclimatológica de la CDMB, desde el año 2013. Su objetivo principal es la captura de datos para conocer el comportamiento de las variables meteorológicas en la Subcuenca Rio Salamaga.

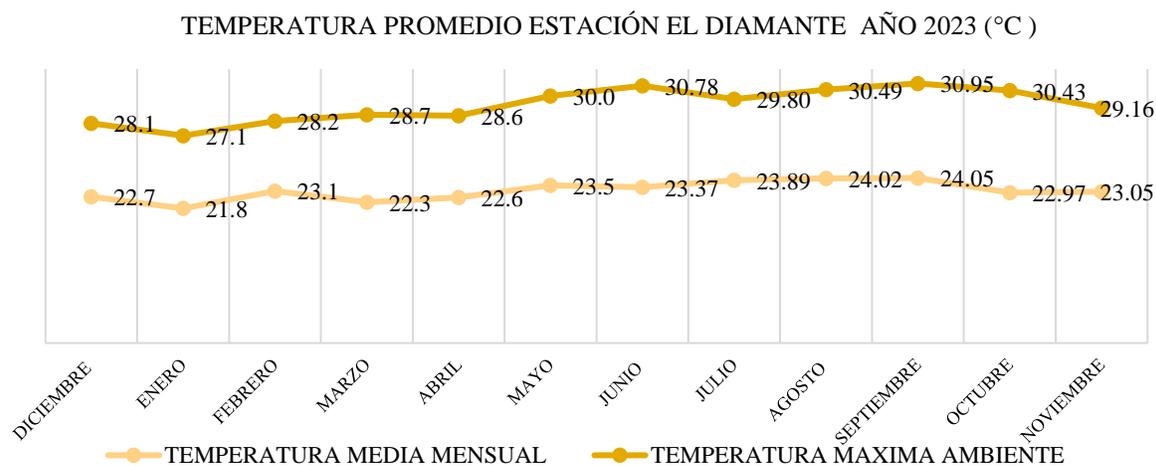
La estación Diamante reportó datos de las variables meteorológicas para el año 2023, en el periodo comprendido entre 16 de diciembre de 2022 y 30 de noviembre del año 2023. Es importante indicar que los datos del mes de diciembre del año 2.022 se presentan de carácter indicativo. El siguiente es el análisis de los datos climatológicos reportados por la estación El Diamante:

Gráfica 138. Precipitación Estación El Diamante



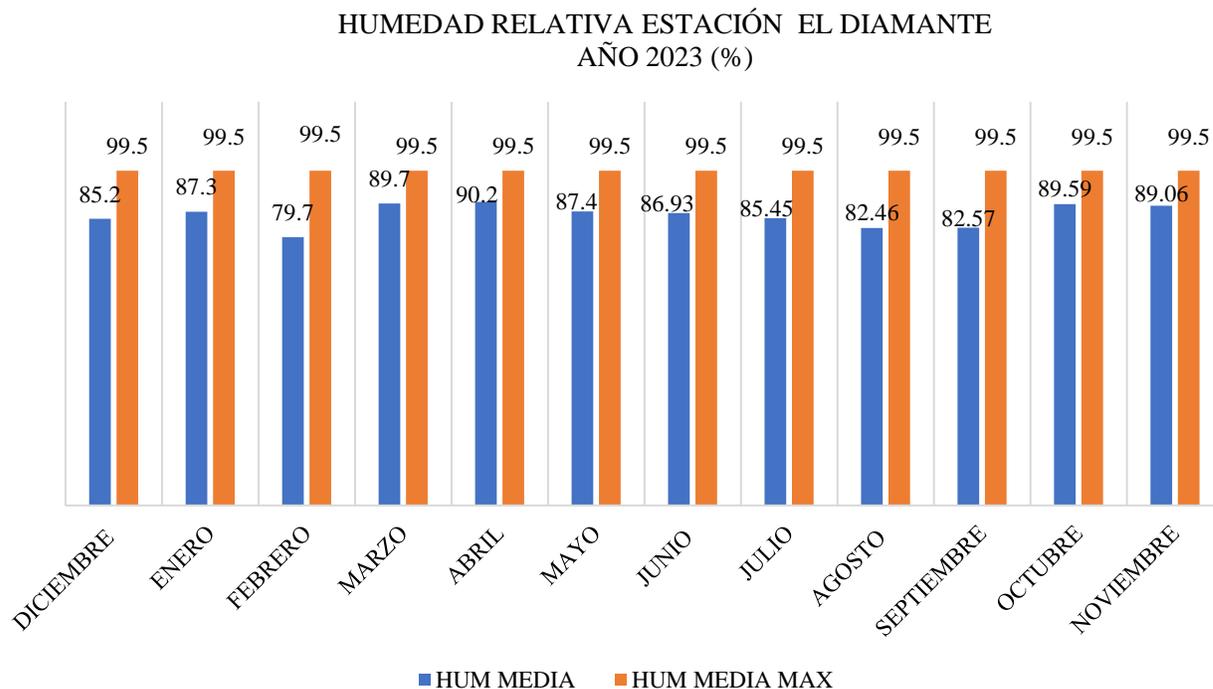
La precipitación acumulada en la estación, según los datos horarios reportados, es de 1658,82 mm. La precipitación máxima horaria es de 30,95 mm y tiene fecha de ocurrencia del día 31 de octubre del 2023.

Gráfica 139. Temperatura Estación El Diamante



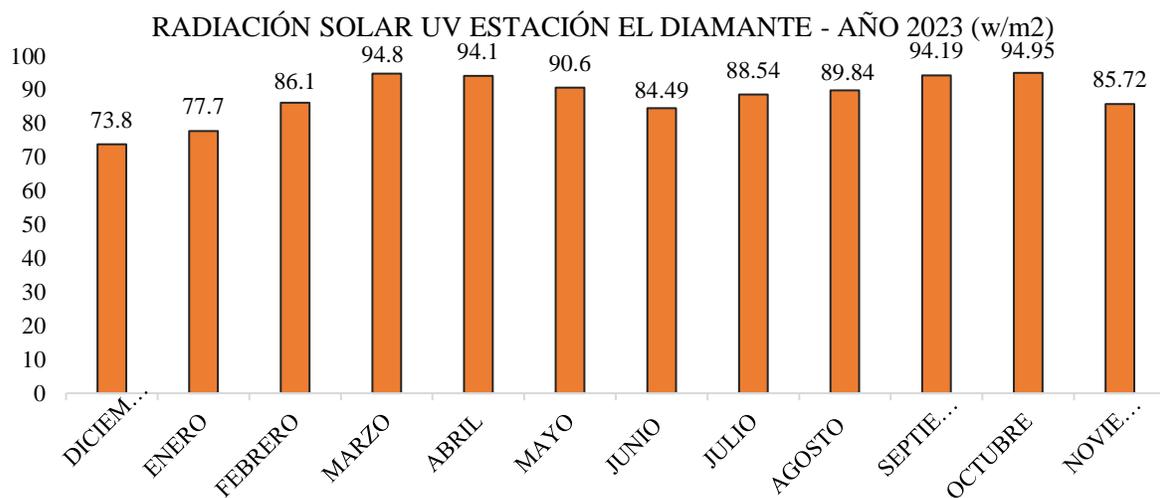
La temperatura media semestral obtenida de los registros horarios disponibles es de 23,11°C. La temperatura máxima ambiente diaria reportada a partir de datos horarios es de 30,95 °C con fecha de ocurrencia del día 06 de septiembre de 2023.

Gráfica 140. Humedad relativa Estación El Diamante.



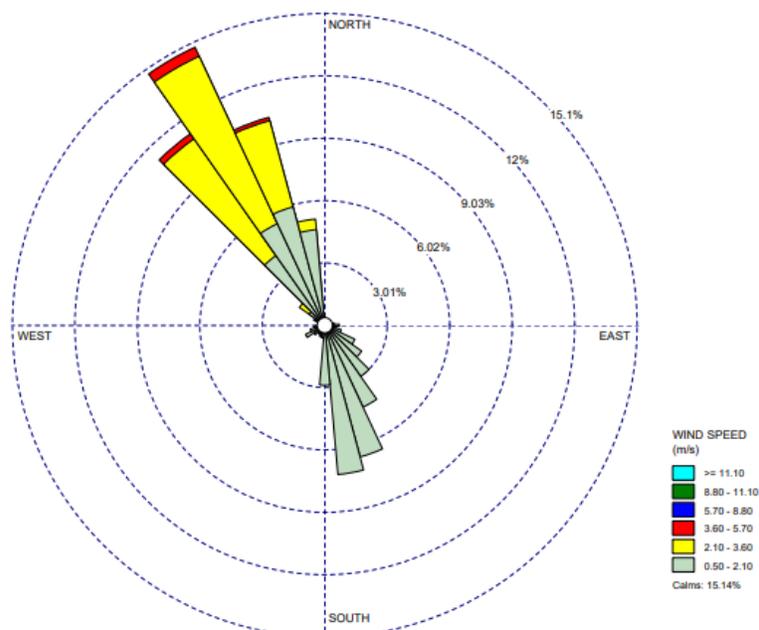
La humedad relativa media anual, según el reporte de la estación para el año 2023, corresponde a 86,3%.

Gráfica 141. Radiación UV Estación Diamante.



La radiación UV máxima horaria registrada por la estación es de 94,95 w/m² con fecha de ocurrencia del día 04 de octubre del 2023.

Gráfica 142. Rosa de vientos Estación Diamante.



Con base en la información meteorológica obtenida en la estación El Diamante del municipio de Rionegro, se construyó la rosa de vientos correspondiente al año 2023, según el reporte, se evidencia que el rango de velocidad de viento con mayor representatividad o predominante se encuentra en el rango de 2,1 m/s a 3,6 m/s. Así mismo, se evidencia predominancia de direccionamiento desde el Noroeste (NW).

12.4 Subcuenca Río Suratá

En la subcuenca Río Suratá la CDMB se monitorea por dos (2) estaciones climatológicas en la parte alta y media de la subcuenca, las cuales son: Estación Lago Alto y El Roble. A continuación, se presentan los siguientes resultados que corresponden al año 2023.

12.4.1 Estación Lago Alto

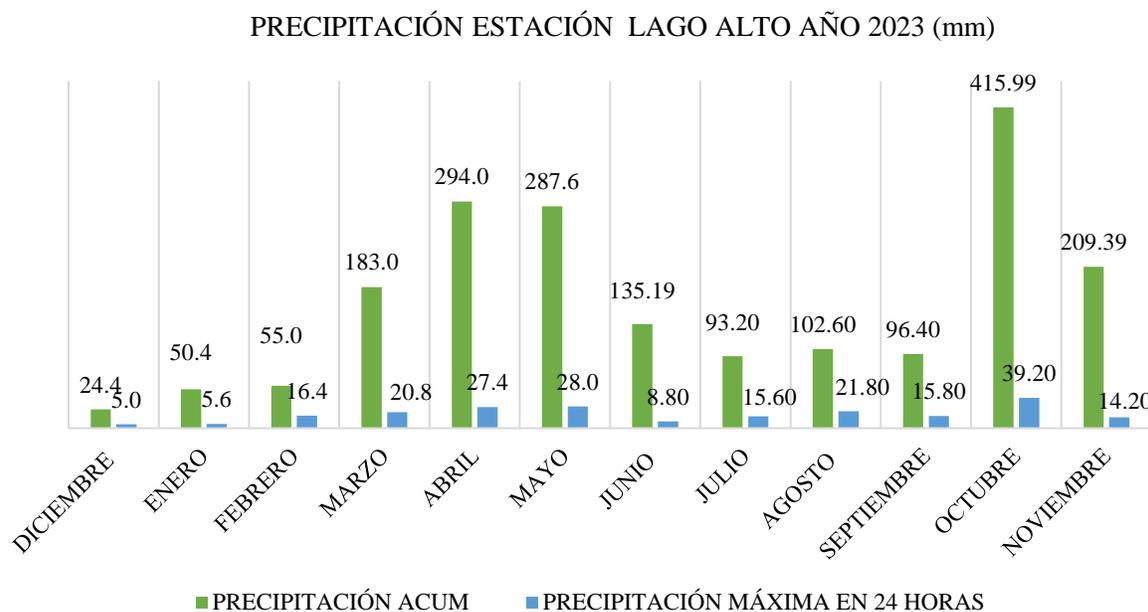


Estación climatológica automática Lago Alto, se encuentra ubicada en el municipio de Suratá, en territorio rural, vereda Agua Blanca. Hace parte de la Red Hidroclimatológica de la CDMB, desde el año 2011. Tiene como objetivo monitorear la parte alta de la subcuenca.

La información registrada para esta estación durante el año 2023, que comprende el periodo desde el 01 de diciembre de 2022 hasta el 30 de noviembre de 2023, se presenta

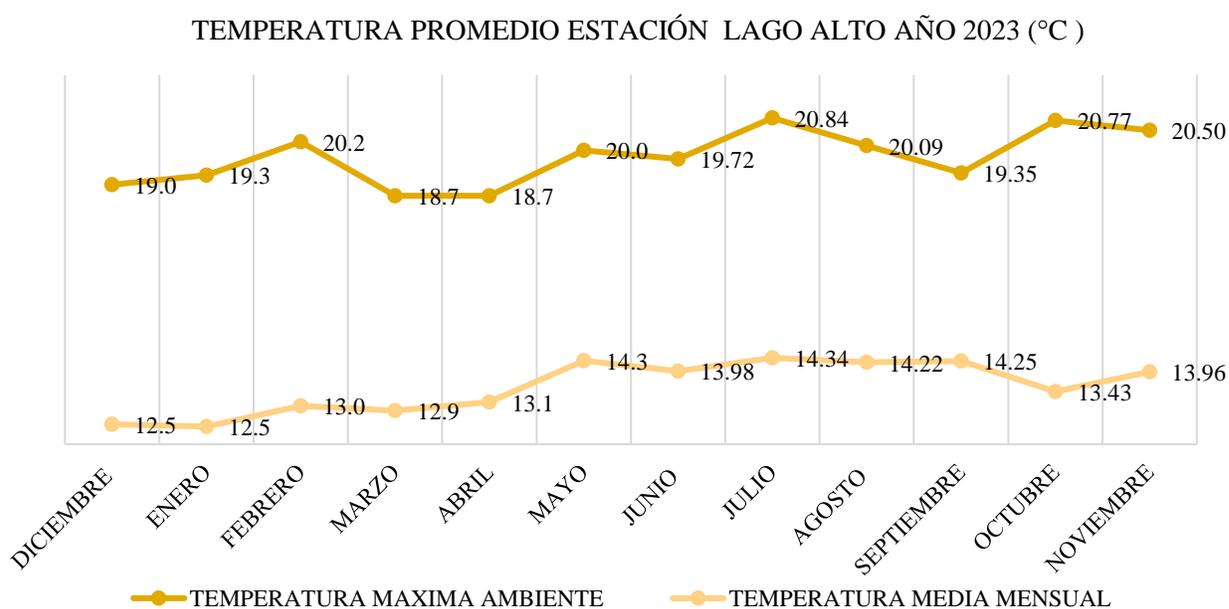
a continuación:

Gráfica 143. Precipitación Estación Lago Alto.



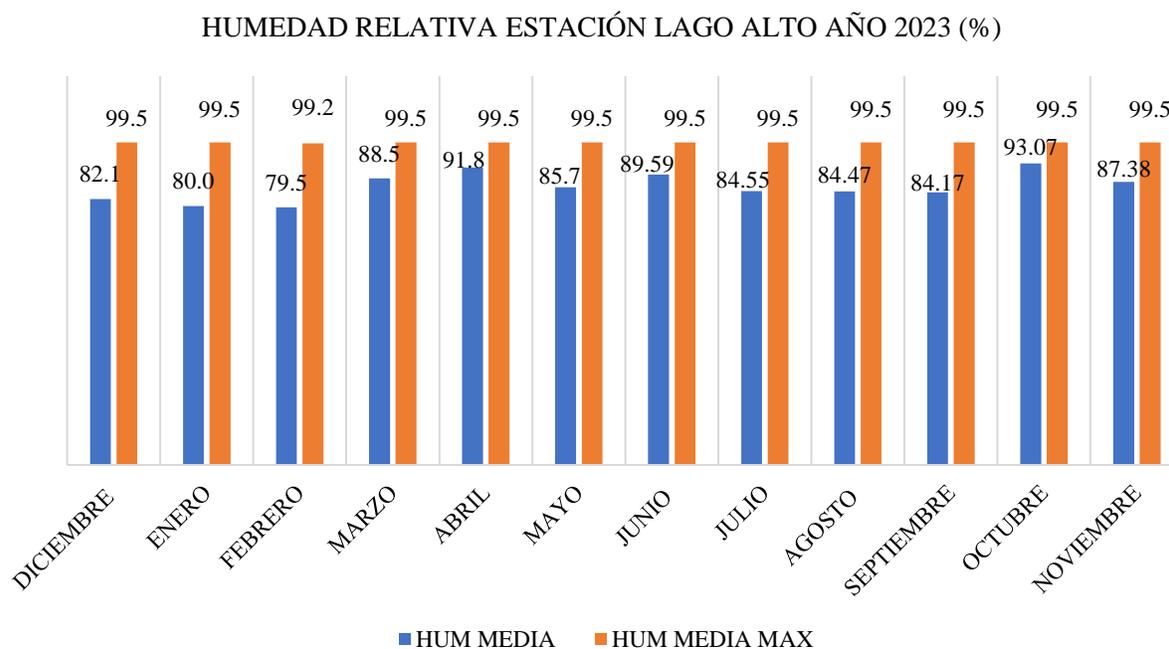
La estación Lago Alto, reporta una precipitación acumulada de 1947,16 mm a partir del reporte horario registrado por la estación. De acuerdo con los datos almacenados la precipitación máxima horaria fue 39,2 mm con fecha de ocurrencia el día 09 de octubre de 2023.

Gráfica 144. Temperatura Estación Lago Alto.



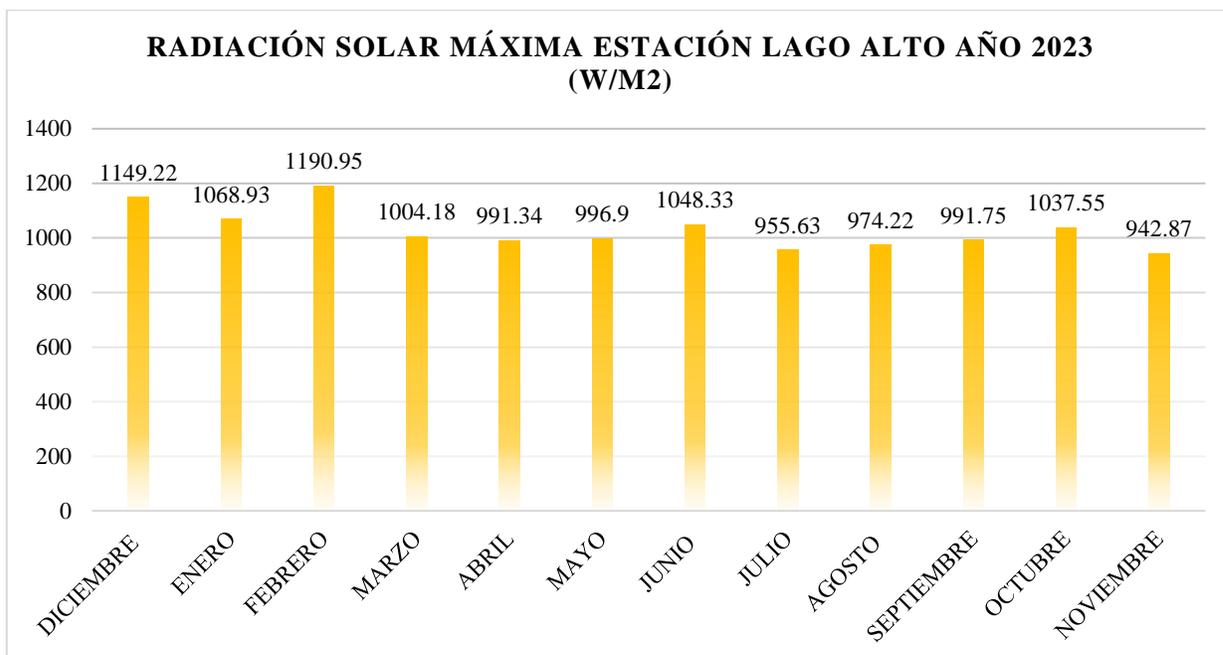
Se evidencia que la temperatura máxima ambiente diaria, reportada a partir de datos horarios, corresponde a 20,84 °C, registrado el día 24 de julio de 2023. Así mismo, el valor promedio de la variable para el año 2023 es de 13,55 °C.

Gráfica 145. Humedad relativa Estación Lago Alto



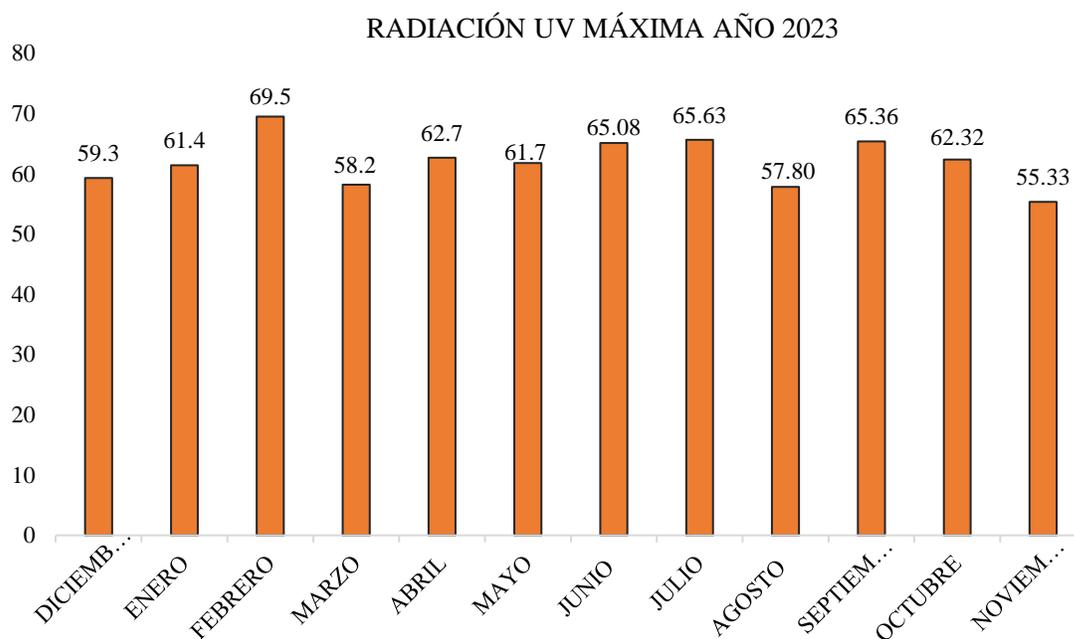
El promedio de humedad relativa semestral registrada por la estación para el año 2023 es de 85,89 %.

Gráfica 146. Radiación solar Estación Lago Alto



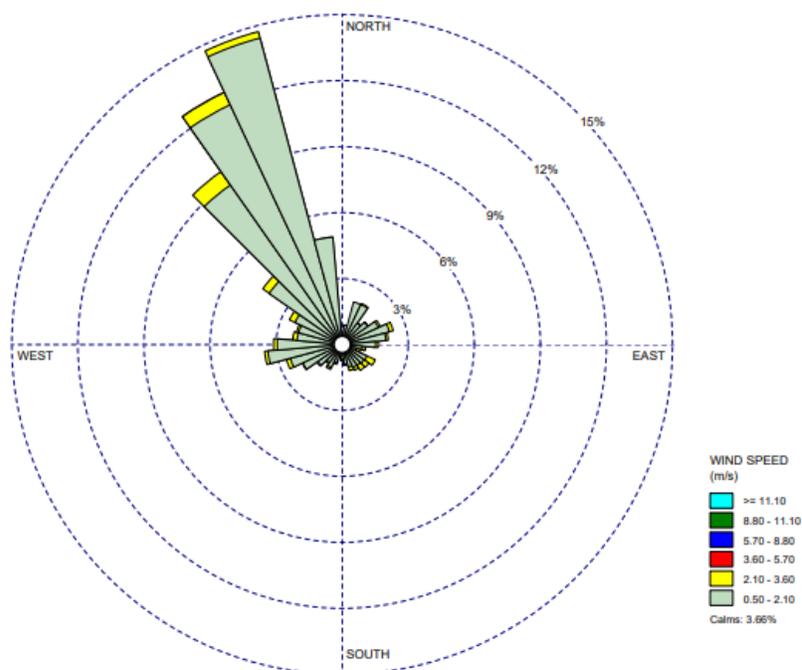
La radiación solar máxima horaria reportada por la estación Lago Alto corresponde a 1.191 W/m² la cual se registró el día 26 de febrero de 2023.

Gráfica 147. Radiación UV Estación Lago Alto



La radiación UV máxima horaria reportada por la estación Lago Alto corresponde a 69,46 W/m² la cual se registró el día 06 de febrero de 2023.

Gráfica 148. Rosa de vientos Estación Lago Alto



Para la estación Lago Alto se evidencia que el rango de velocidad de viento con mayor representatividad o predominante se encuentra en el rango de 0,5 m/s a 2,1 m/s. La dirección predominante del viento Noroeste (NW).

12.4.2 Estación El Roble

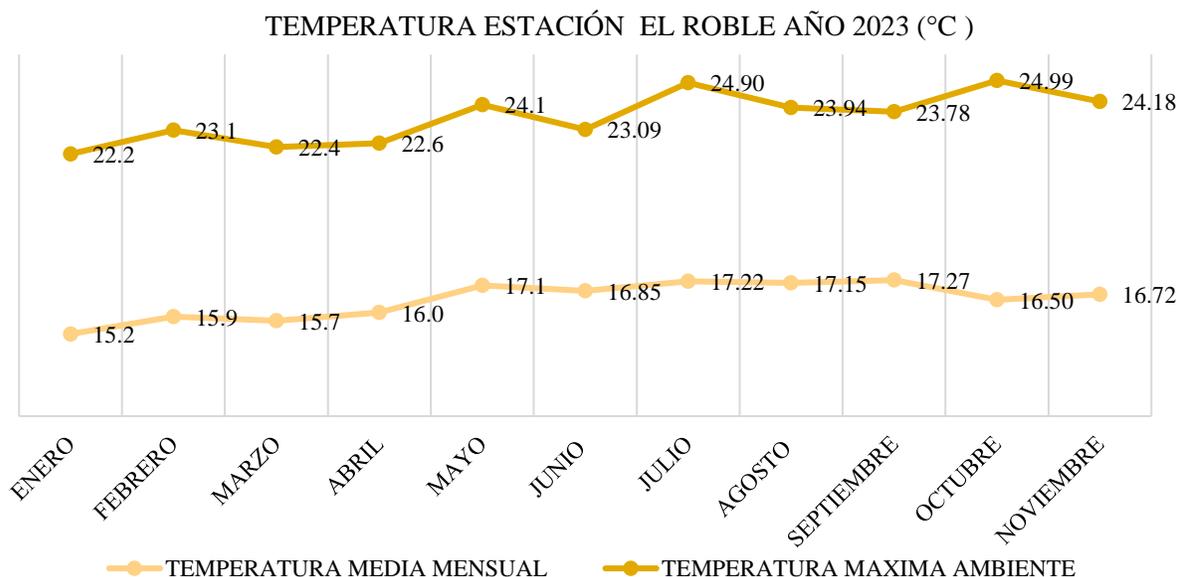


Estación climatológica automática El Roble, se encuentra ubicada en el municipio de Charta, en la vereda El Roble. Hace parte de la Red Hidroclimatológica de la CDMB desde el año 2011.

Subcuenca: Río Surata

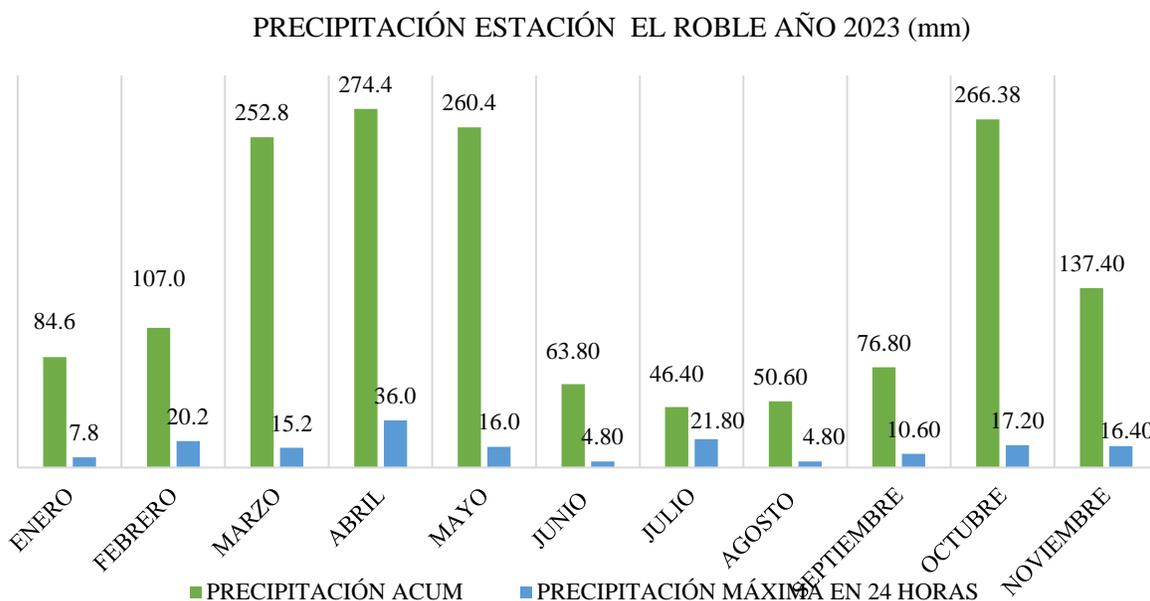
Se presenta la información correspondiente al reporte de datos para el año 2023, periodo comprendido entre el 16 de diciembre de 2022 y 30 de noviembre de 2023. Es importante precisar que la estación reportó fallas en equipo durante el mes de diciembre, por ello para las variables precipitación, temperatura y radiación solar el mes de diciembre se presenta de carácter indicativo. A continuación, se evidencia el reporte de la estación en el periodo registrado.

Gráfica 149. Temperatura Estación El Roble



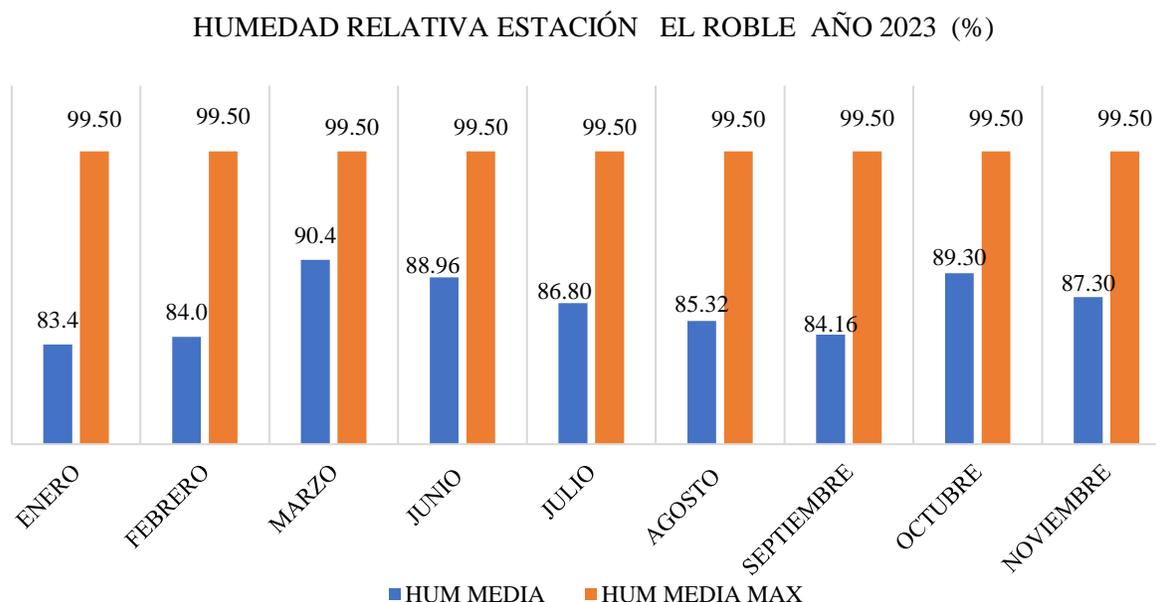
La temperatura media para el periodo registrado en el año 2023 corresponde a 16,44 °C. Así mismo, se evidencia que la temperatura máxima ambiente diaria reportada a partir de datos horarios fue de 24,99 °C, el día 13 de octubre de 2023.

Gráfica 150. Precipitación Estación El Roble



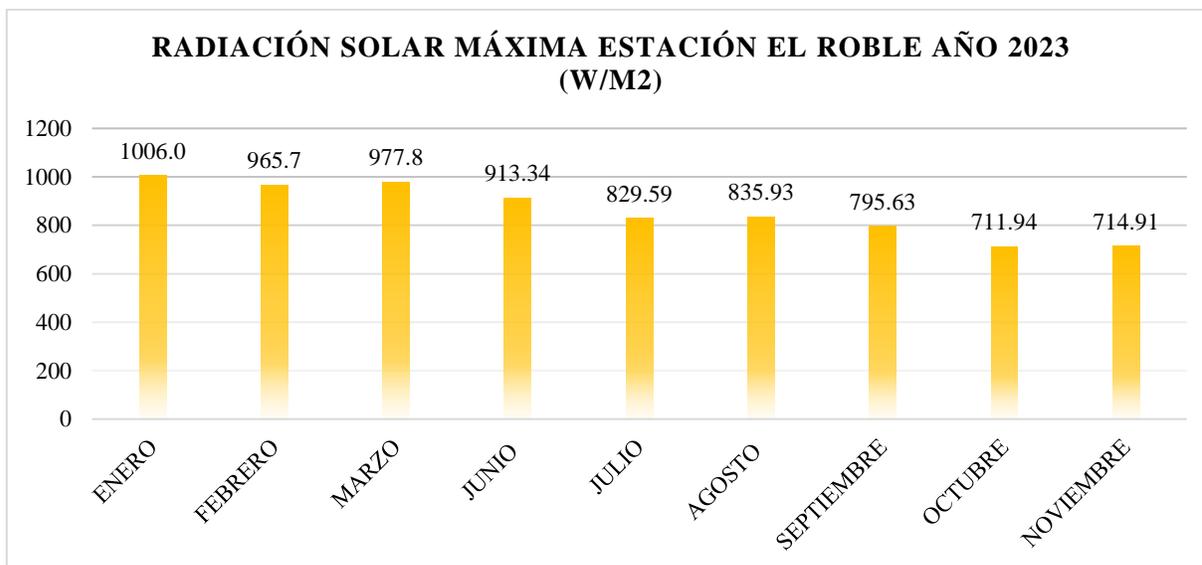
La estación El Roble reporta precipitación acumulada de 1620,53mm, según el reporte horario registrado por la estación, en el año 2023. Así mismo, el valor máximo horario es de 36 mm, con fecha de ocurrencia el 15 de abril del presente año.

Gráfica 151. Humedad relativa Estación El Roble



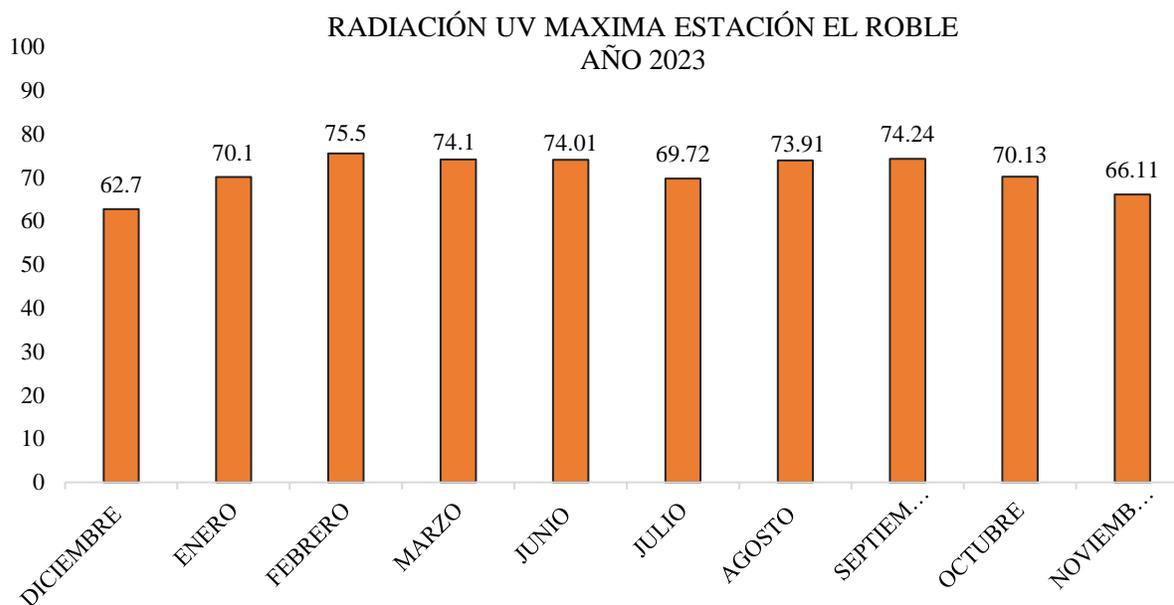
Se determinó la humedad relativa media para el periodo registrado del año 2023 corresponde a 86,79%.

Gráfica 152. Radiación solar Estación El Roble



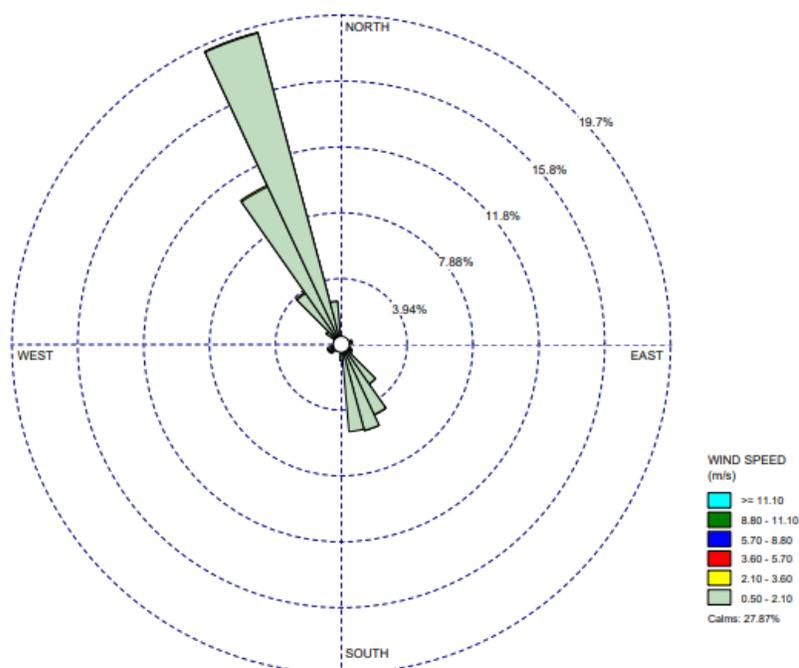
La radiación solar máxima horaria reportada por la estación El Roble para el periodo registrado del año 2023 corresponde a 1.040 W/m² la cual se registró el día 13 de junio de 2023.

Gráfica 153. Radiación UV Estación El Roble



La radiación UV máxima horaria reportada por la estación El Roble para el periodo registrado del año 2023 corresponde a 77,26 W/m² la cual se registró el día 21 de enero de 2023.

Gráfica 154. Rosa de vientos Estación El Roble



Para la estación El Roble en el periodo registrado para el año 2023 se evidencia que el rango de velocidad de viento con mayor representatividad o predominante se encuentra en el rango de 0,5 m/s a 2,1 m/s. La dirección predominante del viento Noroeste (NW).

12.5 Subcuenca Lebrija Alto

La Subcuenca Lebrija Alto, la CDMB posee tres (3) estaciones climatológicas que reportan la información de variables meteorológicas, las cuales son: El pantano, Portugal y El Aburrido.

12.5.1 Estación El Pantano

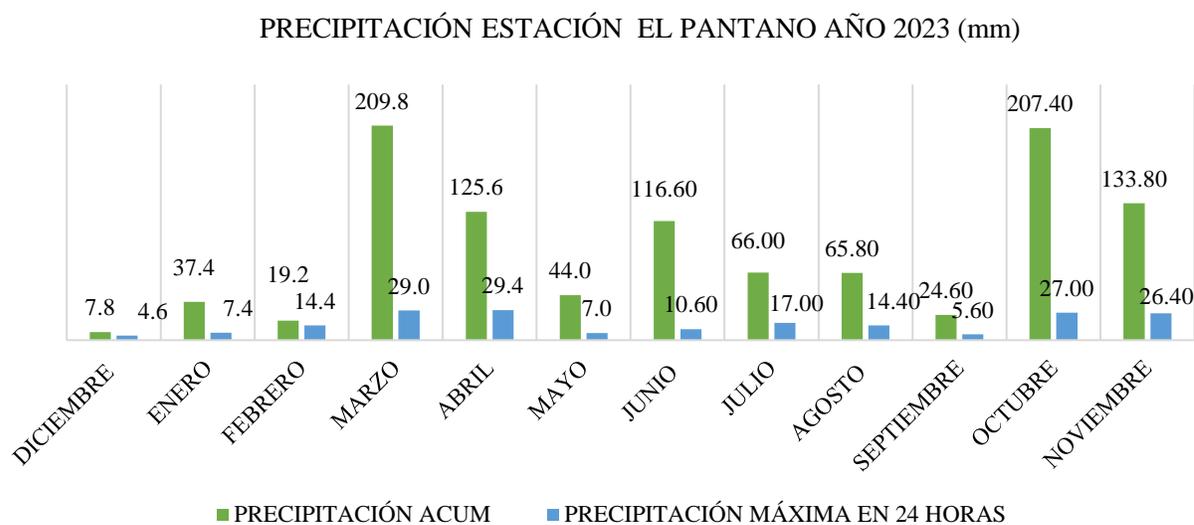


Estación climatológica automática El Pantano, se encuentra ubicada en el municipio de Girón. Hace parte de la Red Hidroclimatológica de la CDMB, desde el año 2011. Tiene como objetivo monitorear la parte media de la subcuenca.

Cuenca: Río Lebrija
Subcuenca: Río Lebrija Alto
Microcuenca: Quebrada La Angula

Para esta estación, se realiza el análisis de información reportada de forma constante para el año 2023. De acuerdo con esto, se realizó el análisis de las variables hidrometeorológicas con información reportada.

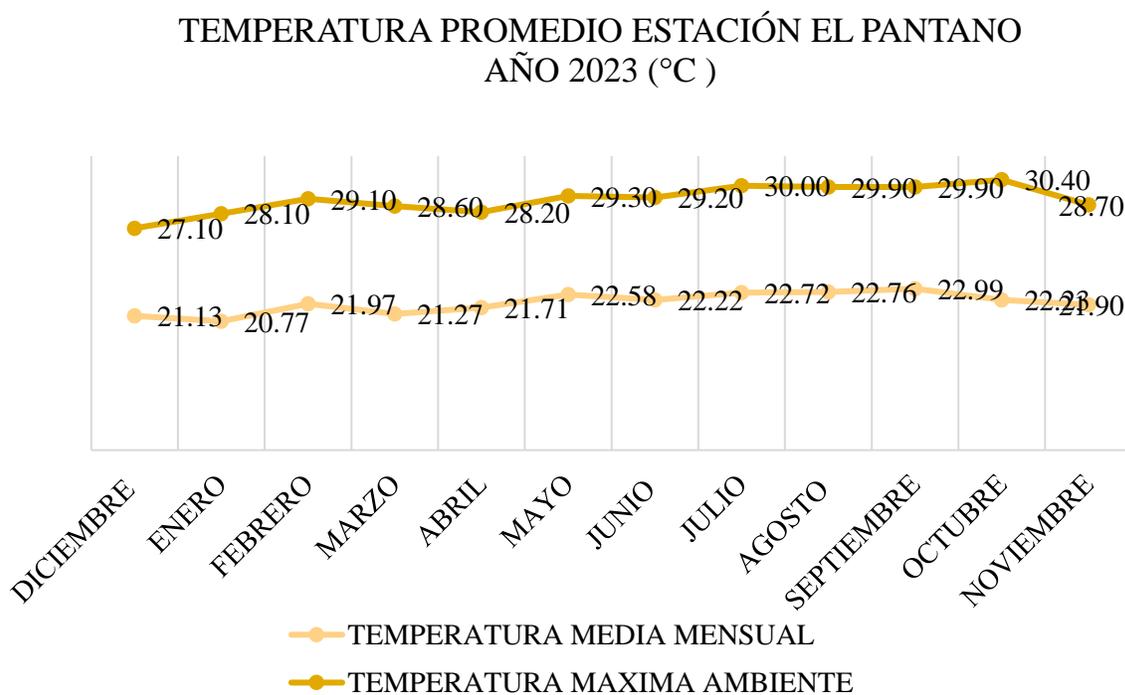
Gráfica 155. Precipitación Estación El Pantano.



La precipitación acumulada reportada para el año 2023 es de 1058 mm, según los datos reportados por la estación. Así mismo, la precipitación máxima horaria corresponde a 29,4

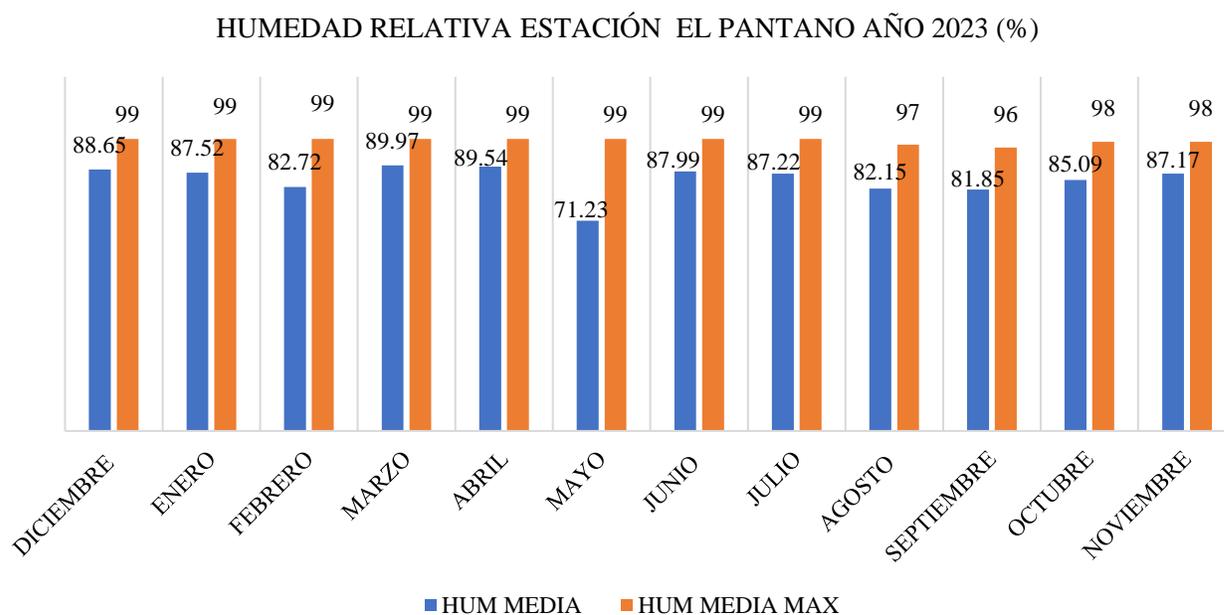
mm y se reportó el día 21 de abril de 2023.

Gráfica 156. Temperatura Estación El Pantano.



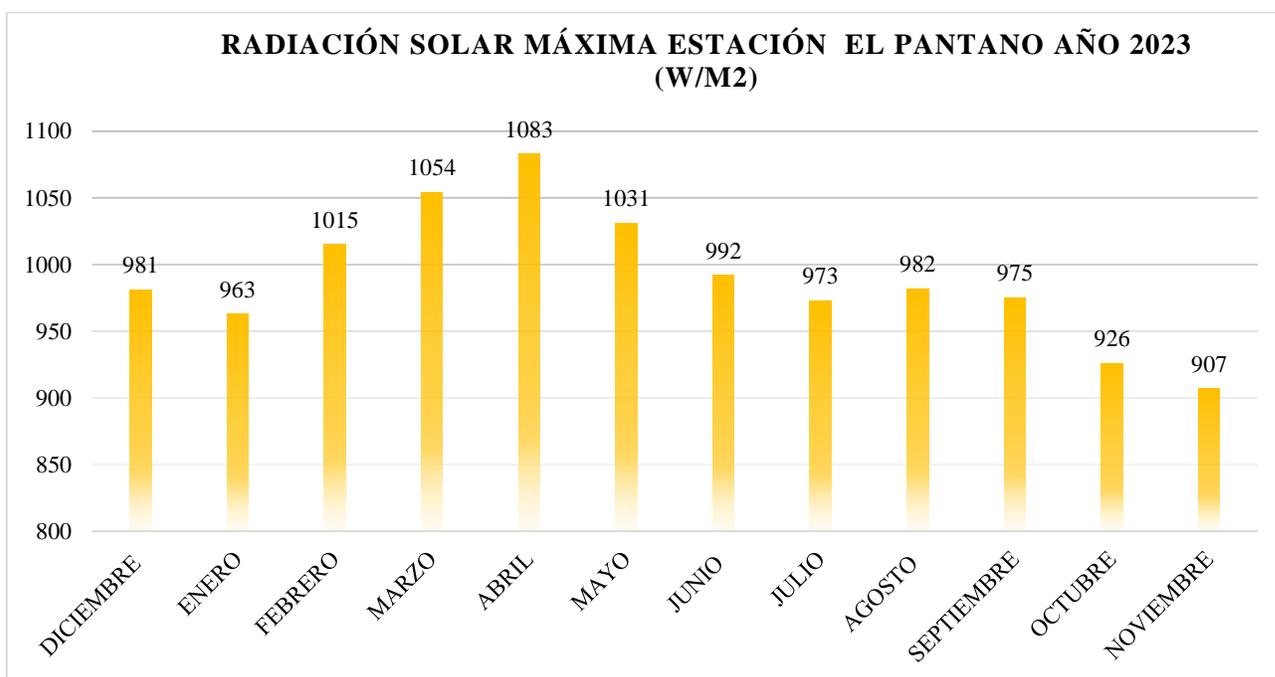
La temperatura promedio reportada para el periodo registrado es de 22,58°C, la temperatura máxima ambiente diaria reportada a partir de datos horarios es de 30,4 °C, cuya fecha de ocurrencia fue el día 13 de octubre de 2023.

Gráfica 157. Humedad relativa Estación El Pantano.



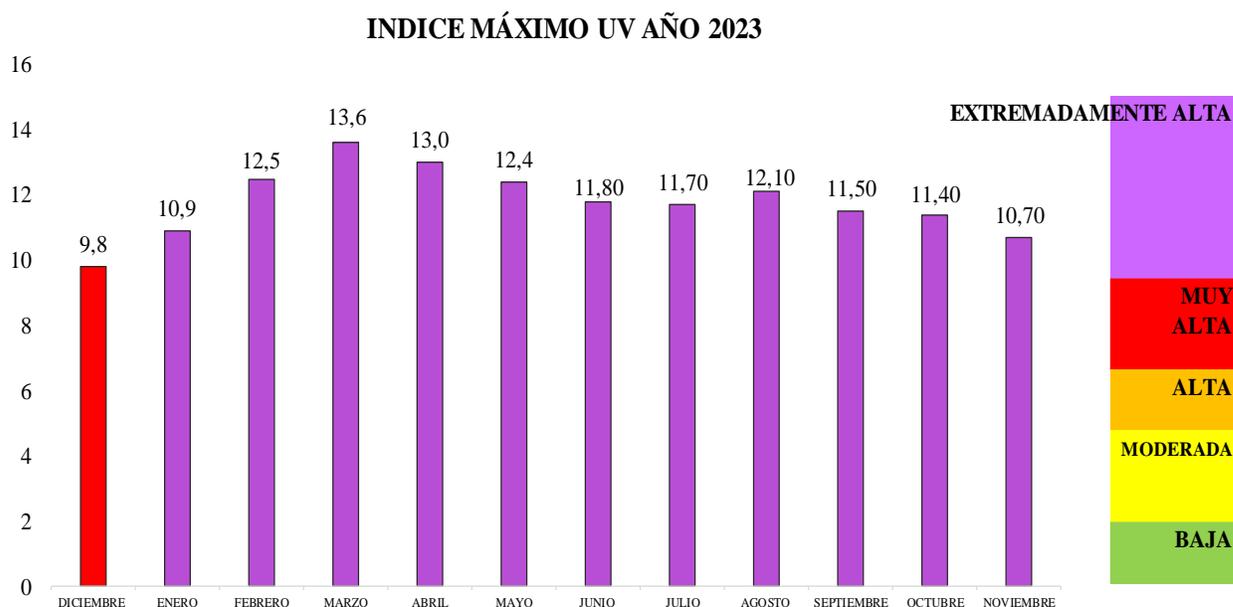
La humedad relativa media para el año 2023, corresponde a 85,09%

Gráfica 158. Radiación Solar Estación El Pantano.



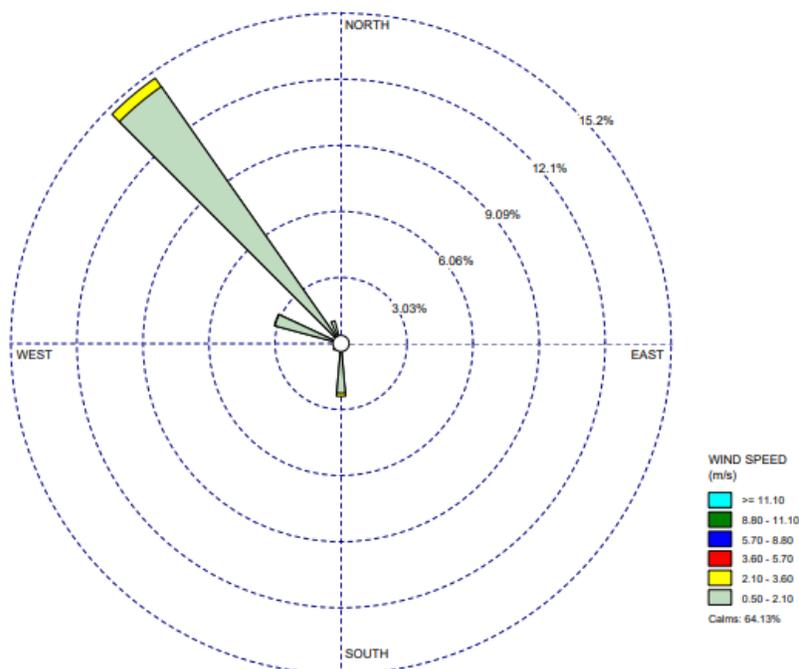
La radiación solar máxima horaria reportada por la estación para el año 2023 corresponde a 1.083 W/m2 la cual se registró el día 02 de abril del 2023.

Gráfica 159. Índice UV Estación El Pantano.



El índice UV máximo horario registrado por la estación corresponde a 13,6 con fecha de ocurrencia el día 06 de marzo de 2023, hora 1:00 p.m., el tipo de riesgo corresponde a la categoría de exposición **Extremadamente alta**. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Organización Meteorología Mundial (OMM) y la Comisión Internacional para la Protección de la energía no ionizante (ICNIRP, por sus siglas en inglés), se hace necesario promover acciones enfocadas a la prevención de enfermedades, especialmente aquellas de la piel, se requiere tomar medidas de protección extra como el uso de protector solar, evitar la exposición de sol de 10:00 a.m. a 2:00 p.m. de manera directa.

Gráfica 160. Rosa de vientos Estación El pantano



Para la estación El pantano se evidencia que el rango de velocidad de viento con mayor representatividad o predominante se encuentra en el rango de 0,5 m/s a 2,1 m/s. La dirección predominante del viento corresponde al Noreste (NW).

12.5.2 Estación Portugal

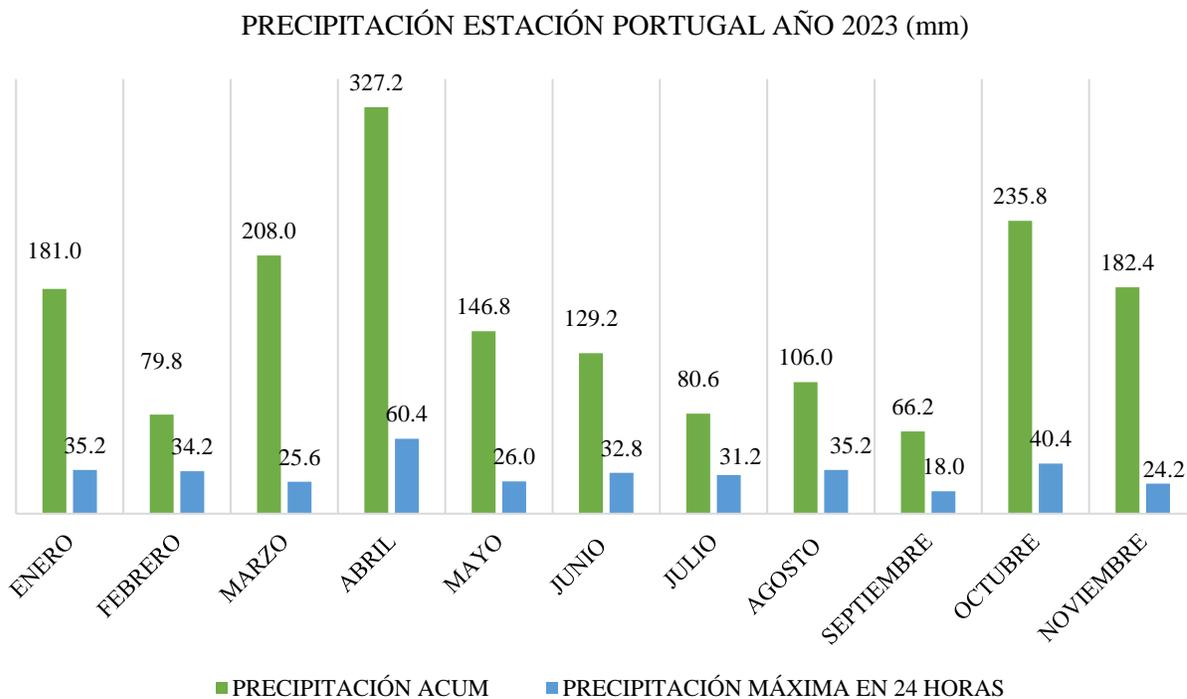


Estación climatológica automática Portugal, se encuentra ubicada en el municipio de Lebrija, área rural, vereda San Lorenzo. Hace parte de la Red Hidroclimatológica de la CDMB, desde el año 2013.

Cuenca: Río Lebrija
Subcuenca: Río Lebrija Alto

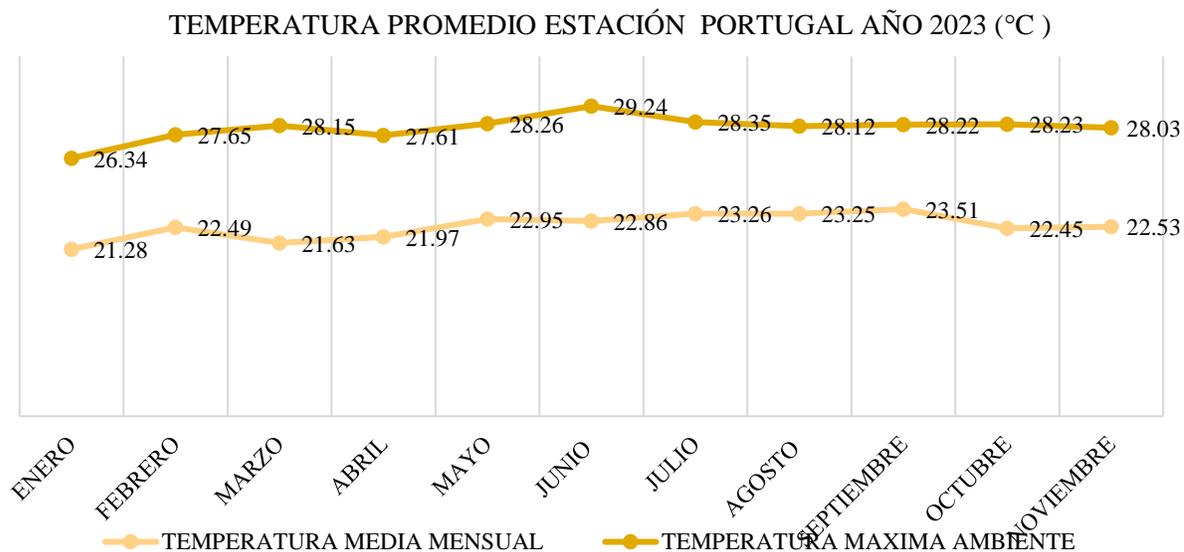
La estación Portugal reportó datos para el año 2023, periodo comprendido entre el 01 de diciembre de 2022 a 30 de noviembre de 2023. Por ello, a continuación, se realiza el reporte semestral de las variables hidroclimatológicas:

Gráfica 161. Precipitación Estación Portugal



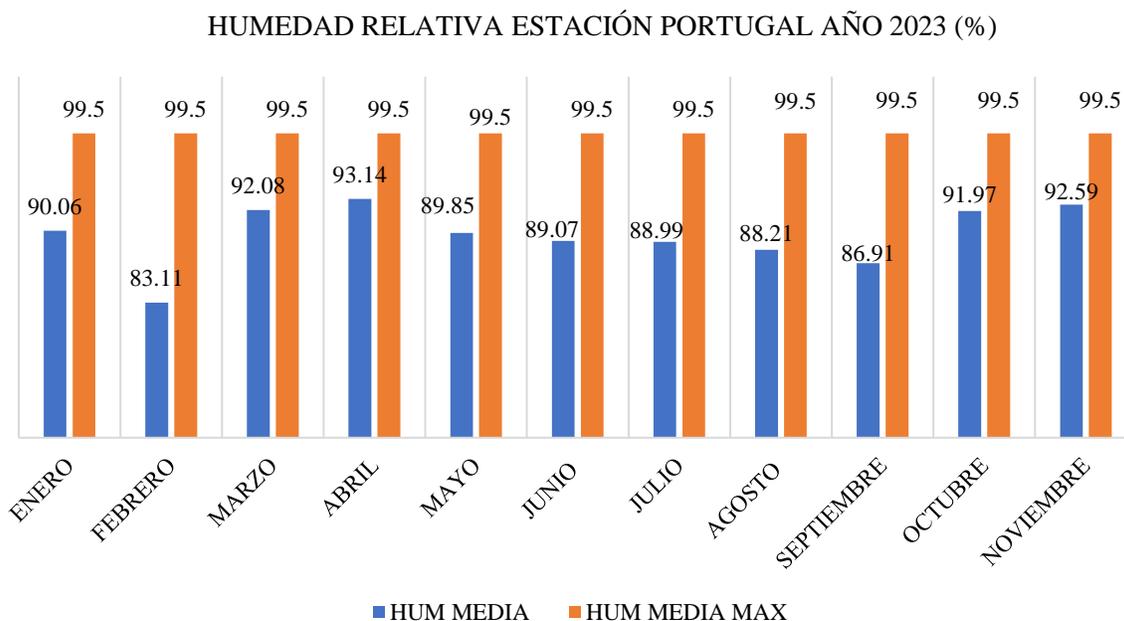
La precipitación acumulada, a partir del reporte horario registrado por la estación es de 1772,74 mm. La precipitación máxima horaria registrada es de 60,40 mm con fecha de ocurrencia del 16 de abril de 2023.

Gráfica 162. Temperatura Estación Portugal



De acuerdo con los datos registrados por la estación, se determina que la temperatura media reportada corresponde a 22,56 °C. Así mismo, la temperatura máxima ambiente diaria reportada a partir de datos horarios fue 29,24°C, con fecha de ocurrencia el día 30 de junio de 2023.

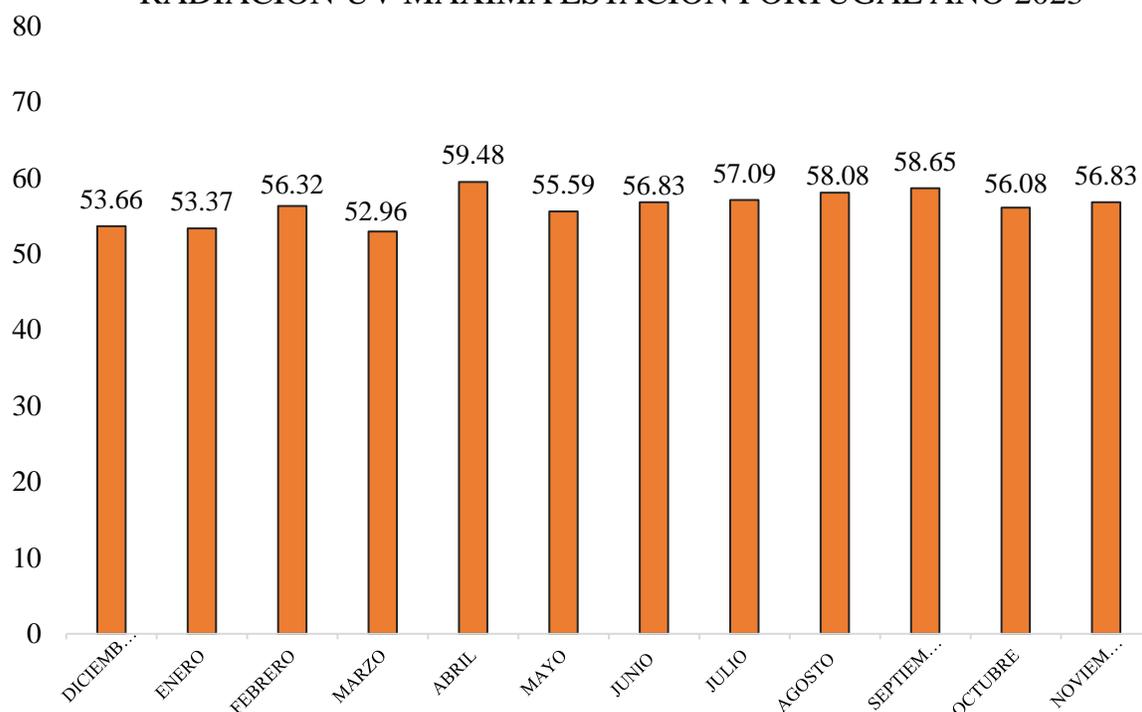
Gráfica 163. Humedad Estación Portugal.



La humedad relativa media reportada para el año 2023 es de 89,63%.

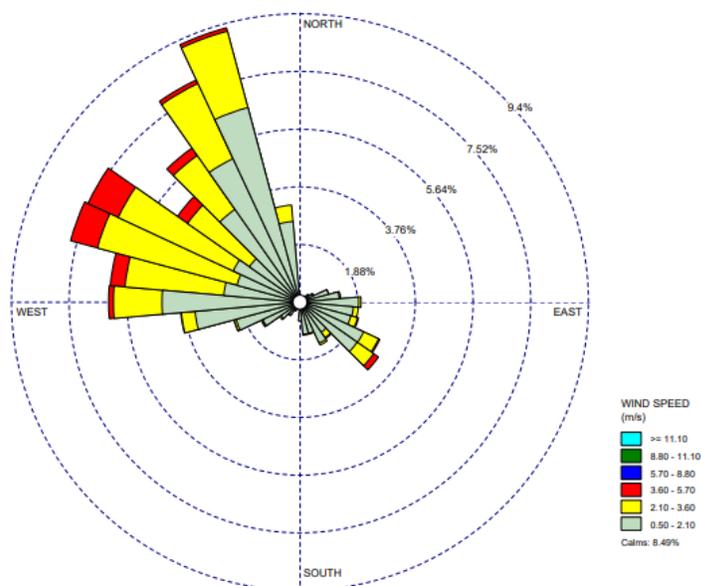
Gráfica 164. Radiación UV Estación Portugal.

RADIACIÓN UV MAXIMA ESTACIÓN PORTUGAL AÑO 2023



La radiación solar máxima horaria reportada por la estación corresponde a 59,48 W/m² la cual se registró el día 14 de diciembre de 2022.

Gráfica 165. Rosa de vientos Estación Portugal.



Para la estación Portugal se evidencia que el rango de velocidad de viento con mayor representatividad o predominante se encuentra en el rango de 2,1 m/s a 3,6 m/s. La dirección predominante del viento fue Noroeste (NW).

12.5.3 Estación El Aburrido

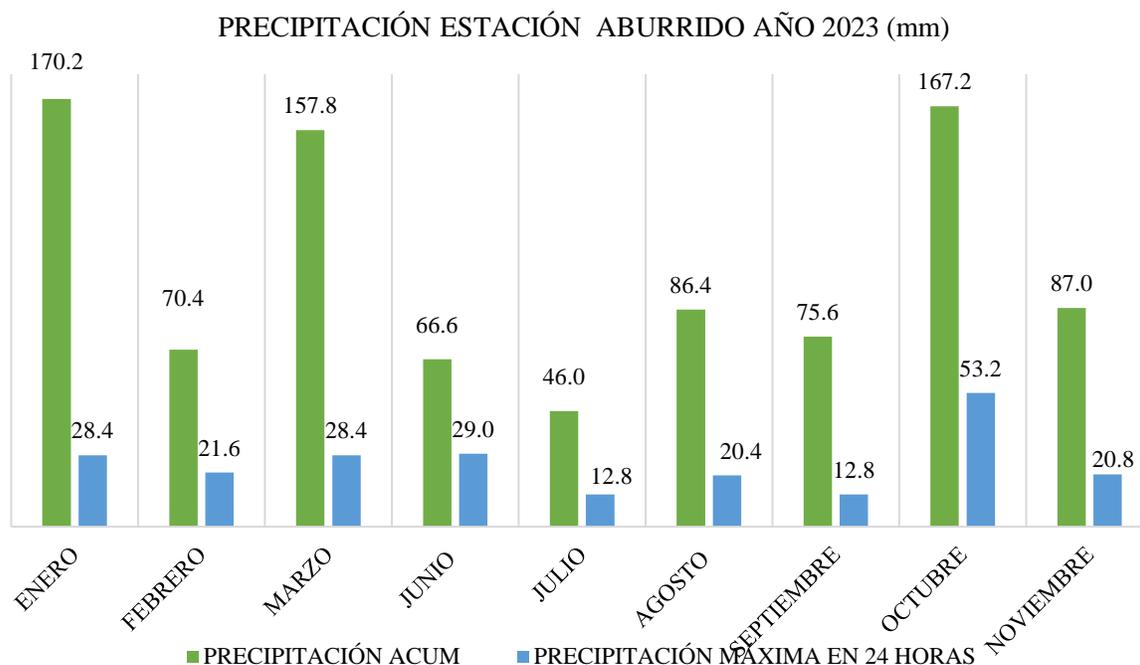


Estación climatológica automática El aburrido, se encuentra ubicada en el municipio de Bucaramanga, área rural, vereda El aburrido. Hace parte de la Red Hidroclimatológica de la CDMB, desde el año 2013, sin embargo, estuvo inactiva desde septiembre de 2018 a octubre de 2022.

Cuenca: Río Lebrija
Subcuenca: Río Lebrija Alto
Microcuenca: Río Lebrija Alto

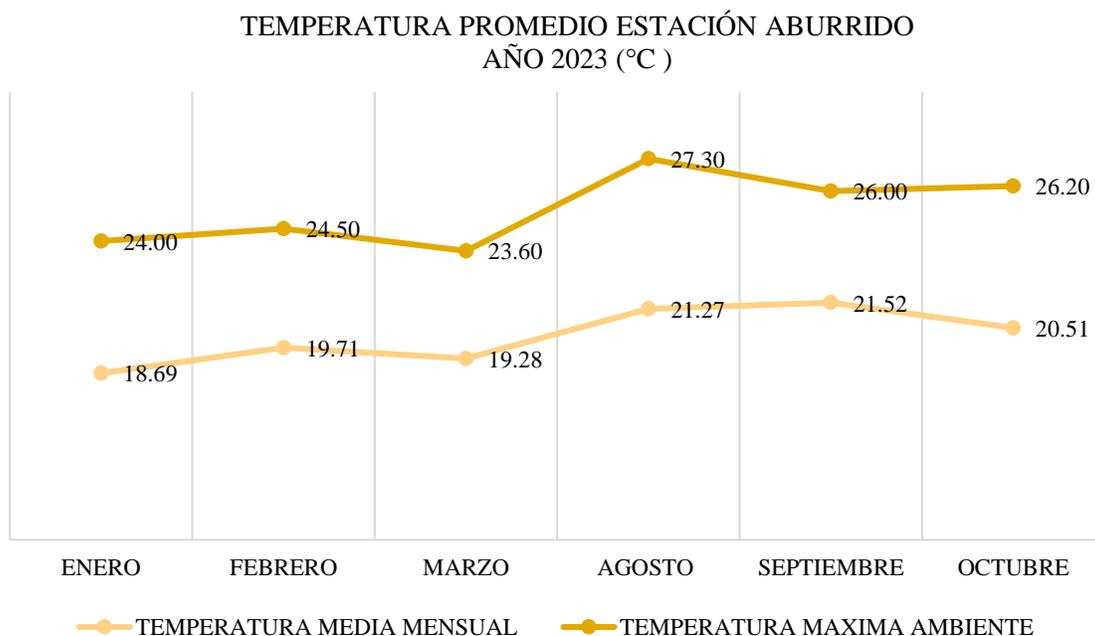
La estación El aburrido presentó fallos en el datalogger, los datos presentados corresponden a los periodos entre enero y marzo de 2023 y entre junio y noviembre de 2023. Por tanto, se realiza el análisis de los datos para las variables con información disponible y que cuyo reporte mensual sea igual o superior al 75%.

Gráfica 166. Precipitación Estación El Aburrido.



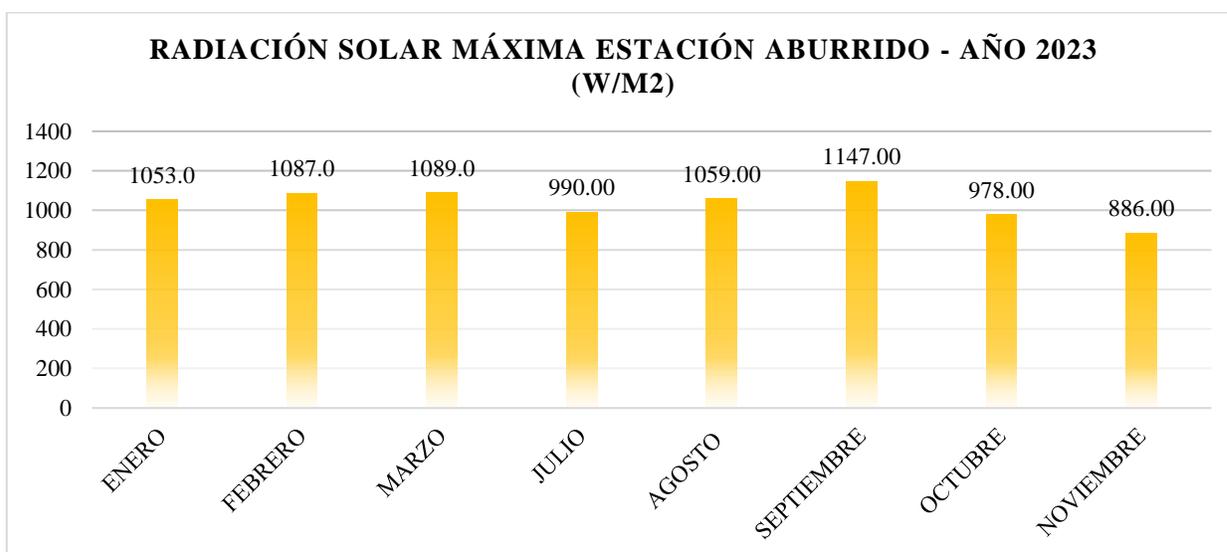
La precipitación acumulada a partir del reporte horario registrado por la estación para los meses enero, febrero, marzo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre, y noviembre como periodo reportado para el año 2023, es de 465 mm. La precipitación máxima horaria registrada es de 53,2 mm con fecha de ocurrencia del 11 de septiembre del 2023.

Gráfica 167. Temperatura Estación El Aburrido



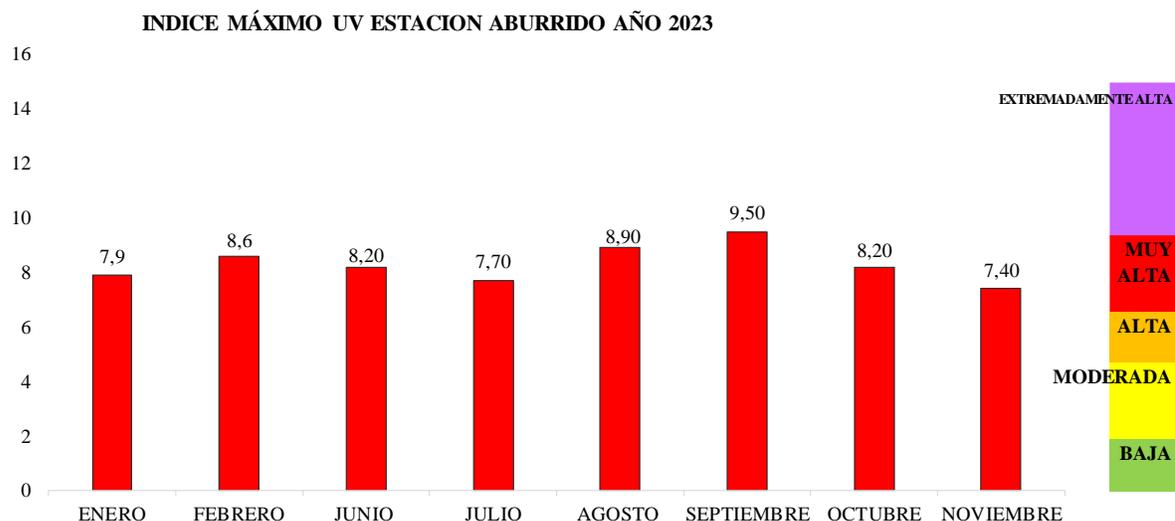
De acuerdo con los datos horarios registrados por la estación para los meses enero, febrero, marzo, agosto, septiembre, octubre, y noviembre como periodo reportado para el año 2023, se determina la temperatura media mensual correspondiente a 19,17°C. Así mismo, la temperatura máxima ambiente diaria reportada a partir de datos horarios fue 27,3 °C, con fecha de ocurrencia el día 05 de agosto del año 2.023.

Gráfica 168. Radiación solar Estación El Aburrido



La radiación solar máxima horaria reportada por la estación para el año 2023 corresponde a 1.1147 W/m² la cual se registró el día 14 de septiembre de 2023.

Gráfica 169. Índice máximo UV Estación El Aburrido.



El índice UV máximo registrado por la estación corresponde a 9,5 con fecha de ocurrencia el 14 de septiembre de 2023, el tipo de riesgo corresponde a la categoría de exposición muy alta.

12.6 Subcuenca Rio Cáchira del Sur

En la subcuenca Rio Cáchira del Sur la CDMB se encuentran instaladas cinco (5) estaciones climatológicas distribuidas en la parte alta, media y baja de la cuenca, las cuales son: Estación Betania, Sena Aguas Calientes, La Naranjera, La Aguada y Turbay. A continuación, se presentan los siguientes resultados que corresponden al año 2023.

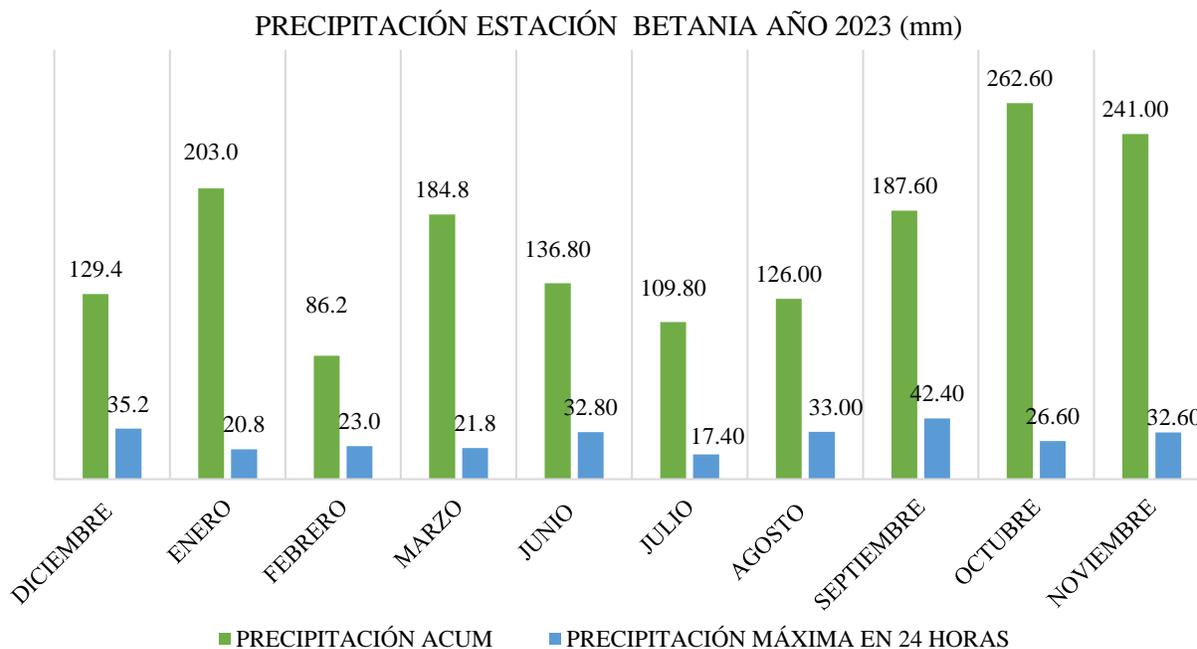
12.6.1 Estación Betania



Estación climatológica automática Betania, se encuentra ubicada en el municipio de El Playón, corregimiento de Betania. Hace parte de la Red Hidroclimatológica de la CDMB, desde el año 2011. La Estación Betania está localizada en la parte alta de la subcuenca, Río Cáchira del Sur.

La estación Betania, presenta información para el periodo de diciembre de 2022 a marzo y de junio a noviembre de 2023, debido a que no fue posible visitar la estación para la recolección de la información de los meses de abril y mayo por el cierre de la vía por la construcción de una placa huella.

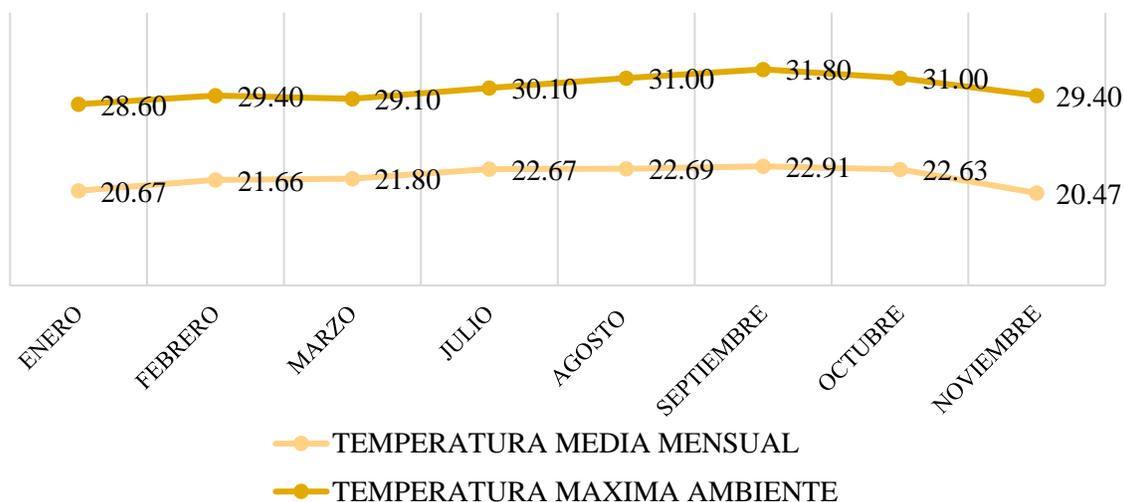
Gráfica 170. Precipitación Estación Betania.



Para el año 2023, la estación reporta para la variable precipitación, a partir del reporte horario registrado por la estación, una precipitación acumulada de 1667,2 mm y precipitación máxima horaria reportada es de 42,4 mm correspondiente 22 de septiembre de 2023.

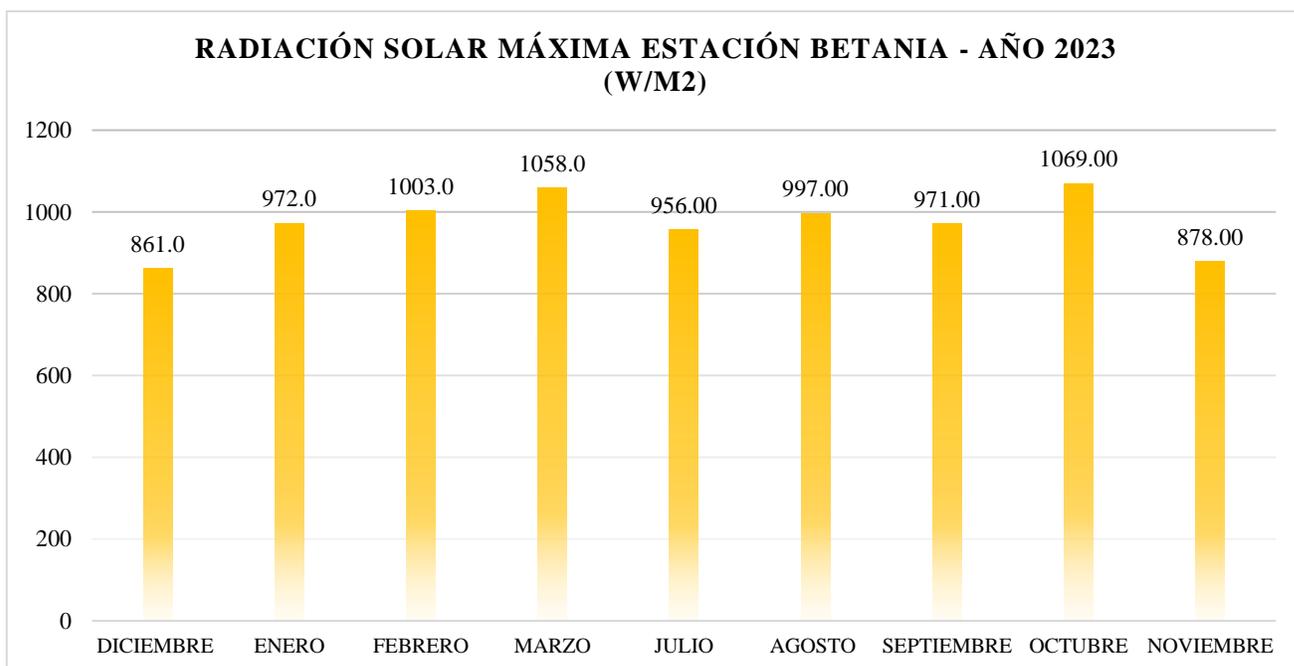
Gráfica 171. Temperatura Estación Betania.

TEMPERATURA PROMEDIO ESTACIÓN BETANIA AÑO 2023 (°C)



Respecto a temperatura media registrada es de 19,92°C y una temperatura máxima ambiente diaria reportada a partir de datos horarios fue de 21,8 °C, cuya fecha de ocurrencia es el día 01 de septiembre del 2023.

Gráfica 172. Radiación solar Estación Betania



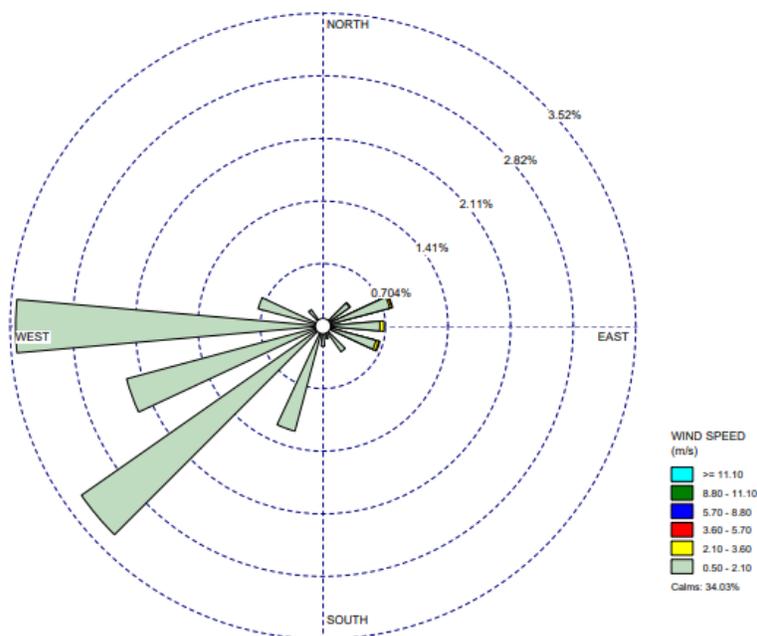
La radiación máxima horaria registrada por la estación es de 1.069 w/m², y corresponde al día 05 de octubre de 2023.

Gráfica 173. Índice UV Estación Betania



El índice UV máximo registrado por la estación corresponde a 13,1 con fecha de ocurrencia el día 16 de marzo de 2023, el tipo de riesgo corresponde a la categoría de exposición **Extremadamente alta**.

Gráfica 174. Rosa de vientos Betania



Para los parámetros de velocidad y dirección del viento de la estación Betania, se evidencia que existieron fallas en la captura de los datos debido al deterioro por tiempo de uso del equipo. Sin embargo, con los datos reportados, se evidencia que el rango de velocidad de viento con mayor representatividad o predominante se encuentra en el rango de 0,5 m/s a 2,1 m/s. Así mismo, se evidencia su tendencia de direccionamiento desde el Oeste (W) y

Suroeste (NW).

12.6.2 Estación Sena Aguas Calientes

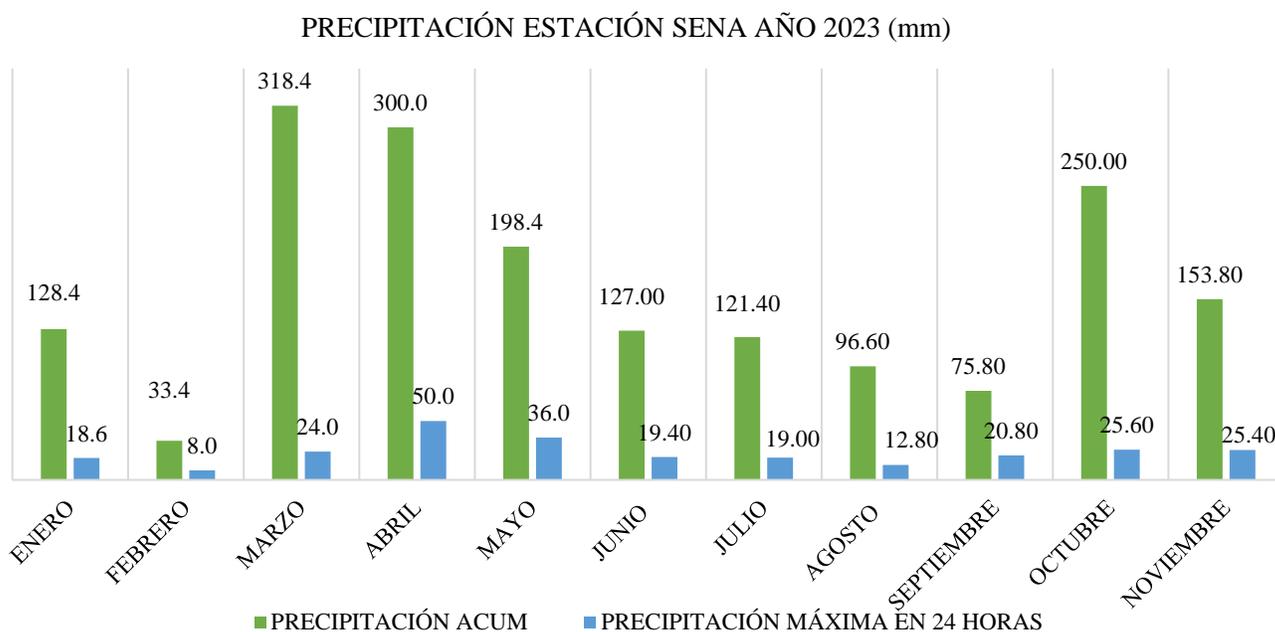


Estación climatológica automática Sena Aguas Calientes, se encuentra ubicada en el municipio de El Playón. Hace parte de la Red Hidroclimatológica de la CDMB, desde el año 2011. Tiene como objetivo monitorear la parte media de la subcuenca.

Cuenca: Rio Cachira del sur
Microcuenca: El Playonero

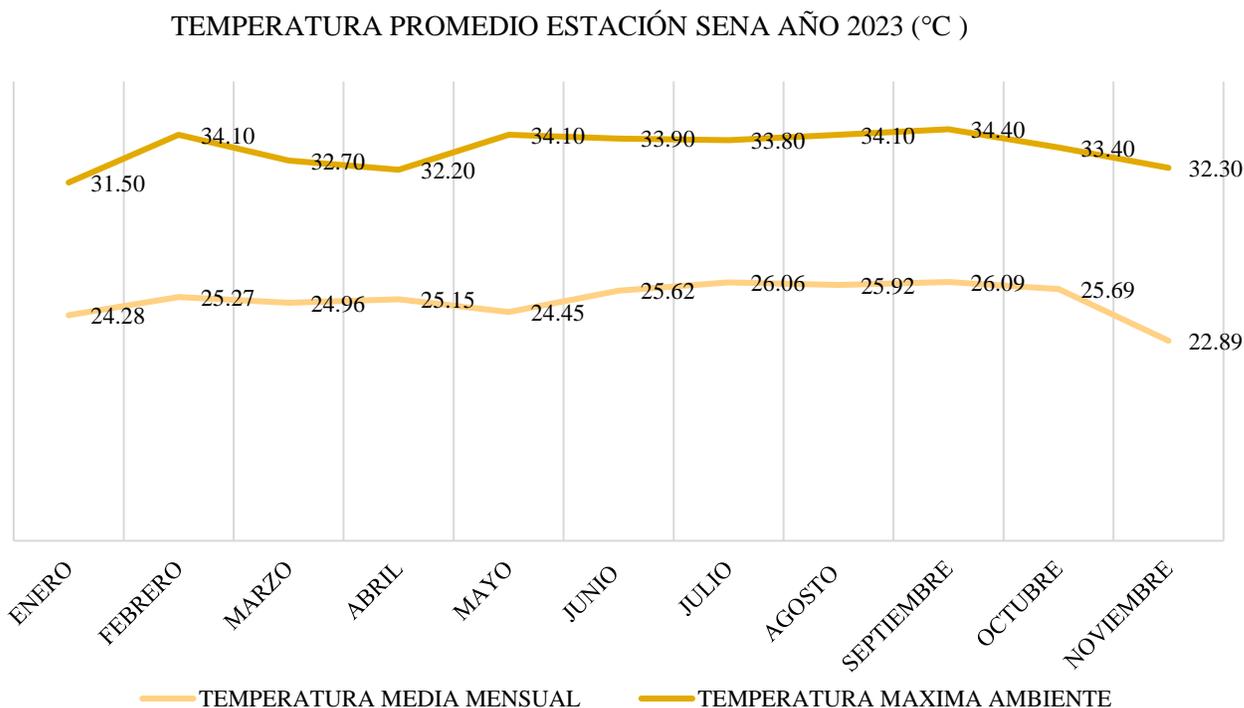
La estación registró variables hidroclimatológicas, por tanto, el análisis presentado a continuación corresponde a los datos registrados por la estación Sena Aguas Calientes durante los meses de diciembre de 2022 a noviembre de 2023, excepto la variable de velocidad y dirección del viento que no cuenta con representatividad del 75% de los datos:

Gráfica 175. Precipitación Estación Sena Aguas Calientes.



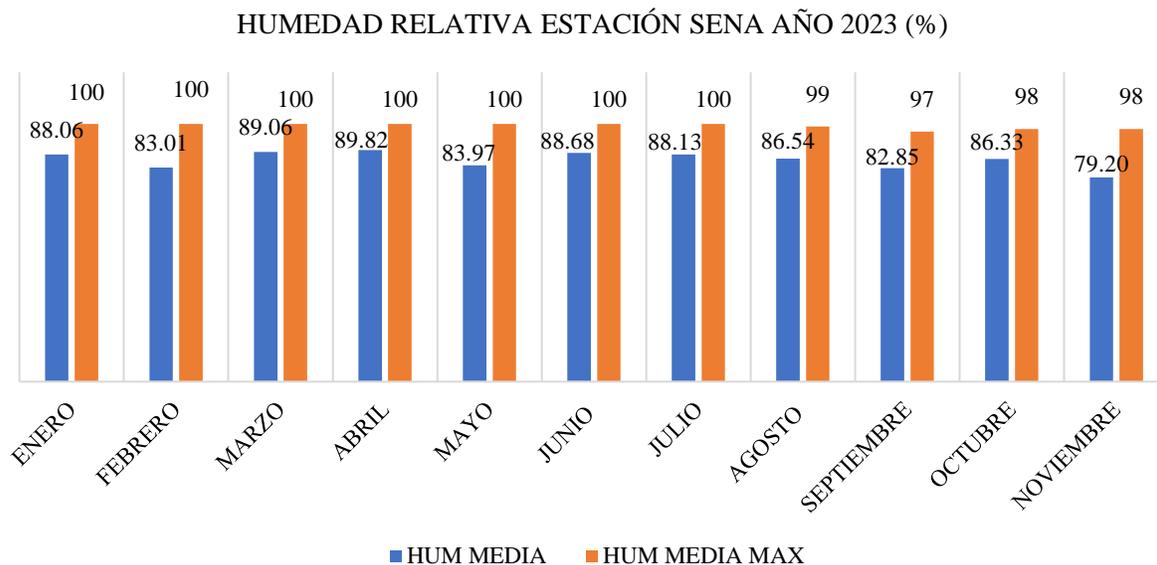
La estación reportó información horaria para la variable precipitación, la lluvia acumulada es de 1803,2 mm y precipitación máxima horaria reportada es de 50 mm correspondiente 01 de abril de 2023.

Gráfica 176. Temperatura Estación Sena Aguas Calientes.



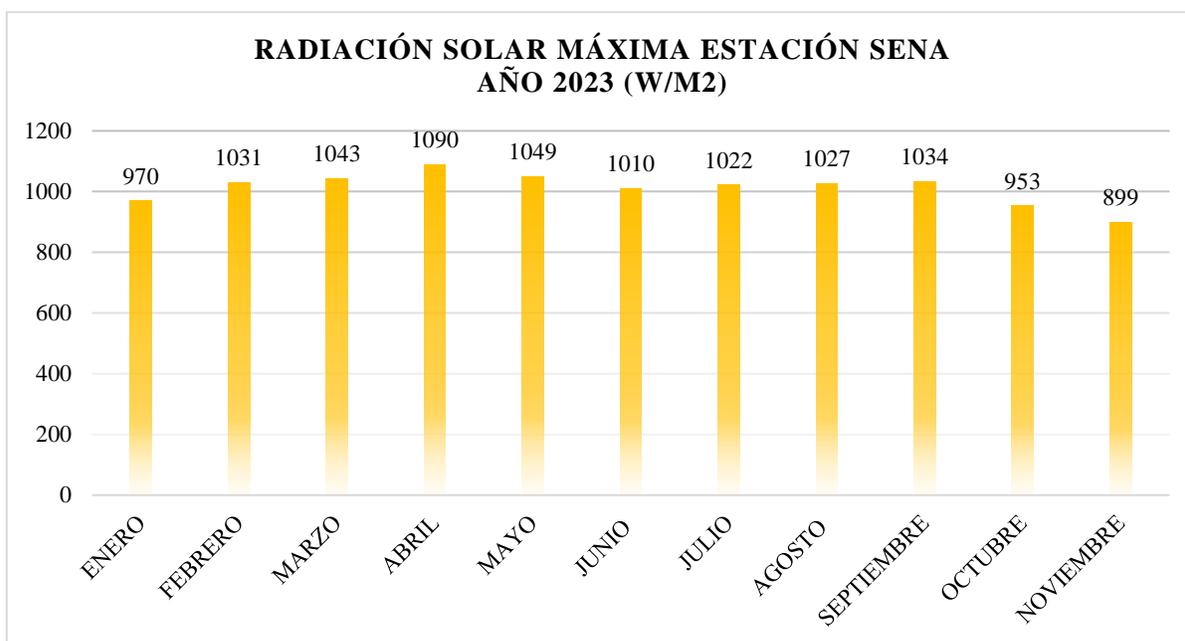
La temperatura máxima ambiente diaria reportada a partir de datos horarios fue de 34,4°C, cuya ocurrencia fue en los días 01 y 31 de septiembre de 2.023, asimismo, la temperatura media mensual corresponde a 25,07°C.

Gráfica 177. Humedad Relativa Estación Sena Aguas Calientes



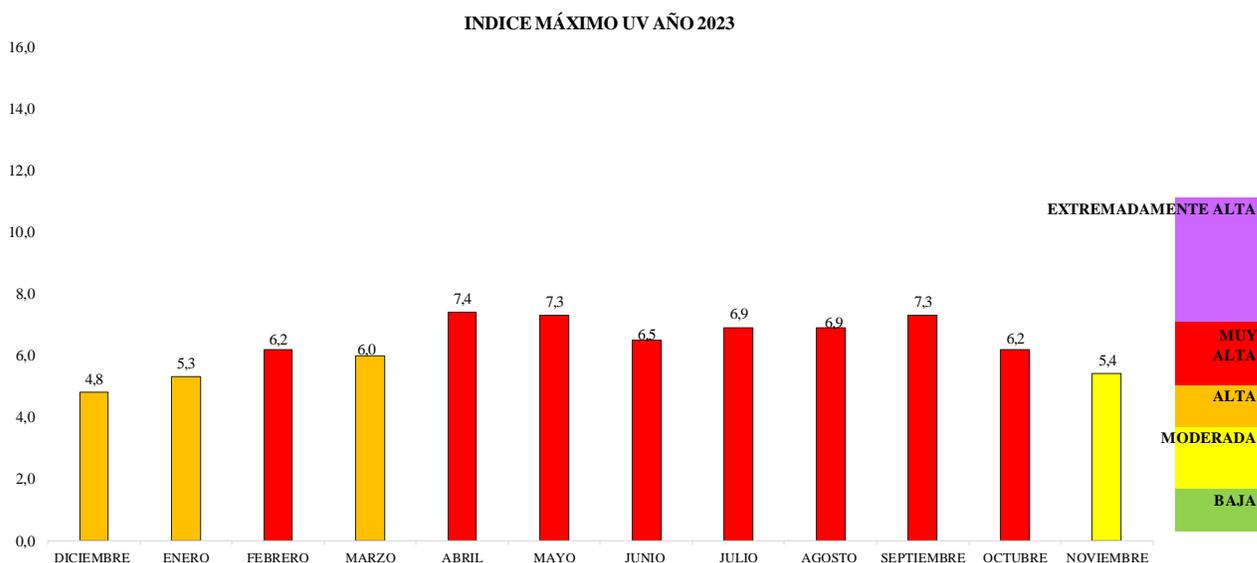
La Humedad relativa promedio reportada por la Estación Betania es de 85,97 %.

Gráfica 178. Radiación solar Estación Sena Aguas Calientes



La radiación solar máxima horaria reportada por la estación Sena para el año 2023, corresponde a 1.090 W/m² la cual se registró el día 25 de abril de 2023.

Gráfica 179. Índice UV Estación Sena Aguas Calientes



El índice de radiación UV máximo mensual reportado por la estación es de 7,4, cuya fecha de ocurrencia es el día 18 de abril de 2023. Catalogado como Muy Alto.

12.6.3 Estación La Naranjera

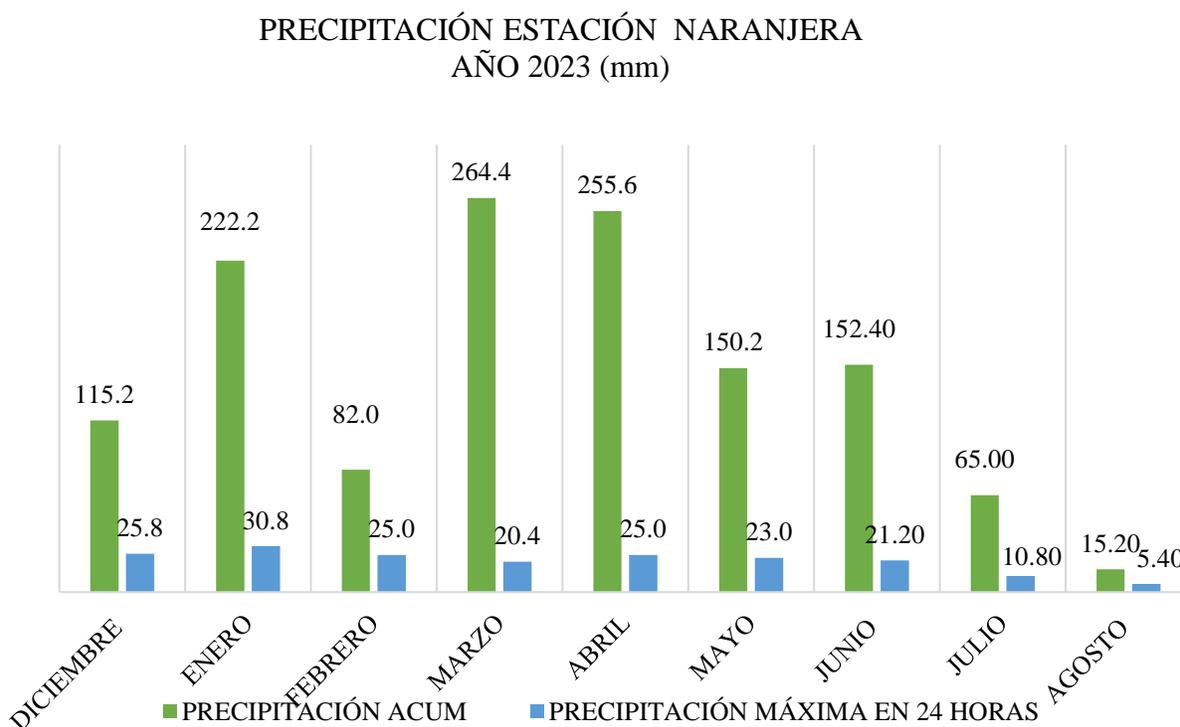


La estación climatológica automática La Naranjera, se encuentra ubicada en el municipio de El Playón. Hace parte de la Red Hidroclimatológica de la CDMB, desde el año 2012. Se encuentra ubicada en la quebrada La Naranjera, su localización es a 2 km de distancia del centro poblado del municipio El playón. Su objetivo se enmarca en el monitoreo de la parte media de la Subcuenca y de la microcuenca.

Cuenca: Cáchira sur
Subcuenca: Río Cáchira del sur
Microcuenca: El Playonero

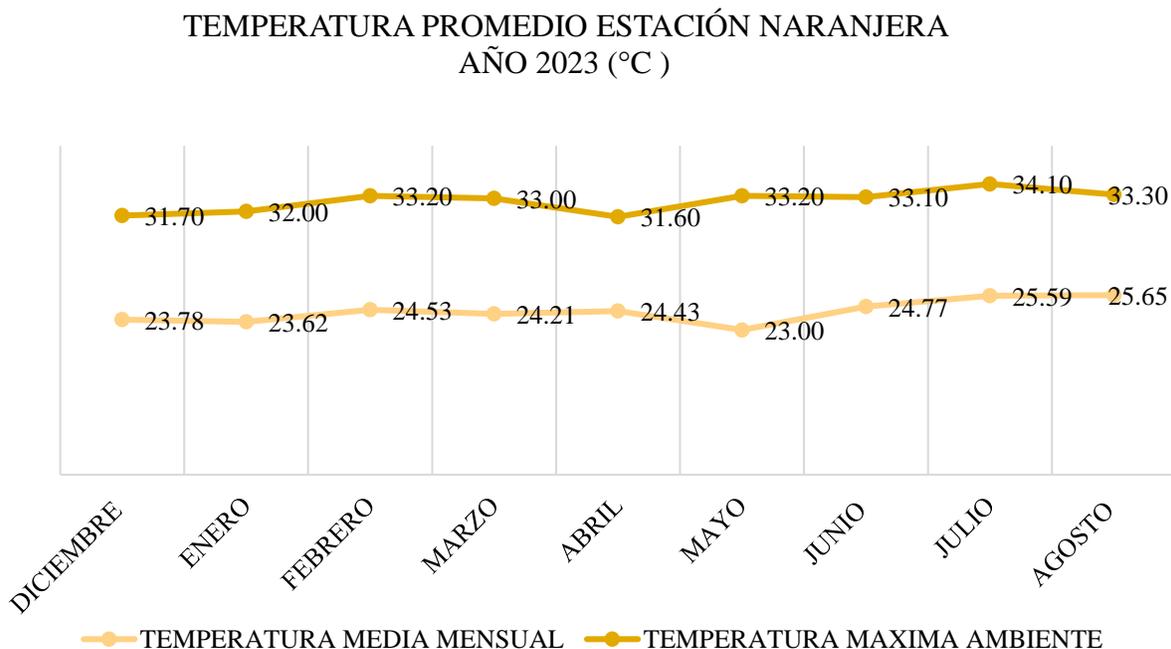
Se realizó el análisis de la información en relación con las variables meteorológicas reportadas por la estación (temperatura, precipitación, radiación solar, velocidad y dirección del viento e índice solar).

Gráfica 180. Precipitación Estación La Naranjera.



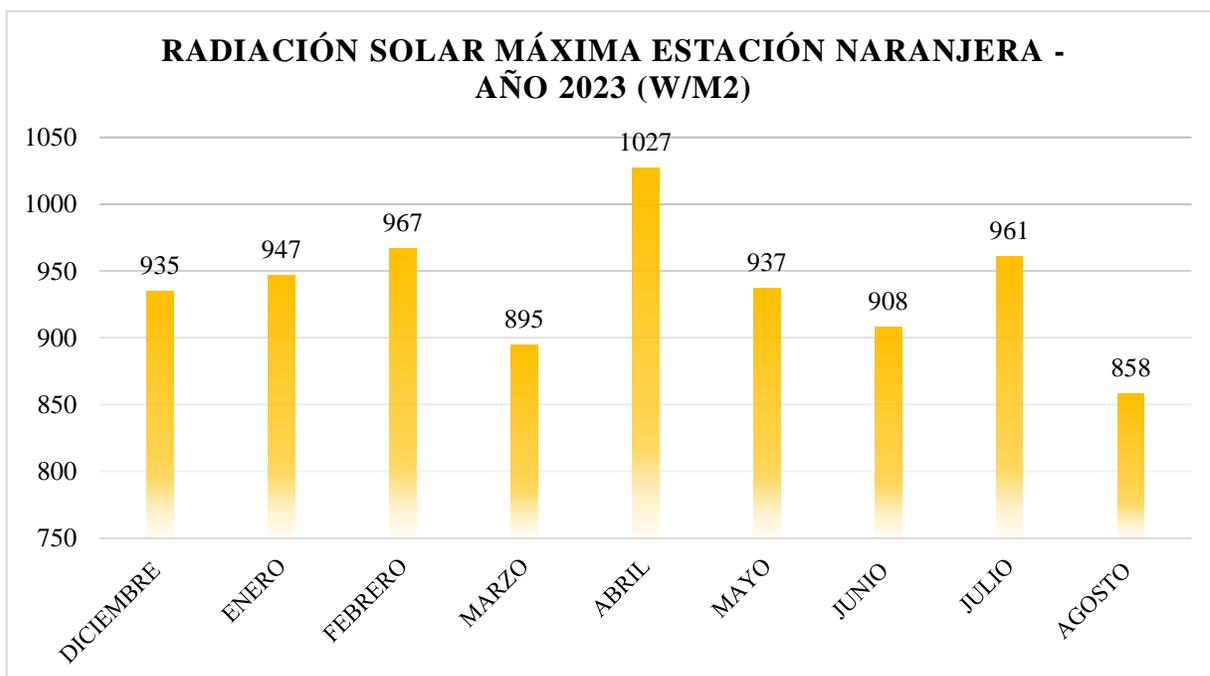
En el periodo registrado por la estación, la lluvia acumulada es de 1322,2 mm y la precipitación máxima horaria reportada es de 30,8 mm correspondiente 03 de enero de 2023, a partir del reporte horario de la estación.

Gráfica 181. Temperatura Estación la Naranjera



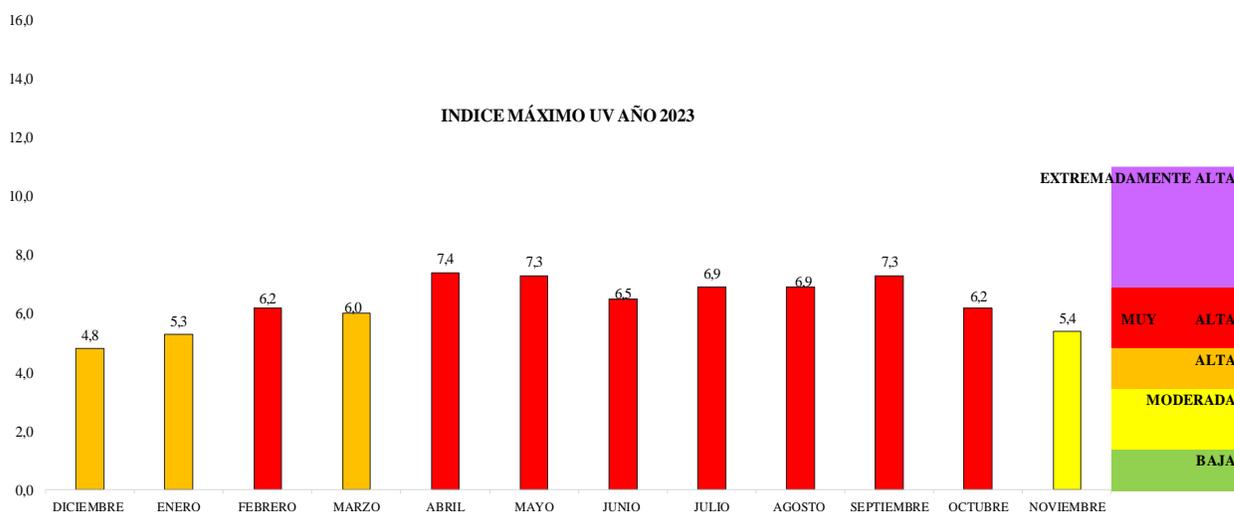
La temperatura media mensual para el reporte de datos corresponde a 23,72 °C y la temperatura máxima ambiente reportada es de 34,1 °C, la cual tiene fecha de ocurrencia el día 24 de julio del 2023.

Gráfica 182. Radiación so lar Estación la Naranjera



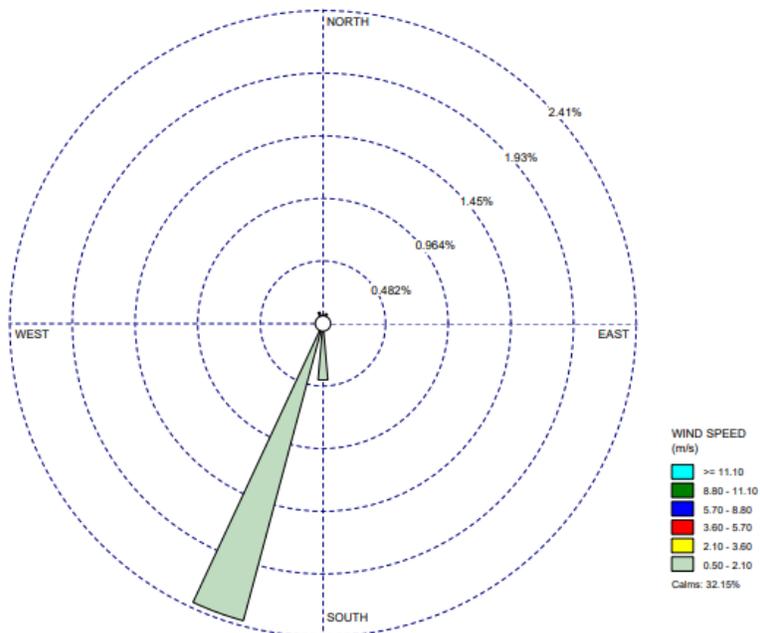
La radiación solar máxima horaria registrada es de 1027 W/m² y se reportó el día 12 de abril de 2023.

Gráfica 183. Índice UV Estación La Naranjera



El índice UV máximo registrado por la estación corresponde a 10,7 con fecha de ocurrencia el día 08 de abril del 2023, el tipo de riesgo corresponde a la categoría de exposición Extremadamente alta.

Gráfica 184. Rosa de vientos Estación La Naranjera



Se evidencia que el rango de velocidad de viento con mayor representatividad o predominante se encuentra en el rango de 0,5 m/s a 2,1 m/s. Así mismo, se evidencia su tendencia de direccionamiento desde el Suroeste (SW).

12.6.4 Estación La Aguada



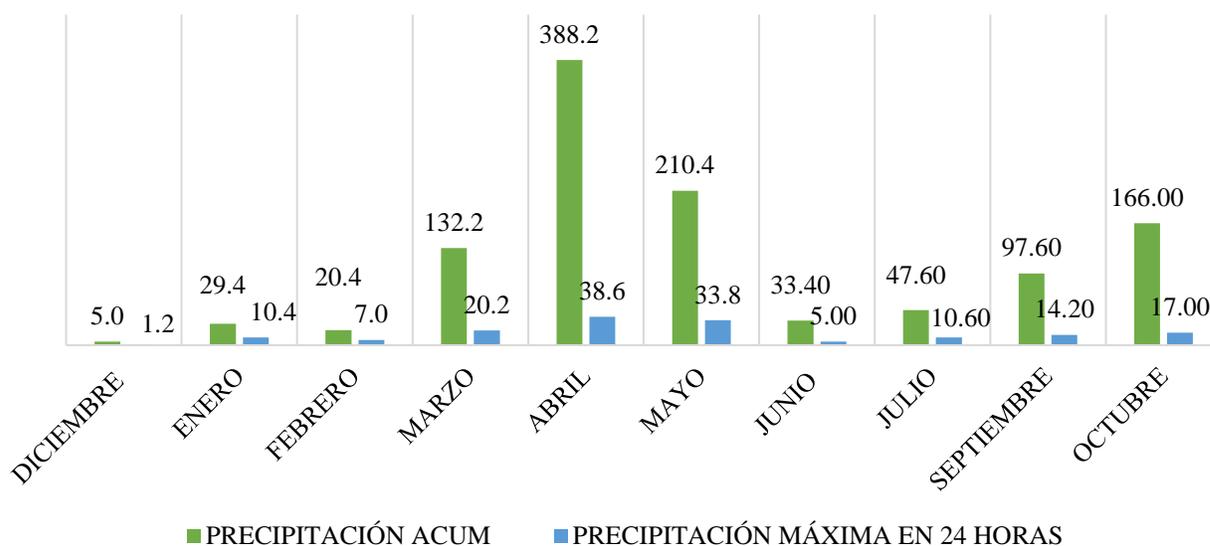
La estación climatológica automática La Aguada, se encuentra ubicada en el municipio de El Playón. Hace parte de la Red Hidroclimatológica de la CDMB, desde el año 2013. Se encuentra ubicada en la parte baja de la subcuenca.

Cuenca Cáchira sur
Subcuenca Río Cáchira del sur
Microcuenca: Río Cachiri Bajo

La estación La Aguada presenta el registro de datos desde el mes de 01 de diciembre de 2022 a julio de 2023, y de septiembre a octubre de 2023, los cuales representan el año 2.023. El análisis climatológico se presenta a continuación:

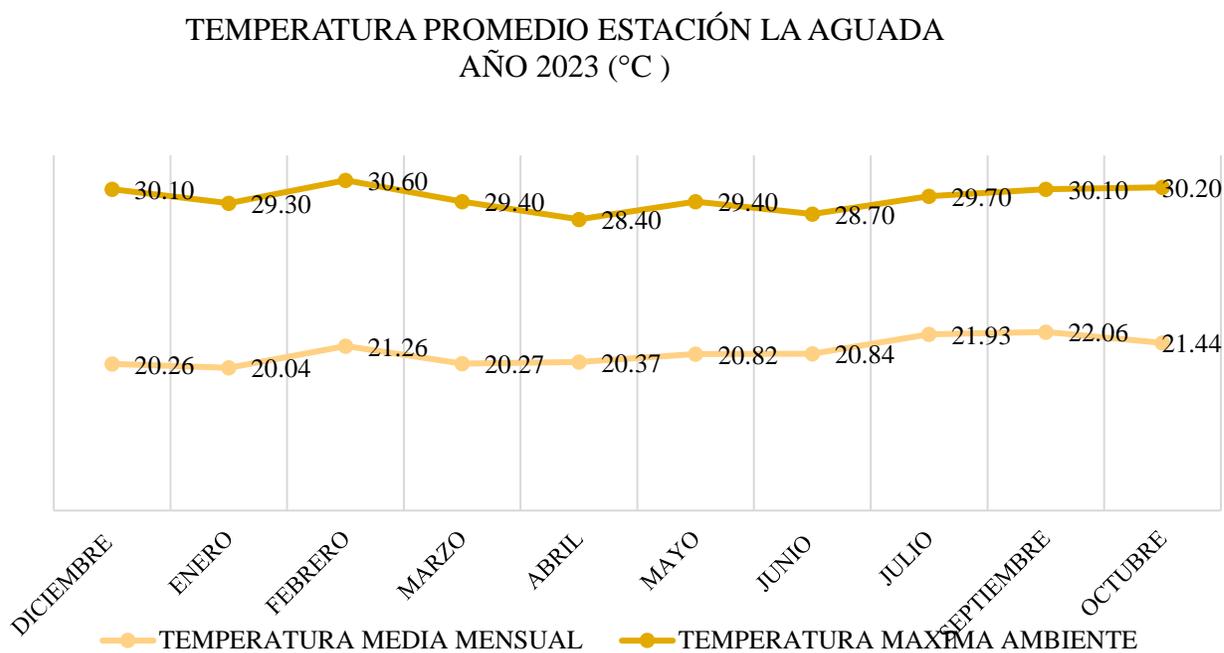
Gráfica 185. Precipitación Estación La Aguada.

PRECIPITACIÓN ESTACIÓN LA AGUADA AÑO 2023 (mm)



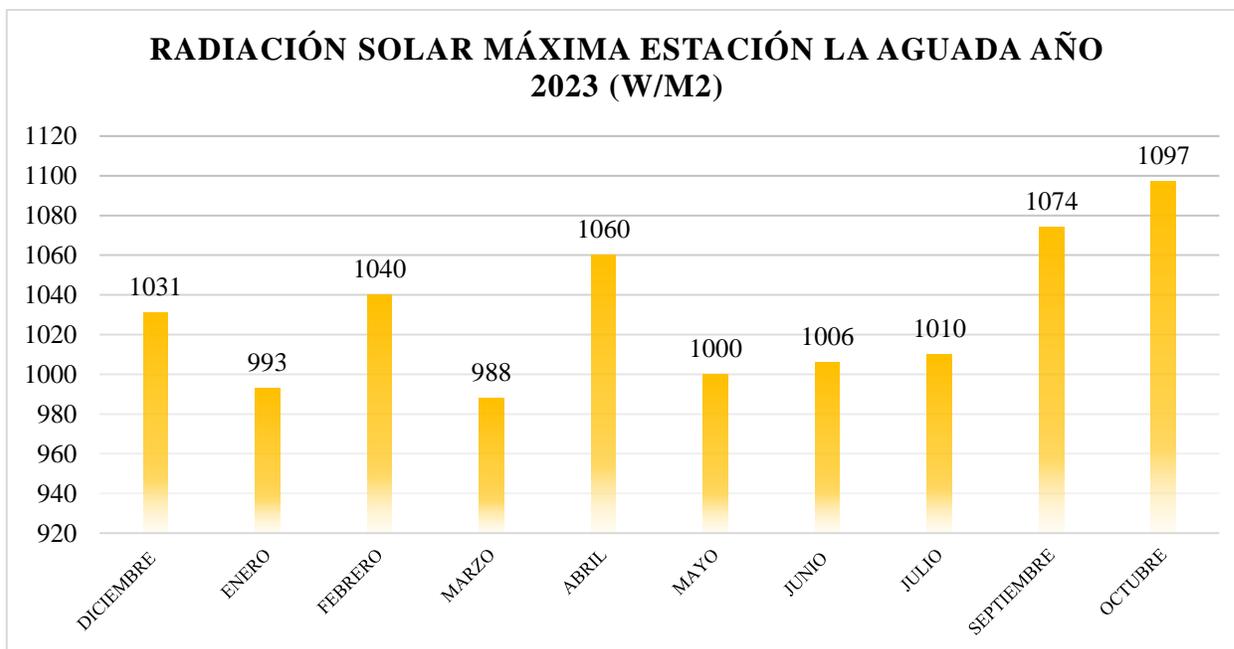
La precipitación acumulada en el año 2023 por la estación La Aguada corresponde a 1130,2mm, a partir del reporte horario registrado por la estación. El reporte de la precipitación máxima horaria fue de 38,6 mm y se reportó el día 20 de abril de 2023. Es importante indicar que la estación presentó fallos para el registro de datos en los meses agosto y noviembre.

Gráfica 186. Temperatura Estación La Aguada



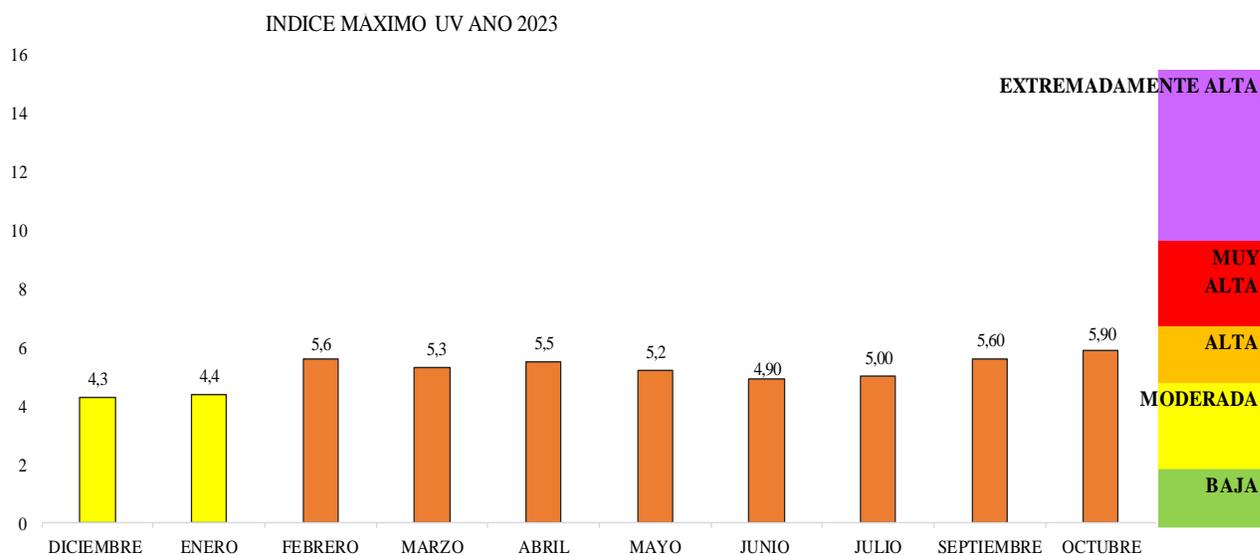
La temperatura máxima ambiente diaria reportada a partir de datos horarios fue de 30,6 °C, con fecha de ocurrencia del día 28 de febrero de 2023. Así mismo, la temperatura promedio semestral reportada por la estación es de 20,93 °C. Es importante indicar que la estación presentó fallos para el registro de datos en los meses agosto y noviembre.

Gráfica 187. Radiación solar Estación La Aguada



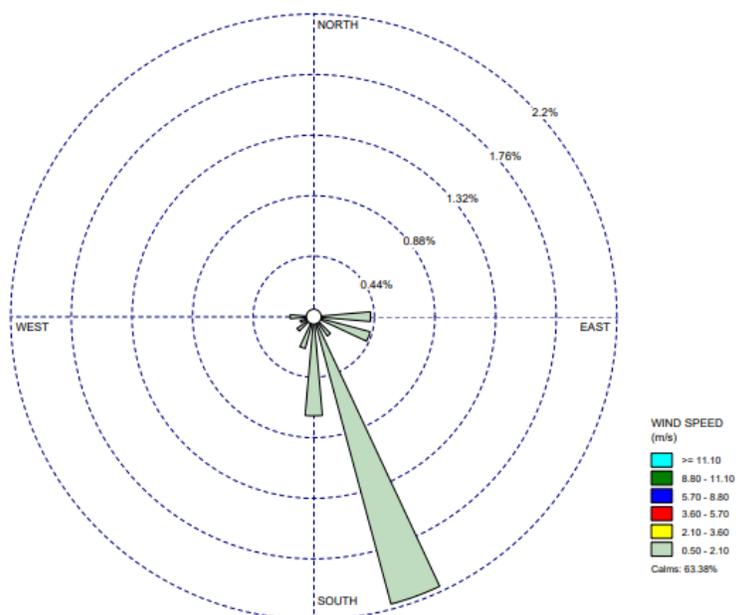
La radiación solar máxima horaria reportada por la estación La Aguada corresponde a 1.097 W/m², la cual se registró el día 26 de octubre del 2023.

Gráfica 188. Índice UV Estación La Aguada



El índice UV máximo registrado por la estación corresponde a 5,9 con fecha de ocurrencia el 12 de octubre de 2023, el tipo de riesgo corresponde a la categoría de exposición Alta.

Gráfica 189. Rosa de vientos Estación La Aguada



Se evidencia que el rango de velocidad de viento con mayor representatividad o predominante se encuentra en el rango de 0,5 m/s a 2,1 m/s. Así mismo, se evidencia su tendencia de direccionamiento desde el Sureste (SE).

12.6.5 Estación Turbay

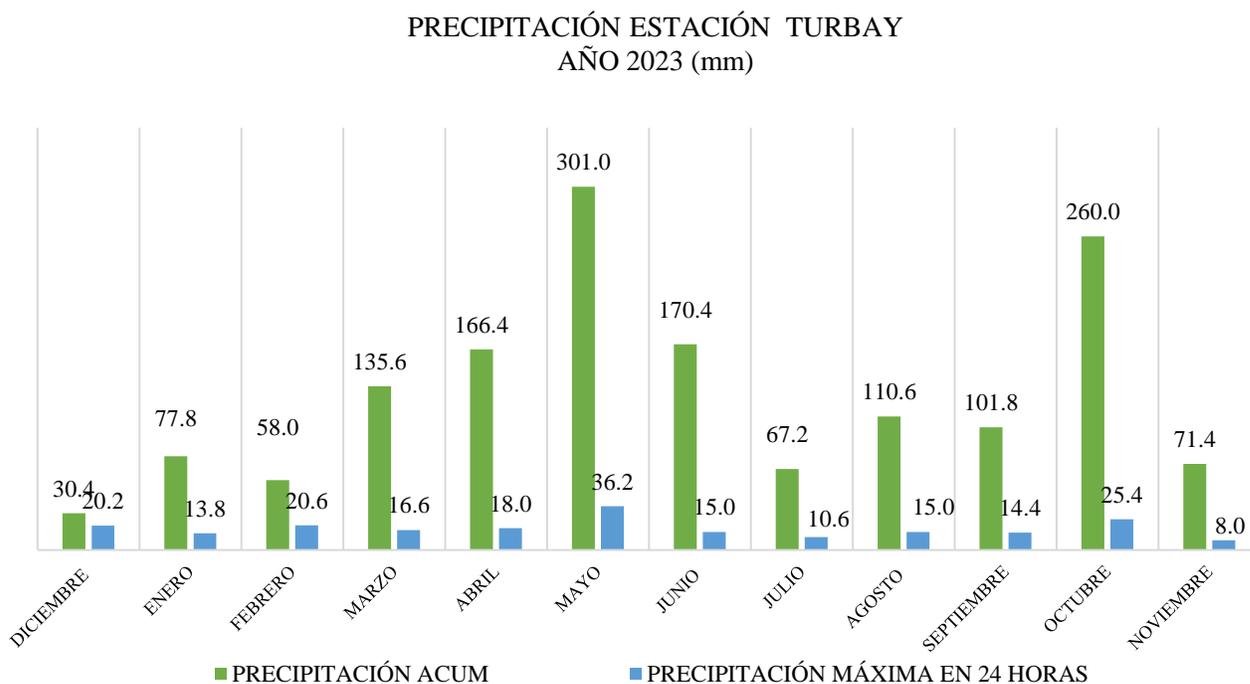


Estación climatológica automática Turbay, se encuentra ubicada en el municipio de Suratá. Hace parte de la Red Hidroclimatológica de la CDMB, desde el año 2013. Su objetivo es monitorear la parte alta de la subcuenca,

Cuenca: Cáchira sur
 Subcuenca: Río Cáchira del sur
 Microcuenca: Romeritos

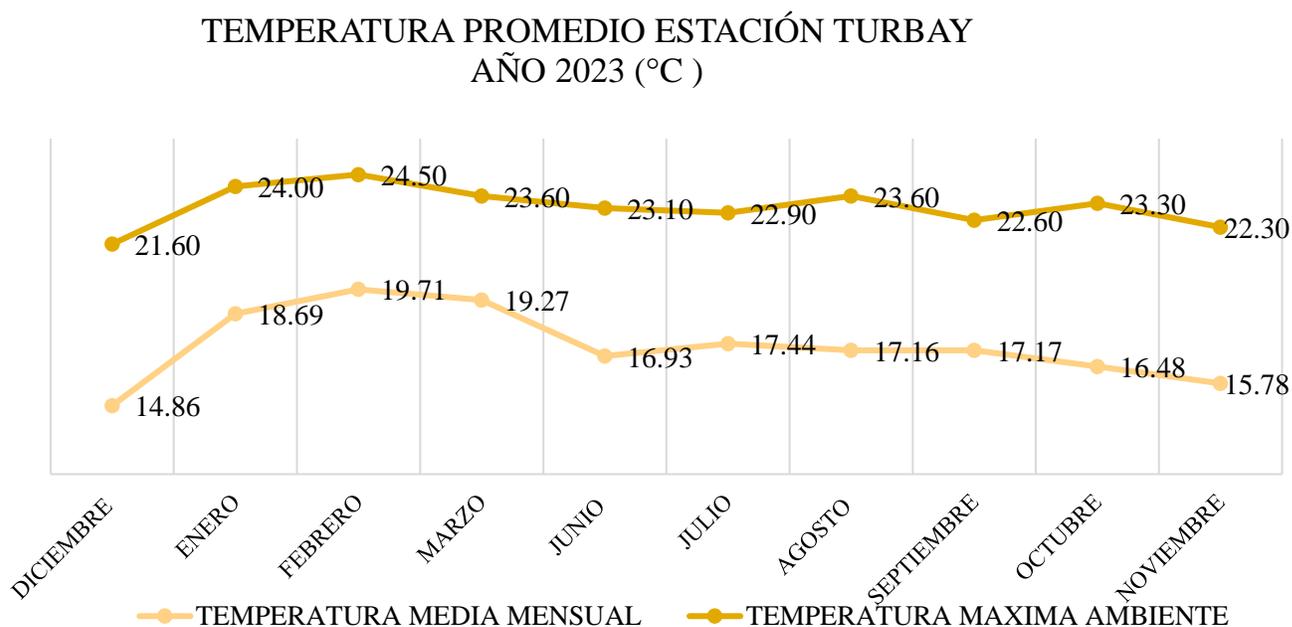
La estación Turbay presenta el registro de datos desde el mes de 01 de diciembre de 2022 a 30 de noviembre de 2023, que corresponde al año 2.023. El análisis climatológico presenta a continuación:

Gráfica 190. Precipitación Estación Turbay



La precipitación acumulada reportada a partir de datos horarios es de 1550,6 mm para el año 2023. La precipitación máxima horaria es de 36,2 mm con fecha de ocurrencia de 23 de mayo de 2023.

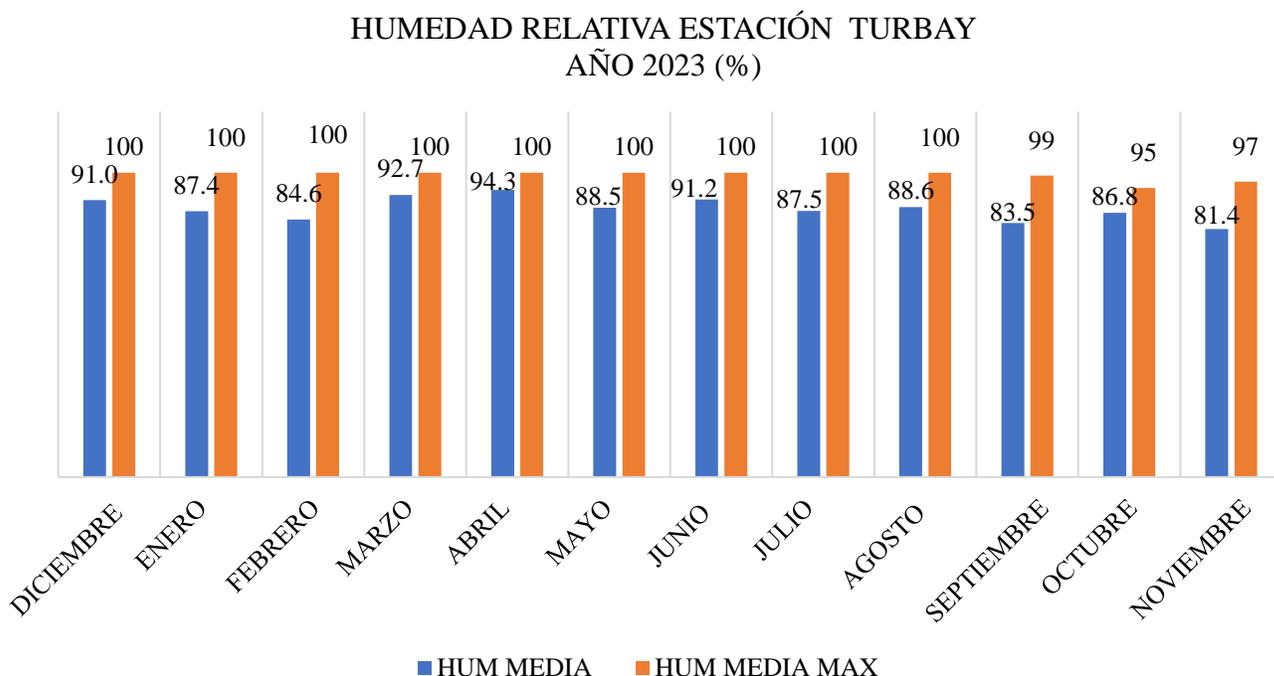
Gráfica 191. Temperatura Estación Turbay



La temperatura media registrada para la estación es de 17,35 °C. La temperatura máxima ambiente diaria reportada a partir de datos horarios es de 24,5 °C con fecha de ocurrencia

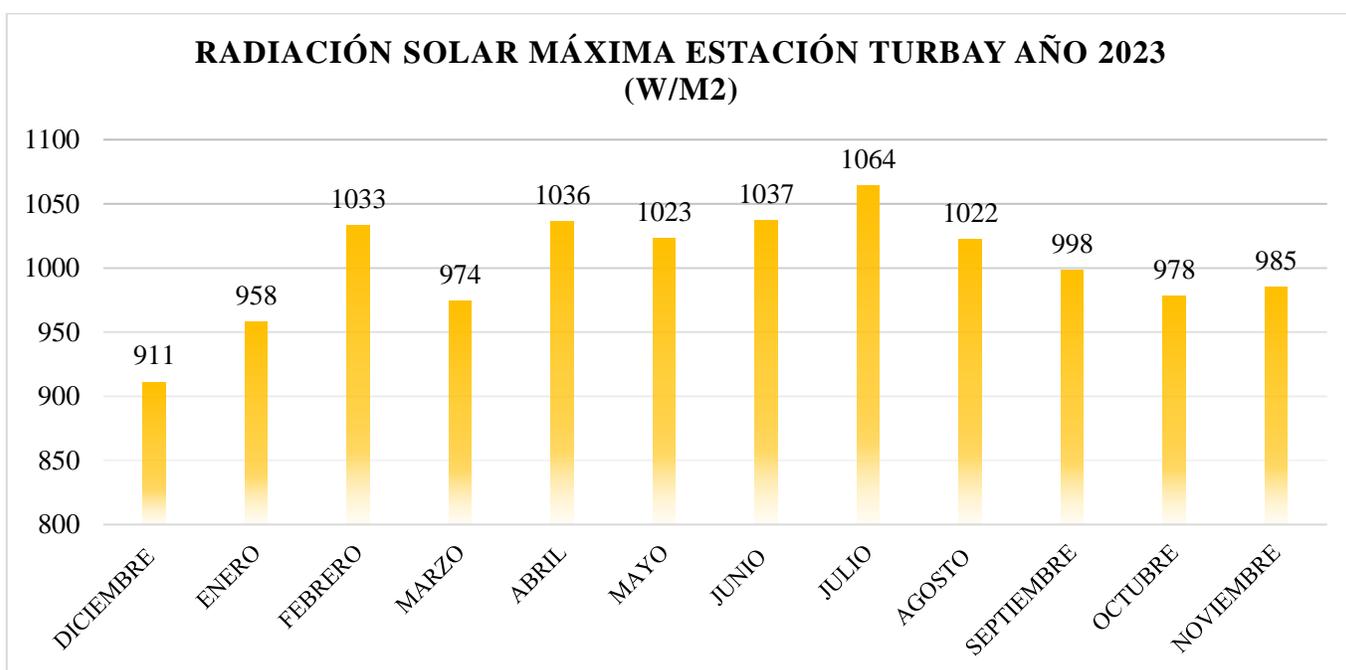
del día 28 de febrero de 2023. Es importante indicar que la estación no reportó información de esta variable para el mes de abril y mayo de 2023, por daño en el sensor.

Gráfica 192. Humedad relativa Estación Turbay



La humedad relativa promedio registrada por la estación es de 88,12%.

Gráfica 193. Radiación solar Estación Turbay



La radiación solar máxima horaria es de 1.064 w/m2, con fecha de ocurrencia reportada el

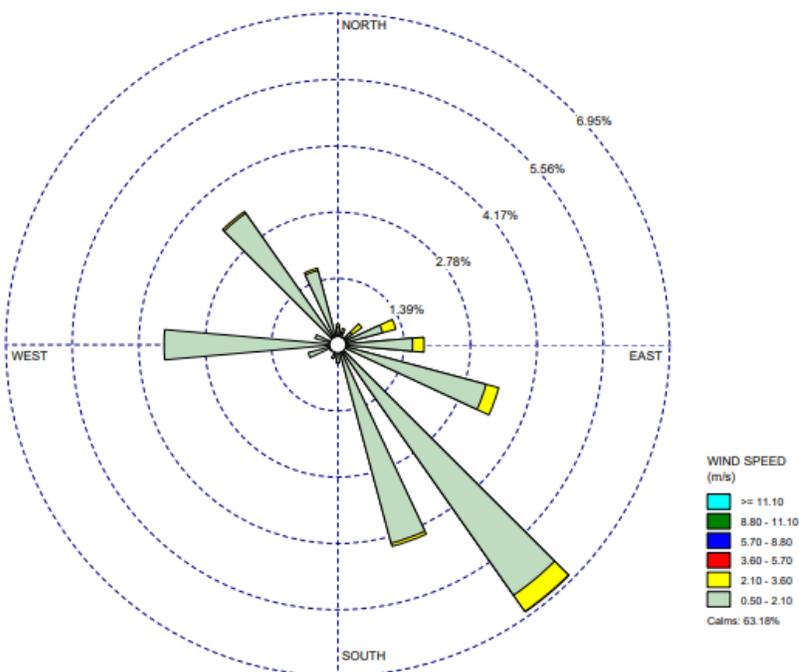
día 15 de julio de 2023.

Gráfica 194. Índice UV Estación Turbay.



El índice UV máximo registrado por la estación corresponde a 10,1 con fecha de ocurrencia el día 02 y 13 de abril de 2023, el tipo de riesgo corresponde a la categoría de exposición Extremadamente alta.

Gráfica 195. Rosa de vientos Estación Turbay



Según los datos para el periodo reportado, se evidencia que el rango de velocidad de viento con mayor representatividad o predominante se encuentra en el rango de 0,5 m/s a 2,1 m/s. Así mismo, se evidencia su tendencia de direccionamiento desde el Suroeste (SW).

13. REPORTE DE ESTACIONES HIDROLÓGICAS DE NIVELES

13.1 Subcuenca Río de Oro

En la Subcuenca Río de Oro la CDMB posee una estación de niveles que reporta la información de variables hidrológicas, las cuales son: Estación El Rasgón.

13.1.1 Estación El Rasgón.

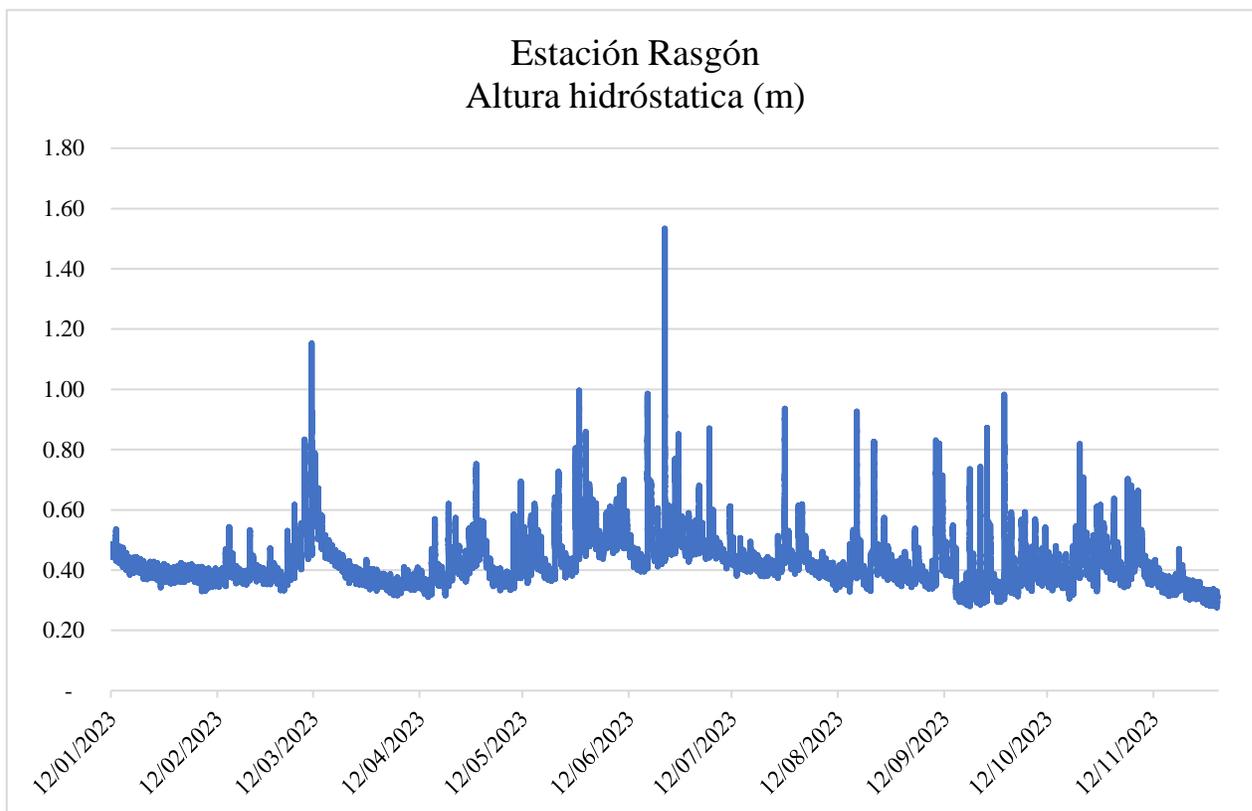


Estación Hidroclimatológica de niveles El Rasgón, se encuentra ubicada en el municipio de Piedecuesta. Captura información de la parte alta del Río de Oro. Permite el registro de las variaciones en los niveles de columna de agua para esta sección del río.

La Estación El Rasgón reportó información durante el 12 de enero al 30 de noviembre del 2023, que corresponden al reporte del año 2023. Se realizó el procesamiento de la información de esta estación. A continuación, se evidencia el comportamiento de la carga hidrostática para el año 2023.

En el mes de junio se evidencia que el nivel de agua aumenta significativamente en relación con los demás meses. El nivel de la columna de agua máximo reportado fue en el día 22 de junio del año 2023 con un reporte de nivel de 1,53 m de altura, el registro mínimo reportado tuvo como ocurrencia el día 30 de noviembre del año 2023, cuya medición fue de 0,28 m.

Gráfica 196. Niveles Estación Rasgón



13.2 Subcuenca Río Lebrija

En la Subcuenca Río de Oro la CDMB posee una (1) estación de niveles que reporta la información de las variables de nivel y caudal, denominada Estación Bocas (RL-2). A continuación, se presentan los siguientes resultados que corresponden al año 2023.

13.2.1 Estación Bocas



Estación Hidroclimatológica de niveles Bocas, se encuentra ubicada en el municipio de Girón. Hace parte de la Red Hidroclimatológica de la CDMB desde el año 2019. Permite el registro de las variaciones en los niveles de columna de agua para esta sección del río. La estación Bocas tiene sensor de para medir velocidad y con ello calcula el caudal.

La Estación Bocas reportó información durante el 01 de diciembre de 2.022 al 28 de marzo de 2.023, del 21 de abril a 31 de mayo del 2023, y de 01 de julio a 10 de octubre de 2023, que corresponden al año 2023. Se realizó el procesamiento de la información de esta estación. A continuación, se evidencia el comportamiento de la carga hidrostática para el año 2023.

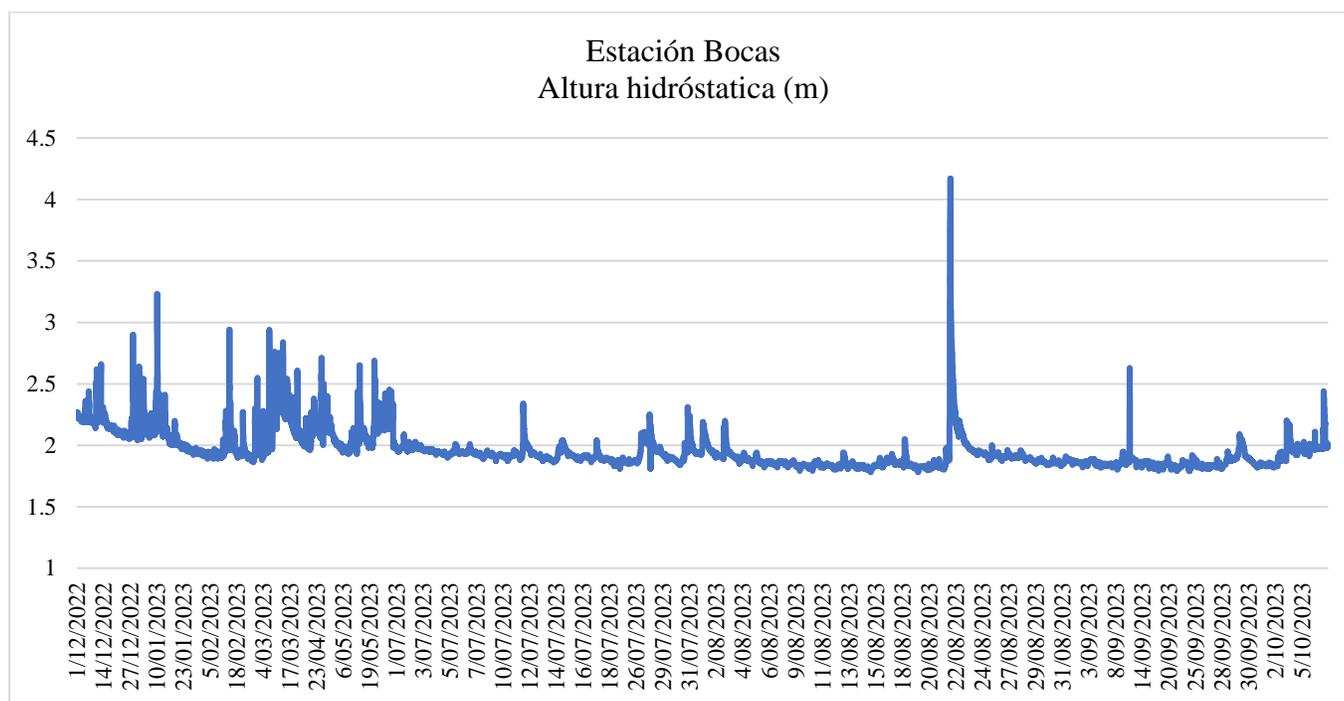
La carga hidrostática para el reporte disponible que corresponde al año 2023, se evidencia notablemente que el nivel de agua presenta picos de aumento significativos en el mes de agosto, en relación al reporte de los demás meses del año. El nivel de la columna de agua máximo reportado fue de 4,17 m de altura, reportado en el día 22 de agosto de 2.023, el nivel de la lámina de agua mínimo reportado tuvo como ocurrencia el día 27 de febrero con una medición de 1,86 m.

Para la variable de volumen de agua reportada para el año 2023 por la estación, se realizó análisis de caudales de agua mínimos horarios reportados (m³/s). Se evidencia que el caudal mínimo de agua reportado fue 0,727 m³/s y tuvo como ocurrencia el día 18 de septiembre de 2023, de igual forma, el nivel de la lámina reportado en la fecha de ocurrencia del caudal mínimo de agua fue de 1,81 m. Así mismo, el caudal de agua máximo reportado por la estación para el año 2023, fue de 592,839 m³/s con fecha de ocurrencia el día 22 de agosto del 2023, así mismo, el nivel de la lámina reportado en la fecha de ocurrencia del caudal máximo de agua fue de 4,17 m.

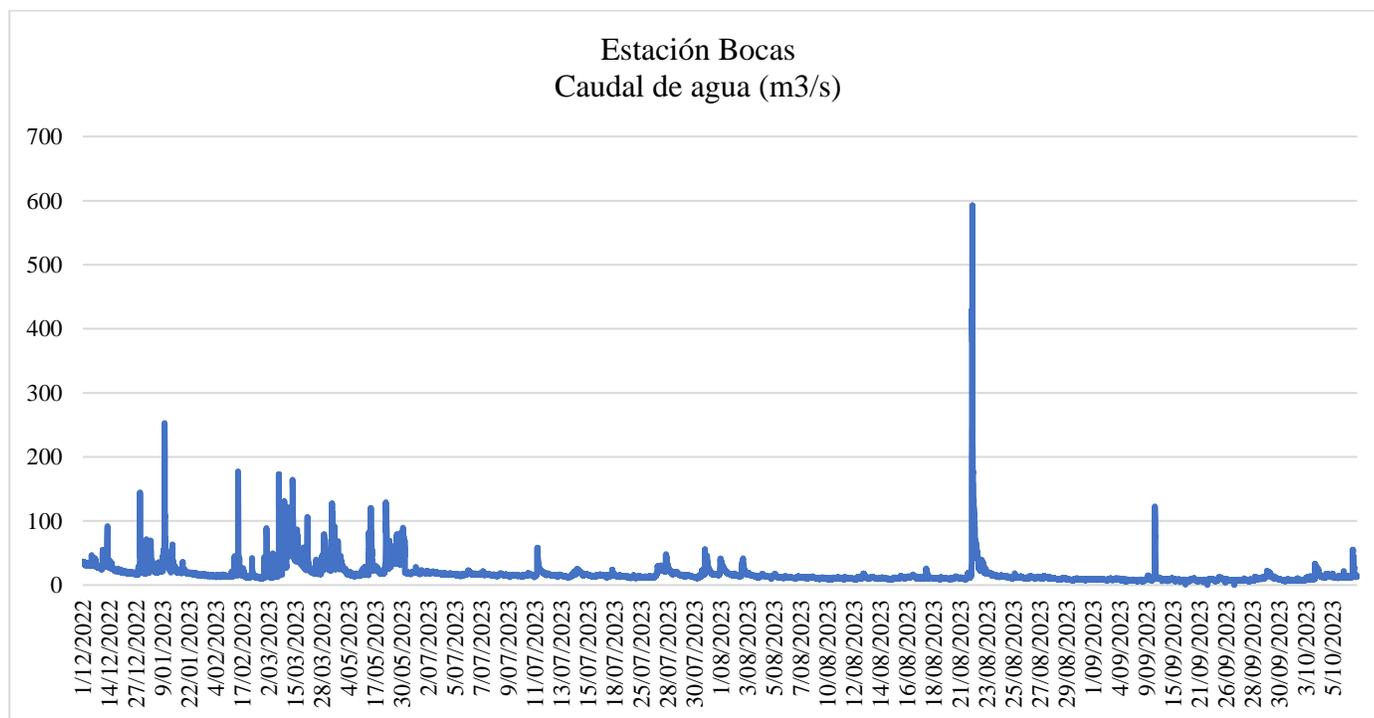
Es importante indicar que, de acuerdo con los datos reportador por la estación Bocas, presentó menores niveles en la lámina de agua y caudales fluctuantes durante el año 2.023.

Así mismo, se presenta la curva de gasto para el año 2023 de la estación Bocas, es importante precisar que, para esta no se realiza aforos o secciones transversales para determinar la comparación entre niveles y caudales, ésta se realiza mediante los datos reportados por la estación en función de la medición de caudal (m³/s) y nivel de la lámina de agua (m).

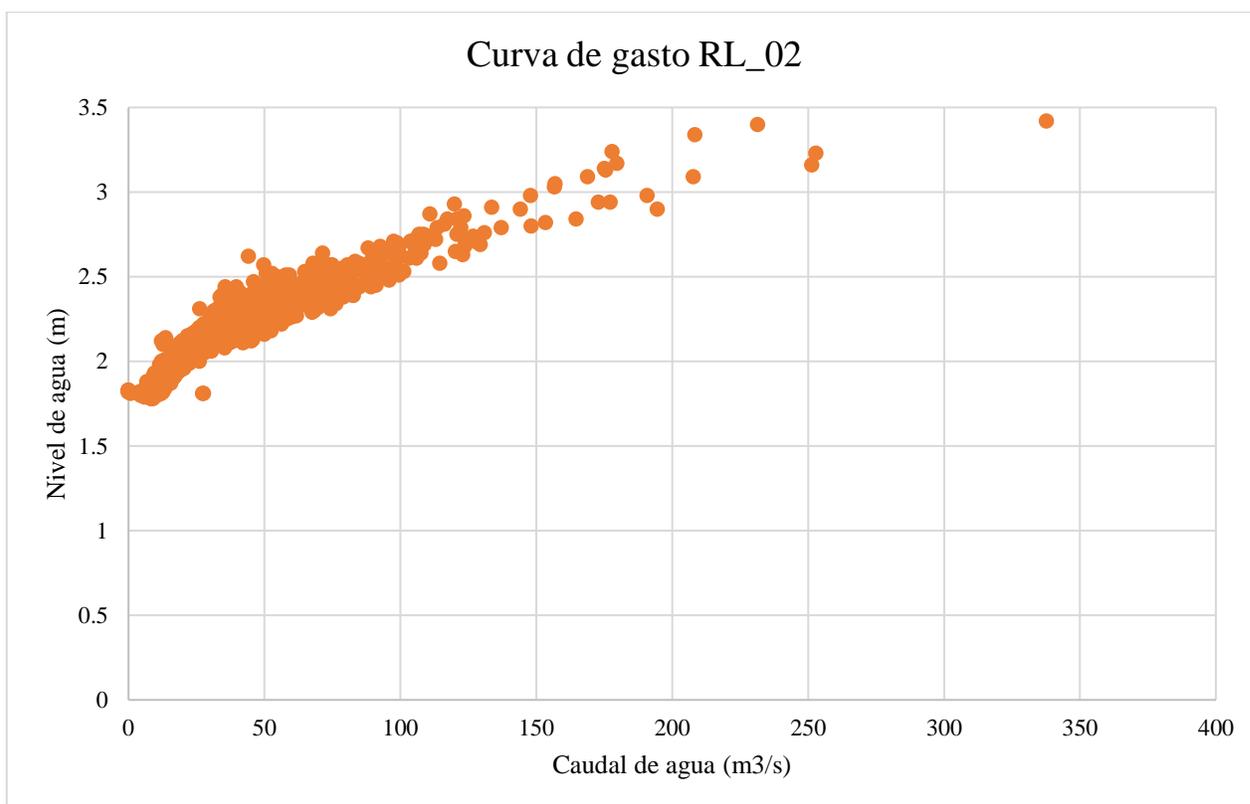
Gráfica 197. Niveles Estación Bocas



Gráfica 198. Análisis de Caudal Estación Bocas.



Gráfica 199. Curva de Gasto Estación Bocas.



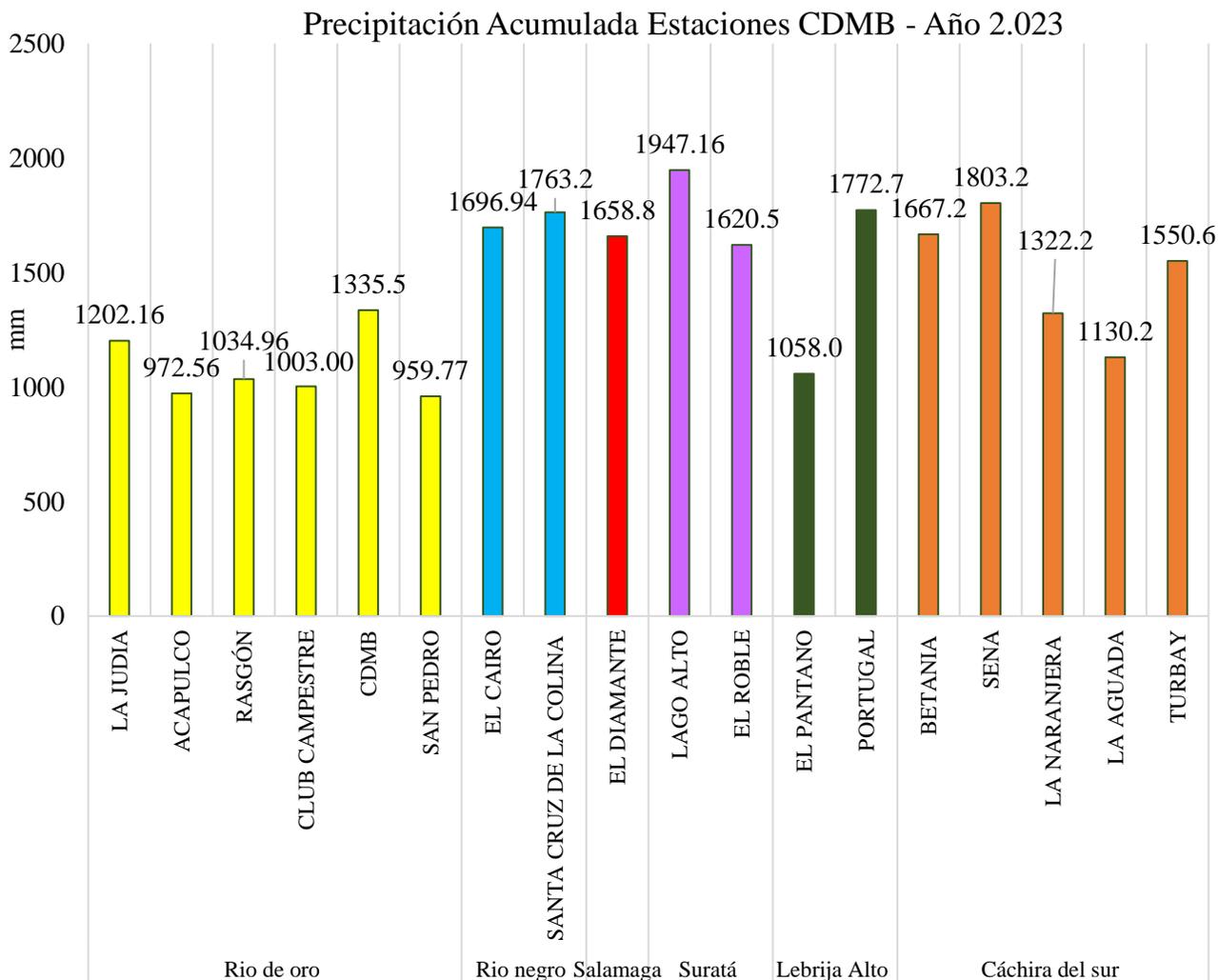
14. CONSOLIDACIÓN

Se registran los reportes generados por estación, teniendo en cuenta aquellas estaciones donde el registro de datos de las variables meteorológicas se realizó con un margen de disponibilidad mínima del 75% de la totalidad de los datos registrados para el año 2023.

Variable precipitación

Para el reporte del comportamiento de la variable precipitación acumulada para el año 2023, es importante aclarar la estación La judía, El Diamante, y El roble en el análisis individual se incluye el mes de diciembre de 2022 como valor indicativo, sin embargo, para efectos del comportamiento anual se incluye el registro de las estaciones en el periodo comprendido entre el mes de 01 diciembre de 2022 a 30 de noviembre del año 2023.

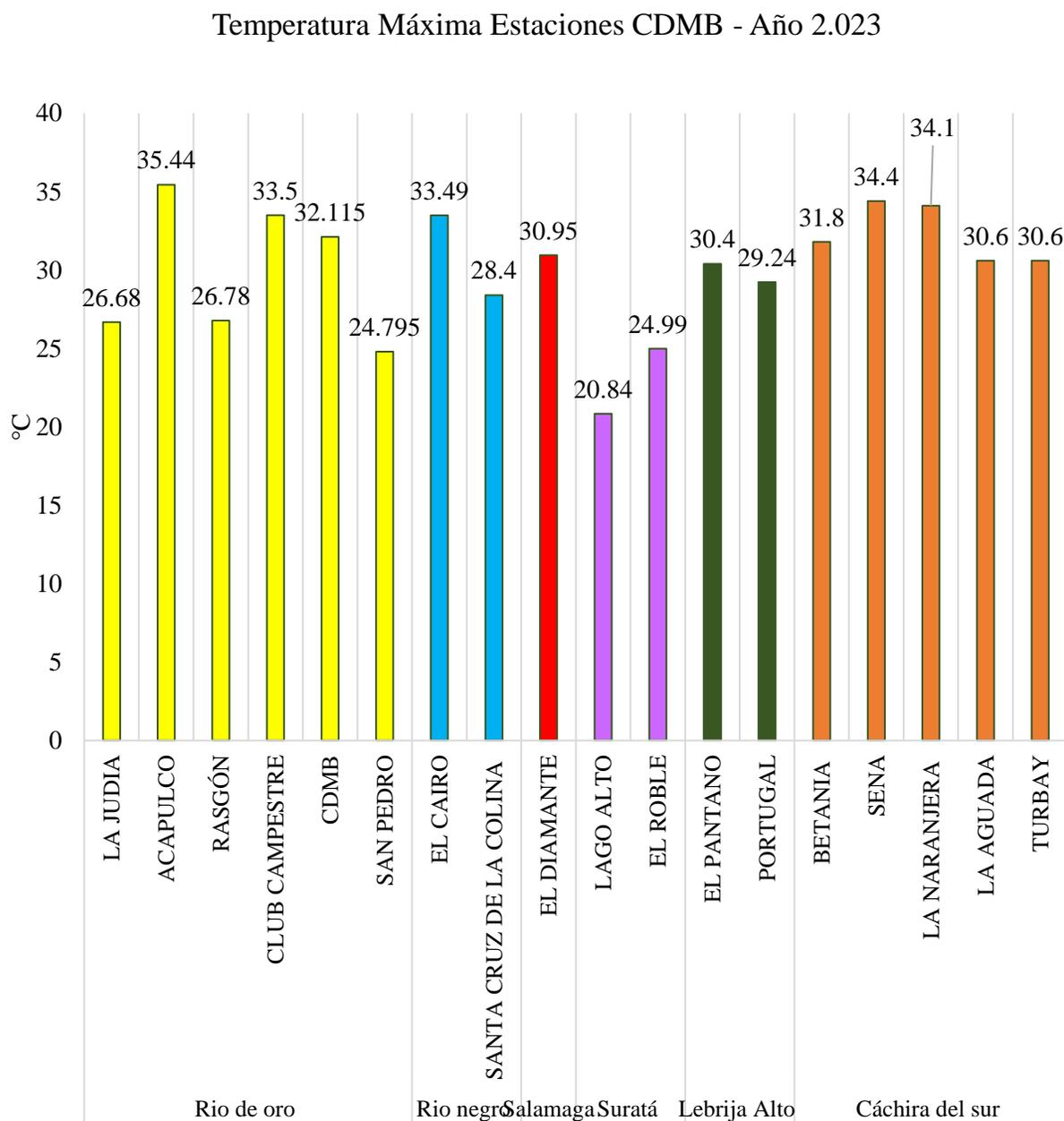
Gráfica 200. Red Hidroclimatológica, Variable Precipitación.



De acuerdo con la “Gráfica 107. Red Hidroclimatológica, Variable Precipitación”, según los registros de precipitación acumulada anual, se evidencia un gran aporte de agua por precipitación a la subcuenca Suratá, dado que, la estación Lago alto (1947,16 mm) y Sena (1803,2 mm).

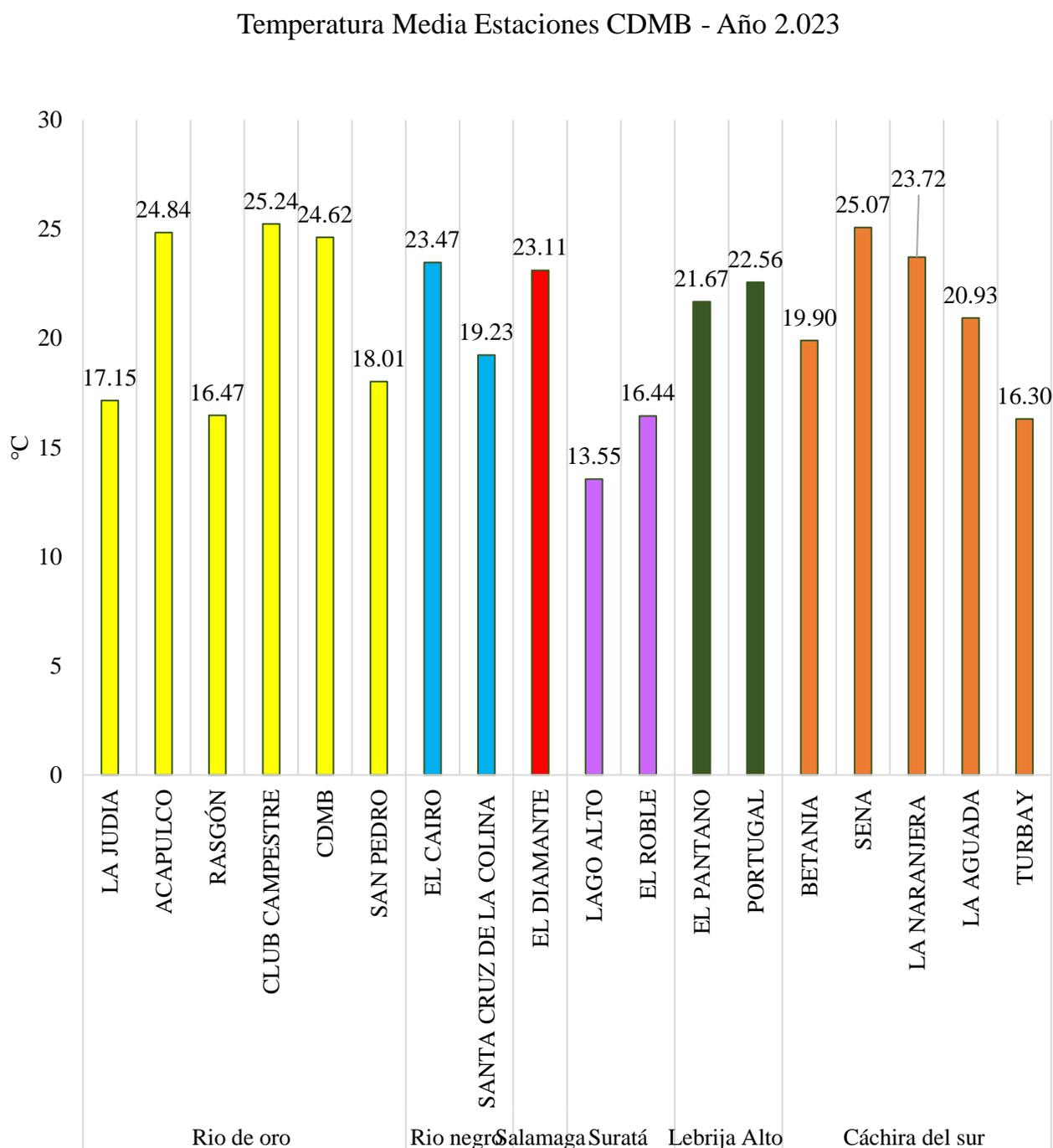
Variable Temperatura ambiente

Gráfica 201. Red Hidroclimatológica, Variable Temperatura máxima ambiente.



Se evidencia que la Estación Acapulco presentó el mayor registro de temperatura máxima semestral ambiente registrada en el año 2023 (35,44 °C), seguida por la estación Sena (34,4°C), por tanto, la cuenca con el registro de temperatura máxima ambiente más alto corresponde Río de oro.

Gráfica 202. Red Hidroclimatológica, Variable Temperatura media ambiente.

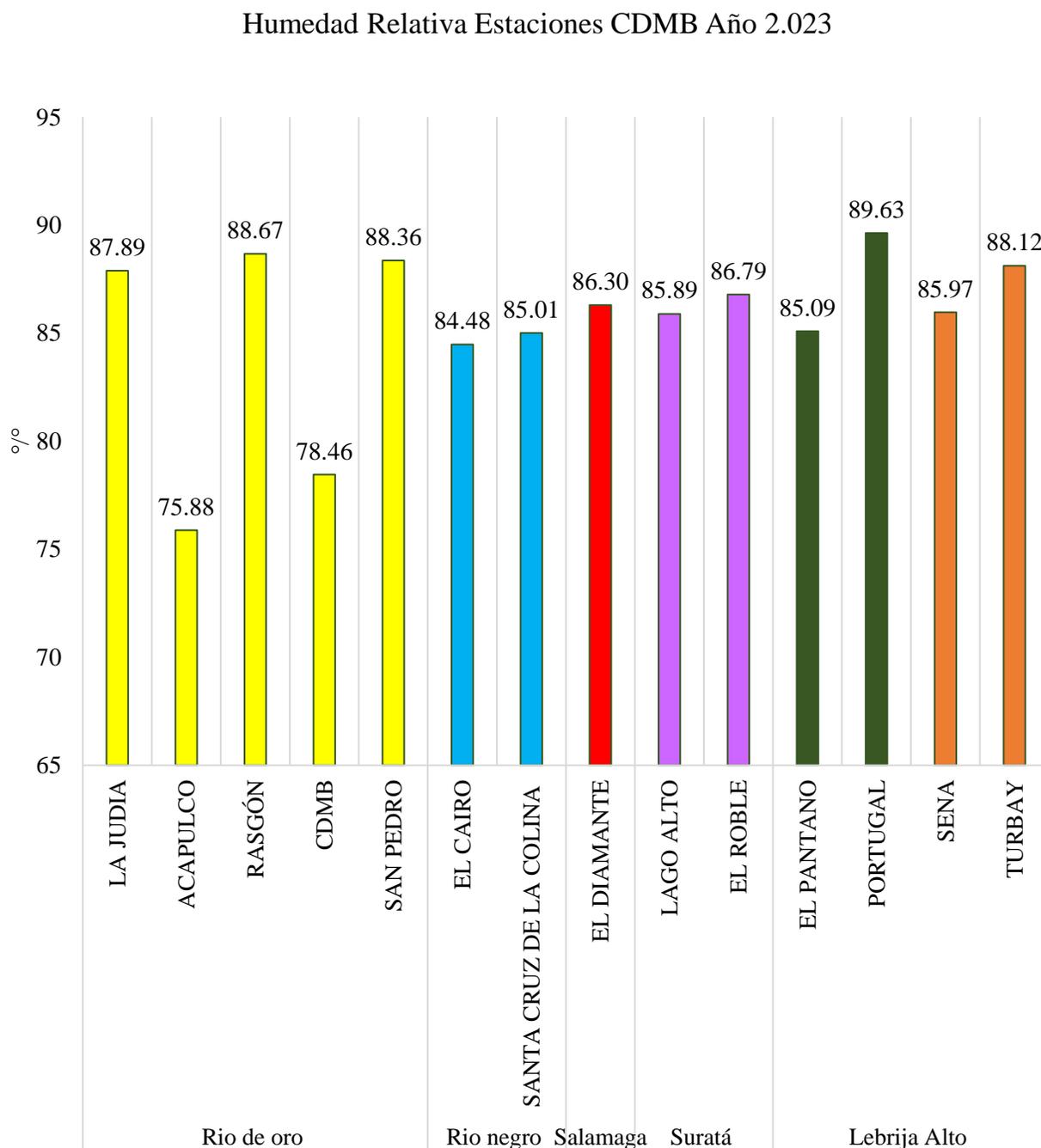


De acuerdo con la “Gráfica 109. Red Hidroclimatológica, Variable Temperatura media ambiente.”, según los registros semestrales de temperatura, se evidencia que la estación Club Campestre de la subcuenca Río de oro cuenta con el mayor registro de temperatura

anual, con un valor promedio de 25,24°C.

Variable Humedad Relativa

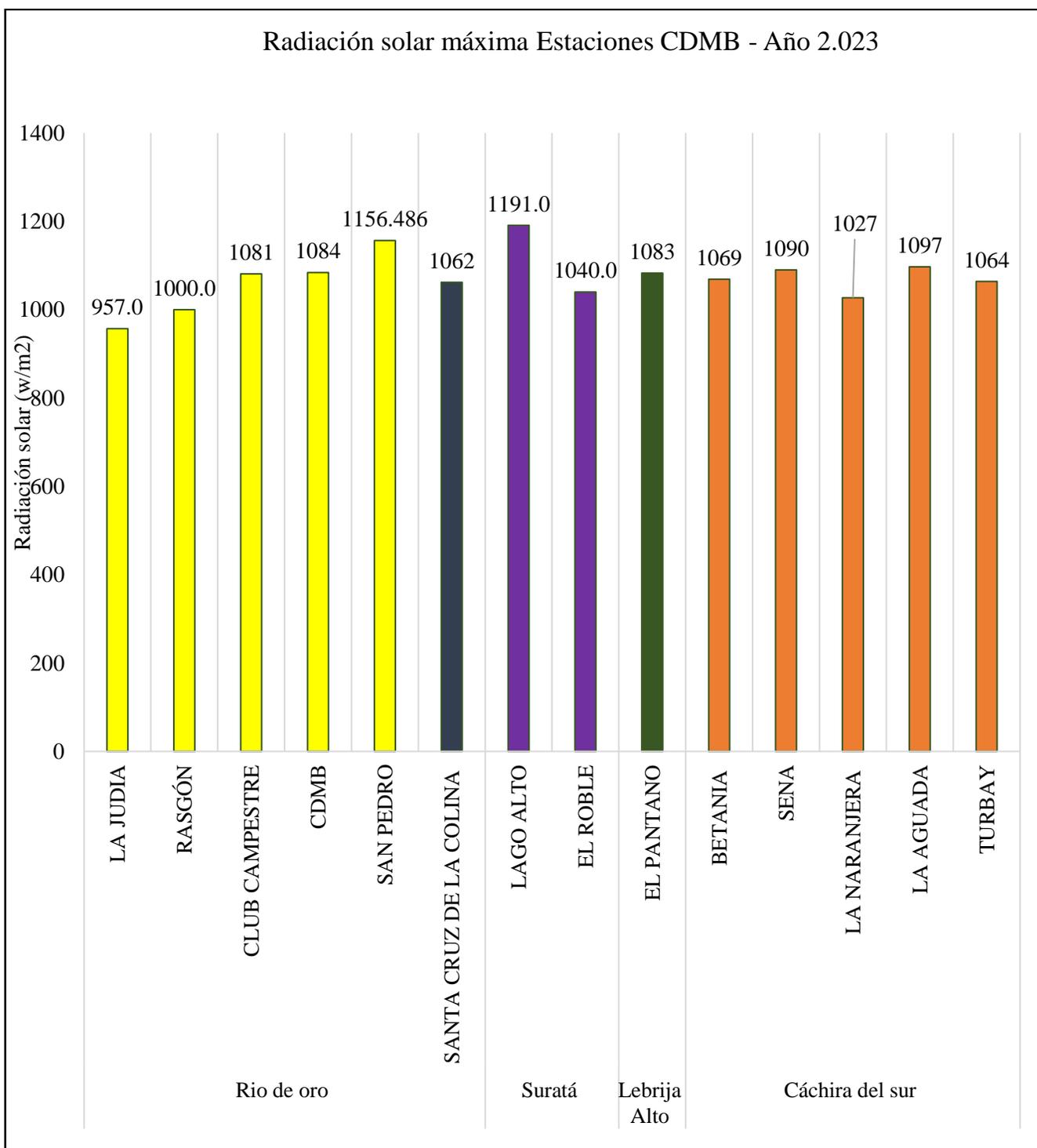
Gráfica 203. Red Hidroclimatológica, Variable Humedad relativa.



Se evidencia que la Estación Portugal presentó el valor promedio semestral de la variable humedad relativa con registro de 89,63%, según las estaciones que reportaron esta variable para el 2023, seguido por la estación Rasgón (88,67 %). Las estaciones La Naranjera, y La Aguada no contaron con reporte de esta variable para el año 2.023.

Variable Radiación solar

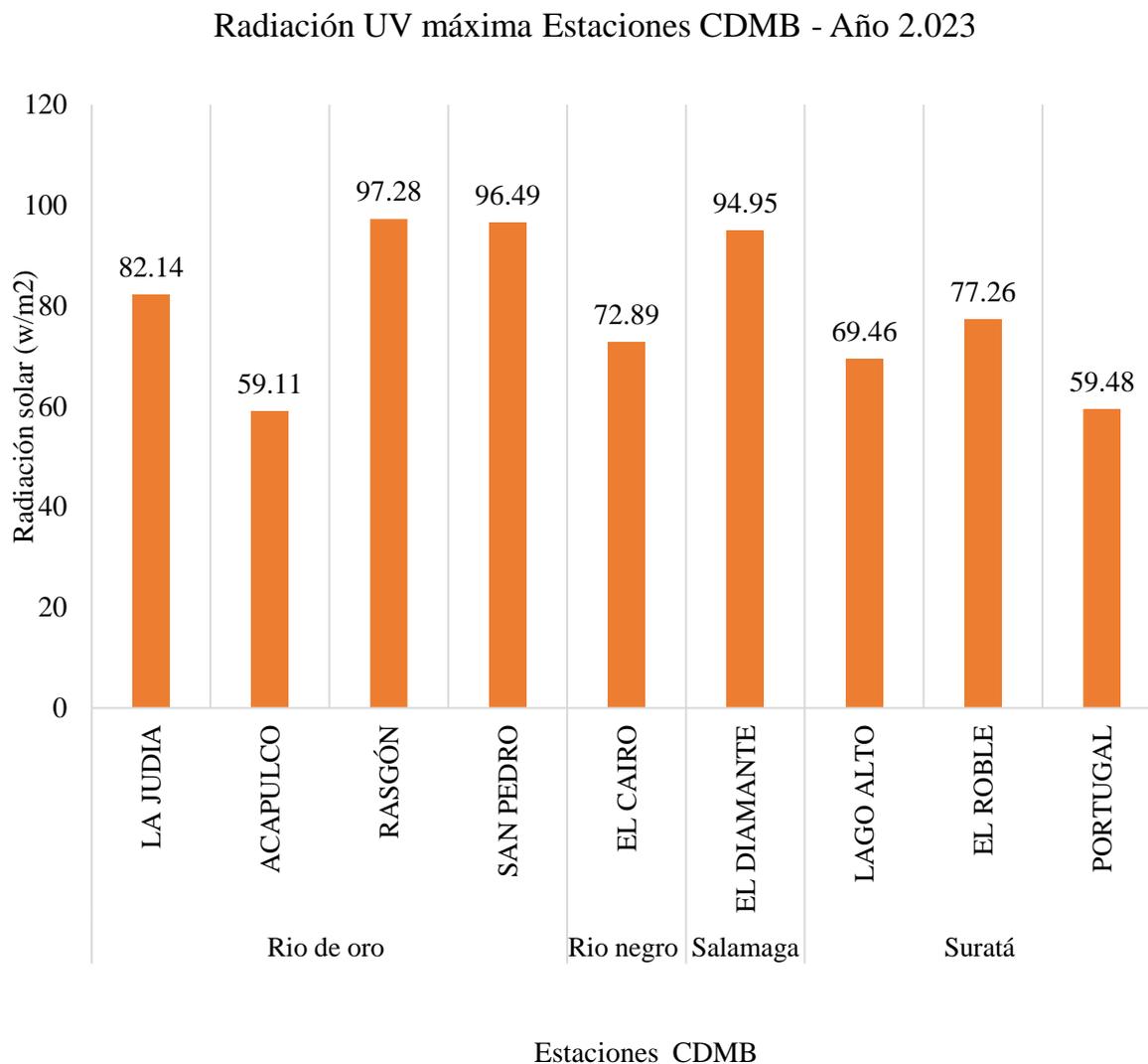
Gráfica 204. Red Hidroclimatológica, Variable Radiación solar.



La estación Lago Alto reportó el registro de radiación solar máxima para el año 2023, según los datos registrados por cada estación, reportó una medición de 1.191 W/m².

Variable Radiación UV

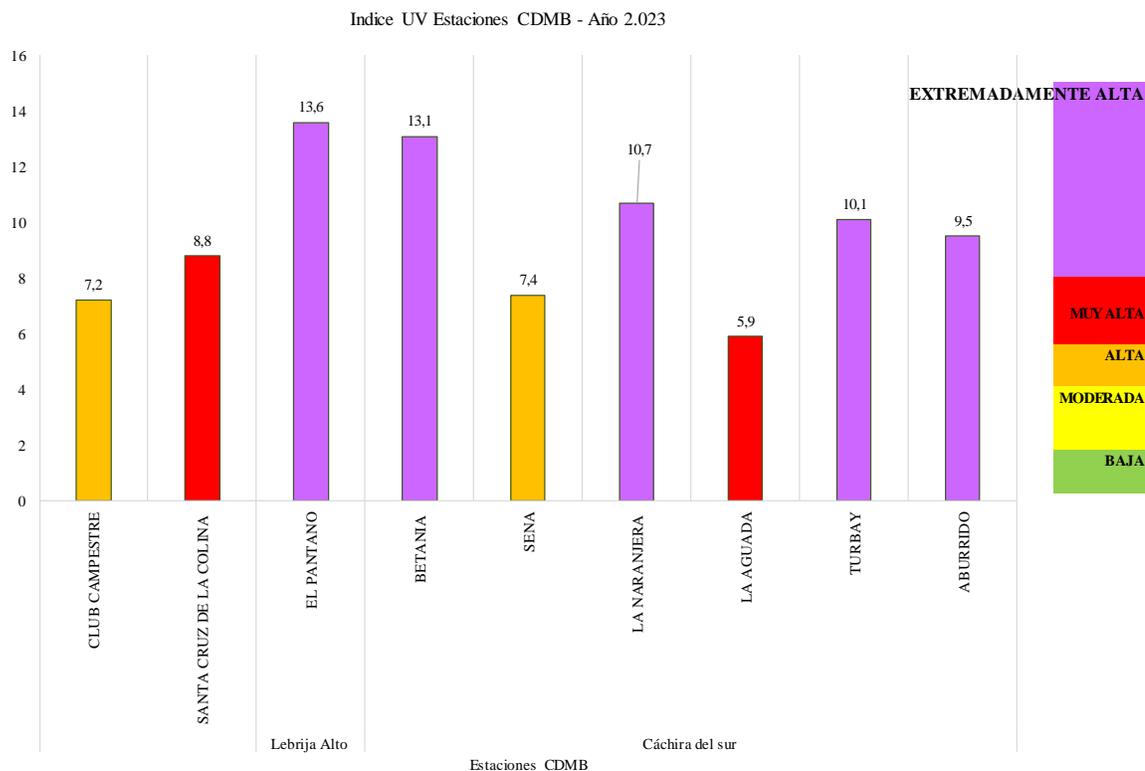
Gráfica 205. Red Hidroclimatológica, Variable Radiación UV.



Las estaciones que presentan medición de la variable Radiación UV, son: El roble, Lago alto, La judía, Acapulco, Rasgón, El Cairo, San Pedro, Portugal y el Diamante. Para efectos del año 2023, la estación El Rasgón reportó el registro de radiación UV máxima para el año 2023, según los datos registrados por cada estación, reportó una medición de 97,28 W/m².

Variable Índice UV

Gráfica 206. Red Hidroclimatológica, Variable Índice UV.



Las estaciones que presentan medición de la variable Índice UV, son: Club Campestre, Pantano, El aburrido, Betania, Sena, La naranjera, La aguada, Turbay, Santa Cruz de la Colina.

La estación El pantano reportó el registro de Índice UV solar máximo para el año 2023, según los datos registrados por cada estación, reportó medición de 13,6, el tipo de riesgo corresponde a la categoría de exposición Extremadamente alta. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Organización Meteorología Mundial (OMM) y la Comisión Internacional para la Protección de la energía no ionizante (ICNIRP, por sus siglas en inglés), se hace necesario promover acciones enfocadas a la prevención de enfermedades, especialmente aquellas de la piel, se requiere tomar medidas de protección extra, como evitar la exposición prolongada al sol de manera directa, utilizar elementos como protector solar, camisa manga larga, gafas con filtro solar, especial protección para menores de 20 años.

15. GLOSARIO

Clima: Es el conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas, caracterizado por los estados y evoluciones del tiempo, en un periodo y región dados, y controlado por factores forzantes y determinantes, y por la interacción entre los diferentes componentes del sistema climático (atmósfera, hidrosfera, litosfera, criósfera, biosfera y antropósfera) (IDEAM, 2005).

Estaciones Meteorológicas: Se entiende como estación meteorológica el sitio donde se hacen observaciones y mediciones puntuales de las diferentes variables meteorológicas, usando instrumentos apropiados, con el fin de establecer el comportamiento atmosférico en las diferentes zonas de un territorio (IDEAM, 2005).

Estaciones Climáticas: Son aquellas en las cuales se obtienen datos meteorológicos de una calidad y duración tales que permiten describir o explicar el clima de una región. En función del objetivo que se persigue, las estaciones se dividen en dos grandes tipos: Principales y Ordinarias (IDEAM, 2008).

Estación Climatológica Ordinaria (CO) (Redes): Este tipo de estaciones poseen obligatoriamente un pluviómetro, pluviógrafo y psicrómetro. Es decir, miden lluvias y temperaturas extremas e instantáneas.

Estación Climatológica Principal (CP) (Redes): Es aquella en la cual se hacen observaciones de visibilidad, tiempo atmosférico presente, cantidad, tipo y altura de las nubes, estado del suelo, precipitación, temperatura del aire, humedad, viento, radiación, solar, brillo solar, evaporación y fenómenos especiales. Gran parte de estos parámetros se obtienen de instrumentos registradores. Por lo general se efectúan tres observaciones diarias.

Helada (Alertas hidrológicas): En términos meteorológicos, es la ocurrencia de una temperatura igual o menor a 0 °C a un nivel de 1.5 a 2 m sobre el nivel del suelo. Es decir, al nivel reglamentario en que se instalan las casetas de medición meteorológica. Desde el punto de vista agrometeorológico podría definirse una helada como la temperatura baja a la cual los tejidos de la planta comienzan a sufrir daño.

Humedad atmosférica: Es el porcentaje de humedad que contiene el aire con respecto al total que es capaz de contener como función de su temperatura y su presión (IDEAM, 2005).

Precipitación: La precipitación es la caída de partículas de agua líquida o sólida que se originan en una nube, atraviesan la atmósfera y llegan al suelo. La cantidad de precipitación es el volumen de agua lluvia que pasa a través de una superficie en un tiempo determinado (IDEAM, 2005).

Red Climatológica: Esta red la componen las denominadas estaciones climatológicas en las cuales se miden, además de la precipitación, otras variables meteorológicas como la temperatura, las características de humedad del aire, el brillo solar, el viento (dirección, recorrido y velocidad) y la evaporación, con el propósito de obtener las variables usadas para el seguimiento y estudio del clima. En las estaciones climatológicas se toman datos tres veces al día o se registran continuamente (IDEAM, 2005).

Red Meteorológica: Una red meteorológica es el conjunto de estaciones, convenientemente distribuidas, en las que se observan, miden y/o registran los diferentes fenómenos y elementos atmosféricos que son necesarios en la determinación del estado del tiempo y el clima en una región, para su posterior aplicación a diversos usos y objetivos (IDEAM, 2005).

Temperatura: Es una medida del grado de calor o frío de un cuerpo o un medio los tres parámetros que describen el régimen de la temperatura en un determinado lugar son la temperatura media, la máxima media y la mínima media, en la escala media mensual multianual (IDEAM, 2005).

Variabilidad del clima: La variabilidad del clima se refiere a las variaciones en el estado medio y otros datos estadísticos (como las desviaciones típicas, la ocurrencia de fenómenos extremos, etc.) del clima en todas las escalas temporales y espaciales, más allá de fenómenos meteorológicos determinados. La variabilidad se puede deber a procesos internos naturales dentro del sistema climático (variabilidad interna), o a variaciones en los forzamientos externos antropogénicos (variabilidad externa) (IPCC, 2013).

Viento: Es el aire en movimiento. Se representa por un vector que puede ser descompuesto en una componente horizontal y otra vertical. La proyección horizontal del vector viento es lo que llamamos viento, y a la componente vertical se le denomina corriente ascendente o descendente, según corresponda.

Para identificar el viento, es necesario determinar su dirección y velocidad. La dirección del viento se define como aquella de donde procede. Se expresa en grados sexagesimales contados en el sentido que giran las manecillas del reloj, a partir del norte geográfico, utilizando los rumbos de la rosa de los vientos. Las 8 direcciones principales son Norte, Noreste, Este, Sureste, Sur, Suroeste, Oeste y Noroeste. La velocidad del viento es la distancia que recorre una partícula de aire en la unidad de tiempo. Se expresa en metros por segundo (m/s), kilómetros por hora (km/h) o nudos. Cuando la velocidad del viento es inferior a 0,5 m/s se dice que el viento está en calma (IDEAM, 2005).

A photograph of an urban street scene. In the foreground, a concrete highway interchange with yellow safety railings runs diagonally across the frame. A road with white dashed lines and a 'PARE' sign with an arrow points towards the interchange. In the middle ground, several cars and a motorcycle are visible on the road. The background features a dense cityscape with various buildings, including a prominent white building with blue accents. The sky is blue with some clouds.

CAPITULO III

Sistema de Vigilancia de Calidad de Aire 2023

CAPITULO III. SISTEMA DE VIGILANCIA DE CALIDAD DE AIRE

INTRODUCCIÓN

La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga – CDMB, en ejercicio de las funciones de máxima autoridad ambiental en los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón, Piedecuesta, Lebrija, Rionegro, El Playón, Matanza, Suratá, Charta, Tona, Vetas y California, establecidas por el Artículo 31° de la Ley 99 de 1993, dentro de las cuales se destaca el numeral 22 que ordena implantar y operar el Sistema de Información Ambiental en el área de su jurisdicción, de acuerdo con las directrices trazadas por el Ministerio del Medio Ambiente (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible).

En este orden de ideas, el Sistema de Información Ambiental se compone, entre otros componentes, del Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire – SVCA, el cual debe diseñarse y operarse de acuerdo con lo dispuesto en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire (Manuales de Diseño y Operación de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire), la Resolución MADS No. 2254 del 01 de noviembre de 2017 y la Política para el Mejoramiento de la Calidad del Aire – Documento CONPES 3943 de 2018.

Así las cosas, el Grupo de Gestión del Conocimiento Ambiental para la Sostenibilidad de la Subdirección de Ordenamiento y Planificación Ambiental del Territorio – SOPIT, presenta el informe anual del Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire – SVCA de la CDMB correspondiente al periodo comprendido del 01 de enero al 31 de diciembre de 2024.

El nuevo SVCA de la CDMB está conformado por cuatro estaciones automáticas de referencia que suministran información en tiempo real de los contaminantes criterio establecidos en la Resolución MADS No. 2254 del 01 de noviembre de 2017 (PM10, PM2.5, SO₂, NO₂, CO y O₃) y la sustancia generadora de olor ofensivo Azufre Total Reducido (TRS), estipulada en la Resolución MAVDT No. 1541 del 15 de noviembre

de 2013, teniendo en cuenta la problemática que desde hace varios años viene atendiendo la Corporación derivada de las plantas de tratamiento térmico de subproductos de animales (Rendering) ubicadas en el corredor vial entre el Palenque y el Café Madrid de Bucaramanga. Por último, las estaciones del nuevo Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire de la CDMB están ubicadas en los sectores de Hospital Local del Norte, Institución Educativa Integrada Jorge Eliécer Gaitán y Club Unión en el Municipio de Bucaramanga y en el Centro Cultural Daniel Mantilla Orbegozo del Municipio de Piedecuesta, cumpliendo con los criterios de macro y micro localización definidos en el documento de rediseño del sistema, en aras de cumplir con el objetivo principal de determinar el cumplimiento de los niveles máximos permisibles de contaminantes criterio en el aire establecidos en la Resolución MADS No. 2254 de 2017 y la Resolución MAVDT No. 1541 de 2013, así como obtener la acreditación del SVCA ante el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, conforme con lo establecido en la Norma Técnica Colombiana NTCA ISO IEC 17025:2017 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.

16. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

- Realizar la comparación del valor de la concentración en microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) del contaminante criterio PM_{10} con el nivel máximo permisible en el aire para un tiempo de exposición de 24 horas y anual establecido en la Resolución MADS No. 2254 del 01 de noviembre de 2017, correspondiente a las estaciones automáticas ubicadas en los sectores Club Unión, Institución Educativa Jorge Eliécer Gaitán y Hospital Local del Norte en Bucaramanga y Centro Cultural Daniel Mantilla Orbegozo en Piedecuesta.

- Realizar la comparación del valor de la concentración en microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) del contaminante criterio $\text{PM}_{2.5}$ con el nivel máximo permisible en el aire para un tiempo de exposición de 24 horas y anual establecido en la Resolución MADS No. 2254 del 01 de noviembre de 2017, correspondiente a

las estaciones automáticas ubicadas en los sectores de Club Unión, Institución Educativa Jorge Eliécer Gaitán y Hospital Local del Norte en Bucaramanga y Centro Cultural Daniel Mantilla Orbegozo en Piedecuesta.

- Realizar la comparación del valor de la concentración en microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) del contaminante criterio O_3 con el nivel máximo permisible en el aire para un tiempo de exposición de 8 horas establecido en la Resolución MADS No. 2254 del 01 de noviembre de 2017, correspondiente a las estaciones automáticas ubicadas en los sectores de Club Unión, Institución Educativa Jorge Eliécer Gaitán y Hospital Local del Norte en Bucaramanga; Centro Cultural Daniel Mantilla Orbegozo en Piedecuesta.
- Realizar la comparación del valor de la concentración en microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) del contaminante criterio SO_2 con el nivel máximo permisible en el aire para los tiempos de exposición de 24 horas y 1 hora establecidos en la Resolución MADS No. 2254 del 01 de noviembre de 2017, correspondiente a las estaciones automáticas ubicadas en los sectores de Club Unión en Bucaramanga y Centro Cultural Daniel Mantilla Orbegozo en Piedecuesta.
- Realizar la comparación del valor de la concentración en microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) del contaminante criterio NO_2 con el nivel máximo permisible en el aire para un tiempo de exposición de 1 hora establecido en la Resolución MADS No. 2254 del 01 de noviembre de 2017, correspondiente a la estación automática ubicada en el Club Unión de Bucaramanga.
- Realizar la comparación del valor de la concentración en microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) del contaminante criterio CO con el nivel máximo permisible en el aire para los tiempos de exposición de 8 horas y 1 hora establecidos en la Resolución MADS No. 2254 del 01 de noviembre de 2017, correspondiente a las estaciones automáticas ubicadas en los sectores de Club Unión en Bucaramanga y Centro Cultural Daniel Mantilla Orbegozo en Piedecuesta.

- Realizar la comparación del valor de la concentración en microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) del contaminante criterio TRS con el nivel máximo permisible en el aire para los tiempos de exposición de 24 horas y 1 hora establecidos en la Resolución MADS No. 1541 del 12 de noviembre de 2013, correspondiente a las estaciones automáticas ubicadas en la Institución Educativa Jorge Eliécer Gaitán y el Hospital Local del Norte en Bucaramanga.

- Realizar el cálculo del Índice de Calidad del Aire (ICA) para los contaminantes criterio PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, SO_2 , NO_2 , O_3 y CO , de acuerdo con los puntos de corte establecidos en la Resolución MADS No. 2254 del 01 de noviembre de 2017, estableciendo las categorías correspondientes para la calidad del aire de las zonas evaluadas.

17. GENERALIDADES

17.1 Parámetros monitoreados de calidad del aire y sus efectos para la salud humana

17.1.1 Material Particulado (PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$)

PM significa material particulado (también llamado contaminación por partículas): el término para una mezcla de partículas sólidas y gotas líquidas que se encuentran en el aire. Algunas partículas, como el polvo, la suciedad, el hollín, o el humo, son lo suficientemente grandes y oscuras como para verlas a simple vista. Otras son tan pequeñas que solo pueden detectarse mediante el uso de un microscopio electrónico. La contaminación por partículas incluye:

- **PM₁₀**: partículas inhalables que tienen diámetros de, por lo general, 10 micrómetros y menores;
- **PM_{2,5}**: partículas inhalables finas que tienen diámetros de, por lo general, 2,5 micrómetros y menores.

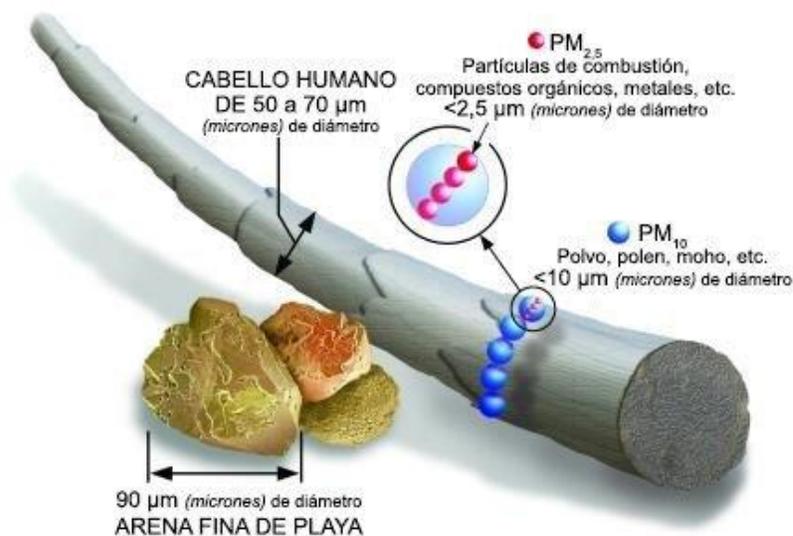


Imagen 17. Comparación del tamaño de las partículas de PM.

El tamaño de las partículas se encuentra directamente vinculado con el potencial para provocar problemas de salud. Las partículas pequeñas de menos de 10 micrómetros de diámetro suponen los mayores problemas, debido a que pueden llegar a la profundidad de los pulmones, y algunas hasta pueden alcanzar el torrente sanguíneo. (AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL (EPA), 2022)

La exposición a estas partículas puede afectar tanto a los pulmones como al corazón. Múltiples estudios científicos vincularon la exposición a la contaminación por partículas a una variedad de problemas, que incluye:

- Muerte prematura en personas con enfermedades cardíacas o pulmonares
- Síntomas respiratorios aumentados, como irritación en las vías respiratorias, tos o dificultad para respirar. (AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL (EPA), 2022)
- La exposición a la contaminación por partículas tiende a afectar en su mayoría a personas con enfermedades cardíacas o pulmonares, niños y adultos mayores.

17.1.2 Dióxido de Azufre (SO₂)

El Dióxido de azufre es un gas incoloro, irritante, con un olor penetrante que se comienza a percibir con 0,3 a 1,4 ppm y es perfectamente distinguible a partir de 3 ppm -partes por millón-. Su densidad es el doble que la del aire. No es un gas inflamable, ni explosivo y tiene mucha estabilidad, es muy soluble en agua y en contacto con ella se convierte en ácido sulfúrico. Consiste en un átomo de azufre y dos de oxígeno.

Durante su proceso de oxidación en la atmósfera, este gas forma sulfatos. Estos sulfatos forman parte del material particulado PM10. En presencia de humedad el dióxido de azufre forma ácidos en forma de aerosoles y se produce una parte importante del material particulado secundario o fino (PM2.5). El SO₂ es el responsable de la lluvia ácida.

Tanto la exposición a sulfatos como a los ácidos derivados del SO₂, comportan graves riesgos para la salud ya que éstos pasan directamente al sistema circulatorio humano a través de las vías respiratorias.

17.1.3 Dióxido de Nitrógeno (NO₂)

El dióxido de nitrógeno NO₂ es un compuesto químico gaseoso de color marrón amarillento formado por la combinación de un átomo de nitrógeno y dos de oxígeno. Es un gas tóxico e irritante. El NO₂ junto al NO-óxido nitroso- son conocidos como NO_x y son algunos de los principales contaminantes en las ciudades.

En la naturaleza se produce por los incendios forestales o las erupciones volcánicas. También se produce de forma natural por la descomposición de nitratos orgánicos. El volumen total que se produce de forma natural es infinitamente menor que el que se produce por efecto del hombre.

La mayor parte tiene su origen en la oxidación del NO que se produce en la combustión de los motores de los vehículos, fundamentalmente los diésel. El NO emitido por los motores, una vez en la atmósfera, se oxida y se convierte en NO₂. Es también un potenciador del material particulado, sobre todo de partículas finas PM2.5 que son las más perjudiciales. En su reacción con la luz UV del sol es un precursor de O₃ ozono troposférico.

La Agencia para la protección ambiental EPA (AGENCIA PROTECCIÓN AMBIENTAL (EPA), 2023) presenta las afectaciones que puede presentar en la salud:

- El NO₂ actúa principalmente como un irritante que afecta a la mucosa de los ojos, la nariz, la garganta y las vías respiratorias.
- La exposición a dosis de NO₂ extremadamente altas (como en un incendio de un edificio) puede provocar edema pulmonar y una lesión pulmonar difusa.
- La exposición continua a altos niveles de NO₂ puede contribuir al desarrollo de bronquitis aguda o crónica.
- **La exposición a niveles bajos de NO₂ puede causar:**
 - Aumento de la reactividad bronquial en algunos asmáticos
 - Disminución de la función pulmonar en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica
 - Aumento del riesgo a infecciones respiratorias, especialmente en niños pequeños

17.1.4 Ozono Troposférico (O₃)

El ozono es un gas incoloro, formado por tres moléculas de oxígeno, que se encuentra de forma natural en la troposfera y la estratosfera.

Se distinguen dos tipos en función de su ubicación:

El ozono presente en la estratosfera forma una capa que nos protege de las radiaciones ultravioletas; “La capa de Ozono”. Debido a la contaminación por actividades antropogénicas se ha generado uno de los mayores problemas ambientales “El agujero de la capa de Ozono” relacionado directamente con el Cambio Climático.

Por otro lado, el ozono presente en la troposfera de forma natural es producto del transporte de éste desde la estratosfera y de diferentes reacciones químicas. Los precursores para la formación del ozono troposférico mediante dichas reacciones son los COV, CO y los NO_x.

Normalmente el ozono no se produce de forma directa si no por la transformación de otros compuestos llamado precursores. La actividad antrópica ha generado un aumento de las concentraciones de estos precursores, especialmente NO_x y los COV, generando un problema de contaminación atmosférica. Los NO_x actúan como catalizadores y forman ozono a partir de los COV, por lo que el O₃ es clasificado como un contaminante secundario.

La contaminación por ozono troposférico está determinada por las concentraciones de los precursores y las condiciones meteorológicas, afectando especialmente durante la primavera y el verano en áreas suburbanas y rurales influenciadas por áreas urbanas.

En los últimos años ha aumentado la importancia sobre este contaminante por varios aspectos; la afección sobre la salud y el medio ambiente, así como la dificultad para predecir las concentraciones de este contaminante debido a su carácter de contaminante secundario.

17.1.5 Monóxido de Carbono (CO)

El CO se produce por la combustión incompleta de materiales combustibles como gas, gasolina, queroseno, carbón, petróleo o madera. Las chimeneas de hornos e incineradores industriales, las calderas para generación de vapor, los calentadores de agua y los aparatos domésticos que queman combustibles fósiles o derivados del petróleo, como las estufas u hornillas de la cocina o los calentadores de queroseno, también pueden producir CO si no están funcionando bien.

Tanto los automóviles en movimiento como los automóviles parados con el motor encendido (en ralentí) emiten CO. El monóxido de carbono tiene una afinidad mucho más alta que el oxígeno por la hemoglobina de la sangre, por lo que forma carboxihemoglobina que impide a la hemoglobina transportar el oxígeno a las células, y, por tanto, el organismo no puede obtener la energía necesaria para sobrevivir.

18. MARCO NORMATIVO: NORMA DE CALIDAD DEL AIRE

La norma de calidad de aire vigente es la Resolución 2254 de 2017 emitida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, que, entre otras disposiciones, establece en su artículo No. 2 los niveles máximos permitidos a condiciones de referencia para los contaminantes criterio para el periodo comprendido desde el 1 de julio de 2018 hasta el 31 de diciembre de 2029, indicados en la tabla 85, los cuales son base para evaluar e identificar el comportamiento de los contaminantes monitoreados.

Tabla 85. Niveles Máximos Permisible de Contaminantes Criterio en el aire

Contaminante	Nivel Máximo Permisible [$\mu\text{g}/\text{m}_3$]	Tiempo de Exposición
PM10	50	Anual
	75	24 horas
PM2.5	20	Anual
	37	24 horas
O₃	100	8 horas
NO₂	60	Anual
	200	1 hora
SO₂	50	24 horas
	100	1 hora
CO	5,000	8 horas
	35,000	1 hora

18.1 Índice de Calidad del Aire: procedimiento de cálculo y rangos.

Por otra parte, la Resolución 2254 de 2017, en el capítulo IV define el Índice de Calidad de Aire (ICA) para cada uno de los contaminantes criterio, así como los puntos de corte para realizar el cálculo, esto se resume en la tabla 86.

De acuerdo a las Resolución del MADS 2254 de 2017, el Índice de Calidad de Aire-ICA es un valor adimensional para reportar el estado de la calidad de aire en función de un código de colores al que están asociados unos efectos generales que deben ser tenidos en cuenta para reducir la exposición a altas concentraciones por parte de la población. (MADS, 2017). Su cálculo ha sido adoptado a partir de las recomendaciones técnicas consignadas en el Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality – The Air Quality Index (AQI), como se explica en

el Manual de Operación de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire del Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT, 2010)

Tabla 86. Descripción del ICA, sus efectos y Puntos de Corte

Color	Categoría	Valor ICA	PM 10 µg/m ³ 24 horas	PM2.5 µg/m ³ 24 horas	CO µg/m ³ 8 horas	SO ₂ µg/m ³ 1 hora	NO ₂ µg/m ³ 1 hora	O ₃ µg/m ³ 8 horas	O ₃ µg/m ³ 1 hora
	Buena	0-50	0-54	0-12	0-5094	0-93	0-100	0-106	-----
	Aceptable	51-100	55-154	13-37	5095-10819	94-147	101-189	107-138	-----
	Dañina a la salud de grupos sensibles	101-150	155-254	38-55	10820-14254	198-486	190-677	139-167	245-323
	Dañina a la salud	151-200	255-354	56-150	14255-17688	487-797	678-1221	168-207	324-401
	Muy dañina a la salud	201-300	355-424	151-250	17689-34862	798-1583	1222-2349	208-393	402-794
	Peligrosa	301-500	425-604	251-500	34863-57703	1584-2629	2350-3853	394 ²	795-1185

Método de calculo

El indicador se calcula a partir de las mediciones de concentración de los contaminantes monitoreados en los SVCA, y los puntos de corte preestablecidos para cada uno de los contaminantes, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$ICA_p = \frac{I_{Alto} - I_{Bajo}}{PC_{Alto} - PC_{Bajo}} \times (C_p - PC_{Bajo}) + I_{Bajo}$$

Ecuación 13 Calculo Índice de Calidad de Aire

En donde:

ICA_p = Índice de Calidad de Aire para el contaminante p

C_p = Concentración medida para el contaminante p

PC_{Alto} = Punto de corte mayor o igual a C_p

PC_{Bajo} = Punto de corte menor o igual a C_p

I_{Alto} = Valor del ICA correspondiente al PC_{Alto}

I_{Bajo} = Valor del ICA correspondiente al PC_{Bajo}

19. SISTEMA DE VIGILANCIA DE CALIDAD DEL AIRE:

19.1 Condiciones ambientales y poblacionales de la región cubierta por el SVCA.

Condiciones ambientales y poblacionales

Los municipios del área metropolitana de Bucaramanga forman una conurbación que se encuentra ubicada en el valle del Río de Oro, donde su núcleo principal es el municipio de Bucaramanga al ser el que cuenta con mayor número de habitantes. Es de anotar que estos municipios de igual forma se encuentran inscritos en la cuenca alta del río Lebrija, del río Sogamoso y en menor proporción a la cuenca del río Chicamocha. La zona urbana de los municipios pertenece a la subcuenca del Río de Oro y hacen parte de la zona hidrográfica del Magdalena Medio.

De acuerdo con los resultados presentados en el inventario de emisiones realizado con año base 2021, se muestra el comportamiento de las emisiones a partir de las actividades que se desarrollan en los municipios del área metropolitana de Bucaramanga. Estas actividades han venido en aumento de la mano con el crecimiento que han presentado los municipios y así mismo la demanda de bienes y servicios de la población. Dentro de los principales factores se encuentran junto con el crecimiento de las ciudades, el aumento de las tasas de motorización (aumento del parque automotor), incremento del número de viajes y distancias recorridas por los vehículos (aquí se encuentra el aumento del uso de vehículos particulares), y la ocupación de nuevos territorios. Adicionalmente, se da la particularidad que las personas, por ejemplo, que viven en Piedecuesta se desplazan hacia Bucaramanga para realizar sus actividades laborales y así entre los demás municipios, determinando las mayores distancias que se deben recorrer. (CDMB-UPB, 2022)

Respecto al uso del suelo, Bucaramanga Metropolitana Como Vamos, indica en su informe de calidad de vida, que desde el año 2016 se mantiene una tendencia creciente de viviendas, especialmente el municipio de Girón con un 4,5% de aumento, seguido de Piedecuesta con un 4,3%, Floridablanca con 3,8% y Bucaramanga del 3,4%

Actividad económica

Según el Informe de Calidad de Vida que se ha venido mencionando, en los municipios del área metropolitana de Bucaramanga, la dinámica empresarial se concentra en el municipio de Bucaramanga, seguido de Floridablanca, Piedecuesta y Girón. Pese a que el entorno económico a nivel nacional se ha visto afectado por las restricciones implementadas para controlar el virus del COVID-19, en todos los municipios que conforman el AMB se evidencia un incremento de 21,3% en el número de empresas formales entre 2019 y 2020. El 60% de las empresas formalizadas e inscritas en la Cámara de Comercio de Bucaramanga se focalizan en el sector comercio, seguido del sector servicios. De acuerdo con información esta entidad, en la capital del departamento solo hay 148 empresas grandes, mientras en Floridablanca se ubican 48, en Girón 22 y en Piedecuesta. En Piedecuesta el 97,9%, de las empresas son micro, en Floridablanca el 96,3%, Girón el 95,7% y Bucaramanga el 94,3%. (CDMB-UPB, 2022)

Transporte

El análisis del parque automotor registrado en las secretarías de movilidad de los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta mostró que el 63% del parque automotor que circula en la región metropolitana corresponde a motocicletas 4T, el 30% a autos particulares, las demás categorías representan menos del 10% del parque automotor, correspondiendo el 3% a autos comerciales (taxis y servicio especial), el 2 % a motocicletas 2T y el 5% restante a camiones, buses, buses de servicio especial, tractocamiones, Metrolínea y volquetas. El incremento del parque automotor respecto al año base 2016 se ha dado principalmente en las motos y los vehículos particulares. Actualmente el parque automotor está conformado por 779.878 vehículos. (CDMB-UPB, 2022)

19.2 Ubicación geográfica de estaciones y entorno

Tabla 87. Ubicación geográfica Estación Club Unión.

ESTACIÓN	DIRECCIÓN	COORDENADAS		
		Latitud	Longitud	Altitud
Club Unión	Calle 49 No. 32 – 20. Terraza del Club Unión (Entre Carreras 33 y 32 y entre Calles 49 y 51).	07°06'52" N	76°06'39" W	976 m.



Zona de alto tráfico y congestión vehicular, caracterizada por la presencia de locales comerciales y oficinas.

Tabla 88. Ubicación geográfica Estación Colegio Gaitán

ESTACIÓN	DIRECCIÓN	COORDENADAS		
		Latitud	Longitud	Altitud
Colegio Gaitán	Calle 16 No. 9 – 54 Institución Educativa Jorge Eliécer Gaitán.	07°07'49" N	73°08'4" W	928 m.



Sector principalmente residencial, con instituciones educativas y algunas actividades comerciales y de servicios.

Tabla 89. Ubicación geográfica Estación Centro Cultural Daniel Mantilla Piedecuesta

ESTACIÓN	DIRECCIÓN	COORDENADAS		
		Latitud	Longitud	Altitud
Centro Cultural Daniel Mantilla Orbeozo-	Centro Cultural Daniel Mantilla Orbeozo – Carrera 8 No. 10	06°59'6" N	73°02'56" W	1004 m.



Sector residencial con liviano flujo vehicular, cercano al polideportivo recrear del norte.

Tabla 90. Ubicación geográfica Estación Hospital Local del Norte

ESTACIÓN	DIRECCIÓN	COORDENADAS		
		Latitud	Longitud	Altitud
Hospital Local del Norte	Ci. 12 #10-5 Barrio Kennedy – Hospital Local del Norte	07°8'56.3" N	73°8'4.7" W	788 m.



Sector residencial con liviano flujo vehicular, cercano al polideportivo recrear del norte.

19.3 Tecnologías de monitoreo y métodos analíticos utilizados

Material Particulado PM₁₀ y PM_{2.5}

El medidor de partículas finas Fidas 200, es un espectrómetro de aerosol de partículas finas con la certificación EN 16450. Analiza continuamente las partículas finas presentes en el aire ambiente y calcula simultáneamente los valores de inmisión PM_{2.5} y PM₁₀ que deben controlarse. Al mismo tiempo se calculan y registran los valores PM₁, PM₄, PM_{tot}, la concentración en número de partículas C_n

y la distribución granulométrica. El número de partículas se mide mediante la dispersión de luz óptica.

El aparato consta básicamente de los siguientes componentes:

- Cabezal de toma de muestras
- Tubo de toma de muestras
- Estación meteorológica
- Unidad de control



Imagen 18. Analizador de partículas Fidas 200

Dióxido de Nitrógeno NO₂

El AC32e es un analizador de monóxido de nitrógeno y dióxido de nitrógeno específico para bajas concentraciones en el aire ambiente (con un límite de detección de 0.2 ppb). Su principio de medición se basa en la quimioluminiscencia del óxido de nitrógeno (NO) en presencia de moléculas de ozono altamente oxidantes. Debido a las recientes tecnologías ópticas y electrónicas, el dispositivo ofrece muchas ventajas y solo requiere un mantenimiento limitado. La muestra se toma utilizando un tubo de teflón (6 mm de diámetro externo) conectado al panel posterior del analizador. La muestra es aspirada por una bomba externa. La medición se muestra en una pantalla a color equipada con una pantalla táctil ubicada en el panel frontal.

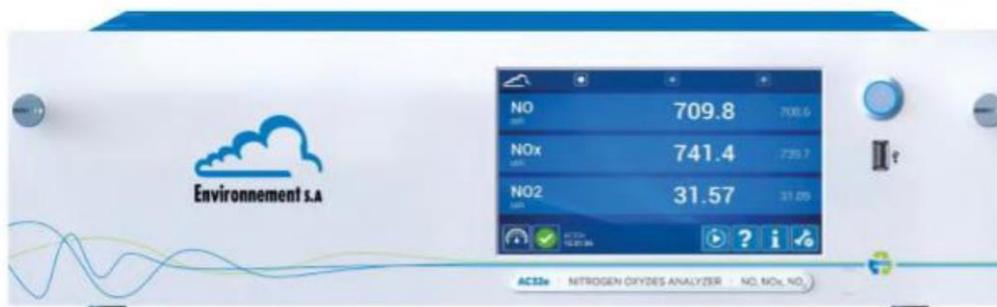


Imagen 19. Analizador de Dióxido de Nitrógeno Envea AC32e

Dióxido de Azufre SO₂

El AF22e es un analizador de dióxido de azufre continuo (con un límite de detección de 0.4 ppb). Su detección se basa en el principio de fluorescencia ultravioleta. Con la incorporación de las últimas tecnologías ópticas y electrónicas, el analizador ofrece muchas ventajas y requiere solo un mantenimiento limitado. La muestra se toma utilizando un tubo de teflón (6 mm de diámetro externo) conectado al panel posterior del analizador. La muestra es aspirada por una bomba interna. La medición se muestra en una pantalla a color equipada con una pantalla táctil ubicada en el panel frontal.



Imagen 20. Analizador de Dióxido de Azufre Envea AF22e

Monóxido de Carbono CO

El CO12e es un analizador continuo de monóxido de carbono (con un límite de

detección de 0.05 ppm). Su principio de medición se basa en la detección de monóxido de carbono por absorción en luz infrarroja. Con la incorporación de tecnologías ópticas y electrónicas recientes, el analizador ofrece muchas ventajas y solo requiere un mantenimiento limitado. La muestra se toma utilizando un tubo de teflón (6 mm de diámetro externo) conectado al panel posterior del analizador. La muestra es aspirada por una bomba interna. La medición se muestra en una pantalla a color equipada con una pantalla táctil ubicada en el panel frontal.

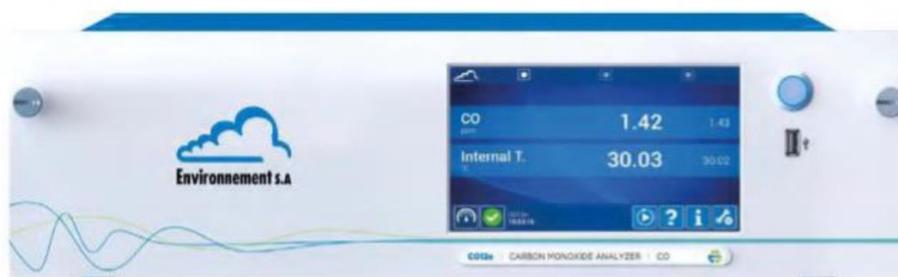


Imagen 21. Analizador de Monóxido de Carbono Envea CO12e

Ozono Troposférico O₃

El O342e es un analizador de ozono continuo (con un límite de detección de 0.2 ppb). Su principio de medición se basa en la detección de ozono por absorción directa en luz ultravioleta. Con la incorporación de tecnologías ópticas y electrónicas recientes, el analizador ofrece muchas ventajas mientras que requiere un mantenimiento limitado. La muestra se toma con un tubo de teflón (6 mm de diámetro externo) conectado al panel posterior del analizador. La muestra es aspirada por una bomba interna. La medición se muestra en una pantalla a color equipada con una pantalla táctil.



Imagen 22. Analizador de Ozono Troposférico Envea O342e

Azufre Total Reducido TRS

La muestra tomada por la bomba del AF22E cruza el bloque de la válvula solenoide. Luego pasa al módulo CTRS donde cruza: – el Permapure, el filtro donde se filtra el SO_2 , – el horno donde el CTRS se convierte en SO_2 . La muestra vuelve al AF22E donde se analiza el SO_2 resultante de la conversión de TRS.



Imagen 23. Módulo convertidor de TRS CTRS S2-E

Resumen de tecnologías de monitoreo y métodos analíticos utilizados

Tabla 91. Resumen de las tecnologías y métodos de monitoreo utilizadas SVCA CDMB

ESTACIÓN	CONTAMINANTE CRITERIO	PRINCIPIO DE OPERACIÓN	REGIMEN DE OPERACIÓN	METODO
CCDMO - Piedecuesta, Club Unión, Colegio Gaitán, Hospital Local del Norte.	PM ₁₀	Espectrometría	Continuo Automático	Sistemas de Medición Automatizados para la determinación de la Concentración de Material Particulado (PM ₁₀ ; PM _{2.5}): EN 16450:2017
CCDMO - Piedecuesta, Club Unión, Colegio Gaitán, Hospital Local del Norte.	PM _{2.5}	Espectrometría	Continuo Automático	Sistemas de Medición Automatizados para la determinación de la Concentración de Material Particulado (PM ₁₀ ; PM _{2.5}): EN 16450:2017
CCDMO - Piedecuesta, Club Unión	SO ₂	Fluorescencia ultravioleta	Continuo Automático	U.S. EPA CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 50, Apéndice A-1. Fluorescencia Ultravioleta. Método de Referencia Automático: EQSA-0802-149
CCDMO - Piedecuesta, Club Unión	NO ₂	Quimioluminiscencia	Continuo Automático	U.S. EPA CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 50, Apéndice F. Quimioluminiscencia en Fase Gaseosa. Método de Referencia Automático: RFNA-0118-249.
CCDMO - Piedecuesta, Club Unión, Colegio Gaitán, Hospital Local del Norte.	O ₃	Fotometría ultravioleta	Continuo Automático	U.S. EPA CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 50, Apéndice D. Método de Referencia Automático: EQOA-0515-225.

ESTACIÓN	CONTAMINANTE CRITERIO	PRINCIPIO DE OPERACIÓN	REGIMEN DE OPERACIÓN	METODO
CCDMO - Piedecuesta, Club Unión	CO	Espectroscopía de absorción infrarroja	Continuo - Automático	:U.S. EPA CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 50, Apéndice C. Método de Referencia Automático: RFCA- 0915-228.
Colegio Gaitán, Hospital Local del Norte	TRS	Fluorescencia ultravioleta	Continuo - Automático	U.S. EPA CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 50, Apéndice A-1. Fluorescencia Ultravioleta / Oxidación Termocatalítica, Método de Referencia Automático: EQSA- 0802-149

19.4 Resumen ficha técnica de las estaciones

Estación Hospital Local del Norte

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA- CDMB.			
ELABORO:	REVISO:		
Gestión del Conocimiento Ambiental	Delegado Dirección SIGC		
APROBO:	Director(a) General		
CODIGO: M-CA-FO128	FICHA TECNICA ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE		
VERSION: 01			
INFORMACION GENERAL			
PROYECTO: SISTEMA DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE			
NOMBRE DE LA ESTACION:	HOSPITAL LOCAL DEL NORTE		
COORDENADAS:	MUNICIPIO: BUCARAMANGA		
	LATITUD: 7°8'56.82"N ALTITUD: 758		
	LONGITUD: 73°8'4.73"W ALT. DEL SUELO: 22		
Descripción de la ubicación:	PUNTO UBICADO EN EL BARRIO KENNEDY, EN EL HOSPITAL LOCAL DEL NORTE, EN UN SECTOR RESIDENCIAL, CON TRAFICO VEHICULAR LIVIANO EN SU MAYORIA, CERCAÑO AL POLIDEPORTIVO RECREAR DEL NORTE		
TIPO DE ESTACION:			
Nivel I: Area			
Urbana:	<input checked="" type="checkbox"/>		
Suburbana:	<input type="checkbox"/>		
Rural:	<input type="checkbox"/>		
Nivel II: Tiempo			
Fija:	<input checked="" type="checkbox"/>		
Indicativa:	<input type="checkbox"/>		
Nivel III: Emisiones Dominantes			
Tráfico:	<input checked="" type="checkbox"/>		
Punto Crítico:	<input type="checkbox"/>		
Industrial:	<input checked="" type="checkbox"/>		
De Fondo:	<input checked="" type="checkbox"/>		
Nivel IV: Información Adicional			
<u>TRAFICO:</u>			
Distancia al borde (m):	40		
Ancho de la Vía:	6		
Trafico Diario Sentido 1:	BAJO		
Trafico Diario Sentido 2:	BAJO		
Velocidad Promedio:	30 Km/h		
% Vehículos Pesados:	10		
Estado de la Vía:	PAVIMENTADA		
<u>INDICATIVAS:</u>			
Tiempo de Muestreo:	PERMANENTE		
Seco/Humedo:			
Fecha Inicio:	05-11-2021		
<u>INDUSTRIAL:</u>			
Tipo de Industria:	Parque Industrial II, Bavaria		
Distancia Fuentes (Km):	2.30, 1.56		
Dirección (Grados):	247.33, 348.04		
<u>PUNTO CRITICO:</u>			
Fuente Evaluada:	<input type="checkbox"/>		
Calle Encajonada:	<input type="checkbox"/>		
Calle Libre:	<input checked="" type="checkbox"/>		
<u>RURALES DE FONDO:</u>			
Cercana Ciudades	<input checked="" type="checkbox"/>		
Regionales	<input type="checkbox"/>		
OBJETIVOS REPRESENTATIVIDAD DE LA ESTACION:			
REPRESENTATIVIDAD:			
FUENTES DE EMISION:			
Principal Fuente:	TRAFICO VEHICULAR		
Segunda Fuente:	INDUSTRIAS		
Tercera Fuente:			
CONFIGURACION DE LA ESTACION:			
PARAMETRO	TECNOLOGIA	METODO REFERENCIA	ESTACION METEREOLÓGICA
PM10	<input checked="" type="checkbox"/> ESPECTOMETRIA	UNE-EN 16450	Serial: 20100319
PM2.5	<input checked="" type="checkbox"/> ESPECTOMETRIA	UNE-EN 16450	DV <input checked="" type="checkbox"/>
PST			VV <input checked="" type="checkbox"/>
CO			PRESION <input checked="" type="checkbox"/>
SO2			TEMP. <input checked="" type="checkbox"/>
NOx			HR <input checked="" type="checkbox"/>
O3	<input checked="" type="checkbox"/> FOTOMETRIA UV	EPA TITULO 40 PARTE 50	PRECIP. <input checked="" type="checkbox"/>
Otro:	<input checked="" type="checkbox"/>		RAD. SOLAR <input checked="" type="checkbox"/>
			OTROS <input type="checkbox"/>
OTROS CAL. AIRE	TRS - FLUORESCENCIA UV - EPA TITULO 40 PARTE 50		
OTROS MET.			
Resp. Diligenciamiento:	JERSON FABIAN GONZALEZ MEJIA	Cargo	TECNICO DE CAMPO
Interventor:		Empresa:	K2INGENIERIA
Celular:		Firma:	
Representante Autoridad Ambiental:	JOHANNA ARDILA		
Firma:	JOHANNA ARDILA	Celular:	3183979774
Nota:	Los datos consignados en este documento son válidos únicamente para el proyecto y/o estaciones relacionadas. Cualquier reproducción parcial requiere de la autorización de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga.		

Imagen 24. Ficha técnica Estación Hospital Local del Norte

Estación Colegio Gaitán

	CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB.		
	ELABORO: Gestión del Conocimiento Ambiental	REVISÓ: Delegado Dirección SIGC	APROBO: Director(a) General
CODIGO: M-CA-FO128 VERSION: 01	FICHA TÉCNICA ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE		
INFORMACION GENERAL			
PROYECTO: NOMBRE DE LA ESTACION: COORDENADAS:	SISTEMA DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE		
	COLEGIO GAITAN		MUNICIPIO: BUCARAMANGA
	LATITUD: 7°07'48.7"N	ALTITUD: 928	
	LONGITUD: 73°08'04.4"W	ALT. DEL SUELO: 4	
Descripción de la ubicación:	PUNTO UBICADO EN EL BARRIO GAITAN EN LA CALLE 16 # 10, EN EL COLEGIO JORGE ELIECER GAITAN CERCANO A VIVIENDAS, TRAFICO VEHICULAR LIVIANO, Y BOSQUE DE LA ESCARPA DE BUCARAMANGA		
TIPO DE ESTACION:			
Nivel I: Area	Nivel II: Tiempo	Nivel III: Emisiones Dominantes	
Urbana: <input checked="" type="checkbox"/>	Fija: <input checked="" type="checkbox"/>	Tráfico: <input checked="" type="checkbox"/>	
Suburbana: <input type="checkbox"/>	Indicativa: <input type="checkbox"/>	Punto Crítico: <input type="checkbox"/>	
Rural: <input type="checkbox"/>		Industrial: <input checked="" type="checkbox"/>	
		De Fondo: <input checked="" type="checkbox"/>	
Nivel IV: Información Adicional			
TRAFICO:		INDUSTRIAL:	
Distancia al borde (m): 20		Tipo de Industria: Sector Harinagro), Alimentos (Sector	
Ancho de la Vía: 6		Distancia Fuentes (Km): 2.25, 3.88	
Trafico Diario Sentido 1: BAJO		Dirección (Grados): 293.65, 232.69	
Trafico Diario Sentido 2: BAJO			
Velocidad Promedio: 20 Km/h		PUNTO CRITICO:	
% Vehiculos Pesados: 5		Fuente Evaluada: <input type="checkbox"/>	
Estado de la Vía: PAVIMENTADA		Calle Encajonada: <input type="checkbox"/>	
		Calle Libre: <input checked="" type="checkbox"/>	
INDICATIVAS:		RURALES DE FONDO:	
Tiempo de Muestreo: PERMANENTE		Cercana Ciudades Regionales: <input checked="" type="checkbox"/>	
Seco/Humedo: <input type="checkbox"/>			
Fecha Inicio: 25-10-2021			
OBJETIVOS REPRESENTATIVIDAD DE LA ESTACION:			
REPRESENTATIVIDAD:	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE PERMANENTE		
FUENTES DE EMISION:			
Principal Fuente: TRAFICO VEHICULAR			
Segunda Fuente: INDUSTRIAS			
Tercera Fuente:			
CONFIGURACION DE LA ESTACION:			
PARAMETRO	TECNOLOGIA	METODO REFERENCIA	ESTACION METEREOLÓGICA
PM10 <input checked="" type="checkbox"/>	ESPECTOMETRIA	UNE-EN 16450	Serial: 21010131
PM2.5 <input checked="" type="checkbox"/>	ESPECTOMETRIA		DV <input checked="" type="checkbox"/>
PST <input type="checkbox"/>			VV <input checked="" type="checkbox"/>
CO <input type="checkbox"/>			PRESION <input checked="" type="checkbox"/>
SO2 <input type="checkbox"/>			TEMP. <input checked="" type="checkbox"/>
NOx <input type="checkbox"/>			HR <input checked="" type="checkbox"/>
O3 <input checked="" type="checkbox"/>	FOTOMETRIA UV	EPA TITULO 40 PARTE 50	PRECIP. <input checked="" type="checkbox"/>
Otro: <input checked="" type="checkbox"/>			RAD. SOLAR <input checked="" type="checkbox"/>
			OTROS <input type="checkbox"/>
OTROS CAL. AIRE	TRS - FLUORESCENCIA UV - EPA TITULO 40 PARTE 50		
OTROS MET.			
Resp. Diligenciamiento:	JERSON FABIAN GONZALEZ MEJIA	Cargo: TECNICO DE CAMPO	FECHA: 15/10/2021
Interventor:		Empresa:	Cargo:
Celular:		Firma:	
Respresentante Autoridad Ambiental:	JOHANNA ARDILA		
Firma:	JOHANNA ARDILA	Celular: 3183979774	
Nota:	Los datos consignados en este documento son válidos únicamente para el proyecto y/o estaciones relacionadas. Cualquier reproducción parcial requiere de la autorización de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga.		

Imagen 25. Ficha técnica Estación Colegio Gaitán

Estación Club Unión

	CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA- CDMB.		
	ELABORO: Gestión del Conocimiento Ambiental	REVISO: Delegado Dirección SIGC	APROBO: Director(a) General
CODIGO: M-CA-FO128 VERSION: 01	FICHA TECNICA ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE		
INFORMACION GENERAL			
PROYECTO: NOMBRE DE LA ESTACION: COORDENADAS: Descripción de la ubicación:	SISTEMA DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE		
	CLUB UNIÓN	MUNICIPIO:	BUCARAMANGA
LATITUD:	7°06'51.6"N	ALTITUD:	977
LONGITUD:	73°06'39.5"W	ALT. DEL SUELO:	12
PUNTO UBICADO EN EL SECTOR DE CABECERA EN LA CARRERA 33 ENTRE CALLES 49 Y 51 EN EL CLUB UNION, CERCANO A UNA VIA PRINCIPAL CON ALTO TRAFICO VEHICULAR MIXTO Y ZONAS COMERCIALES			
TIPO DE ESTACION:			
Nivel I: Area			
Urbana:	<input checked="" type="checkbox"/>		
Suburbana:	<input type="checkbox"/>		
Rural:	<input type="checkbox"/>		
Nivel II: Tiempo			
Fija:	<input checked="" type="checkbox"/>		
Indicativa:	<input type="checkbox"/>		
Nivel III: Emisiones Dominantes			
Tráfico:	<input checked="" type="checkbox"/>		
Punto Crítico:	<input type="checkbox"/>		
Industrial:	<input type="checkbox"/>		
De Fondo:	<input checked="" type="checkbox"/>		
Nivel IV: Información Adicional			
<u>TRAFICO:</u>			
Distancia al borde (m):	7 Y 24		
Ancho de la Vía:	6 Y 12		
Trafico Diario Sentido 1:	ALTO		
Trafico Diario Sentido 2:	ALTO		
Velocidad Promedio:	30 km/h		
% Vehiculos Pesados:	20		
Estado de la Vía:	PAVIMENTADO		
<u>INDICATIVAS:</u>			
Tiempo de Muestreo:	PERMANENTE		
Seco/Humedo:	<input type="checkbox"/>		
Fecha Inicio:	15-10-21		
<u>INDUSTRIAL:</u>			
Tipo de Industria:	Parque industrial		
Distancia Fuentes (Km):	5.71		
Dirección (Grados):	265.91		
<u>PUNTO CRITICO:</u>			
Fuente Evaluada:	<input type="checkbox"/>		
Calle Encajonada:	<input type="checkbox"/>		
Calle Libre:	<input checked="" type="checkbox"/>		
<u>RURALES DE FONDO:</u>			
Cercana Ciudades Regionales	<input checked="" type="checkbox"/>		
OBJETIVOS REPRESENTATIVIDAD DE LA ESTACION:			
MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE PERMANENTE			
REPRESENTATIVIDAD:			
MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE PERMANENTE			
FUENTES DE EMISION:			
Principal Fuente:	TRAFICO VEHICULAR		
Segunda Fuente:	INDUSTRIA		
Tercera Fuente:			
CONFIGURACION DE LA ESTACION:			
PARAMETRO	TECNOLOGIA	METODO REFERENCIA	ESTACION METEOROLOGICA
PM10	<input checked="" type="checkbox"/>	ESPECTOMETRIA	Serial: 21010132
PM2.5	<input checked="" type="checkbox"/>	ESPECTOMETRIA	DV <input checked="" type="checkbox"/>
PST	<input type="checkbox"/>		VV <input checked="" type="checkbox"/>
CO	<input checked="" type="checkbox"/>	INFRAROJO	PRESION <input checked="" type="checkbox"/>
SO2	<input checked="" type="checkbox"/>	FLUORESCENCIA UV	TEMP. <input checked="" type="checkbox"/>
NOx	<input checked="" type="checkbox"/>	QUIMILUMINISCENCIA	HR <input checked="" type="checkbox"/>
O3	<input checked="" type="checkbox"/>	FOTOMETRIA UV	PRECIP. <input checked="" type="checkbox"/>
Otro:	<input type="checkbox"/>		RAD. SOLAR <input checked="" type="checkbox"/>
			OTROS <input type="checkbox"/>
OTROS CAL. AIRE			
OTROS MET.			
Resp. Diligenciamiento:	JERSON FABIAN GONZALEZ MEJIA	Cargo:	TECNICO DE CAMPO
Interventor:		Empresa:	K2 INGENIERIA
Celular:		Firma:	
Representante Autoridad Ambiental:	JOHANNA ARDILA		
Firma:	JOHANNA ARDILA	Celular:	3183979774
Nota:	Los datos consignados en este documento son válidos únicamente para el proyecto y/o estaciones relacionadas. Cualquier reproducción parcial requiere de la autorización de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga.		

Imagen 26. Ficha técnica Estación Club Unión

Estación Centro Cultural Daniel Mantilla Orbeagozo Piedecuesta / CCDMO - Piedecuesta

	CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA- CDMB.		
	ELABORO: Gestión del Conocimiento Ambiental	REVISO: Delegado Dirección SIGC	APROBO: Director(a) General
CODIGO: M-CA-FO128	FICHA TÉCNICA ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE		
VERSION: 01			

INFORMACION GENERAL			
PROYECTO:	SISTEMA DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE		
NOMBRE DE LA ESTACION:	CENTRO CULTURAL DANIEL MANTILLA - PIEDECUESTA	MUNICIPIO:	PIEDECUESTA
COORDENADAS:	LATITUD: 6°59'06.4"N	ALTITUD:	1008
	LONGITUD: 73°02'55.6"W	ALT. DEL SUELO:	15
Descripción de la ubicación:	PUNTO UBICADO EN EL MUNICIPIO DE PIEDECUESTA, EN EL LUGAR CONOCIDO COMO INDERPIEDECUESTA, EN LA CARRERA 8 # 11, SOBRE LA AZOTEA DEL EDIFICIO, PASO CONSTANTE DE VEHICULOS DE TRAFICO LIVIANO		
TIPO DE ESTACION:			
Nivel I: Area	Nivel II: Tiempo	Nivel III: Emisiones Dominantes	
Urbana: <input checked="" type="checkbox"/>	Fija: <input checked="" type="checkbox"/>	Tráfico: <input checked="" type="checkbox"/>	
Suburbana: <input type="checkbox"/>	Indicativa: <input type="checkbox"/>	Punto Crítico: <input type="checkbox"/>	
Rural: <input type="checkbox"/>		Industrial: <input type="checkbox"/>	
		De Fondo: <input checked="" type="checkbox"/>	
Nivel IV: Información Adicional			
TRAFICO:		INDUSTRIAL:	
Distancia al borde (m):	10	Tipo de Industria:	Alimentos (Sector Guatiguara)
Ancho de la Vía:	5	Distancia Fuentes (Km):	3.5
Trafico Diario Sentido 1:	MEDIO	Dirección (Grados):	109.04
Trafico Diario Sentido 2:	MEDIO		
Velocidad Promedio:	30 Km/h	PUNTO CRITICO:	
% Vehiculos Pesados:	15	Fuente Evaluada:	<input type="checkbox"/>
Estado de la Vía:	PAVIMENTADA	Calle Encajonada:	<input checked="" type="checkbox"/>
		Calle Libre:	<input checked="" type="checkbox"/>
INDICATIVAS:		RURALES DE FONDO:	
Tiempo de Muestreo:	PERMANENTE	Cercana Ciudades Regionales	<input checked="" type="checkbox"/>
Seco/Humedo:			
Fecha Inicio:	23/09/2021		
OBJETIVOS REPRESENTATIVIDAD DE LA ESTACION:			
REPRESENTATIVIDAD:	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE PERMANENTE		
FUENTES DE EMISION:			
Principal Fuente:	TRAFICO VEHICULAR		
Segunda Fuente:	INDUSTRIA		
Tercera Fuente:			
CONFIGURACION DE LA ESTACION:			
PARAMETRO	TECNOLOGIA	METODO REFERENCIA	ESTACION METEOROLOGICA
PM10	<input checked="" type="checkbox"/> ESPECTOMETRIA	UNE-EN 16450	Serial: 21010129
PM2.5	<input checked="" type="checkbox"/> ESPECTOMETRIA	UNE-EN 16450	DV <input checked="" type="checkbox"/>
PST	<input type="checkbox"/>		VV <input checked="" type="checkbox"/>
CO	<input checked="" type="checkbox"/> INFRAROJO	EPA TITULO 40 PARTE 50	PRESION <input checked="" type="checkbox"/>
SO2	<input checked="" type="checkbox"/> FLUORESCENCIA UV	EPA TITULO 40 PARTE 50	TEMP. <input checked="" type="checkbox"/>
NOx	<input checked="" type="checkbox"/> QUIMIOLUMINISCENCIA	EPA TITULO 40 PARTE 50	HR <input checked="" type="checkbox"/>
O3	<input checked="" type="checkbox"/> FOTOMETRIA UV	EPA TITULO 40 PARTE 50	PRECIP. <input checked="" type="checkbox"/>
Otro:	<input type="checkbox"/>		RAD. SOLAR <input checked="" type="checkbox"/>
			OTROS <input type="checkbox"/>
OTROS CAL. AIRE			
OTROS MET.			
Resp. Diligenciamiento:	JERSON FABIAN GONZALEZ MEJIA	Cargo: TECNICO DE CAMPO	FECHA: 21/09/2021
Interventor:		Empresa: K2 INGENIERIA	Cargo:
Celular:		Firma:	
Respresentante Autoridad Ambiental:	JOHANNA ARDILA		
Firma:	JOHANNA ARDILA	Celular: 3183979774	
Nota:	Los datos consignados en este documento son válidos únicamente para el proyecto y/o estaciones relacionadas. Cualquier reproducción parcial requiere de la autorización de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga.		

Imagen 27. Ficha técnica Estación CCDMO - Piedecuesta

20. ESTADÍSTICAS EMPLEADAS

Los datos que se descargan de la plataforma AmbiensQ están validados con pruebas de escritorio, estas operaciones se validan por la empresa que desarrollo la plataforma y estas operaciones son las siguientes:

- Promedio aritmético: Es lo que se conoce como media al uso. Sumamos todos los valores y lo dividimos entre la cantidad de observaciones:

$$\text{Promedio aritmetico} = \frac{\sum_{1}^N xi}{N}$$

Ecuación 14 Promedio aritmético

- Desviación estándar: La desviación estándar es una medida de extensión o variabilidad en la estadística descriptiva. Se utiliza para calcular la variación o dispersión en la que los puntos de datos individuales difieren de la media.

Una desviación baja indica que los puntos de datos están muy cerca de la media, mientras que una desviación alta muestra que los datos están dispersos en un rango mayor de valores.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X - x.)^2}{n - 1}}$$

Ecuación 15 Desviación estándar

S= Desviación estándar

X= Cada Valor

x.= Promedio aritmético

- Conversión de unidades: Para comparar con la normativa es necesario hacer un cambio de unidades ya que los equipos los toman muestra en partes por billón (ppb) y la normativa esta expresada en microgramo por metro cubico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

$$\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} = \frac{(x * \text{peso molucular contaminante})}{24.45}$$

Ecuación 16 Conversión de unidades

X= valor medido en el equipo ppb

24.45= Factor de conversión.

21. METEOROLOGÍA

Las variables meteorológicas medidas por el SVCA de la CDMB incluyen, temperatura, precipitación, humedad relativa, dirección de viento y velocidad de viento. Para su análisis se tiene en cuenta:

- ❖ Precipitación total anual y mensual: señala el régimen de la precipitación total en milímetros.
- ❖ Temperatura media del aire: Corresponde al promedio aritmético de los valores de temperatura ambiente media diaria medidos durante un mes.
- ❖ Temperatura máxima del aire: Corresponde a la Temperatura ambiente máxima mensual, que se obtiene de los valores máximos de temperatura diaria durante un mes.
- ❖ Temperatura mínima del aire: Corresponde al promedio aritmético de los valores de temperatura ambiente mínima diaria medidos durante un mes.

22. INCERTIDUMBRE DE LAS MEDICIONES

La palabra “incertidumbre” significa duda, y, por tanto, en un sentido más amplio “incertidumbre de medición” significa duda en la validez del resultado de una medición. Debido a la falta de palabras diferentes para este concepto general de incertidumbre y para las magnitudes específicas que suministran las medidas cuantitativas del concepto, por ejemplo, la desviación estándar, es necesario usar la palabra “incertidumbre” en estos dos sentidos diferentes. (ICONTEC, 2019)

La incertidumbre en el resultado de una medición refleja la imposibilidad de conocer exactamente el valor del mensurando. (ICONTEC, 2019).

El SVCA de la CDMB, en cumplimiento a los procedimientos establecidos, determino la incertidumbre de medición para los contaminantes medidos en cada

una de las estaciones de monitoreo, dichos valores pueden ser consultados en el numeral 3.2 en la declaración de conformidad.

23.EVALUACIÓN DE LA CANTIDAD, CALIDAD, OPORTUNIDAD Y DISPONIBILIDAD DE LA INFORMACIÓN EN LA BASE DE DATOS

23.1 Declaración de resultados

Los resultados presentados en este informe únicamente hacen referencia a los contaminantes PM10, PM2.5, CO, SO₂, NO₂, O₃, TRS y para el periodo comprendido entre el primero (01) de enero y el treinta y uno (31) de diciembre del 2023. Teniendo en cuenta los lineamientos establecidos por la NORMA NTC ISO/IEC 17025; 2017

23.2 Análisis del porcentaje de captura de datos

Las 4 estaciones de calidad de aire con que cuenta la CDMB iniciaron operaciones el día 01/12/2021, sin embargo desde el mes de agosto de 2022 entro en operación el Sistema de Vigilancia de Calidad de Aire (SVCA) bajo la norma ISO 17025 del 2017, se destaca para el año el cual se presenta este informe (2023) que durante algunos intervalos de tiempo no se presentan datos para algunos contaminantes esto se debe a que durante parte del año se estuvo realizando ajustes, calibraciones con el fin de poner a punto las estaciones, por ende fueron invalidados, se muestra representatividad de datos en la Tabla 92, no obstante se presenta el análisis de los datos obtenidos para que los diferentes actores conozcan el comportamiento temporal de los contaminantes medidos.

Tabla 92 Representatividad de captura de datos por contaminante en las estaciones del SVCA.

Estación	Contaminante	%Representatividad
Piedecuesta	PM 10	99%
	PM2.5	99%
	Ozono (O ₃)	89%
	Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	99%
	Dióxido de azufre (SO ₂)	88%

	Monóxido de carbono (CO)	99%
Club Unión	PM10	99%
	PM2.5	99%
	Ozono (O ₃)	94%
	Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	97%
	Dióxido de azufre (SO ₂)	94%
	Monóxido de carbono (CO)	94%
Colegio Gaitán	PM10	96%
	PM2.5	96%
	Ozono (O ₃)	98%
Hospital Local del Norte	PM10	93%
	PM2.5	93%
	Ozono(O ₃)	98%

23.3 Declaración de conformidad

La determinación de la conformidad se realiza usando la regla de decisión “Declaración Binaria para una regla de aceptación simple $w=0$ ” siguiendo la “Guía para establecer reglas de decisión en la declaración de conformidad”, esto entendiendo que la resolución 2254 de 2017 ofrece un límite único de cumplimiento para los diferentes contaminantes medidos y la resolución 1541 de 2013 respecto a las sustancias generadoras de olores ofensivos.

A continuación se presenta la incertidumbre para el análisis de los datos la cual es tipo A (Método para evaluar la incertidumbre por análisis estadístico de una serie de observaciones) y B (Método para evaluar la incertidumbre por otro medio que no sea en análisis estadístico de una serie de observaciones), esta se determina para cada contaminante y se aplica a cada una de las estaciones del SVCA, cabe señalar que en el análisis de este periodo de informe (Enero – Diciembre) todos los datos estuvieron alejados de los límites permitidos por la norma por lo cual es poco perceptible en las gráficas que se presentan en el siguiente numeral, sin embargo, a continuación en la Tabla 93 se presentan las incertidumbres para cada uno de los contaminantes medidos:

Tabla 93 Incertidumbre por contaminante

ESTACIÓN	Incertidumbre Estándar Expandida						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO	NO ₂	O ₃	SO ₂	TRS
CLUB UNIÓN	1.17	1.06	0.70	1.11	11.24	3.30	No Aplica
COLEGIO GAITÁN	1.34	1.10	No Aplica	No Aplica	10.77	No Aplica	4.80
HOSPITAL LOCAL DEL NORTE	1.46	1.06	No Aplica	No Aplica	11.16	No Aplica	3.72
CCDMO PIEDECUESTA	1.32	1.08	0.78	3.88	10.66	7.34	No Aplica

24. CALIDAD DEL AIRE Y METEOROLOGÍA

24.1 Resultados de Calidad del Aire

24.1.1 Material particulado pm 2.5

El Material Particulado menor a 2.5 μm (PM2.5) es uno de los contaminantes criterio que tienen más impacto en la calidad del aire del área metropolitana de Bucaramanga. El PM2.5 es clave para establecer el estado de la calidad del aire de la región y, para lo cual se considera como información base la presentada en la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. De acuerdo con la última actualización del inventario de emisiones del área metropolitana de Bucaramanga año base 2021, las emisiones de PM2.5 están asociadas mayoritariamente a las fuentes móviles, siendo las motos 4 tiempos y los camiones los que más aportan (CDMB-UPB, 2022).

El sistema de Vigilancia de Calidad de Aire (SVCA) en el año 2023 conto con 4 estaciones monitoreo automático de PM2.5, ubicadas en los 2 municipios del área metropolitana de Bucaramanga. La Imagen 28 presenta el mapa con la ubicación geográfica de las diferentes estaciones automáticas de PM2.5.

De lo ya mencionado es importante señalar que en el primer trimestre del año 2023 se presentó un episodio de contaminación atmosférica de PM 2.5, ratificando la importancia que debe tenerse con este contaminante en el área metropolitana de Bucaramanga.

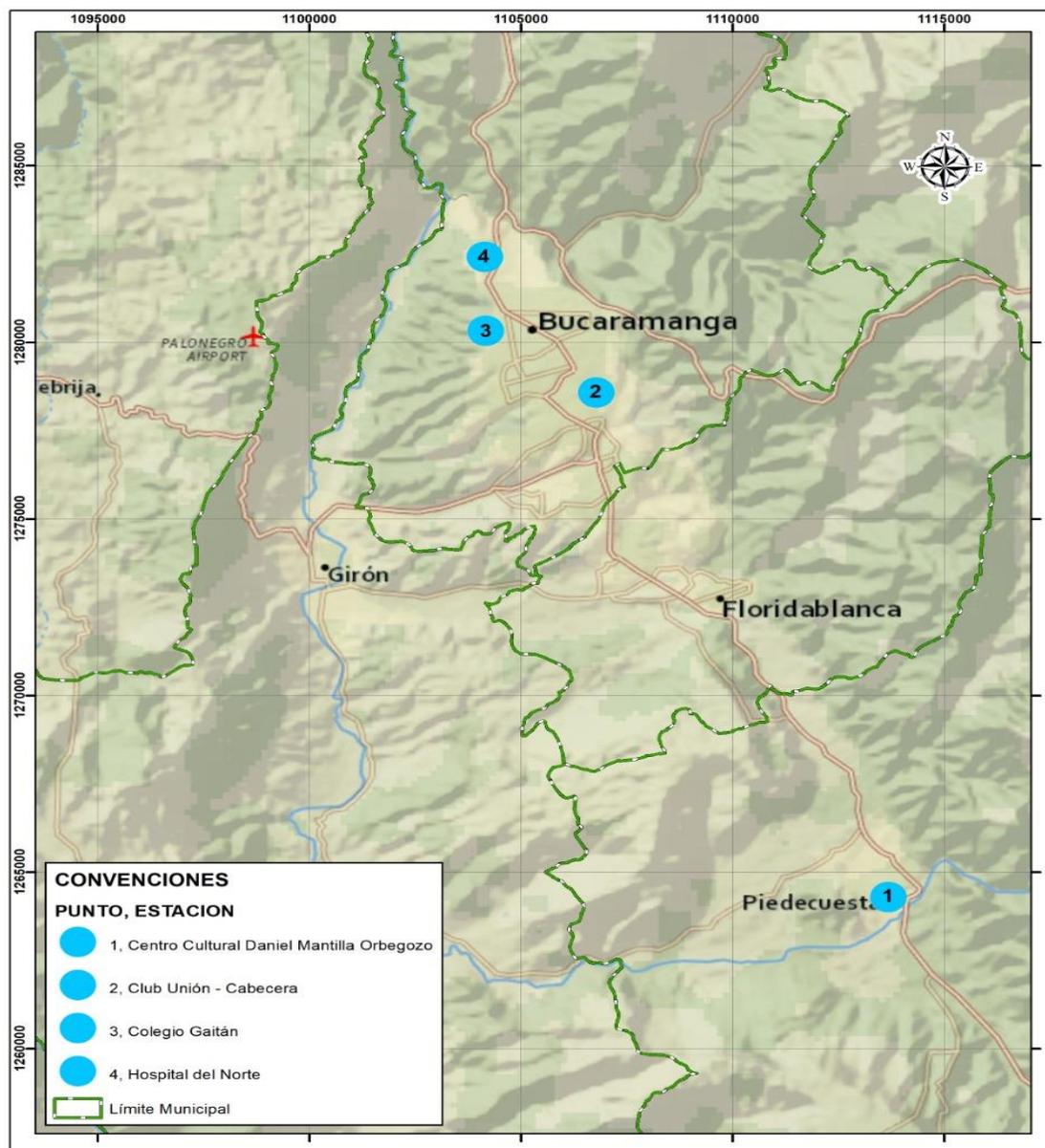


Imagen 28 Ubicación espacial de las estaciones del SVCA

Datos anuales PM 2.5

Para la presentación de los datos de PM 2.5 en las estaciones es importante recalcar que el SVCA inicio su operación el día 23 de agosto de 2022 esto bajo la norma ISO 17025 de 2017 que posteriormente fue acreditada bajo Resolución 1257 del 14 de septiembre de 2023, sin embargo, hay datos validados desde el día 01/01/2022, la representatividad de los datos para el contaminante PM2.5, así como la concentración promedio anual se presenta en la Tabla 94. (verificar fecha de los datos válidos y si tiene relación con la tabla 94)

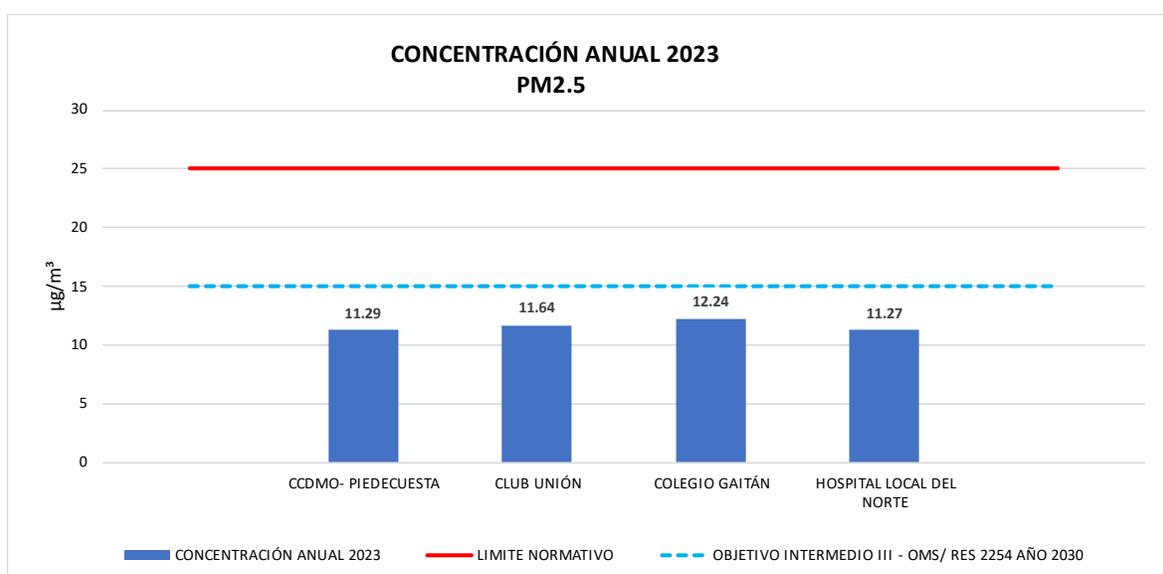
Tabla 94 Representatividad datos PM 2.5 Año 2023.

Estación	Contaminante	% Representatividad datos	Concentración Promedio anual PM 2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Hospital Norte	PM 2.5	93%	11.27
CCDMO - Piedecuesta	PM 2.5	99%	11.29
Club Unión	PM 2.5	96%	11.64
Colegio Gaitán	PM 2.5	98%	12.24

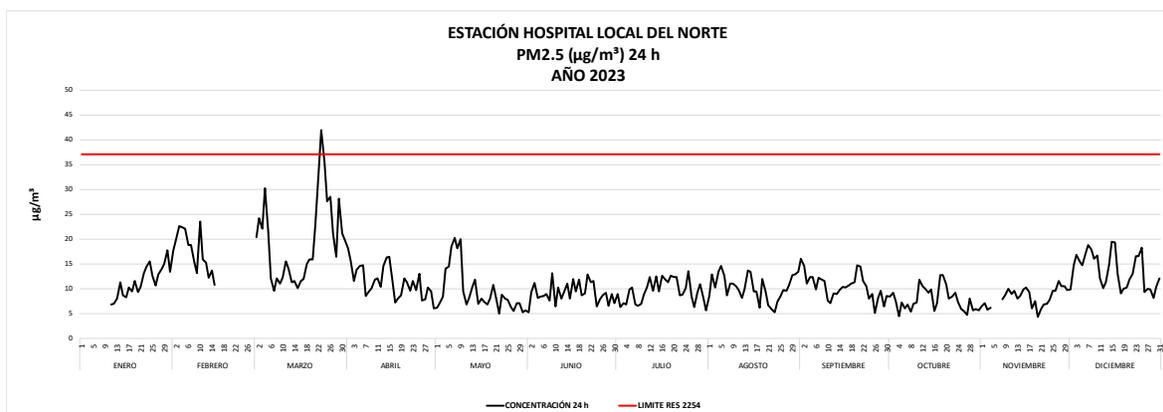
Comportamiento anual de PM2.5

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** presenta la concentración anual promedio de PM 2.5 en las 4 estaciones que miden este parámetro, se observa que la concentración está alejada de la norma anual actual que es de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y en general la concentración para todas las estaciones se encuentra cercana a los 11 y $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ estos valores si están más cerca del objetivo intermedio de la Organización Mundial de la Salud el cual es de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, la Resolución 2254 de 2017 también regula una concentración limite diaria para el año 2023 y el contaminante PM 2.5 este límite diario fue superado para el periodo reportado en este informe en el día 23 y 24 del mes de marzo en las estaciones e Hospital Local

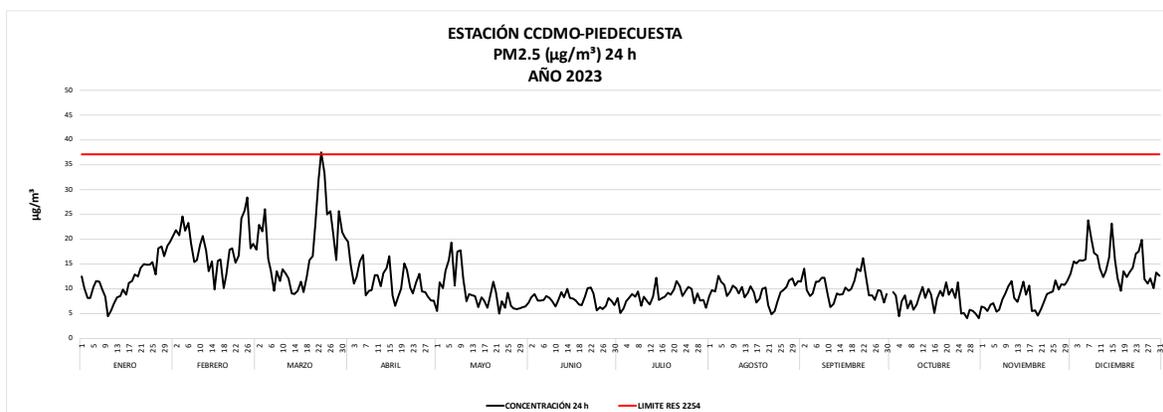
del Norte, Colegio Gaitán y Club Unión, es posible observar de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** a la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** el comportamiento temporal en el año 2023 y se evidencia que los meses Enero, Febrero y Marzo presentan las concentraciones más altas, en estos meses frecuentemente se presentan menos lluvias y se generan incendios en la región y en general en todo el territorio factores que inciden en la calidad de aire local, finalizando el noviembre y en el mes de diciembre se registra otro incremento en las concentraciones lo cual también se vio reflejado en varios sistemas de vigilancia de calidad de aire en el país.



Gráfica 207. Concentración promedio anual PM 2.5



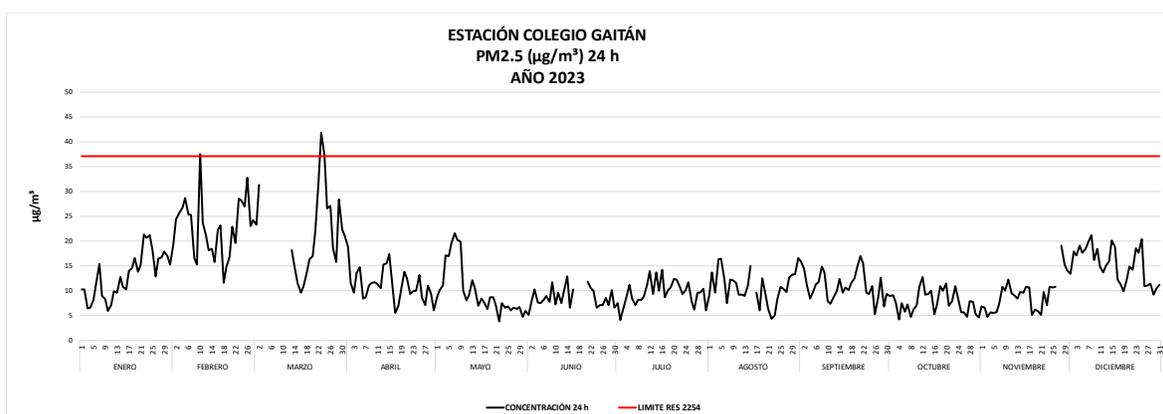
Gráfica 208 Concentración temporal Hospital Local Norte PM 2.5 año 2023



Gráfica 209 Concentración temporal Centro Cultural Piedecuesta PM 2.5 año 2023



Gráfica 210. Concentración temporal Club Unión PM 2.5 año 2023



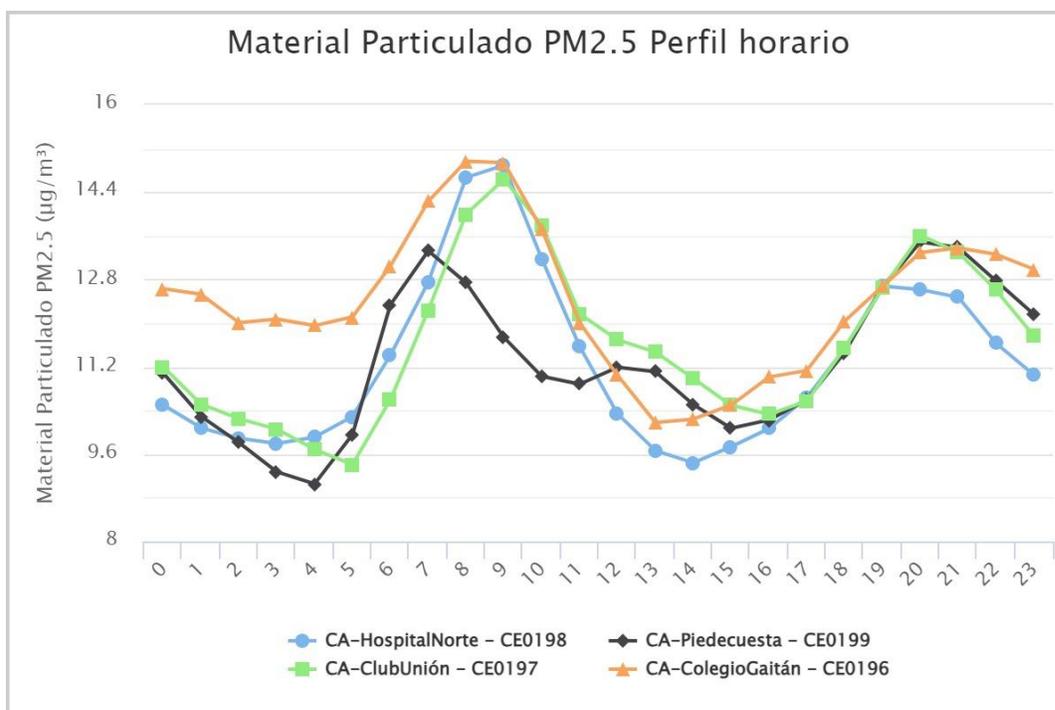
Gráfica 211. Concentración temporal Colegio Gaitán PM 2.5 año 2023

Ciclos diarios

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** presenta el comportamiento promedio durante el día para el año 2023 donde en general puede observarse un comportamiento típico de las concentraciones a lo largo del día, con una mayor concentración de partículas entre las 07:00 y las 10:00 y uno un poco menos

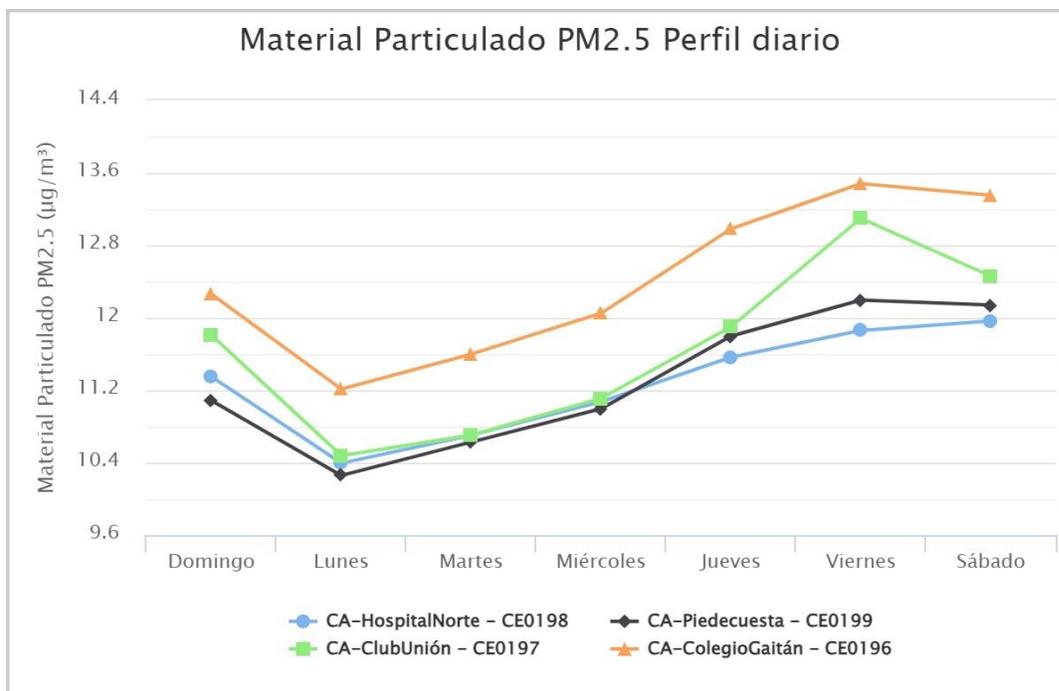
pronunciado entre las 19:00 y las 23:00, las estaciones presentan concentraciones similares en estos momentos de mayor concentración durante el día entre 12 y 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Las concentraciones más altas se presentan en horas de estabilidad atmosférica lo cual se relaciona con que la atmosfera aún no ha sido calentada por los efectos de la radiación solar, impidiendo la dispersión y el ascenso de contaminantes a la atmosfera libre; (Haro, Limaico, Perugachi, & Fernandez, 2018).



Gráfica 212 Perfil Horario estaciones del SVCA PM 2.5

En cuanto al comportamiento diario las concentraciones más altas de PM2.5 se ven los días jueves viernes y sábado como se observa en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, siendo el sábado el día de más altas concentraciones registrando valores entre 11 y 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Gráfica 213. Perfil diario de PM 2.5

24.1.2 Material particulado pm 10

El Material Particulado menor a 10 µm (PM10) es uno de los contaminantes criterio monitoreado por el Sistema de Vigilancia de la Calidad de Aire (SVCA). Conforme la última actualización del inventario de emisiones del área metropolitana de Bucaramanga para la CDMB, las emisiones de PM10 están asociadas mayoritariamente a las fuentes fijas, siendo el sector de cerámicos, vitreos, ladrilleras, alfareras y tejares, el sector que más aporte realiza.

Durante el año 2023 el SVCA tuvo en operación 4 estaciones de monitoreo automático de PM10 ubicadas en dos (Bucaramanga y Piedecuesta) de los cuatros municipios del área metropolitana de Bucaramanga (ver Imagen 28)

Datos Anual PM 10

La representatividad del contaminante PM 10 supera el 75% de los datos en las 4

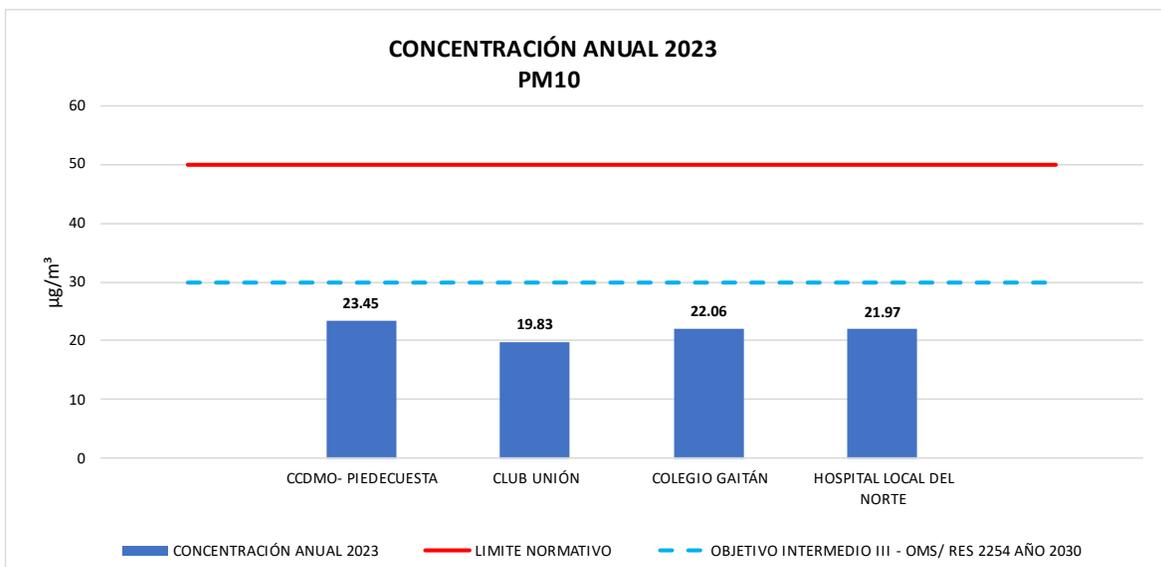
estaciones durante el año 2023, donde se registra el contaminante como se observa en la Tabla 95 este porcentaje debe superarse para que la operación del año sea válida, hay que recordar que el SVCA inicio operación bajo ISO 17025 en el mes de agosto del año 2022.

Tabla 95 Representatividad datos PM 10 Año 2023

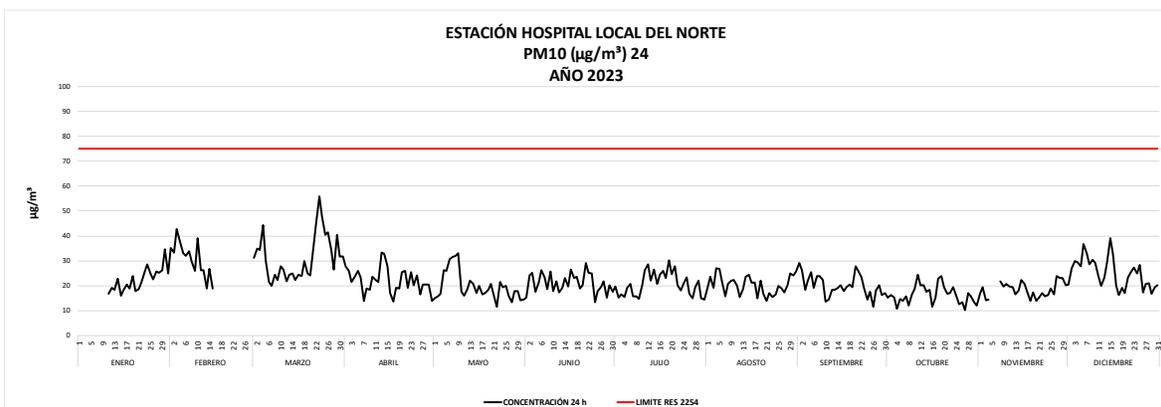
Estación	Contaminante	% Representatividad datos	Concentración Promedio anual PM 2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Hospital Norte	PM 10	93%	21.98
Centro Cultural Piedecuesta	PM 10	99%	23.45
Club Unión	PM 10	99%	19.82
Colegio Gaitán	PM 10	96%	22.09

Comportamiento Anual de PM 10

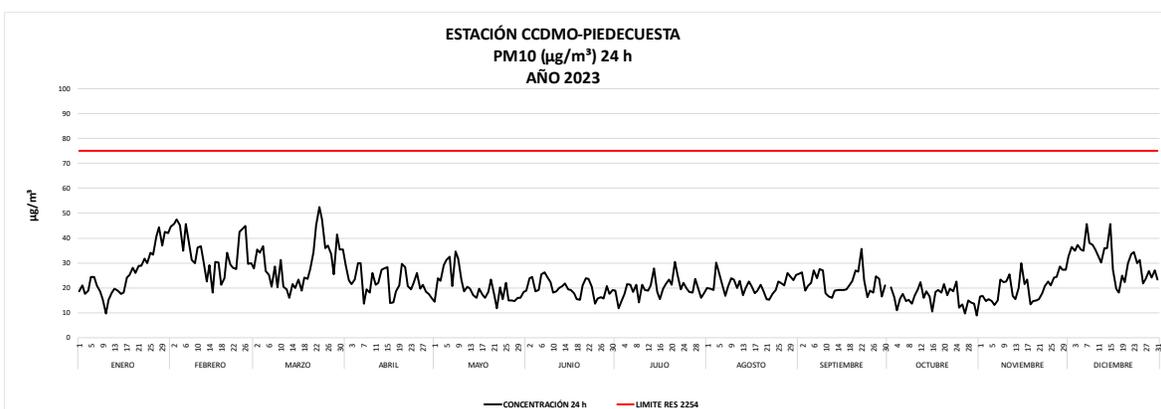
El promedio anual de PM10 en las 4 estaciones estuvo por debajo del valor que indica la Resolución 2254 de 2017 visto en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, la estación de Centro Cultural en el municipio de Piedecuesta presento la concentración más alta a las registradas en las demás estaciones ubicadas en Bucaramanga, sin embargo, las concentraciones en las estaciones estuvieron muy alejadas de la norma, de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** a la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presentan la variación en la concentración durante el año de lo que los meses de enero, febrero, marzo y diciembre presentan las concentraciones más altas que se registraron durante el año, este comportamiento muy similar a lo ocurrido con el PM 2.5 siendo las mismas condiciones las que afectan estas temporadas en que se incrementa la concentración, es de acotar que para el año 2023 existe un límite que esta alineado a lo establecido Organización Mundial de la Salud, este límite es de concentración anual de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ valores a los cuales las concentraciones obtenidas de las estaciones del SVCA ya están más cerca.



Gráfica 214. Concentración promedio anual de PM 10 año 2023



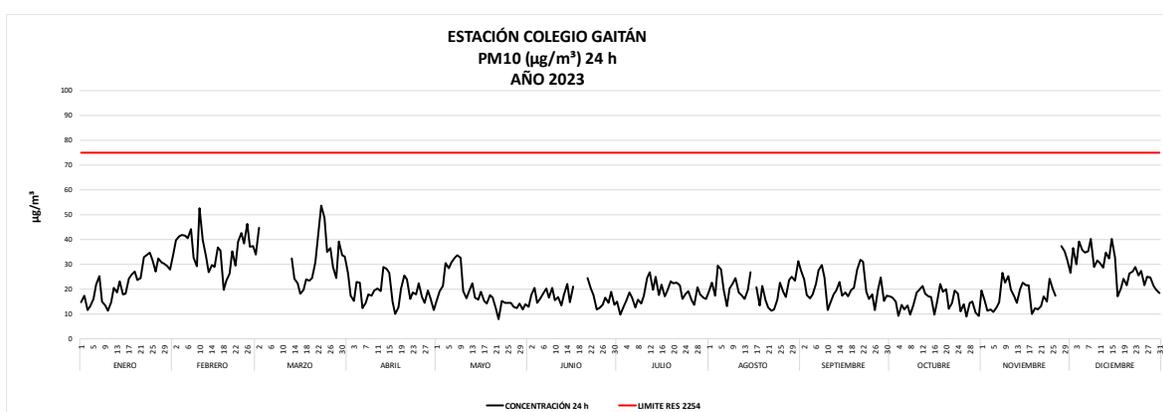
Gráfica 215. Concentración temporal Hospital Local Norte PM 10 año 2023



Gráfica 216. Concentración temporal Centro Cultural Piedecuesta PM 10 año 2023



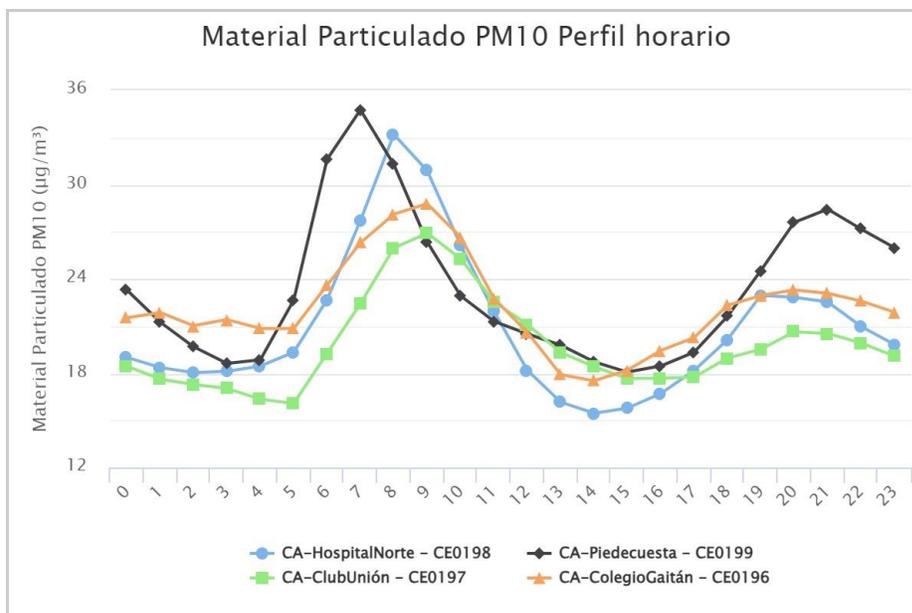
Gráfica 217. Concentración temporal Club Unión PM 10 año 2023



Gráfica 218. Concentración temporal Colegio Gaitán PM 10 año 2023

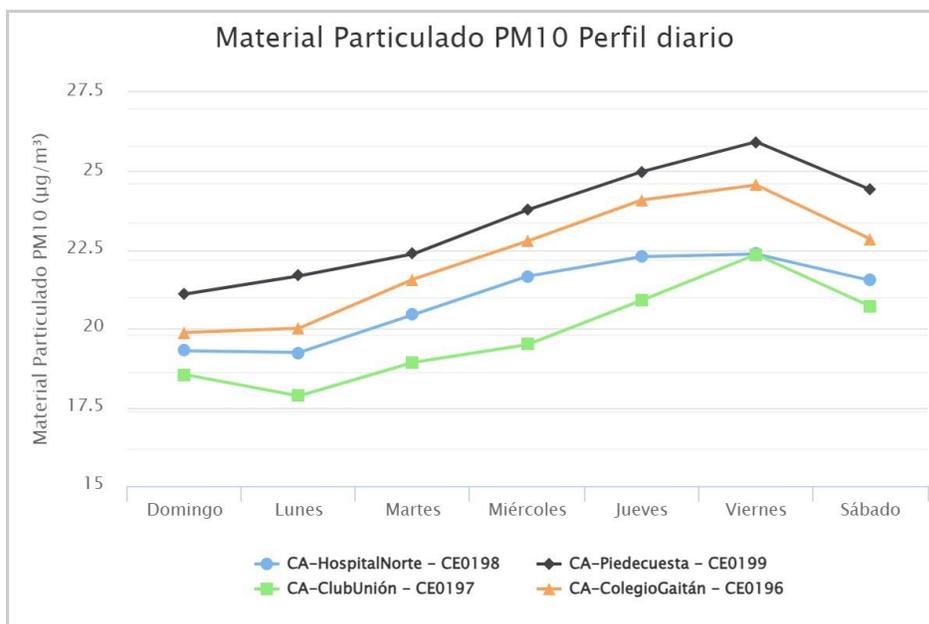
Ciclos diarios y horarios

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** presenta el comportamiento horario de PM10, al igual que para el PM2.5, se conserva en todas las estaciones el pico máximo de concentración en las horas de la mañana entre las 05:00 y las 9:00 y un pico de menor concentración después de las 19:00, se observa también que la estación Piedecuesta presenta concentraciones más altas en el horario en que se presentan concentraciones más altas.



Gráfica 219, Perfil Horario estaciones SVCA PM 10

Al igual que el PM 2.5 en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se observa que desde el día jueves empieza a incrementarse la concentración de PM10 y que en pico más alto es el día viernes, la estación ubicada en Piedecuesta es la que presenta una concentración más alta que las ubicadas en Bucaramanga.



Gráfica 220. Perfil diario PM 10 estaciones del SVCA

24.1.3 ozono O_3

El O_3 es un gas que existe en las capas altas bajas de la atmósfera, pero mientras

en la estratósfera es de tipo natural, actuando como un filtro protector de la radiación ultravioleta, en las capas bajas es perjudicial en los seres vivos (ozono troposférico), ya que es un oxidante fuerte e irritante que en altas concentraciones en el sistema respiratorio de humanos afecta las mucosas y tejidos pulmonares, y causa toxicidad en plantas. Este ozono troposférico no es emitido directamente a la atmosfera, sino que es producido por la reacción química entre el oxígeno natural del aire y los óxidos de nitrógeno e hidrocarburos, los cuales actúan como precursores de la reacción química en presencia de la luz solar.

Durante el año 2023 el SVCA tuvo en operación 4 estaciones de monitoreo automático de Ozono ubicadas en dos de los cuatros municipios del área metropolitana de Bucaramanga (Bucaramanga y Piedecuesta) (ver Imagen 28)

Datos anual Ozono (O₃)

La Tabla 96 relaciona que la operación da cumplimiento al porcentaje de datos que se solicita en las estaciones de Hospital del norte, CCDMO Piedecuesta, Club Unión y que la estación de Colegio Gaitán, estaciones que cumplen con la representatividad la cual debe ser mayor al 75%.

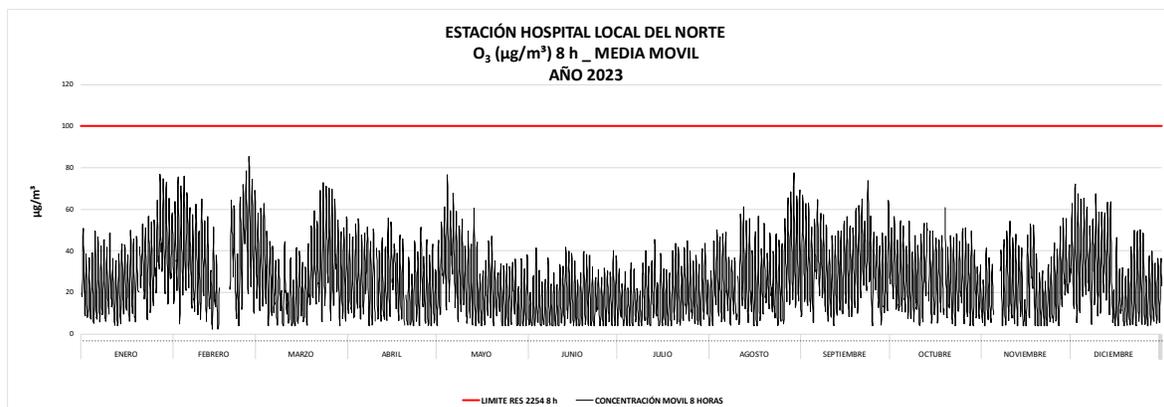
Tabla 96 Representatividad datos anuales O₃ 2023

Estación	Contaminante	% Representatividad datos
Hospital Norte	O ₃	98%
CCDMO- Piedecuesta	O ₃	89%
Club Unión	O ₃	94%
Colegio Gaitán	O ₃	98%

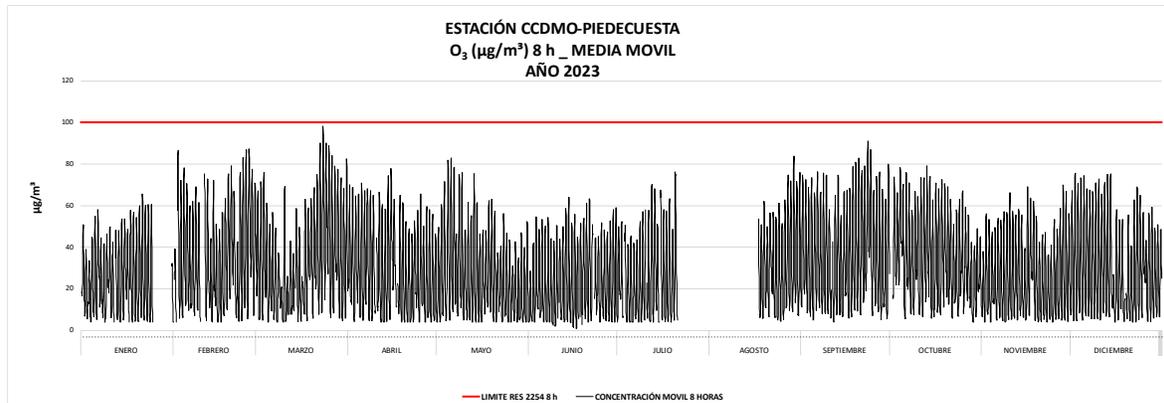
Comportamiento Anual O₃

Para en análisis de la distribución temporal se observa que en las estaciones presentan diferentes meses donde se ubican las concentraciones más altas, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se observa la concentración de la estación Hospital del norte y se observa que las concentraciones más altas se dan en los meses de Febrero, Agosto, Septiembre , la estación de Piedecuesta que se presenta en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra un

comportamiento homogéneo en el año con unos picos de altas concentraciones en marzo y septiembre, para la estación Club unión las concentraciones más altas se dieron en los meses de mayo, septiembre y diciembre como se observa en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y para la estación del Colegio Gaitán el comportamiento es homogéneo desde el presentando concentraciones más altas en febrero, marzo y septiembre.



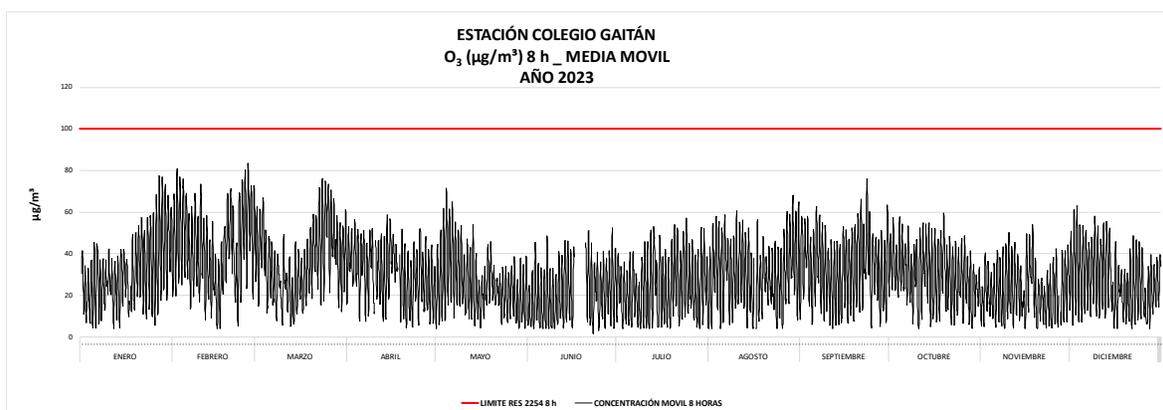
Gráfica 221. Distribución temporal de la concentración de O3 estación Hospital del Norte



Gráfica 222. Distribución temporal de la concentración de O3 estación Centro Cultural Piedecuesta



Gráfica 223. Distribución temporal de la concentración de O3 estación Club Unión



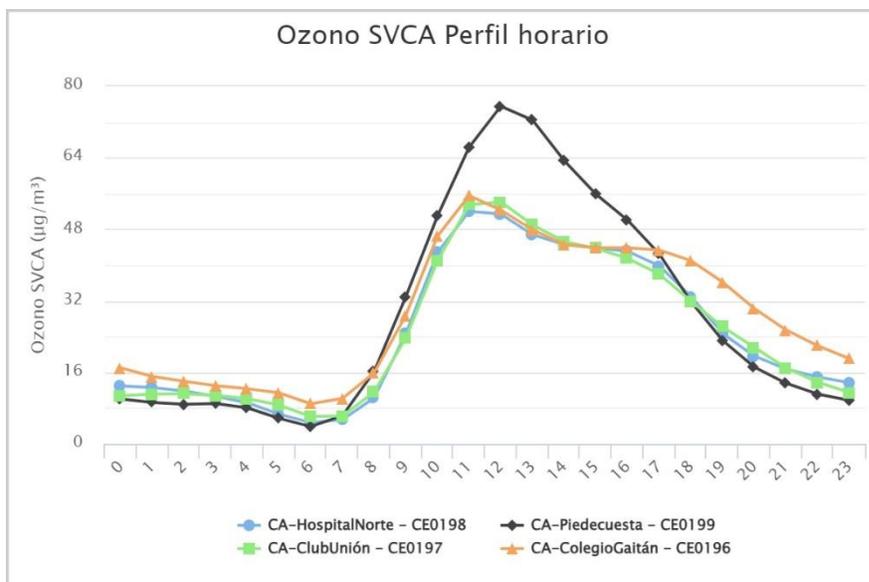
Gráfica 224. Distribución temporal de la concentración de O3 estación Colegio Gaitán

Ciclos diarios y horarios

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** presenta el ciclo diurno de la concentración de ozono para las cuatro estaciones de monitoreo del SVCA durante el año 2023. Puede observarse un ciclo para la concentración de este contaminante a lo largo del día para todas las estaciones en analizadas, presentando su pico máximo cerca del mediodía, momento en que hay mayor disponibilidad de luz solar, siendo la estación de Piedecuesta la que presenta la concentración más alta (cerca de $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en el pico más alto del día, esta concentración horaria se vio aumentada respecto al año anterior en las 4 estaciones que forman parte del SVCA.

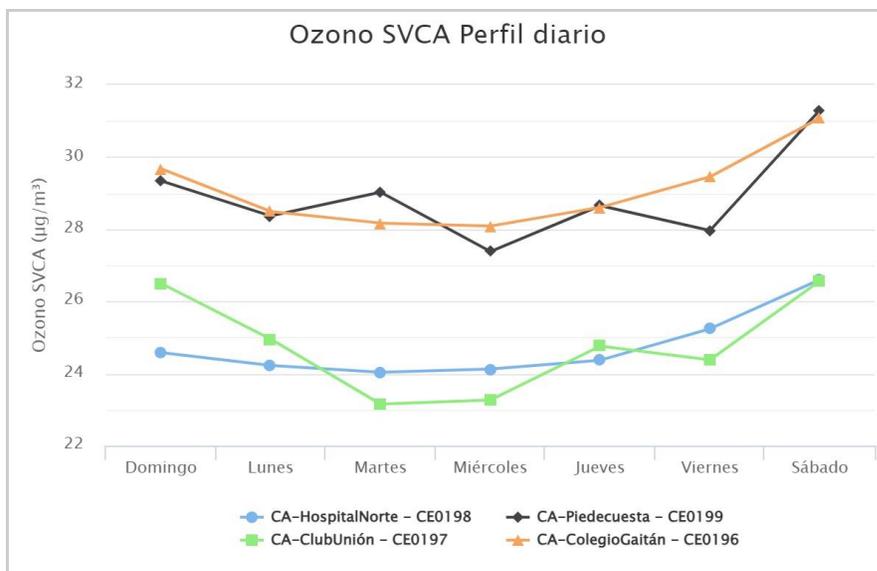
Este comportamiento en las concentraciones de ozono se puede explicar principalmente por el ciclo diurno de la radiación solar. Para la formación de ozono a nivel troposférico se necesitan básicamente dos condiciones: la presencia de

óxidos de nitrógeno o compuestos orgánicos volátiles dentro de la atmósfera y la presencia de luz solar.



Gráfica 225. Perfil Horario estaciones SVCA O3

En general las concentraciones son estables durante la semana, pero se observaron descensos de concentración los martes y miércoles, y un leve aumento los martes y sábados respecto a los otros días de la semana, es importante destacar que en la Gráfica 226 las estaciones de Colegio Gaitán y la estación de Piedecuesta presentan las concentraciones más altas.



Gráfica 226. Perfil Diario estaciones SVCA O3

24.1.4 Dióxido de nitrógeno (no₂)

La suma entre el dióxido de nitrógeno (NO₂) y el óxido de nitrógeno (NO) se conoce como óxidos de nitrógeno (NO_x). Ambas moléculas forman juntas una familia química. El NO es el óxido de nitrógeno que más se forma durante los procesos de combustión, mientras que el NO₂ es emitido en pequeñas cantidades. El NO₂ también se forma dentro de la atmósfera por los procesos de oxidación del NO, los óxidos de nitrógeno en el inventario de emisiones actualizado año base 2021 están asociadas a las fuentes móviles siendo las camiones, autos particulares y buses los que más aporte de este contaminante realizan.

El Sistema de Vigilancia de la Calidad de Aire (SVCA) desde el año 2022 ha tenido en operación dos estaciones de NO₂, ubicadas en los municipios de Bucaramanga y Piedecuesta (Club Unión, Centro Cultural Daniel Mantilla Orbezo).

Datos anuales de NO₂

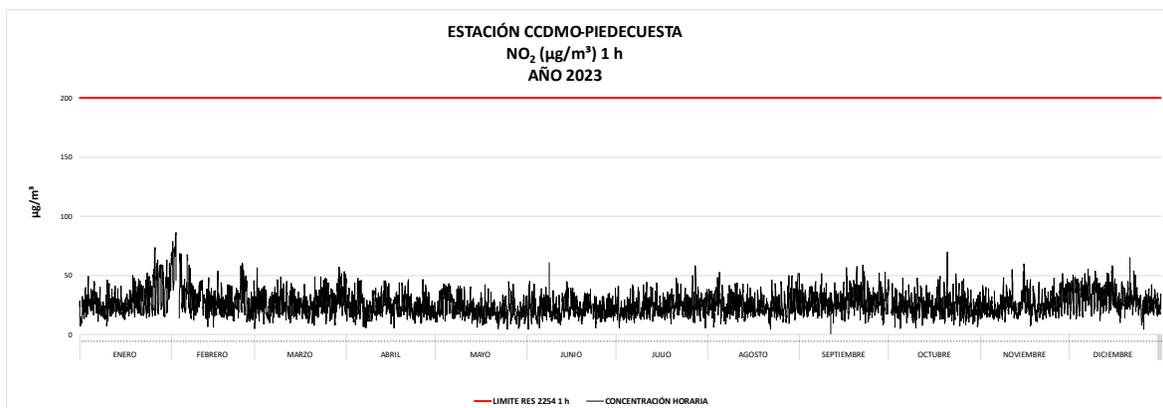
Para este contaminante se cumple con el 75% de datos (operación de estaciones) durante el año 2023, como se indica en la tabla 97.

Tabla 97 Representatividad de datos NO₂ año 2023

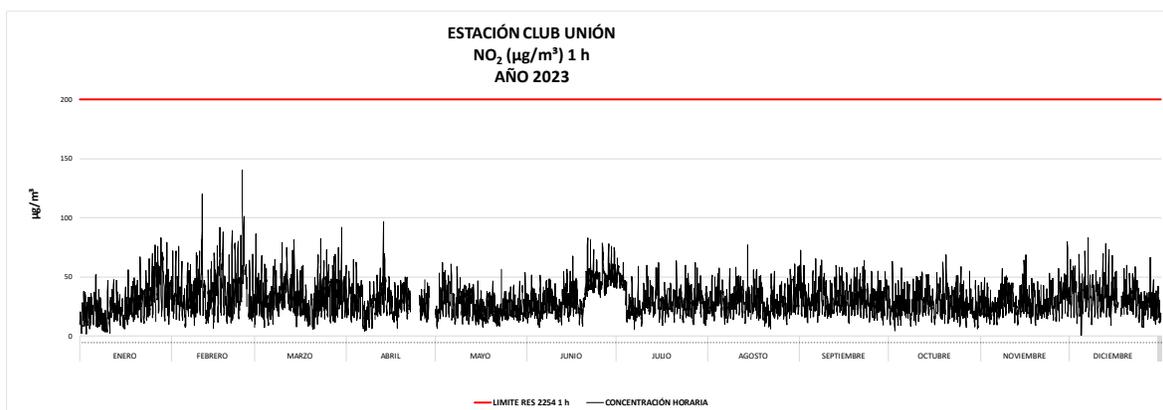
Estación	Contaminante	% datos	Representatividad
CCDMO- Piedecuesta	NO ₂	99%	
Club Unión	NO ₂	97%	

Comportamiento Anual NO₂

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** presentan la distribución temporal, en la estación de Piedecuesta la concentración se mantiene sobre los 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y algunos picos cercanos a los 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y en la estación del club unión también se mantiene predominantemente por encima de los 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ presentando algunos picos en el mes de febrero cercanos a los 140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sin embargo para las dos estaciones los valores están lejos de los límites establecidos en la Resolución 2254 de 2017.



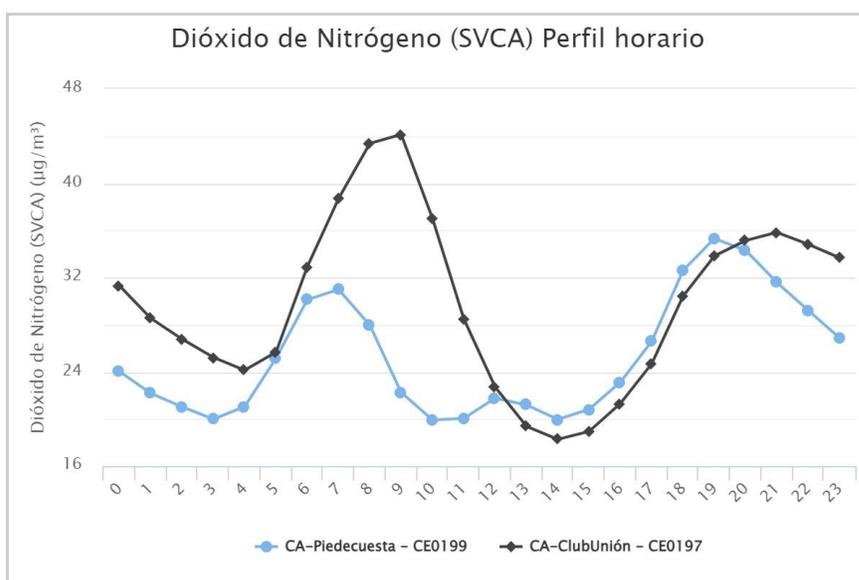
Gráfica 227. Distribución temporal de la concentración de NO₂ estación Piedecuesta.



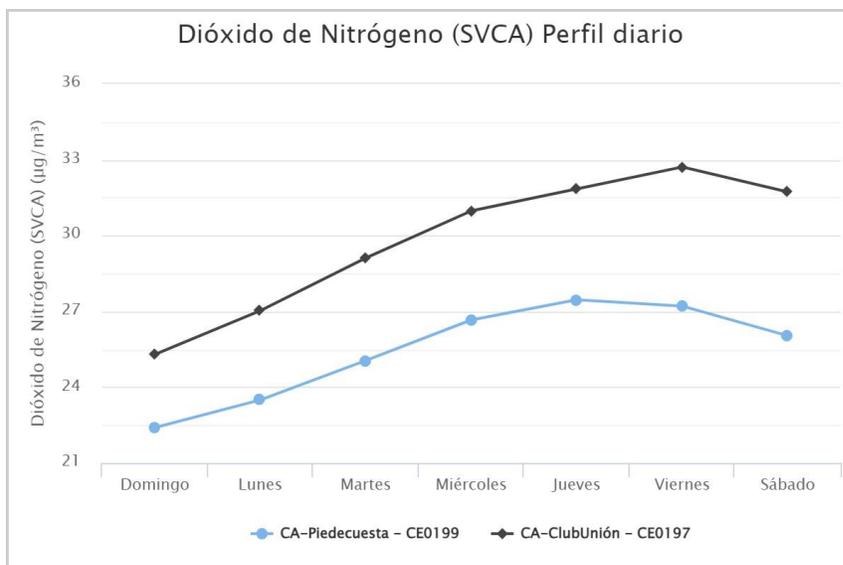
Gráfica 228. Distribución temporal de la concentración de NO₂ estación Club Unión.

Ciclos diarios y horarios NO₂

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra dos franjas de concentración elevada de NO₂ una en la mañana y otra en la tarde y una reducción al medio día, este comportamiento es bastante influenciado por las horas pico de transporte en la ciudad, en la salida hacia los lugares de trabajo y horarios escolares en la mañana y retorno a los hogares de los ciudadanos en la tarde, en cuanto al ciclo diario que se ve en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** el incremento en las concentraciones los días jueves, viernes y sábados y una reducción el domingo cuando se presenta menos flujo vehicular.



Gráfica 229. Perfil horario de NO₂ Año 2023



Gráfica 230. Perfil diario de NO₂ año 2023

24.1.5 monóxido de carbono (co)

El CO es un contaminante criterio monitoreado por el Sistema de Vigilancia de Calidad de Aire (SVCA) es un gas inflamable, inodoro, incoloro e insípido. Este gas afecta la salud puesto que tiene mayor afinidad con la hemoglobina de la sangre que el oxígeno, por lo cual en altas concentraciones puede llegar a interferir en el proceso de transporte de oxígeno en la sangre, según el inventario de emisiones actualizado al año 2021 son las fuentes móviles las que más aportan este contaminante siendo las motos 4 tiempos y los autos particulares las categorías vehiculares que más lo emiten.

El Sistema de Vigilancia de la Calidad de Aire (SVCA) para el año 2023 tuvo en operación dos estaciones que monitorean CO ubicadas en los municipios de Bucaramanga y Piedecuesta (Club Unión, Centro Cultural Daniel Mantilla Orbezo).

Datos Anuales CO

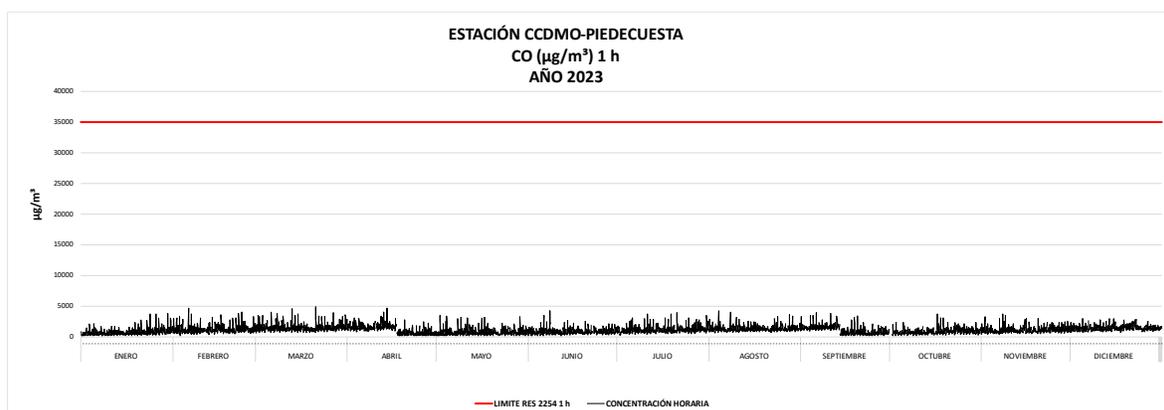
En la siguiente tabla se muestra la representatividad de datos durante el año 2023, y posteriormente el comportamiento del contaminante.

Tabla 98 Representatividad de datos CO-Año 2023

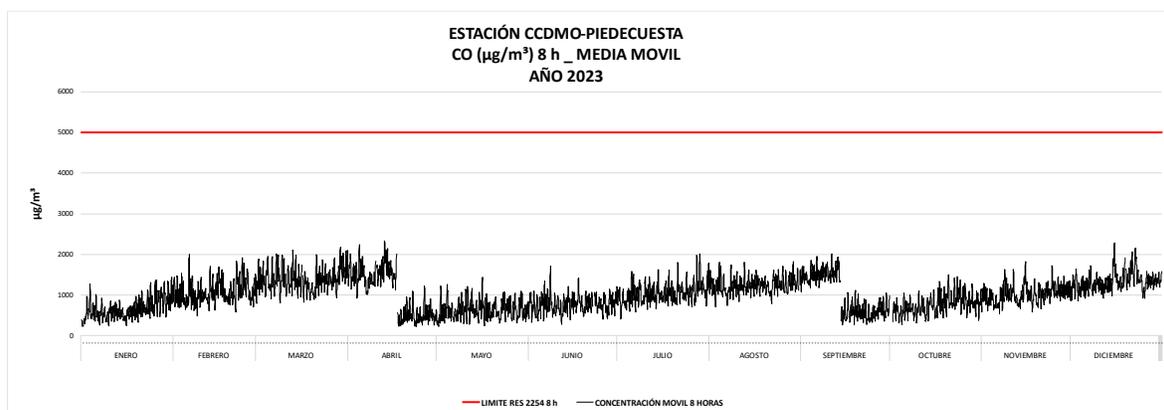
Estación	Contaminante	% Representatividad datos
CCDMO Piedecuesta	CO	99%
Club Unión	CO	98%

Comportamiento Anual CO

De la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** a la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presenta el comportamiento durante los meses que se validaron datos para monóxido de carbono en los dos niveles que indica la Resolución 2254 de 2017 uno horario y el otro de acumulado de 8 horas, para ambos en ambos niveles la concentración del contaminante estuvo por debajo de la norma y bastante alejado de los límites, para la gráfica de media móvil 8 horas en las dos estaciones se observa unas concentraciones más elevadas en los meses de agosto y octubre .



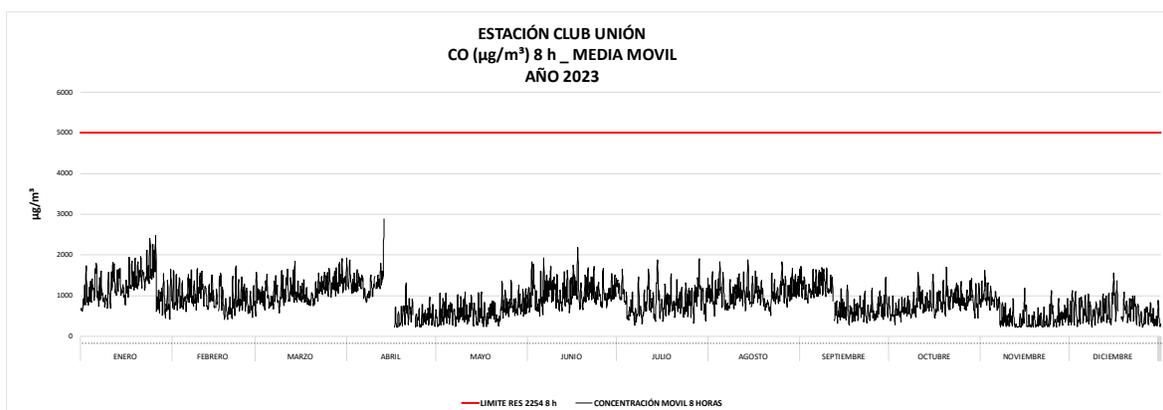
Gráfica 231. Distribución temporal horaria de Concentración de CO estación Piedecuesta- Año 2023



Gráfica 232. Distribución temporal 8 horas de Concentración de CO estación Piedecuesta- Año 2023



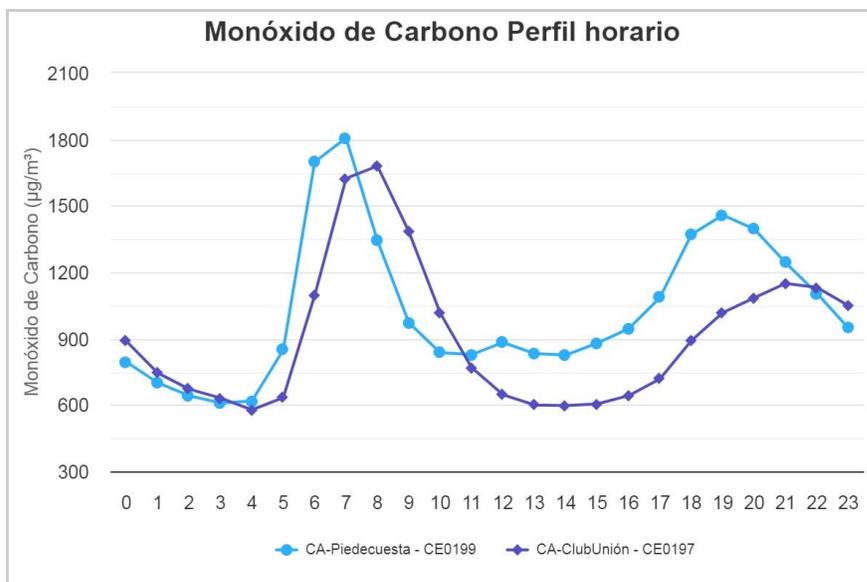
Gráfica 233. Distribución temporal horaria de Concentración de CO estación Club Unión- Año 2023



Gráfica 234. Distribución temporal 8 horas de Concentración de CO estación Club Unión- Año 2023

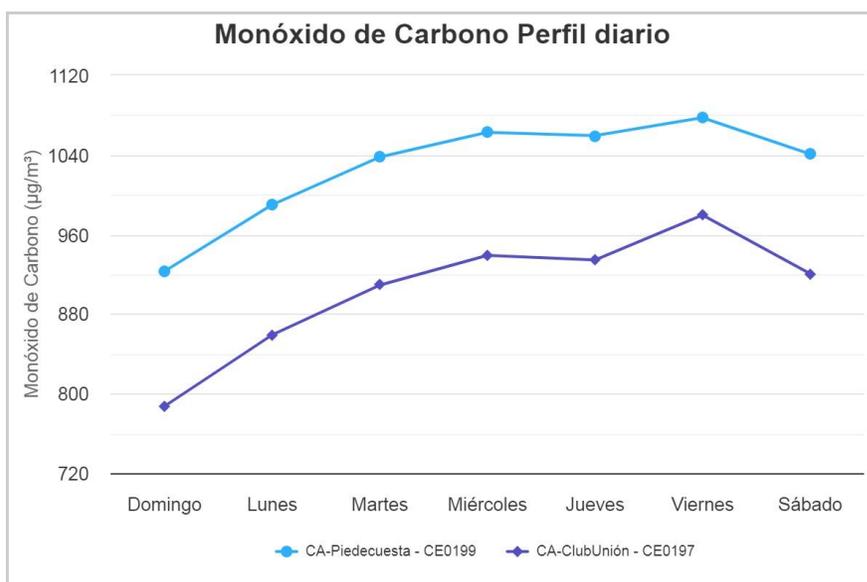
Ciclos diarios y horarios CO.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** puede observarse un comportamiento bimodal para ambas estaciones, teniendo la estación de Piedecuesta valores más altos en comparación con la estación del Club Unión. Las concentraciones máximas horarias ocurrieron entre las 06:00 y las 09:00 para el primer pico y para el segundo pico con menos concentración entre las 18:00 y las 21:00 en ambas estaciones. La variabilidad observada está relacionada principalmente por la actividad vehicular en el área metropolitana de Bucaramanga la cual condiciona el ciclo diurno del tráfico.



Gráfica 235. Perfil horario CO-Año 2023

El comportamiento de las estaciones muestra los niveles más altos de concentración desde el día martes hasta el viernes los días martes, miércoles y jueves la estación de Piedecuesta es más alta y el día viernes la concentración en la estación del Club Unión es más alta (Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**)



Gráfica 236. Perfil diario CO-Año 2023

24.1.6 dióxido de azufre (so₂)

El SO₂ es un contaminante primario este es monitoreado por el Sistema de Vigilancia de Calidad de Aire (SVCA), es un gas incoloro y de olor picante e irritante, perceptible en concentraciones superiores a 3 ppm (8 µg/m³). Se genera principalmente por la utilización de combustibles fósiles con contenido de azufre como el carbón, la gasolina y el diésel, que son usados en la industria y el transporte.

El Sistema de Vigilancia de la Calidad de Aire (SVCA) desde el año 2022 tiene en operación dos estaciones que monitorean SO₂ ubicadas en los municipios de Bucaramanga y Piedecuesta (Club Unión, Centro Cultural Daniel Mantilla Orbezo).

Datos Anuales SO₂

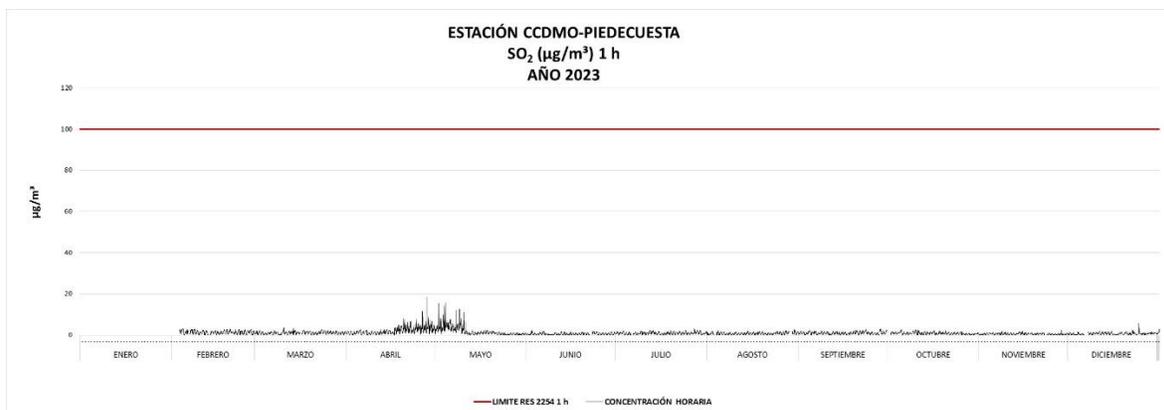
El contaminante SO₂ si presenta una representatividad superior al 75% esto indica que los datos que se presentan los cuales ya están validados tal como muestra la tabla 99

Tabla 99 Representatividad SO₂- Año 2023

Estación	Contaminante	% datos	Representatividad
CCDMO Piedecuesta	SO ₂	88%	
Club Unión	SO ₂	94%	

Comportamiento Anual SO₂

Las concentraciones de SO₂ Como se ve en las figuras que se presentan a continuación (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** a la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) está muy por debajo de los límites que establece la Resolución 2254 de 2017, en las dos estaciones medidas (Piedecuesta y Club Unión) las concentraciones no alcanzan los 10 µg/m³ respecto de la norma 24 horas que es de 50 µg/m³, el comportamiento durante al año es homogéneo durante todo el año también para estas dos estaciones.



Gráfica 237. Distribución temporal horaria de Concentración de SO₂ estación Piedecuesta- Año 2023



Gráfica 238. Distribución temporal 24 horas de Concentración de SO₂ estación Piedecuesta- Año 2023



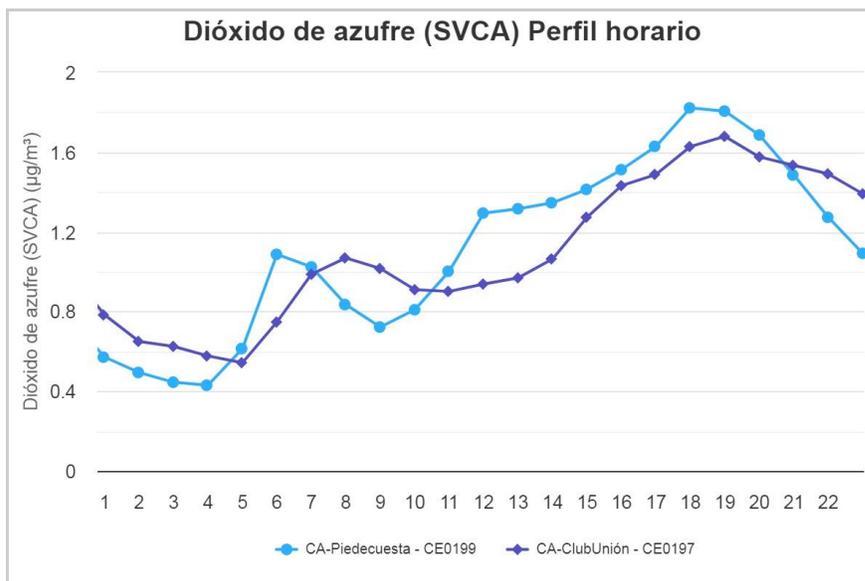
Gráfica 239. Distribución temporal horaria de Concentración de SO₂ estación Club Unión- Año 2023



Gráfica 240. Distribución temporal 24 horas de Concentración de SO₂ estación Club Unión- Año 2023

Ciclos diarios y horarios SO₂

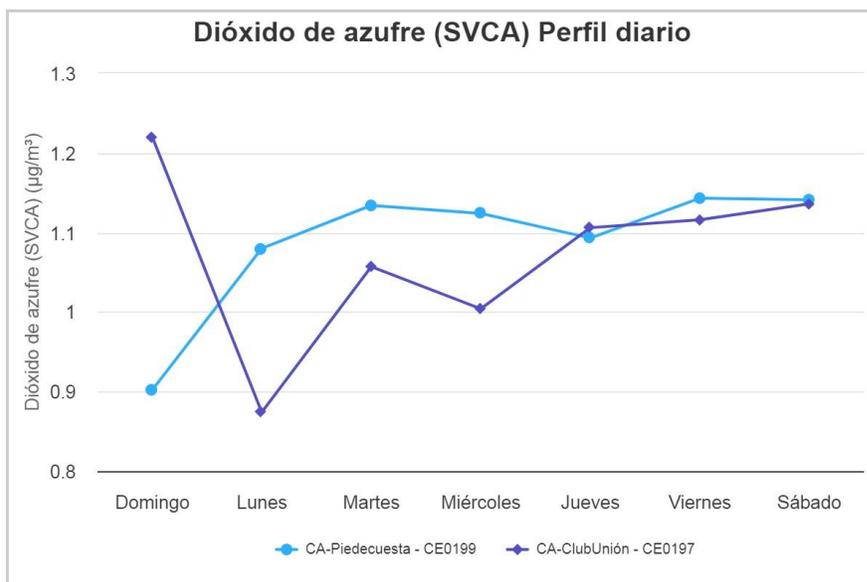
Las concentraciones horarias presentan diferencias en las dos estaciones que reportan este contaminante para la estación de Piedecuesta se presenta un pico en las horas de la mañana 6:00 a 7:00 horas y su pico más alto se presenta a las 18:00 hasta las 20:00 horas, mientras que la estación del Club Unión presenta un pico en la mañana de 7:00 a 8:00 horas y el pico más alto las 18:00 horas hasta las 22:00 (Ver ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.)



Gráfica 241. Perfil horario SO₂ -Año 2023

La ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. muestra comportamiento semanal de la concentración de SO₂ donde la estación de Piedecuesta incrementa

su concentración desde el día martes y su pico más alto es el día miércoles, por otra parte, la estación Club Unión incrementa desde el día miércoles encontrando el jueves su pico más alto que al igual que la estación Piedecuesta es cercano a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Gráfica 242. Perfil diario SO₂ -Año 2023

24.1.7 Azufre total reducido (trs)

El azufre total reducido (TRS) expresado como SO₂ es una sustancia generadora de olor ofensivo que se reglamenta en la Resolución 1541 de 2013 y el Sistema de Vigilancia de la Calidad de Aire (SVCA) para el año 2023 tuvo en operación dos estaciones que monitorean TRS ubicadas en los municipios de Bucaramanga y Piedecuesta (Hospital del Norte y el Colegio Jorge Eliecer Gaitán).

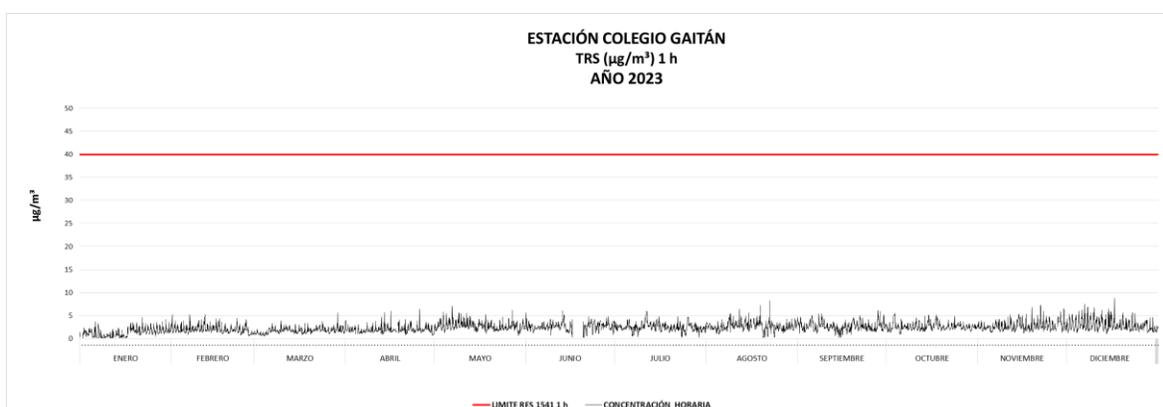
Datos anuales de TRS

De la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** a la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presenta el comportamiento anual de la concentración según los dos límites que indica la Resolución 1541 de 2013 uno horario y el otro 24 horas, destacando que se da cumplimiento a la normativa en estos dos límites y en las dos estaciones que monitorean este parámetro, en la estación Gaitán 24 horas se presentan los valores más altos en los meses de julio

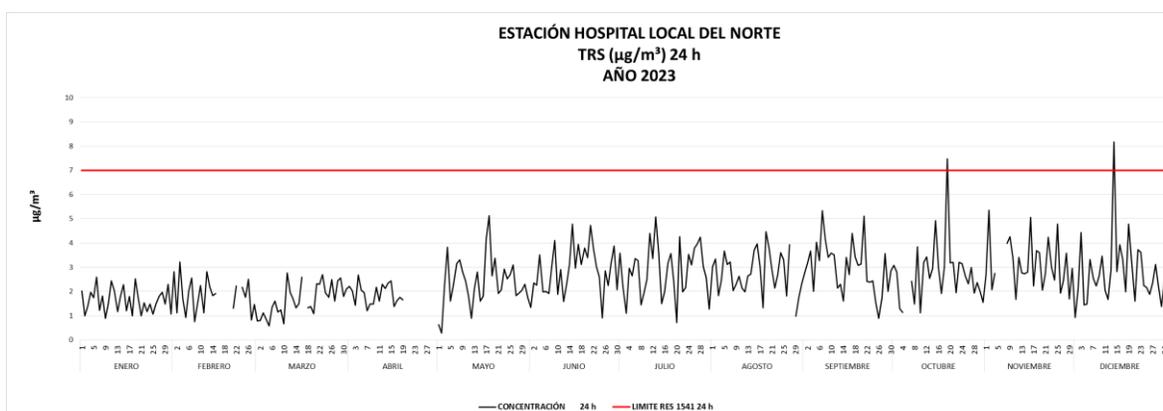
y noviembre y la estación Hospital Local del norte en el mes de octubre y diciembre superando la norma en la concentración 24 horas los días 19 de octubre y 14 de diciembre. (Ver ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.)



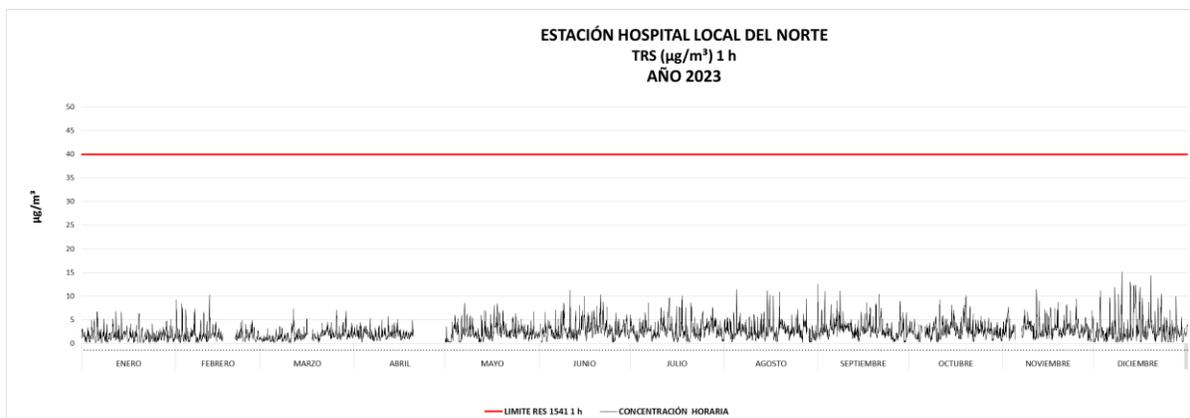
Gráfica 243. Comportamiento anual de concentración TRS 24 Horas estación Colegio Gaitán- año 2023



Gráfica 244. Comportamiento anual de concentración TRS Horario estación Colegio Gaitán- año 2023



Gráfica 245. Comportamiento anual de concentración TRS 24 Horas estación Hospital Norte- año 2023



Gráfica 246. Comportamiento anual de concentración TRS Horario estación Hospital Norte - año 2023

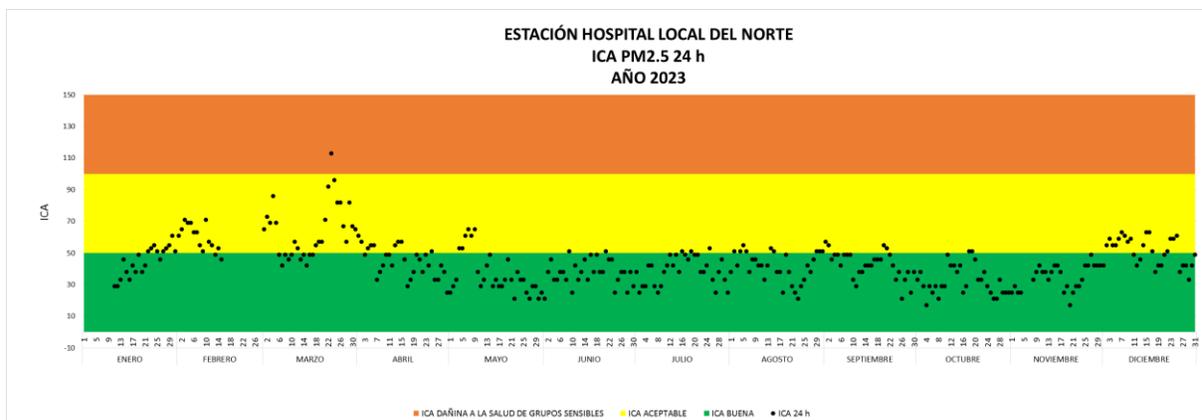
24.2 Análisis de la Calidad del Aire

24.2.1 Índice de Calidad de Aire PM 2.5 (ICA)

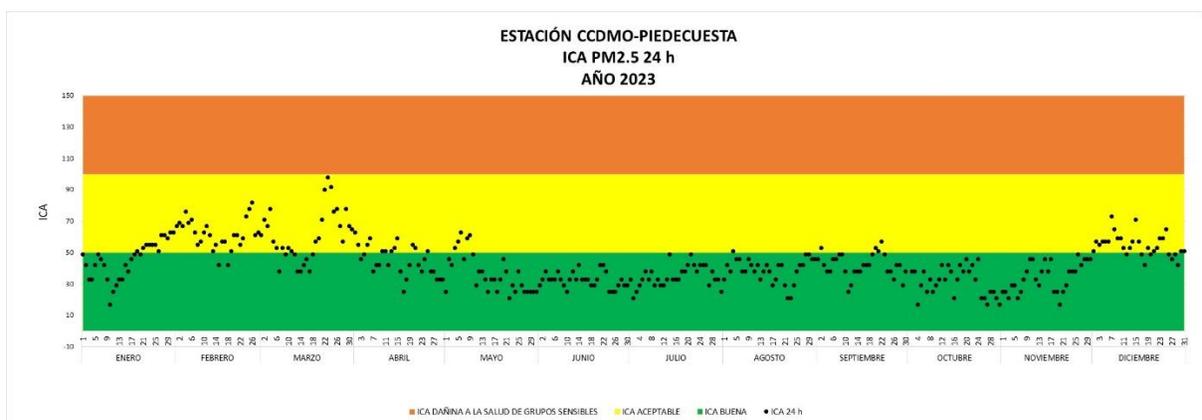
El índice de Calidad de Aire (ICA) para PM 2.5 estuvo entre bueno y Aceptable, siendo buena en la mayor cantidad de días como se observa en la tabla 100, en los meses de enero, febrero, marzo y diciembre es donde se ubican la mayor cantidad de días en la categoría de Aceptable, estos meses se relacionan con algunos fenómenos que inciden en la calidad del aire como, menos lluvias, incendios, quemas de pólvora lo que afecta la calidad del aire, cabe destacar que en las tres estaciones que se encuentran en el municipio de Bucaramanga se presentó una calidad de aire dañina para la salud de grupos sensibles por el contaminante PM 2.5 en el mes de marzo, razón por la cual hubo que declararse un episodio de contaminación atmosférica.

Tabla 100 Índice de Calidad de Aire por días en las estaciones del SVCA PM 2.5

Estación	Días ICA BUENA	Días ICA ACEPTABLE	Días ICA DAÑINO A LA SALUD DE GRUPOS SENSIBLES
Hospital Local Norte	244	89	1
Centro Cultural Piedecuesta	259	105	0
Club Unión	247	114	2
Colegio Gaitán	228	120	1



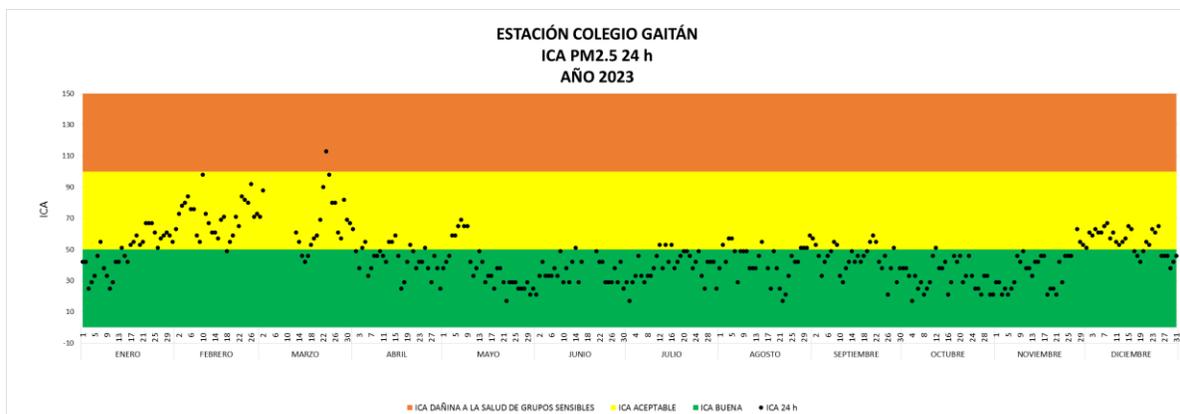
Gráfica 247. Índice de Calidad de Aire estación Hospital Local del Norte del SVCA PM 2.5



Gráfica 248. Índice de Calidad de Aire estación Piedecuesta del SVCA PM 2.5



Gráfica 249. Índice de Calidad de Aire estación Club Unión del SVCA PM 2.5

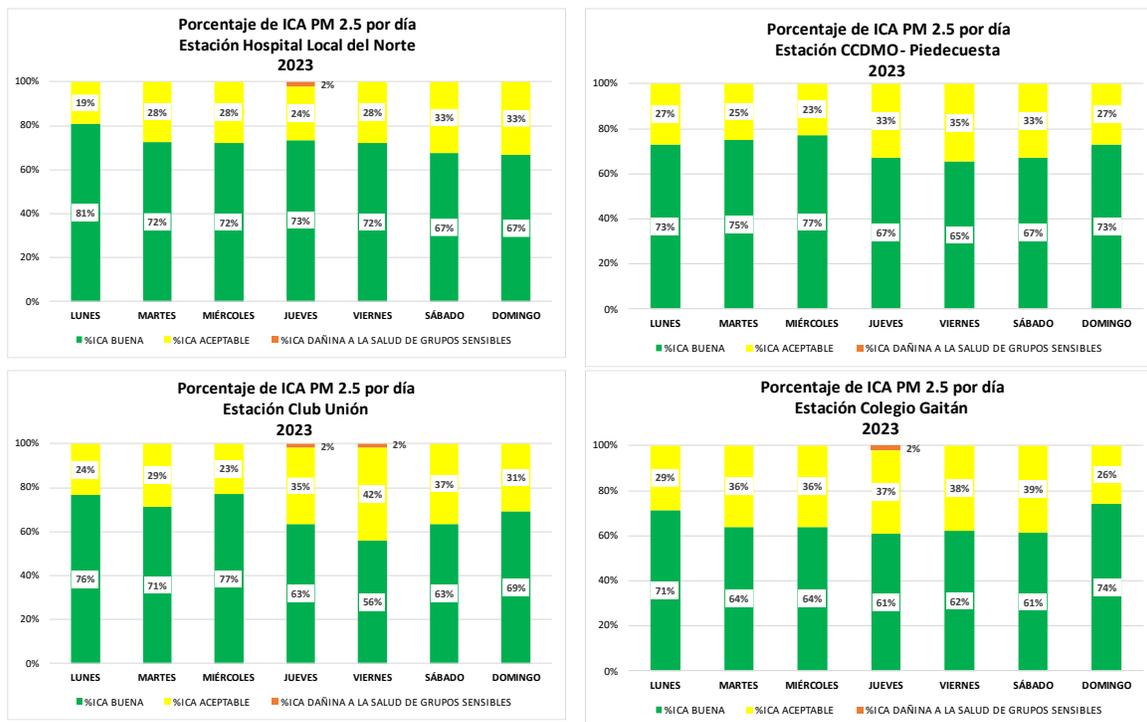


Gráfica 250. Índice de Calidad de Aire estación Club Unión del SVCA PM 2.5

Los meses de enero y febrero en el año 2023 fue donde se presentó un mayor porcentaje de ICA en categoría aceptable, como puede observarse en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, meses donde ocurren gran cantidad de incendios a nivel regional y nacional que afectan directamente la calidad del aire, así como factores meteorológicos propios de este periodo, como disminución en lluvias, aumentos de temperatura y la **estabilidad atmosférica (especificidad de estabilidad atmosférica especificidad de la relación que tiene con la inversión técnica)** que desfavorece la dispersión de contaminantes como el PM 2.5.



Gráfica 251. Porcentajes mensual del Índice de calidad de Aire (ICA)



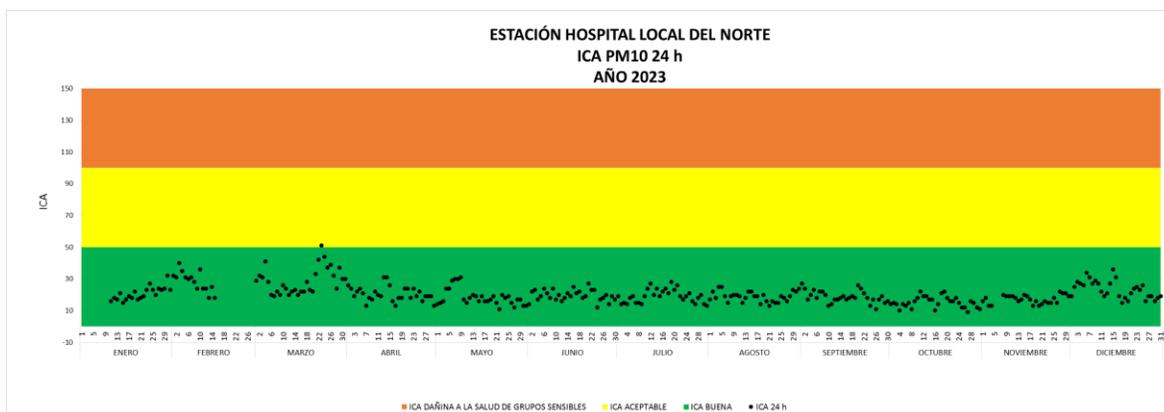
24.2.2 Índice de calidad de aire PM 10 (ICA)

Las 4 estaciones del SVCA que monitorean PM10 predominó el Índice de Calidad de Aire de 24 horas en categoría buena esto se puede observar en la Tabla 101 y de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** a **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, las concentraciones más altas se presentan en los tres primeros meses del año y en la estación ubicada en el municipio de Piedecuesta se presentan las concentraciones más altas, tan solo 1 día en las estaciones de Hospital Local del Norte y del Colegio Gaitán se presentó un ICA aceptable, esto se dio en medio del episodio de contaminación atmosférica del mes de marzo.

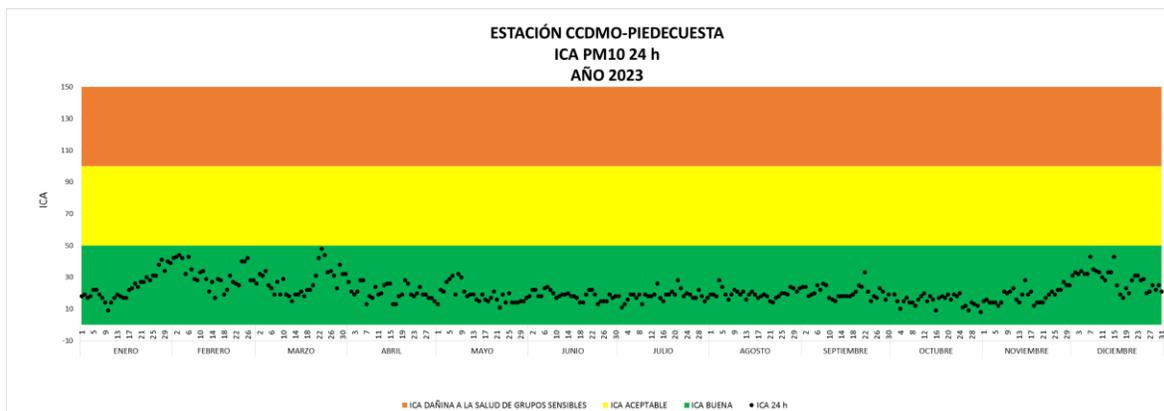
Tabla 101 Índice de Calidad de Aire por días en las estaciones del SVCA PM 10

Estación	Días ICA BUENA	Días ICA ACEPTABLE
Hospital Local Norte	338	1
Centro Cultural Piedecuesta	364	0

Estación	Días ICA BUENA	Días ICA ACEPTABLE
Club Unión	363	0
Colegio Gaitán	348	1



Gráfica 252. Índice de Calidad de Aire estación Hospital Local del Norte del SVCA PM 10



Gráfica 253. Índice de Calidad de Aire estación Piedecuesta del SVCA PM 10



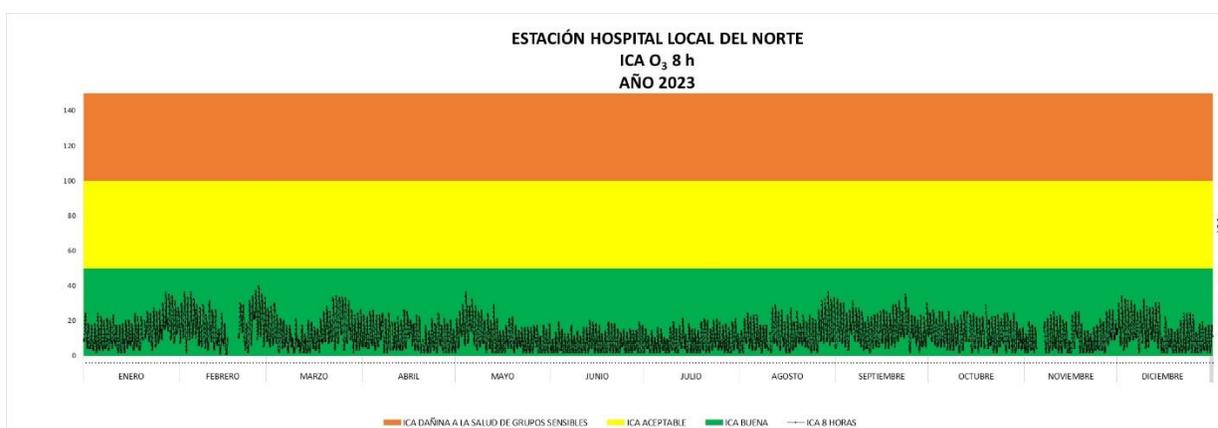
Gráfica 254. Índice de Calidad de Aire estación Club Unión del SVCA PM 10



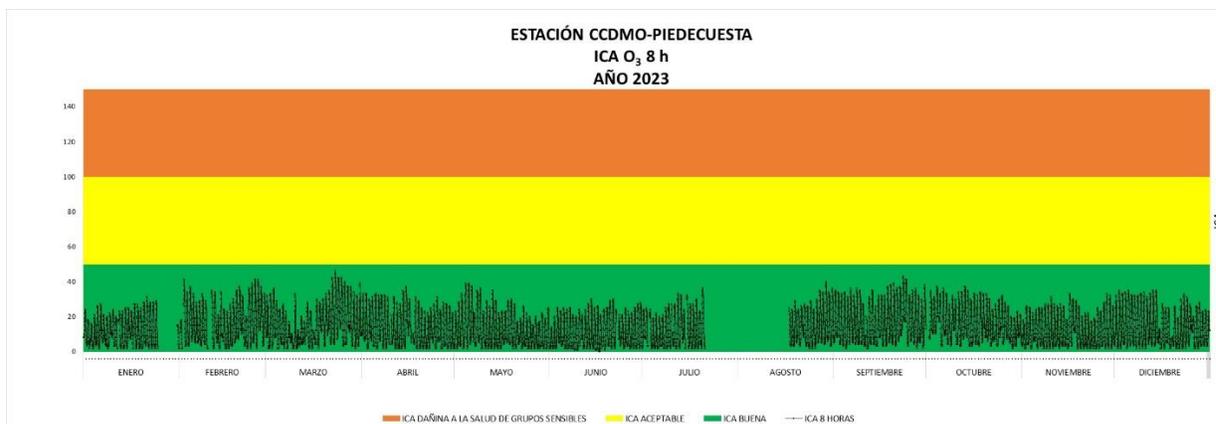
Gráfica 255. Índice de Calidad de Aire estación Colegio Gaitán del SVCA PM 10

24.2.3 Índice de Calidad de Aire O₃ (ICA)

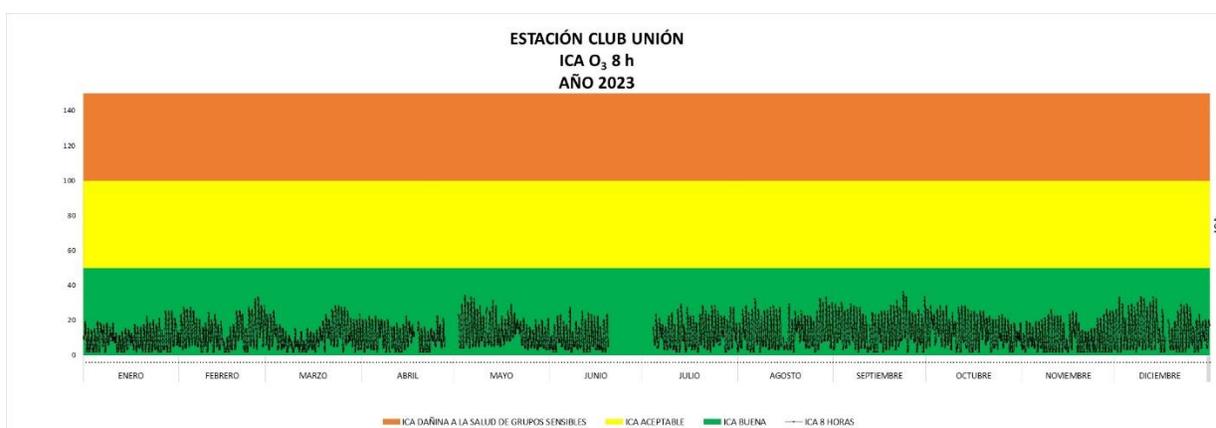
La Resolución 2254 de 2017 establece los puntos de corte para el cálculo del índice de Calidad de Aire asociado a cada contaminante criterio. En el caso del ozono horario, el ICA está definido para que las concentraciones superiores a $245 \mu\text{g}/\text{m}^3$ la calidad de aire cambie a dañina para la salud de grupos sensibles. Durante el año 2023 los niveles horarios de ozono registrados por las estaciones del Sistema de Vigilancia de la Calidad de Aire fueron inferiores a este valor, por lo tanto, no es posible calcular ICA asociado a las concentraciones de horarias de este contaminante, para el cálculo del ozono de ocho (8) horas como se observa en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** durante el año 2023 en todas las estaciones de monitoreo del SVCA se mantuvo en categoría Buena.



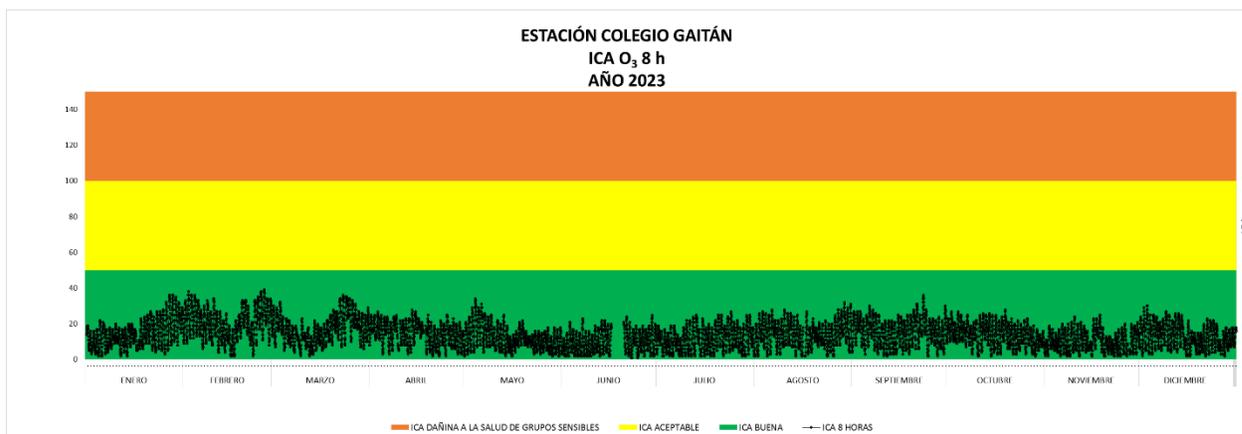
Gráfica 256. Índice de Calidad de Aire estación Hospital Local del Norte del SVCA O3



Gráfica 257. Índice de Calidad de Aire estación Piedecuesta del SVCA O3



Gráfica 258. Índice de Calidad de Aire estación Club Unión del SVCA O3

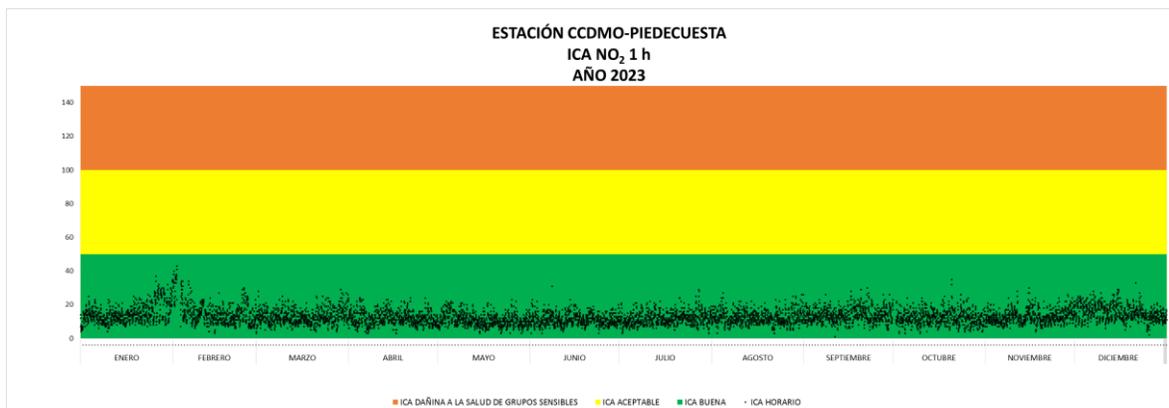


Gráfica 259. Índice de Calidad de Aire estación Colegio Gaitán del SVCA O3

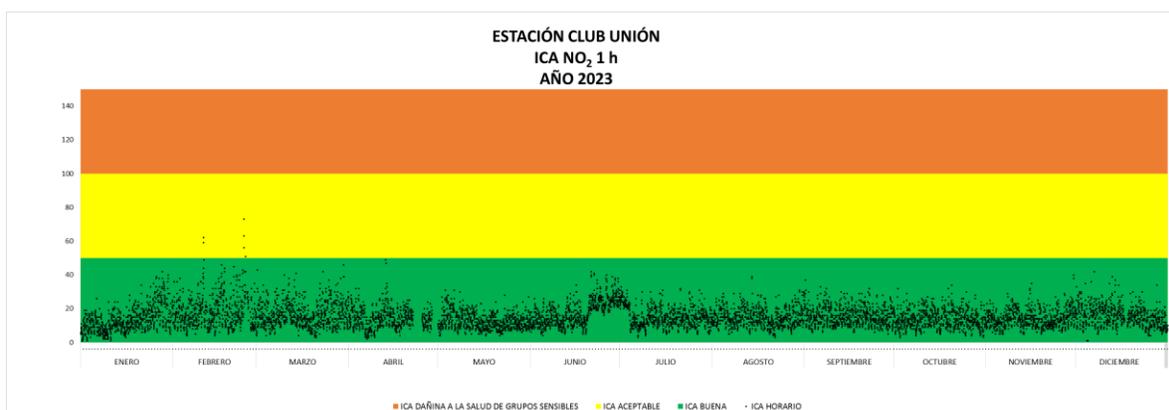
24.2.4 Índice de Calidad de Aire NO₂ (ICA)

El índice de Calidad de Aire (ICA) de las estaciones que monitorean NO₂ se representa de forma horaria y se ubicó en categoría buena para todo el tiempo del

año 2023 (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) los valores más altos se ubican entre el mes de enero y febrero de 2023.



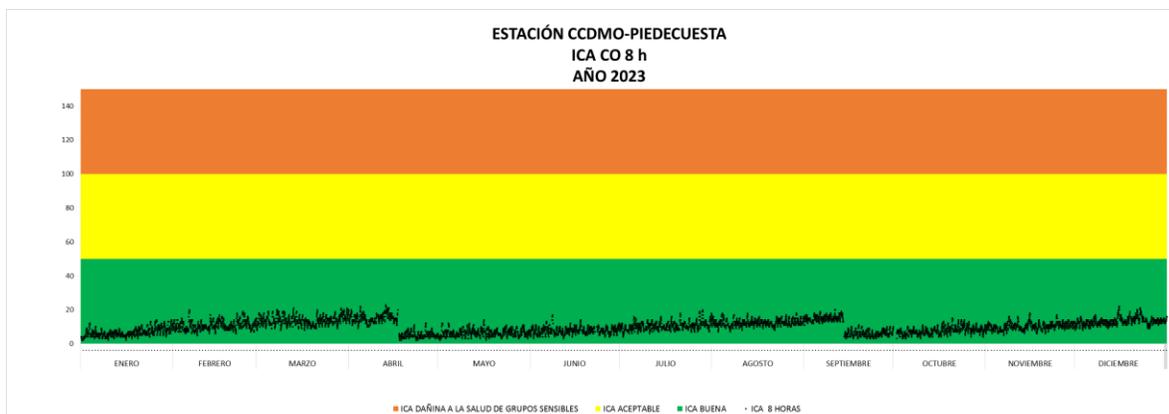
Gráfica 260. Índice de Calidad de Aire estación Piedecuesta del SVCA NO2 Año 2023.



Gráfica 261. Índice de Calidad de Aire estación Club Unión del SVCA NO2 Año 2023.

24.2.5 Índice de Calidad de Aire CO

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** evidencia como fue el comportamiento durante el año 2023 del Monóxido de Carbono (CO) el índice de calidad de aire para todo el periodo del cual se tienen datos se ubicó en la categoría de buena.



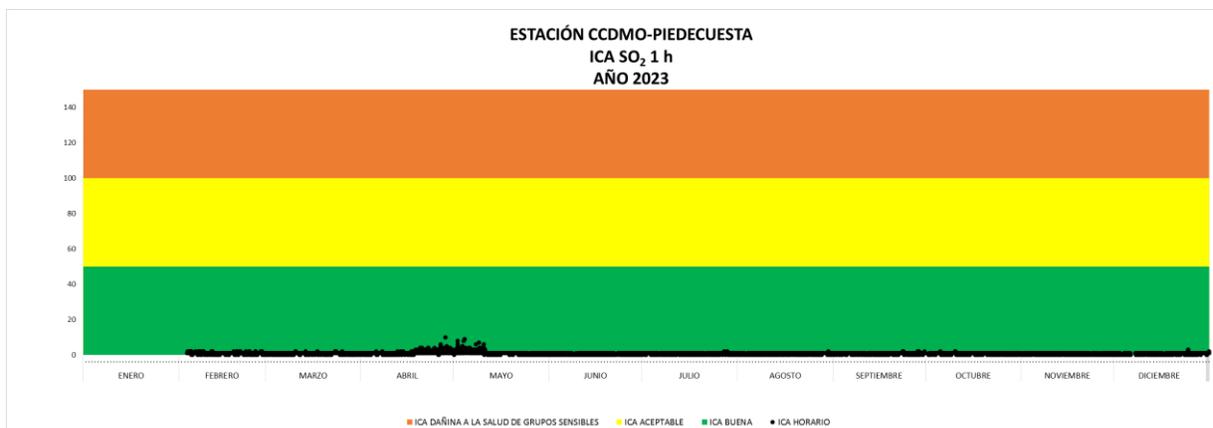
Gráfica 262. Índice de Calidad de Aire estación de Piedecuesta del SVCA CO- Año 2023



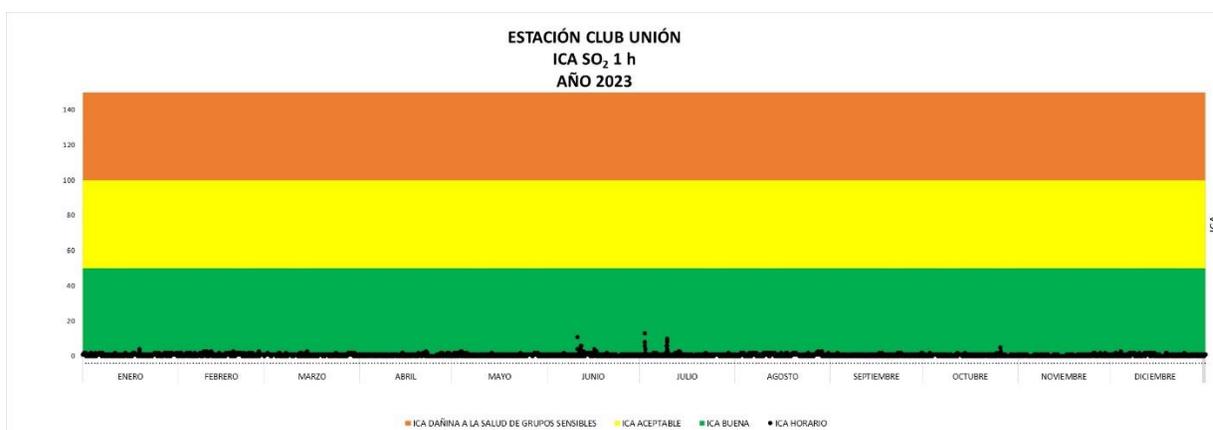
Gráfica 263. Índice de Calidad de Aire estación Club Unión del SVCA CO- Año 2023

24.2.6 Índice de Calidad de Aire SO₂

El índice de calidad de aire que se observa en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** como ya ha sido expuesto anteriormente es los bajos niveles de concentración del contaminante dióxido de azufre y para todo el periodo el ICA estuvo en categoría buena.



Gráfica 264. Índice de Calidad de Aire estación Piedecuesta del SVCA SO₂- Año 2023



Gráfica 265. Índice de Calidad de Aire estación Piedecuesta del SVCA SO₂- Año 2023

24.3 Comparación multianual Material Particulado

24.3.1 Comparación multianual PM10

Las concentraciones de PM 10 han incrementado entre 1 y 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en las 4 estaciones del SVCA (Como Se observa en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) el mayor incremento se presenta en la estación Colegio Gaitán, la concentración establecida por la Resolución 2254 de 2017 del MADS es de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ la cual se esa cumpliendo , sin embargo el objetivo intermedio número 3 de la organización Mundial de la Salud establece una concentración anual máxima de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ este nivel también se encuentra establecido en la Resolución 2254 como el nivel máximo al año 2030 y aunque actualmente se cumple las concentraciones de las estaciones de SVCA están más cerca de este límite, razón por la cual la CDMB se encuentra actualmente en la fase de implementación del Plan de Gestión

de la Calidad de Aire (PGCA).



Gráfica 266. Comparación multianual PM 10

24.3.2 Comparación multianual PM2.5

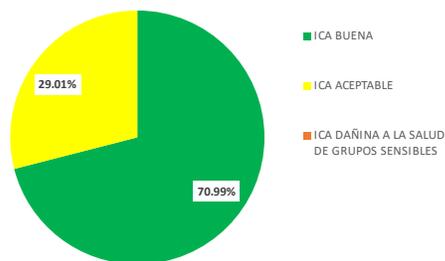
Las concentraciones de PM 2.5 han incrementado entre 1 y 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en las 4 estaciones del SVCA, concordante con el aumento del Índice de Calidad de Aire en categoría Aceptable en el año 2023 (Como Se observa en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) el mayor incremento se presenta en la estación Colegio Gaitán, la concentración establecida por la Resolución 2254 de 2017 del MADS es de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ la cual se esa cumpliendo muy muy por debajo del límite, sin embargo el objetivo intermedio número 3 de la organización Mundial de la Salud establece una concentración anual máxima de 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ este nivel también se encuentra establecido en la Resolución 2254 como el nivel máximo al año 2030 las concentraciones que actualmente se registran en las estaciones se encuentran más cerca de este limite a 2030.



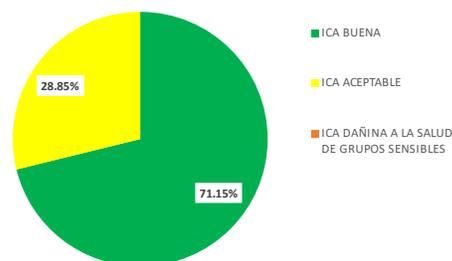
Gráfica 267. Comparación multianual PM 2.5

Porcentaje de Índices de Calidad - Estación CCDMP Piedecuesta PM2.5 - 2022 vs 2023

PORCENTAJE DE INDICES DE CALIDAD
 ESTACIÓN CCDMO-PIEDECUSTA PM2.5
 AÑO 2022

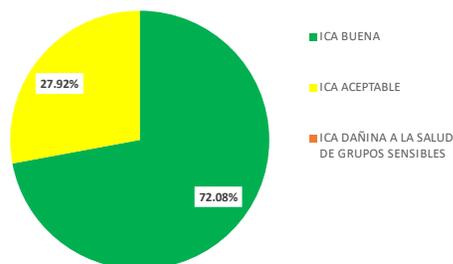


PORCENTAJE DE INDICES DE CALIDAD
 ESTACIÓN CCDMO-PIEDECUSTA PM2.5
 AÑO 2023

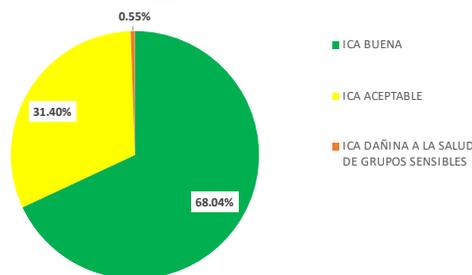


Porcentaje de Índices de Calidad - Estación Club Unión PM2.5 - 2022 vs 2023

PORCENTAJE DE INDICES DE CALIDAD
 ESTACIÓN CLUB UNIÓN PM2.5
 AÑO 2022

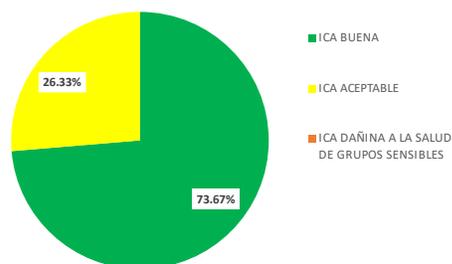


PORCENTAJE DE INDICES DE CALIDAD
 ESTACIÓN CLUB UNIÓN PM2.5
 AÑO 2023

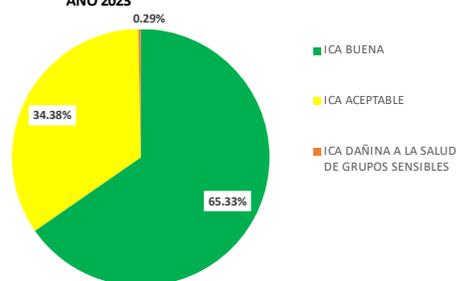


Porcentaje de Índices de Calidad - Estación Colegio Gaitán PM2.5 - 2022 vs 2023

PORCENTAJE DE INDICES DE CALIDAD
ESTACIÓN COLEGIO GAITÁN PM2.5
AÑO 2022

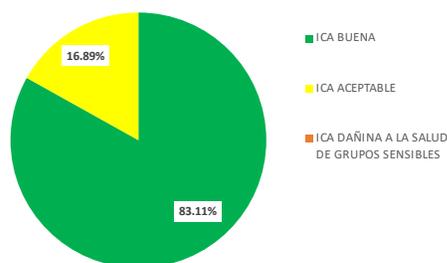


PORCENTAJE DE INDICES DE CALIDAD
ESTACIÓN COLEGIO GAITÁN PM2.5
AÑO 2023

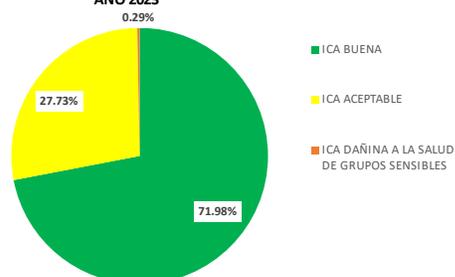


Porcentaje de Índices de Calidad - Estación Hospital Local del Norte PM2.5 - 2022 vs 2023

PORCENTAJE DE INDICES DE CALIDAD
ESTACIÓN HOSPITAL LOCAL DEL NORTE PM2.5
AÑO 2022



PORCENTAJE DE INDICES DE CALIDAD
ESTACIÓN HOSPITAL LOCAL DEL NORTE PM2.5
AÑO 2023

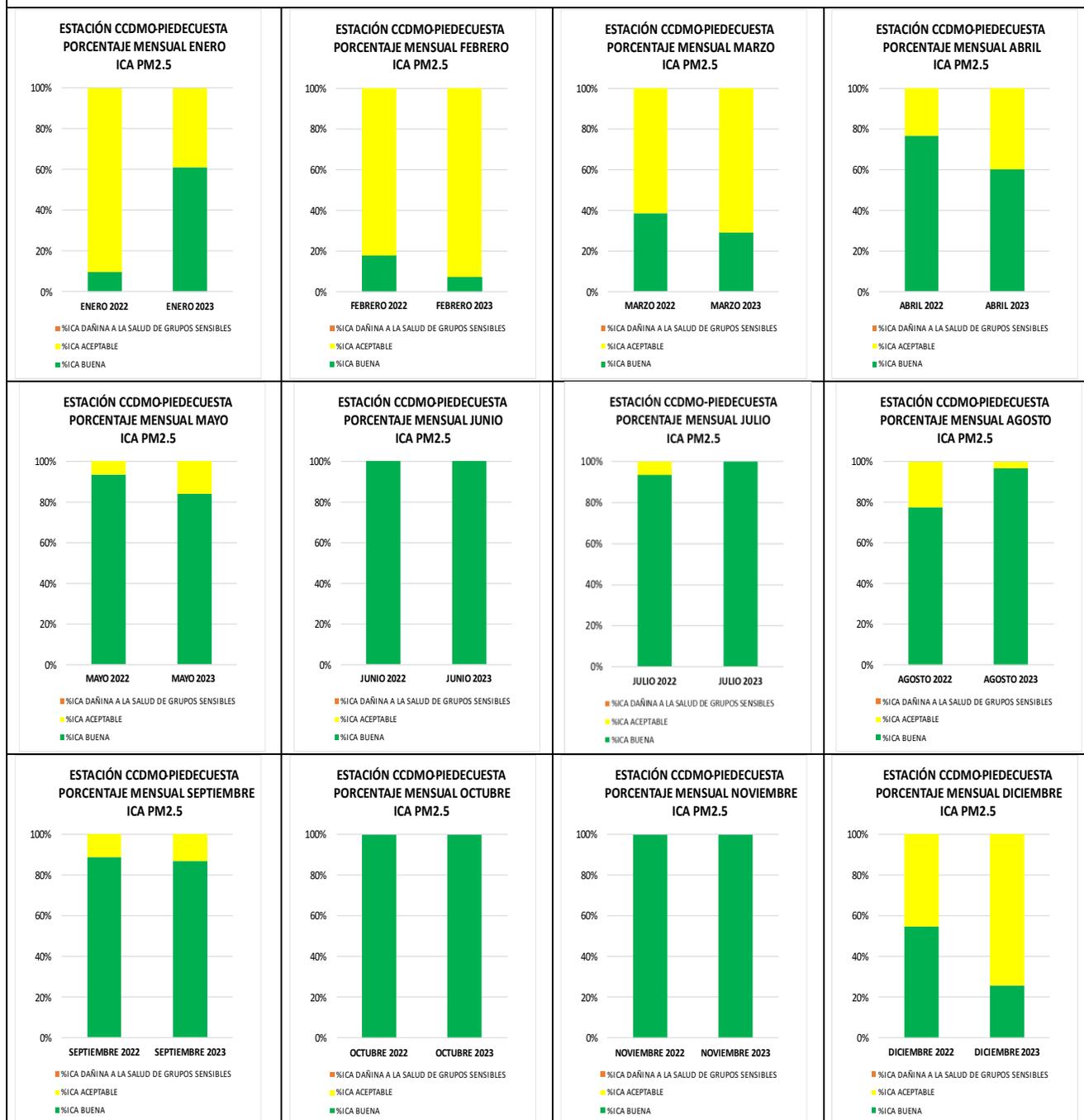


Gráfica 268. Porcentaje de Índice de Calidad de Aire 2022 vs 2023

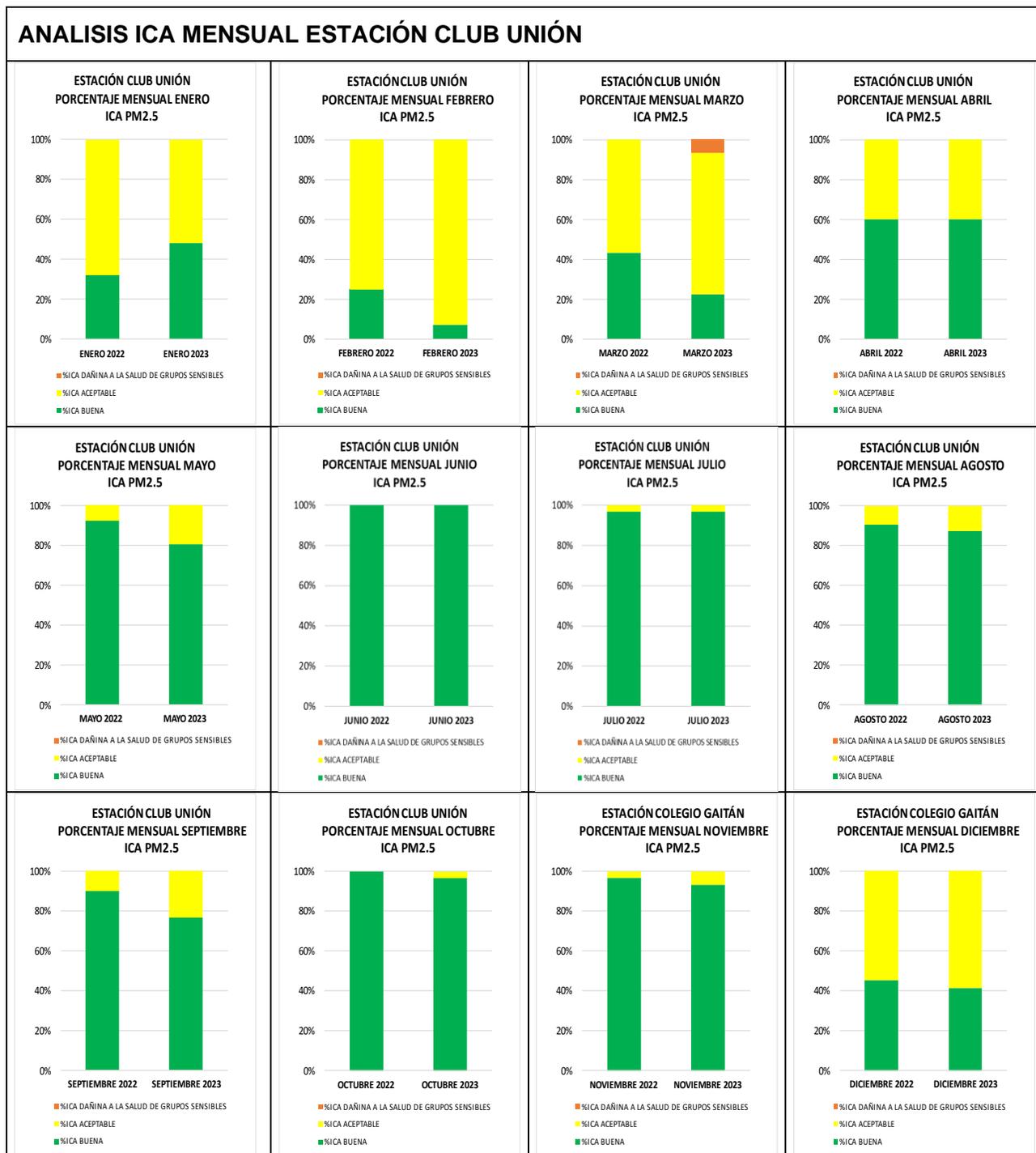
ANÁLISIS INDICE DE CALIDAD DE AIRE MENSUAL PM2.5

Las cuatro estaciones que miden PM 2.5 dentro del SVCA presentaron un incremento del Índice de Calidad de Aire en categoría Aceptable en los meses de febrero, marzo, abril y diciembre en el año 2023 respecto al año 2022 (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) periodo en el que las condiciones meteorológicas desfavorecen la dispersión de contaminantes aunado a los incendios que se presentan tanto en zonas aledañas a los municipios del área metropolitana de Bucaramanga como en todo el territorio nacional afectando la calidad del aire en particular el PM 2.5 .

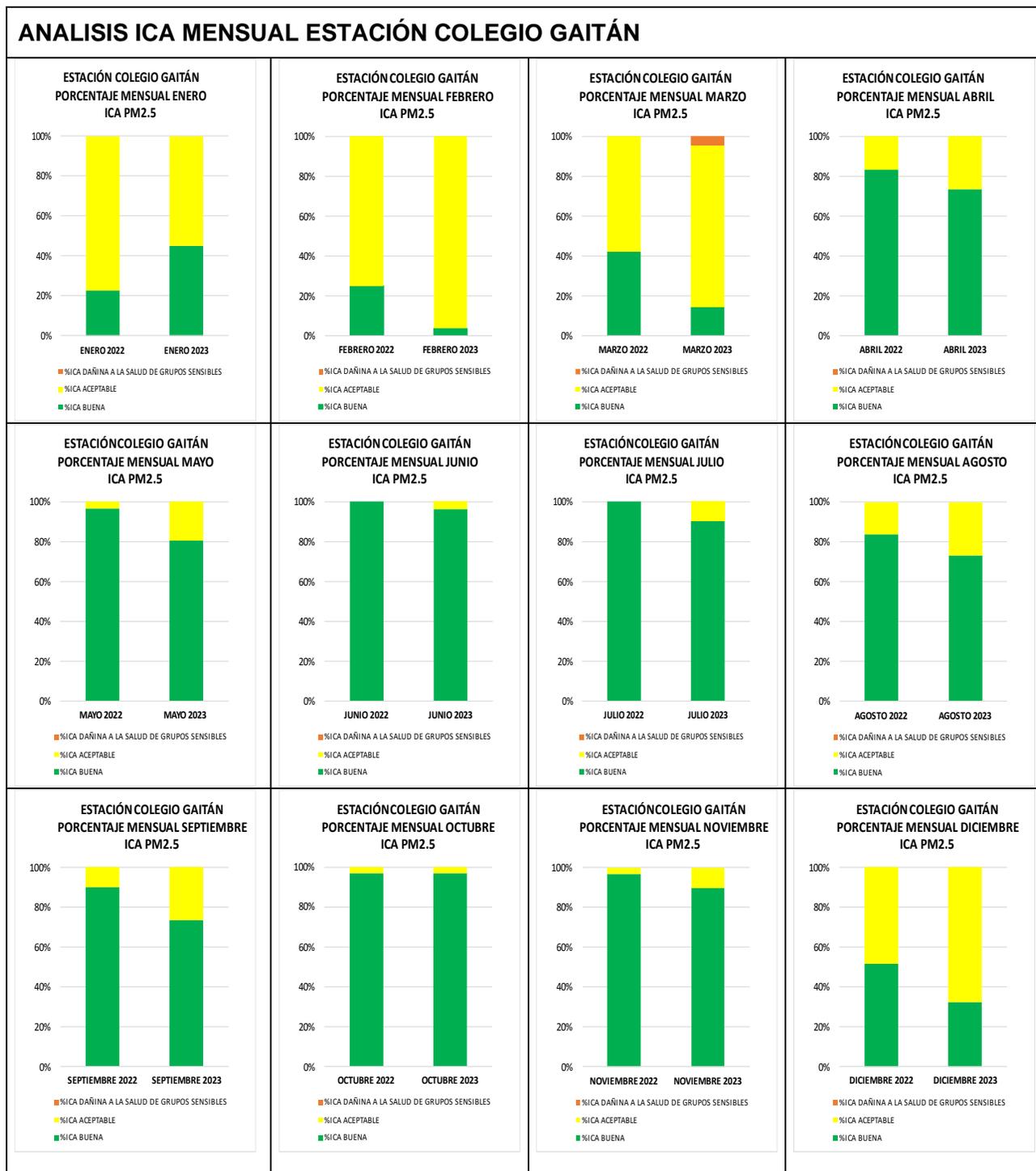
ANÁLISIS ICA MENSUAL ESTACIÓN CCDMO- PIEDECUESTA



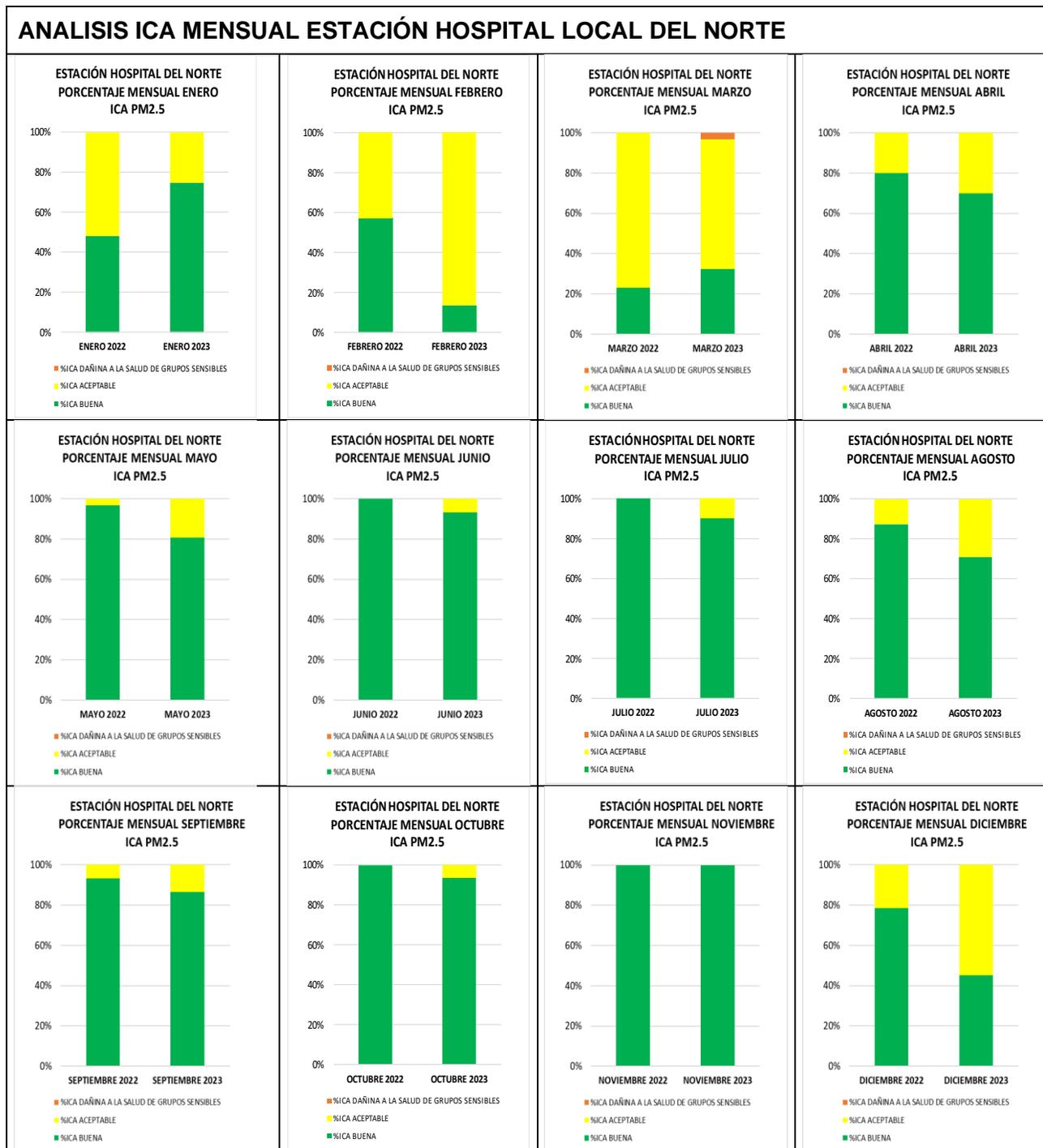
Gráfica 269. Índice de Calidad de Aire por mes estación Piedecuesta año 2022 vs 2023



Gráfica 270. Índice de Calidad de Aire por mes estación Club Unión año 2022 vs 2023



Gráfica 271. Índice de Calidad de Aire por mes estación Colegio Gaitán año 2022 vs 2023

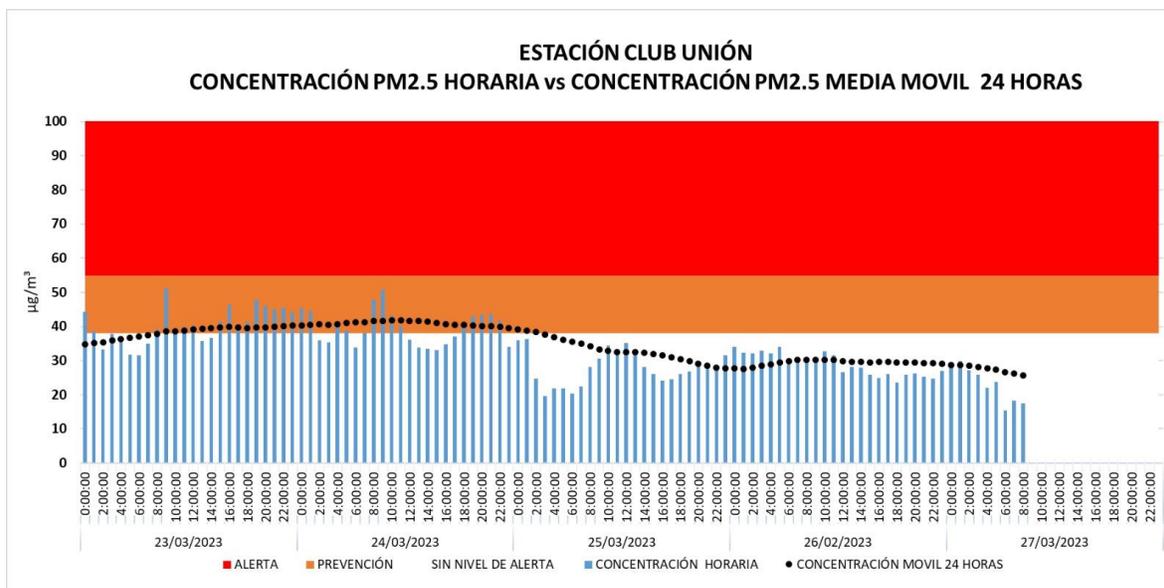


Gráfica 272. Índice de Calidad de Aire por mes estación Hospital Local del Norte año 2022 vs 2023

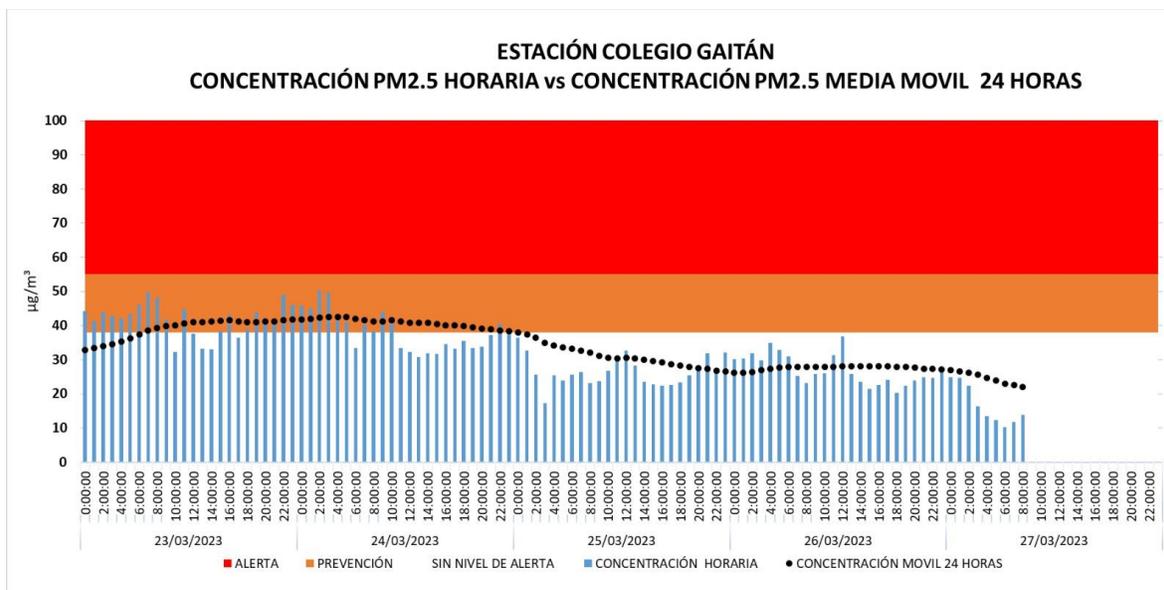
24.4 Particularidades del periodo

Las concentraciones de los parámetros analizados en este periodo presentaron excedencias en el contaminante PM 2.5 el cual los días 23 y 24 de marzo supero los límites de la Resolución 2254 de 2017 (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** a **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), por medio de análisis de medias móviles 24 horas se identificaron concentraciones de material particulado PM 2.5 en el Nivel de Prevención según la Resolución del MADS 2254 de 2017, por lo que se realizó seguimiento horario a las mismas, en consecuencia al incremento de concentraciones en las estaciones del SVCA y en cumplimiento al cálculo del nivel de prevención por constatación, se realizó declaratoria de emergencia a través de la Resolución CDMB 270 del 24 de marzo de 2023, la cual fue terminada mediante la Resolución 272 del 26 de marzo de 2023, este episodio de contaminación de aire se produce debido a que en este periodo históricamente se presentan menos lluvias a nivel local y nacional. Para los meses enero a marzo de 2023 se produjeron incendios en la mayoría del territorio nacional lo cual afecta la calidad de aire y aumenta las concentraciones de PM 2.5 en varias ciudades del país como se pudo evidenciar en las estaciones del SVCA.

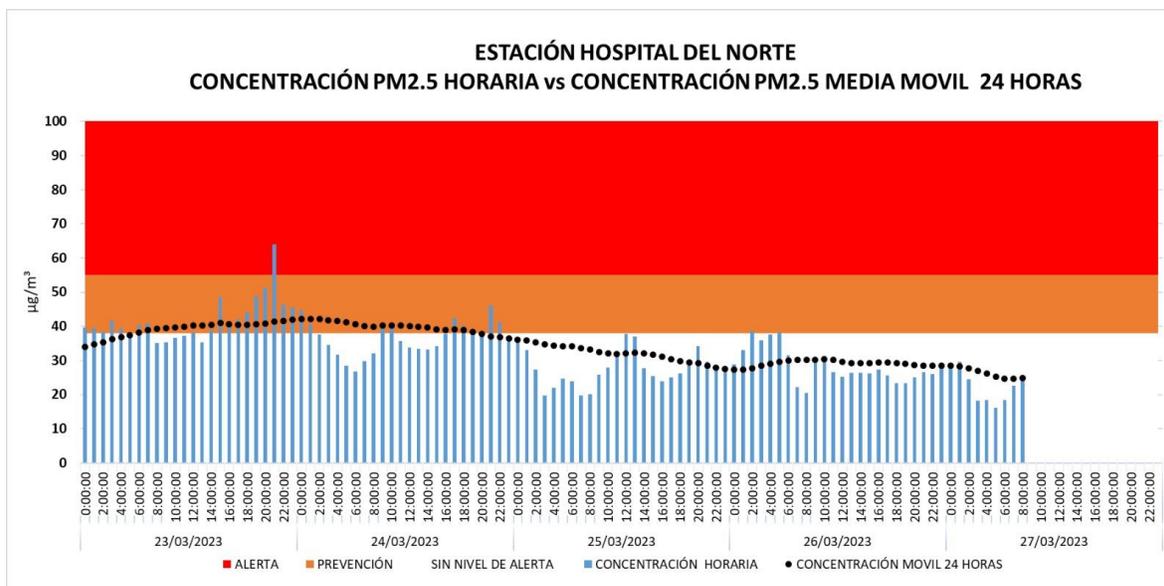
A continuación, se presentan las gráficas que muestran el comportamiento de este contaminante durante el periodo del episodio de calidad de aire:



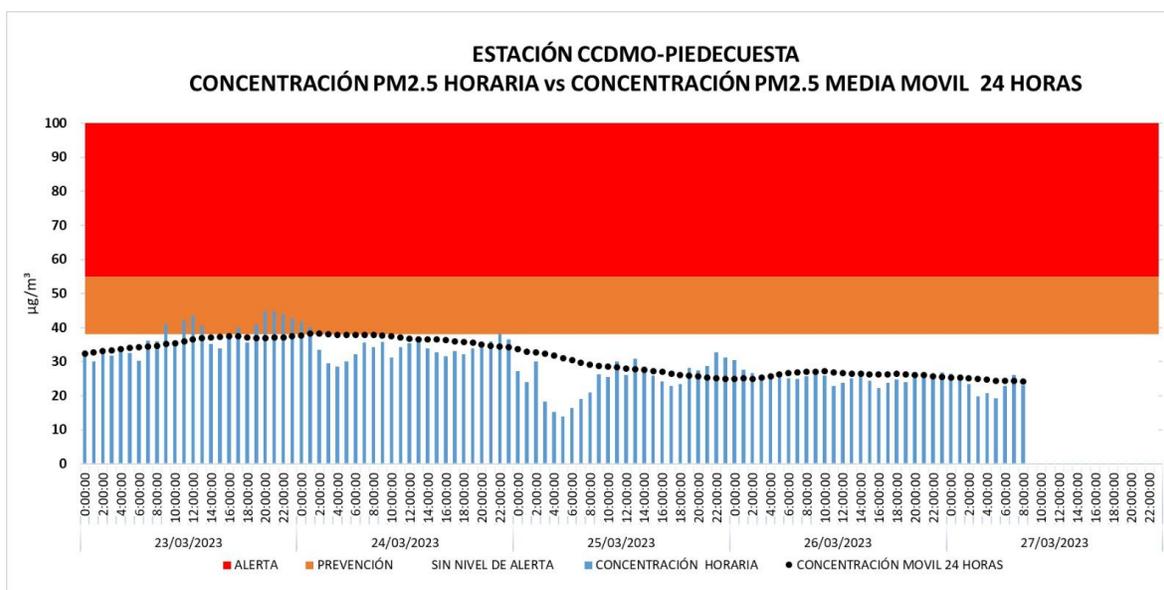
Gráfica 273. Concentración horaria PM 2.5 Estación Club Unión declaratoria de emergencia.



Gráfica 274. Concentración horaria PM 2.5 Estación Colegio Gaitán declaratoria de emergencia.



Gráfica 275. Concentración horaria PM 2.5 Estación Hospital Local del Norte declaratoria de emergencia.



Gráfica 276. Concentración horaria PM 2.5 Estación CCDMO-Piedrecuesta declaratoria de emergencia.

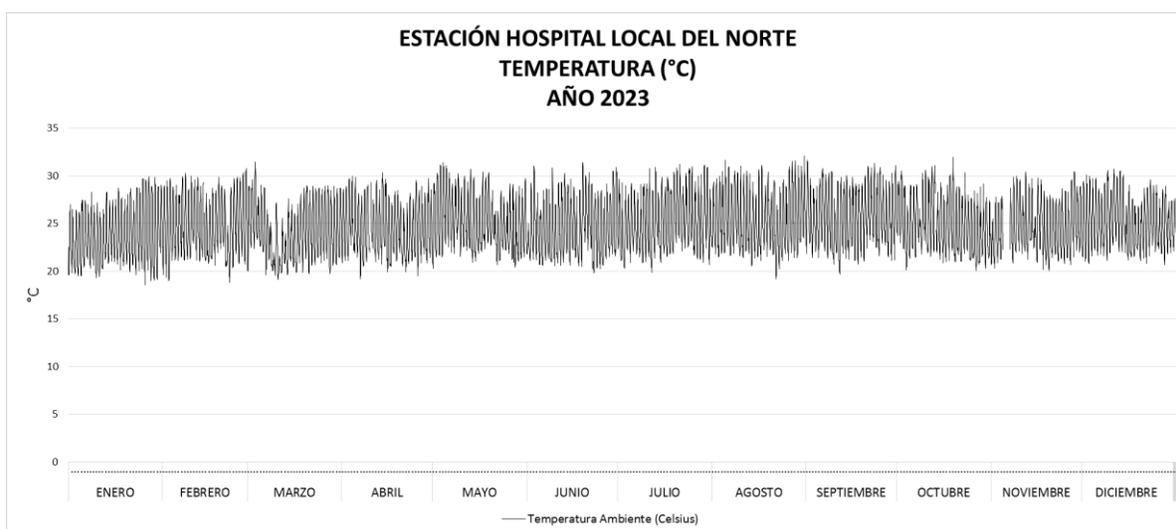
24.5 Resultados de las mediciones meteorológicas

Cada una de las estaciones que forman parte del SVCA posee una estación meteorológica de la cual a continuación se realizara un análisis del comportamiento para el año 2023.

24.5.1 Temperatura

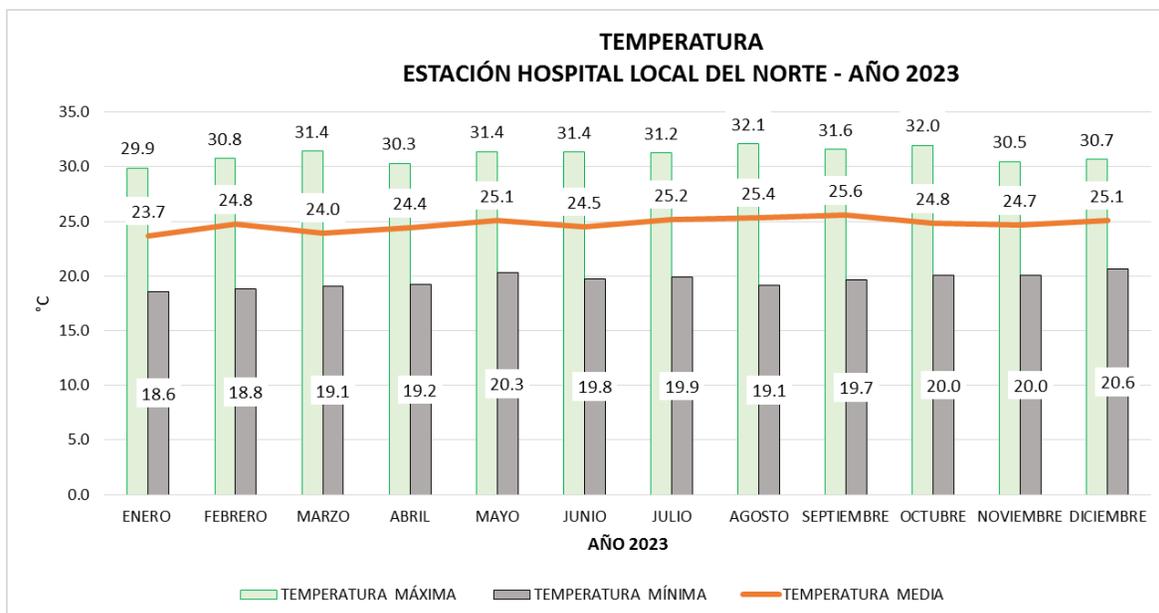
La temperatura del aire ambiente determina la ocurrencia de los procesos de difusión de contaminantes por su contribución al incremento de los flujos turbulentos que son claves para el ascenso a niveles por encima del suelo y el transporte y mezcla de los contaminantes, que diariamente se descargan en la ciudad ya sea por fuentes propias o por fuentes externas como las quemas regionales que son recurrentes en los primeros meses del año, para el 2023 en el mes de marzo, aunque los meses de julio y septiembre también se presentaron las temperaturas más altas.

Hospital Local del Norte



Gráfica 277. Comportamiento temperatura anual 2023.

La temperatura tal como lo muestra la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** estuvo en valores entre 20°C y 30°C, comportamiento que se mantuvo durante todo el año 2023, esto se corrobora en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** donde se observa que las temperaturas mensuales máximas se encuentran entre los 30°C y los 32 °C y las temperaturas mensuales mínimas entre los 18°C y 20 °C.



Gráfica 278. Temperaturas máximas y mínimas mensuales años 2023

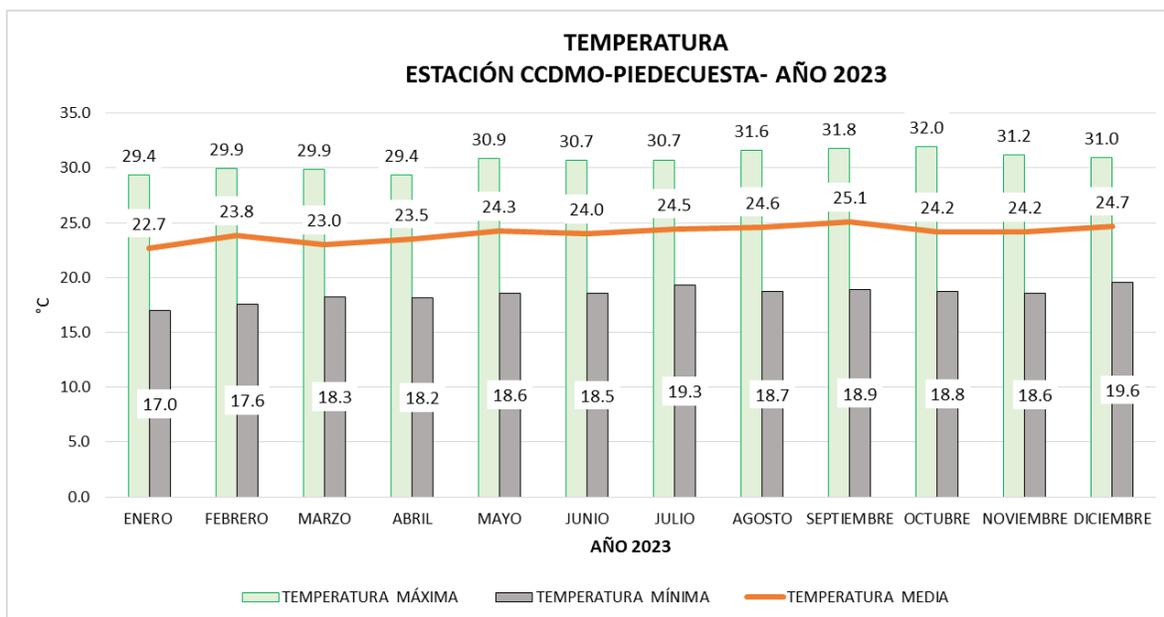
Estación Piedecuesta



Gráfica 279. Comportamiento temperatura anual 2023

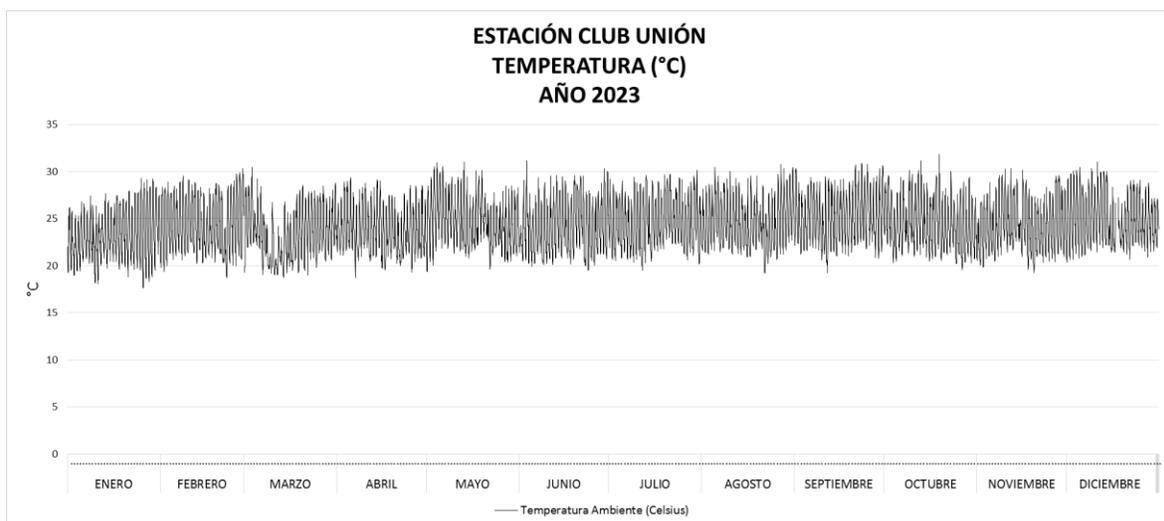
Para la estación de Piedecuesta la temperatura oscilo en el año 2023 entre 16°C a los 30°C (Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), el mes con la temperatura más alta es octubre con 32 °C, sin embargo, estuvo muy cercano a los promedios mensuales durante el año en mención los cuales estuvieron entre 30 °C

y 32°C.



Gráfica 280. Temperaturas máximas y mínimas mensuales años 2023

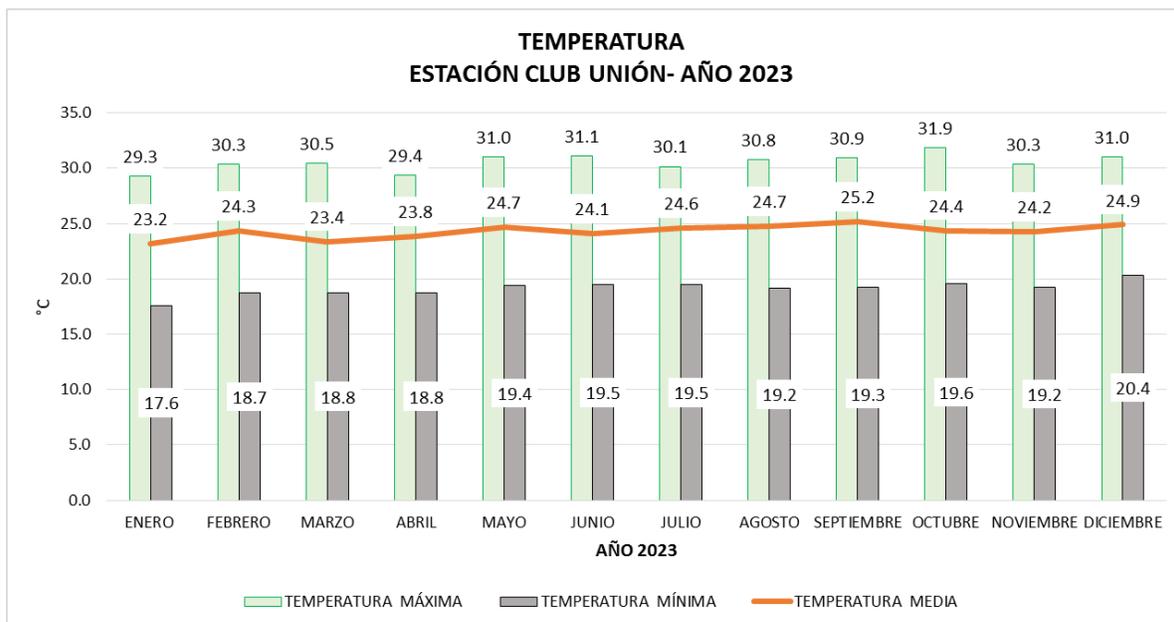
Estación Club Unión.



Gráfica 281. Comportamiento temperatura anual 2023

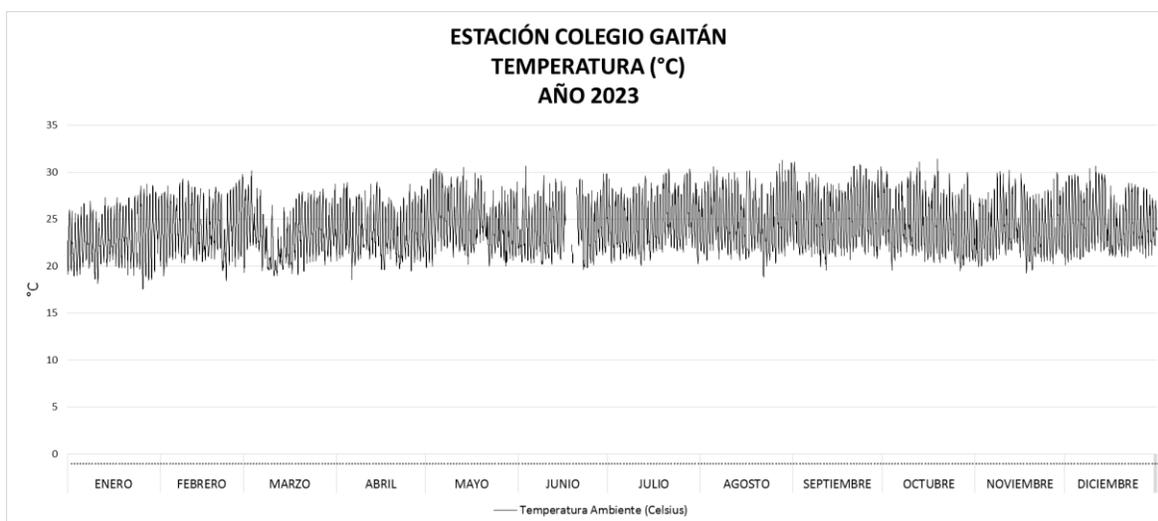
El comportamiento es similar al ya mencionado en las otras dos estaciones donde las temperaturas máximas de encuentran sobre los 30°C y las mínimas alrededor

de los 18°C, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** puede verse que el mes de junio es donde las temperaturas son más bajas.



Gráfica 282. Temperaturas máximas y mínimas mensuales años 2023

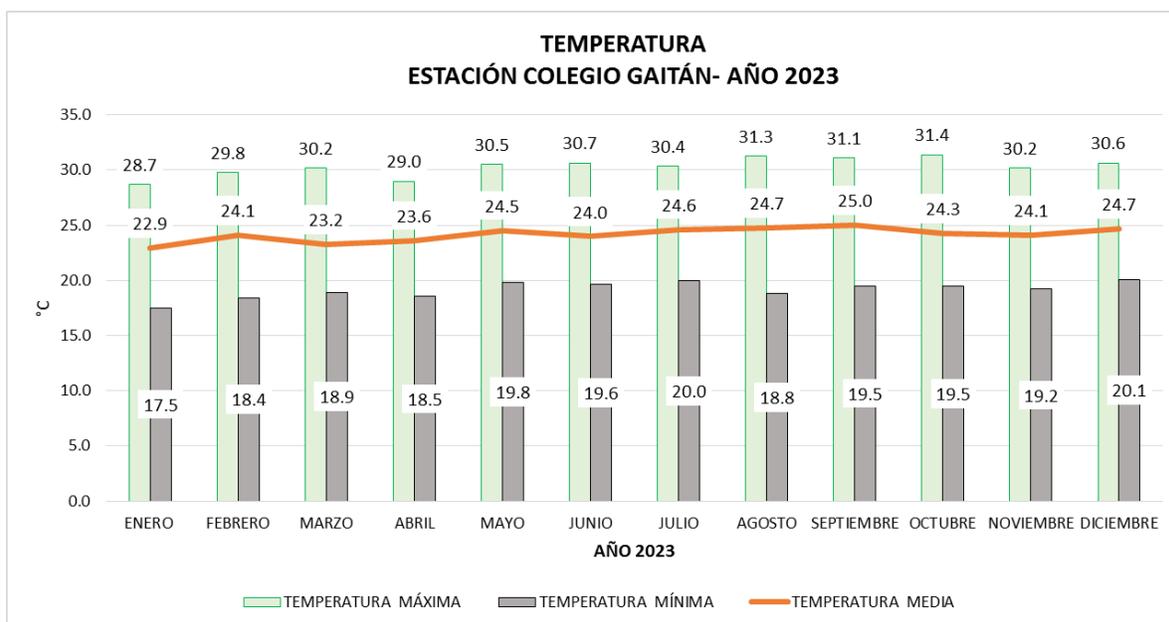
Estación Colegio Gaitán.



Gráfica 283. Comportamiento temperatura anual 2023

El comportamiento de la temperatura es similar en las 4 estaciones que cuenta el

SVCA donde los valores están en un máximo de 31.4°C en el mes de octubre, la estación de colegio Gaitán está en la misma escala como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

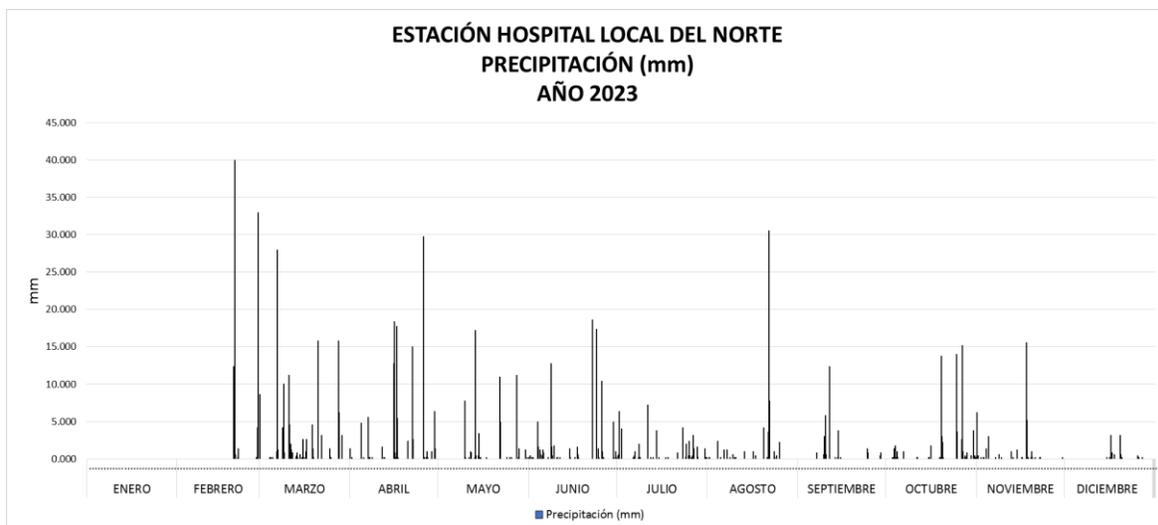


Gráfica 284. Temperaturas máximas y mínimas mensuales años 2023

24.5.2 Precipitación

La precipitación se define como el producto líquido o sólido de la condensación del vapor de agua que cae de las nubes o del aire y se deposita en el suelo, la lluvia ejerce una labor muy importante en la limpieza de la atmósfera, puesto que al tener las gotas un diámetro mayor que el tamaño de las partículas contaminantes, puede producir arrastre de partículas presentes en la atmósfera, contribuyendo con la descontaminación de la ciudad, mayormente cuando se presentan lluvias intensas, aunque existen periodos particulares (primer trimestre del año) en que la lluvia precipita las partículas, pero las corrientes de aire transportan el contaminante de otros lugares.

Estación Hospital local del Norte



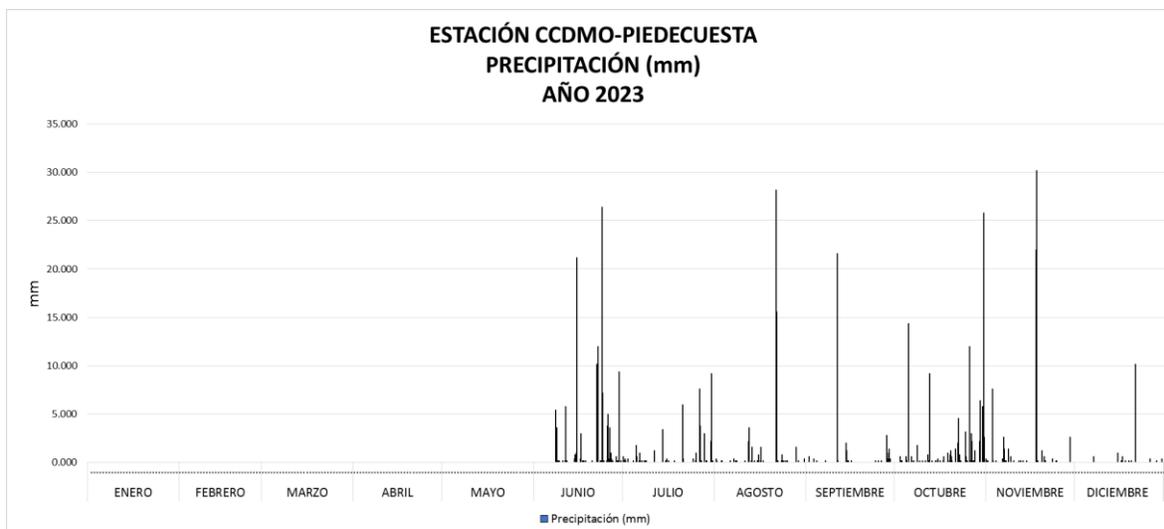
Gráfica 285. Comportamiento precipitación anual 2023

La precipitación para la estación del hospital del norte en el año 2023 refleja que en los meses de enero y diciembre fue donde hubo menos lluvias periodo en el que concentración de PM 2.5 estuvo dentro de los rangos más altos, los meses donde mayor promedio de lluvias acumulado hubo fue en marzo y abril según la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**



Gráfica 286. Precipitación acumulada por mes año 2023

Estación Piedecuesta



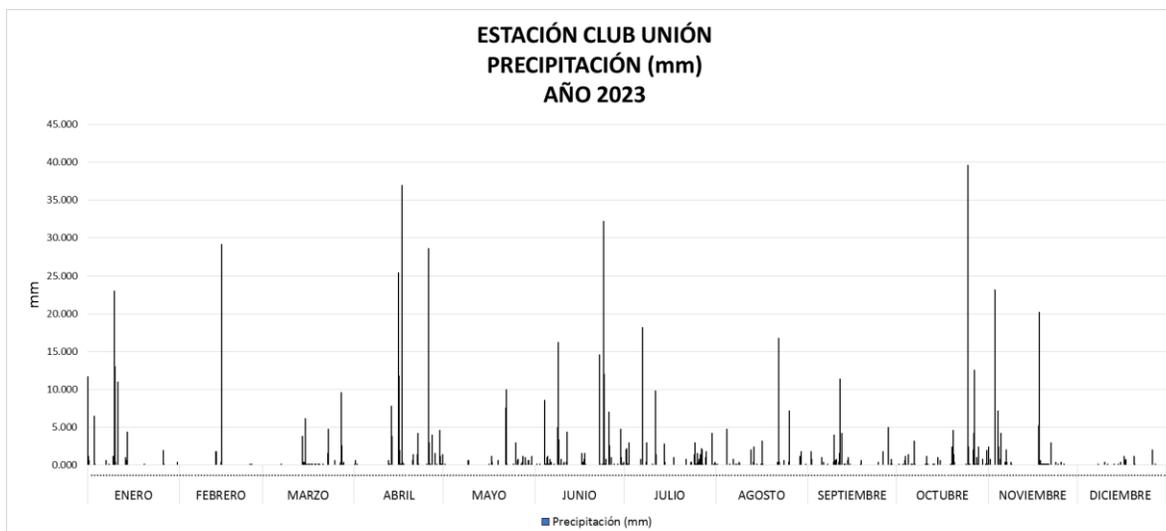
Gráfica 287. Comportamiento precipitación anual 2023

Para la estación de Piedecuesta las lluvias se concentran principalmente en los meses de junio y octubre donde según la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** hay un acumulado de lluvias por encima de los 170 mm, cabe destacar que en los primeros meses del año y en el mes de diciembre es donde se presentan menos lluvias, desde el mes de enero y hasta mayo se presentaron fallas en el equipo por tanto no existen datos en ese periodo.



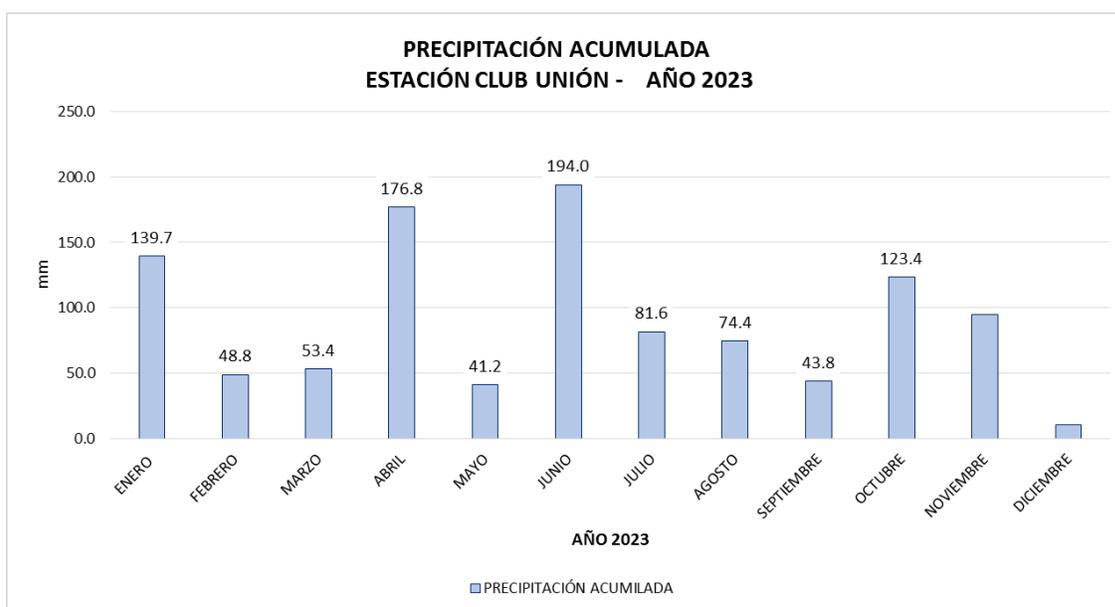
Gráfica 288. Precipitación acumulada por mes año 2023

Estación Club Unión



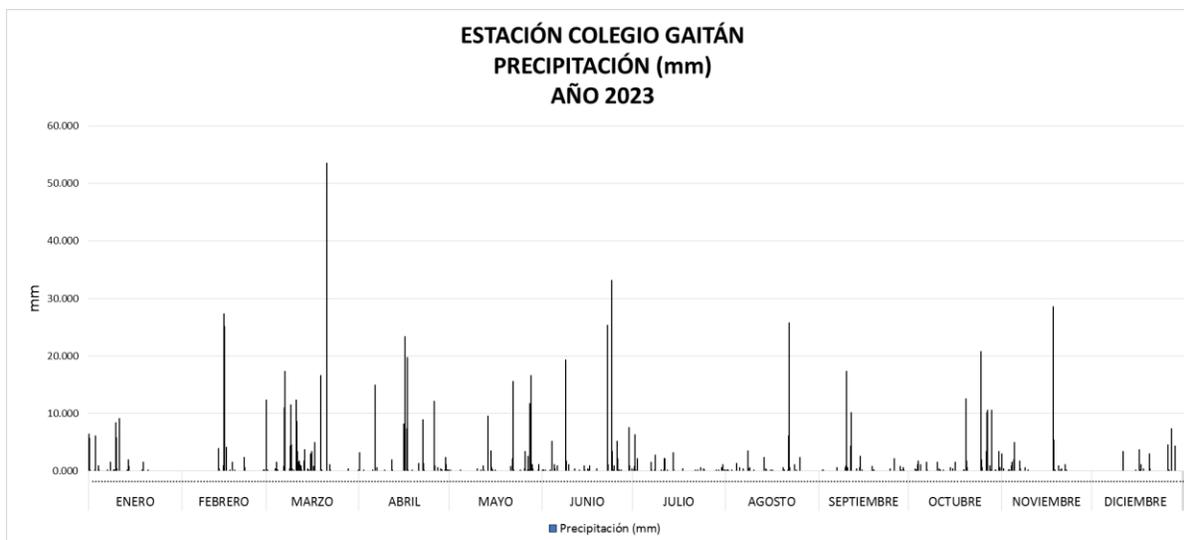
Gráfica 289. Comportamiento precipitación anual 2023

La precipitación para la estación ubicada en el club unión estuvo más constante durante el año, como se observa en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** los meses de abril y junio presentan mayor cantidad de precipitación acumulada, y el mes de mayo y diciembre menos lluvias.



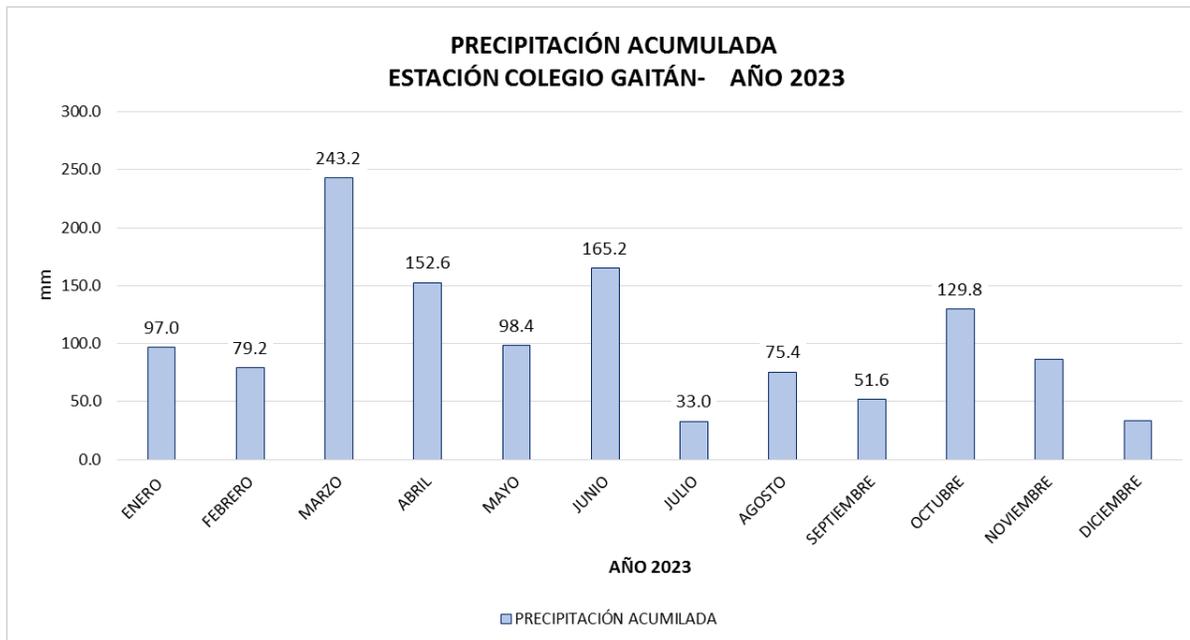
Gráfica 290. Precipitación acumulada por mes año 2023

Estación Colegio Gaitán.



Gráfica 291. Comportamiento precipitación anual 2023

La estación del colegio Gaitán presenta una intensidad de lluvias alta en el mes de febrero como se ve en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, sin embargo, la precipitación acumulada más alta se presenta en los meses de marzo y junio (Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), los meses de menos lluvias fueron el mes de julio y diciembre del año 2023.



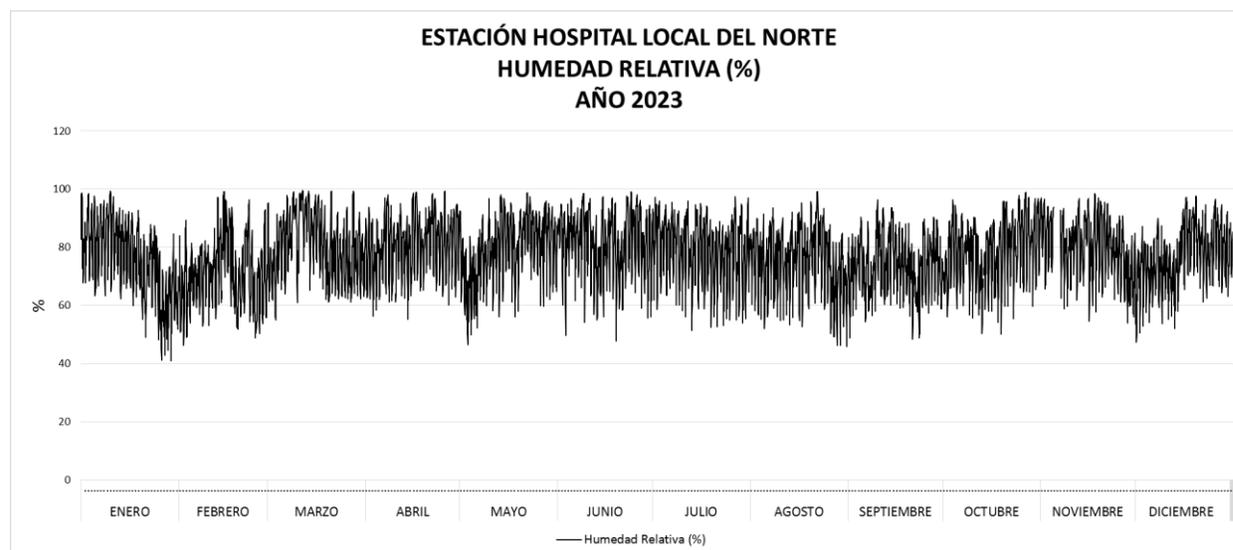
Gráfica 292. Precipitación acumulada por mes año 2023

24.5.3 Humedad

Es la cantidad de vapor de agua presente en el aire, se puede expresar de forma absoluta mediante la humedad absoluta, o de forma relativa mediante la humedad relativa o grado de humedad. La humedad del aire juega un papel importante en los procesos de reducción o transformación de sustancias contaminantes en el aire, puede contribuir con la decantación o deposición de material particulado.

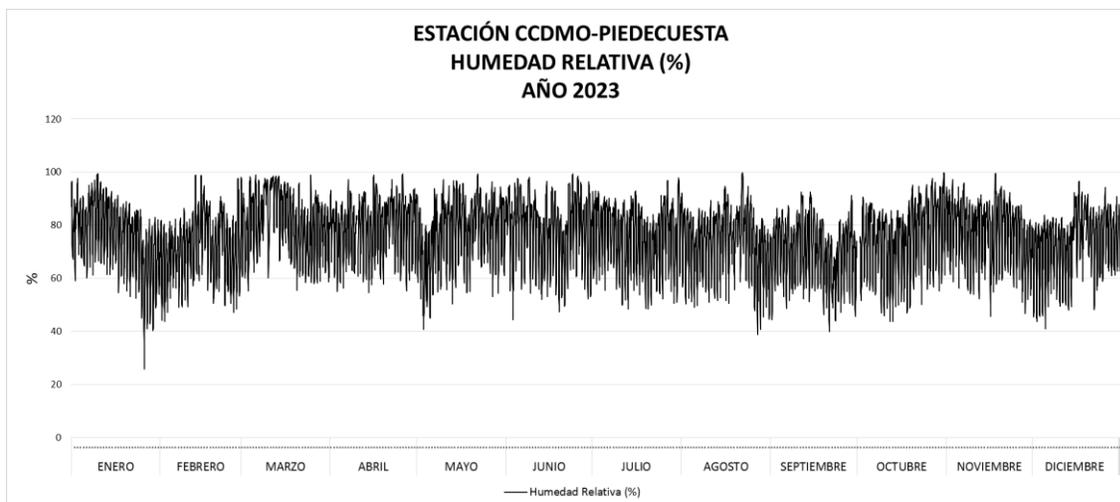
La humedad relativa en las 4 estaciones del SVCA oscilan entre el 40 y 100 %, siendo para las 4 estaciones los primeros meses del año la humedad más baja (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** a la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), el comportamiento en todo el año 2023 es uniforme para todas las estaciones donde la mayoría de datos para humedad relativa se encuentran entre el 60% y el 100%.

Estación Hospital Local del Norte



Gráfica 293. Comportamiento humedad relativa anual 2023

Estación Piedecuesta



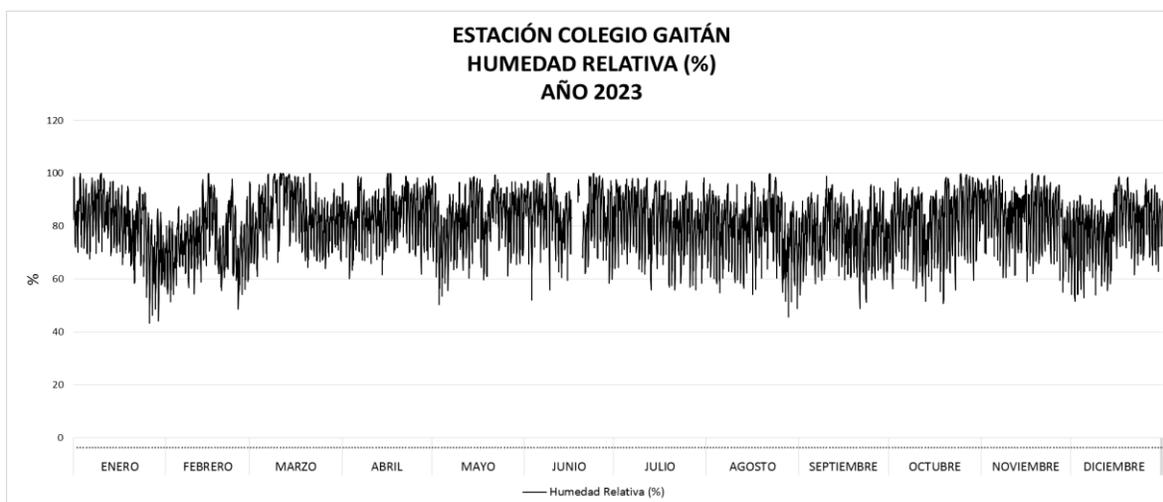
Gráfica 294. Comportamiento humedad relativa anual 2023

Estación Club Unión.



Gráfica 295. Comportamiento humedad relativa anual 2023

Estación Colegio Gaitán

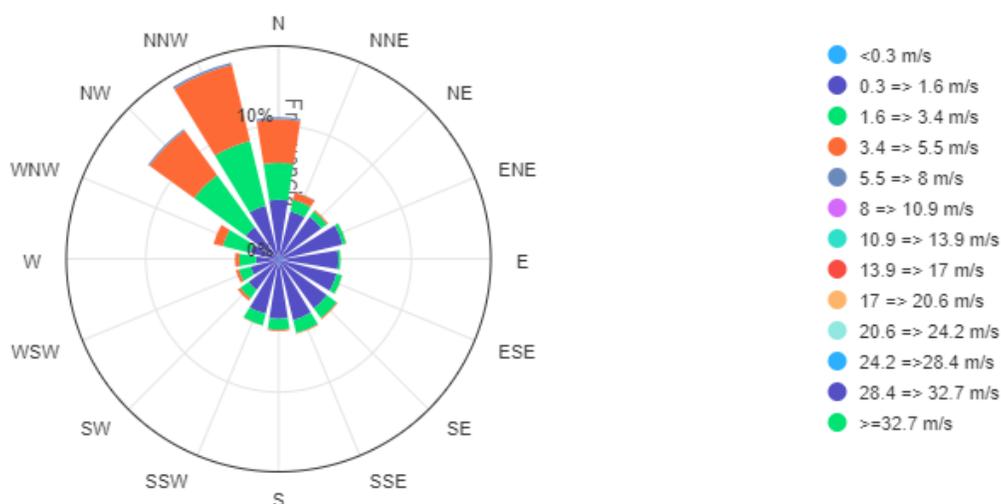


Gráfica 296. Comportamiento humedad relativa anual 2023

24.5.4 Velocidad y Dirección del viento

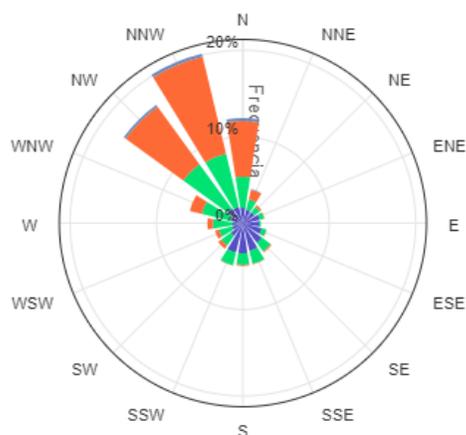
ESTACIÓN CCDMO- PIEDECUESTA

Para la estación CCDMO - Piedecuesta, la velocidad y la dirección del viento muestra la predominancia desde el Noroeste, con velocidades máximas entre 3.4 y 5.5 m/s, para los horarios nocturnos tanto norte como sueste predominan con velocidades entre 0.3 y 1.6 m/s.

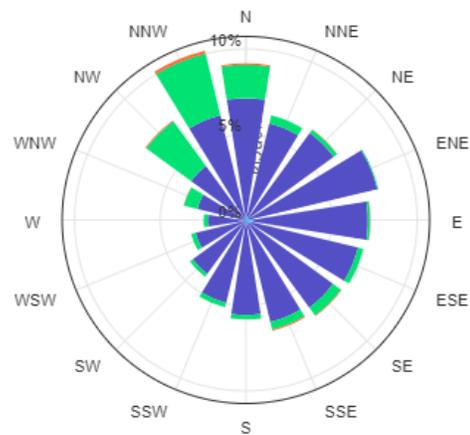


Gráfica 297. Rosa de Vientos estación Piedecuesta año 2023

Rosa de vientos diurna (06:00 a 17:00 horas)



Rosa de vientos nocturna (18:00 a 05:00 horas)

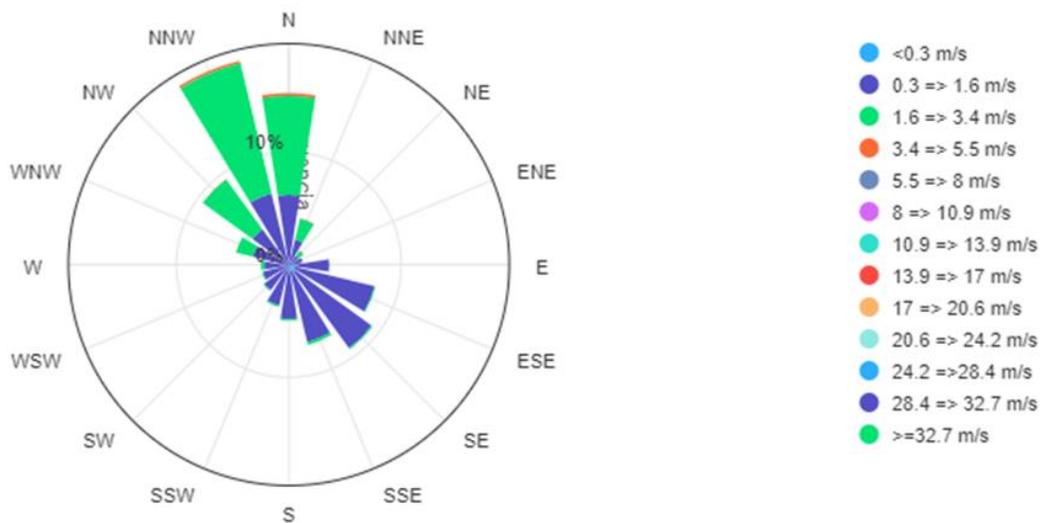


Gráfica 298. Rosa de Vientos horarios diario y nocturno estación Piedecuesta año 2023

ESTACIÓN CLUB UNIÓN

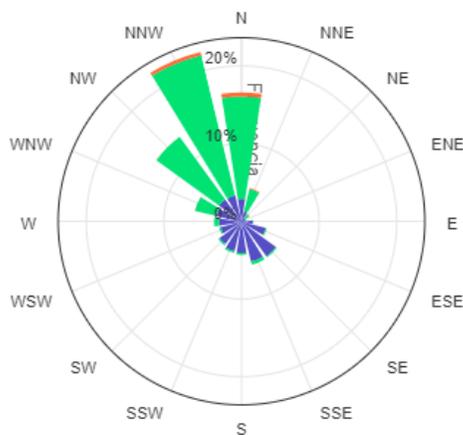
Para la estación Club Unión, la velocidad y la dirección del viento en el año 2023 muestra la predominancia desde el Noroeste, con velocidades entre 1.6 y 3.4 m/s principalmente tanto en horas diurnas, en horas nocturnas hay vientos que proceden del sureste con velocidades entre 0.3 y 1.6 m/s.

Rosa de vientos Totales

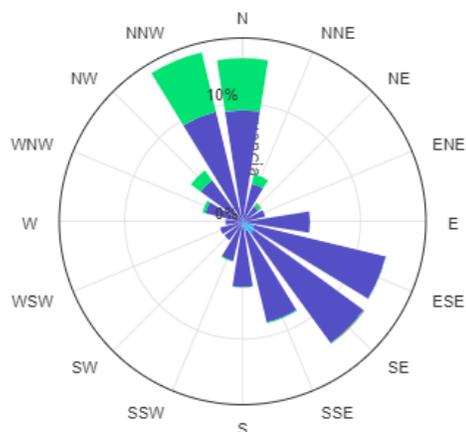


Gráfica 299. Rosa de vientos estación Club Unión año 2023

Rosa de vientos diurna (06:00 a 17:00 horas)



Rosa de vientos nocturna (18:00 a 05:00 horas)

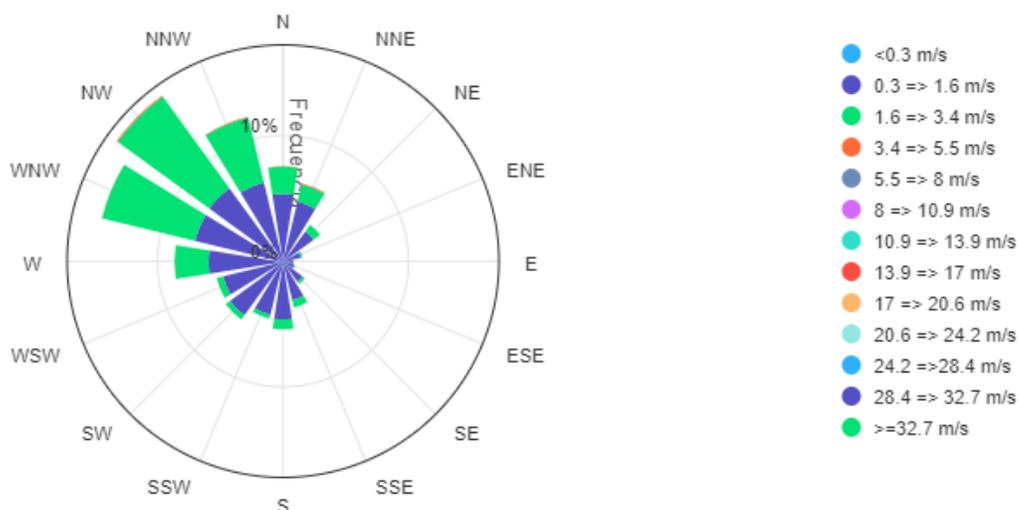


Gráfica 300. Rosa de vientos diurna y nocturna estación Club Unión año 2023

ESTACIÓN COLEGIO GAITÁN

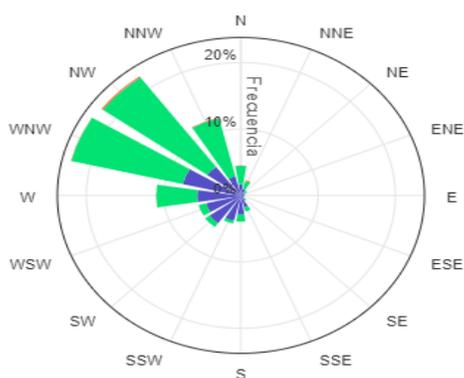
Para la Estación Colegio Gaitán, la velocidad y la dirección del viento para el año 2023 nos muestra la tendencia desde el Noroeste, con velocidades máximas entre 1.6 y 3.4 m/s, tanto en horas diurnas como en nocturnas, sin embargo, en horas nocturnas se observan predominancia en velocidades menores, que van desde 0.3 a 1.6 m/s y en la dirección suroeste.

Rosa de vientos Totales

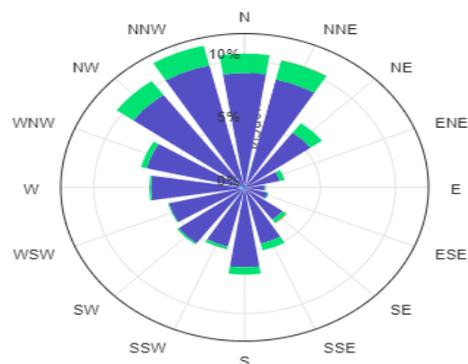


Gráfica 301. Rosa de vientos estación Colegio Gaitán año 2023

Rosa de vientos diurna (06:00 a 17:00 horas)



Rosa de vientos nocturna (18:00 a 05:00 horas)

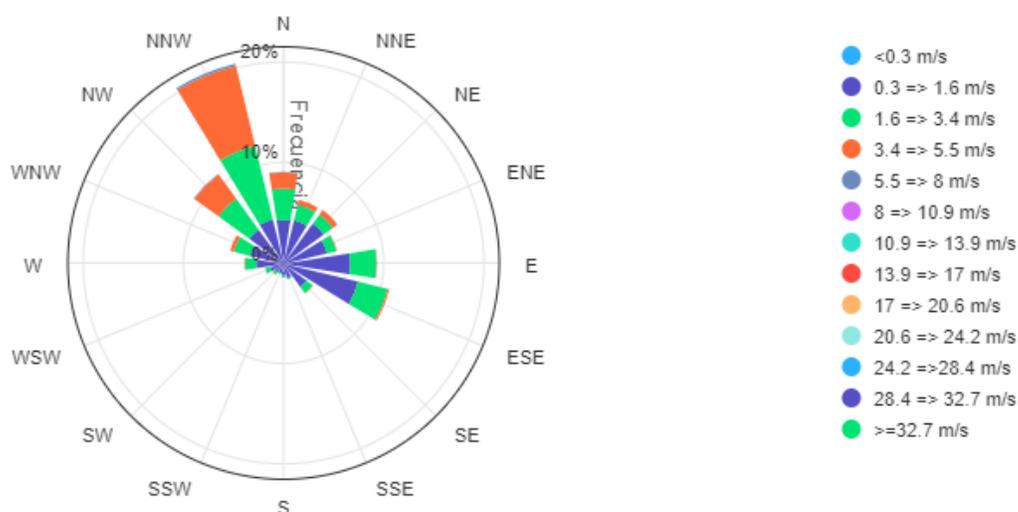


Gráfica 302. Rosa de Vientos diurno y nocturno estación Colegio Gaitán año 2023

ESTACIÓN HOSPITAL LOCAL DEL NORTE

Para la estación Hospital Local del Norte, la velocidad y la dirección del viento en el año 2023 nos muestra predominancia desde el Noroeste, con velocidades máximas entre 3.4 y 5.5 m/s, para horas diurnas y para horas nocturnas predominan las velocidades máximas de 0.3 a 1.6 m/s en dirección Sureste.

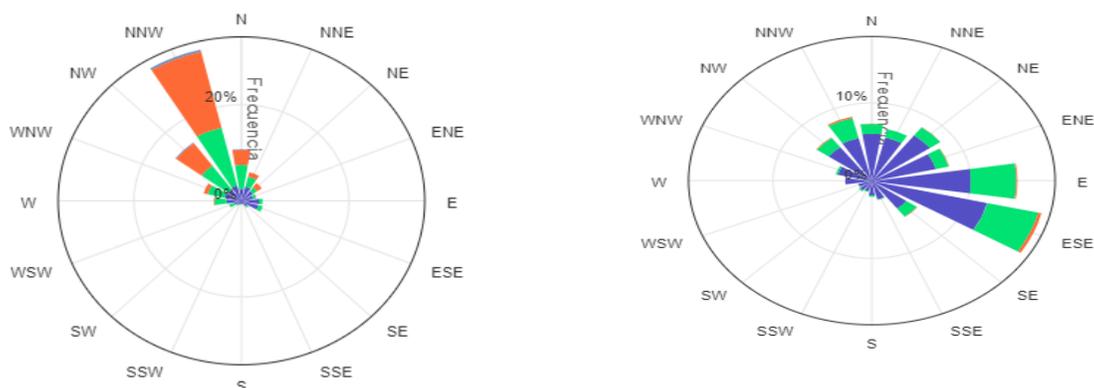
Rosa de vientos Totales



Gráfica 303. Rosa de vientos estación Hospital Local del Norte año 2023

Rosa de vientos diurna (06:00 a 17:00 horas)

Rosa de vientos nocturna (18:00 a 05:00 horas)



Gráfica 304. Rosa de vientos diurno y nocturno de la estación Hospital Local del Norte año 2023

24.5 Determinación de áreas – fuente de contaminación.

En el plan de gestión de la calidad de aire realizado en el convenio entre la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB) y la CDMB, se determinó mediante la metodología que presenta la Resolución 2254 de 2017 que actualmente no se cuenta con datos suficientes para analizar los resultados de los diferentes contaminantes (PM10, PM2.5, NO₂, etc.), por ende no es posible para el tiempo de este informe (año 2023) determinar áreas-fuente de contaminación para ninguno de los contaminantes medidos en las estaciones del SVCA de la CDMB.

24.6 Microestaciones Postes indicativos de calidad de aire.

Como parte de las acciones encaminadas a la Gestión de la Calidad de Aire por parte de la CDMB fueron adquiridas en el año 2021 siete (7) microestaciones que son denominados postes indicativos y están ubicados en el sector de Harinagro (Empresas), Centro Abastos, Barrio La Joya, Barrio Santander, Barrio San Ignacio, Barrio Nariño, Barrio Gaitán en la ciudad de Bucaramanga (ver Imagen 29), en estos postes se miden los siguientes parámetros Calidad del aire: H₂S, PM₁₀, PM_{2.5}, O₃, CO, SO₂, NO₂.

Meteorología: Temperatura, Humedad, Radiación solar, Intensidad de lluvia, presión barométrica, velocidad y dirección del viento.

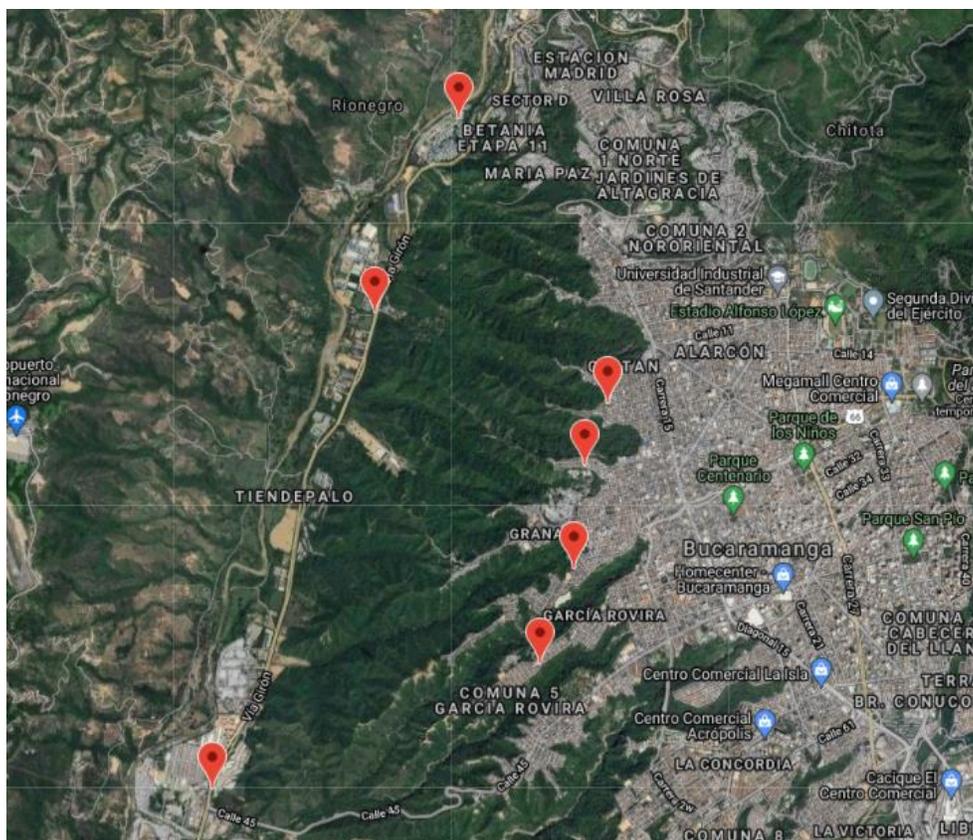
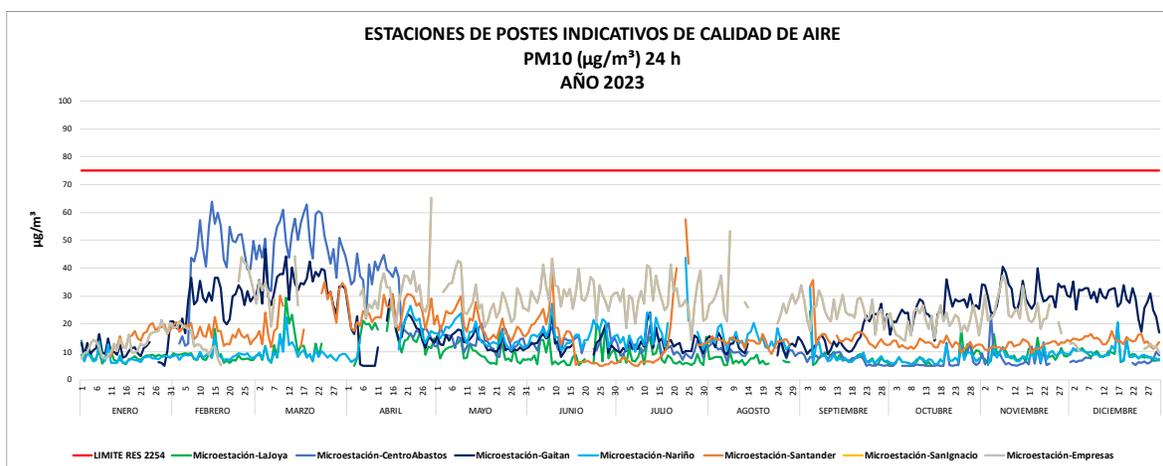


Imagen 29 Ubicación postes indicativos CDMB.

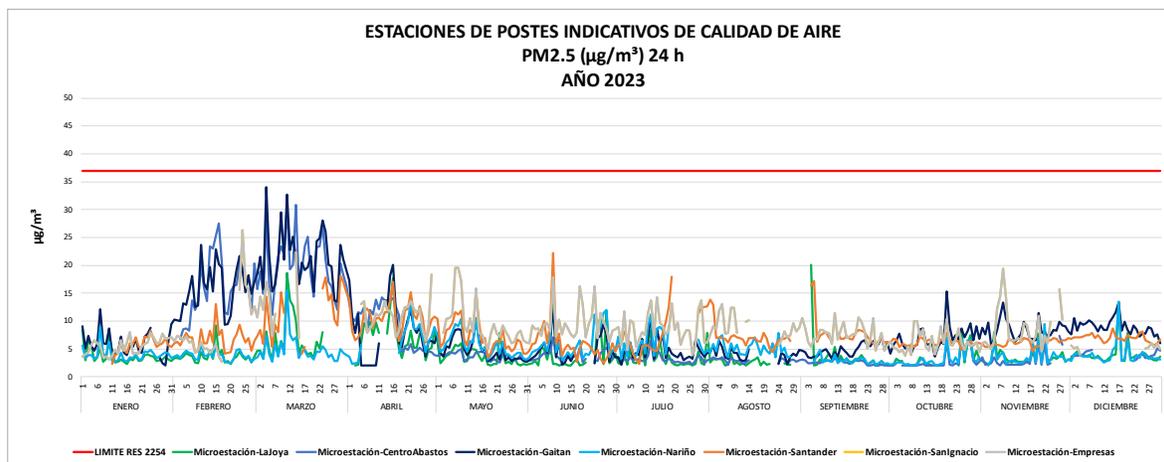
A continuación, se presenta el comportamiento que tuvo mayor variación en el año 2023 en los postes indicativos, estos fueron el PM 10 y el PM 2.5.



Gráfica 305. Comportamiento de Concentración de PM 10 Postes indicativos año 2023

Las concentraciones de PM 10 presenta los valores más altos en los primeros meses del año, al igual que lo reportado por las estaciones del SVCA, aunque en la estación de empresas al estar muy cerca de la vía denominada anillo vial presenta

una concentración más alta que los otros postes durante todo el año, aunque la información de estos postes es indicativa, el contaminante PM 10 no ha sobrepasado la norma establecida en la Resolución 2254 de 2017 del MADS.



Gráfica 306. Comportamiento de Concentración de PM 2.5 Postes indicativos año 2023

Al igual que en el PM 10 los postes indicativos reportan que el material particulado PM 2.5 presenta los valores más altos en los 3 primeros meses del año, periodo en el que se presentan temperaturas altas y menos lluvias condiciones que generan incrementos en el PM 2.5, en ningún momento del año se supera el límite establecido en la Resolución 2254 de 2017 por el MADS, con la información que reportan estos postes indicativos es posible corroborar los periodos en los que las estaciones del SVCA muestran incrementos.

24.7 Estudios especiales

Durante el año 2023, en convenio de cooperación No 14850.16 entre la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga y la Universidad Pontificia Bolivariana enfocado en el fortalecimiento institucional para el Plan de Atención de Episodios de Contaminación del Aire PLAN-ECA, con este convenio se buscó articular la autoridad ambiental con la autoridad municipal para atender los episodios de contaminación que se puedan presentar en los municipios del área metropolitana de Bucaramanga, como resultado de este convenio se logró:

- Establecer los roles y acciones de los actores para la Gobernanza del Plan de Atención de Episodios PLAN-ECA.

- Socializar el Plan de Atención de Episodios de Calidad del Aire PLAN-ECA con los municipios del área metropolitana de Bucaramanga.
- Asesorar la formulación de un Plan de Acción Municipal para la implementación del Plan para la atención de episodios de contaminación del aire de la CDMB.

Todos estos resultados son parte de las acciones establecidas en la implementación del Plan de Gestión de Calidad de Aire.

Asociar en el numeral 4.8 el dónde es el repositorio de las evidencias asociadas al plan-ECA

25. CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

25.1 Medidas de contingencia y/o de control de emisiones de fuentes fijas

La Subdirección de Evaluación y Control Ambiental SEYCA de la CDMB realiza el seguimiento de control a las fuentes fijas y Centros de Diagnóstico Automotriz permanentemente, para la vigencia del año 2023, se realizaron los siguientes seguimientos.

Tabla 102. Seguimientos de control Fuentes Fijas - vigencia año 2023

SEGUIMIENTOS PERMISOS DE EMISIONES ATMOSFERICAS, Y CENTROS DE DIAGNOSTICO AUTOMOTRIZ AÑO 2023								
DESCRIPCIÓN	EXPEDIENTE	SEG.	FECHA	MEM.	RAD.	PQR	PROC.	SANCION.
LADRILLERA MENESES ES HIJOS LTDA	EA-0007-2018	X	24/02/2023		2601			
LADRILLERA ROJAS - FICAL		X		156-2023				SA--0140-2022
ASAORENAS	EA-0008-20169	X	18/05/2023					
PAVIMENTOS ANDINOS	EA-0003-2021	X	7/06/2023					
PAVIMENTOS ANDINOS	EA-0007-2019	X	26/06/2023					
LADRILLOS Y TUBOS	EA-758	X	15/05/2023					
LADRILLERA VILLA GIRÓN		X					X	
JARDINES LA COLINA	EA-0003-2018	X	22/08/2023					
CHIRCAL VICTOR DUEÑEZ		X				X		
LADRILLERA SANTANDER		X				X	X	
INDUSTRIAS LAVCO		X	16/11/2023					
CDA LA ISLA	CD-0005-2011	X	20/02/2023					

SEGUIMIENTOS PERMISOS DE EMISIONES ATMOSFERICAS, Y CENTROS DE DIAGNOSTICO AUTOMOTRIZ AÑO 2023								
DESCRIPCIÓN	EXPEDIENTE	SEG.	FECHA	MEM.	RAD.	PQR	PROC.	SANCION.
CDA LEBRIJA	CD-0007-2019	X	22/02/2023					
CDA DEL ORIENTE	CD-0002-2018	X	27/02/2023					
CDA SANTANDER	CD-0001-2021	X	5/05/2023					
CDA GIRON	CD-0004-2020	X	17/07/2023					
CDA CIUDAD BONITA	CD-0004-2018	X	12/07/2023					
CDA SAN PEDRO	CD-0006-2009	X	19/07/2023					
CDA LA VIRGEN	CD-0001-2018	X	12/07/2023					
CDA FUSION CORP LA 27	CD-0005-2020	X	18/08/2023					
CDA DIRECCION TRANSITO B/MANGA	CD-0001-2008	X	23/08/2023					
CDA ALIADOS	CD-0003-2019	X	7/07/2023					
CDA INVER.REVITE C LA ROSITA	CD-0005-2018	X	30/10/2023					
CDA INV.RODRIGUE Z BUENO	CD-0002-2019	X	23/10/2023					

25.2 Medidas de contingencia y/o de control de emisiones de fuentes móviles.

La CDMB realiza seguimiento y control en los centros de diagnóstico automotriz (CDA) periódicamente y se encuentra realizando gestiones para la adquisición de equipos requeridos para ejercer la función de control de medición de las fuentes móviles dentro del área de jurisdicción de la CDMB y solicitar ante el IDEAM la autorización de medición de las fuentes móviles

26. CONCLUSIONES

- De acuerdo con los datos obtenidos de PM₁₀ para el año 2023, las estaciones de calidad automáticas del aire ubicadas en el Club Unión, Colegio Gaitán, Hospital Local del Norte y Centro Cultural Daniel Mantilla Orbegozo de CCDMO - Piedecuesta reflejaron el cumplimiento del límite máximo permisible diario establecido en la Resolución MADS No. 2254 de 2017.
- De acuerdo con los datos obtenidos de PM_{2.5} para el año 2023, las estaciones de calidad automáticas del aire ubicadas en el Club Unión, Colegio Gaitán, Hospital Local del Norte reflejaron el incumplimiento del límite máximo permisible diario establecido en la Resolución MADS No. 2254 de 2017 los

días 23 y 24 de marzo de 2023 razón por la cual realizó declaratoria de emergencia a través de la Resolución CDMB 270 del 24 de marzo de 2023, la estación CCDMO – Piedecuesta cumplió con la normativa durante todo el periodo reportado año 2023.

- De acuerdo con los datos obtenidos de O₃ para el año 2023, las estaciones de calidad automáticas del aire ubicadas en el Club Unión, Colegio Gaitán, Hospital Local del Norte y CCDMO - Piedecuesta reflejaron el cumplimiento del límite máximo permisible octohorario establecido en la Resolución MADS No. 2254 de 2017.
- De acuerdo con los datos obtenidos de NO₂ para el año 2023, las estaciones de calidad automáticas del aire ubicadas en el Club Unión y CCDMO - Piedecuesta reflejaron el cumplimiento del límite máximo permisible horario establecido en la Resolución MADS No. 2254 de 2017.
- De acuerdo con los datos obtenidos de SO₂ para el año 2023, las estaciones de calidad automáticas del aire ubicadas en el Club Unión, Colegio Gaitán, Hospital Local del Norte y CCDMO - Piedecuesta reflejaron el cumplimiento del límite máximo permisible horario y diario establecido en la Resolución MADS No. 2254 de 2017.
- De acuerdo con los datos obtenidos de CO para el año 2023, las estaciones de calidad automáticas del aire ubicadas en el Club Unión y CCDMO - Piedecuesta reflejaron el cumplimiento del límite máximo permisible horario y octohorario establecido en la Resolución MADS No. 2254 de 2017.
- De acuerdo con los datos obtenidos de TRS para el año 2023, las estaciones de calidad automáticas del aire ubicadas en el Colegio Gaitán y el Hospital Local del Norte reflejaron el cumplimiento del límite máximo permisible horario y diario establecido en la Resolución MADS No. 2254 de 2017.

- Con respecto a los Índices de Calidad del Aire (ICA) obtenidos para los parámetros PM₁₀, PM_{2.5}, O₃, NO₂, SO₂ y CO durante el año 2023, para todos los contaminantes criterio la categoría de calidad del aire predominante fue la de BUENA, con excepción del material particulado menor a 2.5 micras (PM_{2.5}), en el cual la categoría osciló entre BUENA, ACEPTABLE y DAÑINA PARA LA SALUD DE GRUPOS SENSIBLES en todas las estaciones del SVCA. Es necesario destacar que el PM_{2.5} es el contaminante más crítico en lo que a afectación a la salud pública significa, por lo que se requiere realizar un especial seguimiento al comportamiento de dicho contaminante, en aras de garantizar el efectivo derecho de un ambiente sano a los ciudadanos.

FIN DEL INFORME