Informe de

RECURSOS NATURALES

2022

CDMB

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA

Subdirección de Ordenamiento y Planificación Integral del Territorio

Gestión del Conocimiento Ambiental

Dr. JUAN CARLOS REYES NOVA
Director General CDMB

Dr. LEONEL ENRIQUE HERRERA ROA
Subdirector de Ordenamiento y Planificación Integral del Territorio

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

Qca. OLGA JOHANNA SANABRIA SUESCUN
Profesional Especializada CDMB

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

Ing. CARLOS MAURICIO TORRES
Ingeniero Civil- Contratista CDMB

VERONICA VANESSA CARDONA OLIVEROS
Profesional de Calidad y Logística SVCA

JOHANNA PATRICIA ARDILA LERMA
Profesional Operativo SVCA

MANUEL CAMPOS MALAGON
Profesional Auxiliar Operativo SVCA

JAIVERTH LEANDRO LÓPEZ GONZÁLEZ
Profesional Analista SVCA

Tnlgo. GINA RIVERA SÁNCHEZ
Técnico CDMB

Tnlgo. OSCAR RODRIGUEZ
Técnico – Contratista CDMB

Mayo 9 de 2023, Bucaramanga – Colombia

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO I. RED DE CALIDAD DE AIRE 21

INTRODUCCIÓN 21

OBJETIVOS 23

1. ALCANCE 24

2. PROGRAMA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DE CORRIENTES 24

2.1 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO EN EL ÁREA DE JURISDICCIÓN DE LA CDMB 30

2.2 PARÁMETROS EVALUADOS 31

2.3 ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA 32

2.3.1 Índice de Calidad del Agua 33

2.3.1.1 Cálculo del Índice de Calidad del Agua - ICA's IDEAM 34

2.3.1.2 Índices de contaminación ICO´S 38

2.4 RESULTADOS DEL MONITOREO 2022 41

2.4.2. Comparación de los índices de calidad y su categorización para los años 2021 y 2022. 46

2.5. RESULTADOS POR CORRIENTE 56

2.5.1. Río de Oro y sus principales afluentes 56

2.5.1.1. Índice de calidad rio de Oro 59

2.5.1.2 Índice de calidad de agua ICA para los tributarios del río de Oro 61

2.5.1.3 Índices de Contaminación ICO's en el río de Oro 64

2.5.1.4 Índices de contaminación ICO's tributarios río de Oro 65

2.5.2. Sistema quebrada La Iglesia 67

2.5.2.1. Índice de calidad sistema La Iglesia 69

2.5.2.2 Índices de Contaminación ICO's sistema La Iglesia 70

2.5.3 Rio Frío y principales afluentes 72

2.5.3.1 Índice de Calidad ICA río Frío 74

2.5.3.2 Índice de Calidad para los tributarios del río Frio 75
2.5.3.3 Índices de Contaminación ICO's Río Frío 77
2.5.3.4 Índices de contaminación tributarios río Frio 79
2.5.4. Quebrada La Ruitoca..... 81
2.5.4.1. Índice de calidad – ICA Quebrada La Ruitoca 83
2.5.4.2. Índices de contaminación Quebrada La Ruitoca 84
2.5.5 Río Lebrija y sus afluentes principales 85
2.5.5.1 Índice de calidad Río Lebrija 87
2.5.5.2. Índice de calidad tributarios río Lebrija 89
2.5.5.3. Índices de contaminación río Lebrija 91
2.5.5.4. Índice de contaminación ICO´s tributarios del río Lebrija 92
2.5.6 Rio Cachira, Río Salamaga y Río Negro 94
2.5.6.1 Índice de calidad ICA para los Ríos Cáchira, Salamaga, Río Negro y afluentes. 95
2.5.6.2 Índices de Contaminación ICO's Ríos Cáchira, Salamaga y Río Negro y afluentes Fuente: CDMB. 97
2.5.7 Ríos Manco y Umpalá 99
2.5.7.1 Índice de calidad río Manco y Umpalá 101
2.5.7.2 Índices de contaminación ICO's Río Manco y Umpalá..... 101
2.5.8. Zona de Páramo quebrada Arenales y río Jordán..... 103
2.5.8.1 Índice de calidad zona de Páramo, quebrada Arenales y río Jordán 104
2.5.8.2 Índice de contaminación ICO´s zona de Páramo quebrada Arenales y río Jordán 105
2.5.9 Río Surata y sus principales afluentes 106
2.5.9.1 Índice de calidad río Surata..... 109
2.5.9.2 Índice de calidad tributarios rio Surata 110
2.5.9.3 Índices de contaminación ICO's río Suratá 111
2.5.9.4 Índices de Contaminación ICO's tributarios del Río Surata..... 113
2.5.10 Río Vetas..... 114
2.5.10.1 Índice de calidad río Vetas 115

2.5.10.2 Índice de contaminación río Vetas 117
2.6. Cianuro y metales pesados en la Subcuenca Surata – Red de Calidad 118
3. MONITOREO DE METALES EN LA CUENCA DEL RÍO SURATÁ..... 128
3.1. Resultados de monitoreos puntuales..... 132
3.1.1 Parámetros de campo en monitoreos puntuales 132
3.1.2. Cianuro en muestras puntuales..... 134
3.1.3 Metales pesados en muestras puntuales 135
3.2. Resultados de monitoreos compuestos en la Subcuenca Surata..... 139
3.2.1 Cianuro en muestras compuestas..... 139
3.2.2 Metales pesados en muestras compuestas..... 140
3.3 Monitoreo de mercurio 24 horas..... 145
4. CONCLUSIONES..... 146

CAPITULO II. RED HIDROCLIMATOLOGICO..... 152

INTRODUCCIÓN 152
OBJETIVOS 153
5. Alcance..... 154
6. Estaciones Hidroclimatológicas. 155
7. Metodología..... 161
8. Red Hidroclimatologica de la CDMB 162
9. Reporte de Estaciones climatológicas Automáticas 166
9.1. Subcuenca Río de Oro..... 167
9.1.1. Estación La Judía 168
9.1.2. Estación Acapulco 173
9.1.3 Estación El Rasgón..... 176
9.1.4 Estación Club Campestre 179

9.1.5. Estación CDMB 182
9.1.6. Estación San Pedro 186
9.2. Subcuenca Rio Negro 188
9.2.1 Estación El Cairo 189
9.2.2 Estación Santa Cruz de la Colina 193
9.3 Subcuenca Río Salamaga 197
9.3.1 Estación El Diamante 197
9.4. Subcuenca Río Suratá 201
9.4.1 Estación Lago Alto 202
9.4.2 Estación El Roble 206
9.5 Subcuenca Lebrija Alto 210
9.5.1 Estación El Pantano 210
9.5.2 Estación Portugal 215
9.5.3 Estación El Aburrido 220
9.6 Subcuenca Rio Cáchira del Sur 223
9.6.1 Estación Betania 224
9.6.2 Estación Sena Aguas Calientes 228
9.6.3 Estación La Naranjera 231
9.6.4 Estación La Aguada 235
9.6.5. Estación Turbay 239
10. Estaciones hidrológicas de niveles 243
10.1 Subcuenca Río de Oro 243
10.1.1 Estación El Rasgón. 244
10.2 Subcuenca Río Lebrija 245
10.2.1 Estación Bocas 245
11. Consolidación 251

CAPITULO III. SISTEMA DE VIGILANCIA DE CALIDAD DE AIRE 262

INTRODUCCIÓN 262

OBJETIVOS DEL ESTUDIO 264

12. GENERALIDADES 266

12.1 Parámetros monitoreados de calidad del aire y sus efectos para la salud humana 266

12.1.1 Material Particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) 266

12.1.2 Dióxido de Azufre (SO_2) 268

12.1.3 Dióxido de Nitrógeno (NO_2) 269

12.1.4 Ozono Troposférico (O_3) 270

12.1.5 Monóxido de Carbono (CO) 272

12.2 Marco normativo: norma de calidad del aire 272

12.2.1 Índice de Calidad del Aire: procedimiento de cálculo y rangos. 273

12.3 Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire: 275

12.3.1 Condiciones ambientales y poblacionales de la región cubierta por el SVCA. 275

12.3.2 Ubicación geográfica de estaciones y entorno 277

12.3.3 Tecnologías de monitoreo y métodos analíticos utilizados 281

12.3.4 Resumen ficha técnica de las estaciones 290

12.4 Estadísticas empleadas 294

12.5 Meteorología: 295

12.6 Incertidumbre de las mediciones 296

13. EVALUACIÓN DE LA CANTIDAD, CALIDAD, OPORTUNIDAD Y DISPONIBILIDAD DE LA INFORMACIÓN EN LA BASE DE DATOS 296

13.1 Declaración de resultados 297

13.2 Análisis del porcentaje de captura de datos 297

13.3 Declaración de conformidad 298

14. CALIDAD DEL AIRE Y METEOROLOGÍA 300

14.1 Resultados de Calidad del Aire 300

14.1.1 MATERIAL PARTICULADO PM 2.5 300

14.1.2 MATERIAL PARTICULADO PM 10 306

14.1.3 OZONO O_3 312

14.1.4 DIOXIDO DE NITROGENO (NO_2) 317

14.1.5 MONOXIDO DE CARBONO (CO) 320

14.1.6 DIOXIDO DE AZUFRE (SO_2) 325

14.1.7 AZUFRE TOTAL REDUCIDO (TRS) 330

14.2 Análisis de la Calidad del Aire 332

14.2.1 Índice de Calidad de Aire PM 2.5 (ICA) 332

14.2.2 Índice de calidad de aire PM 10 (ICA) 334

14.2.3 Índice de Calidad de Aire O_3 (ICA) 335

14.2.4 Índice de Calidad de Aire NO_2 (ICA) 336

14.2.5 Índice de Calidad de Aire CO 337

14.2.6 Índice de Calidad de Aire SO_2 337

14.3 Resultados de las mediciones meteorológicas 338

14.3.1 Temperatura 338

14.3.2 Precipitación 343

14.3.3 Humedad 348

14.3.4 Velocidad y Dirección del viento 351

14.4 Determinación de áreas – fuente de contaminación. 356

14.5 Estudios especiales 357

15 CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA 359

15.1 Medidas de contingencia de emisiones de fuentes fijas 359

15.2 Medidas de contingencia de emisiones de fuentes móviles. 361

16 CONCLUSIONES 361

Listado de Tablas

Tabla 1. Subzonas Hidrográficas, jurisdicción total CDMB o compartida. Fuente CDMB . 21
Tabla 2.Puntos de Monitoreo de la Red de Calidad de Agua CDMB..... 26
Tabla 3. Parámetros de campo. Fuente CDMB..... 31
Tabla 4. Parámetros evaluados fisicoquímicos y microbiológicos 31
Tabla 5. Variables ICA (IDEAM) 34
Tabla 6. Intervalos ICA (IDEAM)..... 38
Tabla 7. Rangos establecidos para los índices de contaminación del agua - ICO´s..... 38
Tabla 8. Rangos establecidos para el ICOTRO. 41
Tabla 9. Índices de Calidad de Agua para las tres (3) campañas de monitoreo 2022 42
Tabla 10. Índices de Calidad de Agua en puntos de monitoreo años 2021 y 2022 46
Tabla 11. Comparativo ICAS 2021-2022. Fuente CDMB 48
Tabla 12. Índices de Contaminación- 2022. Fuente: CDMB..... 51
Tabla 13. Fechas de campañas de monitoreo de Río de Oro y sus principales afluentes 58
Tabla 14. Índice de Calidad de Agua – ICA, Río de Oro 2022 - Fuente CDMB..... 59
Tabla 15. Índice de Calidad de Agua ICA - Tributarios Río de Oro. Fuente: CDMB 62
Tabla 16. Índices de Contaminación - Río de Oro 2022. Fuente: CDMB..... 64
Tabla 17. Índices de Contaminación - Tributarios Río de Oro 2022. Fuente: CDMB..... 66
Tabla 18. Fechas de campañas de monitoreo de Sistema La Iglesia..... 68
Tabla 19. Índice de Calidad de Agua ICA - Sistema Iglesia. Fuente: CDMB..... 69
Tabla 20. Índices de Contaminación 2022 - Sistema Iglesia. Fuente: CDMB..... 71
Tabla 21. Fechas de campañas de monitoreo de Río Frío y sus principales afluentes 73
Tabla 22. Índice de Calidad de Agua ICA- Río Frío. Fuente: CDMB 74
Tabla 23. Índice de Calidad de Agua - Tributarios Río Frío. Fuente: CDMB 76
Tabla 24. Índices de Contaminación - Río Frío. Fuente: CDMB..... 79
Tabla 25. Índices de Contaminación – Tributarios Río Frío. Fuente: CDMB 80
Tabla 26. Fechas de campañas de monitoreo de Quebrada La Ruitoca..... 82
Tabla 27. Índice de Calidad de Agua ICA – Quebrada La Ruitoca. Fuente: CDMB..... 83
Tabla 28. Índices de Contaminación – Quebrada La Ruitoca. Fuente: CDMB 85
Tabla 29. Monitoreo de Río de Lebrija y sus principales afluentes..... 87
Tabla 30. Índice de calidad de agua ICA - Río Lebrija. Fuente: CDMB..... 88
Tabla 31. Índice de Calidad de Agua - Tributarios Río Lebrija. Fuente: CDMB..... 89

Tabla 32. Índices de Contaminación - Río Lebrija. Fuente: CDMB..... 91
Tabla 33. Índices de Contaminación - Tributarios Río Lebrija. Fuente: CDMB..... 93
Tabla 34. Fechas de campañas de monitoreo Ríos Cachira, Salamaga, Río Negro y sus respectivos afluentes. Fuente. CDMB..... 95
Tabla 35. Índice de Calidad de Agua - Río Playonero, Río Salamaga y Río Negro. Fuente: CDMB..... 96
Tabla 36. Índices de Contaminación - Ríos Cáchira, Salamaga y Río Negro y afluentes. Fuente: CDMB..... 98
Tabla 37. Fechas de campañas de monitoreo de Río Manco y Umpalá..... 100
Tabla 38. Índice de Calidad de Agua ICA - Río Manco y Umpalá. Fuente: CDMB..... 101
Tabla 39. Índices de Contaminación - Río Manco y Umpalá. Fuente: CDMB..... 102
Tabla 40. Fechas de campañas de monitoreo de Quebrada Arenales y Río Jordán..... 103
Tabla 41. Índice de Calidad de Agua ICA- Zona Páramo. Fuente: CDMB..... 104
Tabla 42. Índices de Contaminación - Zona Paramo. Fuente: CDMB..... 106
Tabla 43. Fechas de campañas de monitoreo de Río Suratá..... 108
Tabla 44. Índice de Calidad del Agua ICA- Río Surata. Fuente: CDMB..... 109
Tabla 45. Índice de Calidad del Agua ICA- Tributarios Río Surata. Fuente: CDMB..... 110
Tabla 46. Índices de Contaminación - Río Surata. Fuente: CDMB..... 112
Tabla 47. Índices de Contaminación – Tributarios Río Surata. Fuente: CDMB..... 113
Tabla 48. Fechas de campañas de monitoreo de Río Vetas..... 115
Tabla 49. Índice de Calidad del Agua ICA- Río Vetas. Fuente: CDMB..... 116
Tabla 50. Índices de Contaminación Río Vetas. Fuente: CDMB..... 118
Tabla 51. Monitoreo – Suratá – para monitoreo de cianuro y metales pesados..... 130
Tabla 52. Fechas de monitoreo de cianuro y metales pesados- Suratá. Fuente CDMB. 130
Tabla 53. Calidad puntos de monitoreo 2020 – 2021 - 2022..... 147
Tabla 54. Características de los tipos de Estaciones CDMB..... 160
Tabla 55. Listado de estaciones climatológicas automáticas..... 165
Tabla 56. Listado de estaciones de niveles..... 166
Tabla 57. Niveles Máximos Permisible de Contaminantes Criterio en el aire..... 273
Tabla 58. Descripción del ICA, sus efectos y Puntos de Corte..... 274
Tabla 59. Ubicación geográfica Estación Club Unión..... 278
Tabla 60. Ubicación geográfica Estación Colegio Gaitán..... 279
Tabla 61. Ubicación geográfica Estación Centro Cultural Daniel Mantilla Piedecuesta.. 280
Tabla 62. Ubicación geográfica Estación Hospital Local del Norte..... 281

Tabla 63. Resumen de las tecnologías y métodos de monitoreo utilizadas SVCA 287
Tabla 64 Representatividad de captura de datos por contaminante en las estaciones.. 298
Tabla 65 Incertidumbre por contaminante 299
Tabla 66 Representatividad datos PM 2.5 Año 2022 302
Tabla 67 Representatividad datos PM 10 Año 2022 307
Tabla 68 Representatividad datos anuales O3 313
Tabla 69 Representatividad de datos NO2 año 2022 318
Tabla 70 Representatividad de datos CO-Año 2022 321
Tabla 71 Representatividad SO2- Año 2022 326
Tabla 72 Índice de Calidad de Aire por días en las estaciones del SVCA PM 2.5 333
Tabla 73 Índice de Calidad de Aire por días en las estaciones del SVCA PM 10 335
Tabla 74. Seguimientos de control Fuentes Fijas - vigencia año 2022 359

Listado de Gráficas

Gráfica 1. Porcentaje de ICAS- 2022. Fuente: CDMB 45
Gráfica 2. Índices de Calidad de Agua 2021de los 71 puntos monitoreados del 2021. Fuente CDMB 49
Gráfica 3. Índices de Calidad de Agua 2022 de los 71 puntos monitoreados del 2021. Fuente CDMB 49
Gráfica 4. Porcentaje de Índices de Contaminación -2022. Fuente: CDMB 54
Gráfica 5. Índice de Calidad de Agua – ICA, Río de Oro 2022 - Fuente CDMB 60
Gráfica 6. Índice de Calidad de Agua ICA - Tributarios Río de Oro. Fuente: CDMB 63
Gráfica 7. Índices de Contaminación - Río de Oro 2022. Fuente: CDMB 65
Gráfica 8. Índices de Contaminación - Tributarios Río de Oro 2022. Fuente: CDMB 67
Gráfica 9. Índice de Calidad de Agua ICA - Sistema Iglesia. Fuente: CDMB 70
Gráfica 10. Índices de Contaminación 2022 - Sistema Iglesia. Fuente: CDMB 71
Gráfica 11. Índice de Calidad de Agua ICA- Río Frío. Fuente: CDMB..... 75
Gráfica 12. Índice de Calidad de Agua - Tributarios Río Frío. Fuente: CDMB 77
Gráfica 13. Índices de Contaminación - Río Frío. Fuente: CDMB 79
Gráfica 14. Índices de Contaminación – Tributarios Río Frío. Fuente: CDMB 81
Gráfica 15. Índice de Calidad de Agua ICA – Quebrada La Ruitoca. Fuente: CDMB 84
Gráfica 16. Índices de Contaminación – Quebrada La Ruitoca. Fuente: CDMB..... 85
Gráfica 17. Índice de calidad de agua ICA - Río Lebrija. Fuente: CDMB..... 88
Gráfica 18. Índice de Calidad de Agua - Tributarios Río Lebrija. Fuente: CDMB..... 90
Gráfica 19. Índices de Contaminación - Río Lebrija. Fuente: CDMB 92
Gráfica 20. Índices de Contaminación - Tributarios Río Lebrija. Fuente: CDMB 93
Gráfica 21. Índice de Calidad de Agua - Ríos Cáchira, Salamaga y Río Negro y afluentes Fuente: CDMB 97
Gráfica 22. Índices de Contaminación - Ríos Cáchira, Salamaga y Río Negro y afluentes. Fuente: CDMB 99
Gráfica 23. Índice de Calidad de Agua ICA - Río Manco y Umpalá. Fuente: CDMB 101
Gráfica 24. Índices de Contaminación - Río Manco y Umpalá. Fuente: CDMB 102
Gráfica 25. Índice de Calidad de Agua ICA- Zona Páramo. Fuente: CDMB 105
Gráfica 26. Índices de Contaminación - Zona Paramo. Fuente: CDMB..... 106
Gráfica 27. Índice de Calidad del Agua ICA- Río Surata. Fuente: CDMB..... 110
Gráfica 28. Índice de Calidad del Agua ICA- Tributarios Río Surata. Fuente: CDMB 111

Gráfica 29. Índices de Contaminación - Río Surata. Fuente: CDMB 112
Gráfica 30. Índices de Contaminación – Tributarios Río Surata. Fuente: CDMB..... 114
Gráfica 31. Índice de Calidad del Agua ICA- Río Vetas. Fuente: CDMB 116
Gráfica 32. Índices de Contaminación Río Vetas. Fuente: CDMB..... 118
Gráfica 33. Cianuro en zona minera Fuente. CDMB 120
Gráfica 34.. Mercurio en zona minera. Fuente CDMB..... 121
Gráfica 35. Cadmio en zona minera. Fuente CDMB 122
Gráfica 36. Arsénico en zona minera. Fuente CDMB..... 122
Gráfica 37. Zinc en zona minera. Fuente CDMB..... 123
Gráfica 38. Cobre en zona minera. Fuente CDMB..... 123
Gráfica 39. Cromo en zona minera. Fuente CDMB..... 124
Gráfica 40. Plomo en zona minera. Fuente CDMB 124
Gráfica 41. Aluminio en zona minera. Fuente CDMB..... 125
Gráfica 42. Hierro en zona minera. Fuente CDMB..... 126
Gráfica 43. Manganeso en zona minera. Fuente CDMB 127
Gráfica 44. Níquel en zona minera. Fuente CDMB 127
Gráfica 45. Monitoreo de pH en muestras puntuales. Fuente CDMB 132
Gráfica 46. Monitoreo de Oxígeno Disuelto en muestras puntuales. Fuente CDMB 133
Gráfica 47. Monitoreo de Conductividad en muestras puntuales. Fuente CDMB 134
Gráfica 48. Monitoreo de Cianuro en muestras puntuales. Fuente CDMB 135
Gráfica 49. Monitoreo de Mercurio en muestras puntuales. Fuente CDMB..... 135
Gráfica 50. Monitoreo de Arsénico en muestras puntuales. Fuente CDMB..... 136
Gráfica 51. Monitoreo de Cadmio en muestras puntuales. Fuente CDMB 136
Gráfica 52. Monitoreo de Manganeso en muestras puntuales. Fuente CDMB 137
Gráfica 53. Monitoreo de Plomo en muestras puntuales. Fuente CDMB..... 138
Gráfica 54. Monitoreo de Hierro en muestras puntuales. Fuente CDMB..... 139
Gráfica 55. Monitoreo de Cianuro en muestras compuestas. Fuente CDMB 140
Gráfica 56. Monitoreo de Mercurio en muestras compuestas. Fuente CDMB 141
Gráfica 57. Monitoreo de Arsénico en muestras compuestas. Fuente CDMB 141
Gráfica 58. Monitoreo de Cadmio en muestras compuestas. Fuente CDMB..... 142
Gráfica 59. Monitoreo de Manganeso en muestras compuestas. Fuente CDMB 143
Gráfica 60. Monitoreo de Plomo en muestras compuestas. Fuente CDMB..... 144
Gráfica 61. Monitoreo de Hierro en muestras compuestas. Fuente CDMB 144
Gráfica 62. Monitoreo de Mercurio 24 horas punto LB-02. Fuente CDMB..... 145

Gráfica 63. Monitoreo de Mercurio 24 horas punto QLB-01. Fuente CDMB 146
Gráfica 64. Precipitación Estación La Judía 168
Gráfica 65. Temperatura media Estación La Judía. 169
Gráfica 66. Humedad relativa Estación La Judía. 170
Gráfica 67. Radiación solar máxima Estación La Judía 170
Gráfica 68. Índice UV Estación La Judía 171
Gráfica 69. Rosa de vientos Estación La Judía 172
Gráfica 70. Precipitación Estación Acapulco 173
Gráfica 71. Temperatura Estación Acapulco. 174
Gráfica 72. Humedad Relativa Estación Acapulco 174
Gráfica 73. Radiación solar Estación Acapulco 175
Gráfica 74. Rosa de vientos Estación Acapulco 175
Gráfica 75. Temperatura Estación El Rasgón. 176
Gráfica 76. Precipitación Estación El Rasgón 177
Gráfica 77. Humedad relativa Estación El Rasgón 178
Gráfica 78. Radiación solar Estación El Rasgón 178
Gráfica 79. Rosa de vientos Estación El Rasgón 179
Gráfica 80. Precipitación Estación Club Campestre 180
Gráfica 81. Temperatura Estación Club Campestre 180
Gráfica 82. Humedad relativa Estación Club Campestre 181
Gráfica 83. Radiación solar Estación Club Campestre 181
Gráfica 84. Índice UV Estación Club Campestre 181
Gráfica 85. Rosa de vientos Estación Club Campestre 182
Gráfica 86. Precipitación Estación CDMB 183
Gráfica 87. Temperatura Estación CDMB 184
Gráfica 88. Humedad relativa Estación CDMB 184
Gráfica 89. Radiación solar Estación CDMB 185
Gráfica 90. Rosa de vientos Estación CDMB 185
Gráfica 91. Precipitación Estación San Pedro 186
Gráfica 92. Temperatura Estación San Pedro 187
Gráfica 93. Humedad relativa Estación San Pedro 187
Gráfica 29. Radiación solar Estación San Pedro 188
Gráfica 95. Rosa de vientos Estación San Pedro 188
Gráfica 96. Precipitación Estación El Cairo 189

Gráfica 97. Temperatura Estación El Cairo. 190
Gráfica 98. Humedad relativa Estación El Cairo. 191
Gráfica 99. Radiación solar Estación El Cairo 191
Gráfica 100. Índice UV Estación el Cairo 192
Gráfica 101. Rosa de vientos Estación El Cairo. 193
Gráfica 102. Precipitación Estación Santa Cruz de la Colina 194
Gráfica 103. Temperatura Estación Santa Cruz de la Colina 194
Gráfica 104. Humedad relativa Estación Santa Cruz de la Colina 195
Gráfica 105. Radiación solar Estación Santa Cruz de la Colina 195
Gráfica 106. Índice UV Estación Santa Cruz 196
Gráfica 107. Rosa de vientos Estación Santa Cruz de la Colina 197
Gráfica 108. Precipitación Estación El Diamante 198
Gráfica 109. Temperatura Estación El Diamante 198
Gráfica 110. Humedad relativa Estación El Diamante. 199
Gráfica 111. Radiación solar Estación El Diamante. 199
Gráfica 112. Índice UV Estación El Diamante 200
Gráfica 113. Rosa de vientos Estación Diamante. 201
Gráfica 114. Precipitación Estación Lago Alto 202
Gráfica 115. Temperatura Estación Lago Alto 203
Gráfica 116. Humedad relativa Estación Lago Alto 203
Gráfica 117. Radiación solar Estación Lago Alto 204
Gráfica 118. Índice UV Estación Lago Alto. 204
Gráfica 119. Rosa de vientos Estación Lago Alto 205
Gráfica 120. Temperatura Estación El Roble 207
Gráfica 121. Precipitación Estación El Roble 207
Gráfica 122. Humedad relativa Estación El Roble 208
Gráfica 123. Radiación solar Estación El Roble 208
Gráfica 124. Índice UV Estación El Roble 209
Gráfica 125. Rosa de vientos Estación El Roble 210
Gráfica 126. Precipitación Estación El Pantano. 211
Gráfica 127. Temperatura Estación El Pantano. 212
Gráfica 128. Humedad relativa Estación El Pantano. 212
Gráfica 129. Radiación Solar Estación El Pantano. 213
Gráfica 130. Índice UV Estación El Pantano. 213

Gráfica 131. Rosa de vientos Estación El pantano 214
Gráfica 132. Precipitación Estación Portugal 216
Gráfica 133. Temperatura Estación Portugal 217
Gráfica 134. Humedad Estación Portugal. 217
Gráfica 135. Radiación Solar Estación Portugal..... 218
Gráfica 136. Índice máximo UV Estación Portugal. 218
Gráfica 137. Rosa de vientos Estación Portugal. 219
Gráfica 138. Precipitación Estación El Aburrido. 220
Gráfica 139. Temperatura Estación El Aburrido 221
Gráfica 140. Radiación solar Estación El Aburrido 222
Gráfica 141. Índice máximo UV Estación El Aburrido. 222
Gráfica 142. Rosa de vientos El Aburrido 223
Gráfica 143. Precipitación Estación Betania. 224
Gráfica 144. Temperatura Estación Betania. 225
Gráfica 145. Humedad Relativa Estación Betania..... 225
Gráfica 146. Radiación solar Estación Betania 226
Gráfica 147. Índice UV Estación Betania 226
Gráfica 148. Rosa de vientos Betania..... 227
Gráfica 149. Precipitación Estación Sena Aguas Calientes. 228
Gráfica 150. Temperatura Estación Sena Aguas Calientes. 229
Gráfica 151. Humedad Relativa Estación Sena Aguas Calientes..... 229
Gráfica 152. Radiación solar Estación Sena Aguas Calientes 229
Gráfica 153. Índice UV Estación Sena Aguas Calientes 230
Gráfica 154. Rosa de vientos Sena Aguas Calientes..... 230
Gráfica 155. Precipitación Estación La Naranjera. 231
Gráfica 156. Temperatura Estación la Naranjera 232
Gráfica 157. Humedad relativa Estación la Naranjera..... 233
Gráfica 158. Radiación solar Estación la Naranjera 233
Gráfica 159. Índice UV Estación La Naranjera..... 234
Gráfica 160. Rosa de vientos Estación La Naranjera..... 235
Gráfica 161. Precipitación Estación La Aguada. 236
Gráfica 70. Temperatura Estación La Aguada 236
Gráfica 71. Humedad Relativa Estación La Aguada 237
Gráfica 164. Radiación solar Estación La Aguada 237

Gráfica 165. Índice UV Estación La Aguada 238
Gráfica 166. Rosa de vientos Estación La Aguada 239
Gráfica 167. Precipitación Estación Turbay 240
Gráfica 168. Temperatura Estación Turbay. 240
Gráfica 169. Humedad relativa Estación Turbay 241
Gráfica 170. Radiación solar Estación Turbay 241
Gráfica 171. Índice UV Estación Turbay. 242
Gráfica 172. Rosa de vientos Estación Turbay 243
Gráfica 173. Niveles Estación El Rasgón 244
Gráfica 174. Niveles Estación Bocas 248
Gráfica 175. Análisis de Caudal Estación Bocas. 249
Gráfica 176. Curva de Gasto Estación Bocas. 250
Gráfica 177. Red Hidroclimatológica I Semestre, Variable Precipitación. 251
Gráfica 178. Red Hidroclimatológica I Semestre, Variable Temperatura máxima ambiente. 253
Gráfica 179. Red Hidroclimatológica I Semestre, Variable Humedad relativa. 255
Gráfica 180. Red Hidroclimatológica I Semestre, Variable Radiación solar. 257
Gráfica 181. Red Hidroclimatológica I Semestre, Variable Índice UV. 258

Listado de imágenes

Imagen 1. Ubicación de puntos de monitoreo año 2022, Jurisdicción de la CDMB. Fuente CDMB. 30
Imagen 2. Ubicación puntos de monitoreo Rio de Oro y sus Tributarios. 57
Imagen 3. Monitoreo de corrientes, punto RO-06 / RO-01 59
Imagen 4. Ubicación de puntos de monitoreo Sistema Iglesia 68
Imagen 5. Monitoreo de corrientes, puntos LI-03 / MA-01 69
Imagen 6. Ubicación puntos de monitoreo Río Frío y tributarios 72
Imagen 7. Monitoreo de corrientes, punto RF-07 / RF-1A 74
Imagen 8. Ubicación puntos de monitoreo Quebrada La Ruitoca 81
Imagen 9. Puntos de monitoreo LR-03 / LR-O-01 82
Imagen 10. Ubicación de puntos de monitoreo Río Lebrija 86
Imagen 11. Monitoreo de corrientes, punto RL-02 / RL-07 87
Imagen 12. Ubicación de puntos de monitoreo Río Playonero, Río Salamaga y Río Negro 94
Imagen 13. Monitoreo de corrientes, puntos PY-01 / SL-04 95
Imagen 14. Ubicación de puntos de monitoreo Río Manco - Río Umpala 99
Imagen 15. Monitoreo de corrientes, puntos RM-01 / UP-01 100
Imagen 16. Ubicación puntos de monitoreo Quebrada Arenales- Río Jordán 103
Imagen 17. Monitoreo de corrientes, punto RJ-01 / QA-01. Fuente: CDMB 104
Imagen 18. Ubicación puntos de monitoreo Río Suratá 107
Imagen 19. Monitoreo de corrientes, punto SA-07 / SA-01 108
Imagen 20. Ubicación puntos de monitoreo Río Vetas 114
Imagen 21. Monitoreo de corrientes, punto RV-05 / RV-01 115
Imagen 22. Ubicación de puntos de monitoreo año 2022, Jurisdicción de la CDMB. Fuente CDMB 129
Imagen 23. Comparación del tamaño de las partículas de PM. 267
Imagen 24. Analizador de partículas Fidas 200 282
Imagen 25. Analizador de Dióxido de Nitrógeno Envea AC32e 283
Imagen 26. Analizador de Dióxido de Azufre Envea AF22e 284
Imagen 27. Analizador de Monóxido de Carbono Envea CO12e 285
Imagen 28. Analizador de Ozono Troposférico Envea O342e 286

Imagen 29. Módulo convertidor de TRS CTRS S2-E 286
Imagen 30. Ficha técnica Estación Hospital Local del Norte 290
Imagen 31. Ficha técnica Estación Colegio Gaitán 291
Imagen 32. Ficha técnica Estación Club Unión 292
Imagen 33. Ficha técnica Estación CCDMO - Piedecuesta 293
Imagen 34 Ubicación espacial de las estaciones del SVCA 301

CAPITULO I

CALIDAD DE AGUA

Punto QA-01 Quebrada Arenales

CAPITULO I.

RED DE CALIDAD DE AGUA

INTRODUCCIÓN

La CDMB a través del monitoreo sistemático de variables medidas en la Red de Monitoreo de Calidad del Agua, realiza seguimiento a las principales fuentes hídricas ubicadas en los trece (13) municipios de su jurisdicción, Bucaramanga, Floridablanca, Lebrija, Piedecuesta, Girón, Surata, California, Vetas, Rionegro, Matanza, Charta, Tona y El Playón.

Por otro lado, para el año 2022, se monitorearon ochenta y cinco (85) puntos que conforman la Red de Monitoreo de Calidad, 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. Fuente CDMB

Código Subzona Hídrografica	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
2405	Río Sogamoso	CDMB (Margen derecha)- CAS	91.429
3705	Río Chitaga	CDMB-CORPONOR	21.234

En relación con el monitoreo, se aplicarán 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 dará 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.

Hay que mencionar, que en la ejecución de la toma de muestras se realizará la medición de variables de campo insitu, análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, 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.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, en el presente informe se presentan los resultados del Índice de Calidad – ICA e Índices de Contaminación ICOMO`s, obtenidos en las tres (3) campañas de monitoreo realizadas en el año 2022.

Es importante tener en cuenta que el calculó del ICA, se realizó utilizando la metodología propuesta por el IDEAM, que involucra las siguientes siete (7) variables: Oxígeno Disuelto, D.Q.O, relación Nitrógeno Total /Fósforo Total, Sólidos Suspendidos Totales, Conductividad Eléctrica, Coliformes termotolerantes y pH.

Por otra parte, en el informe también se determinaron la concentración bajo los límites permisibles y objetivos de calidad que aplique (Acuerdo N° 1075 de 2006 de la CDMB y el Decreto 1594 de 1984) de diferentes metales en las zonas de la cuenca del Rio Suratá donde realizan posibles actividades de minería ya sea legal o al margen de la ley que puedan estar afectando las condiciones de las fuentes hídricas, ya que son fuentes que se utilizan para abastecimiento en diferentes

poblaciones ya sea para consumo o actividades agrícolas, lo que puede no solo afectar el equilibrio natural sino también la salud humana. Entre los metales que se evaluaron Mercurio, Cadmio, Arsénico, Zinc, Cobre, Cromo, Plomo, Aluminio, Hierro, Manganeso y Níquel.

En conclusión, este Informe de la Red de Calidad del Agua-2022, se pone a disposición del público en la página web de la CDMB, con el fin facilitar el acceso y sea fuente de información 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.
- Vincular el Informe de la Red de Calidad del Agua 2022, en la página web de la CDMB para facilitar el acceso a los actores sociales, gremiales e institucionales que lo requieran.
- Disponer de un marco ambiental de referencia de la calidad de las principales fuentes hídricas superficiales en el área de jurisdicción de la CDMB

1. ALCANCE

Evaluar la calidad de las aguas 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

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 tres (3) o cuatro (4) campañas en las principales fuentes del área de jurisdicción. En consecuencia, para la vigencia 2022, la CDMB contrató el Laboratorio SIAMA SAS con acreditación vigente ante el IDEAM para la realización de tres (3) 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 tres (3)

campañas se realizaron en el Laboratorio SIAMA SAS.

- 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 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, presenta los ochenta y cinco (85) puntos monitoreados durante las tres (3) campañas de 2022 y que están establecidos en el programa de monitoreo de la red de calidad del agua:

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 Nivel III	FUENTE	COORD. PLANAS	
						X(ESTE)	Y(NORTE)
1	Rasgón	RO - 06	Oro Alto	Río de Oro	Río de Oro	1270371	1119064
2	Conquistador	RO - 05	Oro Alto	Río de Oro	Río de Oro	1264794	1114531
3	Barroblanco	QG-01	Oro Alto	Quebrada Grande	Quebrada Grande	1262690	1111299
4	Villa Paulina	SO - 01	Oro Alto	Quebrada Sorata	Quebrada Sorata	1263519	1110751
5	La Batea	LT – 01	Río Lato	Río Lato	Río Lato	1263269	1109225
6	Palogordo	RO - 04	Oro Medio	Río de Oro	Río de Oro	1262928	1103313
7	Bahondo	RO – 4A	Oro Medio	Río de Oro	Río de Oro	1271287	1100541
8	Carrizal	RO - 02	Oro Bajo	Río de Oro	Río de Oro	1274364	1100103
9	Puente Nariño	RO - 01	Oro Bajo	Río de Oro	Río de Oro	1281278	1102245
10	La Esperanza	RF - 03	Río Frío	Río Frío	Río Frío	1274216	1111641
11	Campestre	ZA - 01	Río Frío	Quebrada Zapamanga	Quebrada Zapamanga	1273151	1105867
12	El Pórtico	RF - P	Río Frío	Río Frío	Río Frío	1273097	1105119
13	El Caucho	RF - B	Río Frío	Río Frío	Río Frío	1272585	1104261
14	Los Totumos	AZ – 1A	Río Frío	Quebrada Aranzoque-Mensuli	Quebrada Aranzoque-Menzulí	1272559	1104169
15	Caneyes	RF – 1A	Río Frío	Río Frío	Río Frío	1273097	1100822
16	El Jardín	LF - 01	Oro Bajo	Quebrada La Flora	Quebrada La Flora	1279280	1107407
17	La Floresta	CS – 01	Oro Bajo	Quebrada La Iglesia	Quebrada La Iglesia	1277536	1107417
18	San Luis	LI – 03	Oro Bajo	Quebrada La Iglesia	Quebrada La Iglesia	1276245	1105855
19	Coca-Cola	MA - 01	Oro Bajo	Quebrada El Macho	Quebrada El Macho	1276062	1105618
20	Coca-Cola	GY - 01	Oro Bajo	Quebrada La Guacamaya	Quebrada La Guacamaya	1276168	1105426
21	Cenfer	DC - 01	Oro Bajo	Cañada El Carrasco	Cañada El Carrasco	1275080	1102186
22	Puente Sena	LI - 01	Oro Bajo	Quebrada La Iglesia	Quebrada La Iglesia	1274890	1100450
23	El Aguila	LA - 04	La Angula	Quebrada La Angula	Quebrada La Angula	1277122	1092990
24	La Batea	LA – 03	La Angula	Quebrada La Angula	Quebrada La Angula	1278815	1093548

PUNTOS MONITOREO RED CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA							
ID	ESTACIÓN	CÓDIGO ESTACIÓN	SUBCUENCA	Unidad Hidrográfica Nivel III	FUENTE	COORD. PLANAS	
						X(ESTE)	Y(NORTE)
25	Chimitá	CA - 01	Oro Bajo	Quebrada La Rosita	Quebrada La Rosita	1276649	1100554
26	Parque Industrial	CY - 01	Oro Bajo	Quebrada Cuyamita o Pantano	Quebrada Cuyamita o Pantano	1278167	1101223
27	Argelia	AR - 01	Oro Bajo	Quebrada Argelia o Cantera	Quebrada Argelia o Cantera	1280426	1101918
28	Forjas Navas	LN - 01	Oro Bajo	Quebrada Las Navas	Quebrada Las Navas	1281136	1102121
29	Forjas Chapinero	CH - 01	Oro Bajo	Quebrada Chapinero	Quebrada Chapinero	1281017	1102354
30	Trituradora (La Picha)	LP - 01	Oro Bajo	Quebrada La Picha	Quebrada La Picha	1282366	1102601
31	Uña de Gato	SA - 07	Suratá Alto	Río Suratá	Río Suratá	1307431	1121387
32	Pánaga	SA - 06	Suratá Alto	Río Suratá	Río Suratá	1305053	1120446
33	Puente Pánaga	RV - 01	Suratá Alto	Río Vetas	Río Vetas	1305048	1120508
34	La Playa	SA - 05	Suratá Alto	Río Suratá	Río Suratá	1297215	1116159
35	La Playa	RCH - 01	Suratá Bajo	Río Charta	Río Charta	1297065	1116030
36	Puente Tona	RT - 01A	Tona	Río Tona	Río Tona	1285268	1116084
37	Zaragoza (Bosconia)	SA - 03	Suratá Bajo	Río Suratá	Río Suratá	1283128	1106795
38	Bavaria	SA - 01	Suratá Bajo	Río Suratá	Río Suratá	1283912	1103921
39	Bocas	RL - 02	El Aburrido	Río Lebrija	Río Lebrija	1289688	1101719
40	Embalse	RL - 03	Las Lajas	Río Lebrija	Río Lebrija	1289511	1100448
41	Palmas	LA - 01	La Angula	Quebrada La Angula	Quebrada La Angula	1290907	1093526
42	Conchal	RL - 07	La Honda	Río Lebrija	Río Lebrija	1296985	1090710
43	Vanegas	RC - 01	Cáchira	Río Cáchira	Río Cachira	1304898	1086591
44	Vanegas	RL – O8	Lebrija Medio	Río Lebrija	Río Lebrija	1304870	1086228
45	Puente San Alonso	PY – 02A	Río Playón	Río Playonero	Río Playonero	1318255	1096186
46	Balsas	PY - 01	Río Playón	Río Playonero	Río Playonero	1315655	1095729
47	Las Olas	RC – 02A	Río Playón	Río Cachiri	Río Cachiri	1315646	1095741
48	Puente Arturo	SG-01A	Río Salamaga	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	Samaca	Quebrada Samaca	Quebrada Samaca	1297005	1102232

PUNTOS MONITOREO RED CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA							
ID	ESTACIÓN	CÓDIGO ESTACIÓN	SUBCUENCA	Unidad Hidrográfica Nivel III	FUENTE	COORD. PLANAS	
						X(ESTE)	Y(NORTE)
51	La virgen	SC - 01	Santa Cruz	Río Negro	Río Negro	1296906	1102317
52	Brisas	RN - 01	Río Negro Bajo	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 Frío	Quebrada Mensuli o La Estancia	Quebrada Mensulí o La Estancia	1269168	1111743
57	Autopista	AZ - 07	Río Frío	Quebrada Aranzoque o Mensuli	Quebrada Aranzoque o Mensulí	1272238	1109866
58	Cañaveral	LR - 03	Oro Medio	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque	1269576	1108979
59	El Pilón	LR - 02	Oro Medio	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque	1268653	1104591
60	Arenales	QA – 02	Jordán	Quebrada Arenales	Quebrada Arenales	1279894	1127032
61	Berlín	QA - 01	Jordán	Quebrada Arenales	Quebrada Arenales	1286473	1132599
62	Berlín	RJ - 01	Jordán	Río Jordán	Río Jordán	1286687	1133659
63	Borrero	RV - 05	Río Vetas	Río Vetas	Río Vetas	1301171	1132080
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	Oro Alto	Río de Oro	Río de Oro	1273759	1119688
67	CE Rasgón	QRG-O-01	Oro Alto	Quebrada El Rasgón	Quebrada El Rasgón	1270289	1119095
68	Batea Oro	RO-O-2PA	Oro Alto	Río de Oro	Río de Oro	1262796	1108968
69	Chocoa	RO-O-4N	Oro Medio	Río de Oro	Río de Oro	1264382	1100285
70	Barbosa	RO-O-4H	Oro Medio	Río de Oro	Río de Oro	1268478	1101269
71	Chimita	RO-O-2A	Oro Bajo	Río de Oro	Río de Oro	1278947	1101005
72	La Vega	QABU-02	El Aburrido	Quebrada El Aburrido	Quebrada El Aburrido	1289529	1105683
73	Acapulco	LR-02B	La Ruitoca	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque	1269993	1105900
74	Pollo Plus	LR-02C	La Ruitoca	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque	1270050	1106362
75	El Porvenir	LR-02A	La Ruitoca	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque	1268965	1105230
76	La Ruitoca	LR-O-01	La Ruitoca	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque	1268074	1101293

PUNTOS MONITOREO RED CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA							
ID	ESTACIÓN	CÓDIGO ESTACIÓN	SUBCUENCA	Unidad Hidrográfica Nivel III	FUENTE	COORD. PLANAS	
						X(ESTE)	Y(NORTE)
77	Zona Refrescante	SU-01	Río Frío	Quebrada Suratoque	Quebrada Suratoque	1273247	1107866
78	La Truchera	RF-07	Río Frío	Río Frío	Río Frío	1280687	1116761
79	Puente San Ignacio	RF-06	Río Frío	Río Frío	Río Frío	1279620	1113798
80	La Esperanza	CR-01	Río Frío	Quebrada Carbona	Quebrada Carbona	1273488	1111246
81	Esperanza Rio Frio	RF-02	Río Frío	Río Frío	Río Frío	1273558	1111067
82	Z. Refrescante R.F.	RF-SU	Río Frío	Río Frío	Río Frío	1273167	1107774
83	Campestre R.F.	RF-ZA	Río Frío	Río Frío	Río Frío	1273125	1105805
84	Tierra Santa	CU-01	Río Frío	Quebrada Cuellar	Quebrada Cuellar	1273369	1105424
85	Anillo vial	RF-01	Río Frío	Río Frío	Río Frío	1272439	1102268

2.1 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO EN EL ÁREA DE JURISDICCIÓN DE LA CDMB

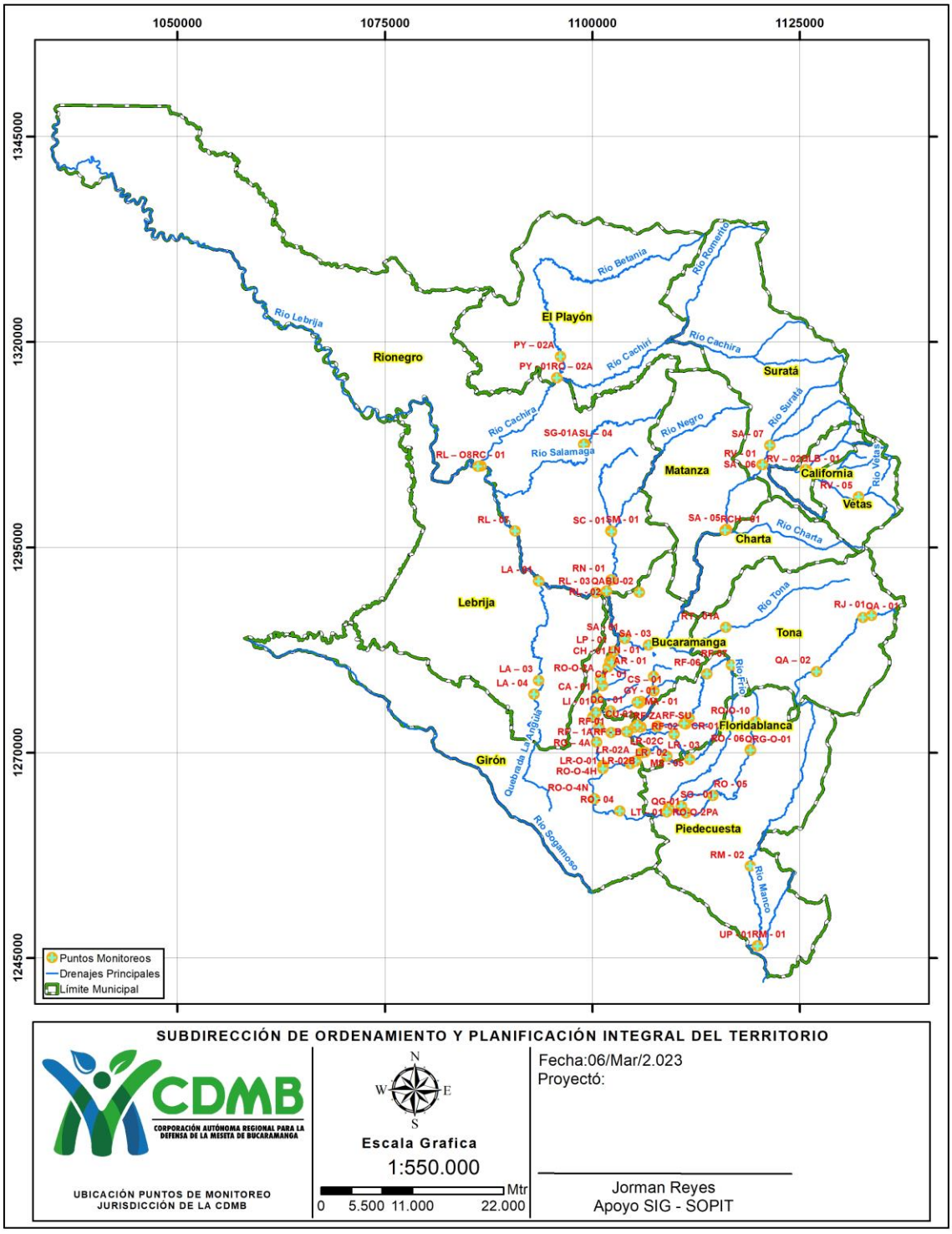


Imagen 1. Ubicación de puntos de monitoreo año 2022, Jurisdicción de la CDMB. Fuente CDMB.

La ubicación de los ochenta y cinco (85) puntos de monitoreo localizados en las principales fuentes de agua en la jurisdicción de la CDMB, se muestran en la imagen 1.

2.2 PARÁMETROS EVALUADOS

La medición de parámetros de campo insitu consignados en la tabla 3, se realizan en los ochenta y cinco (85) 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. Fuente CDMB

Parámetro	**Unidades**
Datos de Campo	
Caudal	L/s
Temperatura del Ambiente	^{o}C
Temperatura del Agua	^{o}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
Nitritos	Plomo
Nitratos	Zinc
Sólidos Totales	Níquel
Sólidos Suspendidos	Aluminio
Sólidos Sedimentables	Arsénico
Coliformes Totales	

Se debe agregar, que los parámetros cianuro y metales pesados 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- 01A y QLB-01.

2.3 ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA

La información fisicoquímica y microbiológica proveniente de cada campaña de

monitoreo, se recopiló y organizó en un archivo Excel, para proceder al análisis y verificación de datos con el laboratorio para 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 2022

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, solidos totales en suspensión, pH, la relación NT/PT y coliformes termotolerantes. Con los resultados obtenidos en las tres (3) campañas de monitoreo puntual realizado durante 2022 en el área de jurisdicción de la CDMB, se calculó el ICA promedio como indicativo de las condiciones generales de calidad anual encontrada como resultado del monitoreo. Las variables consideradas y la ponderación correspondiente se presentan en la Tabla 5.

Además, se calcularon los cuatro índices de contaminación complementarios: índice de contaminación por mineralización – ICOMI, índice de contaminación por Materia Orgánica – ICOMO, índice de contaminación por Sólidos Suspendidos – ICOSUS e

índice de contaminación Trófico – 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 Oxigeno	mg/L	0.14
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	UFC/100 ml	0.14

$$\mathrm{ICA} = \sum_{I=0}^{n} \mathrm{wi} * \mathrm{li}$$

Dónde:

ICA: Índice de calidad del agua,

wi: Ponderación,

li: 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:

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

Donde OD es el oxígeno disuelto (mg/L)

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

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

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:

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

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

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

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

$$TE = T + 273.15$$

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

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

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

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

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

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

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

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

donde

Si SST ≤ 4,5, entonces I_{SST}=1

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

Si SST ≥ 320, entonces I_{SST} = 0

c) Cálculo del Índice de Demanda Química de Oxígeno, DQO, donde

Si DQO ≤ 20, entonces I_{DQO} = 0,91

Si 20 < DQO ≤ 25, entonces I_{DQO} = 0,71

Si 25 < DQO ≤ 40, entonces I_{DQO} = 0,51

Si 40 < DQO ≤ 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: NO3/PO4

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

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

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

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

e) Cálculo del índice de Conductividad eléctrica, donde:

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

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

f) Cálculo de índice de pH, IpH:

Si pH < 4, entonces IpH = 0,10

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

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

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

Si pH > 11, entonces IpH = 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 la Tabla 7.

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.

$$ICOMI = 1/3 * (IConductividad + IDureza + IAlcalinidad)$$

$I_{Conductividad} = 10^{Log\ I\ Conductividad}$

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

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

$I_{Dureza} = 10^{Log\ I\ Dureza}$

Durezas mayores a 110 mg/l tienen un $I_{Dureza} = 1$

Durezas menores a 30 mg/l tienen un $I_{Dureza} = 0$

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

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:

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

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

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

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

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

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

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

$I\%Oxígeno = 1 – 0,01\%Oxígeno$

%Oxigeno 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**.**

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

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

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

2.3.1.2.4 Índice de contaminación Trófico – ICOTRO

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

Tabla 8. Rangos establecidos para el ICOTRO.

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

Fuente: Ramírez et al. (1999)

2.4 RESULTADOS DEL MONITOREO 2022

Las campañas de monitoreo se realizaron durante el segundo semestre del año 2022, la primera se realizó finalizando el mes de agosto y principios del mes de septiembre, la segunda campaña durante el mes octubre y la tercera en el mes de noviembre. Teniendo en cuenta el Informe de la Red Hidroclimatologica de la CDMB que para el año 2022, se contó con información de dieciocho (18) estaciones climatológicas ubicadas en el área de jurisdicción, por lo que se puede referir que las mayores precipitaciones se presentaron durante el mes de octubre, es decir, durante la ejecución de la segunda campaña de monitoreo y las menores precipitaciones se presentaron durante el mes de agosto, mes en que se realizó la primera campaña de monitoreo, lo que puede ayudar a comprender la variabilidad que pueda presentarse en los resultados de laboratorio.

A continuación de relaciona de manera específica los sectores que pueden estar involucrados….

2.4.1. Índices de Calidad de Agua 2022

Los resultados de los Índices de calidad - ICA´s en los puntos monitoreados para las tres (3) campañas del año 2022, se reportan en la tabla 9 con los valores del ICA para cada punto y su respectiva categorización:

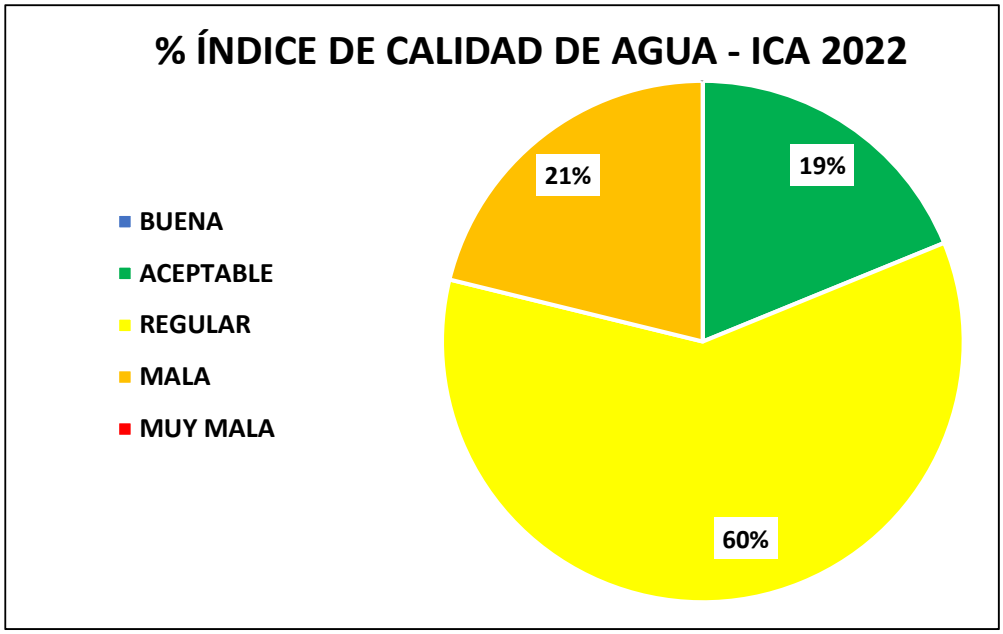
Tabla 9. Índices de Calidad de Agua para las tres (3) campañas de monitoreo 2022

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA - ICA´s			ICA 2022	CALIDAD
		CAMPAÑA 1	CAMPAÑA 2	CAMPAÑA 3		
Río de Oro	RO-O-10	0.76	0.75	0.76	0.76	ACEPTABLE
Río de Oro	RO-06	0.67	0.68	0.67	0.67	REGULAR
Río de Oro	RO-05	0.73	0.72	0.71	0.72	ACEPTABLE
Río de Oro	RO-O-2PA	0.42	0.50	0.48	0.47	MALA
Río de Oro	RO-04	0.62	0.61	0.50	0.58	REGULAR
Río de Oro	RO-O-4N	0.57	0.60	0.56	0.58	REGULAR
Río de Oro	RO-O-4H	0.66	0.64	0.49	0.60	REGULAR
Río de Oro	RO-4A	0.68	0.62	0.52	0.61	REGULAR
Río de Oro	RO-02	0.48	0.39	0.32	0.40	MALA
Río de Oro	RO-O-2A	0.45	0.49	0.49	0.48	MALA
Río de Oro	RO-01	0.42	0.47	0.42	0.44	MALA
Q. El Rasgón	QRG-O-01	0.72	0.72	0.70	0.71	ACEPTABLE
Q. Grande	QG-01	0.62	0.64	0.64	0.63	REGULAR
Q. Soratoque	SO-01	0.61	0.64	0.57	0.61	REGULAR
Río Lato	LT-01	0.62	0.58	0.59	0.60	REGULAR
Q. Chimita	CA-01	0.42	0.44	0.51	0.46	MALA
Q. La Cuyamita	CY-01	0.45	0.44	0.47	0.45	MALA
Q. La Argelia	AR-01	0.43	0.47	0.39	0.43	MALA
Q. Las Navas	LN-01	0.47	0.47	0.41	0.45	MALA
Q. Chapinero	CH-01	0.32	0.24	0.29	0.28	MALA
Q. La Picha	LP-01	0.33	0.33	0.41	0.36	MALA

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA - ICA´s			ICA 2022	CALIDAD
		CAMPAÑA 1	CAMPAÑA 2	CAMPAÑA 3		
Q. La Ruitoca	LR-03	0.69	0.70	0.67	0.69	REGULAR
Q. La Ruitoca	LR-02	0.69	0.68	0.69	0.69	REGULAR
Río Frío	RF-03	0.71	0.69	0.56	0.65	REGULAR
Río Frío	RF-P	0.65	0.64	0.65	0.65	REGULAR
Río Frío	RF-B	0.31	0.53	0.47	0.44	MALA
Río Frío	RF-1A	0.33	0.51	0.37	0.40	MALA
Q. Aranzoque- Mensulí	MS-05	0.77	0.59	0.62	0.66	REGULAR
Q. Aranzoque- Mensulí	AZ-07	0.54	0.63	0.61	0.59	REGULAR
Q. Aranzoque- Mensulí	AZ-1A	0.64	0.47	0.60	0.57	REGULAR
Q. Zapamanga	ZA-01	0.50	0.52	0.52	0.51	REGULAR
Q. La Flora	LF-01	0.52	0.51	0.62	0.55	REGULAR
Q. La Cascada	CS-01	0.50	0.58	0.66	0.58	REGULAR
Q. La Iglesia	LI-03	0.58	0.49	0.41	0.49	MALA
Q. La Iglesia	LI-01	0.50	0.44	0.32	0.42	MALA
Q. El Macho	MA-01	0.56	0.54	0.58	0.56	REGULAR
Q. La Guacamaya	GY-01	0.40	0.44	0.40	0.41	MALA
Q. El Carrasco	DC-01	0.29	0.29	0.30	0.29	MALA
Río Suratá	SA-07	0.72	0.77	0.72	0.74	ACEPTABLE
Río Suratá	SA-06	0.70	0.69	0.69	0.69	REGULAR
Río Suratá	SA-05	0.66	0.66	0.67	0.66	REGULAR
Río Suratá	SA-03	0.65	0.66	0.70	0.67	REGULAR
Río Suratá	SA-01	0.65	0.62	0.59	0.62	REGULAR
Río Vetas	RV-05	0.69	0.60	0.65	0.65	REGULAR
Río Vetas	RV-02	0.74	0.67	0.74	0.72	ACEPTABLE
Río Vetas	RV-01	0.71	0.64	0.66	0.67	REGULAR
Río Tona	RT-01A	0.68	0.50	0.56	0.58	REGULAR
Río Charta	RCH-01	0.63	0.64	0.63	0.63	REGULAR
Q. La Baja	QLB-01	0.63	0.69	0.82	0.71	ACEPTABLE
Río Lebrija	RL-08	0.65	0.54	0.55	0.58	REGULAR
Río Lebrija	RL-07	0.56	0.63	0.56	0.58	REGULAR
Río Lebrija	RL-03	0.51	0.55	0.48	0.51	REGULAR
Río Lebrija	RL-02	0.55	0.58	0.51	0.55	REGULAR
Río Negro	RN-01	0.70	0.64	0.54	0.63	REGULAR
Río Salamaga	SL-04	0.80	0.80	0.80	0.80	ACEPTABLE
Río Cachíra	RC-01	0.64	0.52	0.50	0.55	REGULAR
Río Cachirí	RC-02A	0.75	0.79	0.70	0.75	ACEPTABLE

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA - ICA´s			ICA 2022	CALIDAD
		CAMPAÑA 1	CAMPAÑA 2	CAMPAÑA 3		
Q. La Angula	LA-04	0.63	0.77	0.82	0.74	ACEPTABLE
Q. La Angula	LA-03	0.42	0.44	0.48	0.45	MALA
Q. La Angula	LA-01	0.74	0.72	0.53	0.66	REGULAR
Río Playonero	PY-02A	0.69	0.69	0.67	0.68	REGULAR
Río Playonero	PY-01	0.60	0.69	0.57	0.62	REGULAR
Q. Samacá	SM-01	0.67	0.67	0.65	0.66	REGULAR
Q. Santa Cruz	SC-01	0.68	0.62	0.52	0.61	REGULAR
Río Silgará	SG-01A	0.82	0.71	0.68	0.74	ACEPTABLE
Río Manco	RM-02	0.76	0.75	0.73	0.75	ACEPTABLE
Río Manco	RM-01	0.76	0.69	0.71	0.72	ACEPTABLE
Río Umpála	UP-01	0.82	0.70	0.70	0.74	ACEPTABLE
Q. Arenales	QA-02	0.71	0.77	0.69	0.72	ACEPTABLE
Q. Arenales	QA-01	0.66	0.67	0.78	0.70	REGULAR
Río Jordán	RJ-01	0.69	0.70	0.69	0.69	REGULAR
Q. El Aburrido	QABU-02	0.73	0.82	0.66	0.74	ACEPTABLE
Q. La Ruitoca	LR-02B	0.67	0.67	0.69	0.68	REGULAR
Q. La Ruitoca	LR-02C	0.53	0.70	0.69	0.64	REGULAR
Q. La Ruitoca	LR-02A	0.65	0.58	0.78	0.67	REGULAR
Q. La Ruitoca	LR-O-01	0.61	0.67	0.68	0.65	REGULAR
Q. Suratoque	SU-01	0.70	0.49	0.49	0.56	REGULAR
Río Frío	RF-07	0.78	0.62	0.66	0.69	REGULAR
Río Frío	RF-06	0.73	0.71	0.66	0.70	REGULAR
Q. La Carbona	CR-01	0.60	0.67	0.67	0.65	REGULAR
Río Frío	RF-02	0.76	0.80	0.80	0.79	ACEPTABLE
Río Frío	RF-SU	0.59	0.70	0.68	0.66	REGULAR
Río Frío	RF-ZA	0.60	0.67	0.74	0.67	REGULAR
Q. Cuellar	CU-01	0.59	0.57	0.61	0.59	REGULAR
Río Frío	RF-01	0.36	0.56	0.46	0.46	MALA

Con el fin de mostrar un compendio de los resultados de los ICAS generados en las campañas de monitoreo 2022 y el porcentaje de los mismos, se realizó la gráfica 1 que muestra la ubicación de los índices de calidad de los 85 puntos de monitoreo.



Gráfica 1. Porcentaje de ICAS- 2022. Fuente: CDMB

La Gráfica 1 indica la distribución porcentual del índice de calidad de agua correspondiente a los ochenta y cinco (85) puntos monitoreados en el año 2022. De lo anterior se determina que 19% de los puntos monitoreados (16 puntos) se encuentran con una categoría “ACEPTABLE”, un 21% de los puntos (18 puntos) como categoría “MALA” y un 60% (51 puntos) como categoría “REGULAR”, siendo esta última 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 que aún no cuentan con los respectivos tratamientos.

2.4.2. Comparación de los índices de calidad y su categorización para los años 2021 y 2022.

Con el fin de realizar la comparación de los resultados del ICA correspondientes a los años 2021 y 2022, se realizó un ajuste en la fórmula para la determinación de los Índices de Calidad de Agua del año 2021, de acuerdo a los lineamientos del IDEAM.

Con base en lo anterior, se presentan los resultados en la Tabla 10, con sus 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 2021 y 2022

	SITIO DE MUESTREO	PUNTO	AÑO 2021		AÑO 2022	
			ICA	Calidad	ICA	Calidad
1	Río de Oro	RO-O-10	0.71	ACEPTABLE	0.76	ACEPTABLE
2	Río de Oro	RO-06	0.70	REGULAR	0.67	REGULAR
3	Río de Oro	RO-05	0.67	REGULAR	0.72	ACEPTABLE
4	Río de Oro	RO-O-2PA	0.49	MALA	0.47	MALA
5	Río de Oro	RO-04	0.50	MALA	0.58	REGULAR
6	Río de Oro	RO-O-4N	0.60	REGULAR	0.58	REGULAR
7	Río de Oro	RO-O-4H	0.59	REGULAR	0.60	REGULAR
8	Río de Oro	RO-4A	0.62	REGULAR	0.61	REGULAR
9	Río de Oro	RO-02	0.46	MALA	0.40	MALA
10	Río de Oro	RO-O-2A	0.44	MALA	0.48	MALA
11	Río de Oro	RO-01	0.42	MALA	0.44	MALA
12	Q. El Rasgón	QRG-O-01	0.72	ACEPTABLE	0.71	ACEPTABLE
13	Q. Grande	QG-01	0.59	REGULAR	0.63	REGULAR
14	Q. Soratoque	SO-01	0.63	REGULAR	0.61	REGULAR
15	Río Lato	LT-01	0.59	REGULAR	0.60	REGULAR
16	Q. Chimita	CA-01	0.40	MALA	0.46	MALA
17	Q. La Cuyamita	CY-01	0.43	MALA	0.45	MALA
18	Q. La Argelia	AR-01	0.54	REGULAR	0.43	MALA
19	Q. Las Navas	LN-01	0.41	MALA	0.45	MALA

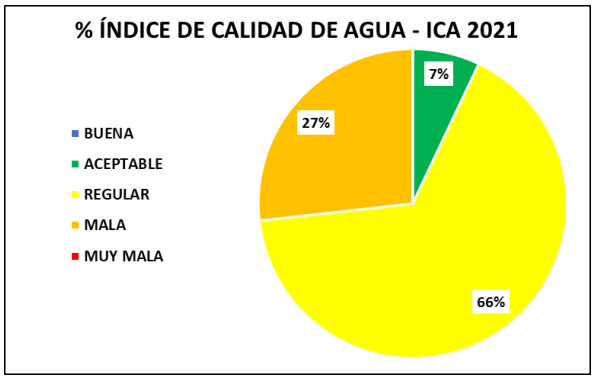
	SITIO DE MUESTREO	PUNTO	AÑO 2021		AÑO 2022	
			ICA	Calidad	ICA	Calidad
20	Q. La Picha	LP-01	0.36	MALA	0.36	MALA
21	Q. Chapinero	CH-01	0.28	MALA	0.28	MALA
22	Q. La Ruitoca	LR-03	0.68	REGULAR	0.69	REGULAR
23	Q. La Ruitoca	LR-02	0.64	REGULAR	0.69	REGULAR
24	Río Frío	RF-03	0.70	REGULAR	0.65	REGULAR
25	Río Frío	RF-P	0.54	REGULAR	0.65	REGULAR
26	Río Frío	RF-B	0.42	MALA	0.44	MALA
27	Río Frío	RF-1A	0.44	MALA	0.40	MALA
28	Q. Aran- Men	MS-05	0.64	REGULAR	0.66	REGULAR
29	Q. Aran- Men	AZ-07	0.55	REGULAR	0.59	REGULAR
30	Q. Aran- Men	AZ-1A	0.47	MALA	0.57	REGULAR
31	Q. Zapamanga	ZA-01	0.57	REGULAR	0.51	REGULAR
32	Q. La Flora	LF-01	0.55	REGULAR	0.55	REGULAR
33	Q. La Cascada	CS-01	0.61	REGULAR	0.58	REGULAR
34	Q. La Iglesia	LI-03	0.37	MALA	0.49	MALA
35	Q. La Iglesia	LI-01	0.48	MALA	0.42	MALA
36	Q. El Macho	MA-01	0.63	REGULAR	0.56	REGULAR
37	Q. La Guacamaya	GY-01	0.41	MALA	0.41	MALA
38	Q. El Carrasco	DC-01	0.26	MALA	0.29	MALA
39	Río Suratá	SA-07	0.70	REGULAR	0.74	ACEPTABLE
40	Río Suratá	SA-06	0.68	REGULAR	0.69	REGULAR
41	Río Suratá	SA-05	0.61	REGULAR	0.66	REGULAR
42	Río Suratá	SA-03	0.60	REGULAR	0.67	REGULAR
43	Río Suratá	SA-01	0.62	REGULAR	0.62	REGULAR
44	Río Vetas	RV-05	0.50	MALA	0.65	REGULAR
45	Río Vetas	RV-02	0.54	REGULAR	0.72	ACEPTABLE
46	Río Vetas	RV-01	0.58	REGULAR	0.67	REGULAR
47	Río Tona	RT-01A	0.64	REGULAR	0.58	REGULAR
48	Río Charta	RCH-01	0.68	REGULAR	0.63	REGULAR
49	Q. La Baja	LB-01	0.61	REGULAR	0.71	ACEPTABLE
50	Río Lebrija	RL-08	0.65	REGULAR	0.58	REGULAR
51	Río Lebrija	RL-07	0.62	REGULAR	0.58	REGULAR
52	Río Lebrija	RL-03	0.58	REGULAR	0.51	REGULAR
53	Río Lebrija	RL-02	0.52	REGULAR	0.55	REGULAR
54	Río Negro	RN-01	0.69	REGULAR	0.63	REGULAR
55	Río Salamaga	SL-04	0.75	ACEPTABLE	0.80	ACEPTABLE
56	Río Cachíra	RC-01	0.62	REGULAR	0.55	REGULAR
57	Río Cachirí	RC-02A	0.62	REGULAR	0.75	ACEPTABLE
58	Q. La Angula	LA-04	0.66	REGULAR	0.74	ACEPTABLE
59	Q. La Angula	LA-03	0.33	MALA	0.45	MALA
60	Q. La Angula	LA-01	0.68	REGULAR	0.66	REGULAR

	SITIO DE MUESTREO	PUNTO	AÑO 2021		AÑO 2022	
			ICA	Calidad	ICA	Calidad
61	Río Playonero	PY-02A	0.69	REGULAR	0.68	REGULAR
62	Río Playonero	PY-01	0.69	REGULAR	0.62	REGULAR
63	Q. Samacá	SM-01	0.69	REGULAR	0.66	REGULAR
64	Q. Santa Cruz	SC-01	0.68	REGULAR	0.61	REGULAR
65	Río Silgará	SG-01A	0.75	ACEPTABLE	0.74	ACEPTABLE
66	Río Manco	RM-02	0.69	REGULAR	0.75	ACEPTABLE
67	Río Manco	RM-01	0.66	REGULAR	0.72	ACEPTABLE
68	Río Umpála	UP-01	0.68	REGULAR	0.74	ACEPTABLE
69	Q. Arenales	QA-02	0.71	ACEPTABLE	0.72	ACEPTABLE
70	Q. Arenales	QA-01	0.66	REGULAR	0.70	REGULAR
71	Río Jordán	RJ-01	0.68	REGULAR	0.69	REGULAR
72	Q. El Aburrido	QABU-02	---	---	0.74	ACEPTABLE
73	Q. La Ruitoca	LR-02B	---	---	0.68	REGULAR
74	Q. La Ruitoca	LR-02C	---	---	0.64	REGULAR
75	Q. La Ruitoca	LR-02A	---	---	0.67	REGULAR
76	Q. La Ruitoca	LR-O-01	---	---	0.65	REGULAR
77	Q. Suratoque	SU-01	---	---	0.56	REGULAR
78	Río Frío	RF-07	---	---	0.69	REGULAR
79	Río Frío	RF-06	---	---	0.70	REGULAR
80	Q. La Carbona	CR-01	---	---	0.65	REGULAR
81	Río Frío	RF-02	---	---	0.79	ACEPTABLE
82	Río Frío	RF-SU	---	---	0.66	REGULAR
83	Río Frío	RF-ZA	---	---	0.67	REGULAR
84	Q. Cuellar	CU-01	---	---	0.59	REGULAR
85	Río Frío	RF-01	---	---	0.46	MALA

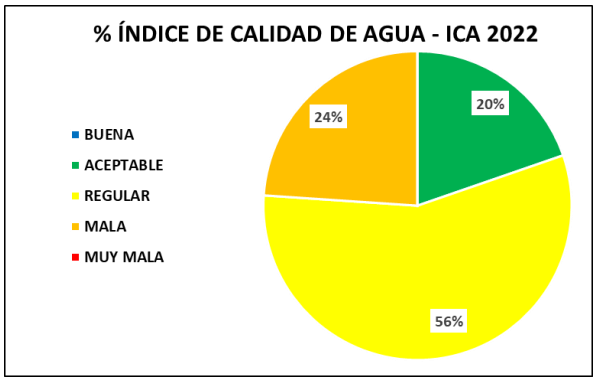
En la Tabla 11, y Gráfica 2 y 3, se muestra el porcentaje obtenido para las diferentes categorías en los años 2021 y 2022.

Tabla 11. Comparativo ICAS 2021-2022. Fuente CDMB

COMPARATIVO ICAS 2021 - 2022				
CATEGORIA ICA	2021		2022	
	# puntos	%	# puntos	%
BUENA	0	0%	0	0%
ACEPTABLE	5	7%	16	19%
REGULAR	47	66%	51	60%
MALA	19	27%	18	21%
MUY MALA	0	0%	0	0%



Gráfica 2. Índices de Calidad de Agua 2021de los 71 puntos monitoreados del 2021. Fuente CDMB



Gráfica 3. Índices de Calidad de Agua 2022 de los 71 puntos monitoreados del 2021. Fuente CDMB

En la Tabla 11, se presenta la comparación de los ICAS correspondientes a setenta y un puntos (71) de monitoreo comunes para los años 2021 y 2022, donde se evidencia una mejora de los índices de calidad en las categorías Aceptable ya que aumenta de siete puntos (7) a veinte (20) puntos mejorados, y en la categoría mala, disminuye de veintisiete (27) puntos en 2021 a veinticuatro en 2022.

Esto se puede evidenciar en algunas corrientes que mejoraron su índice de calidad, como el Río Surata en el punto SA-07, Río Vetas punto RV-02, Río de Oro punto RO-05, Río Cachirí punto RC-02A, Q. La Angula punto LA-04, Río Manco puntos RM-02, RM-01, Río Umpalá punto UP-01.

Es importante tener en cuenta que de los catorce (14) nuevos puntos incluidos once (11) de ellos se clasificaron en categoría Regular (Q. El Aburrido punto QABU-02, Q. La Ruitoca puntos LR-02B, LR-02C, LR-02A, LR-O-01, Q. Suratoque punto SU-01, Rio Frio puntos RF-07, RF-06, RF-SU, RF-ZA, Q. La Carbona CR-01 y Q. Cuellar CU-01), dos (2) en categoría "Aceptable" y uno (1) en "Mala".

Finalmente, la característica Mala se redujo entre el 2021 al 2022 en 3% pasando del 27% al 24%, como Rio Vetas RV-05, Rio de Oro RO-04 y la Q. Aranzoque-Mensuli AZ-1A, y una desmejora de la calidad de “Regular” a “Mala” en la Q. AR-01. Ver tabla 11.

La Gráfica 3, representa los porcentajes de los ICAS obtenidos en los monitoreos correspondientes al año 2021 y 2022, obtenidos con setenta y un punto (71) monitoreados en las dos vigencias.

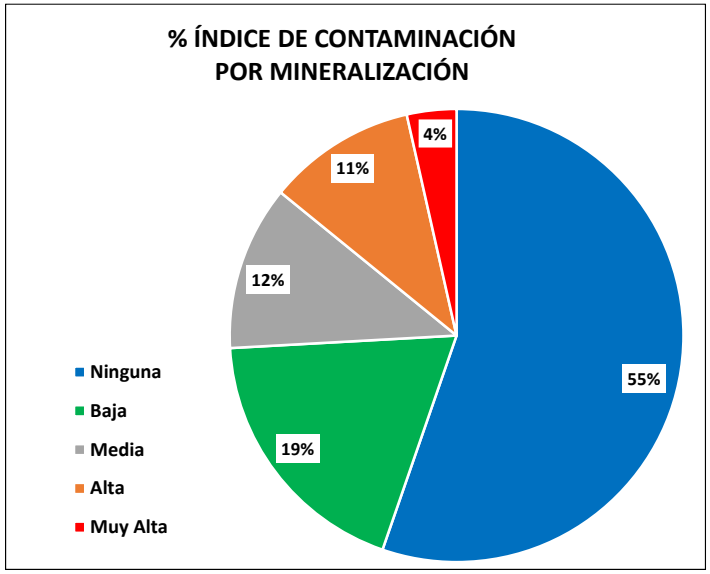
2.4.3. Indices de Contaminación – ICO´s 2022

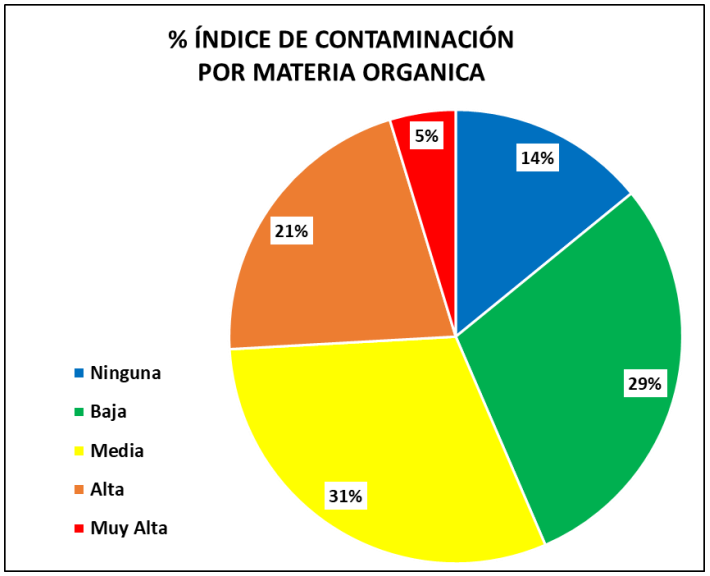
Tabla 12. Índices de Contaminación- 2022. Fuente: CDMB

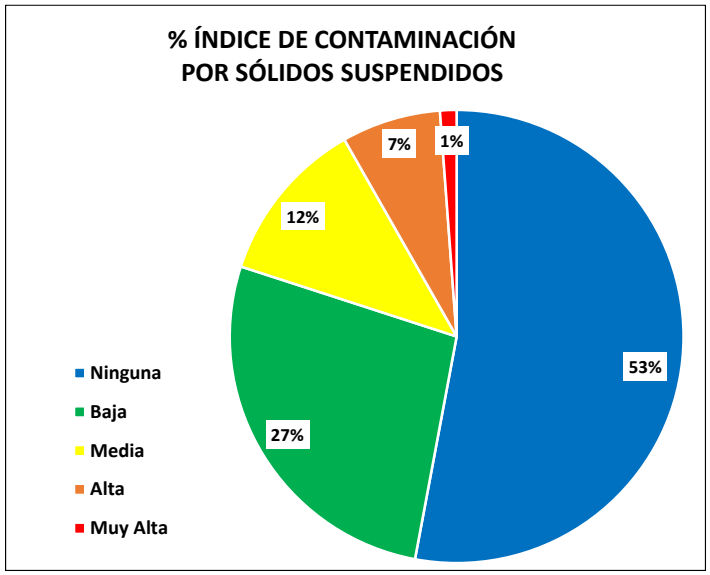
SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	Grado de Contaminación	ICOMO	Grado de Contaminación	ICOSUS	Grado de Contaminación	ICOTRO	Grado de Contaminación
Río Suratá	SA-07	0.10	NINGUNA	0.19	NINGUNA	0.02	NINGUNA	0.08	EUTRÓFICO
Río Suratá	SA-06	0.11	NINGUNA	0.39	BAJA	0.02	NINGUNA	0.09	EUTRÓFICO
Río Suratá	SA-05	0.16	NINGUNA	0.39	BAJA	0.08	NINGUNA	0.10	EUTRÓFICO
Río Suratá	SA-03	0.20	BAJA	0.32	BAJA	0.22	BAJA	0.11	EUTRÓFICO
Río Suratá	SA-01	0.28	BAJA	0.52	MEDIA	0.21	BAJA	0.13	EUTRÓFICO
Río Vetas	RV-05	0.08	NINGUNA	0.22	BAJA	0.42	MEDIA	0.18	EUTRÓFICO
Río Vetas	RV-02	0.07	NINGUNA	0.14	NINGUNA	0.26	BAJA	0.07	EUTRÓFICO
Río Vetas	RV-01	0.12	NINGUNA	0.23	BAJA	0.13	NINGUNA	0.05	EUTRÓFICO
Río Tona	RT-01A	0.46	MEDIA	0.35	BAJA	0.42	MEDIA	0.29	EUTRÓFICO
Río Charta	RCH-01	0.25	BAJA	0.32	BAJA	0.30	BAJA	0.31	EUTRÓFICO
Río de Oro	RO-O-10	0.16	NINGUNA	0.08	NINGUNA	0.01	NINGUNA	0.07	EUTRÓFICO
Río de Oro	RO-06	0.10	NINGUNA	0.31	BAJA	0.05	NINGUNA	0.11	EUTRÓFICO
Río de Oro	RO-05	0.07	NINGUNA	0.15	NINGUNA	0.20	NINGUNA	0.06	EUTRÓFICO
Río de Oro	RO-O-2PA	0.27	BAJA	0.72	ALTA	0.31	BAJA	1.33	HIPEREUTRÓFICO
Río de Oro	RO-04	0.18	NINGUNA	0.62	ALTA	0.22	BAJA	0.47	EUTRÓFICO
Río de Oro	RO-O-4N	0.22	BAJA	0.69	ALTA	0.22	BAJA	0.67	EUTRÓFICO
Río de Oro	RO-O-4H	0.15	NINGUNA	0.54	MEDIA	0.39	BAJA	0.31	EUTRÓFICO
Río de Oro	RO-4A	0.16	NINGUNA	0.56	MEDIA	0.41	MEDIA	0.67	EUTRÓFICO
Río de Oro	RO-02	0.42	MEDIA	0.74	ALTA	0.78	ALTA	1.26	HIPEREUTRÓFICO
Río de Oro	RO-O-2A	0.38	BAJA	0.72	ALTA	0.29	BAJA	0.98	EUTRÓFICO
Río de Oro	RO-01	0.44	MEDIA	0.77	ALTA	0.29	BAJA	1.50	HIPEREUTRÓFICO
Q. El Rasgón	QRG-O-01	0.02	NINGUNA	0.38	BAJA	0.01	NINGUNA	0.05	EUTRÓFICO
Q. Grande	QG-01	0.33	BAJA	0.32	BAJA	0.04	NINGUNA	0.09	EUTRÓFICO
Q. Soratoque	SO-01	0.55	MEDIA	0.48	MEDIA	0.01	NINGUNA	1.31	HIPEREUTRÓFICO
Río Lato	LT-01	0.14	NINGUNA	0.60	MEDIA	0.15	NINGUNA	0.23	EUTRÓFICO
Q. Chimita	CA-01	0.91	MUY ALTA	0.73	ALTA	0.14	NINGUNA	2.59	HIPEREUTRÓFICO

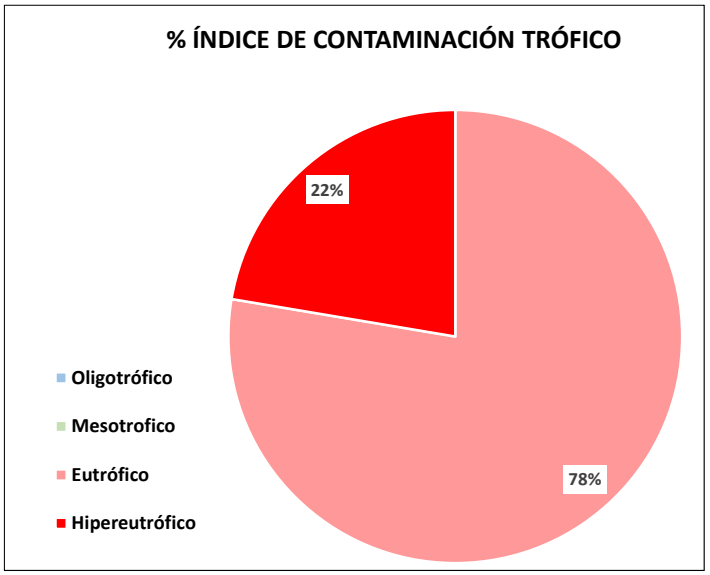
SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	Grado de Contaminación	ICOMO	Grado de Contaminación	ICOSUS	Grado de Contaminación	ICOTRO	Grado de Contaminación
Q. La Cuyamita	CY-01	0.75	ALTA	0.70	ALTA	0.02	NINGUNA	1.43	HIPEREUTRÓFICO
Q. La Argelia	AR-01	0.71	ALTA	0.63	ALTA	0.47	MEDIA	1.76	HIPEREUTRÓFICO
Q. Las Navas	LN-01	0.70	ALTA	0.72	ALTA	0.19	NINGUNA	1.48	HIPEREUTRÓFICO
Q. La Picha	CH-01	0.78	ALTA	0.77	ALTA	1.00	MUY ALTA	3.26	HIPEREUTRÓFICO
Q. Chapinero	LP-01	1.00	MUY ALTA	0.94	MUY ALTA	0.13	NINGUNA	1.30	HIPEREUTRÓFICO
Río Lebrija	RL-08	0.17	NINGUNA	0.55	MEDIA	0.71	ALTA	0.49	EUTRÓFICO
Río Lebrija	RL-07	0.23	BAJA	0.56	MEDIA	0.68	ALTA	0.39	EUTRÓFICO
Río Lebrija	RL-03	0.30	BAJA	0.55	MEDIA	0.68	ALTA	0.63	EUTRÓFICO
Río Lebrija	RL-02	0.32	BAJA	0.59	MEDIA	0.30	BAJA	0.70	EUTRÓFICO
Río Negro	RN-01	0.06	NINGUNA	0.41	MEDIA	0.50	MEDIA	0.08	EUTRÓFICO
Río Salamaga	SL-04	0.06	NINGUNA	0.10	NINGUNA	0.02	NINGUNA	0.20	EUTRÓFICO
Río Cachíra	RC-01	0.13	NINGUNA	0.37	BAJA	0.77	ALTA	0.57	EUTRÓFICO
Río Cachirí	RC-02A	0.09	NINGUNA	0.15	NINGUNA	0.68	ALTA	0.29	EUTRÓFICO
Q. La Angula	LA-04	0.07	NINGUNA	0.27	BAJA	0.01	NINGUNA	0.11	EUTRÓFICO
Q. La Angula	LA-03	0.21	BAJA	0.88	MUY ALTA	0.04	NINGUNA	0.64	EUTRÓFICO
Q. La Angula	LA-01	0.19	NINGUNA	0.39	BAJA	0.34	BAJA	0.37	EUTRÓFICO
Río Playonero	PY-02A	0.05	NINGUNA	0.40	MEDIA	0.32	BAJA	0.12	EUTRÓFICO
Río Playonero	PY-01	0.05	NINGUNA	0.41	MEDIA	0.54	MEDIA	6.03	HIPEREUTRÓFICO
Río Manco	RM-02	0.06	NINGUNA	0.16	NINGUNA	0.16	NINGUNA	0.22	EUTRÓFICO
Río Manco	RM-01	0.06	NINGUNA	0.25	BAJA	0.34	BAJA	0.11	EUTRÓFICO
Q. La Ruitoca	LR-02	0.10	NINGUNA	0.38	BAJA	0.12	NINGUNA	0.14	EUTRÓFICO
Q. La Ruitoca	LR-03	0.08	NINGUNA	0.26	BAJA	0.01	NINGUNA	0.06	EUTRÓFICO
Río Frío	RF-03	0.06	NINGUNA	0.46	MEDIA	0.24	BAJA	0.10	EUTRÓFICO
Río Frío	RF-P	0.13	NINGUNA	0.55	MEDIA	0.26	BAJA	0.20	EUTRÓFICO
Río Frío	RF-B	0.57	MEDIA	0.79	ALTA	0.26	BAJA	4.53	HIPEREUTRÓFICO
Río Frío	RF-1A	0.62	ALTA	0.80	ALTA	0.56	MEDIA	3.01	HIPEREUTRÓFICO
Q. Aran- Men	MS-05	0.12	NINGUNA	0.41	MEDIA	0.14	NINGUNA	2.56	HIPEREUTRÓFICO
Q. Aran- Men	AZ-07	0.27	BAJA	0.54	MEDIA	0.08	NINGUNA	0.76	EUTRÓFICO
Q. Aran- Men	AZ-1A	0.31	BAJA	0.56	MEDIA	0.07	NINGUNA	0.26	EUTRÓFICO
Q. Zapamanga	ZA-01	0.46	MEDIA	0.62	ALTA	0.02	NINGUNA	0.53	EUTRÓFICO
Q. La Flora	LF-01	0.57	MEDIA	0.53	MEDIA	0.12	NINGUNA	0.80	EUTRÓFICO

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	Grado de Contaminación	ICOMO	Grado de Contaminación	ICOSUS	Grado de Contaminación	ICOTRO	Grado de Contaminación
Q. La Cascada	CS-01	0.56	MEDIA	0.58	MEDIA	0.23	BAJA	0.95	EUTRÓFICO
Q. La Iglesia	LI-03	0.72	ALTA	0.74	ALTA	0.05	NINGUNA	1.42	HIPEREUTRÓFICO
Q. La Iglesia	LI-01	0.66	ALTA	0.71	ALTA	0.23	BAJA	0.26	EUTRÓFICO
Q. El Macho	MA-01	0.44	MEDIA	0.52	MEDIA	0.01	NINGUNA	1.05	HIPEREUTRÓFICO
Q. La Guacamaya	GY-01	0.77	ALTA	0.87	MUY ALTA	0.05	NINGUNA	2.10	HIPEREUTRÓFICO
Q. El Carrasco	DC-01	1.00	MUY ALTA	0.98	MUY ALTA	0.19	NINGUNA	3.01	HIPEREUTRÓFICO
Q. Samacá	SM-01	0.12	NINGUNA	0.32	BAJA	0.08	NINGUNA	0.28	EUTRÓFICO
Q. Santa Cruz	SC-01	0.05	NINGUNA	0.38	BAJA	0.56	MEDIA	0.25	EUTRÓFICO
Río Silgará	SG-01A	0.04	NINGUNA	0.14	NINGUNA	0.34	BAJA	0.06	EUTRÓFICO
Río Umpála	UP-01	0.19	NINGUNA	0.11	NINGUNA	0.48	MEDIA	0.18	EUTRÓFICO
Q. Arenales	QA-02	0.06	NINGUNA	0.33	BAJA	0.01	NINGUNA	0.10	EUTRÓFICO
Q. Arenales	QA-01	0.09	NINGUNA	0.41	MEDIA	0.03	NINGUNA	0.23	EUTRÓFICO
Río Jordán	RJ-01	0.09	NINGUNA	0.37	BAJA	0.01	NINGUNA	0.16	EUTRÓFICO
Q. La Baja	LB-01	0.26	BAJA	0.11	NINGUNA	0.05	NINGUNA	0.09	EUTRÓFICO
Q. El Aburrido	QABU-02	0.16	NINGUNA	0.17	NINGUNA	0.05	NINGUNA	0.08	EUTRÓFICO
Q. La Ruitoca	LR-02B	0.09	NINGUNA	0.41	MEDIA	0.11	NINGUNA	0.05	EUTRÓFICO
Q. La Ruitoca	LR-02C	0.08	NINGUNA	0.40	MEDIA	0.34	BAJA	0.08	EUTRÓFICO
Q. La Ruitoca	LR-02A	0.09	NINGUNA	0.47	MEDIA	0.14	NINGUNA	0.15	EUTRÓFICO
Q. La Ruitoca	LR-O-01	0.12	NINGUNA	0.40	MEDIA	0.24	BAJA	0.28	EUTRÓFICO
Q. Suratoque	SU-01	0.26	BAJA	0.64	ALTA	0.40	MEDIA	0.49	EUTRÓFICO
Río Frío	RF-07	0.12	NINGUNA	0.26	BAJA	0.02	NINGUNA	0.34	EUTRÓFICO
Río Frío	RF-06	0.07	NINGUNA	0.23	BAJA	0.03	NINGUNA	0.07	EUTRÓFICO
Q. La Carbona	CR-01	0.26	BAJA	0.25	BAJA	0.01	NINGUNA	0.08	EUTRÓFICO
Río Frío	RF-02	0.05	NINGUNA	0.14	NINGUNA	0.13	NINGUNA	0.16	EUTRÓFICO
Río Frío	RF-SU	0.07	NINGUNA	0.39	BAJA	0.36	BAJA	0.09	EUTRÓFICO
Río Frío	RF-ZA	0.14	NINGUNA	0.49	MEDIA	0.15	NINGUNA	0.22	EUTRÓFICO
Q. Cuellar	CU-01	0.76	ALTA	0.35	BAJA	0.01	NINGUNA	0.43	EUTRÓFICO
Río Frío	RF-01	0.53	MEDIA	0.77	ALTA	0.18	NINGUNA	2.75	HIPEREUTRÓFICO









Gráfica 4. Porcentaje de Índices de Contaminación -2022. Fuente: CDMB

Los resultados obtenidos para los diferentes de índices de contaminación ICO´s en los monitoreos realizados en el año 2022, 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 ochenta y cinco (85) puntos monitoreados en 2022, observando que el Índice de contaminación por mineralización (ICOMI) se categoriza como “Ninguno” en un 55% (47 puntos) indicando un buen índice, sin embargo, existe un ICOMI categorizado como “Muy Alto” para el 1%, que equivale a tres (3) puntos correspondientes a la Q. Chapinero LP-01, Q. Chimitá CA-01, Q. el Carrasco DC-01 y un 11% en categoría “ALTO” para 9 puntos monitoreados. Ver tabla 12.

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 veinticinco (25) puntos de monitoreo y la categoría “MEDIA” en un 31% con veintiséis (26) puntos, quedando la categoría “ALTA” con un 21% en dieciocho (18) 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 a, los resultados obtenidos en el índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS) se observa que predomina la categoría “NINGUNO” con un 53% correspondiente a cuarenta y cinco (45) puntos

monitoreados, lo que indica que no hubo contaminación por sólidos en suspendidos, y un índice de contaminación “BAJO” en un 27% para veintitrés (23) puntos. Sin embargo, en la categoría “MEDIA” se reporta un 12% equivalente a diez (10) y en la categoría “ALTA” un 7% correspondiente a seis (6) puntos en el Rio Cáchira RC-01, Rio Cachirí RC-02A, Rio Lebrija puntos RL-08, RL-07 y RL-02, Rio de Oro RO-02) y por último el descriptor en “MUY ALTA” para el 1% correspondiente a la Q. la Picha CH-01.

Finalmente, se determinó el índice de contaminación Trófico (ICOTRO) indicando que el 78% se categoriza como “EUTRÓFICO” correspondiente a sesenta y seis (66) puntos monitoreados y un 22% como “HIPEREUTRÓFICO” en diecinueve (19) puntos evaluados, lo que indica que toda la zonas evaluadas son ricas en el contenido de fósforo, lo que podría favorecer la alta productividad biológica de algunas especies o microorganismos, especialmente la categoría hipertrófico que representa baja calidad, 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.

2.5. RESULTADOS POR CORRIENTE

2.5.1. Río de Oro y sus principales afluentes

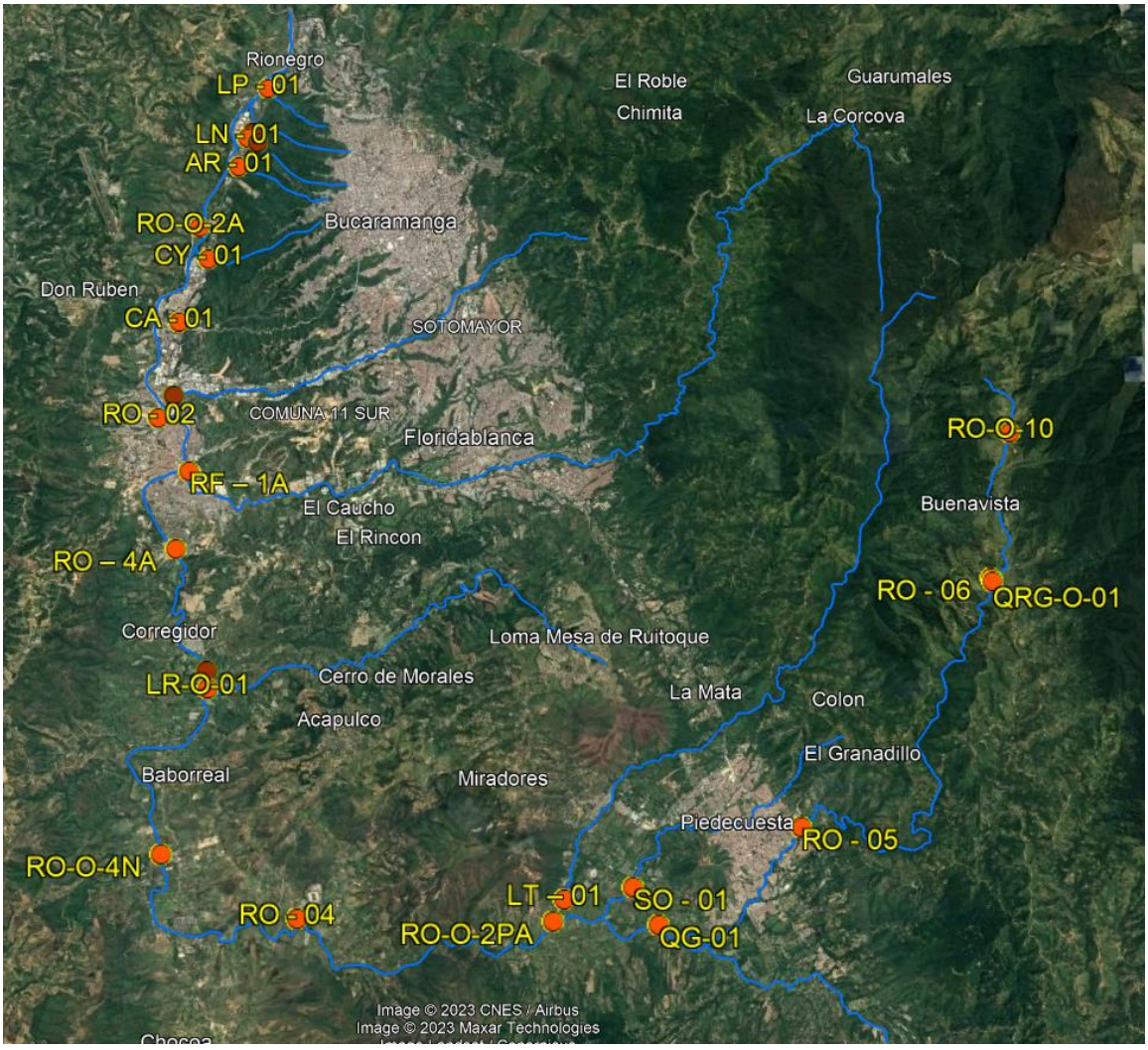


Imagen 2. Ubicación puntos de monitoreo Rio de Oro y sus Tributarios.

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 DE MONITOREO	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 3
RO-O-10	22/08/2022	4/10/2022	16/11/2022
RO-06	22/08/2022	4/10/2022	16/11/2022
RO-05	22/08/2022	4/10/2022	16/11/2022
RO-O-2PA	22/08/2022	4/10/2022	16/11/2022
RO-04	22/08/2022	4/10/2022	16/11/2022
RO-O-4N	22/08/2022	4/10/2022	16/11/2022
RO-O-4H	22/08/2022	4/10/2022	16/11/2022
RO-04A	22/08/2022	4/10/2022	16/11/2022
RO-02	22/08/2022	4/10/2022	16/11/2022
RO-O-2A	22/08/2022	4/10/2022	16/11/2022
RO-01	22/08/2022	4/10/2022	16/11/2022
QRG-O-01	22/08/2022	4/10/2022	16/11/2022
QG-01	22/08/2022	4/10/2022	16/11/2022
SO-01	22/08/2022	4/10/2022	16/11/2022
LT-01	22/08/2022	4/10/2022	16/11/2022
LR-O-01	29/08/2022	11/10/2022	17/11/2022
RF-1A	24/08/2022	1/10/2022	17/11/2022
CA-01	22/08/2022	4/10/2022	16/11/2022
CY-01	22/08/2022	4/10/2022	16/11/2022
CH-01	22/08/2022	4/10/2022	16/11/2022

PUNTO DE MONITOREO	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 3
AR-01	22/08/2022	4/10/2022	16/11/2022
LN-01	22/08/2022	4/10/2022	16/11/2022
LP-01	22/08/2022	4/10/2022	16/11/2022

Imagen 3. Monitoreo de corrientes, punto RO-06 / RO-01

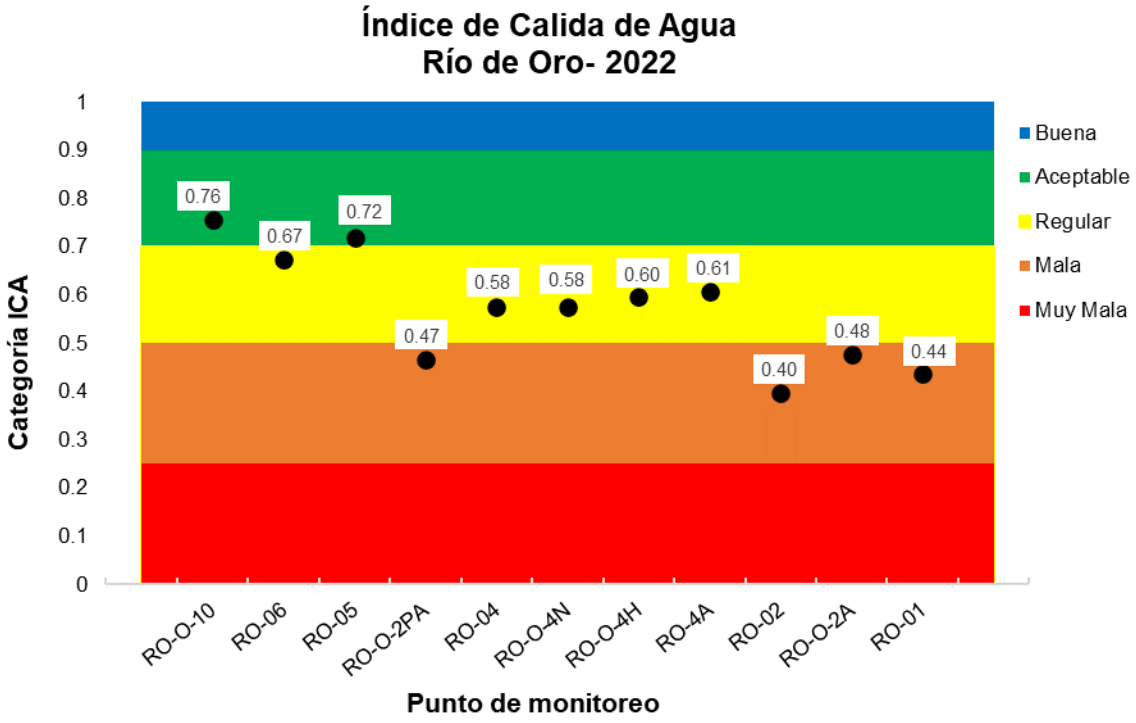
2.5.1.1. Índice de calidad rio de Oro

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 2022 - Fuente CDMB

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2022	CALIDAD
RÍO DE ORO	RO-O-10	0.76	ACEPTABLE
	RO-06	0.67	REGULAR
	RO-05	0.72	ACEPTABLE
	RO-O-2PA	0.47	MALA
	RO-04	0.58	REGULAR
	RO-O-4N	0.58	REGULAR
	RO-O-4H	0.60	REGULAR
	RO-4A	0.61	REGULAR
	RO-02	0.40	MALA
	RO-O-2A	0.48	MALA

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2022	CALIDAD
	RO-01	0.44	MALA



Gráfica 5. Índice de Calidad de Agua – ICA, Río de Oro 2022 - Fuente CDMB

El comportamiento de la Calidad observado en las tres (3) campañas de monitoreo en el río de Oro, es similar al del año 2021. El primer punto RO-O-10 permanece en calidad “Aceptable”, con una disminución de calidad aguas abajo en el punto RO-06 que paso a “Regular” pero muy cerca del umbral del cambio de criterio retornando en el punto RO-05 a “Aceptable”, que indica un bajo grado de contaminación ya que en esos tramos de la corriente la concentración de población rural es baja. Sin embargo, el punto RO-06 con índice de calidad “Regular”, hace necesario verificar las actividades que puedan estar realizándose en la zona en pro de la mejora de calidad.

Por otra parte, el punto RO-O-2PA, que recibe los vertimientos del Municipio de Piedecuesta continua en criterio calidad "Mala". En cambio, se advierte una mejora de la calidad para el punto RO-04 y comportamiento estable respecto al 2021 en los puntos ubicados en la parte media del río, como RO-O-4N, RO-O-4H y RO- 4A, este último situado antes del área urbana del municipio de Girón manteniendo una clasificación "Regular", como consecuencia del recorrido del río por la zona rural entre Piedecuesta y Girón, entorno que no representa un impacto tan fuerte como el área urbana.

Finalmente, los puntos de monitoreo localizados en la parte bajan de la corriente señalados como RO-02 Carrizal situado después de la confluencia con La Quebrada la Iglesia, RO-O-2A y RO-01denominado Puente Nariño, ubicado antes de la confluencia con el río Surata, presentan 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, acorde a la ubicación.

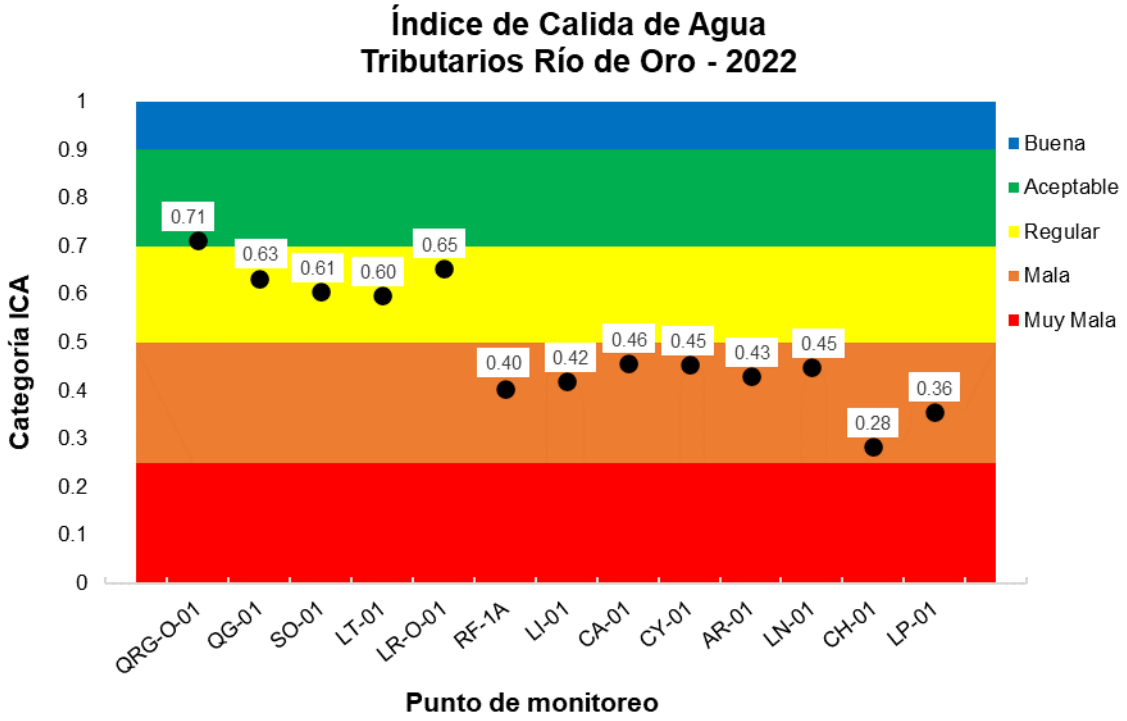
En cuanto al afluente más importante del río de Oro tenemos el río Frío que confluye en el punto RF-1A, también la Q. Grande, Q. Soratoque, el Río Lato y la Q. Ruitoca. En la parte baja del Río de Oro, se encuentran ubicados los puntos de monitoreo de

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 causa de la recepción de los vertimientos de aguas domésticas y del sector industrial, al igual que 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, contaminado con el aumento de la carga orgánica. En la tabla 15, se muestran los respectivos criterios de Calidad.

Tabla 15. Índice de Calidad de Agua ICA - Tributarios Río de Oro. Fuente: CDMB

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2022	CALIDAD
TRIBUTARIOS RIO DE ORO	QRG-O-01	0.71	ACEPTABLE
	QG-01	0.63	REGULAR
	SO-01	0.61	REGULAR
	LT-01	0.60	REGULAR
	LR-O-01	0.65	REGULAR
	RF-1A	0.40	MALA
	LI-01	0.42	MALA
	CA-01	0.46	MALA
	CY-01	0.45	MALA
	AR-01	0.43	MALA
	LN-01	0.45	MALA
	CH-01	0.28	MALA
	LP-01	0.36	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), y categoría “Aceptable” únicamente la quebrada el Rasgón (QRG-O-01). Ver tabla 15 y gráfica 6.



Gráfica 6. Índice de Calidad de Agua ICA - Tributarios Río de Oro. Fuente: CDMB

Por otra parte, la calidad del agua en la quebrada La Iglesia punto LI-01, ubicado antes de la confluencia de la quebrada con el río de Oro, tiene un ICA de categoría "MALA" en 2022 igual que en 2021; resultado que demuestra la carga contaminante que recibe de los vertimientos de las industrias y establecimientos ubicados en el sector de la autopista Bucaramanga – Girón.

Además, en las quebradas ubicadas en la escarpa occidental se observó una desmejora nuevamente de la Q. Argelia punto AR-01 localizado antes de la confluencia con el Río de Oro con un ICA “Malo” diferente al determinado en el año 2021. Ver tabla 9 (ICA tres campañas 2022)

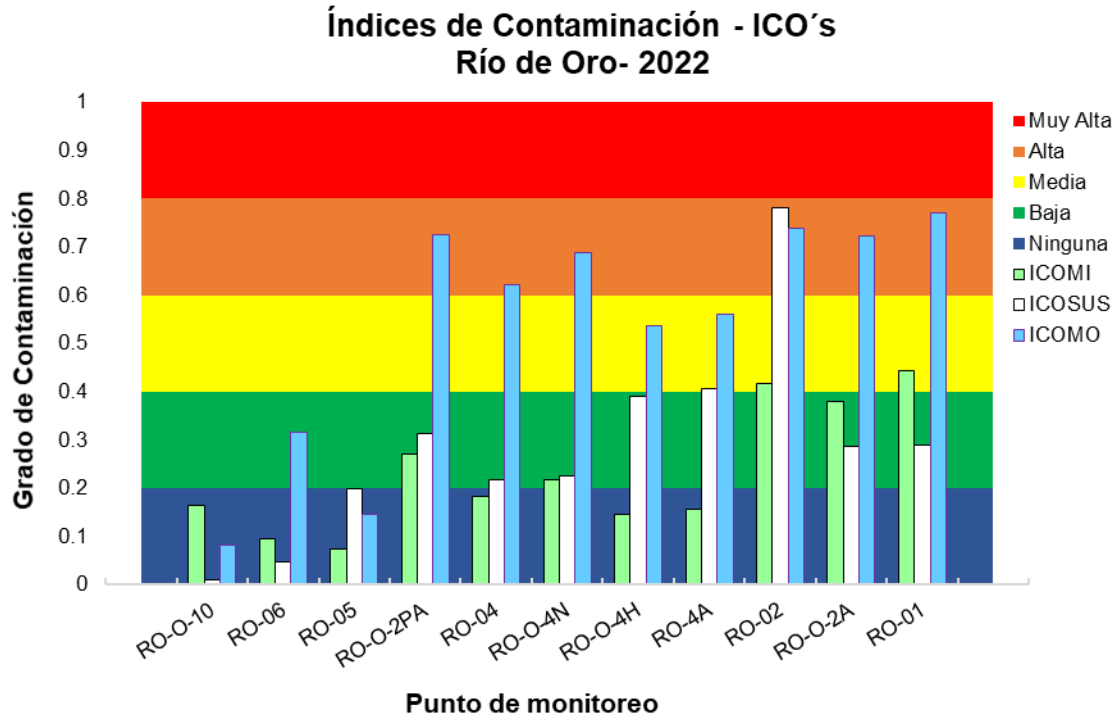
2.5.1.3 Índices de Contaminación ICO’s en el río de Oro

Los índices de contaminación ICOMI, ICOMO e ICOSUS en los puntos RO-O-10 a RO-05 presentan categoría de "Ninguna" contaminación. Estos criterios desmejoran a medida que el río pasa por la parte urbana de Piedecuesta y en el trayecto recibe los vertimientos de las industrias que lo contamina y el índice de contaminación por materia orgánica ICOMO llega a “Alto", luego se recupera un poco en los tramos RO-O-4H y RO-4A, para degradarse nuevamente en el tramo RO-02 hasta RO-01. De la misma forma sucede con el ICOSUS, contaminación por sólidos suspendidos el cual inicia en ninguna contaminación pasando luego a "Baja" en el tramo RO-O-2PA hasta RO-O-4H y aumenta a "Media" en el tramo RO-4A, degradándose a “MALA” en el punto RO-02, para finalmente recuperarse el Rio de Oro en los tramos finales de RO-O-2A y RO-01.

Tabla 16. Índices de Contaminación - Río de Oro 2022. Fuente: CDMB

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
RÍO DE ORO	RO-O-10	0.16	0.08	0.01	0.07
	RO-06	0.10	0.31	0.05	0.11

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
	RO-05	0.07	0.15	0.20	0.06
	RO-O-2PA	0.27	0.72	0.31	1.33
	RO-04	0.18	0.62	0.22	0.47
	RO-O-4N	0.22	0.69	0.22	0.67
	RO-O-4H	0.15	0.54	0.39	0.31
	RO-4A	0.16	0.56	0.41	0.67
	RO-02	0.42	0.74	0.78	1.26
	RO-O-2A	0.38	0.72	0.29	0.98
	RO-01	0.44	0.77	0.29	1.50



Gráfica 7. Índices de Contaminación - Río de Oro 2022. Fuente: CDMB

2.5.1.4 Índices de contaminación ICO's tributarios río de Oro

La quebrada QRG-O-01 tiene un ICA de calidad Aceptable, por lo tanto, el ICOMI, ICOSUS y el ICOMO varía entre "NINGUNA" a "BAJA" contaminación. Otros tributarios del río Oro presentan ICO´S con grados de contaminación de calidad

“Alta” en materia orgánica y en mineralización como el río Frío en el punto RF-1A, la quebrada la Iglesia punto LI-01, así como en toda la escarpa occidental (CA-01, CY-01, AR-01, LN-01, CH-01), calificación coincide con los índices de calidad (ICA´S) obtenidos en criterio “MALA”.

El índice de contaminación más alto de materia orgánica y por mineralización lo registró la quebrada Q. La picha (LP-01), y la mayor contaminación en Sólidos suspendidos ICOSUS lo presenta la Q. Chapinero CH-01, antes de la confluencia con el río de Oro con índices de contaminación en el criterio “Muy Alta”. (Ver Tabla 17 y Gráfica 8).

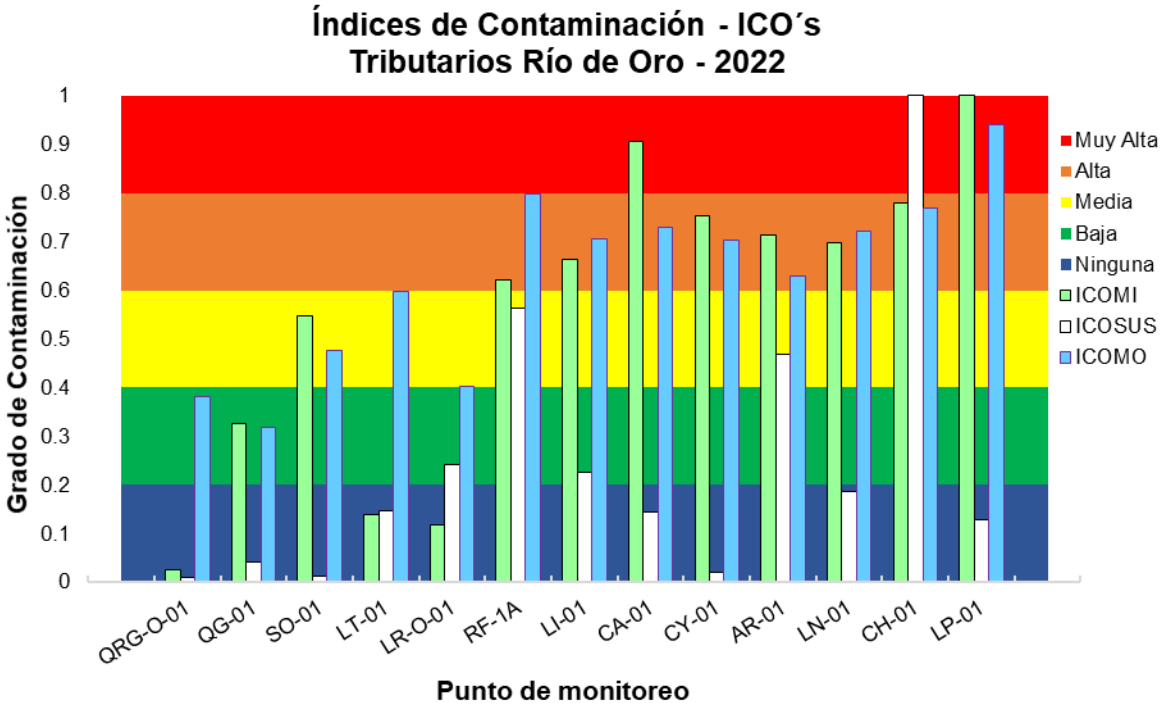
Por su parte, La quebrada Chimita punto CA-01, también presentó una categoría de "Muy Alta" en el índice de mineralización, está quebrada nace de la unión de las quebradas La Rosita y La Joya, y es receptora de vertimientos domésticos provenientes de los colectores de aguas residuales originarios de la zona urbana de Bucaramanga, y su mayor afectación se produce vertimiento doméstico, sin embargo se evidenció una mejora en el índice de solidos suspendidos con descriptor “Ninguno” como se evidencia en la tabla 17 y gráfica 8.

Por último, se observaron mejoras en los índices de ICOSUS a diferencia del año 2021 pasando de “Regular” o “Muy alto” en los puntos CA-01, CY-01, LN-01, LP-01, a un índice de “NINGUNO”.

Tabla 17. Índices de Contaminación - Tributarios Río de Oro 2022. Fuente: CDMB

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
	QRG-O-01	0.02	0.38	0.01	0.05

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
TRIBUTARIOS RÍO DE ORO	QG-01	0.33	0.32	0.04	0.09
	SO-01	0.55	0.48	0.01	1.31
	LT-01	0.14	0.60	0.15	0.23
	LR-O-01	0.12	0.40	0.24	0.28
	RF-1A	0.62	0.80	0.56	3.01
	LI-01	0.66	0.71	0.23	0.26
	CA-01	0.91	0.73	0.14	2.59
	CY-01	0.75	0.70	0.02	1.43
	AR-01	0.71	0.63	0.47	1.76
	LN-01	0.70	0.72	0.19	1.48
	CH-01	0.78	0.77	1.00	3.26
	LP-01	1.00	0.94	0.13	1.30



Gráfica 8. Índices de Contaminación - Tributarios Río de Oro 2022. Fuente: CDMB

2.5.2. Sistema quebrada La Iglesia

Imagen 4. 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. Asimismo, en el trayecto de la Iglesia se tienen ubicados dos puntos de monitoreo, el punto LI-01 denominado Puente Sena y LI-03 San Luís.

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

PUNTO DE MONITOREO	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 3
LI-03	2/09/2022	6/10/2022	11/11/2022
MA-01	2/09/2022	6/10/2022	11/11/2022
GY-01	2/09/2022	6/10/2022	11/11/2022
DC-01	2/09/2022	6/10/2022	11/11/2022
LF-01	2/09/2022	6/10/2022	11/11/2022
LI-01	2/09/2022	6/10/2022	11/11/2022
CS-01	2/09/2022	6/10/2022	11/11/2022

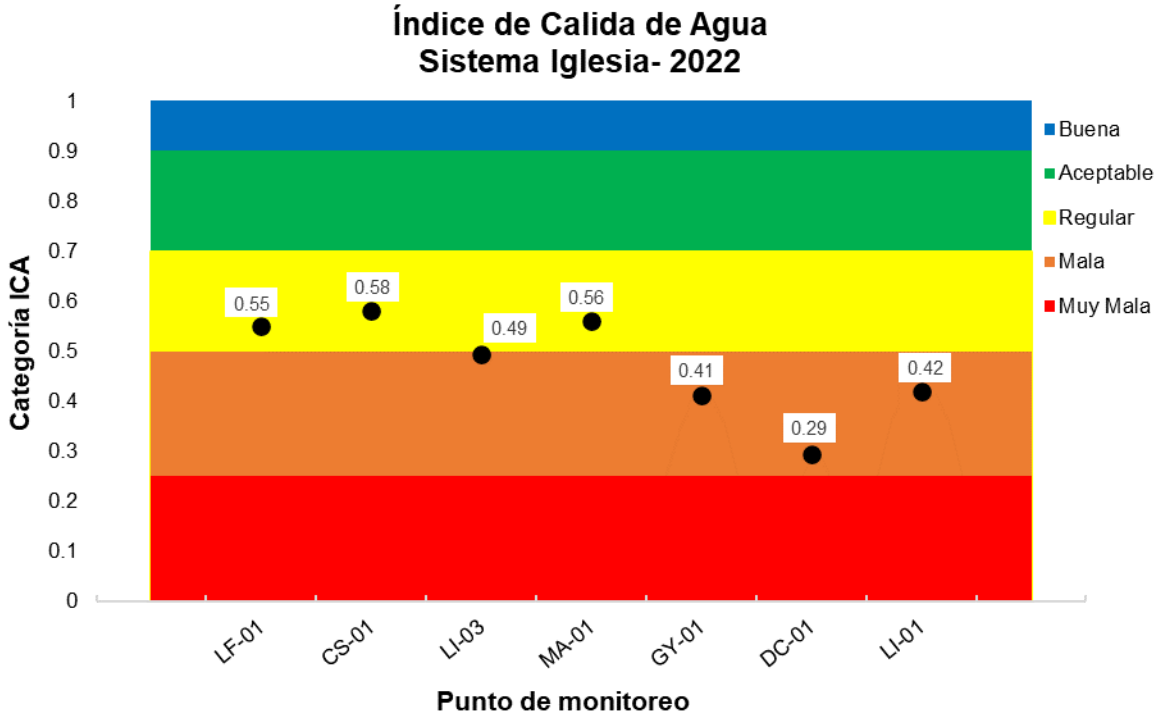
Imagen 5. Monitoreo de corrientes, puntos LI-03 / MA-01

2.5.2.1. Índice de calidad sistema La Iglesia

Tabla 19. Índice de Calidad de Agua ICA - Sistema Iglesia. Fuente: CDMB

SITIO DE MUESTREO		PUNTO	ICA 2022	CALIDAD
SISTEMA IGLESIA	Q. La Flora	LF-01	0.55	REGULAR
	Q. La Cascada	CS-01	0.58	REGULAR
	Q. La Iglesia	LI-03	0.49	MALA
	Q. El Macho	MA-01	0.56	REGULAR
	Q. La Guacamaya	GY-01	0.41	MALA
	Q. El Carrasco	DC-01	0.29	MALA
	Q. La Iglesia	LI-01	0.42	MALA

Los puntos LI-03 San Luís, LI-01 Puente Sena en la Q. la Iglesia, GY-01 denominado Coca-Cola en la quebrada la Guacamaya y DC-01 Cenfer en la quebrada el Carrasco presentaron un ICA calificado en categoría "MALA", como se puede observar en la Grafica 9, estos puntos tienen alta contaminación por materia orgánica que se refleja en los valores de las demandas químicas de oxígeno y nitrógenos.



Gráfica 9. Índice de Calidad de Agua ICA - Sistema Iglesia. Fuente: CDMB

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

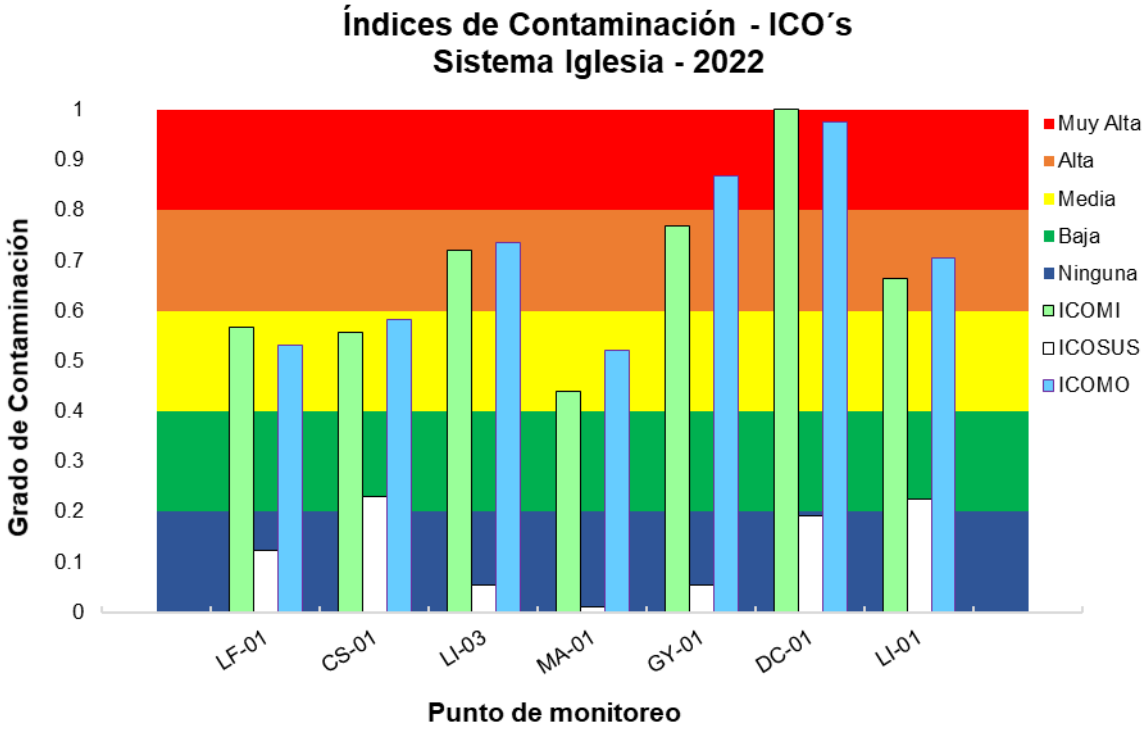
2.5.2.2 Índices de Contaminación ICO’s sistema La Iglesia

El índice de contaminación por mineralización - ICOMI se encuentra en categoría “Muy Alta” en el punto DC-01, como también el índice de contaminación por Materia Orgánica- ICOMO en las quebradas Guacamaya GY-01 y el Carrasco DC-01. Por

otra parte, el índice de contaminación de sólidos suspendidos - ICOSUS evidencia categorías "NINGUNA" excepto para los puntos LI-01 y CS-01 categorizados como “BAJA”; tal como se observa en la Tabla 20 y Gráfica 10.

Tabla 20. Índices de Contaminación 2022 - Sistema Iglesia. Fuente: CDMB

SITIO DE MUESTREO		PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
SISTEMA IGLESIA	Q. La Flora	LF-01	0.57	0.53	0.12	0.80
	Q. La Cascada	CS-01	0.56	0.58	0.23	0.95
	Q. La Iglesia	LI-03	0.72	0.74	0.05	1.42
	Q. El Macho	MA-01	0.44	0.52	0.01	1.05
	Q. La Guacamaya	GY-01	0.77	0.87	0.05	2.10
	Q. El Carrasco	DC-01	1.00	0.98	0.19	3.01
	Q. La Iglesia	LI-01	0.66	0.71	0.23	0.26



Gráfica 10. Índices de Contaminación 2022 - Sistema Iglesia. Fuente: CDMB

Al comparar los resultados con el año 2021, se observó una mejora en la calidad en el año 2022 de los índices ICOMI para la Q. La Cascada CS-01 y una desmejora en la Q. El Macho puntos MA-01. Con Respecto al ICOMO se obtuvo una mejora en un punto de la categoría para la Q. La Flora LF-01 y Q. La Iglesia LI-03 a la categoría “MEDIA” y “ALTA” respectivamente.

2.5.3 Rio Frío y principales afluentes

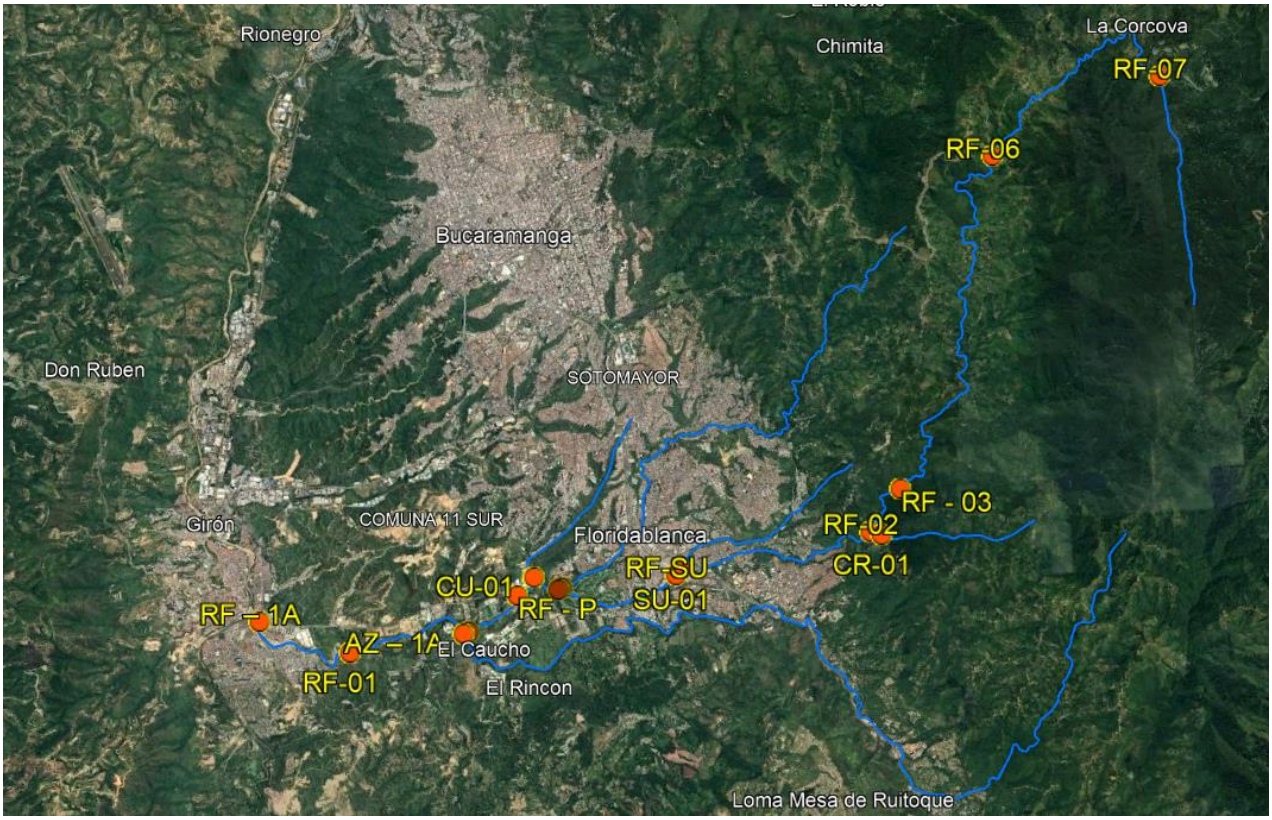


Imagen 6. Ubicación puntos de monitoreo Río Frío y tributarios

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” el

cual tiene una calidad de agua clasificada en “Regular”, que se mantiene y se recupera en el punto RF-02 “Esperanza Rio Frio”, sin embargo, vuelve y desmejora a calidad “REGULAR” a lo largo de su recorrido en el siguiente punto RF-SU “Zona Refrescante R.F.”, ya que se encuentra sobre la zona urbana de Floridablanca, para luego alcanzar una categoría de calidad “MALA” desde el punto RF-B “El Caucho” (antes de la confluencia con la Quebrada Aranzoque), continuando su recorrido recibiendo descargas domesticas para finalmente terminar en el punto RF-1A “Caneyes” situado antes de la confluencia con río Oro. Hay que mencionar, que en medio del tramo RF-P y RF-B se encuentra la PTAR-Río Frío donde se trata el 100% de las aguas residuales del municipio de Floridablanca y el 11% de la zona sur de Bucaramanga.

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

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

PUNTO DE MONITOREO	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 3
RF-07	25/08/2022	10/10/2022	15/11/2022
RF-06	25/08/2022	10/10/2022	15/11/2022
RF-03	25/08/2022	10/10/2022	15/11/2022
RF-02	25/08/2022	10/10/2022	15/11/2022
RF-SU	25/08/2022	10/10/2022	15/11/2022
RF-ZA	25/08/2022	10/10/2022	15/11/2022
RF-P	25/08/2022	10/10/2022	15/11/2022
RF-B	25/08/2022	10/10/2022	15/11/2022
RF-01	25/08/2022	10/10/2022	15/11/2022

RF-1A	25/08/2022	10/10/2022	15/11/2022
CR-01	25/08/2022	10/10/2022	15/11/2022
CU-01	25/08/2022	10/10/2022	15/11/2022
SU-01	25/08/2022	10/10/2022	15/11/2022
ZA-01	25/08/2022	10/10/2022	15/11/2022
AZ-1A	25/08/2022	10/10/2022	15/11/2022

Imagen 7. Monitoreo de corrientes, punto RF-07 / RF-1A

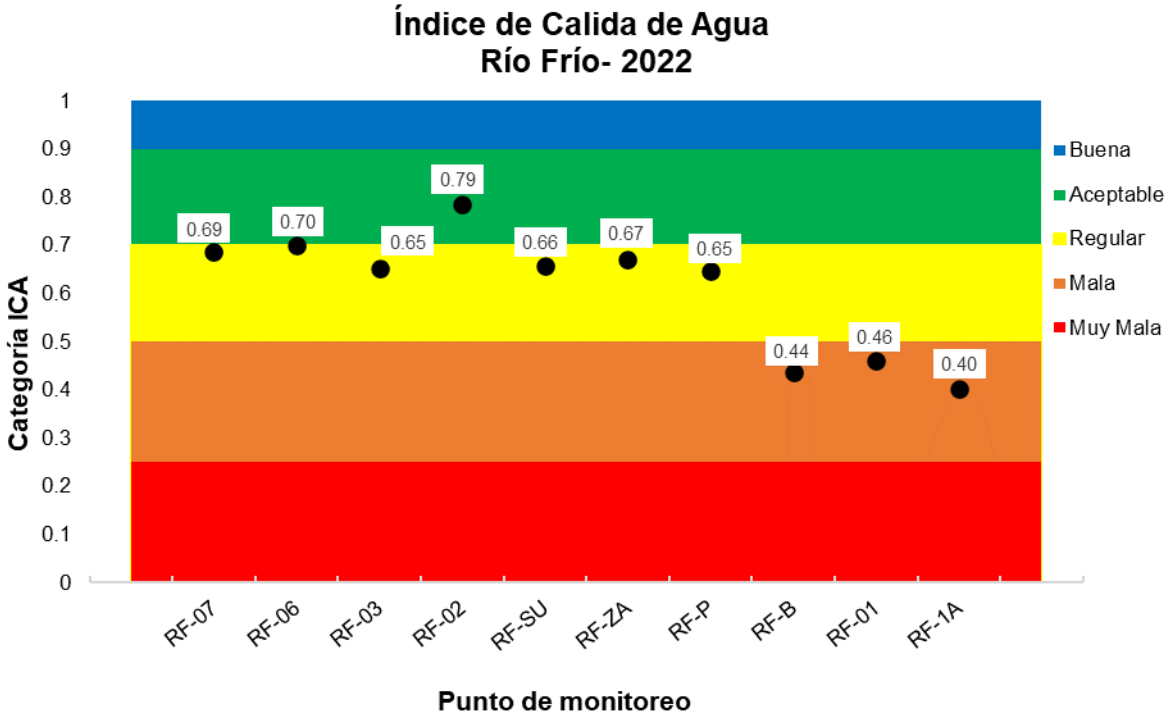
2.5.3.1 Índice de Calidad ICA río Frío

Los índices de calidad de agua para río Frío que se encuentran entre categorías “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.

Tabla 22. Índice de Calidad de Agua ICA- Río Frío. Fuente: CDMB

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2022	CALIDAD
RÍO FRÍO	RF-07	0.69	REGULAR
	RF-06	0.70	REGULAR
	RF-03	0.65	REGULAR

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2022	CALIDAD
	RF-02	0.79	ACEPTABLE
	RF-SU	0.66	REGULAR
	RF-ZA	0.67	REGULAR
	RF-P	0.65	REGULAR
	RF-B	0.44	MALA
	RF-01	0.46	MALA
	RF-1A	0.40	MALA



Gráfica 11. Índice de Calidad de Agua ICA- Río Frío. Fuente: CDMB

2.5.3.2 Índice de Calidad para los tributarios del río Frio

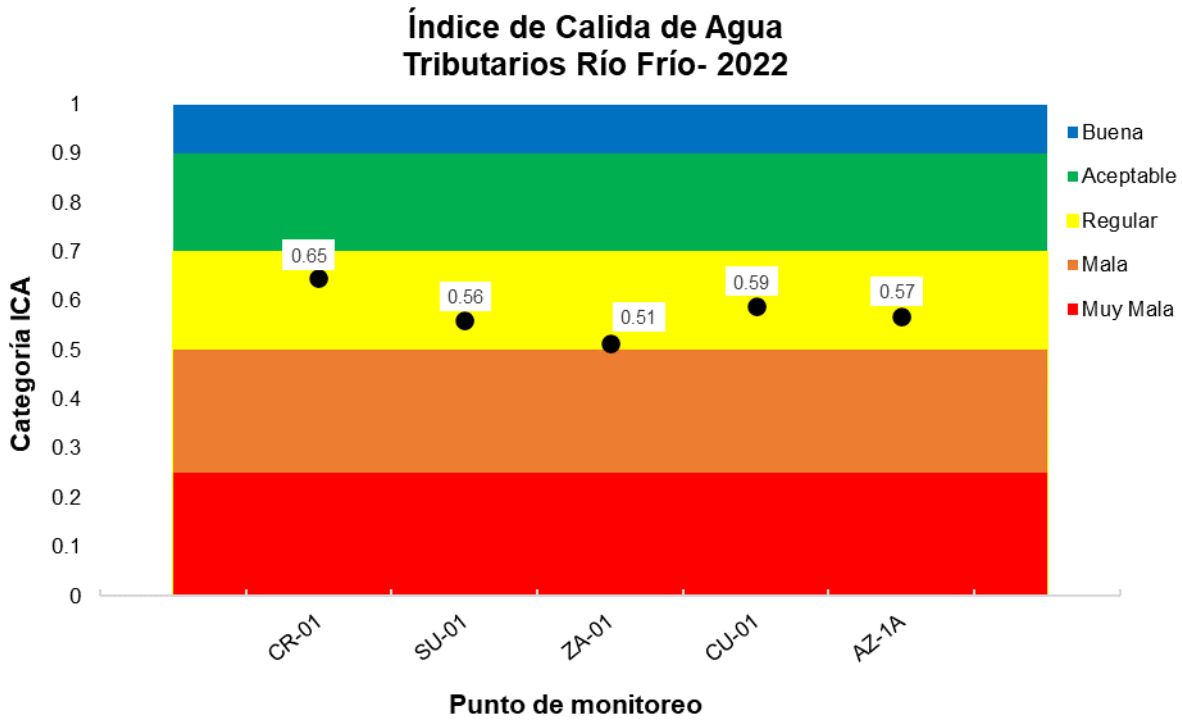
Los afluentes del río Frío, son la quebrada Aranzoque o Mensuli en el punto AZ-1A, la quebrada Zapamanga que tiene el punto ZA-01 Campestre, la Quebrada Carbona con el punto CR-01 La Esperanza, la Quebrada Suratoque en el punto SU-01 Zona Refrescante y la Quebrada Cuellar CU-

01 Tierra Santa, los cuales se encuentran antes de la confluencia con el río Frío.

Como lo evidencia la Tabla 23 y Gráfica 12, para la vigencia 2022, la estación de monitoreo ZA-01 continua con la misma calidad del año 2021, y en el caso del punto AZ-1A se obtuvo una mejora de la calidad obteniendo una ICA “REGULAR”, a diferencia del año anterior que presentó criterio “MALA”. Por otra parte, las nuevas estaciones de la AQ. La Carbona CR-01, Q. Suratoque SU-01 y Q. Cuellar CU-01, también obtuvieron resultados de calidad clasificados como “REGULAR”.

Tabla 23. Índice de Calidad de Agua - Tributarios Río Frío. Fuente: CDMB

SITIO DE MUESTREO		PUNTO	ICA 2022	CALIDAD
TRIBUTARIOS RÍO FRÍO	Q. Carbona	CR-01	0.65	REGULAR
	Q. Suratoque	SU-01	0.56	REGULAR
	Q. Zapamanga	ZA-01	0.51	REGULAR
	Q. Cuellar	CU-01	0.59	REGULAR
	Q. Aranzoque-Mensulí	AZ-1A	0.57	REGULAR



Gráfica 12. Índice de Calidad de Agua - Tributarios Río Frío. Fuente: CDMB

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 materia orgánica ICOMO en el punto El Caucho RF-B, Anillo Vial RF-01 y Caneyes RF-1A puntos que reciben alto contenidos de materia orgánica.

También se registró contaminación "Media " para los puntos RF-03, RF-P y ZA-01, Los demás puntos monitoreados presentaron un ICOMO categoría "BAJA", en RF-07, RF-06 y RF-SU y categoría "Ninguna" para el punto RF-02.

Con respecto al índice de contaminación por mineralización ICOMI, en el curso del río Frío se observaron las siguientes categorías: “Alta" en el punto Caneyes RF-1A. “MEDIA” para los puntos RF-01 y RF-B observando una mejora de este índice con respecto al 2021. El resto de puntos calculados para ICOMI, mostraron un criterio "Ninguna"

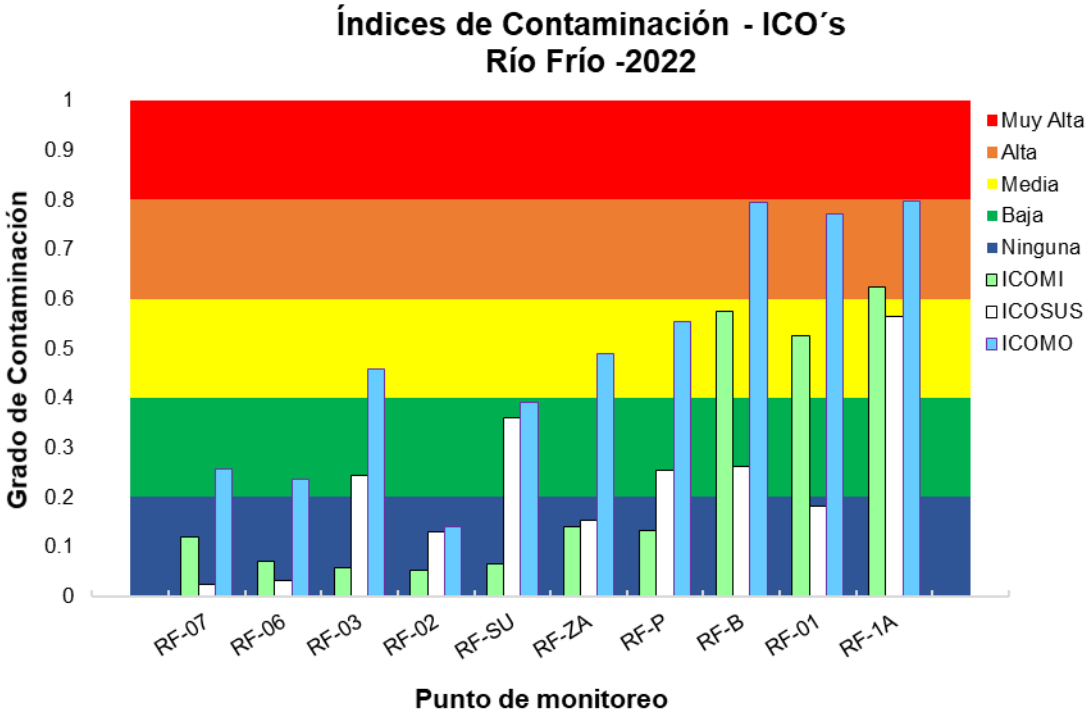
Para los puntos RF-07 La Truchera, RF-06 Puente San Ignacio, RF-03 La Esperanza, RF-02 Esperanza Rio Frio, RF-SU Zona Refrescante RF, RF-ZA Campestre, y RF-P El Pórtico el Índice de contaminación por mineralización - ICOMI obtuvo un criterio de “NINGUNO", al igual que los ICOSUS en los puntos de RF-07, RF-06, RF-02, RF-ZA y RF-01 con resultados de índices de calidad por sólidos suspendidos categoría “NINGUNA", y “BAJA”, para los puntos RF-03, RF-SU, RF-B, RF-B y RF-1ª en el año 2022.

En cuanto al indicador ICOSUS de Sólidos suspendidos, el punto RF-1A Caneyes fue el único que se ubicó con el descriptor "Regular", designación que coincide con la concentración de sólidos suspendidos obtenidos en las campañas de monitoreo realizadas en este punto, los demás puntos se ubicaron en categorías “BAJA y “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.

Tabla 24. Índices de Contaminación - Río Frío. Fuente: CDMB

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
RÍO FRÍO	RF-07	0.12	0.26	0.02	0.34
	RF-06	0.07	0.23	0.03	0.07
	RF-03	0.06	0.46	0.24	0.10
	RF-02	0.05	0.14	0.13	0.16
	RF-SU	0.07	0.39	0.36	0.09
	RF-ZA	0.14	0.49	0.15	0.22
	RF-P	0.13	0.55	0.26	0.20
	RF-B	0.57	0.79	0.26	4.53
	RF-01	0.53	0.77	0.18	2.75
	RF-1A	0.62	0.80	0.56	3.01



Gráfica 13. Índices de Contaminación - Río Frío. Fuente: CDMB

2.5.3.4 Índices de contaminación tributarios río Frio

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

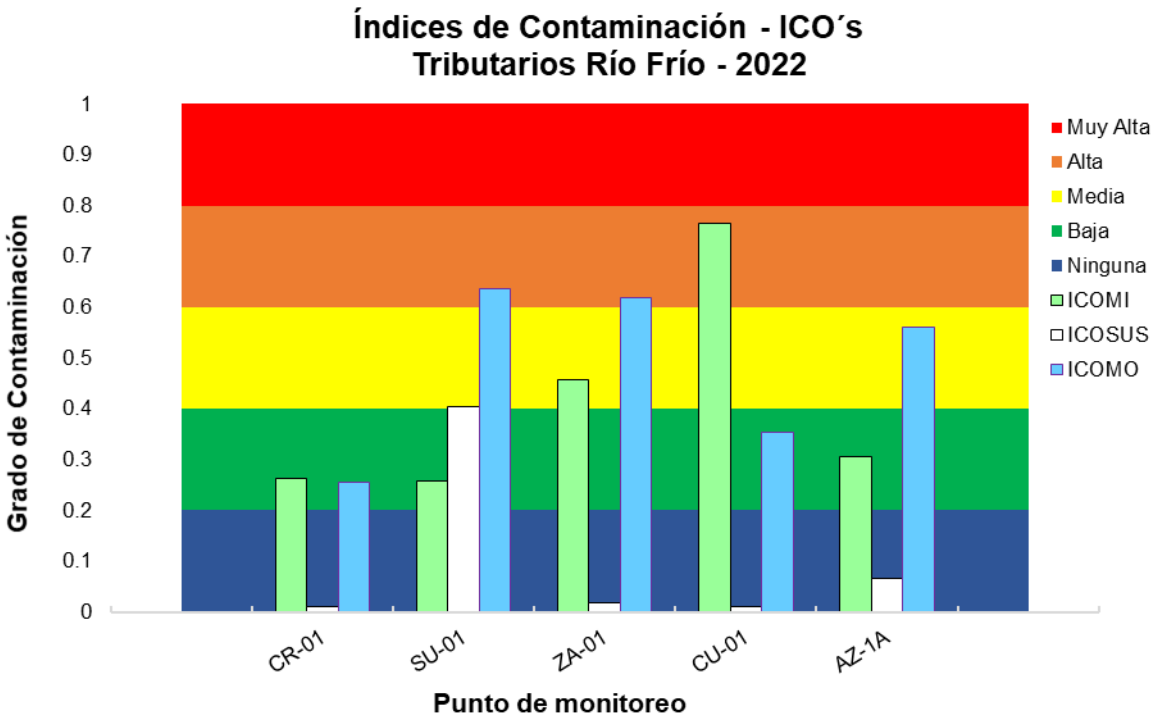
degradación de la fuente por materia orgánica en los puntos ZA-01 y SU-01 ya que presentaron criterio de "ALTA" contaminación, seguido por el afluente Aranzoque-Menzulí AZ-1A, que obtuvo una calificación “MEDIA” y finalmente los puntos CR-01 La Esperanza y CU-01 Tierra Santa, con una calificación “BAJA”.

Además, el índice ICOMI mostró categorización de “BAJA” mineralización para las Quebradas Carbona, Suratoque y Aranzoque a diferencia de los puntos de la Q. Zapamanga y Q. Cuellar con una categoría “MEDIA” y “ALTA” respectivamente.

Finalmente, los afluentes de río Frío advirtieron un estado EUTROFICO en todos los puntos monitoreados

Tabla 25. Índices de Contaminación – Tributarios Río Frío. Fuente: CDMB

SITIO DE MUESTREO		PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
TRIBUTARIOS RÍO FRÍO	Q. Carbona	CR-01	0.26	0.25	0.01	0.08
	Q. Suratoque	SU-01	0.26	0.64	0.40	0.49
	Q. Zapamanga	ZA-01	0.46	0.62	0.02	0.53
	Q. Cuellar	CU-01	0.76	0.35	0.01	0.43
	Q. Aranzoque-Mensulí	AZ-1A	0.31	0.56	0.07	0.26



Gráfica 14. Índices de Contaminación – Tributarios Río Frío. Fuente: CDMB

2.5.4. Quebrada La Ruitoca

Imagen 8. 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 Cañaveral, 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 DE MONITOREO	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 3
LR-03	29/08/2022	11/10/2022	17/11/2022
LR-02B	29/08/2022	11/10/2022	17/11/2022
LR-02	29/08/2022	11/10/2022	17/11/2022
LR-02C	29/08/2022	11/10/2022	17/11/2022
LR-02A	29/08/2022	11/10/2022	17/11/2022
LR-O-01	29/08/2022	11/10/2022	17/11/2022

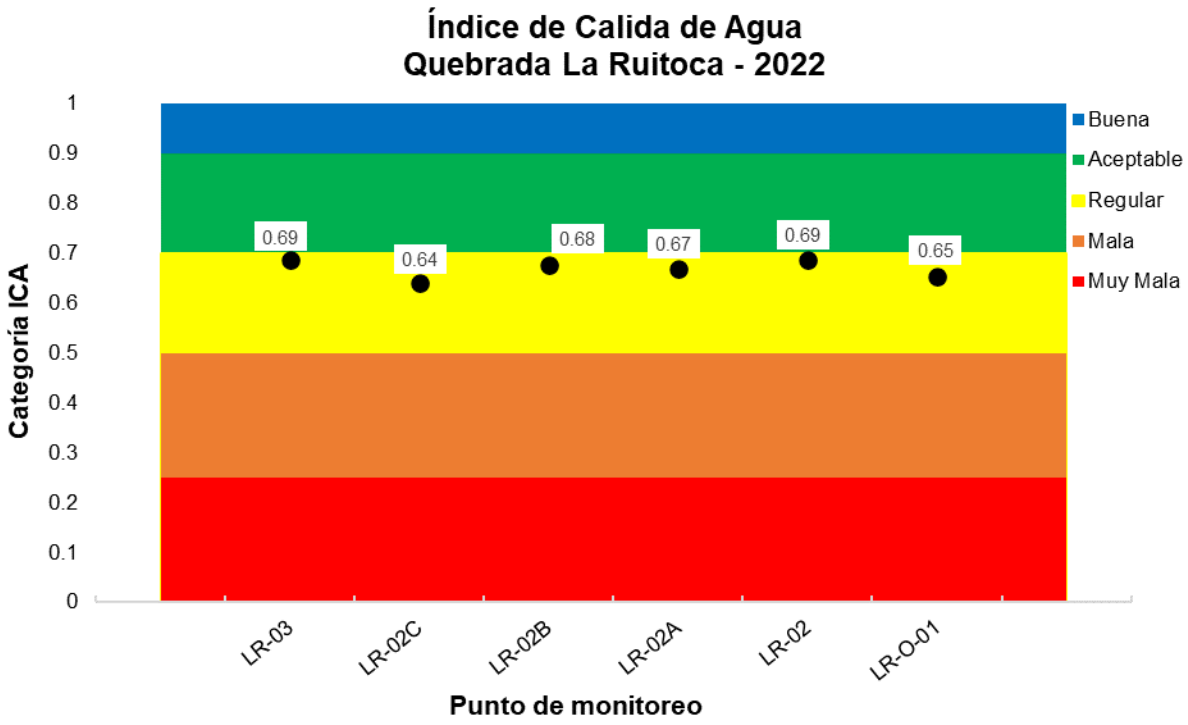
Imagen 9. Puntos de monitoreo LR-03 / LR-O-01

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 Cañaveral, LR-02C Pollo Plus, LR-02B Acapulco, LR-02A El Porvenir, LR-02 El Pilón, y LR-O-01 La Ruitoca. Es importante tener en cuenta que LR-03 y LR-02 mantienen la misma calidad con respecto al 2021.

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

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2022	CALIDAD
QUEBRADA LA RUITOCA	LR-03	0.69	REGULAR
	LR-02C	0.64	REGULAR
	LR-02B	0.68	REGULAR
	LR-02A	0.67	REGULAR
	LR-02	0.69	REGULAR
	LR-O-01	0.65	REGULAR



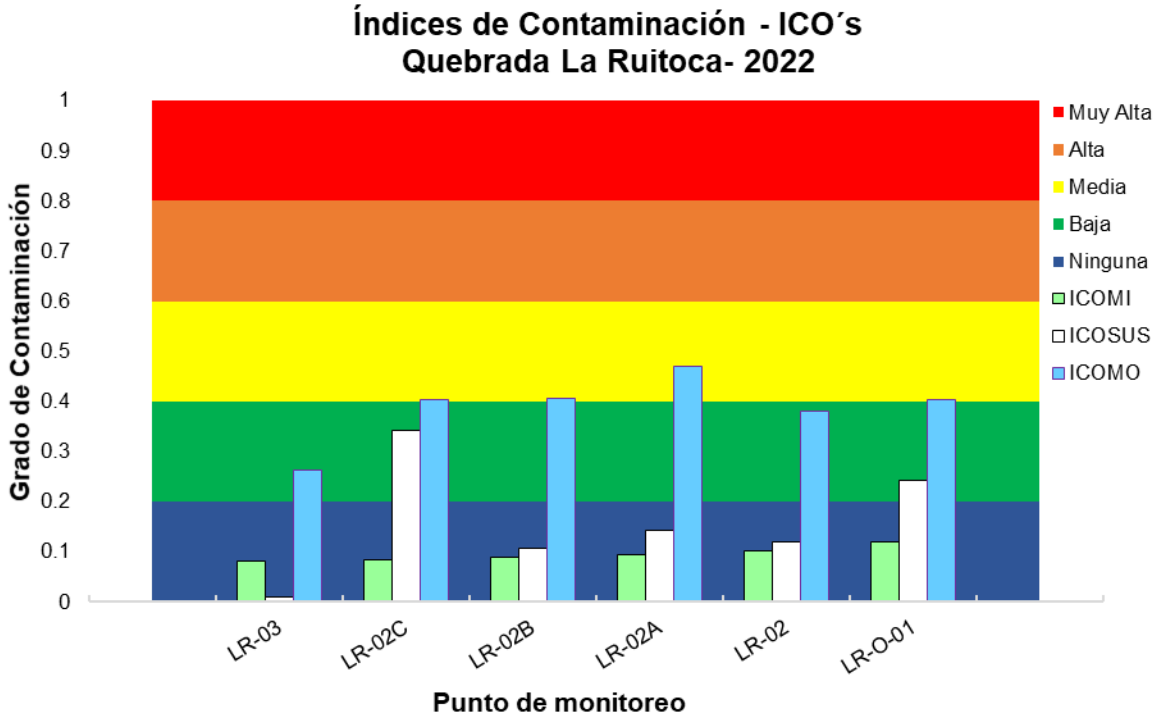
Gráfica 15. Índice de Calidad de Agua ICA – Quebrada La Ruitoca. Fuente: CDMB

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 “BAJA” en los puntos LR-03 y LR-02, y como categoría “MEDIA” para los demás puntos LR-02C, LR-02B, LR-02A y LR-O-01, lo que indica la afectación en su paso por las zonas urbanizadas. Los índices de contaminación ICOSUS demostraron un buen resultado con descriptores de contaminación entre "NINGUNA" y “BAJA”.

Tabla 28. Índices de Contaminación – Quebrada La Ruitoca. Fuente: CDMB

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
QUEBRADA LA RUITOCA	LR-03	0.08	0.26	0.01	0.06
	LR-02C	0.08	0.40	0.34	0.08
	LR-02B	0.09	0.41	0.11	0.05
	LR-02A	0.09	0.47	0.14	0.15
	LR-02	0.10	0.38	0.12	0.14
	LR-O-01	0.12	0.40	0.24	0.28



Gráfica 16. Índices de Contaminación – Quebrada La Ruitoca. Fuente: CDMB

2.5.5 Río Lebrija y sus afluentes principales

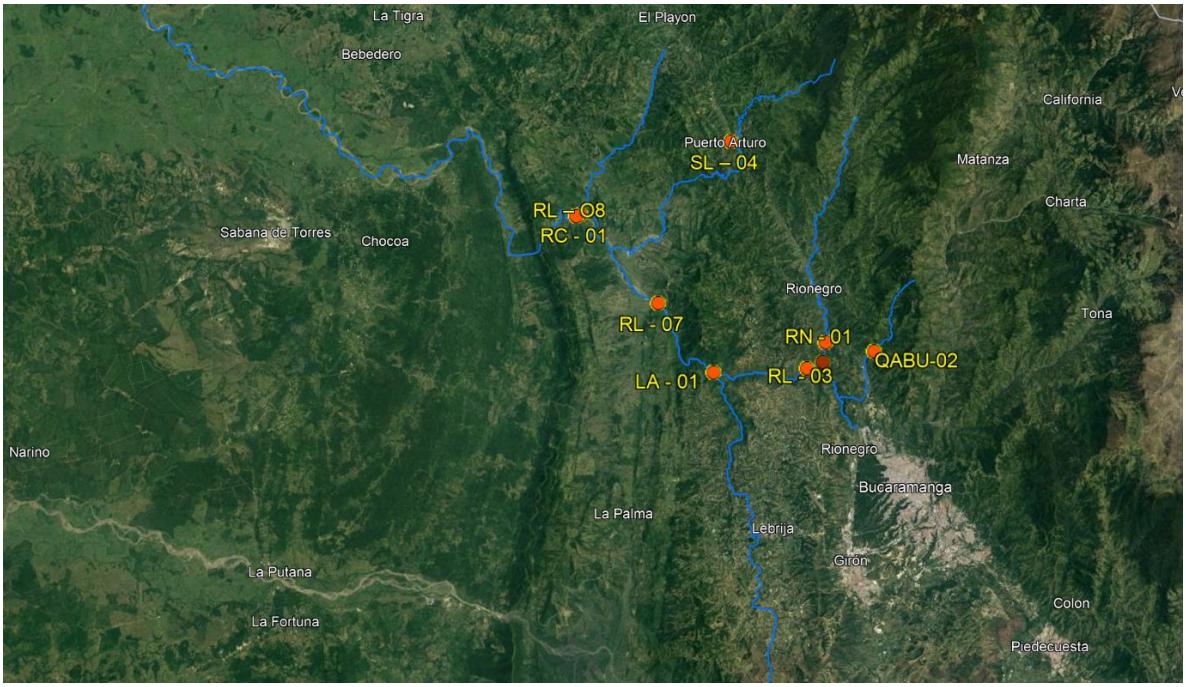


Imagen 10. Ubicación de puntos de monitoreo Río Lebrija

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, cuenta con los siguientes cuatro puntos de monitoreo:

RL-02- Bocas, ubicado en “Bocas” aguas abajo de la unión de los ríos de Oro y Surata antes de la confluencia con Rionegro

RL-03 el “Embalse” ubicado aguas abajo del embalse de Bocas

RL-07 El Conchal, localizado antes de la confluencia con el río Salamaga

RL-08 “Vanegas” se halla después de la confluencia con río Cáchira.

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

PUNTO DE MONITOREO	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 3
RL-02	23/08/2022	5/10/2022	18/11/2022
RL-03	23/08/2022	5/10/2022	21/11/2022
RL-07	23/08/2022	5/10/2022	19/11/2022
RL-08	23/08/2022	5/10/2022	22/11/2022
QABU-01	23/08/2022	5/10/2022	20/11/2022
RN-01	31/08/2022	8/10/2022	10/11/2022
SL-04	1/09/2022	8/10/2022	10/11/2022
LA-01	23/08/2022	5/10/2022	25/11/2022
RC-01	31/08/2022	8/10/2022	10/11/2022

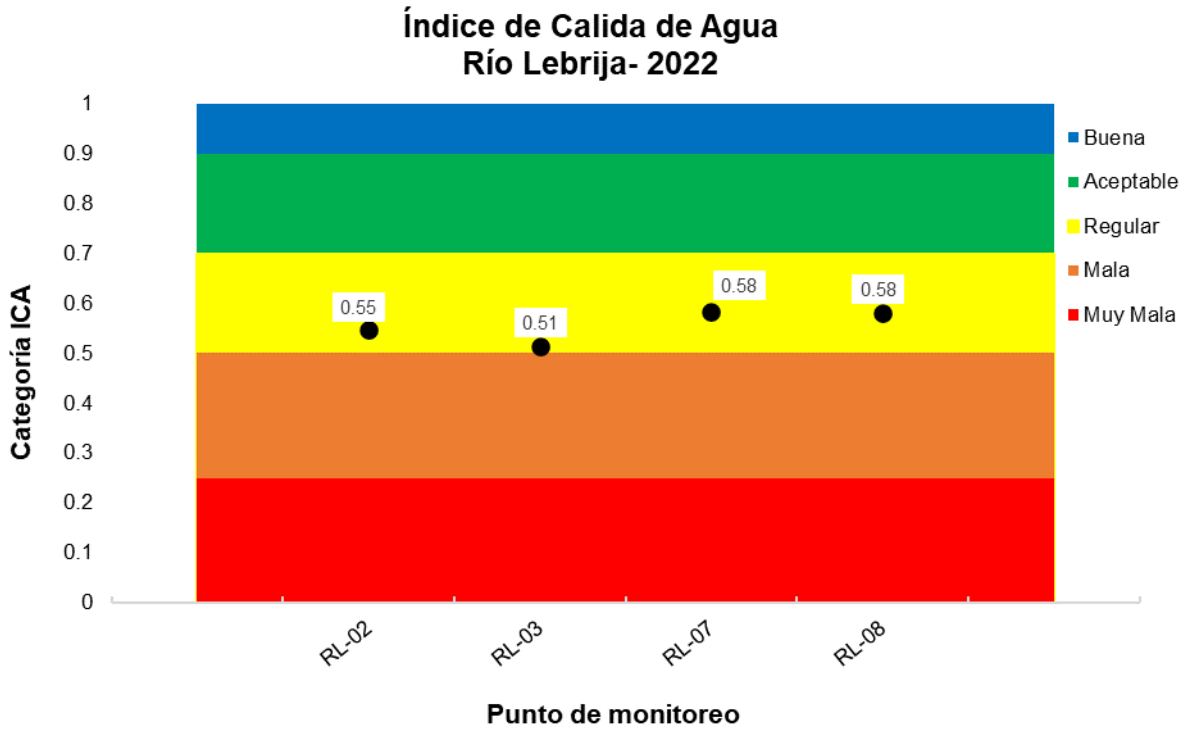
Imagen 11. Monitoreo de corrientes, punto RL-02 / RL-07

2.5.5.1 Índice de calidad Río Lebrija

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los históricos a partir de 2019, los cuatro (4) puntos monitoreados en el rio Lebrija, RL-02, RL-03, RL-07, y RL-08 continúan presentando Índices de calidad en el rango “Regular”, consecuencia de su proximidad a los centros urbanos. Ver Tabla 30 y Gráfica 17.

Tabla 30. Índice de calidad de agua ICA - Río Lebrija. Fuente: CDMB

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2022	CALIDAD
RÍO LEBRIJA	RL-02	0.55	REGULAR
	RL-03	0.51	REGULAR
	RL-07	0.58	REGULAR
	RL-08	0.58	REGULAR



Gráfica 17. Índice de calidad de agua ICA - Río Lebrija. Fuente: CDMB

Es importante tener en cuenta que el punto RL-03 Embalse, está muy próximo al descriptor de calidad "Mala" con respecto a los demás puntos monitoreados en 2022.

2.5.5.2. Índice de calidad tributarios río Lebrija

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

Quebrada el Aburrido punto 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

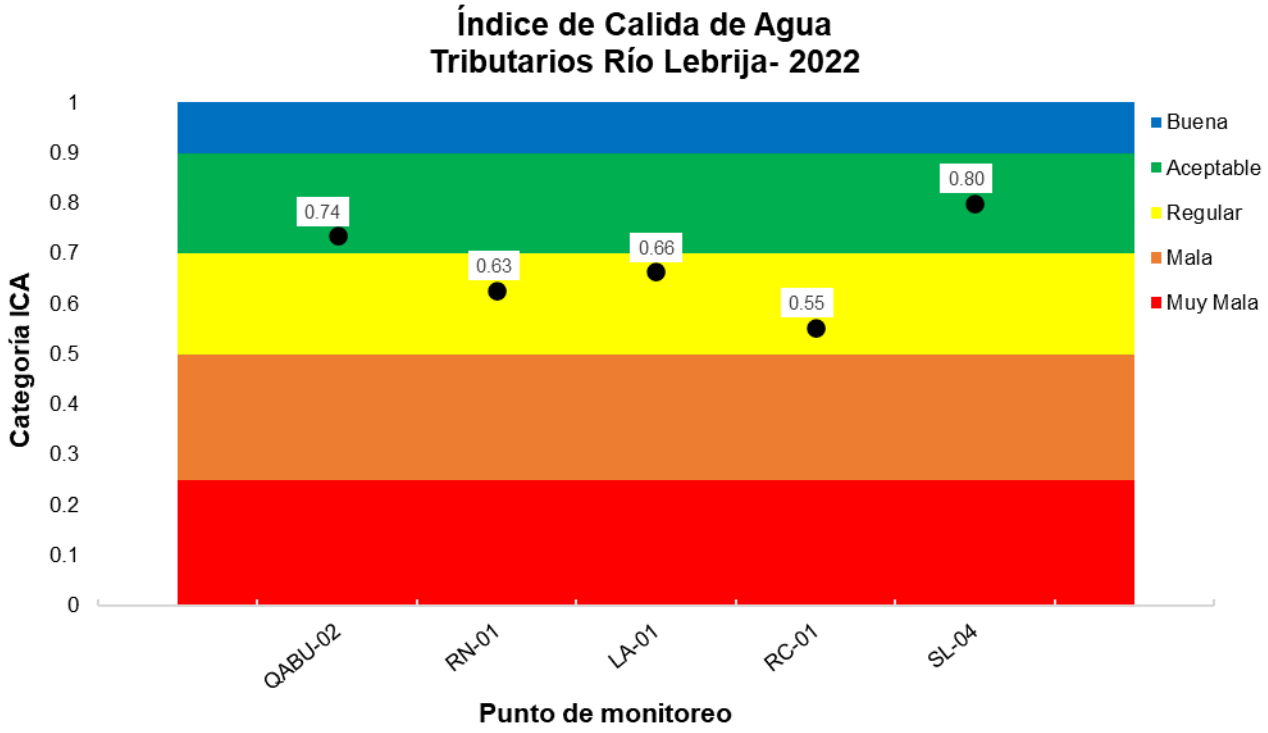
Río Cáchira RC-01`Vanegas" con sus afluentes rio cachiri y el Playonero.

Se nota en la Tabla 31 y grafica 18, que la calidad para los tributarios Quebrada El Aburrido QABU-02 y Río Salamaga- SL-04 El Bambú se encuentran en calidad “Aceptable”. Sin embargo, los puntos Río Negro RN-01, la Q. La Angula LA-01 y el Rio Cáchira RC-01, continúan presentando la misma calidad de “REGULAR” que en el 2021.

Tabla 31. Índice de Calidad de Agua - Tributarios Río Lebrija. Fuente: CDMB

SITIO DE MUESTREO		PUNTO	ICA 2022	CALIDAD
TRIBUTARIOS RIO LEBRIJA	Q. El Aburrido	QABU-02	0.74	ACEPTABLE
	Río Negro	RN-01	0.63	REGULAR
	Q. La Angula	LA-01	0.66	REGULAR
	Río Cachíra	RC-01	0.55	REGULAR
	Río Salamaga	SL-04	0.80	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 "Aceptable", mostrando mejoría con respecto al 2021, consecuencia del incremento de oxígeno disuelto. Con relación al punto LA-03 “La Batea” localizado aguas abajo de la descarga de los vertimientos de las aguas residuales domésticas y no domésticas del municipio de Lebrija se clasifico en categoría “Mala", siendo coherente con la recepción de material orgánico.



Gráfica 18. Índice de Calidad de Agua - Tributarios Río Lebrija. Fuente: CDMB

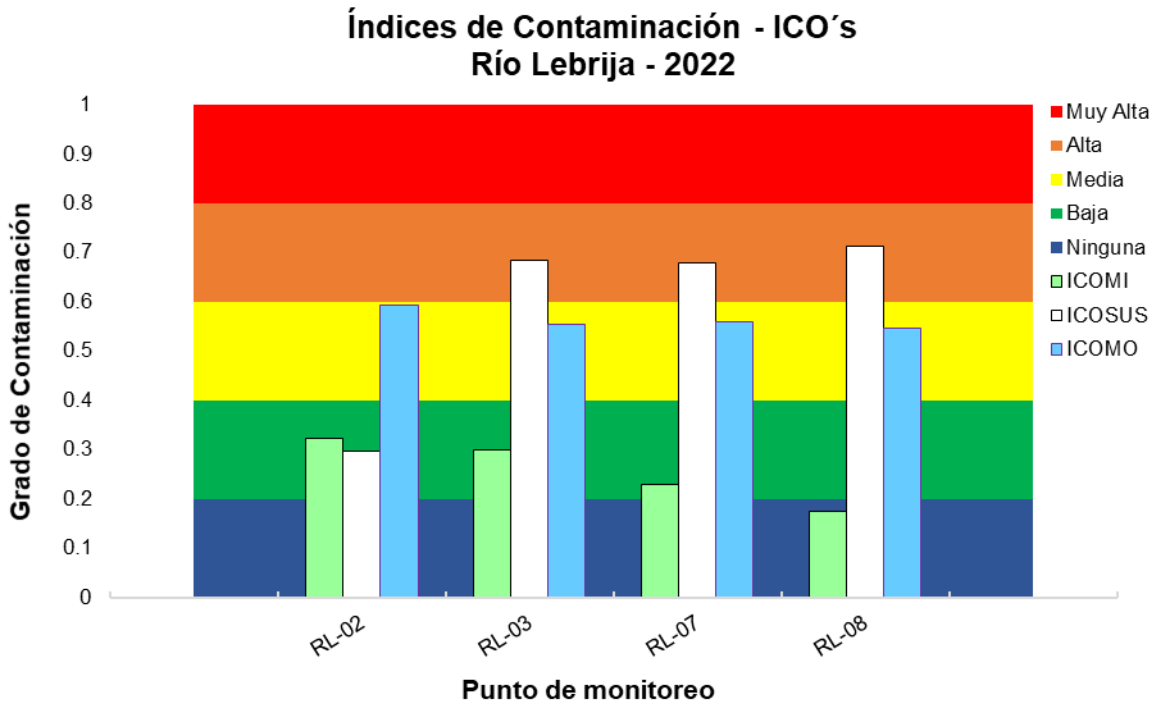
2.5.5.3. Índices de contaminación río Lebrija

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.

Para el caso de los ICOSUS, se obtuvo una calificación de “ALTA” para los puntos RL-03, RL-07 y RL-08, por los altos contenidos de sólidos suspendidos en las muestras de agua de las diferentes campañas. Con respecto al ICOMI se clasifico el Índice de Contaminación por mineralización se ubicó como “BAJA” para los puntos RL-02, RL-03 y RL-07, y “NINGUNA” para el punto RL-08

Tabla 32. Índices de Contaminación - Río Lebrija. Fuente: CDMB

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
RÍO LEBRIJA	RL-02	0.32	0.59	0.30	0.70
	RL-03	0.30	0.55	0.68	0.63
	RL-07	0.23	0.56	0.68	0.39
	RL-08	0.17	0.55	0.71	0.49



Gráfica 19. Índices de Contaminación - Río Lebrija. Fuente: CDMB

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

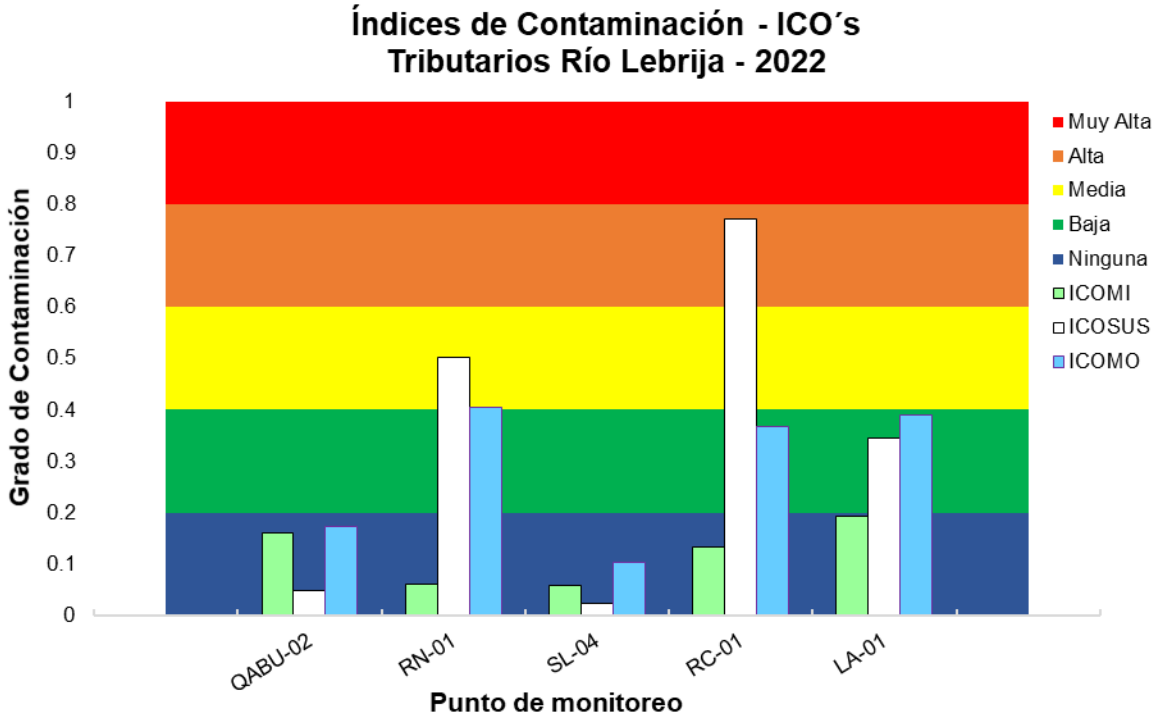
Se evidencia en la Tabla 33 y Gráfica 20, que el índice de contaminación por mineralización ICOMI, se encuentra en calificación “Ninguna” en los cinco (5) puntos tributarios del río Lebrija.

Con respecto al índice de Materia Orgánica-ICOMO, la calificación es "Media" para el afluente Rionegro RN-01, la calificación “BAJA” para el Río Cachira y la Q. La Angula”. Y los puntos Q. El Aburrido y Rio Salamaga 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, la categoría “ALTA fue para el Río Cachira RC-01, debido al incremento en este parámetro, como se observa en la gráfica 20.

Tabla 33. Índices de Contaminación - Tributarios Río Lebrija. Fuente: CDMB

SITIO DE MUESTREO		PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
TRIBUTARIOS RIO LEBRIJA	Q. El Aburrido	QABU-02	0.16	0.17	0.05	0.08
	Río Negro	RN-01	0.06	0.41	0.50	0.08
	Río Salamaga	SL-04	0.06	0.10	0.02	0.20
	Río Cachíra	RC-01	0.13	0.37	0.77	0.57
	Q. La Angula	LA-01	0.19	0.39	0.34	0.37



Gráfica 20. Índices de Contaminación - Tributarios Río Lebrija. Fuente: CDMB

2.5.6 Rio Cachira, Río Salamaga y Río Negro

Los Ríos Cachira, Salamaga y Río Negro y sus respectivos afluentes, se visualizan en la imagen 12.

Así mismo, la tabla 34, muestra las fechas de las tres (3) campañas de monitoreo en los Ríos Cáchira, Salamaga, Río Negro y sus respectivos afluentes y la imagen 13, son fotos de los puntos PY-01 y SL-04.

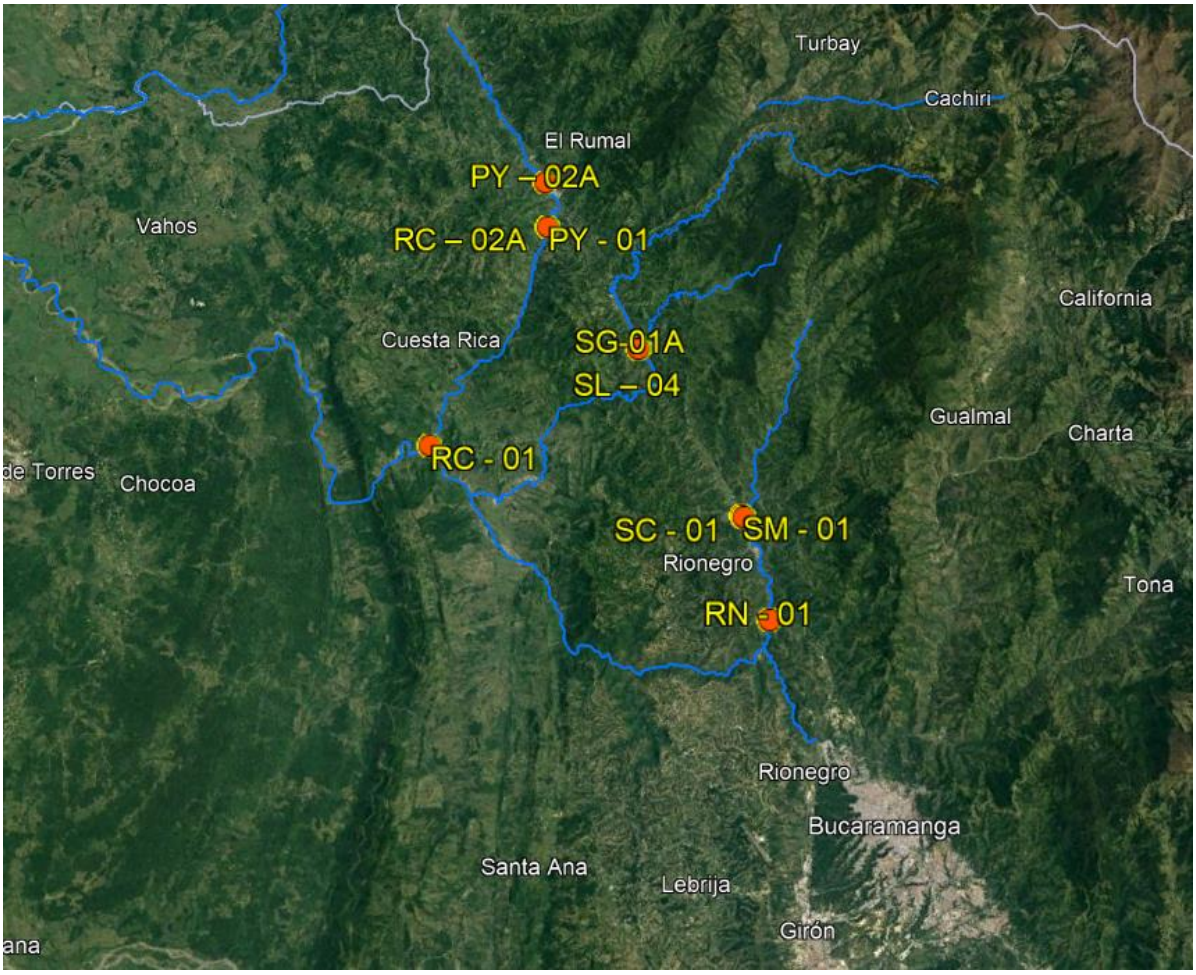


Imagen 12. Ubicación de puntos de monitoreo Río Playonero, Río Salamaga y Río Negro

Tabla 34. Fechas de campañas de monitoreo Ríos Cachira, Salamaga, Río Negro y sus respectivos afluentes. Fuente. CDMB

PUNTO DE MONITOREO	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 3
PY-02A	1/09/2022	8/10/2022	10/11/2022
PY-01	1/09/2022	8/10/2022	10/11/2022
RC-02A	1/09/2022	8/10/2022	10/11/2022
RC-01	31/08/2022	8/10/2022	10/11/2022
SG-01A	1/09/2022	8/10/2022	10/11/2022
SL-04	1/09/2022	8/10/2022	10/11/2022
SM-01	31/08/2022	8/10/2022	10/11/2022
SC-01	31/08/2022	8/10/2022	10/11/2022
RN-01	31/08/2022	8/10/2022	10/11/2022

Imagen 13. Monitoreo de corrientes, puntos PY-01 / SL-04

2.5.6.1 Índice de calidad ICA para los Ríos Cáchira, Salamaga, Río Negro y afluentes.

Es importante tener en cuenta que:

- Río Cachira RC-01 (Vanegas) se forma con la unión entre el Río Cachirí y Río Playonero
- Rio Salamaga SL-04 (El Bambú), recibe al Río Silgara SG-01A (Puente

Arturo)

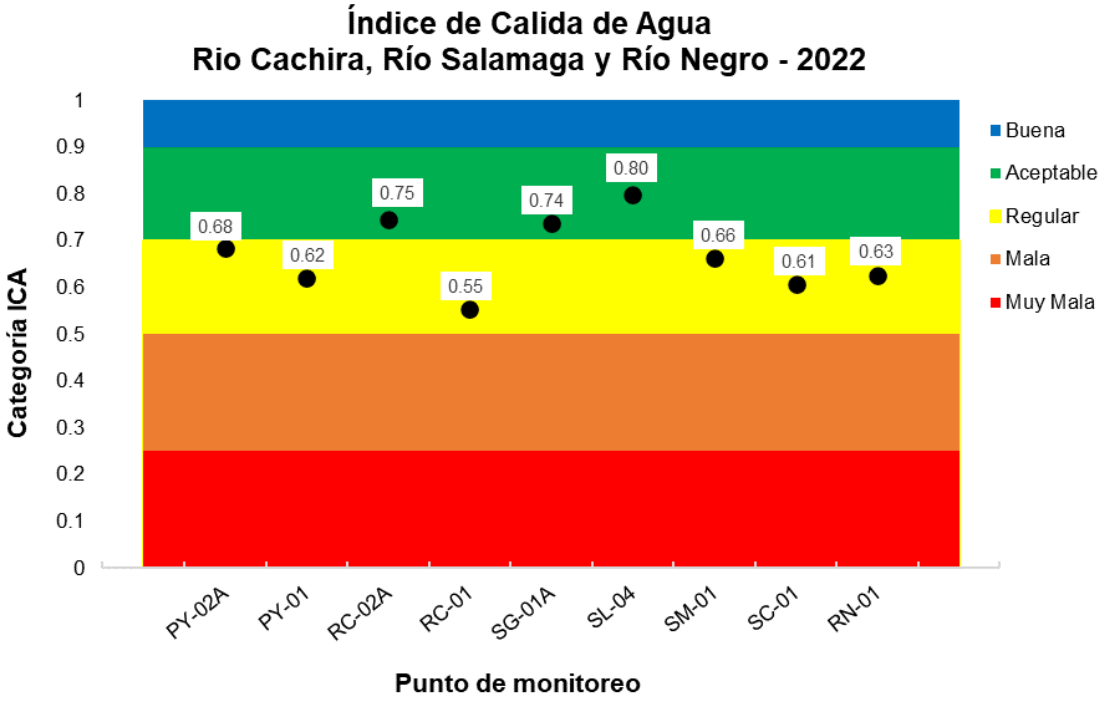
- Rio Negro formado por Quebrada Samaca, (Brisas de Samaca) SM-01 y la Q. Santacruz SC-01 (La Virgen)

De acuerdo con los resultados del ICA, visibles en la tabla 35 y grafica 21, se observó que el Rio Playonero presenta unos índices de calidad “Regular”, en los puntos PY-02A y PY-01, el Río Cachirí RC-02A, registró calidad “Aceptable”, sin embargo, al combinarse este último con el Río Playonero la Calidad final en el punto RC-01 (río Cachira) es “Regular”.

Con respecto al Río Salamaga, se determinó que tanto para su punto SL-04 y su tributario R. Silgara SG-01A tienen una categoría “Aceptable”. Por último, la corriente Río Negro en el punto RN-01, obtuvo índice de calidad “Regular” desde la Q. Samaca SM-01 y la Q. Santa Cruz punto SC-01 que conforman este río, como se observa en la tabla 35.

Tabla 35. Índice de Calidad de Agua - Río Playonero, Río Salamaga y Río Negro. Fuente: CDMB

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA	CALIDAD
Río Playonero, Río Salamaga y Río Negro	PY-02A	0.68	REGULAR
	PY-01	0.62	REGULAR
	RC-02A	0.75	ACEPTABLE
	RC-01	0.55	REGULAR
	SG-01A	0.74	ACEPTABLE
	SL-04	0.80	ACEPTABLE
	SM-01	0.66	REGULAR
	SC-01	0.61	REGULAR
	RN-01	0.63	REGULAR



Gráfica 21. Índice de Calidad de Agua - Ríos Cáchira, Salamaga y Río Negro y afluentes Fuente: CDMB

2.5.6.2 Índices de Contaminación ICO's Ríos Cáchira, Salamaga y Río Negro y afluentes Fuente: CDMB.

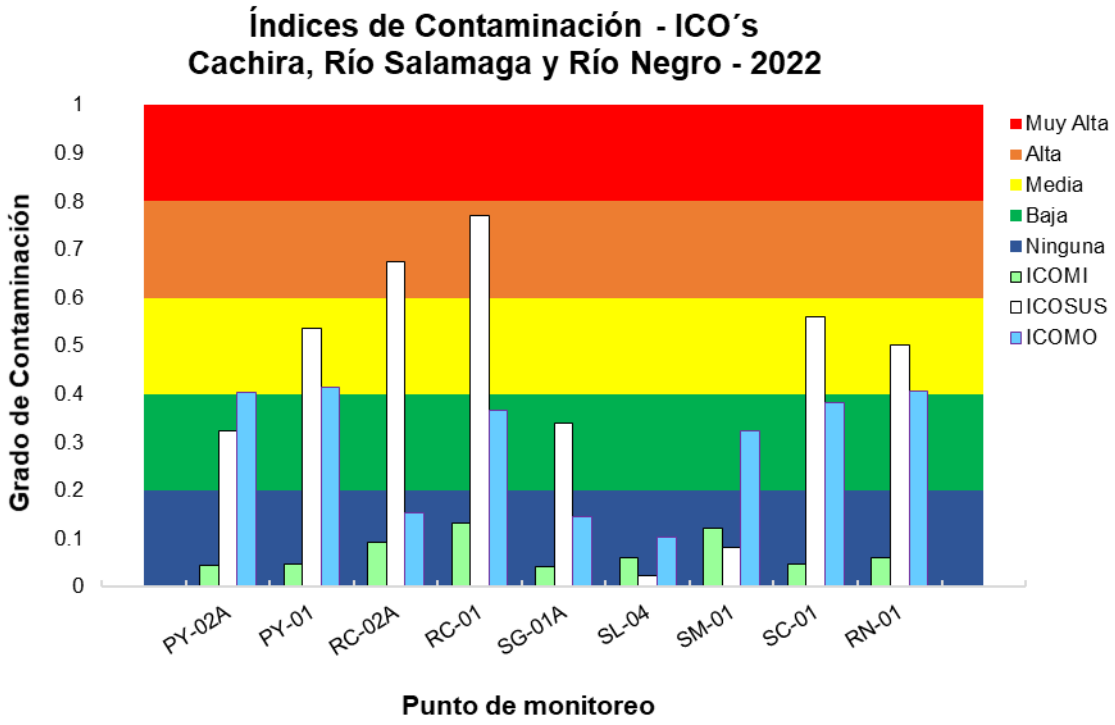
En el caso del estado de los índices de contaminación ICO`S, la Tabla 36 y la Gráfica 22, presentan los resultados obtenidos. Para el ICOMI, se observa que la calificación "Ninguna" se registró en los nueve (9) puntos tributarios al río Lebrija. Con respecto al índice de Materia Orgánica-ICOMO, la calificación es "Media" para los puntos PY-02A, PY-01 y RN-01 (este último ha pasado por las diferentes poblaciones como Rionegro). De manera análoga, se obtuvo descriptor "Baja" para los puntos ubicado antes del municipio de río negro como SM-01, SC-01. Así mismo en RC-01 también la contaminación es BAJA, condición que puede corresponder a

un efecto de dilución relacionada por la combinación del Rio Playonero con el Rio Cachirí. Pol último la categorización de “Ninguna” se registró en los puntos RC-02A, SG-01A y SL-04.

Para el índice ICOSUS, se resalta categoría “Alta” contaminación por solidos suspendidos en los puntos RC-02A y RC-01, al igual que la calificación “Media” para los puntos PY-01, SC-01 y RN-01.

Tabla 36. Índices de Contaminación - Ríos Cáchira, Salamaga y Río Negro y afluentes. Fuente: CDMB

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Río Playonero, Río Salamaga y Río Negro	PY-02A	0.05	0.40	0.32	0.12
	PY-01	0.05	0.41	0.54	6.03
	RC-02A	0.09	0.15	0.68	0.29
	RC-01	0.13	0.37	0.77	0.57
	SG-01A	0.04	0.14	0.34	0.06
	SL-04	0.06	0.10	0.02	0.20
	SM-01	0.12	0.32	0.08	0.28
	SC-01	0.05	0.38	0.56	0.25
	RN-01	0.06	0.41	0.50	0.08



Gráfica 22. Índices de Contaminación - Ríos Cáchira, Salamaga y Río Negro y afluentes. Fuente: CDMB

2.5.7 Ríos Manco y Umpalá

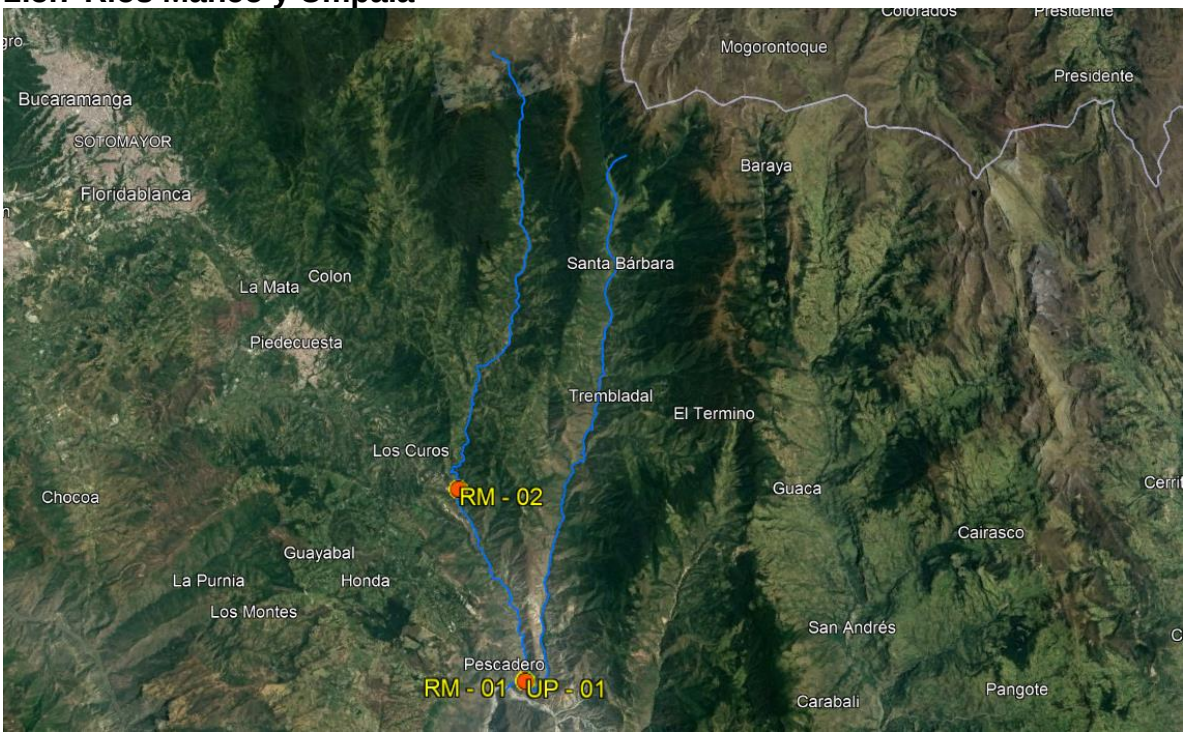


Imagen 14. Ubicación de puntos de monitoreo Río Manco - Río Umpala

En la imagen 14, se puede apreciar el plano con los puntos de monitoreo sobre el Umpalá, punto UP-01 ubicado antes de la confluencia con el río Manco, y sobre el río Manco el punto RM-02 llamado Primavera, localizado 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. También, en la tabla 37 se muestran los puntos y las fechas de las tres (3) campañas de monitoreo para los Ríos Manco y Umpalá.

Tabla 37. Fechas de campañas de monitoreo de Río Manco y Umpalá

PUNTO DE MONITOREO	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 3
RM-02	29/08/2022	14/10/2022	3/11/2022
RM-01	29/08/2022	14/10/2022	3/11/2022
UP-01	29/08/2022	14/10/2022	3/11/2022

A continuación, en la imagen 15, se muestran fotos de los puntos de monitoreo RM-01 Y UP-01 en las fuentes Manco y Umpalá.

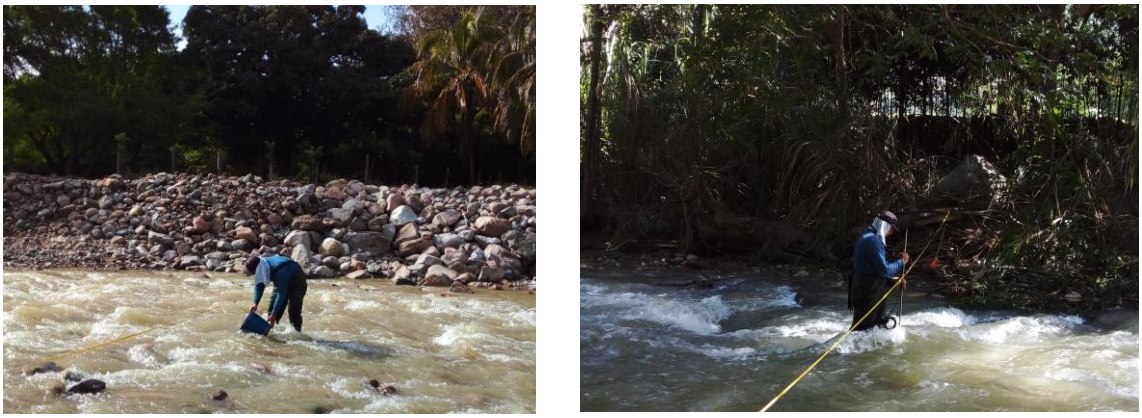


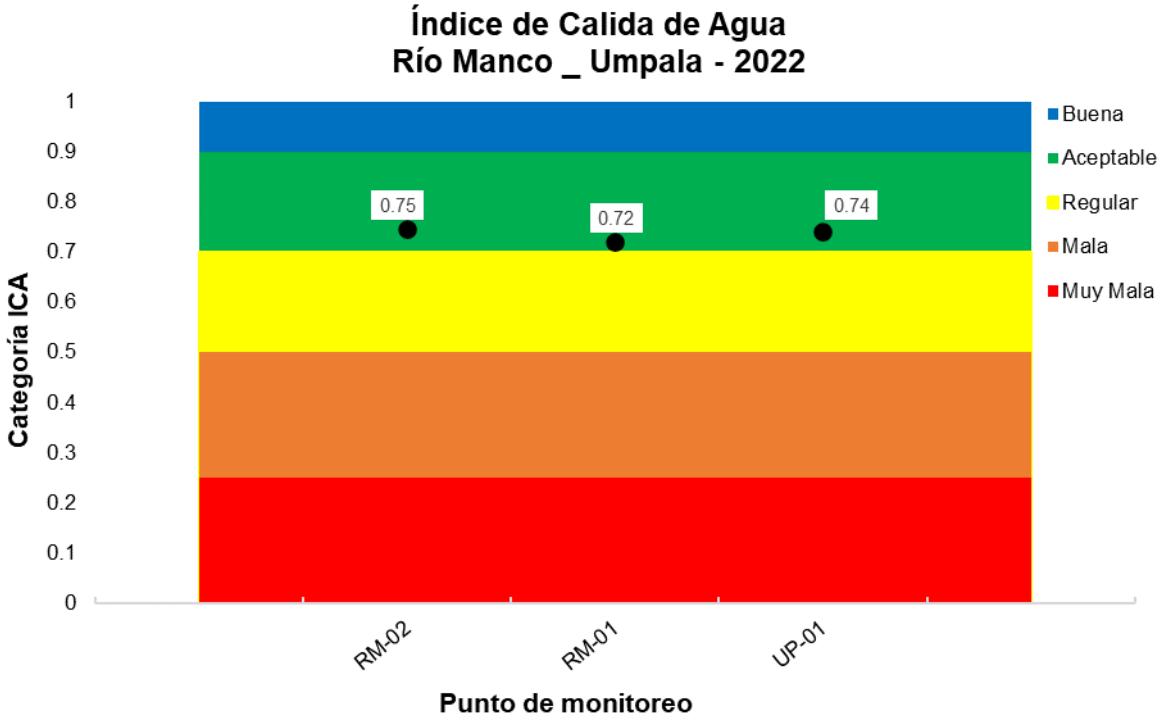
Imagen 15. Monitoreo de corrientes, puntos RM-01 / UP-01

2.5.7.1 Índice de calidad río Manco y Umpalá

El índice de calidad para los tres (3) puntos de monitoreo en el presente año 2022 estuvieron con categoría “ACEPTABLE”, indicando mejora con respecto al año 2021 en el cual estos puntos tuvieron calidad “Regular”, como se puede verificar en la Tabla 38, y Gráfica 23.

Tabla 38. Índice de Calidad de Agua ICA - Río Manco y Umpalá. Fuente: CDMB

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2022	CALIDAD
Río Manco	RM-02	0.75	ACEPTABLE
Río Manco	RM-01	0.72	ACEPTABLE
Río Umpála	UP-01	0.74	ACEPTABLE



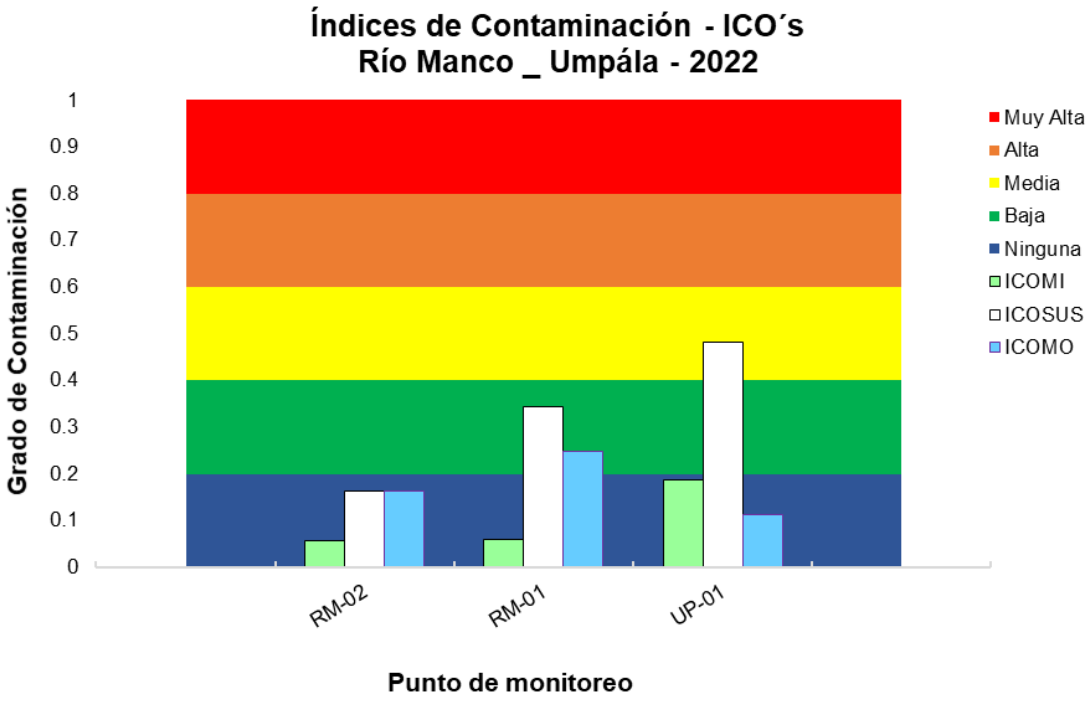
Gráfica 23. Índice de Calidad de Agua ICA - Río Manco y Umpalá. Fuente: CDMB

2.5.7.2 Índices de contaminación ICO’s Río Manco y Umpalá

Los índices de contaminación ICOMI, ICOMO, e ICOSUS, se encuentran entre categorías “Ninguno” y "Bajo" para los tres (3) puntos RM-02, RM-01 y UP-01, a excepción del índice de contaminación por sólidos suspendidos en el punto UP-01 que obtuvo categoría “Media” como lo registra la Tabla 39 y Gráfica 24. Por lo tanto, se concluye que la calidad de agua entre estos puntos se encuentra en buenas condiciones.

Tabla 39. Índices de Contaminación - Río Manco y Umpalá. Fuente: CDMB

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Río Manco	RM-02	0.06	0.16	0.16	0.22
Río Manco	RM-01	0.06	0.25	0.34	0.11
Río Umpála	UP-01	0.19	0.11	0.48	0.18



Gráfica 24. Índices de Contaminación - Río Manco y Umpalá. Fuente: CDMB

2.5.8. Zona de Páramo quebrada Arenales y río Jordán

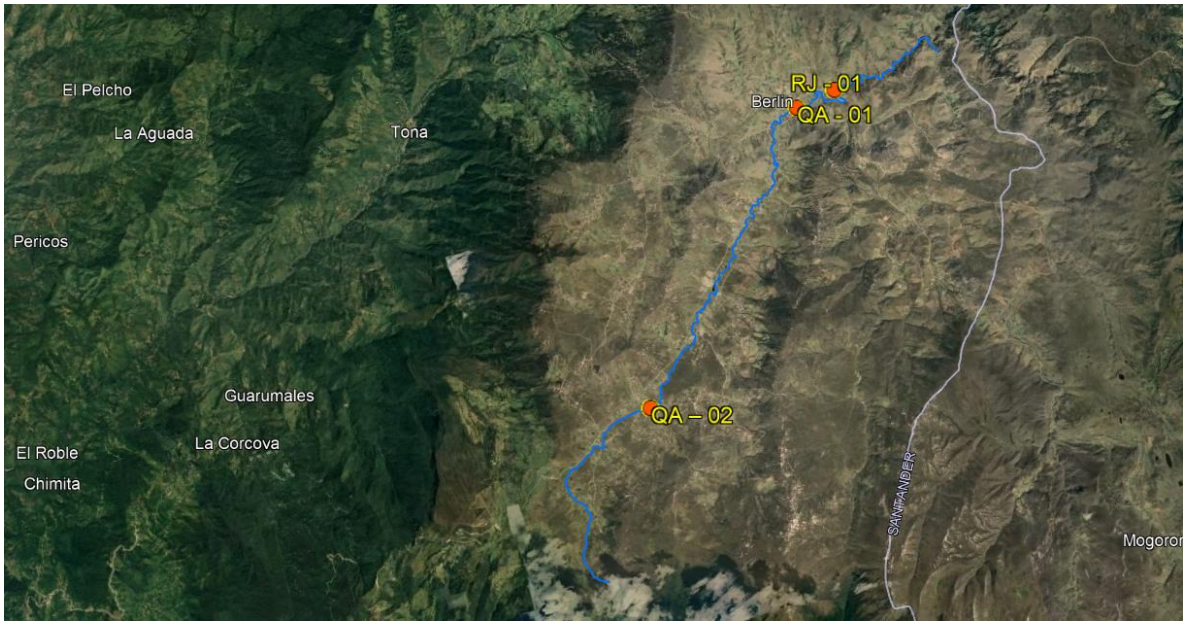


Imagen 16. Ubicación puntos de monitoreo Quebrada Arenales- Río Jordán

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. Cuando la quebrada Arenales, pasa el embalse cambia su nombre a Río Jordán donde se ubica el punto RJ-01 Berlín 2. La tabla 40, muestra los puntos y las Fechas de las tres (3) campañas de monitoreo en la Quebrada Arenales y el Río Jordán

Tabla 40. Fechas de campañas de monitoreo de Quebrada Arenales y Río Jordán

PUNTO DE MONITOREO	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 3
RJ-01	24/08/2022	1/10/2022	17/11/2022
QA-01	24/08/2022	1/10/2022	17/11/2022

PUNTO DE MONITOREO	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 3
QA-02	24/08/2022	1/10/2022	17/11/2022

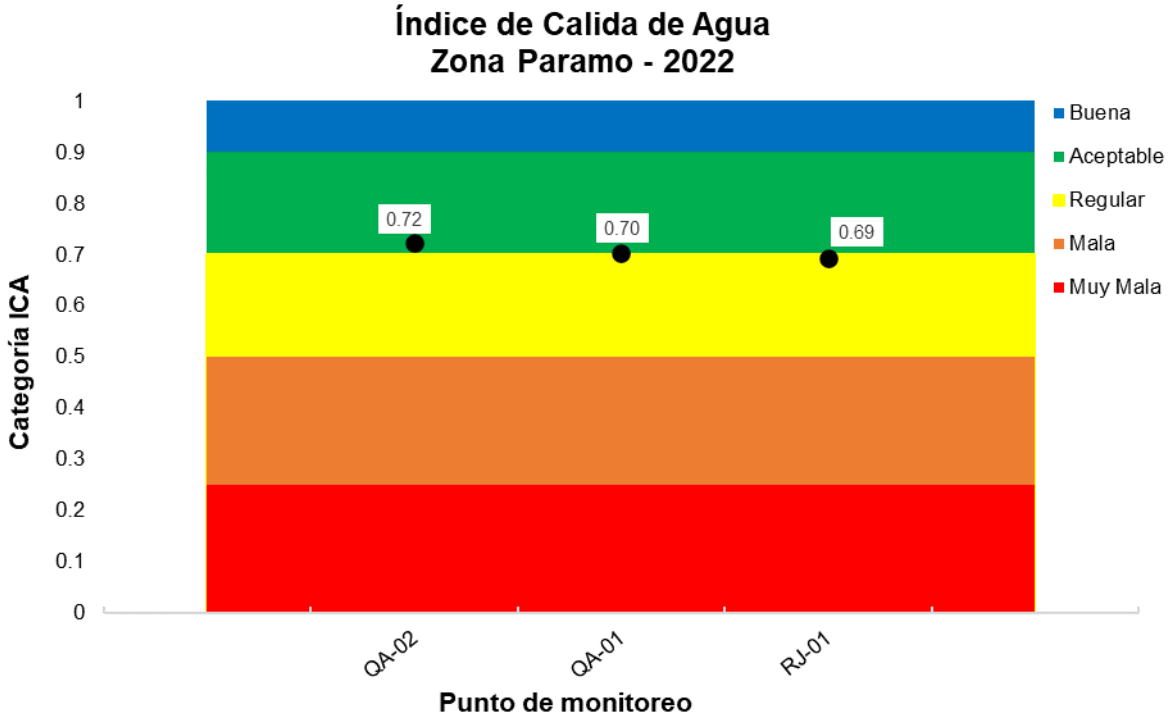
Imagen 17. Monitoreo de corrientes, punto RJ-01 / QA-01. Fuente: CDMB

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

La Gráfica 25 y tabla 41, muestran los dos puntos QA-01 sobre la quebrada Arenales y el punto RJ-01 en el río Jordán presentan una calidad de agua en la categoría “Regular”, y el punto QA-02 tiene categoría "Aceptable", manteniendo la calidad del año 2021.

Tabla 41. Índice de Calidad de Agua ICA- Zona Páramo. Fuente: CDMB

SITIO DE MUESTREO		PUNTO	ICA 2022	CALIDAD
ZONA DE PARAMO	Q. Arenales	QA-02	0.72	ACEPTABLE
	Q. Arenales	QA-01	0.70	REGULAR
	Río Jordán	RJ-01	0.69	REGULAR



Gráfica 25. Índice de Calidad de Agua ICA- Zona Páramo. Fuente: CDMB

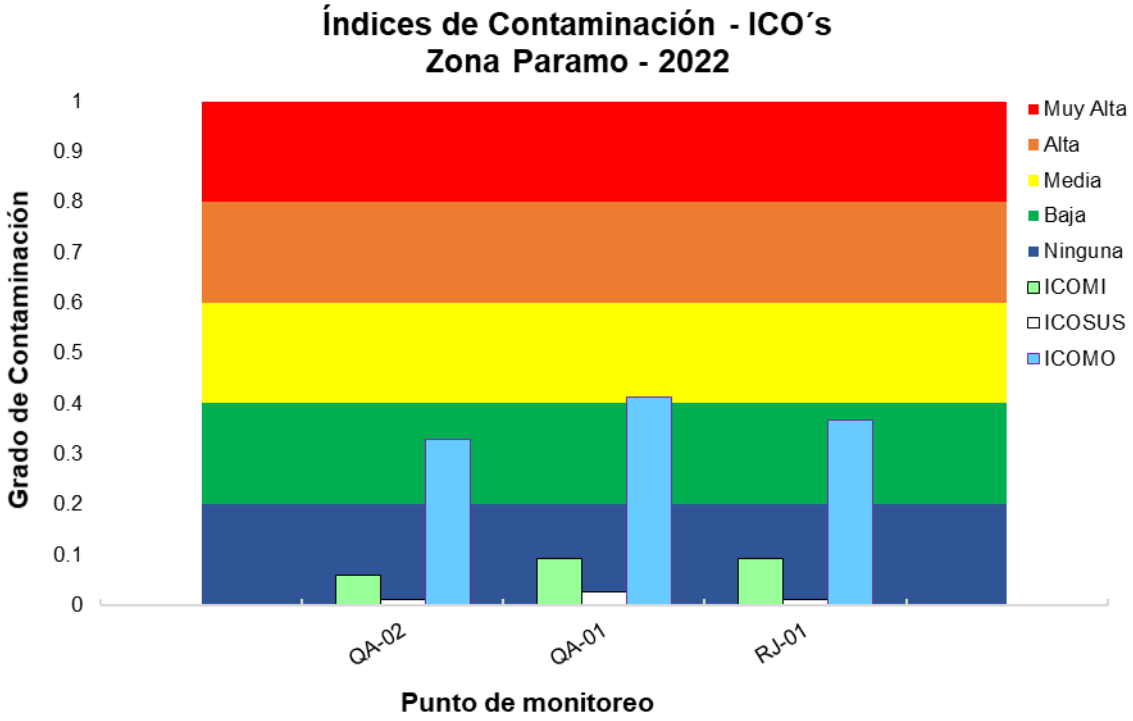
2.5.8.2 Índice de contaminación ICO´s zona de Páramo quebrada Arenales y río Jordán

Se advierte en los resultados un cambio en la categorización para la zona de páramo, ya que el río Jordán punto RJ-01, presentan el índice de contaminación por materia orgánica- ICOMO en categoría "BAJA" mejorando la calidad con respecto al 2021 que registró categoría "Regular". De igual forma, se advirtió una mejora en el ICOMI en el punto de la Q. Arenales QA-01 con una calificación "NINGUNA" a diferencia del año 2021 que presentó una categoría "BAJA". Los índices de

contaminación para solidos suspendidos se mantuvieron en "Ninguna", como se evidencia en la Tabla 42 y Gráfica 26.

Tabla 42. Índices de Contaminación - Zona Paramo. Fuente: CDMB

SITIO DE MUESTREO		PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
ZONA DE PARAMO	Q. Arenales	QA-02	0.06	0.33	0.01	0.10
	Q. Arenales	QA-01	0.09	0.41	0.03	0.23
	Río Jordán	RJ-01	0.09	0.37	0.01	0.16



Gráfica 26. Índices de Contaminación - Zona Paramo. Fuente: CDMB

2.5.9 Río Surata y sus principales afluentes

El río Surata tiene establecidos cinco puntos de monitoreo en su corriente, que inician en la cabecera con el punto SA-07 conocido como “Uña de gato” y se encuentra antes de la población de Surata, continua con el punto de monitoreo SA-06 “Puente Pánaga” antes de la confluencia con el río Vetas, luego sigue 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 y por último tenemos el punto de monitoreo SA-01 “Bavaria” localizado antes de la confluencia con el río de Oro.

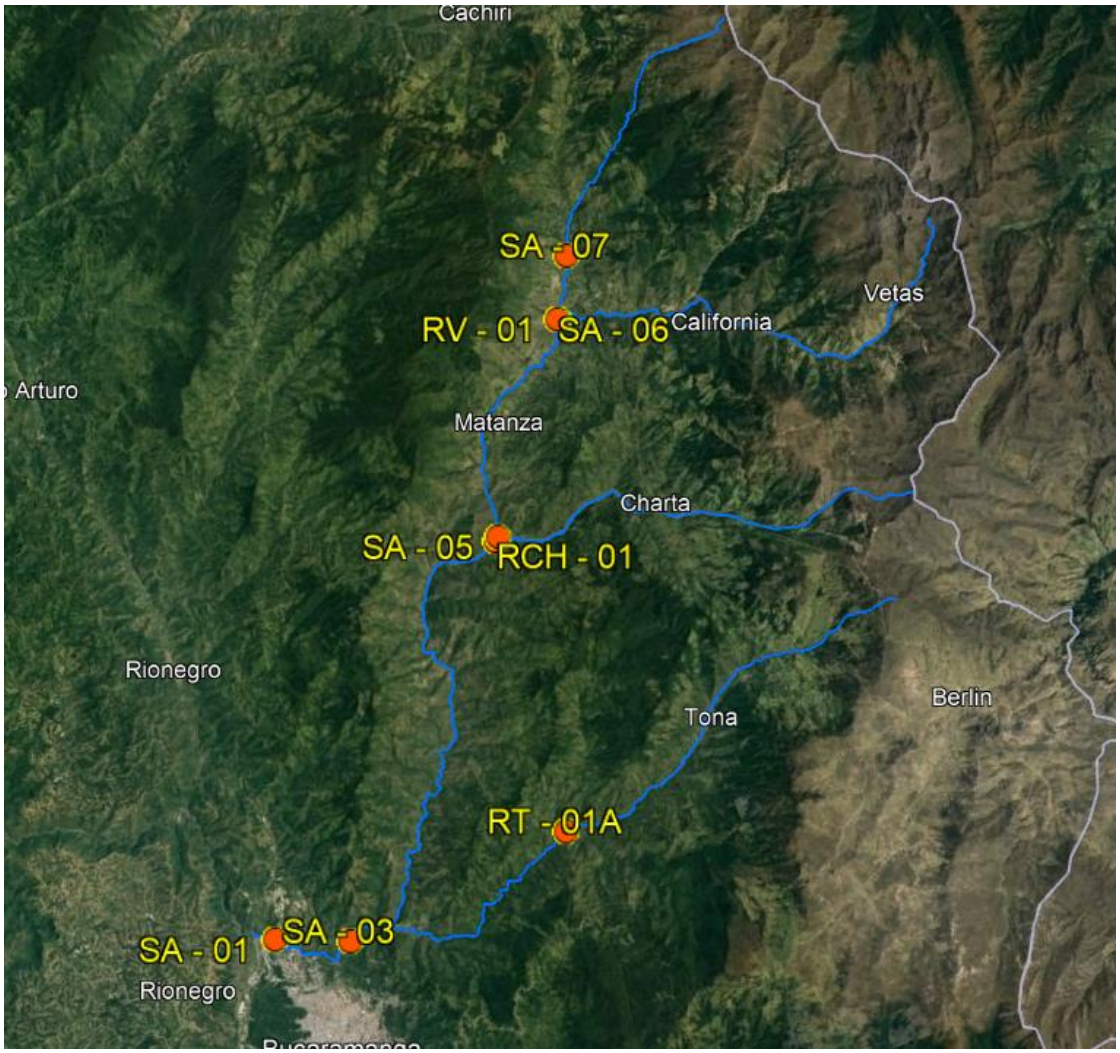


Imagen 18. Ubicación puntos de monitoreo Río Suratá

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 con el Surata", RCH-01 La Playa ubicado antes de la confluencia con el río Charta" y el punto de monitoreo RT-01A fijado aguas arriba del embalse "río Tona".

En la tabla 43, se muestran las fechas de las tres (3) campañas de monitoreo del Río Surata y sus principales afluentes

Tabla 43. Fechas de campañas de monitoreo de Río Suratá y sus principales afluentes

PUNTO DE MONITOREO	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 3
SA-07	24/08/2022	26/08/2022	3/10/2022
SA-06	24/08/2022	26/08/2022	3/10/2022
RCH-01	24/08/2022	3/10/2023	22/11/2022
SA-05	24/08/2022	26/08/2022	3/10/2022
SA-03	24/08/2022	26/08/2022	3/10/2022
RV-01	24/08/2022	26/08/2022	3/10/2022
SA-01	24/08/2022	26/08/2022	15/10/2022
RT-01A	24/08/2022	1/10/2022	17/11/2022

También, podemos observar en las dos (2) fotos que se muestran en la imagen 19, los puntos SA-07 Y SA-01, registros de octubre de 2022

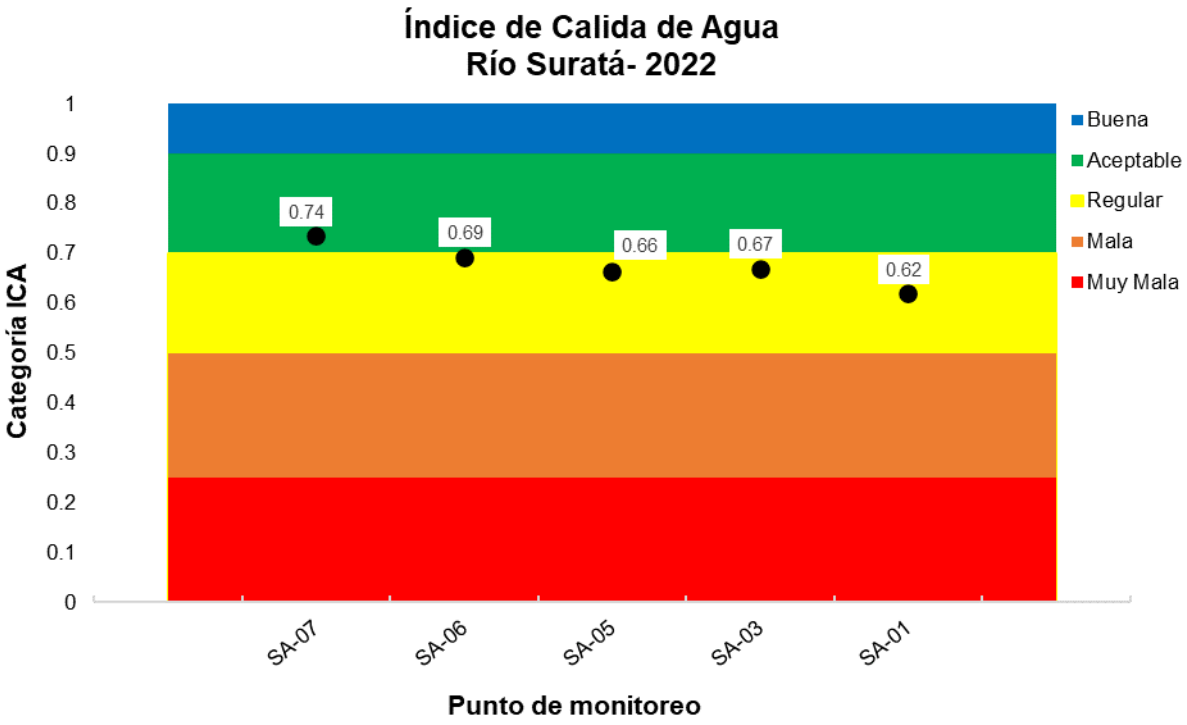
Imagen 19. Monitoreo de corrientes, punto SA-07 / SA-01

2.5.9.1 Índice de calidad río Surata

El índice de calidad del Río Surata en el punto SA-07, se clasificó en condición “Aceptable”, demostrando una mejora de la calidad con respecto al año 2021 el cual estaba clasificado como “Regular”. Con respecto a los puntos SA-06, SA-05, SA-03 y SA-01 se reportó calidad "Regular", manteniendo los mismos índices de calidad con respecto al año 2021. En la Tabla 44 y gráfica 27, se observa la tendencia al descenso de la calidad con los valores del ICA, medida que el rio se acerca al área urbana.

Tabla 44. Índice de Calidad del Agua ICA- Río Surata. Fuente: CDMB

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2022	CALIDAD
RÍO SURATA	SA-07	0.74	ACEPTABLE
	SA-06	0.69	REGULAR
	SA-05	0.66	REGULAR
	SA-03	0.67	REGULAR
	SA-01	0.62	REGULAR



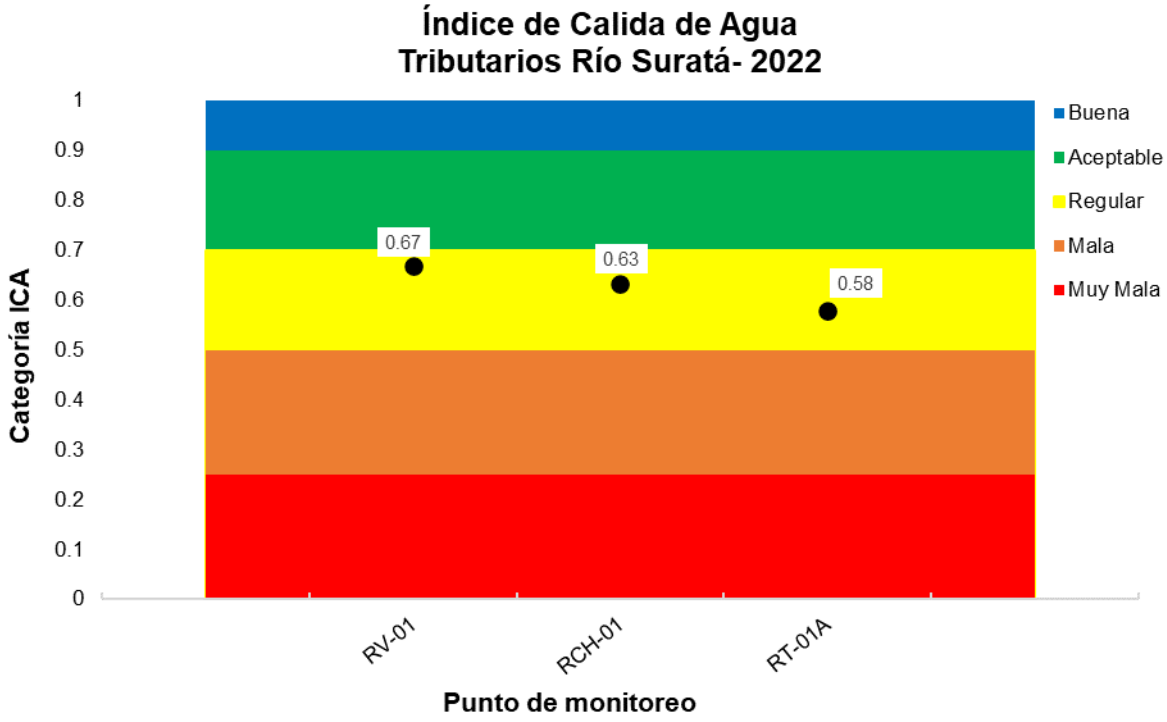
Gráfica 27. Índice de Calidad del Agua ICA- Río Surata. Fuente: CDMB

2.5.9.2 Índice de calidad tributarios rio Surata

Los afluentes principales del río Surata son: Río Vetas, Charta y Tona, los cuales en 2022 presentaron un Índice de calidad ICA “REGULAR”. Los tres puntos evaluados mantuvieron su categoría con respecto 2021, como lo muestra la Tabla 45 y Gráfica 28.

Tabla 45. Índice de Calidad del Agua ICA- Tributarios Río Surata. Fuente: CDMB

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2022	CALIDAD
TRIBUTARIOS RÍO SURATA	RV-01	0.67	REGULAR
	RCH-01	0.63	REGULAR
	RT-01A	0.58	REGULAR



Gráfica 28. Índice de Calidad del Agua ICA- Tributarios Río Surata. Fuente: CDMB

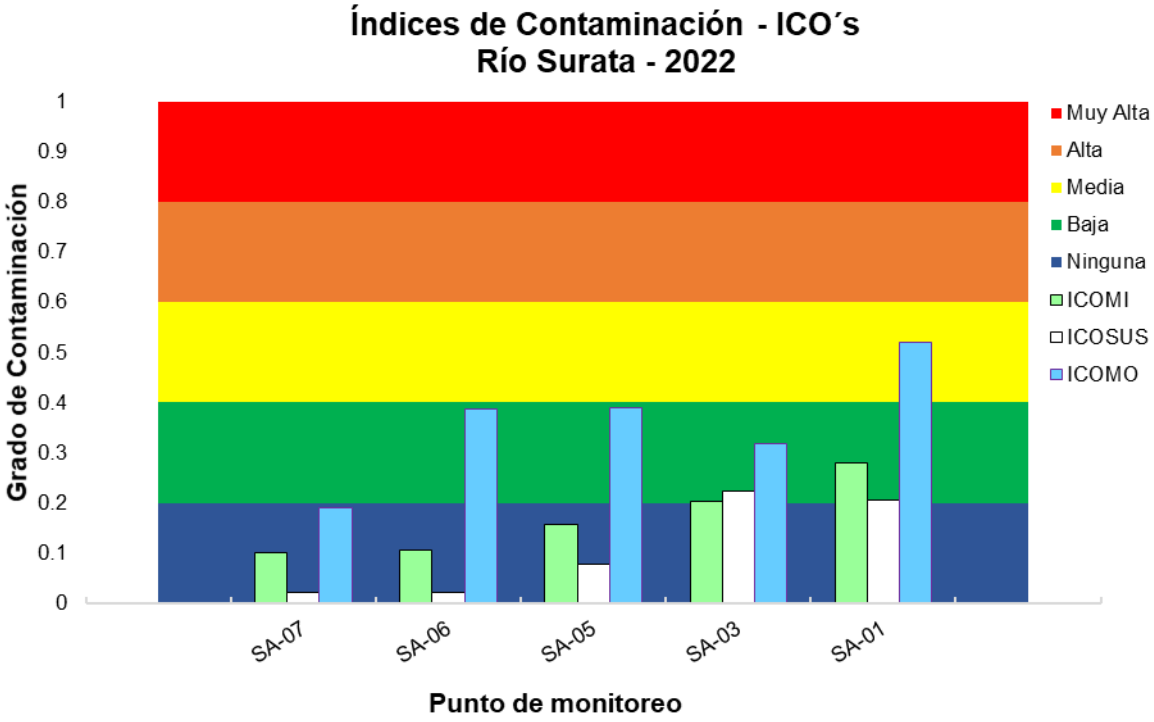
2.5.9.3 Índices de contaminación ICO's río Suratá

El índice por contaminación de materia orgánica- ICOMO, obtuvo un nivel de contaminación "BAJO para los puntos SA-06 Puente Pánaga, SA-05 La playa y SA-03 Zaragoza, mejorando el índice con respecto a los reportes del año 2021. Así mismo, se registró un nivel de "NINGUNA" para el punto SA-07 Uña de gato ya que es el punto más alto localizado en la cabecera del río Surata. La excepción fue el punto SA-01 Bavaria que reporto contaminación "MEDIA". Ver Tabla 46 y Gráfica 29.

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

Tabla 46. Índices de Contaminación - Río Surata. Fuente: CDMB

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
RÍO SURATA	SA-07	0.10	0.19	0.02	0.08
	SA-06	0.11	0.39	0.02	0.09
	SA-05	0.16	0.39	0.08	0.10
	SA-03	0.20	0.32	0.22	0.11
	SA-01	0.28	0.52	0.21	0.13



Gráfica 29. Índices de Contaminación - Río Surata. Fuente: CDMB

2.5.9.4 Índices de Contaminación ICO’s tributarios del Río Surata

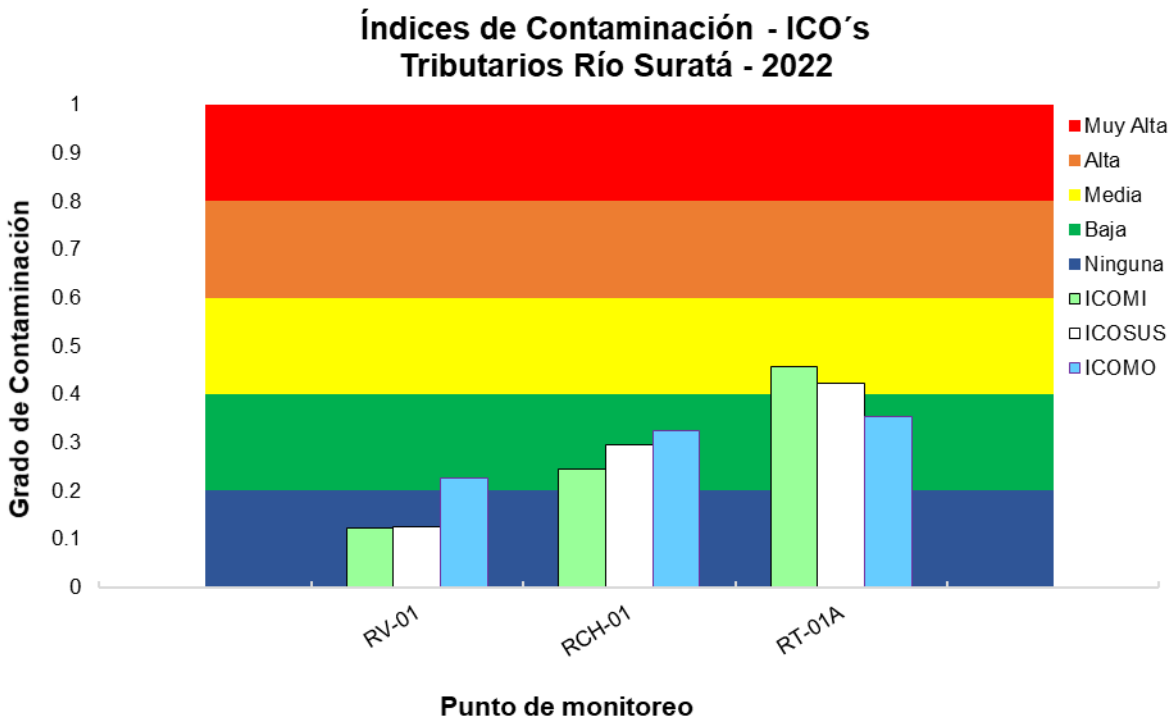
Los tributarios del rio Surata son los ríos Vetas, Charta y Tona. El Indicador de mineralización - ICOMI obtuvo calificación “Ninguna” para el Rio Vetas a diferencia del 2021, una calificación "Baja" para el río Charta y categoría "Media" para el río Tona como se venía presentando en el 2021.

Su índice de contaminación por materia orgánica- ICOMO presenta para el rio Vetas, Charta y Tona una calificación "Baja”, presentando una mejora para el rio Vetas con respecto al 2021. Estos resultados indican que las actividades de la población referente a la calidad en contaminación por materia orgánica podrían a llegar a ser más limpias o han disminuido en el río Vetas. Ver Tabla 47 y Gráfica 30.

Con Respecto al ICOSUS, se observó una desmejora de la calidad en el rio Charta y Rio Tona teniendo una calificación de “BAJA” y “MEDIA” respectivamente.

Tabla 47. Índices de Contaminación – Tributarios Río Surata. Fuente: CDMB

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
TRIBUTARIOS RÍO SURATA	RV-01	0.12	0.23	0.13	0.05
	RCH-01	0.25	0.32	0.30	0.31
	RT-01A	0.46	0.35	0.42	0.29



Gráfica 30. Índices de Contaminación – Tributarios Río Surata. Fuente: CDMB

2.5.10 Río Vetas

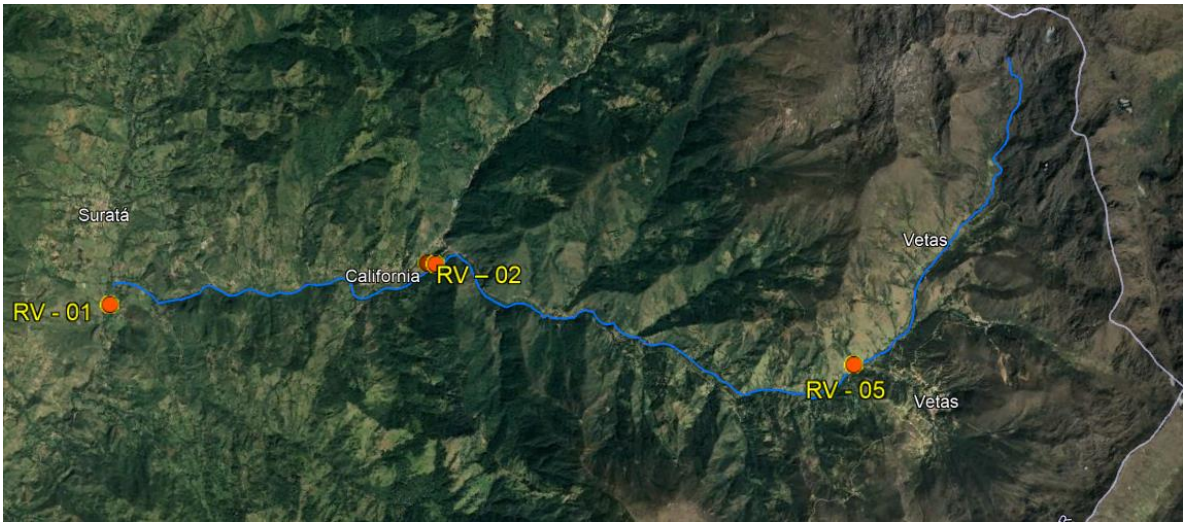


Imagen 20. Ubicación puntos de monitoreo Río Vetas

El rio Vetas es un tributario importante del río Surata, que tiene establecidos tres

puntos de monitoreo: RV-05 Borrero, RV-02 Loma Redonda y RV-01 Puente Pánaga.

En la tabla 48, se muestran los puntos, y las fechas de las tres (3) campañas de monitoreo del Río Vetas.

Tabla 48. Fechas de campañas de monitoreo de Río Vetas

PUNTO DE MONITOREO	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 3
RV-05	24/08/2022	26/08/2022	3/10/2022
RV-02	24/08/2022	26/08/2022	3/10/2022
RV-01	24/08/2022	26/08/2022	3/10/2022

Así mismo la imagen 21 presenta dos (2) fotos de los puntos RV-05 y RV-01

Imagen 21. Monitoreo de corrientes, punto RV-05 / RV-01

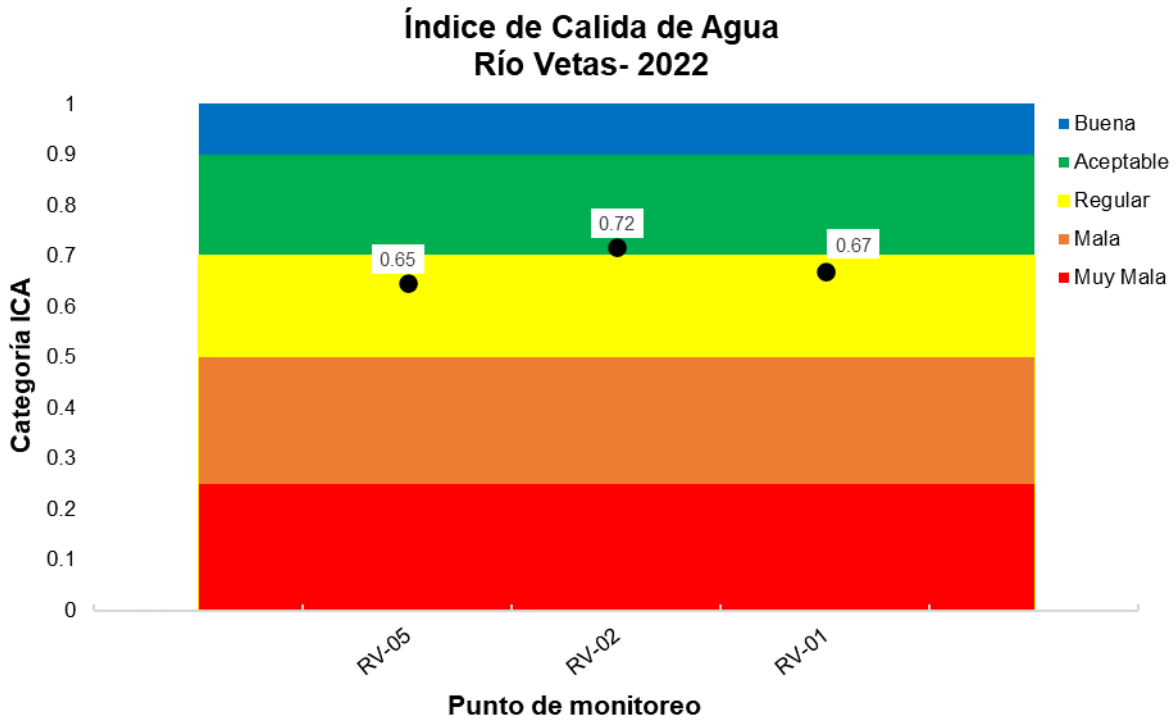
2.5.10.1 Índice de calidad río Vetas

Como lo muestra la Tabla 49 y Gráfica 31, el índice de calidad de agua en el punto RV-05, presentó una mejoría en su categoría, pasando de “MALA” en 2021 a una calidad “REGULAR” para 2022, igualmente el punto RV-02, supero su calidad de

“REGULAR" en 2021 a "ACEPTABLE" en 2022.

Tabla 49. Índice de Calidad del Agua ICA- Río Vetas. Fuente: CDMB

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2022	CALIDAD
RÍO VETAS	RV-05	0.65	REGULAR
	RV-02	0.72	ACEPTABLE
	RV-01	0.67	REGULAR



Gráfica 31. Índice de Calidad del Agua ICA- Río Vetas. Fuente: CDMB

Es importante tener en cuenta que la quebrada La Baja, es un afluente del río Vetas y se une aguas arriba del punto RV-01, desmejorando" la calidad de criterio “ACEPTABLE” que trae desde el punto RV-02 a “REGULAR. Este afluente (LB-01) recibe contaminación doméstica y no domestica (zona minera) durante su trayecto, razón por la cual afecta su calidad.

2.5.10.2 Índice de contaminación río Vetas

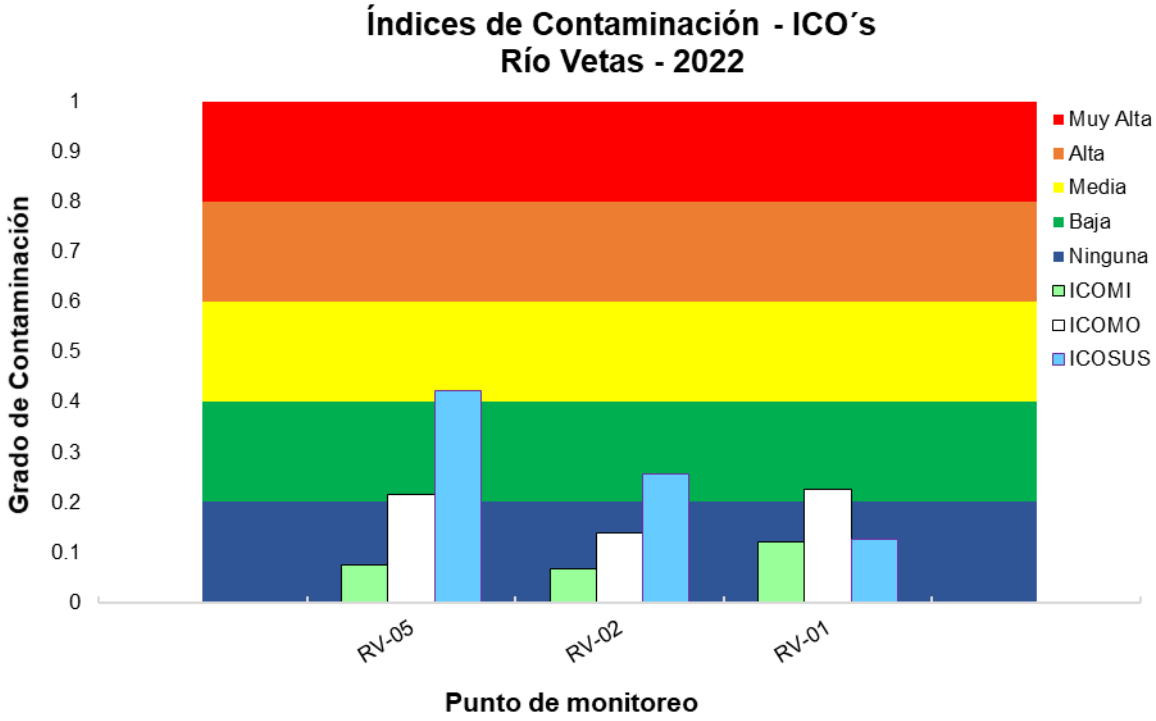
El ICOMI de los tres puntos monitoreados en el río Vetas, presento un excelente índice de contaminación por mineralización, con una calificación de “NINGUNA” en RV-05, RV-02 Y RV-01, cabe resaltar una mejora el ICOMI para el punto RV-01 Puente Pánaga respecto a 2021. Por otro lado, en el punto RV-02, el índice de contaminación de materia orgánica-ICOMO, pasó de calidad "BAJO" en 2021 a "NINGUNO" para 2022, de igual forma también mejoró el índice para el punto RV-01 pasando de una calificación “MEDIO” en el 2021 a una “BAJO” en el 2022, probablemente por una disminución del grado de contaminación por vertimientos.

El ICOSUS de los tres puntos monitoreados tuvo una mejora significativa en 2022 con respecto a 2021, ya que en la vigencia 2022 el punto RV-05 paso de tener una calificación “MUY ALTO” a una calificación “MEDIO”. De la misma forma mejoró el punto RV-02 pasando de una calificación “ALTA” a una calificación “BAJA” para el 2022, y por último el punto RV-01 el cual pasó de una categoría “BAJA” a una categoría de “NINGUNA”. Todos estos resultados son coherentes con los resultados del ICA en las campañas realizadas en el 2022, donde en ninguna de ellas presento índices de calidad “MUY ALTA”. Estos resultados están representados en la Tabla 50 y Gráfica 32.

Con respecto al ICOTRO, se obtuvo una disminución de nutrientes (fósforo) en la corriente para el punto RV-02 pasando de un nivel “HIPEREUTRÓFICO” a un nivel “EUTRÓFICO” para el año 2022, como se observa en la tabla 50.

Tabla 50. Índices de Contaminación Río Vetas. Fuente: CDMB

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
RÍO VETAS	RV-05	0.08	0.22	0.42	0.18
	RV-02	0.07	0.14	0.26	0.07
	RV-01	0.12	0.23	0.13	0.05



Gráfica 32. Índices de Contaminación Río Vetas. Fuente: CDMB

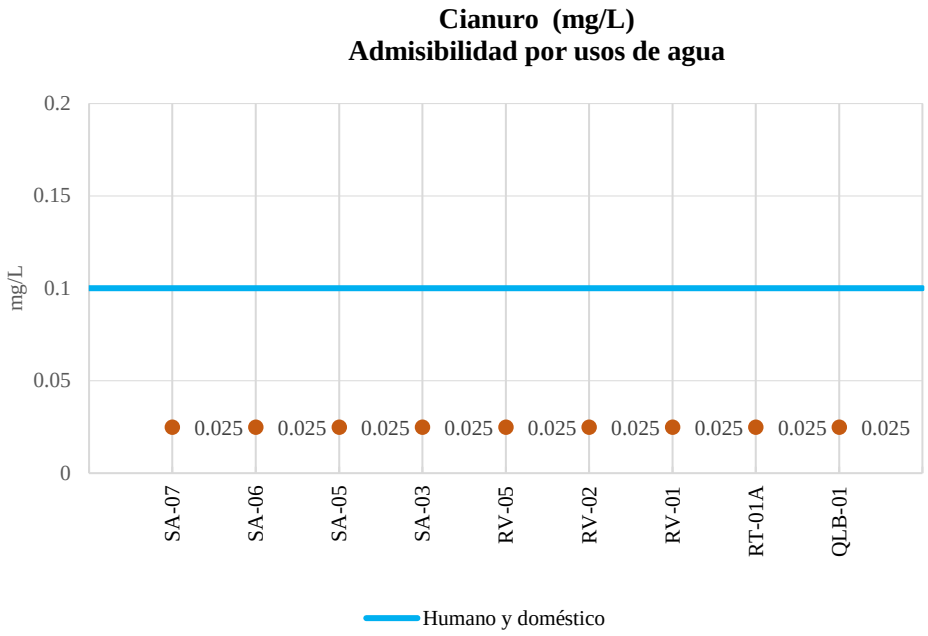
2.6. Cianuro y metales pesados en la Subcuenca Surata – Red de Calidad

La CDMB, estableció los objetivos de calidad mediante el Acuerdo del Consejo Directivo N° 1075 de 2006 para las principales corrientes y tramos de corrientes del área de jurisdicción y mediante el Acuerdo del Consejo Directivo N° 1368 de 2018, modificó los Objetivos de Calidad para el río de Oro. Así mismo, en el acuerdo 1075

de 2006 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. Es importante tener en cuenta que los Objetivos de Calidad establecidos para la corriente principal son aplicables a sus tributarios. A continuación, las gráficas 33 hasta la gráfica 44 muestran los resultados obtenidos para los parámetros cianuro y los metales Mercurio, Cadmio, Arsénico, Zinc, Cobre, Cromo, Plomo, Aluminio, Hierro, Manganeso y Níquel para el año 2022.

Las únicas variables que no tienen criterios máximos admisibles bajo ningún acuerdo o reglamentación colombiana que permita facilitar el análisis en la toma de decisiones son el Aluminio, Hierro, Manganeso y Níquel, para destinación como uso doméstico y consumo humano. Por otra parte, para las demás variables evaluadas, se compara su cumplimiento respecto al acuerdo N° 1075 de 2006 de la CDMB y el Decreto 1594 de 1984.

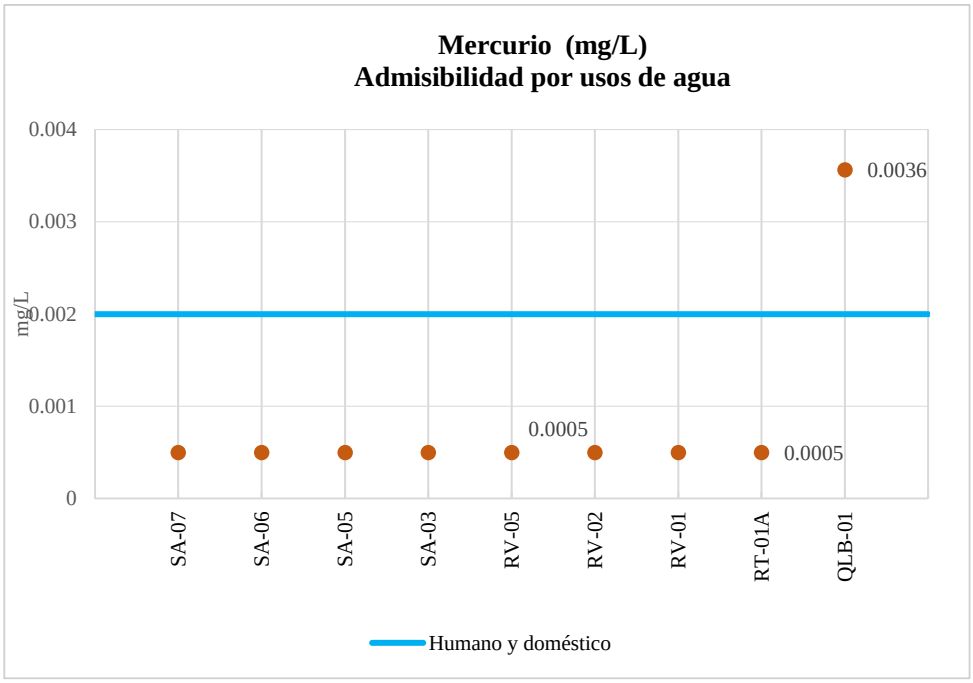
Por consiguiente, para el tramo Nac – SA-03 se aplicaron los objetivos de calidad establecidos en el Acuerdo de Consejo Directivo Nº 1075 de 2006. Al evaluar los resultados obtenidos en la determinación de cianuro, se comprobó que todos los puntos **cumplen** con el criterio admisible para esta variable, como lo muestra la gráfica 33.



Gráfica 33. Cianuro en zona minera Fuente. CDMB

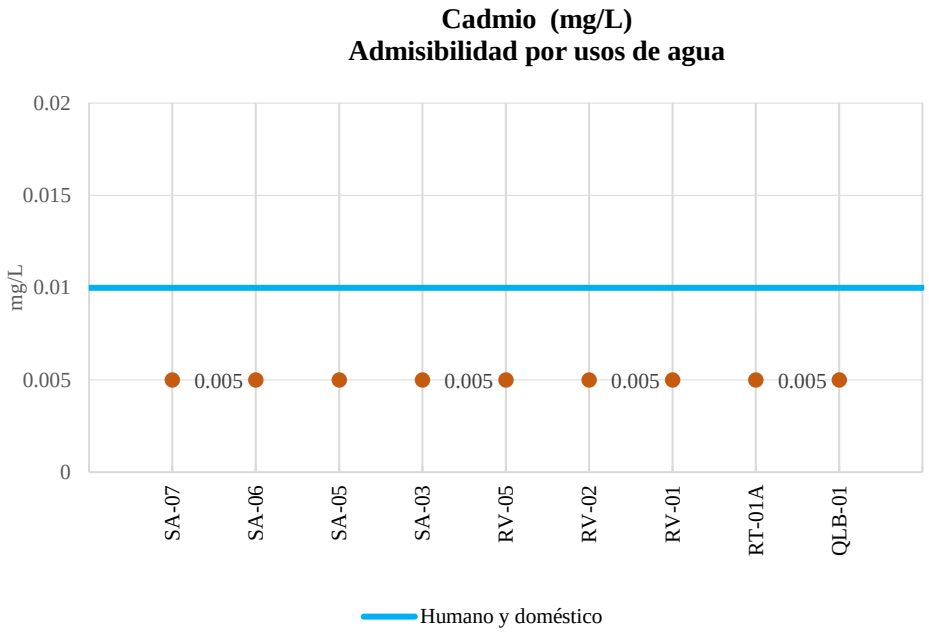
Así mismo, los resultados obtenidos en la determinación de cianuro, se compararon con la norma comprobando que todos los puntos **cumplen** con el criterio admisible para esta variable, menor de 0.1 mg/L como lo muestra la gráfica 33.

Por otro lado, como se evidencia en la gráfica 34, se analizó mercurio en los nueve (9) de la zona minera, observando un incumplimiento en el punto QLB-01 que vierte al río vetas, el cual **No Cumple** con las concentraciones permitidas ya que el mercurio ya que sobrepasa la norma menor de 0.002 mg/L (Decreto 1594 de 1984).

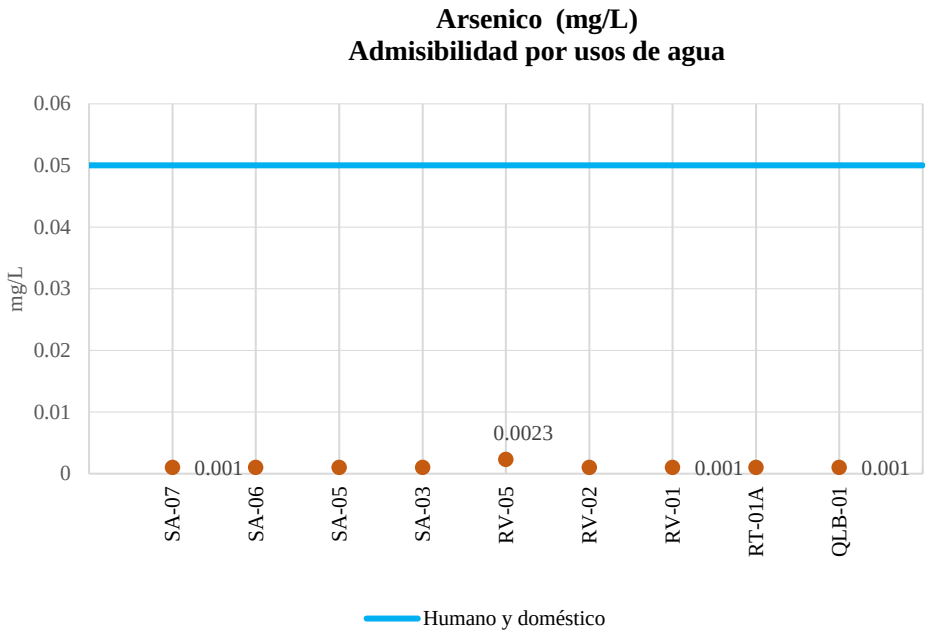


Gráfica 34.. Mercurio en zona minera. Fuente CDMB

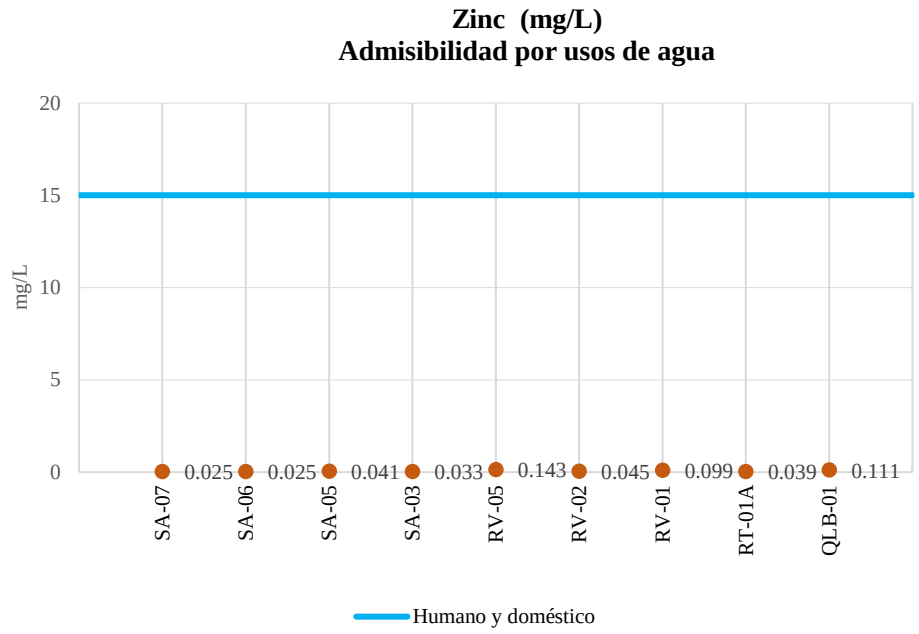
Hay que mencionar, además, las variables Arsénico, Cadmio, Zinc, Cobre, Cromo y Plomo que no se encuentran inmersas en el Acuerdo de la CDMB, se evaluaron con respecto al Decreto 1594 de 1984 para uso doméstico.



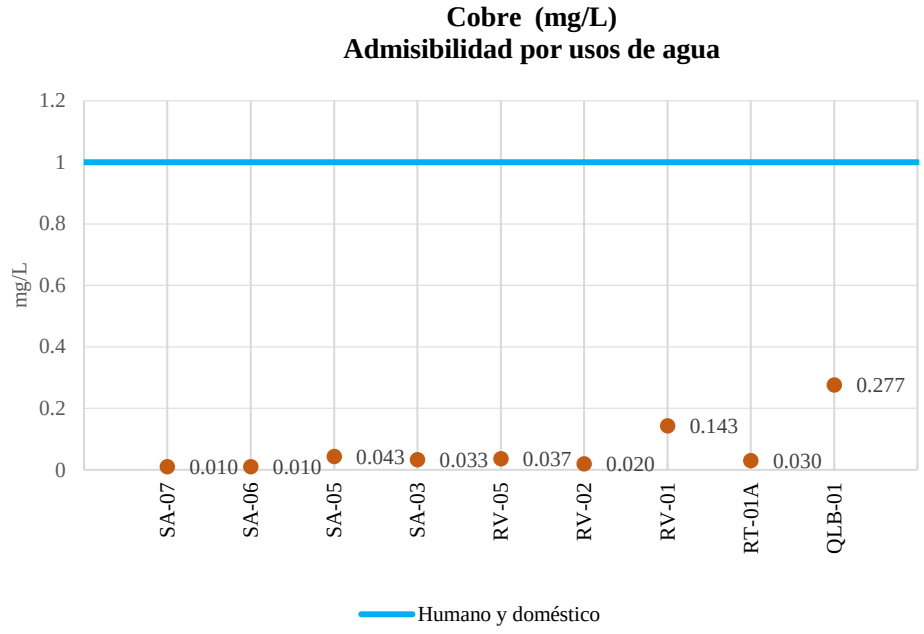
Gráfica 35. Cadmio en zona minera. Fuente CDMB



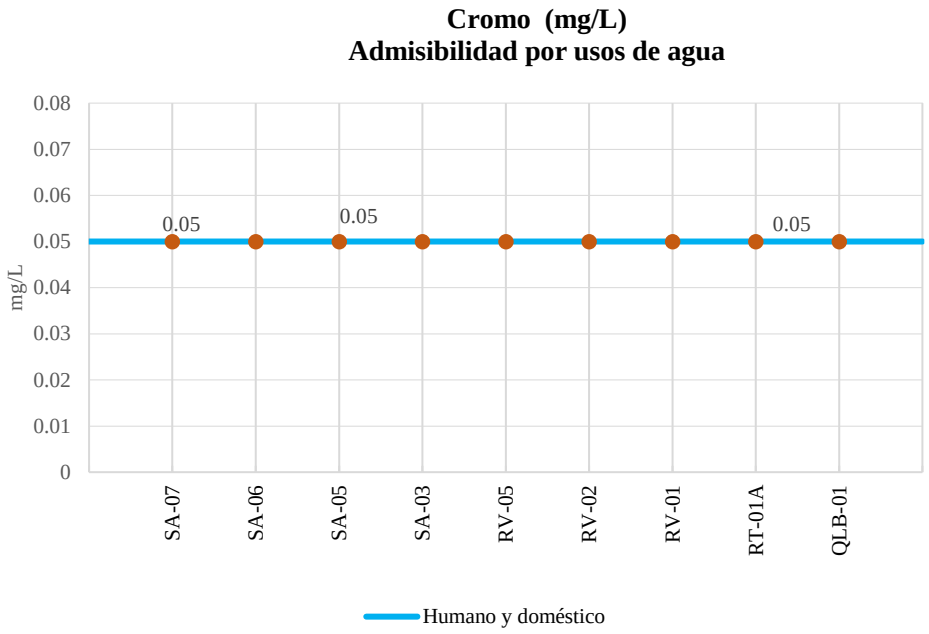
Gráfica 36. Arsénico en zona minera. Fuente CDMB



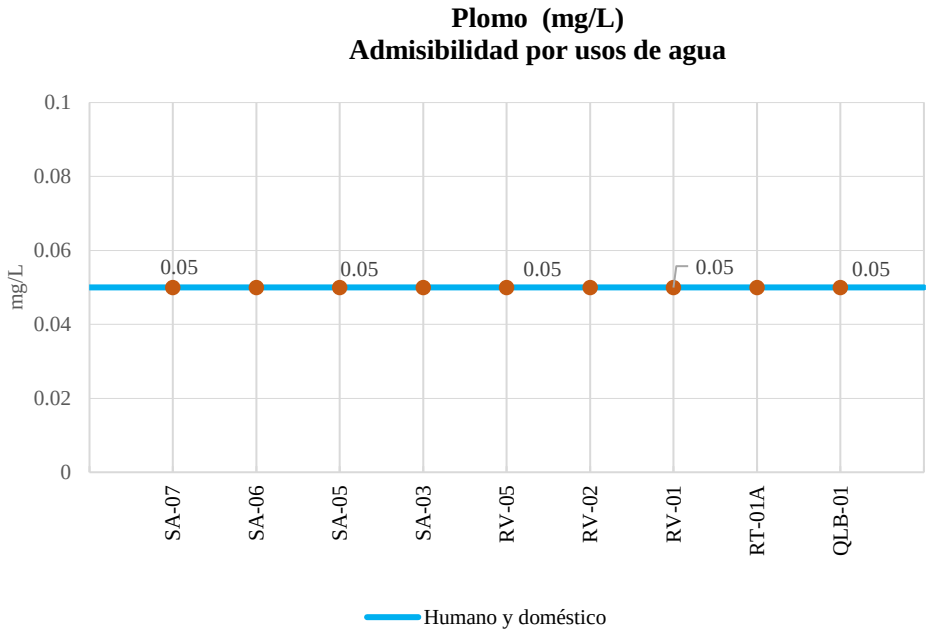
Gráfica 37. Zinc en zona minera. Fuente CDMB



Gráfica 38. Cobre en zona minera. Fuente CDMB



Gráfica 39. Cromo en zona minera. Fuente CDMB

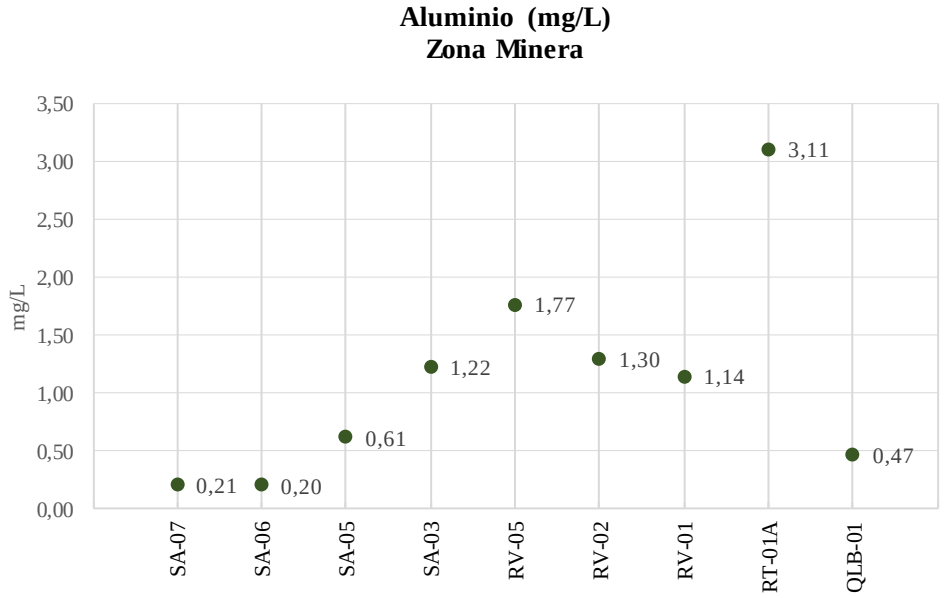


Gráfica 40. Plomo en zona minera. Fuente CDMB

Como se presentan las gráficas 35, 36, 37, 38, 39 y 40 que muestran los resultados

de los metales Arsénico, Cadmio, Zinc, Cobre, Cromo y plomo se evidencia que estos metales cumplen con las concentraciones dispuestas en el decreto 1594 de 1984 para uso doméstico.

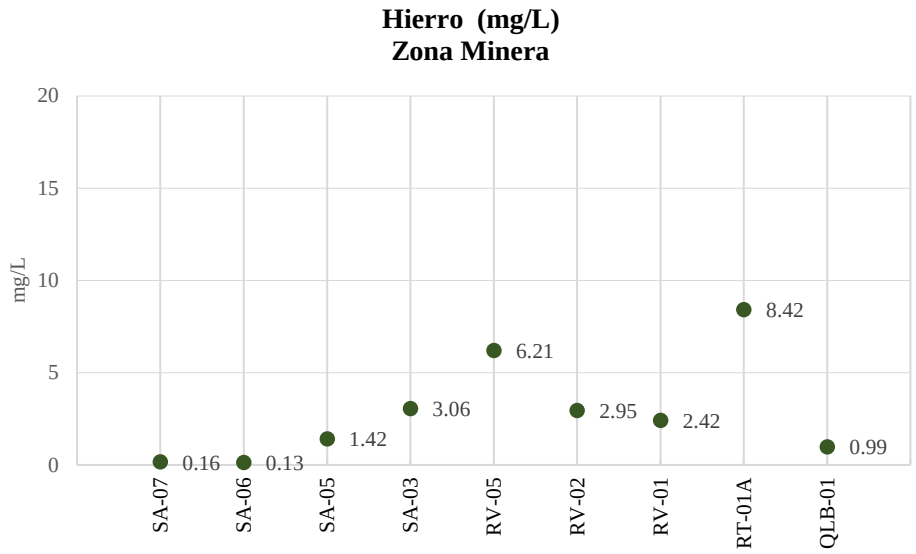
Con Relación al cromo y plomo, se determina los resultados son inferiores a 0,05 mg/L. Por otro lado, para las variables Aluminio, Hierro, Manganeso y Níquel no se encontraron valores admisibles para uso humano y doméstico en el Acuerdo N° 1075 de 2006 y Decreto 1594 de 1984, por consiguiente, se muestran las gráficas con los resultados obtenidos en 2022.



Gráfica 41. Aluminio en zona minera. Fuente CDMB

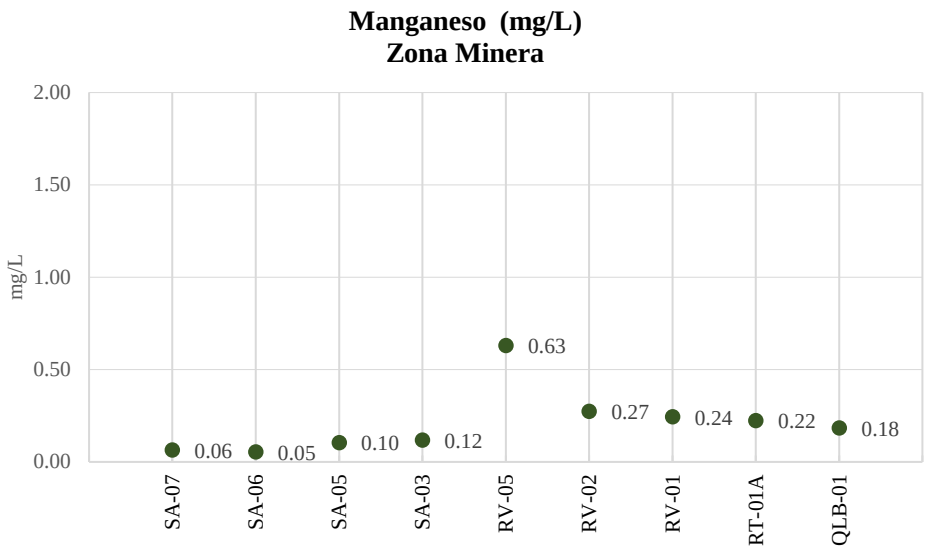
Al comparar los resultados de Aluminio de 2022 con 2021, se observó un incremento de concentración en los puntos SA-05, SA-03, RV-05, RV-01 y RT-01A. Cabe

resaltar que se generó un cambio altamente significativo en la concentración de aluminio en el punto RT-01A el cual tenía una concentración de 0,2 mg/L en el 2021 y pasó a 3,11 mg/L en el 2022.



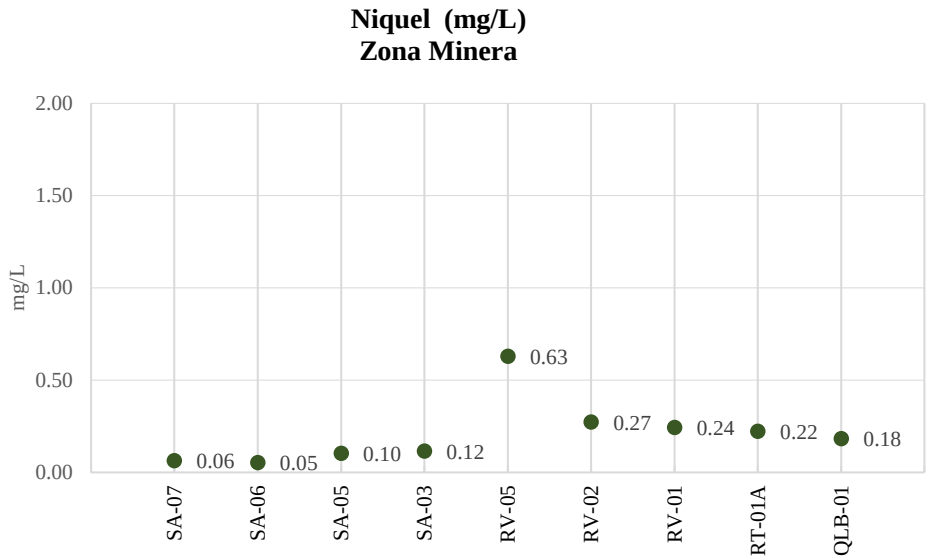
Gráfica 42. Hierro en zona minera. Fuente CDMB

En la determinación de hierro con respecto al año anterior se evidencio una disminución de la concentración en los puntos RV-05, RV-02 y QLB-01, sin embargo, se vieron incrementos significativos de concentraciones en los puntos SA-05, SA-03 y RT-01A con respecto al año 2021, principalmente en el punto RT-01A, el cual tenía una concentración de 0,1 mg/L en el 2021 y paso a 8,42 mg/L en el 2022.



Gráfica 43. Manganeso en zona minera. Fuente CDMB

La concentración de manganeso presente en los puntos RV-05, RV-02, RV-01 y QLB-01, presentó una disminución de su concentración. Caso contrario para el punto de RT-01A donde se incrementó de manera significativa la concentración pasando de 0,05mg/L en el 2021 a 0,22 mg/L en el 2022.



Gráfica 44. Níquel en zona minera. Fuente CDMB

Por último, con respecto a la concentración de Níquel en los nueve (9) puntos, se comprobó con los resultados, que hubo una disminución de la concentración de este metal con respecto al año 2021 en los puntos RV-05, RV-02, RV-01 y QLB-01. De igual forma en la determinación de metales, el punto RT-01A tuvo un incremento de la concentración pasando de 0,05mg/L en el año 2021 a tener una concentración de 0,22 mg/L al año 2022.

3. MONITOREO DE METALES EN LA CUENCA DEL RÍO SURATÁ

En la parte alta de la cuenca del río Suratá se desarrollan actividades de minería para el aprovechamiento del oro, en la cual utilizan sustancias químicas como el metal mercurio, altamente tóxico para el ser humano (límites de toxicidad por consumo entre 50 a 150 µg/día, Ellemhorn MJ. Medical Toxicology. 2nd Edition) y agente contaminante de las matrices agua, suelo y aire, y que a partir del mes de julio de 2018 está prohibido por la legislación colombiana mediante la Resolución del MADS N.º 1658 de 2013.

A partir del segundo semestre de 2022, de acuerdo con los resultados del Programa Institucional Regional de Monitoreo del Agua (PIRMA), se amplió a dieciocho (18), los puntos de monitoreo en la cuenca del Río Suratá que anteriormente contaba con once (11) puntos.

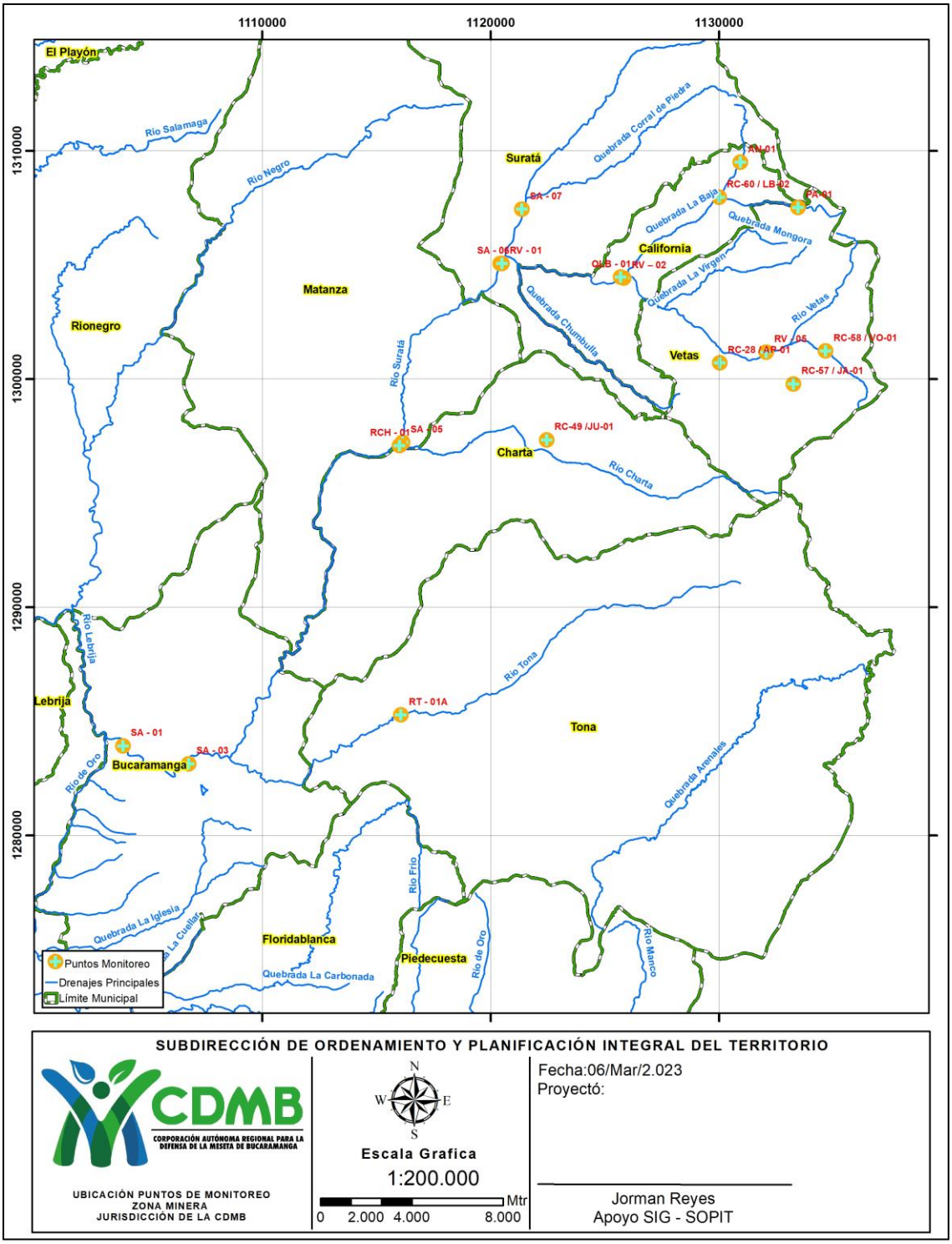


Imagen 22. Ubicación de puntos de monitoreo año 2022, Jurisdicción de la CDMB. Fuente CDMB

La CDMB en el 2021, realizó seis (6) campañas de medición de parámetros de

campo, cianuro y metales pesados. En la tabla 51, se presentan los dieciocho (18) puntos de monitoreo, coordenadas y tipo de muestreo.

Tabla 51. Puntos de monitoreo – Suratá – para monitoreo de cianuro y metales pesados. Fuente CDMB

	Código CDMB	Coordenada X	Coordenada Y	Muestreo puntual	Muestreo Compuesto
1	RCH - 01	1115981	1297054	5	
2	RT-01A	1116084	1285268	5	
3	RV - 01	1120780	1305357	6	
4	RV- 05	1132027	1301122	6	
5	RV - 02	1125838	1304415	6	
6	SA - 01	1103941	1283907	6	
7	SA - 03	1106774	1283144	6	
8	SA - 05	1116170	1297202	6	
9	SA - 06	1120447	1305018	6	
10	SA - 07	1121395	1307446	6	
11	QLB-01	1125722	1304459	1	6*
12	RC-60 / LB-02	1130015	1307954	1	6*
13	RC-49 /JU-01	1122469	1297319	6	
14	RC-28 / AP-01	1130050	1300698	6	
15	RC-58 / VO-01	1134673	1301217	6	
16	RC-57 / JA-01	1133277	1299777	6	
17	RC-17 / PA-01	1133474	1307506	6	
18	RC-16 / AN-01	1130941	1309489	6	

* Para las campañas 4, 5 y 6, se realizaron mediciones puntuales de mercurio en cada alícuota del monitoreo compuesto, en los puntos denominados QLB-01 y LB-02.

En la tabla 52 se presentan las fechas en que se realizaron las campañas de monitoreo.

Tabla 52. Fechas de monitoreo de cianuro y metales pesados- Suratá. Fuente CDMB

PUNTO	CORRIENTE	CAMPAÑA 1	CAMPAÑA 2	CAMPAÑA 3	CAMPAÑA 4	CAMPAÑA 5	CAMPAÑA 6
		FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA
MUESTRAS PUNTUALES							
RV -05	RIO VETAS	16/09/2022	12/10/2022	18/10/2022	1/11/2022	22/11/2022	2/12/2022
RV-02	RIO VETAS	16/09/2022	12/10/2022	18/10/2022	1/11/2022	22/11/2022	2/12/2022
QLB-01	QUEBRADA LA BAJA	16/09/2022	***	***	***	***	***

PUNTO	CORRIENTE	CAMPAÑA 1	CAMPAÑA 2	CAMPAÑA 3	CAMPAÑA 4	CAMPAÑA 5	CAMPAÑA 6
		FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA
MUESTRAS PUNTUALES							
RV-01	RIO VETAS	16/09/2022	12/10/2022	18/10/2022	1/11/2022	22/11/2022	2/12/2022
LB-02	QUEBRADA LA BAJA	16/09/2022	***	***	***	***	***
SA-07	RÍO SURATÁ	19/09/2022	13/10/2022	19/10/2022	2/11/2022	29/11/2022	7/12/2022
SA-06	RÍO SURATÁ	19/09/2022	13/10/2022	19/10/2022	2/11/2022	29/11/2022	7/12/2022
SA-05	RÍO SURATÁ	19/09/2022	13/10/2022	21/10/2022	2/11/2022	29/11/2022	7/12/2022
SA-03	RÍO SURATÁ	19/09/2022	13/01/2022	21/10/2022	2/11/2022	2/12/2022	7/12/2022
SA-01	RÍO SURATÁ	20/09/2022	13/10/2022	21/10/2022	2/11/2022	29/11/2022	7/12/2022
JU-01	Q. EL JUNCAL	23/09/2022	13/10/2022	19/10/2022	7/11/2022	29/11/2022	7/12/2022
AP-01	Q. AGUA DE PARAMO	22/09/2022	13/10/2022	19/10/2022	7/11/2022	29/11/2022	7/12/2022
VO-01	Q. EL VOLCÁN	22/09/2022	13/10/2022	19/10/2022	7/11/2022	29/11/2022	7/12/2022
JA-01	Q. JAIMES	22/09/2022	13/10/2022	19/10/2022	7/11/2022	29/11/2022	7/12/2022
PA-01	Q. PAEZ	22/09/2022	10/10/2022	22/10/2022	7/11/2022	22/11/2022	2/12/2022
AN-01	Q. ANGOSTURAS	3/10//2022	12/10/2022	22/10/2022	7/11/2022	22/11/2022	2/12/2022
RCH-01	RÍO CHARTA	***	13/10/2022	21/10/2022	7/11/2022	29/11/2022	7/12/2022
RT-01A	RÍO TONA	***	12/10/2022	18/10/2022	1/11/2022	22/11/2022	7/12/2022
MUESTRAS COMPUESTAS							
QLB-01	QUEBRADA LA BAJA	7/10/2022	26/10/2022	27/10/2022	8/11/2022	23/11/2022	5/12/2022
LB-02	QUEBRADA LA BAJA	7/10/2022	26/10/2022	28/10/2022	9/11/2022	25/11/2022	09/12/022

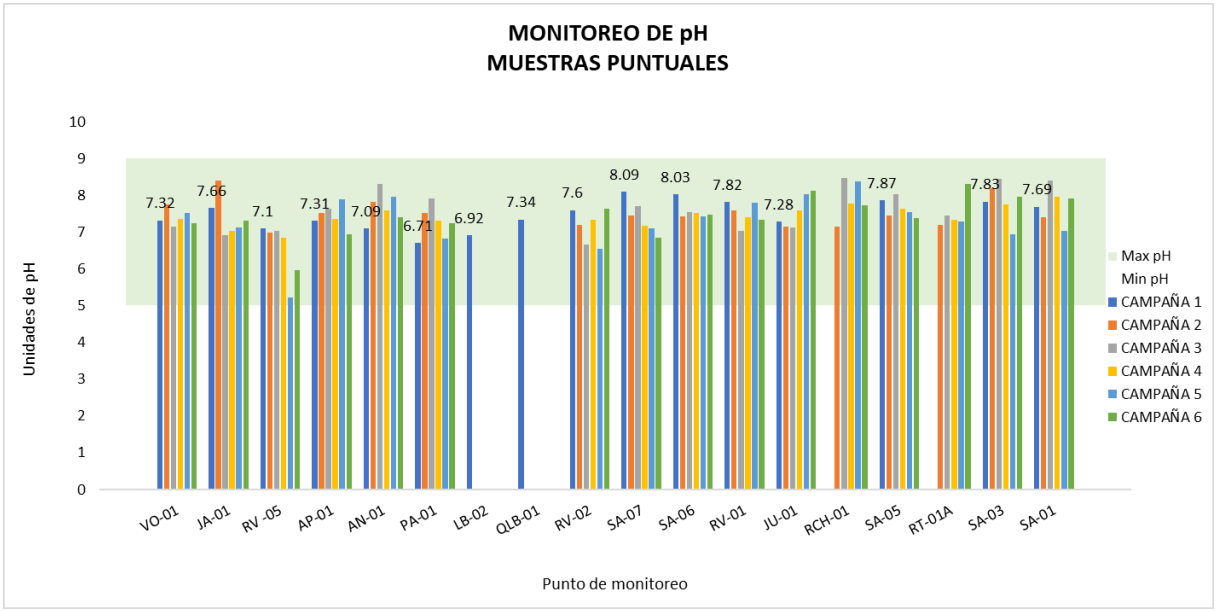
Para el desarrollo de las campañas se midieron los siguientes parámetros de campo: Caudal, Temperatura ambiente, Temperatura del agua, pH, Conductividad, Oxígeno disuelto y Presión atmosférica; y se determinaron los siguientes metales: Arsénico, Cadmio, Hierro, Manganeso, Mercurio y Plomo y el compuesto químico: Cianuro.

Teniendo en cuenta que la cuenca del Río Suratá es abastecedora del acueducto metropolitano de Bucaramanga 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.

3.1. Resultados de monitoreos puntuales

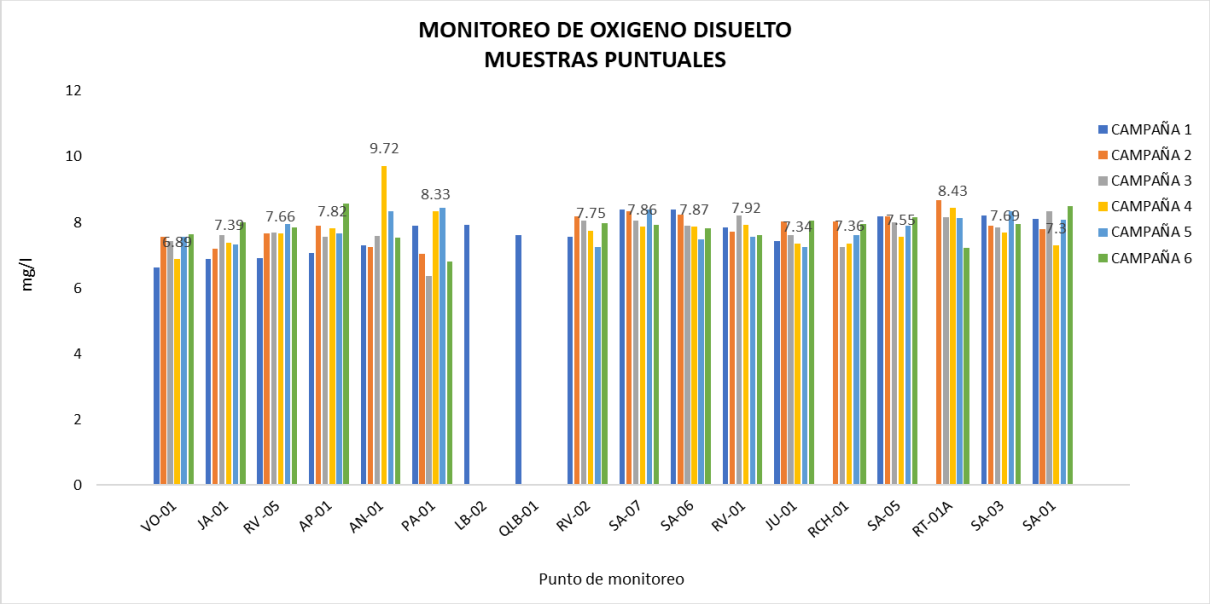
3.1.1 Parámetros de campo en monitoreos puntuales

En las gráficas 45, 46 y 47 se observa el comportamiento de los parámetros pH, oxígeno disuelto y conductividad entre los más representativos para los monitoreos puntuales realizados en los 18 puntos.



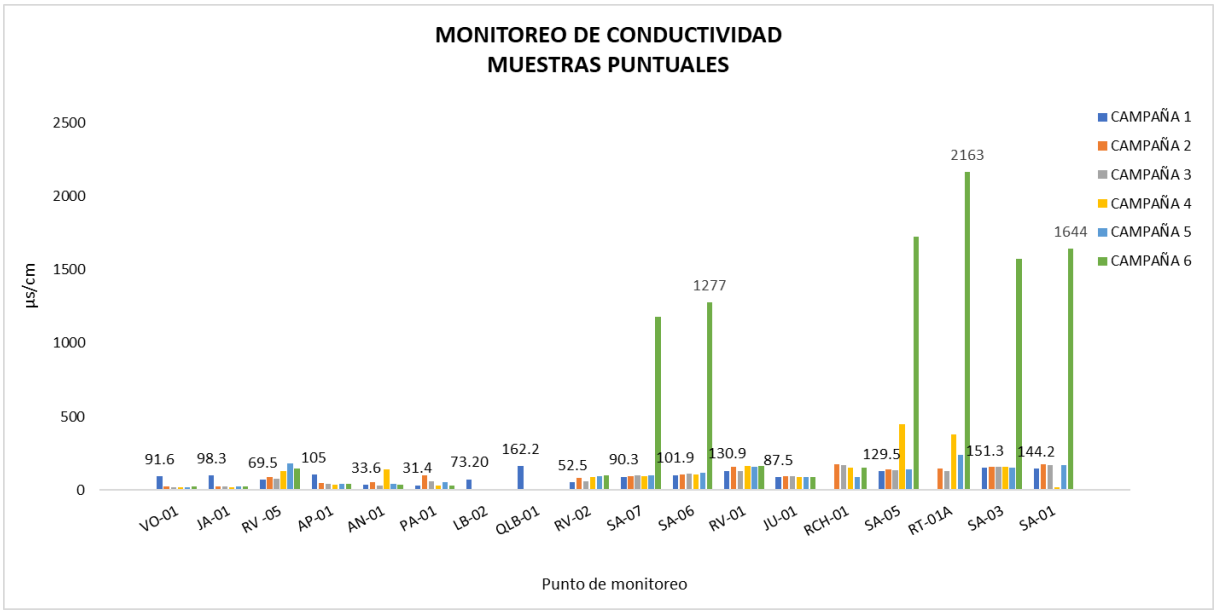
Gráfica 45. Monitoreo de pH en muestras puntuales. Fuente CDMB

Los resultados de pH de las muestras puntuales durante las diferentes campañas, arrojo resultados dentro de los límites permitidos en el decreto 1594 de 1984, artículo 38, para su potabilización con tratamiento convencional.



Gráfica 46. Monitoreo de Oxígeno Disuelto en muestras puntuales. Fuente CDMB

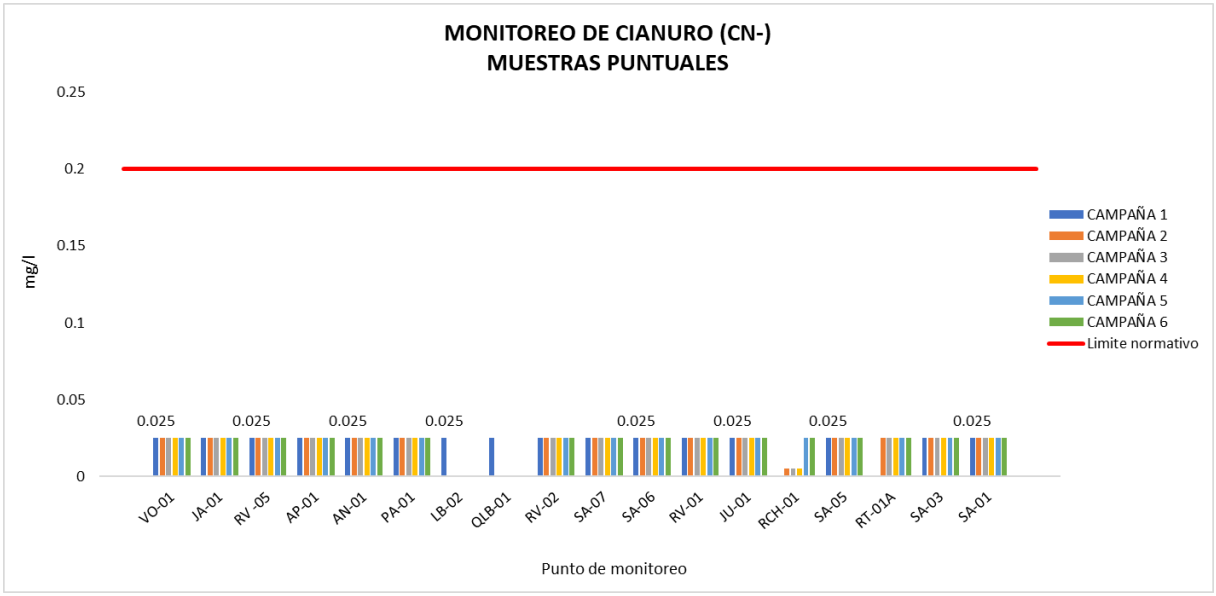
Los resultados de Oxígeno disuelto de las muestras puntuales durante las diferentes campañas, arrojo resultados dentro de los límites permitidos en el decreto 1594 de 1984, artículo 45, para la preservación de la fauna y flora en aguas dulces con valores superiores a 4,0 mg/L, y de la misma forma cumple con los objetivos de calidad del acuerdo 1075 de 2006 con valores superiores a 5mg/L.



Gráfica 47. Monitoreo de Conductividad en muestras puntuales. Fuente CDMB

Con respecto a la conductividad se observaron comportamientos anómalos en los que se dispara la conductividad en la última campaña para los puntos SA-07, SA-06, SA-05, RT-01A, SA-03 y SA-01.

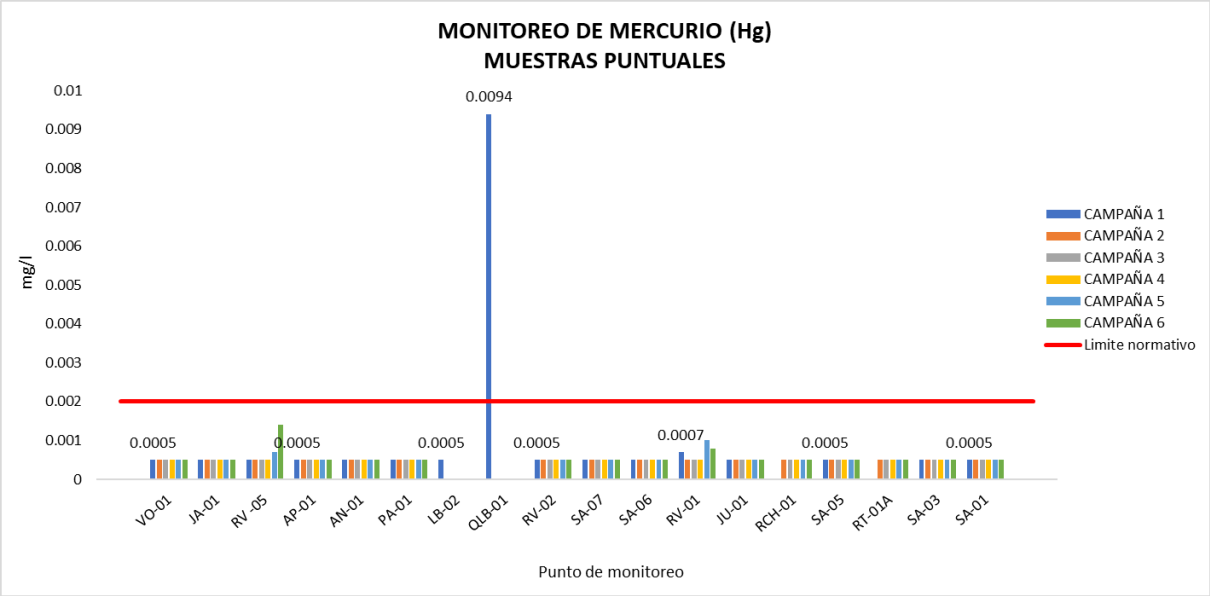
3.1.2. Cianuro en muestras puntuales



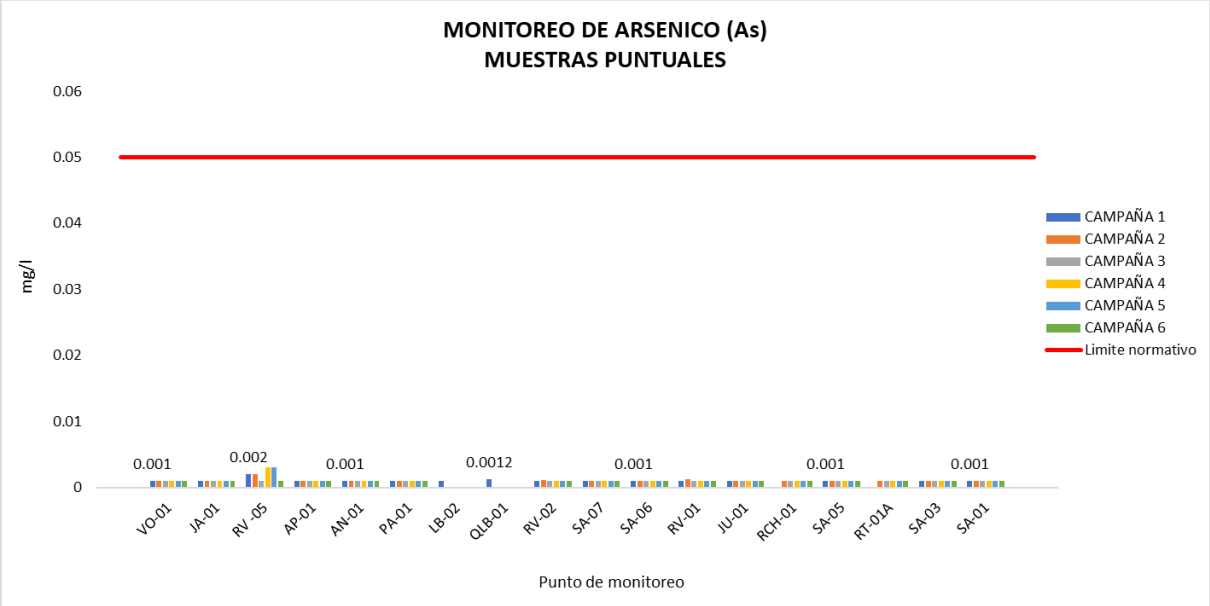
Gráfica 48. Monitoreo de Cianuro en muestras puntuales. Fuente CDMB

Los resultados de Cianuro de las muestras puntuales durante las diferentes campañas, arrojo resultados dentro de los límites permitidos en el decreto 1594 de 1984, artículo 38, con valores inferiores a 0,2 mg/L.

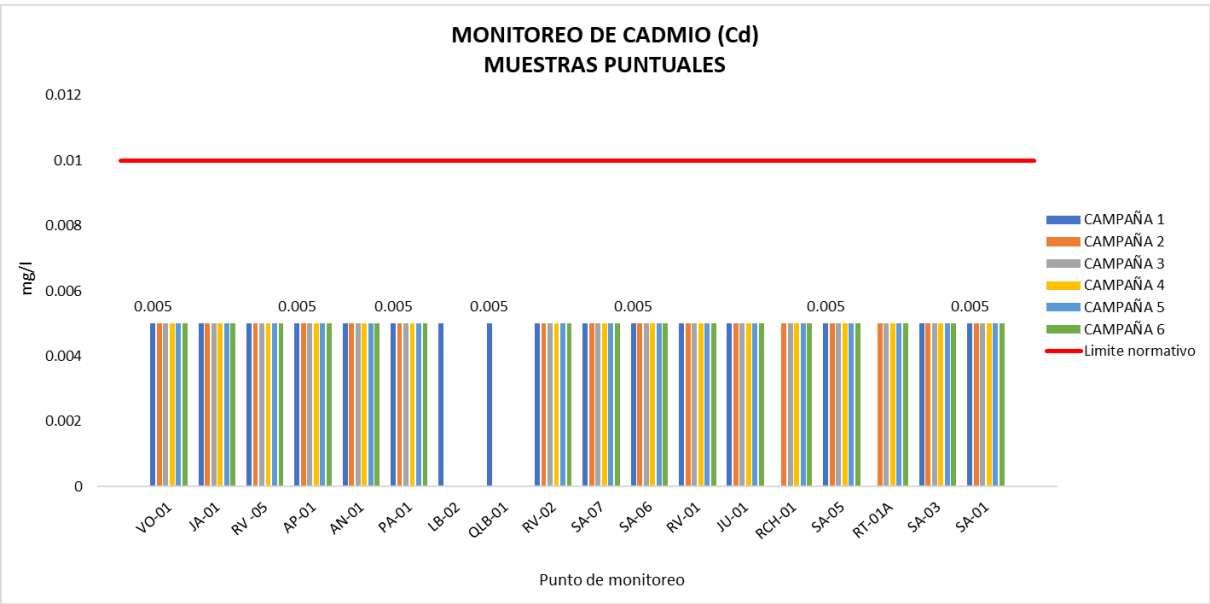
3.1.3 Metales pesados en muestras puntuales



Gráfica 49. Monitoreo de Mercurio en muestras puntuales. Fuente CDMB



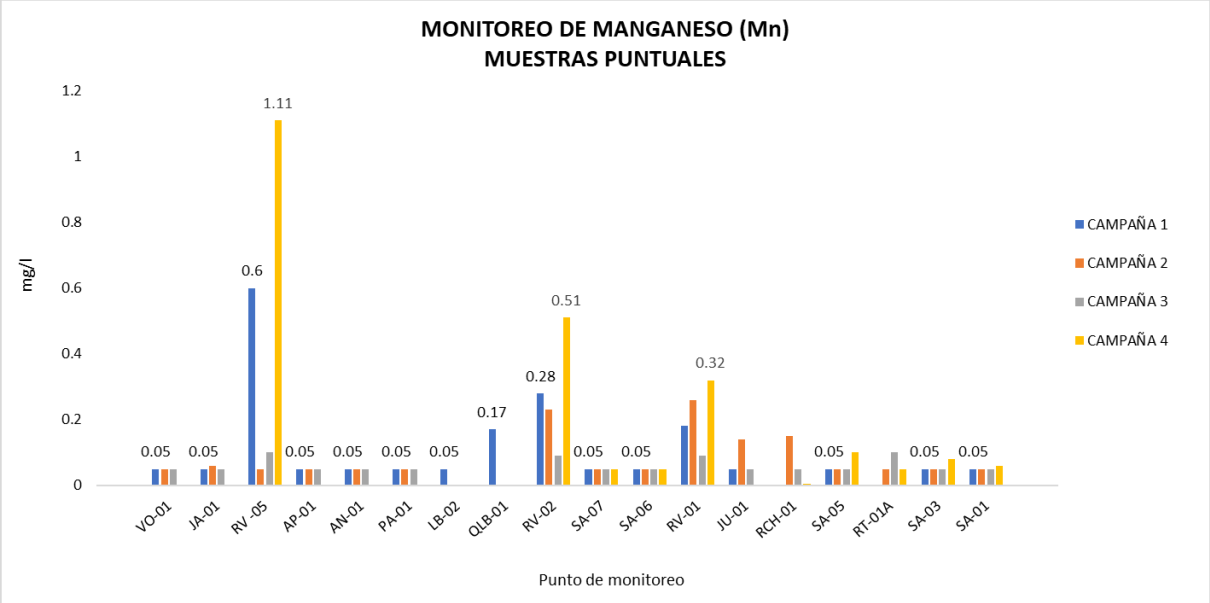
Gráfica 50. Monitoreo de Arsénico en muestras puntuales. Fuente CDMB



Gráfica 51. Monitoreo de Cadmio en muestras puntuales. Fuente CDMB

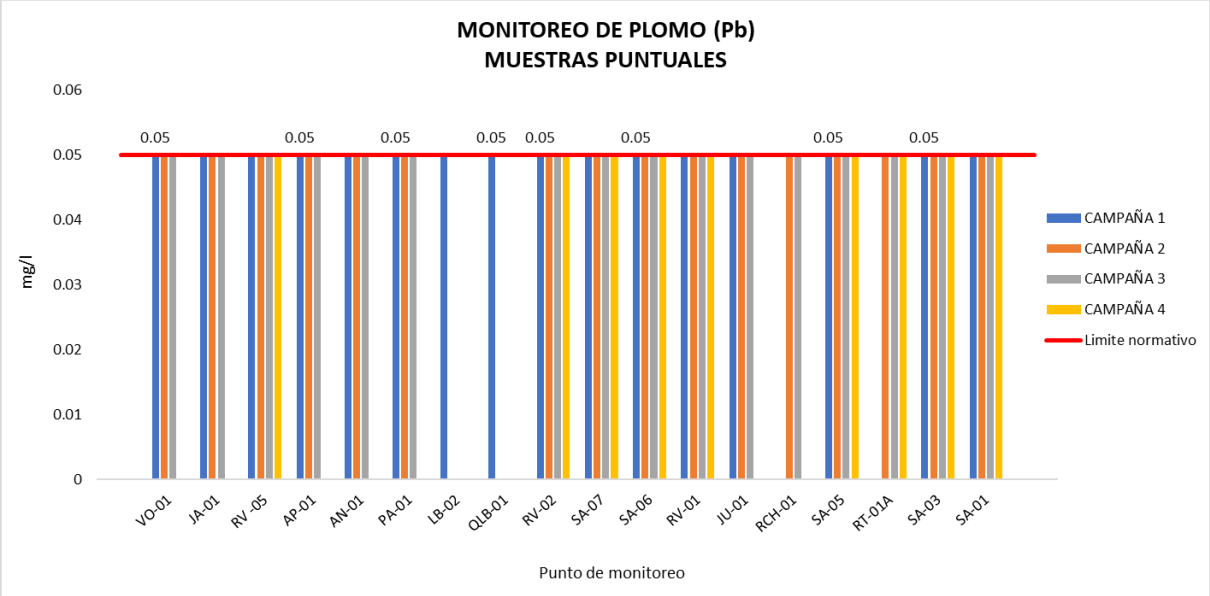
Los resultados para los metales Cadmio, Arsénico y mercurio en los diferentes puntos evaluados, se encuentran por debajo de los límites permitidos a excepción de la concentración de mercurio en el punto QLB-01 con un resultado de 0,0094

mg/L, por encima del valor máximo permisible 0,002 mg/L de Hg.



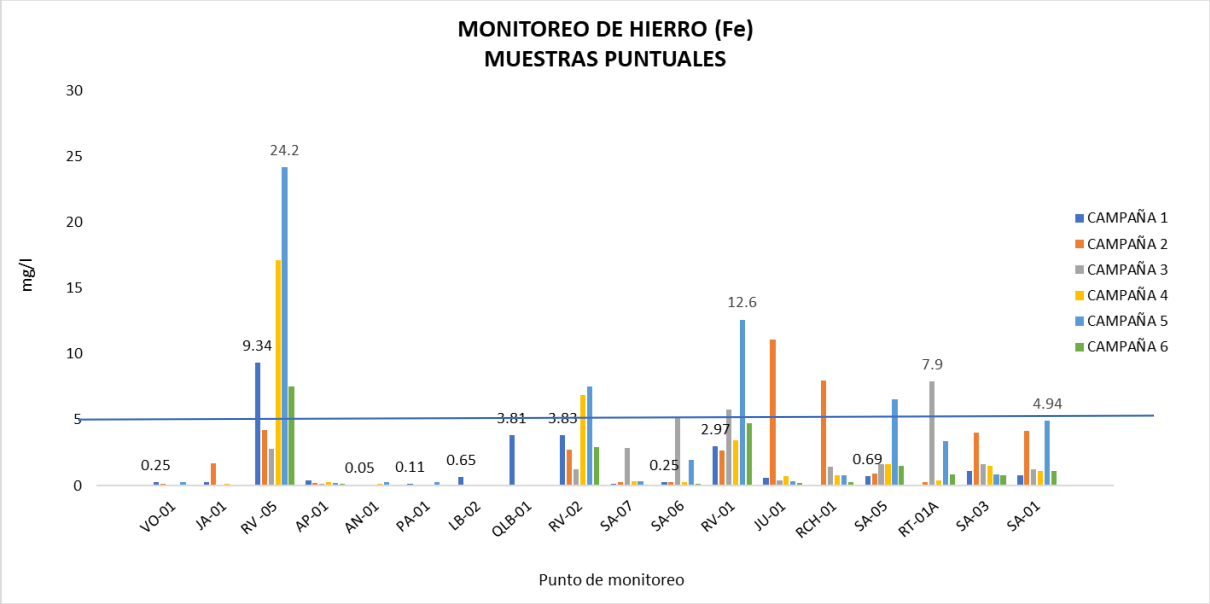
Gráfica 52. Monitoreo de Manganeso en muestras puntuales. Fuente CDMB

Al determinar la concentración de manganeso en las diferentes campañas se evidenció unos picos de concentración en los puntos RV-05 campaña 1 y 4, RV-02 Campañas 1, 2 y 4, punto RV-01 en las campañas 2 y 4, los cuales superan los límites permisibles para la destinación del recurso con fines agrícolas acorde al decreto 1594 de 1984, articulo 40, con un máximo permisible de 0,2 mg/L.



Gráfica 53. Monitoreo de Plomo en muestras puntuales. Fuente CDMB

Las concentraciones de plomo cumplen con el decreto 1594 de 1984, ya que ningún punto supera el máximo permisible de 0,05 mg Pb/L, ya que todos los resultados obtenidos están por debajo del límite de cuantificación del método de ensayo utilizado por el laboratorio contratado SIAMA (resultados obtenidos <0,05 mg Pb/L), por lo que no puede el laboratorio asegurar un valor exacto por debajo de su límite de cuantificación acorde al cumplimiento de aseguramiento de los resultados bajo la norma ISO 17025 y su respectiva acreditación con el IDEAM.

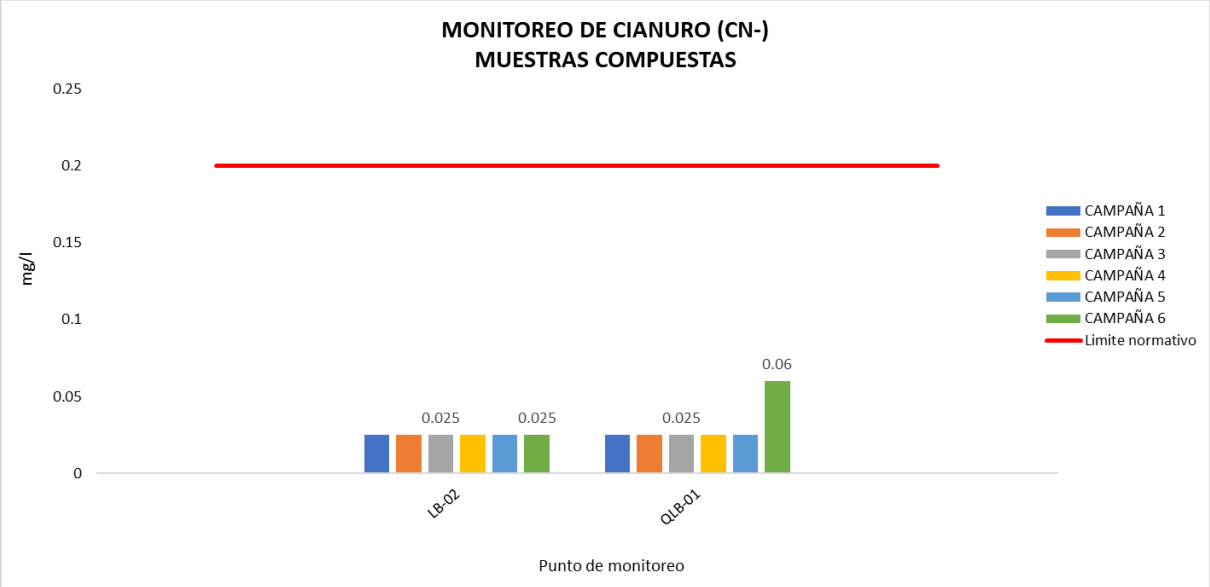


Gráfica 54. Monitoreo de Hierro en muestras puntuales. Fuente CDMB

Al determinar la concentración de Hierro en las diferentes campañas se evidenció unos picos de concentración en los puntos RV-05 campaña 1, 4, 5 y 6, RV-02 Campañas 4 y 5, punto RV-01 en las campañas 3 y 5, punto JU-01 en la campaña 2, punto RCH-01 Campaña 2, punto SA-05 Campaña 5, RT-01ª campaña 3, los cuales superan los límites permisibles para la destinación del recurso con fines agrícolas acorde al decreto 1594 de 1984, articulo 40, con un máximo permisible de 5,0 mg/L.

3.2. Resultados de monitoreos compuestos en la Subcuenca Surata

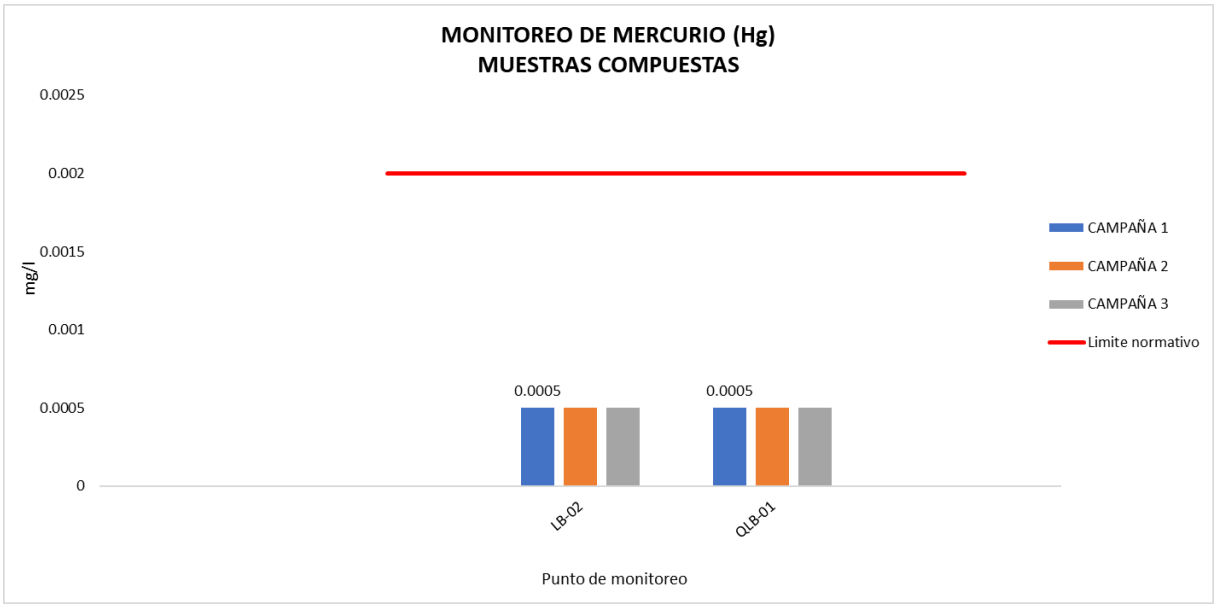
3.2.1 Cianuro en muestras compuestas



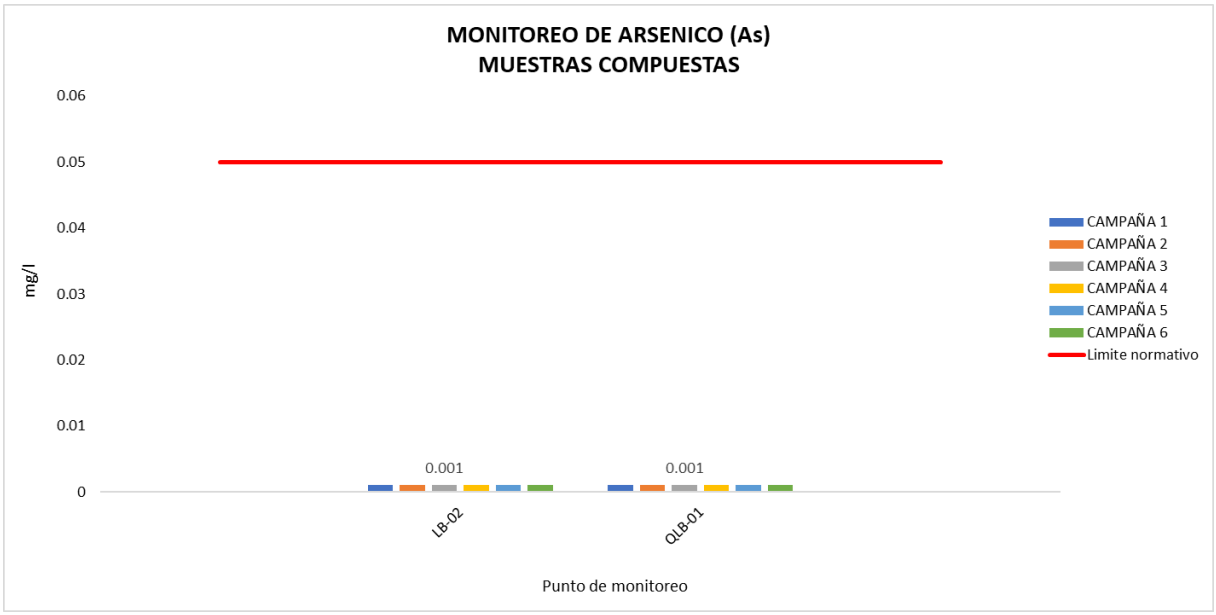
Gráfica 55. Monitoreo de Cianuro en muestras compuestas. Fuente CDMB

Se determinó la concentración de cianuro a partir de la compuesta por 24 horas para los puntos LB-02 y QLB-01 en seis (6) campañas, en los cuales se obtuvieron resultados dentro de lo limites permisibles para todas las campañas [<0,2 mg CN/L], es decir que la calidad de agua cumple con respecto al cianuro bajo el decreto 1594 de 1984.

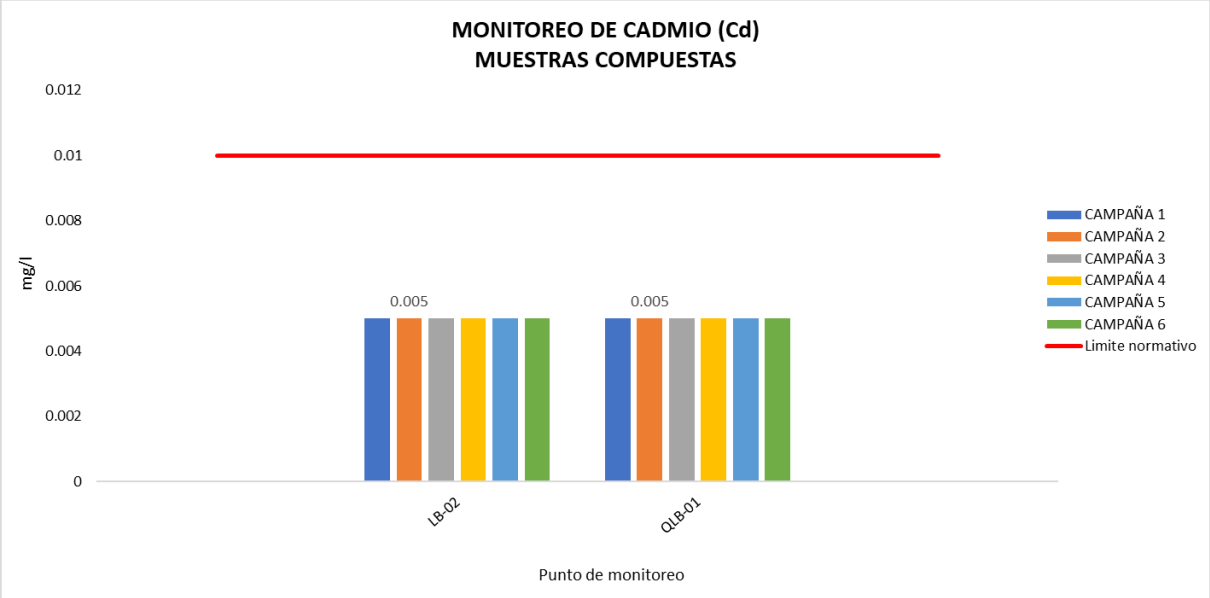
3.2.2 Metales pesados en muestras compuestas



Gráfica 56. Monitoreo de Mercurio en muestras compuestas. Fuente CDMB

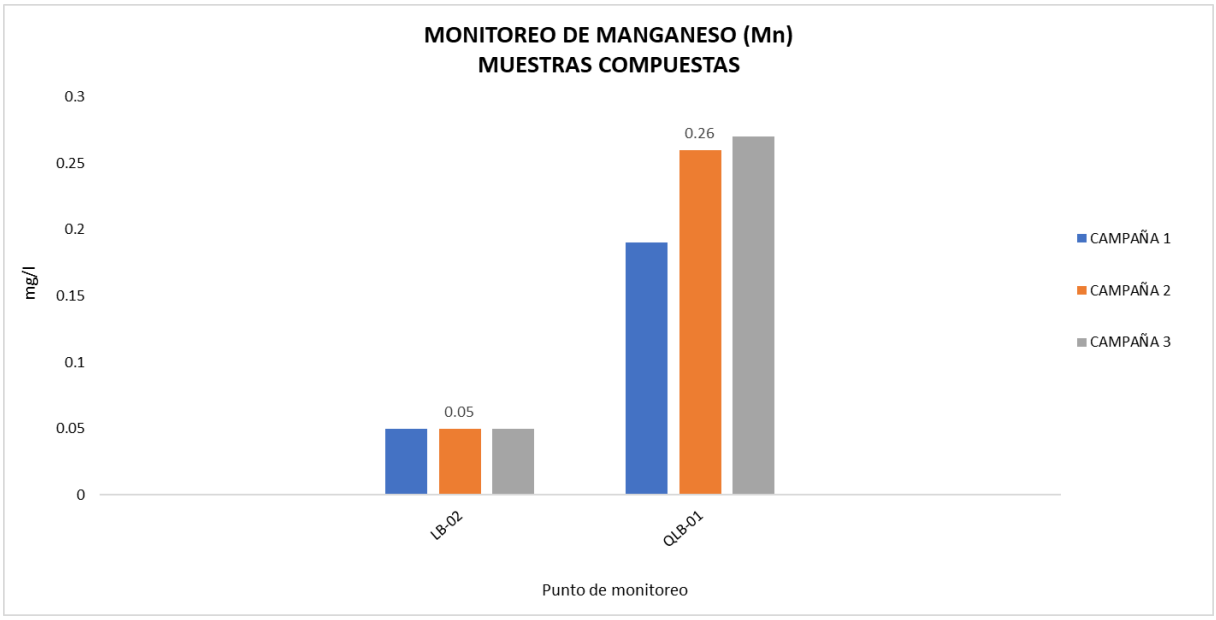


Gráfica 57. Monitoreo de Arsénico en muestras compuestas. Fuente CDMB



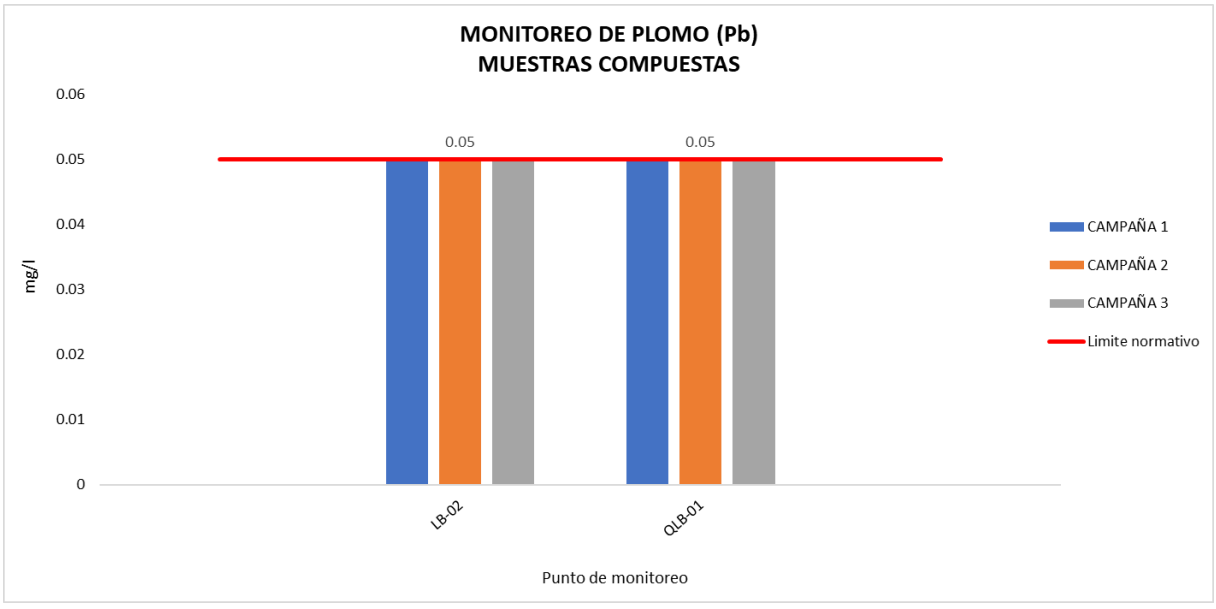
Gráfica 58. Monitoreo de Cadmio en muestras compuestas. Fuente CDMB

Los resultados para los metales Cadmio, Arsénico y mercurio en los puntos LB-02 y QLB-01, se encuentran por debajo de los límites permitidos (0,002 mg/L de Hg) en el decreto 1594 de 1984. Cabe mencionar que en el caso del mercurio se evaluaron tres (3) campañas midiendo una sola muestra compuesta en 24 horas de monitoreo, y para las ultimas 3 campañas se analizó la concentración de mercurio en alícuotas tomadas cada 2 horas, en razón a que pueden presentarse picos de concentración de mercurio altos que pueden diluirse al componer la muestra. Esta evaluación se realiza más adelante en la gráfica 62 y 63, numeral 3.3 Monitoreo de mercurio 24 horas.



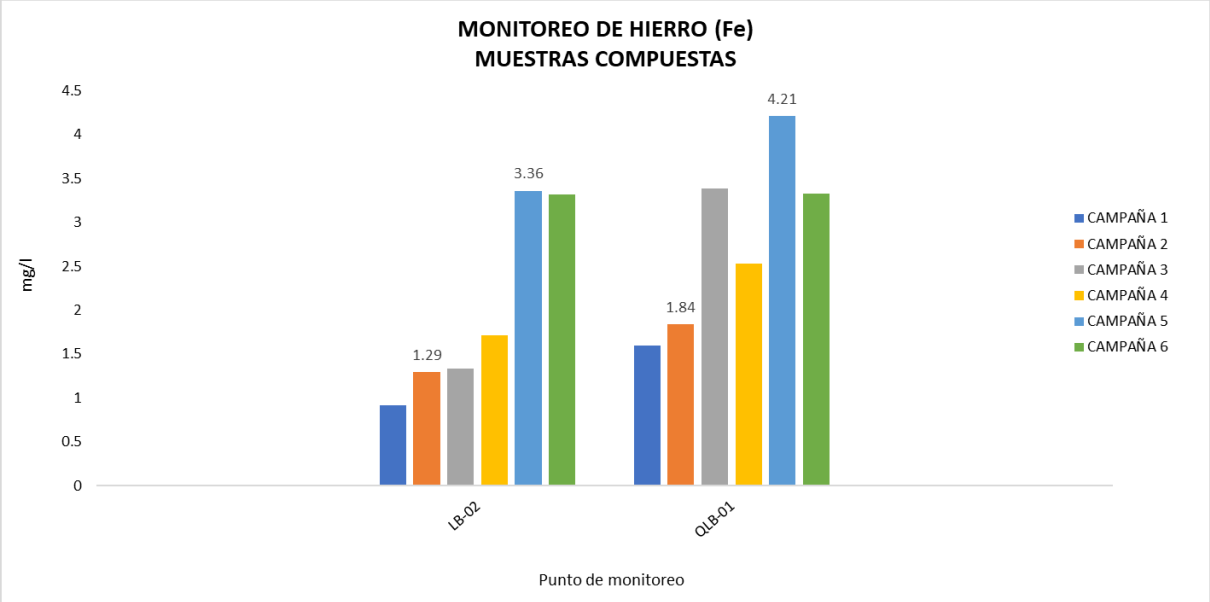
Gráfica 59. Monitoreo de Manganeso en muestras compuestas. Fuente CDMB

La concentración de manganeso en las tres (3) campañas evaluadas mostró concentraciones más altas en el punto QLB-01 para la campaña 2 y 3, los cuales superan los límites permisibles si la destinación del recurso es con fines agrícolas acorde al decreto 1594 de 1984, articulo 40, con un máximo permisible de 0,2 mg/L.



Gráfica 60. Monitoreo de Plomo en muestras compuestas. Fuente CDMB

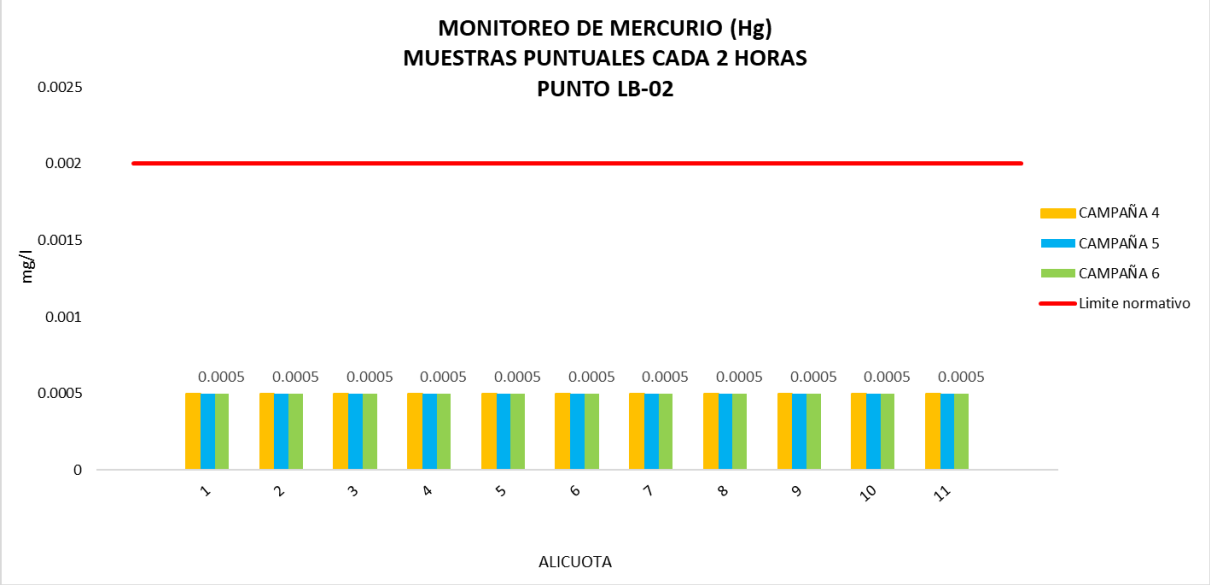
Las concentraciones de plomo para 3 campañas, cumplen con el decreto 1594 de 1984, ya que ningún punto supera el máximo permisible de 0,05 mg Pb/L, y todos los resultados obtenidos están por debajo del límite de cuantificación del método de ensayo utilizado por el laboratorio contratado SIAMA (resultados obtenidos <0,05 mg Pb/L).



Gráfica 61. Monitoreo de Hierro en muestras compuestas. Fuente CDMB

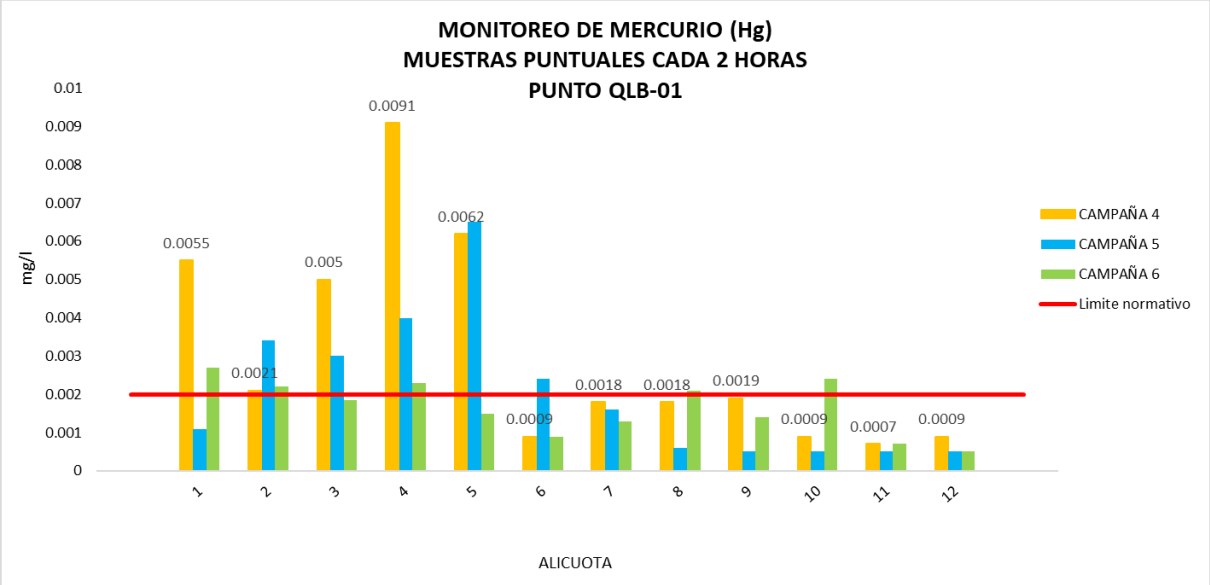
Con respecto a la concentración de Hierro, se evidenció una tendencia de aumento en la concentración en las seis (6) campañas para los puntos evaluados, LB-02 Y QLB-01. Sin embargo, al compararlo como una referencia con el artículo 40 del decreto 1594 de 1984 para destinación del recurso con fines agrícolas, las concentraciones de hierro determinadas no superan los límites permisibles (Máximo permisible 5,0 mg Fe/L).

3.3 Monitoreo de mercurio 24 horas



Gráfica 62. Monitoreo de Mercurio 24 horas punto LB-02. Fuente CDMB

Se evaluó la concentración de mercurio en el punto LB-02 por 24 horas por toma de cada alícuota cada 2 horas, y como resultado se obtuvo que en todas las mediciones durante las campañas 4, 5 y 6, las concentraciones de mercurio son inferiores a los límites máximos permisibles.



Gráfica 63. Monitoreo de Mercurio 24 horas punto QLB-01. Fuente CDMB

En el caso del punto QLB-01, se evidencio que durante las tres (3) campañas evaluadas se superan los límites máximos permisibles de concentración de mercurio, para las campañas 4, 5 y 6, principalmente en las campañas 4 y 5 durante las primeras 5 alícuotas.

4. CONCLUSIONES

4.1 Los índices de calidad correspondientes al 2022 registraron un criterio de calidad Regular en un 60%, mostrando un aumento considerable de calidad Aceptable (19%) y una estabilidad en calidad Mala (21%) con respecto al año 2021. Se determinaron que cinco (5) puntos mejoraron en el 2022 para un total de 16 puntos aceptables, sin embargo, los nuevos puntos se clasificaron en calidad Regular, por lo tanto, este descriptor se mantiene en la mayoría de puntos en las cuencas de la región. Finalmente, los puntos reportados con calidad Mala se siguen manteniendo

a través de los años con 19 puntos en 2021 y nuevamente 18 puntos en 2022, como se evidencia en la tabla 53.

Tabla 53. Calidad puntos de monitoreo 2020 – 2021 - 2022

COMPARATIVO ICAS 2021 - 2022				
CATEGORIA ICA	2021		2022	
	# puntos	%	# puntos	%
BUENA	0	0%	0	0%
ACEPTABLE	5	7%	16	19%
REGULAR	47	66%	51	60%
MALA	19	27%	18	21%
MUY MALA	0	0%	0	0%

4.2 Las calidades de los puntos utilizados para captación y/o abastecimiento de acueductos municipales como Rio de Oro (RO-05), río Frío (RF-03) y río Surata (SA-03), se clasifican con índices de calidad “Regular”, y 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

4.3 En el caso del punto de Q. La Angula (LA-04) que se utiliza para captación y/o abastecimiento del municipio de Lebrija, mejoró su índice de calidad con respecto al 2021, el cual se encontraba en Regular y paso a categorizarse como Aceptable, lo que garantiza su buen tratamiento en las plantas de potabilización y es de vital importancia mantener la calidad de su agua en esta categoría.

4.4 Los once (11) puntos localizados a lo largo del río de Oro, mantuvieron en 2022 los mismos descriptores de Calidad de 2021, a excepción del punto RO-05 quien paso de un descriptor “Regular” a “Aceptable” en 2022, y del punto RO-04 el cual tuvo una mejora de calidad pasando de “Mala” a “Regular” en el 2022.

4.5 Los tributarios del río Oro conservaron los mismos descriptores de calidad 2021, sin embargo, se incluyeron nuevos puntos de otros tributarios como LR-O-01 quien tiene un descriptor “Regular”, y los puntos CA-01, CY-01, AR-01, LN-01, CH-01 y LP-01 que pertenecen a la escarpa tienen descriptores “Malo” que solo se modificaran cuando se construya la PTAR del norte

4.6 En el sistema la Iglesia, se observaron que todos los descriptores se mantienen igual que en el 2021.

SITIO DE MUESTREO		PUNTO	ICA 2021	ICA 2022	CALIDAD
SISTEMA IGLESIA	Q. La Flora	LF-01	0,55	0.55	REGULAR
	Q. La Cascada	CS-01	0,61	0.58	REGULAR
	Q. La Iglesia	LI-03	0,37	0.49	MALA
	Q. El Macho	MA-01	0,63	0.56	REGULAR
	Q. La Guacamaya	GY-01	0,41	0.41	MALA
	Q. El Carrasco	DC-01	0,26	0.29	MALA
	Q. La Iglesia	LI-01	0,48	0.42	MALA

4.7 El río Frio y sus tributarios conservaron en 2022 los ICAS obtenidos en 2021 a excepción del punto Q. Aranzoque AZ-1ª el cual tuvo una mejora, cambiando de calidad “Mala” en 2021 a una categoría de “Regular” en 2022. Por otra parte, se

evaluaron más descriptores para Rio Frio y sus tributarios, de los cuales se resalta que el único punto que tiene una calificación de “Aceptable” es el punto RF-02.

Es importante realizar seguimiento trabajar de la mano con los sectores urbanos y productivos para que establezcan tratamientos de sus vertimientos con el fin de mejorar la calidad de las aguas ya que son fuente vital para la sostenibilidad ambiental y mejora de calidad de vida en la región.

4.8 La quebrada la Ruitoca se evaluó como un grupo independiente determinando que todos sus descriptores desde que inicia en el punto LR-03 hasta el punto LR-O-01 presento una calidad de agua “Regular”, manteniendo el histórico con respecto a los puntos LR-03 y LR-02. Es importante hacer seguimiento a esta quebrada para prevenir una desmejora, y buscar alternativas para su recuperación.

4.9 El Rio Lebrija y sus tributarios no presentaron variación de la calidad de sus aguas con respecto a 2021. También se incluyó la evaluación del punto QABU-02 de la Q. El Aburrido presentando con un índice de calidad “Aceptable”.

4.10 S Se debe realizar seguimiento a las corrientes hídricas que en el año 2022 mejoraron su calidad a “Aceptable” con el fin de preservarlas en ese estado, entre ellas están los puntos RV-02, SA-07, RO-05, RC-02ª, LA-04, RM-02, RM-01, UP-01, QLB-01.

4.11 Con el fin de asegurar que los puntos de captación para abastecimiento de acueductos municipales no se deterioren, se considera fundamental el seguimiento

periódico para vigilar y controlar descargues de material orgánico especialmente río Frío (RF-03), río de Oro (RO-05) y río Surata (SA-03) y la Q. La Angula (LA-04).

4.12 Se debe agregar que en la Subcuenca Surata se presentaron valores de mercurio que incumplen los objetivos de Calidad del Acuerdo Consejo Directivo CDMB Nº 1075 de 2006, en el punto de monitoreo de la Quebrada La Baja punto QLB-01.

Es importante, continuar con el seguimiento de mercurio en la Subcuenca Surata y desarrollar acciones con las comunidades y las mineras, con el fin de mitigar las concentraciones de mercurio que pueden causar de afectación a la salud humana.

4.13 En algunos puntos de la Subcuenca Surata (zona minera), especialmente en el punto RT-01A, se presentó incremento en la concentración de varios metales como aluminio, hierro, manganeso y níquel, hallazgo que se verificara en los monitoreos de 2023.

4.14 Conforme a los resultados obtenidos en el punto RC-01 Vanegas del Río Cachira, se recomienda incluir en la red de monitoreo de calidad del año 2023, la determinación de los pesticidas como descriptor de la calidad del agua debido a que se encuentra un incremento en la determinación de la concentración de fósforo durante las campañas realizadas.

4.15 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.

CAPITULO II

RED HIDROCLIMATOLOGICA

CAPITULO II.

RED HIDROCLIMATOLOGICO

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 en el área de su jurisdicción. Presenta el Informe de la Red Hidroclimatológica de la CDMB correspondiente al año 2022.

El informe comprende la descripción, caracterización y análisis de comportamiento de las variables hidroclimáticas de las estaciones de la Red Hidroclimatológica, para el año 2022, 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.

OBJETIVOS

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 2022.

Objetivos específicos

* Analizar la información capturada por cada una de las estaciones automáticas y de niveles que integran la Red Hidroclimatológica de la CDMB, para año 2022, periodo comprendido entre el 1 de diciembre del año 2021 hasta el 30 de noviembre de 2022.

- Analizar el comportamiento de las variables meteorológicas que reportan las estaciones de la Red Hidroclimatológica de la CDMB, teniendo las subcuentas como unidad de asociación.
- 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.

5. 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.

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.

6. Estaciones Hidroclimatológicas.

Estaciones Climatológicas Automáticas

Las estaciones climatológicas son instrumentos o elementos dispuestos para la medición de variables climáticos 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, teléfono, 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:

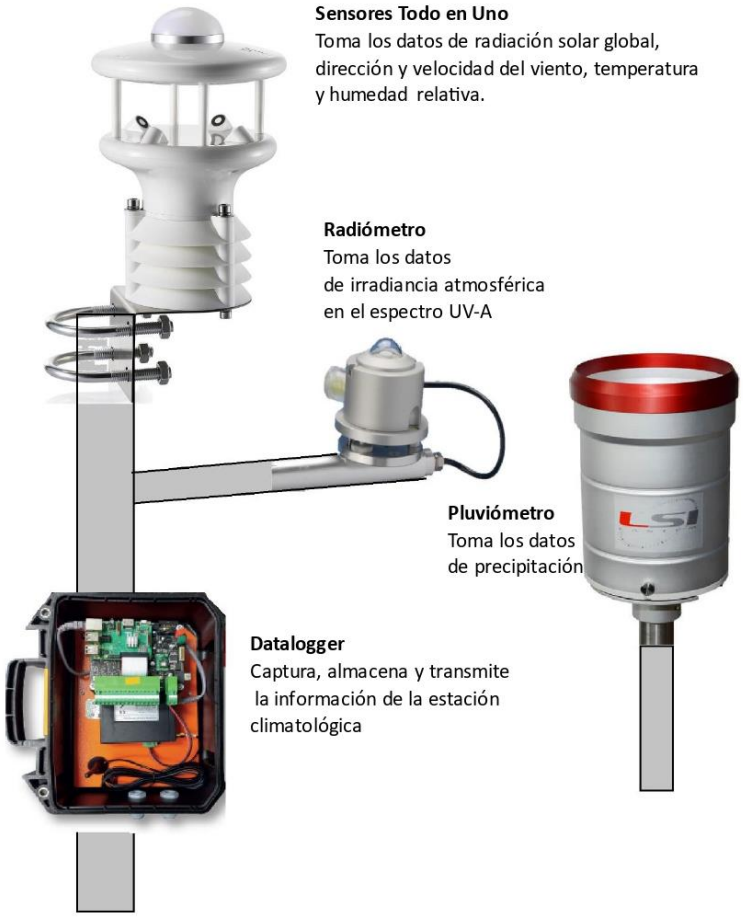
* **Mediciones instantáneas:** Las mediciones instantáneas son registradas por los sensores, en frecuencias configurables por el operador desde 1 minuto, 1 hora o 1 vez al día y transmitidas a un computador cada 1 hora.

* **Mediciones horarias:** Las mediciones horarias son adquiridas por sensores virtuales cada 1 hora (promedia los datos instantáneos).

Ilustración 1. Estación climatológica automatica Davis.

Fuente: (Davis Instruments, 2020)

Ilustración 2. Estación climatológica automatica LSI.



Fuente: Autores, 2022.

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 seis 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 54. 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 (m3/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
Temperatura, Humedad Relativa, Dirección Del Viento, Velocidad Del Viento, Precipitación, Radiación Solar, Radiación UV	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 Alimentación por energía solar.	2
Temperatura, Humedad Relativa, Dirección Del Viento, Velocidad Del Viento, Precipitación, Radiación Solar.	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 Alimentación por energía solar.	1
Temperatura, Humedad Relativa, Dirección Del Viento, Velocidad Del Viento,	1. Estación compacta: Marca Davis Instruments, Modelo: Vatage PRO2	

Presión Atmosférica, Precipitación, Radiación Solar, Índice UV	2. Telemetría: Desarrollo a partir de arduino uno, modulo ethernet para arduino W5100 y modem gprs: Hongdian Modelo: H7921-RHZ-i Alimentación por energía solar.	7
Temperatura, Humedad Relativa, Dirección Del Viento, Velocidad Del Viento, Presión Atmosférica, Precipitación, Radiación Solar, Radiación UV	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: (CDMB, 2022)

7. Metodología

La Red Hidroclimatológica de la CDMB, para el año 2022, 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.

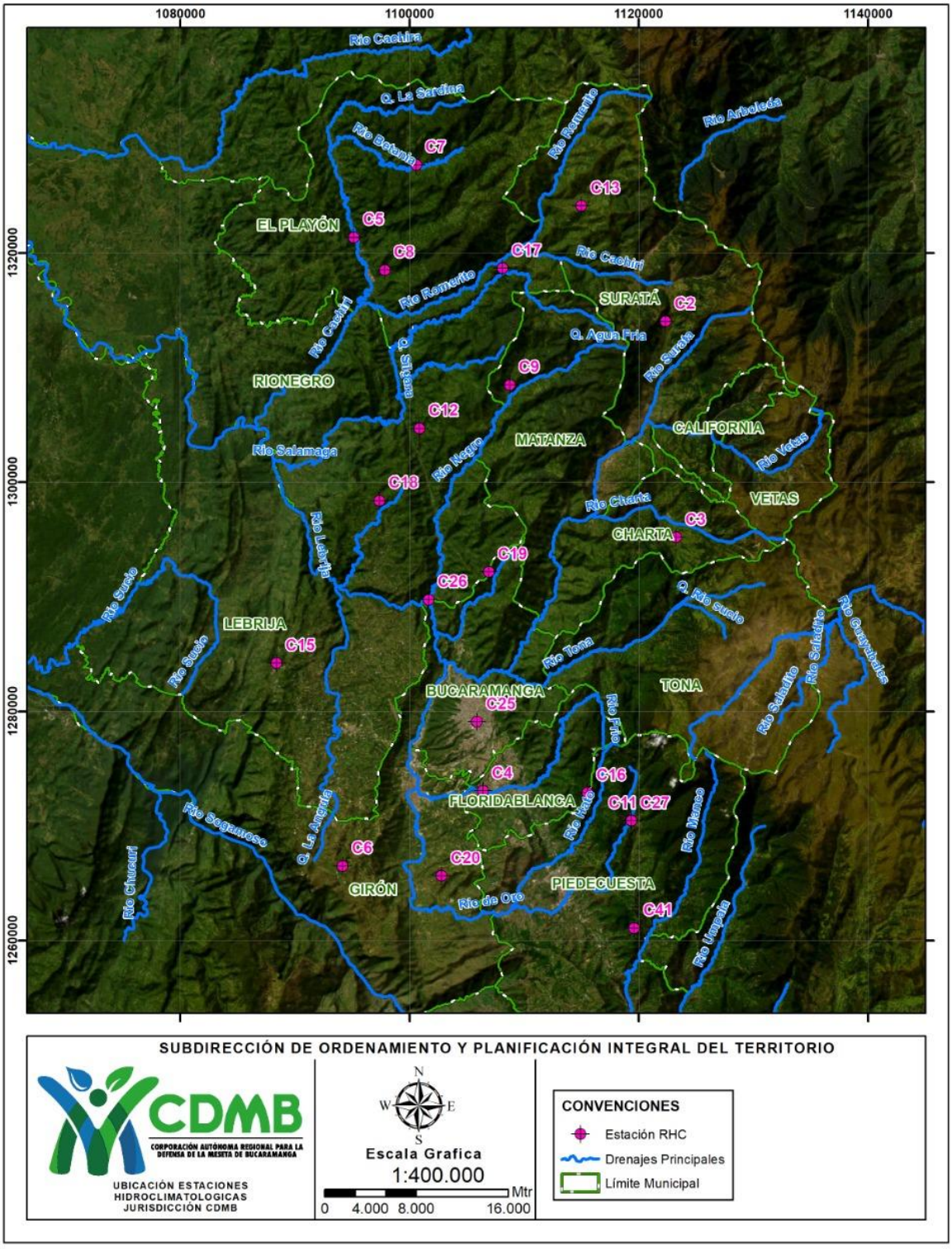
8. Red Hidroclimatologica de la CDMB

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 (34) treinta y cuatro 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 2022, se contó con diecinueve (19) estaciones climatológicas automáticas activas, y dos (2) hidrológicas de niveles activas. Por otra parte, en los informes anteriores se incluían las estaciones climatológicas automáticas Ciudadela, Florida y Norte, las cuales hacían parte de la red de calidad del aire, sin embargo, las estaciones de calidad del aire Ciudadela y Florida, fueron desmontadas y la información meteorológica de la estación Norte será incluida en los informes de calidad del aire.

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:

Esquema 1. Distribución espacial de la Red Hidroclimatológica de la CDMB.



Fuente: Autores

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

Tabla 55. 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	Rio Lebrija Alto	Girón	1.094.149	1.266.513	1.290
C19	Aburrido	Rio 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 56. 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

9. 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 periodo comprendido entre el 01 de diciembre de 2021 hasta el 30 de noviembre de 2022. Sin embargo, se considera necesario indicar que en algunas estaciones no cuenta 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. Con el fin de mejorar y en cumplimiento del Plan de Acción Institucional 2020 - 2023 *“El Agua Siempre Contigo: Hacia la Sostenibilidad”,* en el mes de junio de 2022 se realizó la modernización de ocho (8) estaciones climatológicas automáticas (La Judía, Acapulco, Portugal, El Diamante, El Cairo, El Roble, Lago Alto, El Rasgón) y la ampliación de la red, con la instalación de una nueva estación en la vereda San Pedro del Municipio de Piedecuesta.

En este informe se presenta el reporte de las variables hidroclimáticas cuyo registro sea como mínimo del 75% de representatividad de la totalidad de los datos mensuales, para del año 2022.

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

9.1. Subcuenca Río de Oro

En la Subcuenca Rio 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.

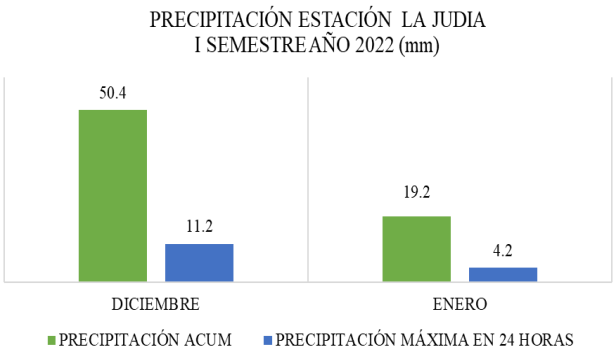
9.1.1. Estación La Judía

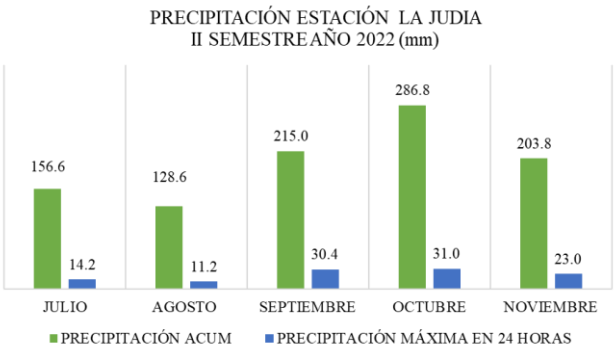
La estación climatológica automática La judía, se encuentra ubicada en el municipio de Floridablanca. Hace parte de la Red Hidroclimatológica de la CDMB, desde el año 2013. Tiene como objetivo monitorear la parte alta de la Subcuenca.

Subcuenca: Río de Oro

La estación presentó fallos en el Datalogger durante los meses de febrero a junio, por tanto se presentan registros de las variables hidroclimatológicas para los meses de diciembre de 2021 y enero de 2022 y de julio a noviembre de 2022, cumpliendo con el criterio de representatividad del 75% de datos. El análisis se realiza con los datos disponibles registrados y se presenta a continuación.

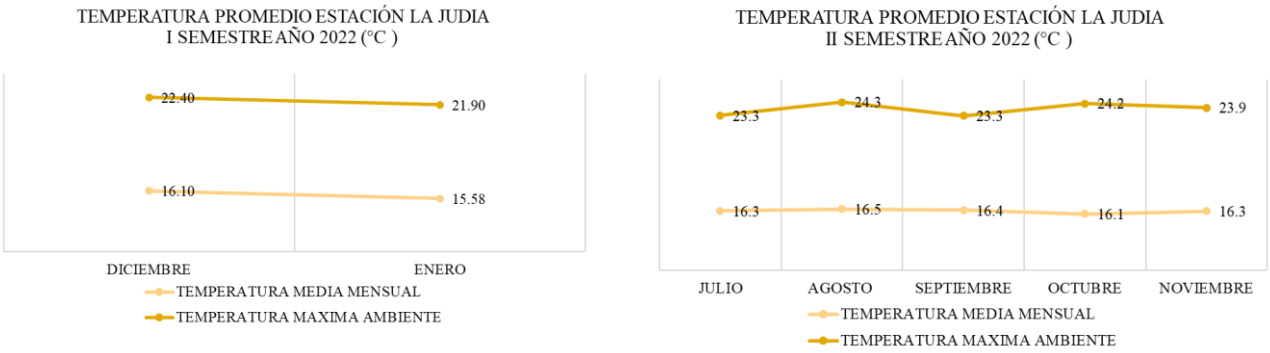
Gráfica 64. Precipitación Estación La Judía





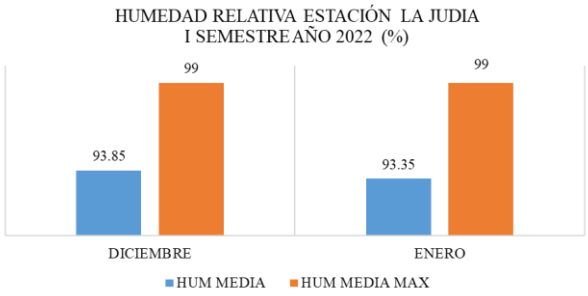
La estación reportó para la variable precipitación un acumulado de 69,6 mm para el mes de diciembre de 2.021 y enero de 2022. Así mismo, evidencia una precipitación máxima en 24 horas de 11,2 mm registrada el 27 de diciembre de 2.021, un acumulado de 990,77 mm para el periodo comprendido entre el 01 de julio hasta el 27 de noviembre de 2.022. Así mismo, evidencia una precipitación máxima horaria de 14,2 mm registrada el 23 de octubre de 2.022.

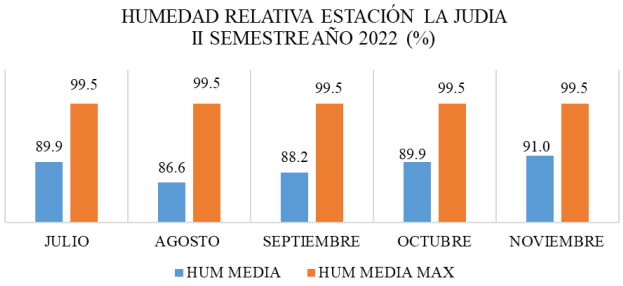
Gráfica 65. Temperatura media Estación La Judía.



La temperatura media para el mes de diciembre de 2021 y enero de 2022 corresponde a 15,84 C. Así mismo, se evidencia que la temperatura máxima ambiente diaria reportada fue de 22,4 °C, el día 04 de diciembre de 2.021, para el segundo semestre del 2022 (periodo comprendido entre el 01 de julio hasta el 27 de noviembre de 2.022), la temperatura media es de 16,32 °C. Así mismo, se evidencia que la temperatura máxima ambiente diaria reportada a partir de datos horarios fue de 24,32°C, el día 10 de agosto de 2022.

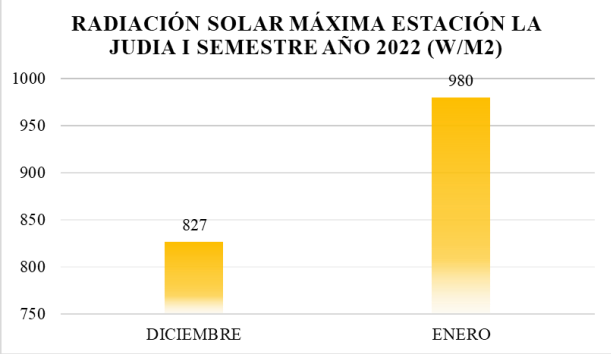
Gráfica 66. Humedad relativa Estación La Judía.

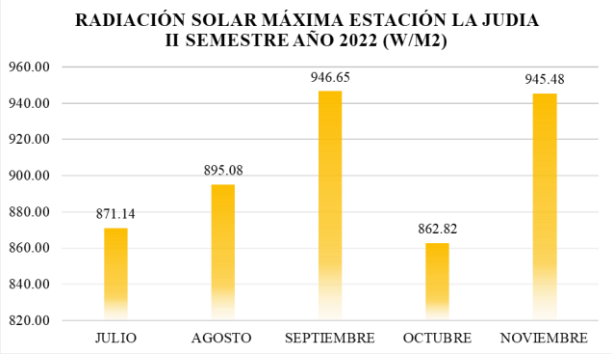




La humedad relativa media para el mes de diciembre de 2021 y enero de 2022, corresponde a 93,6% y para el periodo comprendido entre el 01 de julio hasta el 27 de noviembre de 2.022 corresponde a 89,13%.

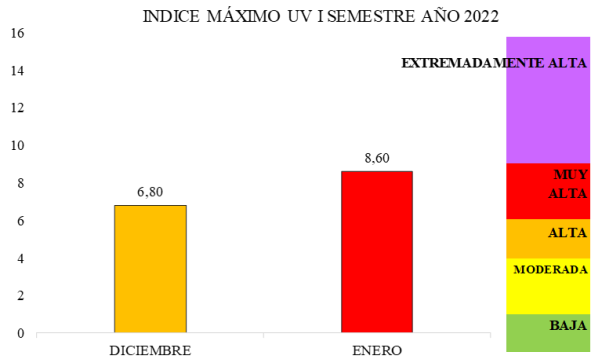
Gráfica 67. Radiación solar máxima Estación La Judía





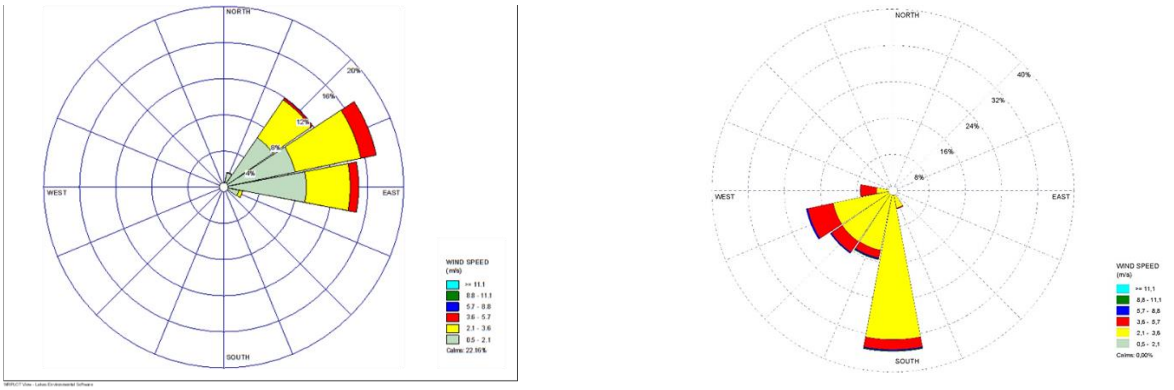
La radiación solar máxima para el mes de diciembre de 2.021 y enero de 2022, corresponde 980 watt/m2, la cual se registró el día 20 de enero de 2022, para el segundo semestre, corresponde 947 watt/m2, la cual se registró el día 24 de septiembre de 2022.

Gráfica 68. Índice UV Estación La Judía



El índice UV máximo registrado por la estación corresponde a 8,6 con fecha de ocurrencia el 06 de enero del 2022, hora 12:00 p.m., el tipo de riesgo corresponde a la categoría de exposición **Muy 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., evitar la exposición al sol de manera directa.

Gráfica 69. Rosa de vientos Estación La Judía



Según el reporte, para el mes de diciembre de 2.021 y enero de 2022, 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 Noroeste (NW), para el segundo periodo del año 2022, partiendo del mes de junio y finalizando el mes de noviembre. 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 Noroeste (NW).

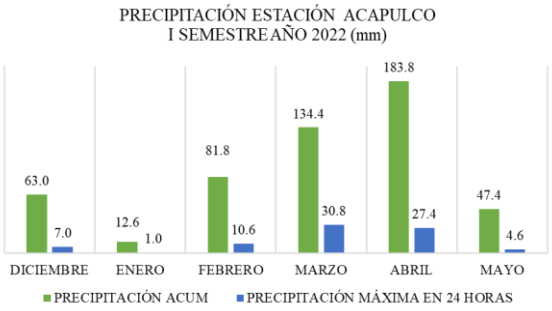
9.1.2. Estación Acapulco

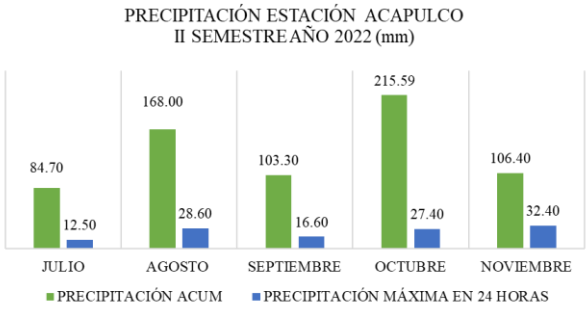
Estación climatológica automática Acapulco, se encuentra ubicada en el municipio de Girón. Hace parte de la Red Hidroclimatológica de la CDMB, desde el año 2013.

Subcuenca: Río de Oro

La estación no presentó registros para la variable índice UV, por daño en el sensor.

Gráfica 70. Precipitación Estación Acapulco

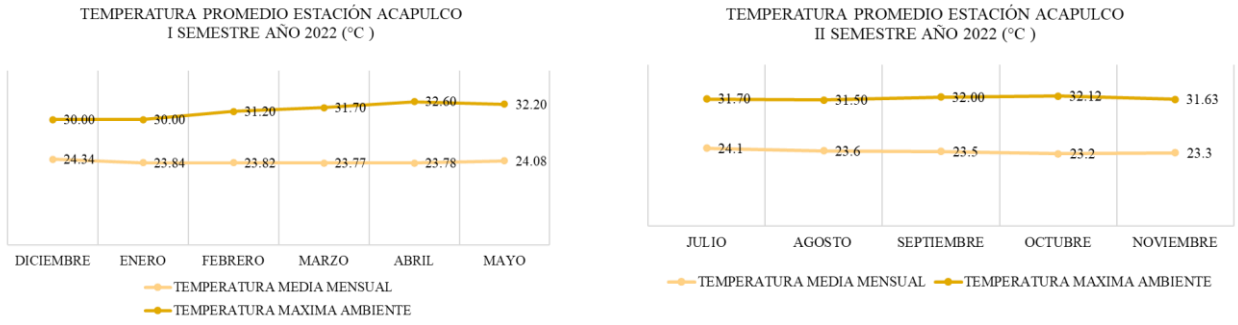




La estación Acapulco, reporta que la precipitación acumulada durante el tiempo de reporte de la estación para el I Semestre de 2022, fue de 523 mm. Así mismo, el reporte de la precipitación máxima en 24 horas fue de 30,8 mm y se reportó el día 14 de marzo de 2022, para el segundo semestre de 2022, a partir del reporte horario registrado por la estación, fue de 677,99mm. Así mismo, la

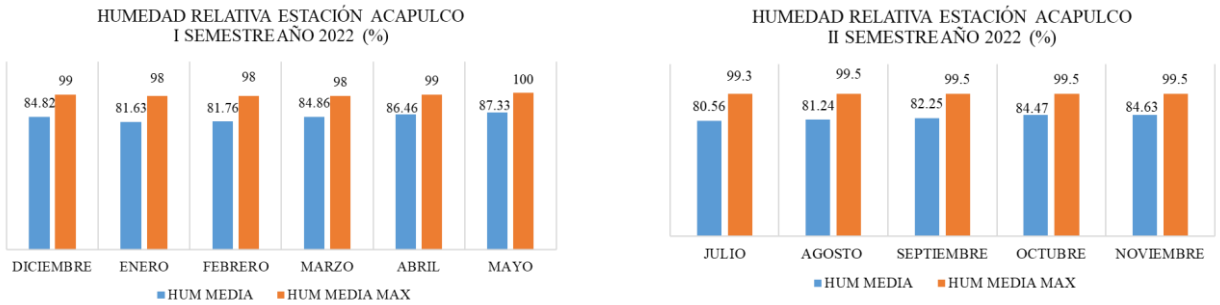
precipitación máxima horaria registrada fue de 32,4 mm y se reportó el día 02 de noviembre de 2022.

Gráfica 71. Temperatura Estación Acapulco.



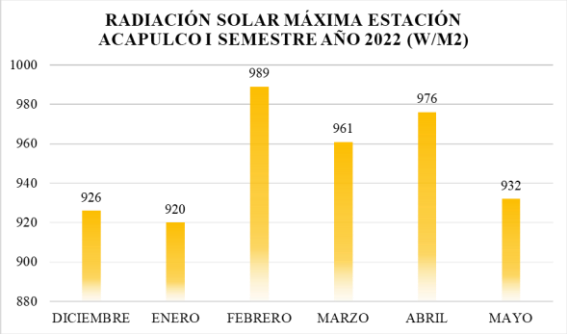
La estación Acapulco, para el primer semestre, reportó que la temperatura media fue de 23,94 °C. Así mismo, el reporte de la temperatura máxima ambiente reportada fue de 32,6 °C, el día 05 de abril de 2022, para el segundo semestre, reportó que la temperatura media durante el periodo de registro para el segundo semestre de 2022 fue de 23,55 °C. Así mismo, el reporte de la temperatura máxima ambiente diaria reportada a partir de datos horarios fue de 32,12 °C, el día 03 de octubre de 2022.

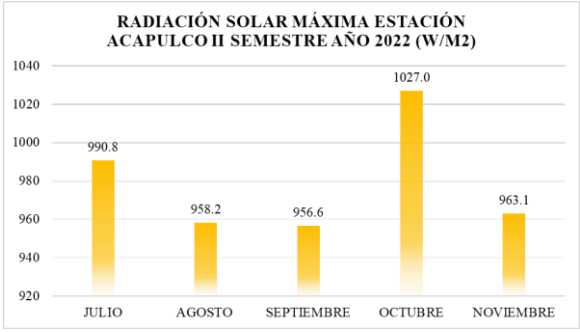
Gráfica 72. Humedad Relativa Estación Acapulco



La humedad relativa media para el primer semestre del año 2022 corresponde a 84,48%, para el segundo semestre del año 2022 corresponde a 82,63%.

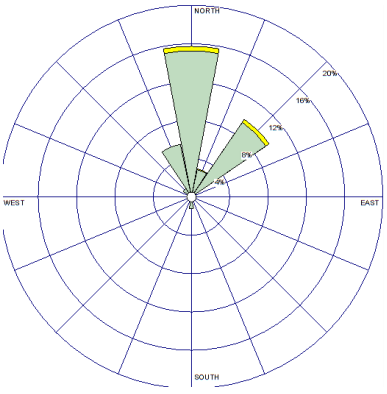
Gráfica 73. Radiación solar Estación Acapulco

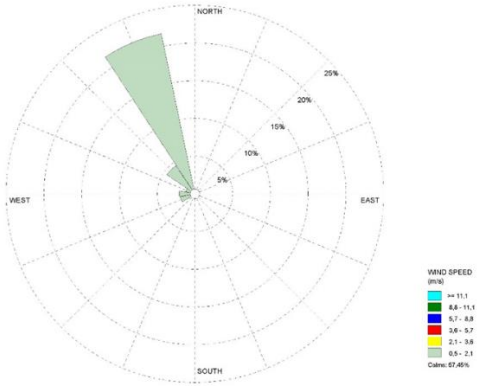




La radiación solar máxima registrada por la estación es de 989 w/m2 con fecha de ocurrencia del día 10 de febrero del 2022 en el primer semestre y de 1027 w/m2 con fecha de ocurrencia del día01 de octubre de 2.022 durante el segundo semestre.

Gráfica 74. 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, la velocidad media del viento 0.48m/s, velocidad máxima de 2.2m/s. Así mismo, se evidencia su tendencia de direccionamiento desde el

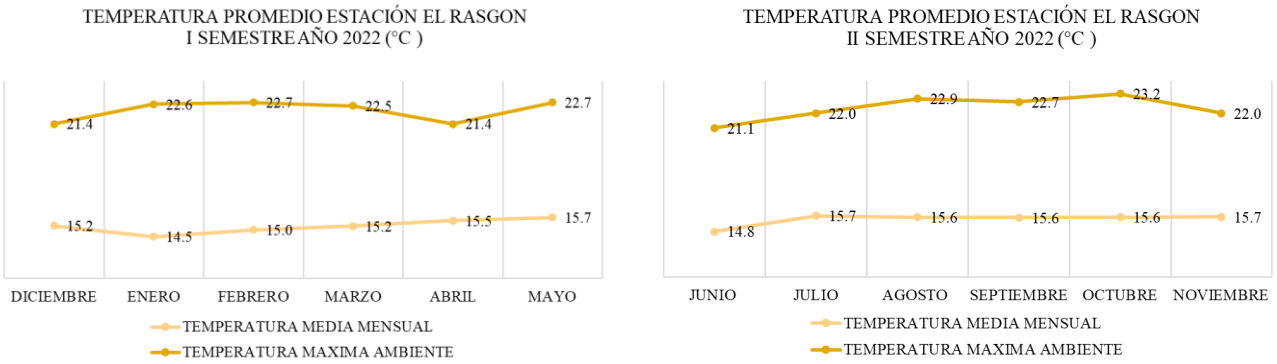
Norte y Noreste durante el primer semestre, y para el segundo semestre se evidencia que el rango de velocidad de viento predominante es de 0,5 m/s a 2,1 m/s, cuya velocidad máxima de 2.1 m/s. Así mismo, se evidencia su tendencia de direccionamiento desde el Noreste.

9.1.3 Estación El Rasgón

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

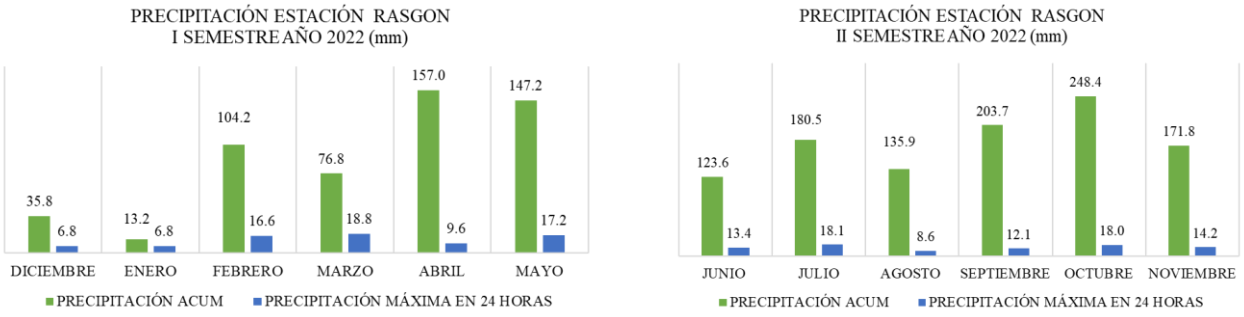
La estación registró información de las variables: temperatura, precipitación, radiación solar, de manera constante. Por lo tanto, se realiza el análisis de los datos con la información obtenida para las variables meteorológicas.

Gráfica 75. Temperatura Estación El Rasgón.



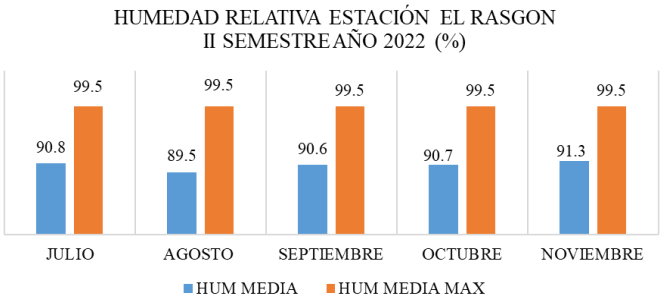
De acuerdo con los registros de la estación la temperatura promedio registrada es de 15,18°C y la temperatura máxima ambiente corresponde a 22,7 °C, con fecha de ocurrencia el día 17 de febrero y 22 de mayo de 2022 durante el primer semestre y durante el segundo la temperatura promedio registrada es de 15,51°C y la temperatura máxima ambiente diaria, reportada a partir de datos horarios, corresponde a 23,2 °C, con fecha de ocurrencia el día 25 de octubre de 2.022.

Gráfica 76. Precipitación Estación El Rasgón



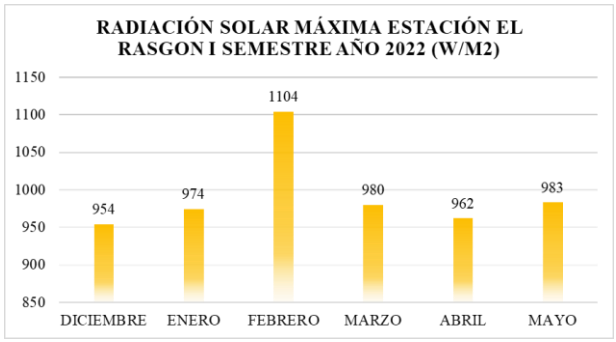
La estación El Rasgón, reporta que la precipitación acumulada para el I Semestre de 2022 fue de 534 mm. Así mismo, el reporte de la precipitación máxima en 24 horas fue de 18,8 mm con fecha de ocurrencia el día 07 de marzo de 2022, para el segundo Semestre de 2022, a partir del reporte horario registrado por la estación, fue de 1063,9 mm. Así mismo, el reporte de la precipitación máxima horaria fue de 18,1 mm con fecha de ocurrencia el día 29 de julio de 2.022.

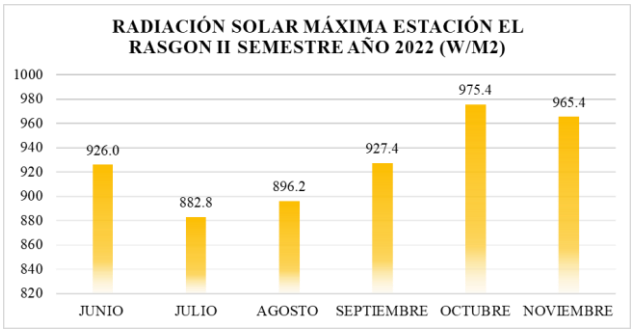
Gráfica 77. Humedad relativa Estación El Rasgón



La humedad relativa para la estación El Rasgón, de acuerdo con los registros corresponde a 90.57%.

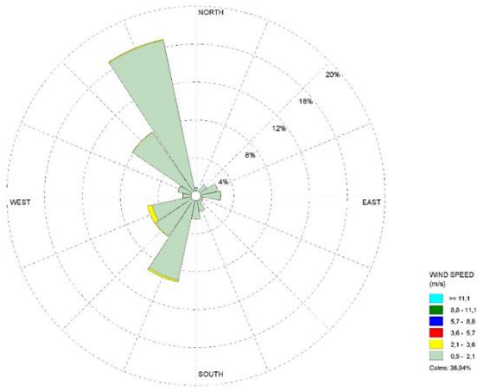
Gráfica 78. Radiación solar Estación El Rasgón





La radiación solar máxima de acuerdo con los registros corresponde a 1.104 watt/m2, la cual se registró el día 22 de febrero de 2022 para el primer semestre y para el segundo la radiación solar máxima horaria de acuerdo con los registros corresponde a 975 watt/m2, la cual se registró el día 30 de octubre de 2022.

Gráfica 79. Rosa de vientos Estación El Rasgón



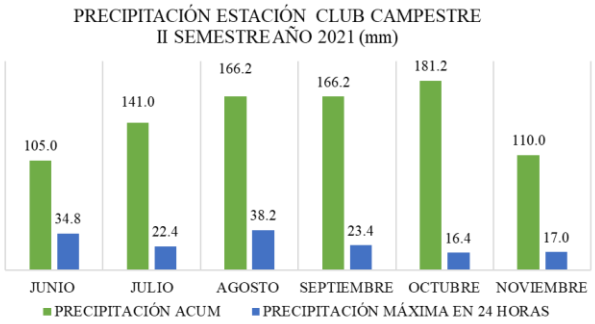
Según el reporte, se evidencia que el rango de velocidad de viento predominante es de 0,5 m/s a 2,1 m/s. Así mismo, se evidencia su tendencia de direccionamiento desde el Noreste.

9.1.4 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.

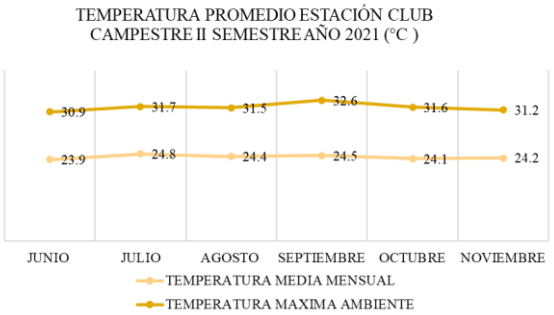
La estación registró información para el segundo semestre del 2.022. Por lo tanto, se realiza el análisis de los datos con la información obtenida para las variables meteorológicas.

Gráfica 80. Precipitación Estación Club Campestre



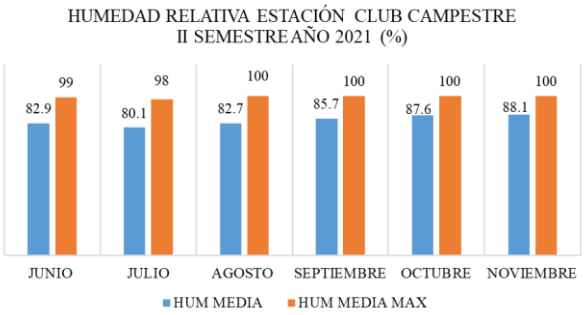
La estación Club Campestre, reporta que la precipitación acumulada para el segundo semestre de 2022, a partir del reporte horario registrado por la estación, fue de 869,60mm. Así mismo, el reporte de la precipitación máxima horaria fue de 38,2mm y se reportó el día 09 de agosto de 2022.

Gráfica 81. Temperatura Estación Club Campestre



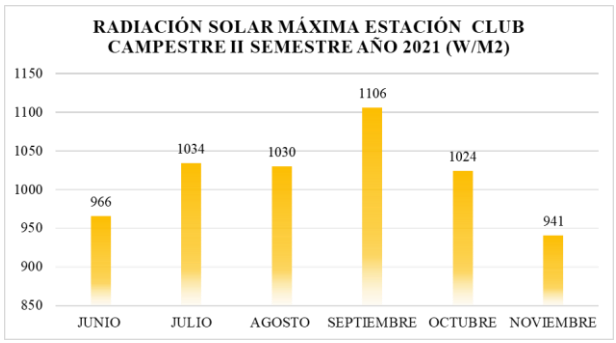
La temperatura media reportada por la estación corresponde a 24,31°C. La máxima ambiente diaria, reportada a partir de datos horarios, es de 32,6°c, registrada el día 03 de septiembre de 2022.

Gráfica 82. Humedad relativa Estación Club Campestre



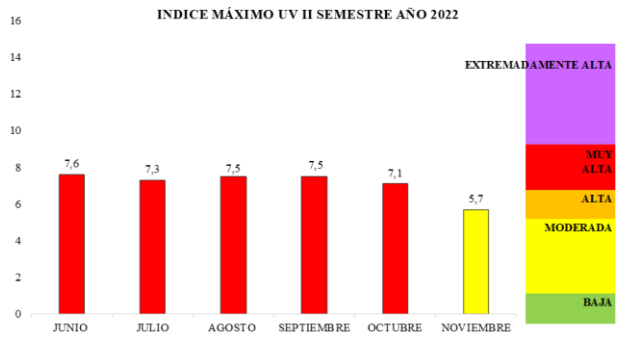
La humedad relativa media semestral corresponde a 84,5%.

Gráfica 83. Radiación solar Estación Club Campestre



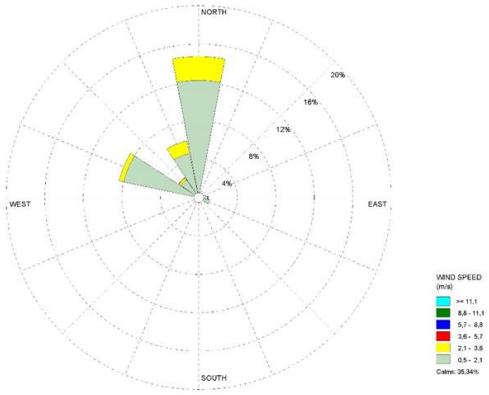
Se estima que la radiación solar semestral máxima, registrada a partir de datos horarios, es de 1106 watt/m2 y se reportó el evento, el día 04 de septiembre de 2022.

Gráfica 84. Índice UV Estación Club Campestre



El índice UV máximo, a partir del reporte horario registrado por la estación, para el segundo semestre del 2022 fue de 7,6 y se reportó el día 05 de junio de 2022, categorizado como muy alto.

Gráfica 85. Rosa de vientos Estación Club Campestre



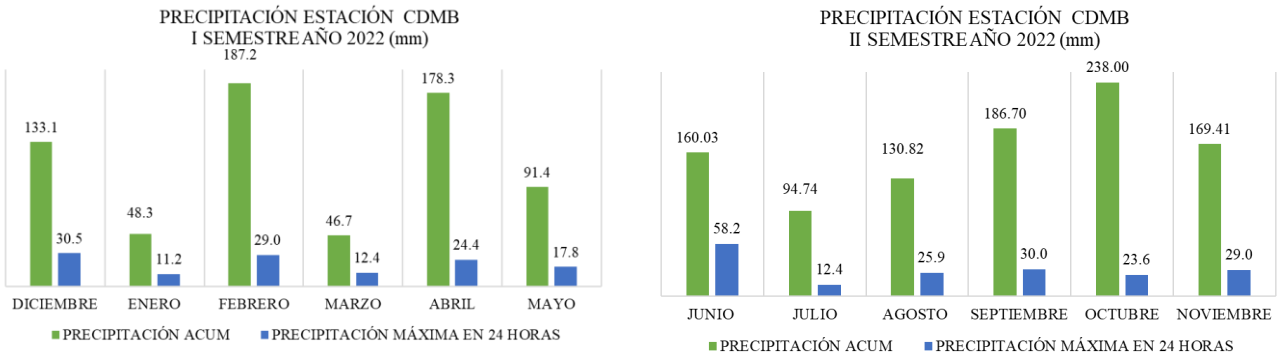
Con base en la información meteorológica obtenida en la estación Club Campestre del municipio de Floridablanca, se construyó la rosa de vientos correspondiente al segundo periodo del año 2022, el rango de velocidad de viento con mayor representatividad o predominante se encuentra en el rango de 0,5 m/s a 2,1 m/s. Así mismo, se evidencia su tendencia de direccionamiento desde el Norte (N).

9.1.5. 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.

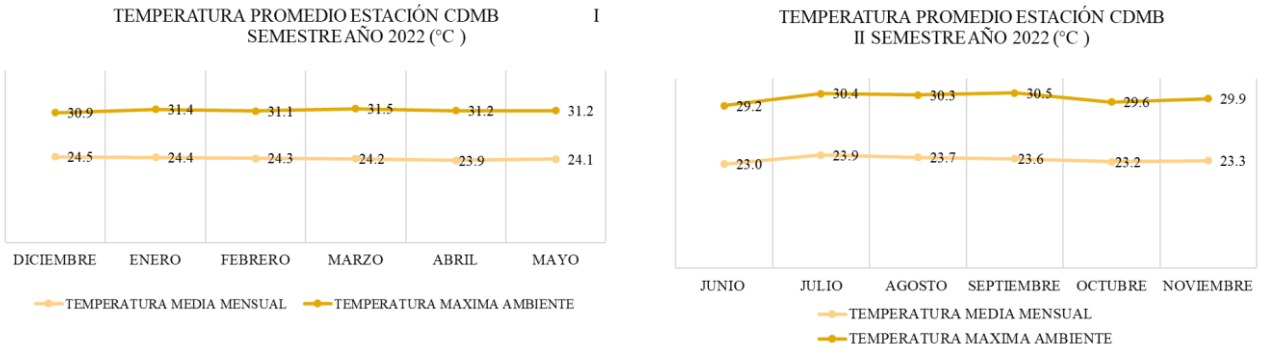
Es importante precisar que la estación reportó información para las variables hidrometereológicas: precipitación, temperatura, humedad, radiación solar, de igual forma, no se cuenta con reporte para la variable índice UV, dado que esta estación no mide o reporta dicha variable. A continuación, se evidencia el reporte de la estación correspondiente al año 2022:

Gráfica 86. Precipitación Estación CDMB



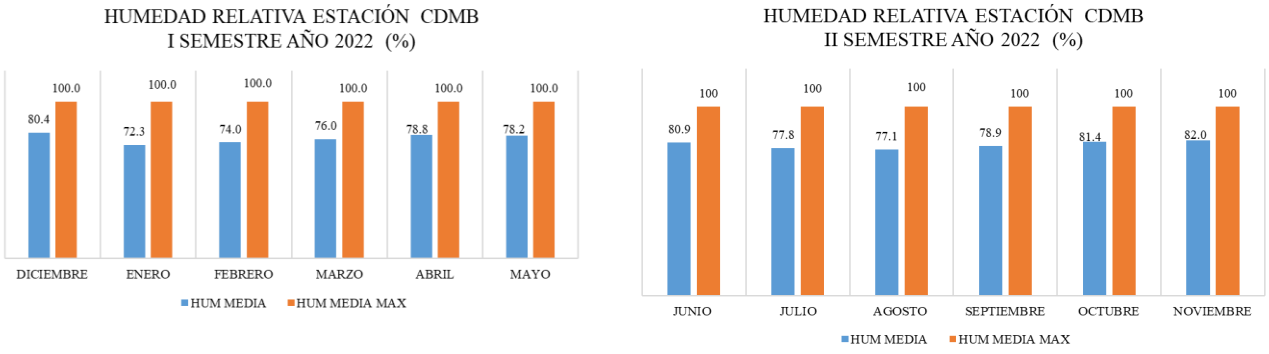
Según los reportes se obtiene una precipitación acumulada durante el I Semestre de 2022 de 685,04 mm. Así mismo, el reporte de precipitación máxima en 24 horas correspondiente a 30.48 mm y su fecha de reporte fue el día 20 de diciembre de 2.021, durante el segundo Semestre de 2022 de 979,7mm. Así mismo, el reporte de precipitación máxima horaria correspondiente a 58,18 mm y su fecha de reporte fue el día 15 de septiembre de 2022

Gráfica 87. Temperatura Estación CDMB



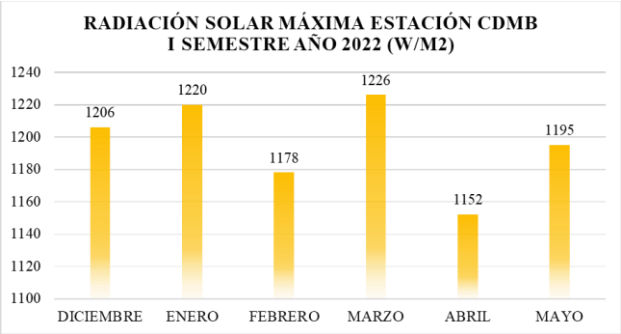
La temperatura media durante el I Semestre de 2022 fue de 24,22 °C. Así mismo, se evidencia que la temperatura máxima ambiente reportada fue de 31,49 °C, reportada el día 23 de marzo de 2.021, durante el segundo Semestre de 2022 fue de 23,46 °C. Así mismo, se evidencia que la temperatura máxima ambiente diaria, reportada a partir de datos horarios, fue de 30,48 °C, reportada el día 25 de septiembre de 2.022.

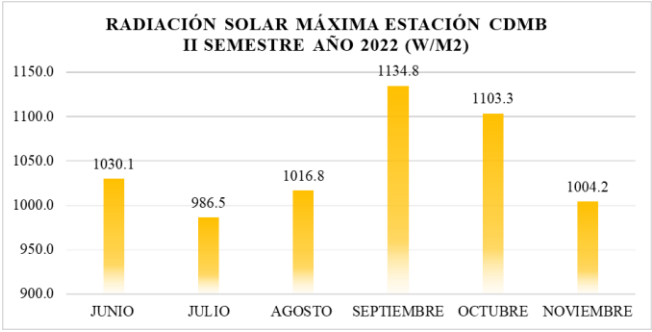
Gráfica 88. Humedad relativa Estación CDMB



La humedad relativa media semestral fue de 76,61% durante el I Semestre de 2022 y la humedad relativa media semestral fue de 79,68 % durante el segundo Semestre de 2022

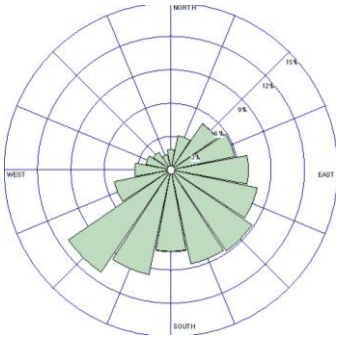
Gráfica 89. Radiación solar Estación CDMB





Se estima que la radiación solar semestral máxima es de 1.226 watt/m2 y se reportó el evento, el día 16 de marzo del 2022 en el primer semestre y durante el segundo la radiación solar semestral máxima, a partir del reporte horario registrado por la estación, es de 1135 watt/m2 y se reportó el día 15 de septiembre de 2022.

Gráfica 90. Rosa de vientos Estación CDMB



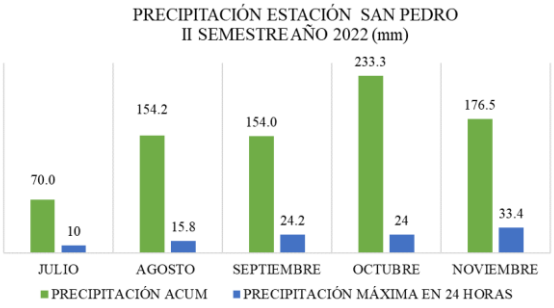
Según el reporte, para la estación CDMB el rango de velocidad de viento predominante se encuentra en el rango de 0,5 m/s a 2,1 m/s. Así mismo, se evidencia su tendencia de direccionamiento desde el Suroeste (SW).

9.1.6. 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 01 de julio a 19 de noviembre del 2.022, para las variables hidrometereológicas: precipitación, temperatura, humedad, radiación solar, velocidad y dirección de viento. A continuación, se evidencia el reporte de la estación correspondiente al segundo semestre del año 2022:

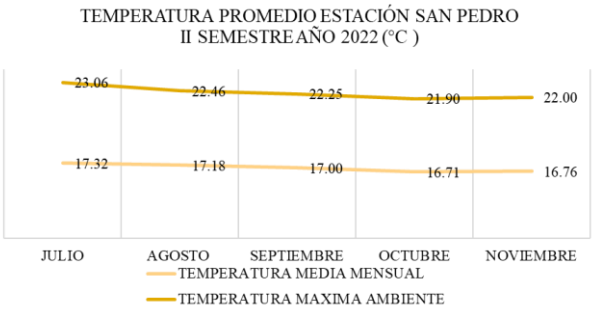
Gráfica 91. Precipitación Estación San Pedro



Según los reportes se obtiene una precipitación acumulada durante el segundo Semestre de 2022 de 787,99mm. Así mismo, a partir del reporte horario registrado

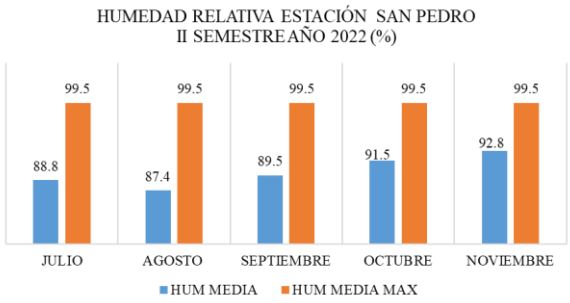
por la estación, el reporte de precipitación máxima horaria correspondiente a 33,4 mm y su fecha de reporte fue el día 06 de noviembre de 2022.

Gráfica 92. Temperatura Estación San Pedro



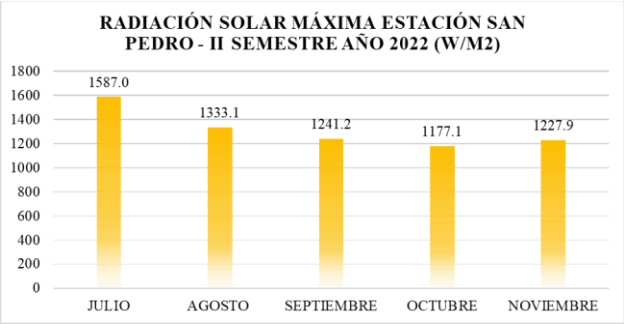
La temperatura media durante el segundo Semestre de 2022 fue de 16,9 °C. Así mismo, se evidencia que la temperatura máxima ambiente diaria reportada a partir de datos horarios fue de 23,06 °C, reportada el día 19 de julio de 2022.

Gráfica 93. Humedad relativa Estación San Pedro



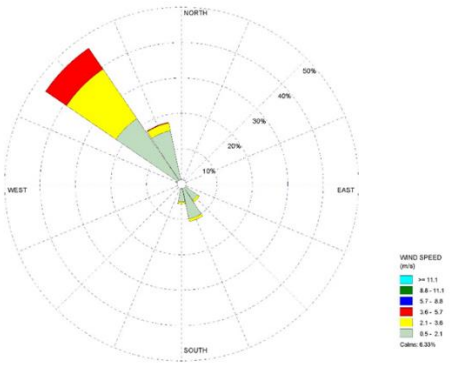
La humedad relativa media semestral fue de 89,98% durante el segundo Semestre de 2022.

Gráfica 94. Radiación solar Estación San Pedro



Se estima que la radiación solar semestral máxima, registrada a partir de datos horarios, es de 1587 watt/m2 y se reportó el evento, el día 19 de julio de 2022.

Gráfica 95. 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 0,5 m/s a 2,1 m/s. Así mismo, se evidencia su tendencia de direccionamiento desde el Noreste (NW).

9.2. 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.

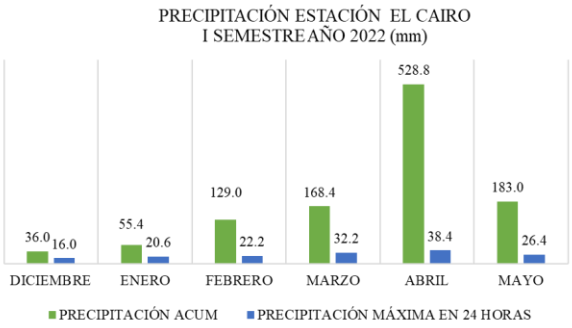
9.2.1 Estación El Cairo

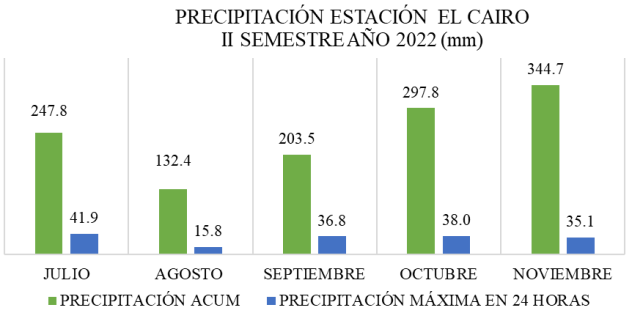
Estación climatológica automática El Cairo, se encuentra ubicada en el municipio de Rio Negro. Hace parte de la Red Hidroclimatológica de la CDMB, desde el año 2012.

Subcuenca: Río negro

La Estación El Cairo durante el l año 2022 comprendido en el periodo entre el 1 de diciembre de 2021 y el 30 de noviembre de 2022, registró información de variables meteorológicas tales como: temperatura, precipitación, radiación solar, e índice UV.

Gráfica 96. Precipitación Estación El Cairo

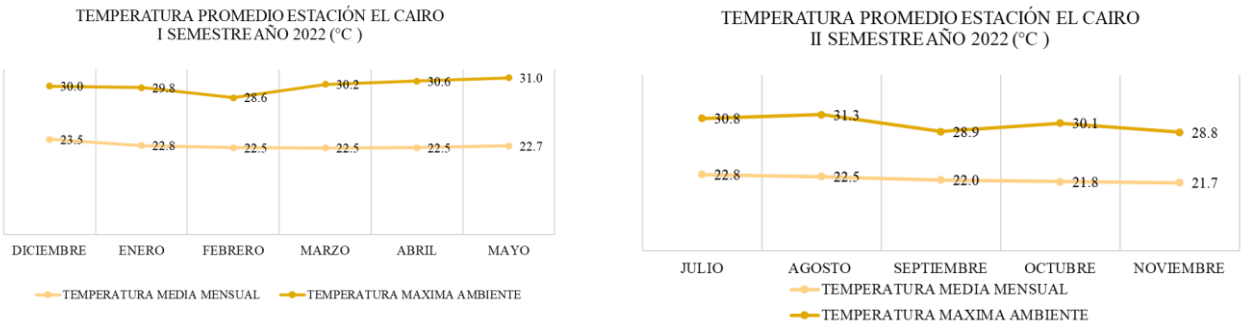




La precipitación acumulada en la estación durante el primer semestre, según los datos reportados es de 1.100,6 mm. La precipitación máxima en 24 horas es de 38,4 mm y tiene fecha de ocurrencia del día 25 de abril de 2022 y para el segundo semestre La precipitación acumulada en la estación, a partir del reporte horario registrado por la estación, es de 1226,2mm. La precipitación máxima horaria es de 41,9mm y tiene fecha de ocurrencia del día 27 de julio de 2.022.

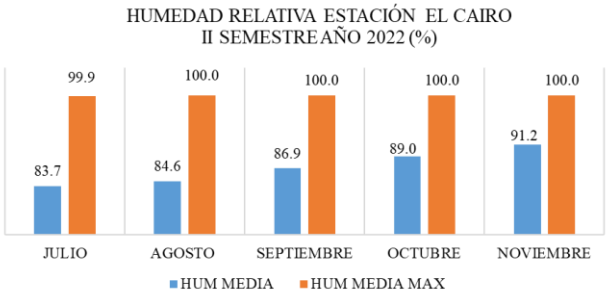
Debido a la alta precipitación acumulada en el mes de abril en la estación El Cairo, se requirió correlacionar esta información con otra estación cercana, para ello se consultó al IDEAM (Regional 8) la precipitación de la estación Portachuelo, cuyo registro es 490.7 mm para el periodo del 1 al 29 de abril, sin embargo, este dato está en revisión por esta entidad. Además, que de acuerdo al Boletín Climatológico del mes de abril de 2022 del IDEAM, "**Se destacaron las lluvias por encima de lo normal en sectores** de la región Caribe, norte y centro de la región Andina, norte y zonas puntuales del sur de la Pacífica"

Gráfica 97. Temperatura Estación El Cairo.



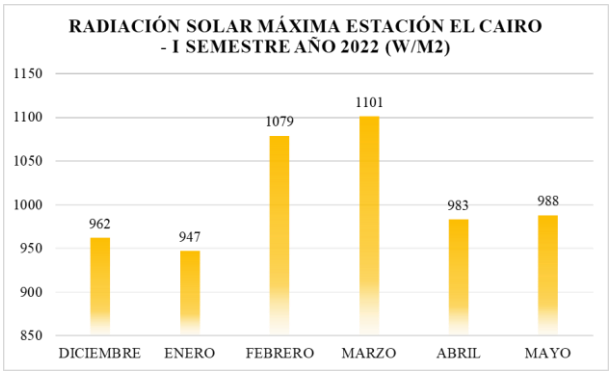
- La temperatura media para la estación en el primer semestre del 2022 es de 22,78 °C. La temperatura máxima ambiente es de 31 °C con fecha de ocurrencia del 26 de diciembre del 2.021, en el segundo semestre del 2022 es de 22,18°C. La temperatura máxima ambiente diaria, reportada a partir de datos horarios, es de 31,3°C con fecha de ocurrencia del 19 de agosto de 2.022.

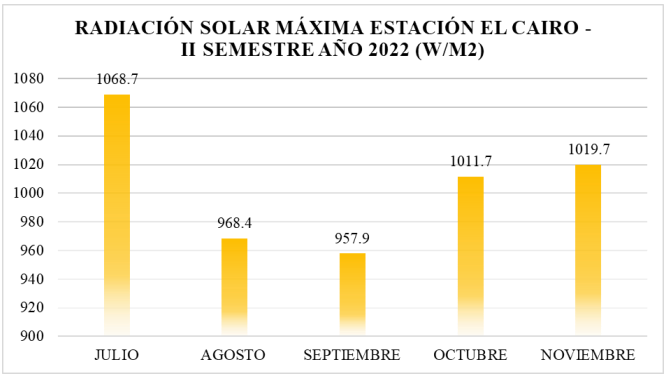
Gráfica 98. Humedad relativa Estación El Cairo.



La humedad relativa media semestral fue de 87,1% durante el segundo Semestre de 2022.

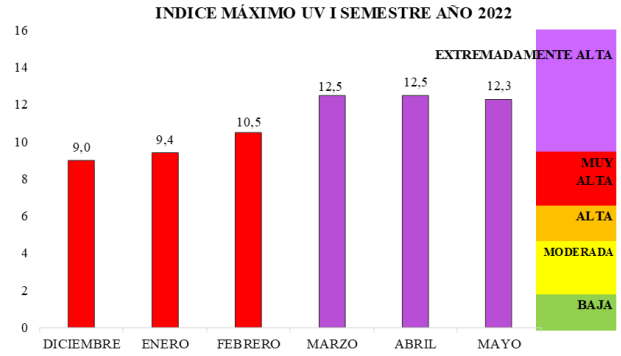
Gráfica 99. Radiación solar Estación El Cairo





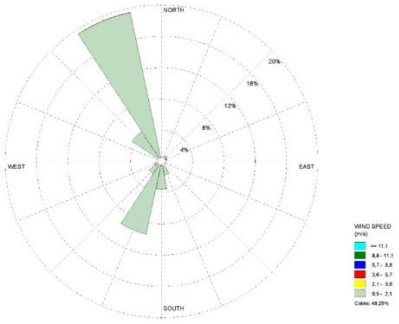
- La radiación solar máxima, según los registros de la estación El Cairo es de 1.101 w/m2 y corresponde al día 29 de marzo de 2022 durante el primer semestre y en el segundo semestre la radiación solar máxima horaria, según los registros de la estación El Cairo es de 1.069 w/m2 y corresponde al día 19 de julio de 2022.

Gráfica 100. Índice UV Estación el Cairo



El índice UV máximo registrado por la estación corresponde a 12,5 con fecha de ocurrencia el día 26 de marzo y o6 de abril del 2.021, hora 1:00 p.m. para los dos registros, 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.

Gráfica 101. 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 Noreste (NW).

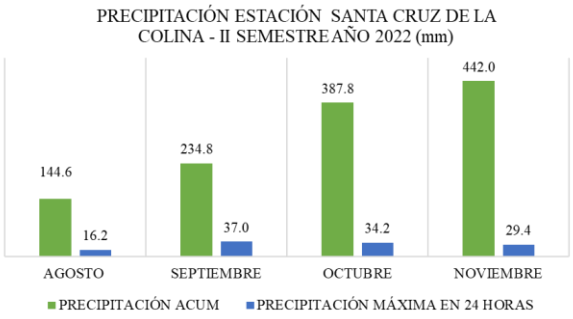
9.2.2 Estación Santa Cruz de la Colina

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

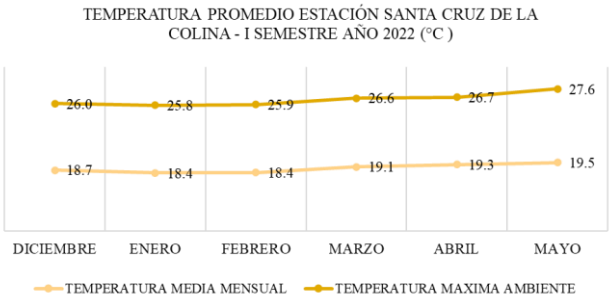
La Estación Santa Cruz de la Colina durante el primer semestre del año 2022 reportó información para las variables meteorológicas: temperatura, radiación solar e índice UV. A continuación, se evidencia el análisis según la información disponible.

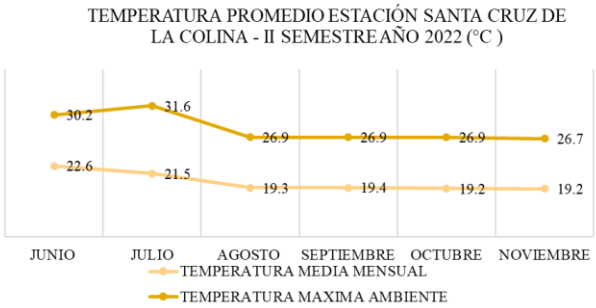
Gráfica 102. Precipitación Estación Santa Cruz de la Colina



La precipitación acumulada en la estación, según los datos reportados de carácter horario para los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre, que corresponden al reporte del segundo semestre año 2002, es de 1.209,2mm. La precipitación máxima horaria es de 37 mm y tiene fecha de ocurrencia del día 20 de septiembre de 2022.

Gráfica 103. Temperatura Estación Santa Cruz de la Colina

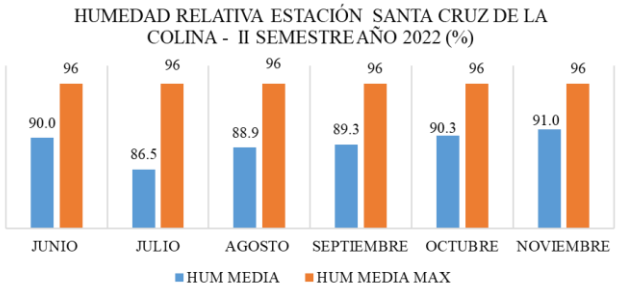




La temperatura media del primer semestre del año 2022 obtenida de los registros disponibles es de 18,9 °C. La temperatura máxima ambiente registrada es de 27,6 °C con fecha de ocurrencia del día 03 de mayo de 2022 y durante el segundo semestre según los datos reportados para el mes de julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre que corresponden al reporte del segundo semestre año 2002, es de 20,18 °C. La temperatura máxima

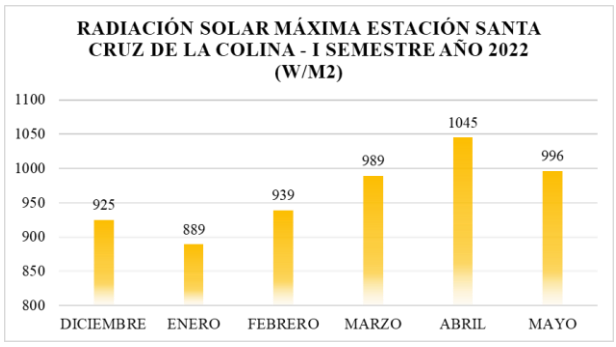
ambiente diaria reportada a partir de datos horarios es de 31,6 °C con fecha de ocurrencia del día 19 de julio de 2022

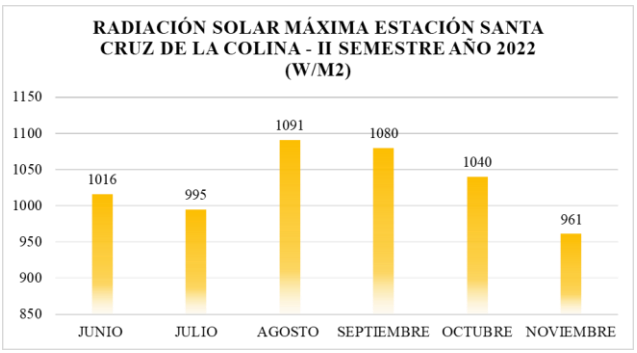
Gráfica 104. Humedad relativa Estación Santa Cruz de la Colina



La humedad relativa media semestral fue de 89,19% durante el segundo Semestre de 2022

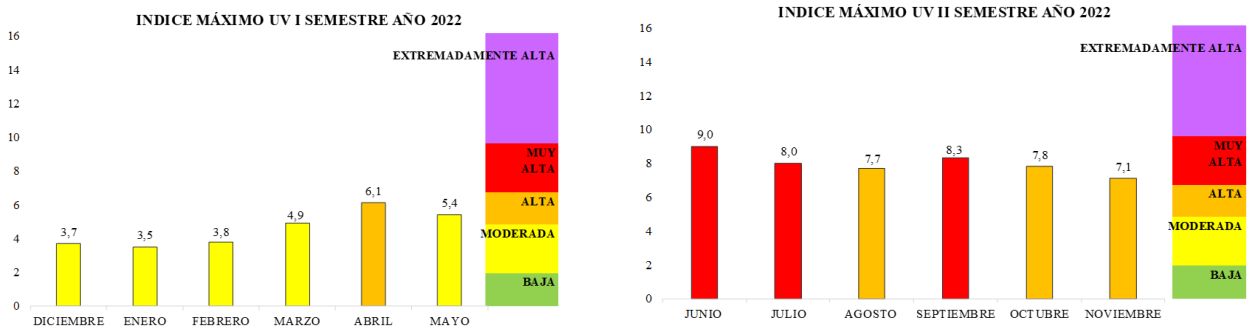
Gráfica 105. Radiación solar Estación Santa Cruz de la Colina





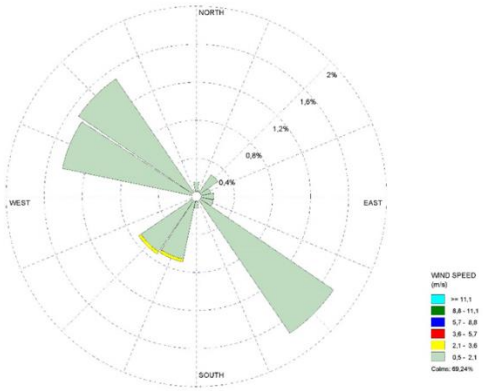
La radiación solar máxima registrada en la estación es de 1.045 W/m2 con fecha de ocurrencia del día 29 de abril del 2022 en el primer semestre y en el segundo semestre la radiación solar máxima horaria, registrada por la estación es de 1.091 W/m2 con fecha de ocurrencia del día 18 de agosto del 2022.

Gráfica 106. Índice UV Estación Santa Cruz



El índice UV máximo registrado por la estación corresponde a 6,1 con fecha de ocurrencia el 29 de abril del 2022, el tipo de riesgo corresponde a la categoría de exposición Alta, sin embargo, para el semestre predomina la categoría de riesgo Moderado. 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, y en lo posible tomar medidas como el uso de protector solar, sombrero, sombrilla. Durante el segundo semestre el índice UV máximo registrado por la estación corresponde a 9 con fecha de ocurrencia el 11 de junio del 2022, el tipo de riesgo corresponde a la categoría de exposición Muy Alta.

Gráfica 107. 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 Sureste (SE) y Noroeste (NW).

9.3 Subcuenca Río Salamaga

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

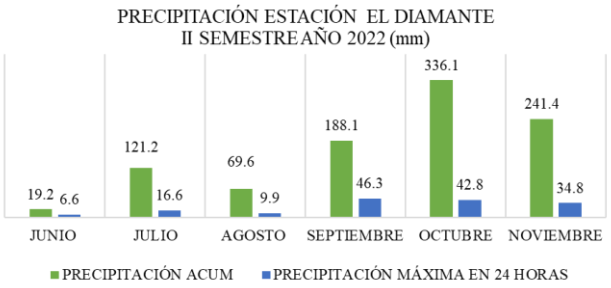
9.3.1 Estación El Diamante

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 en el año 2022.

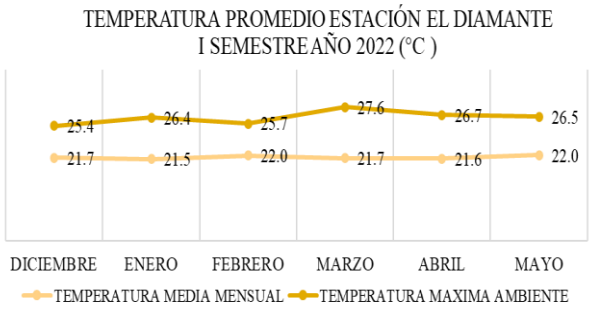
El siguiente es el análisis de los datos climatológicos reportados por la estación El Diamante:

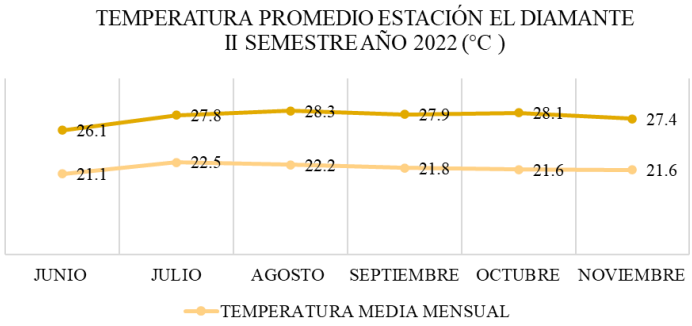
Gráfica 108. Precipitación Estación El Diamante



La precipitación acumulada en la estación, según los datos horarios reportados, es de 975,6mm. La precipitación máxima horaria es de 46,3mm y tiene fecha de ocurrencia del día 21 de septiembre de 2022.

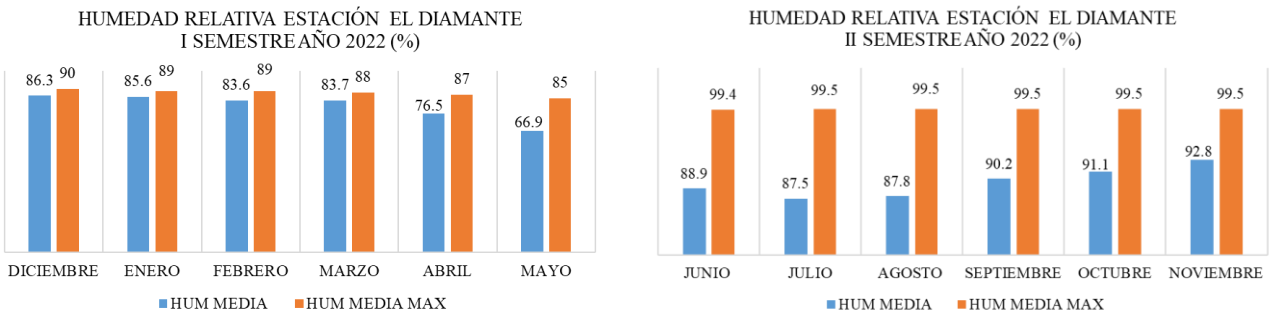
Gráfica 109. Temperatura Estación El Diamante





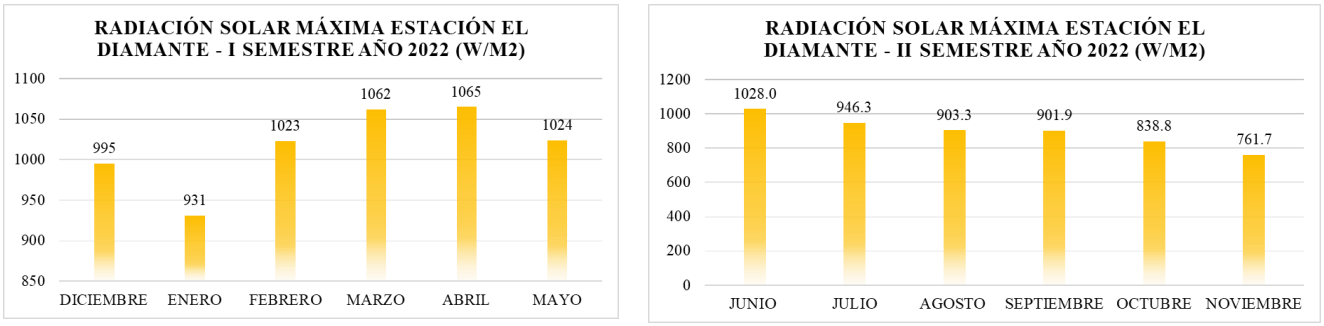
- La temperatura media durante el primer semestre obtenida de los registros disponibles es de 21,74 °C. La temperatura máxima ambiente registrada es de 27,6 °C con fecha de ocurrencia del día 15 de marzo de 2022. Durante el segundo semestre la temperatura es de 21,79 °C. La temperatura máxima ambiente diaria reportada a partir de datos horarios es de 28,3 °C con fecha de ocurrencia del día 09 de agosto de 2022.

Gráfica 110. Humedad relativa Estación El Diamante.



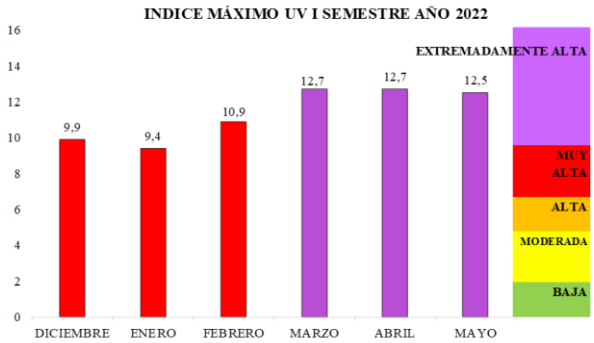
La humedad relativa media semestral, según los reportes de la estación para el primer semestre del 2022, corresponde a 80,43%. La humedad relativa media semestral, según el reporte de la estación para el segundo semestre del 2022, corresponde a 89,7%.

Gráfica 111. Radiación solar Estación El Diamante.



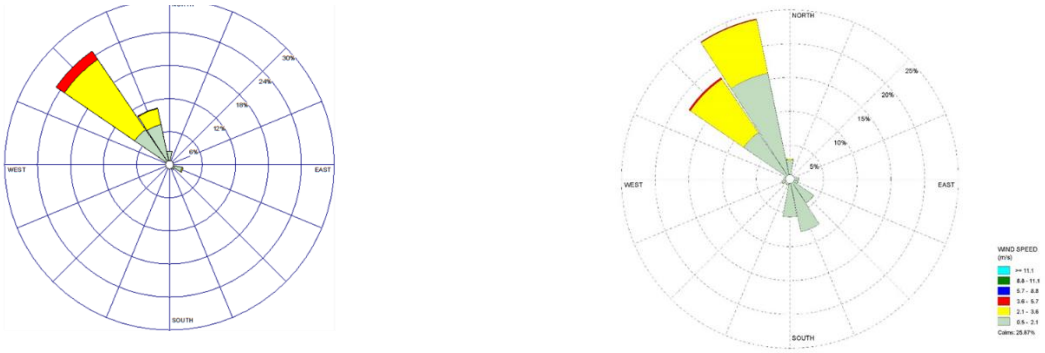
La radiación solar máxima registrada durante el primer semestre por la estación es de 1.065 w/m2 con fecha de ocurrencia del día 03 de abril del 2022. Y para el segundo semestre la radiación solar máxima horaria registrada por la estación es de 1.028 w/m2 con fecha de ocurrencia del día 13 de junio de 2022.

Gráfica 112. Índice UV Estación El Diamante



El índice UV máximo registrado por la estación es de 12,7 con tres (3) fechas de ocurrencia de 01 de marzo, 06 y 26 de abril de 2022, hora 1:00 p.m., 12:00 p.m. y 12:00 p.m., respectivamente, 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.

Gráfica 113. Rosa de vientos Estación Diamante.



Para los parámetros de velocidad y dirección del viento de la estación El Diamante, se evidencia que existieron fallas en la captura de los datos debido al deterioro por tiempo de uso del equipo. Sin embargo, se realiza el análisis para la información capturada y disponible de la estación. 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).

Tambien, se construyó la rosa de vientos correspondiente al segundo periodo del año 2022, según el reporte, 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 predominancia de direccionamiento desde el Noroeste (NW).

9.4. Subcuenca Río Suratá

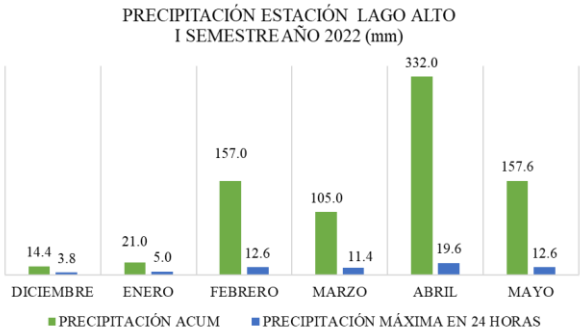
En la subcuenca Río Suratá la CDMB se monitorea por dos (2) estaciones climatológicas en la parte alta y media de la subcuenca, las cuales son: Estación Lago Alto y El Roble. A continuación, se presentan los siguientes resultados que corresponden al primer semestre del año 2022.

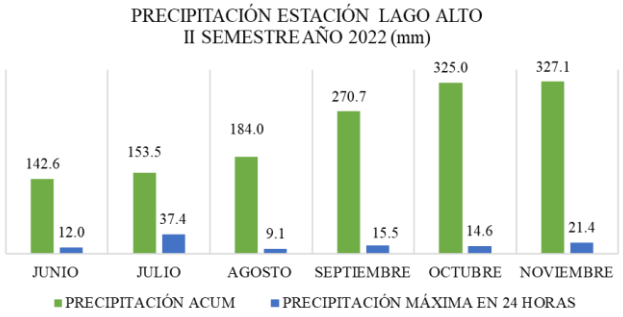
9.4.1 Estación Lago Alto

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 I semestre del año 2022, se presenta a continuación:

Gráfica 114. Precipitación Estación Lago Alto.

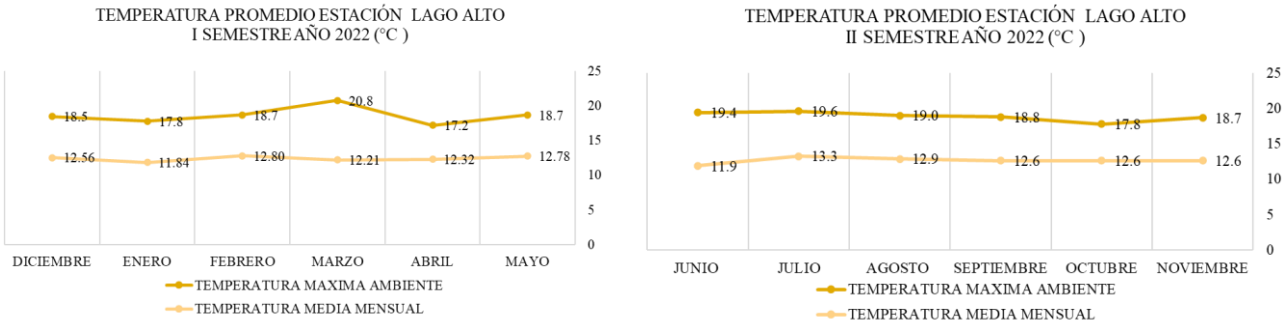




La estación Lago Alto, reporta una precipitación acumulada durante el primer semestre de 787 mm para el periodo registrado. De acuerdo con los datos almacenados la precipitación máxima en 24 horas fue 19,6 mm con fecha de ocurrencia el día 01 de abril de 2022. Y durante el segundo semestre, reporta una precipitación acumulada de 1.402,9 mm a partir del reporte horario registrado por la estación. De acuerdo con los datos almacenados la precipitación máxima horaria fue 37,4 mm con fecha de ocurrencia el día 01

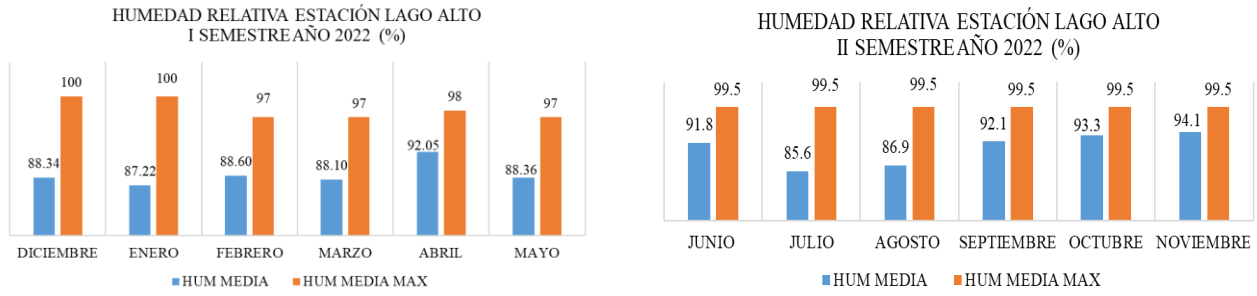
de julio de 2022.

Gráfica 115. Temperatura Estación Lago Alto.



- Se evidencia que la temperatura máxima ambiente durante el primer semestre reportada por la estación corresponde a 20,8 °C, registrado el día 09 de marzo de 2022. Así mismo, el valor promedio de la variable para el semestre es de 12,42 °C. y durante el segundo semestre se evidencia que la temperatura máxima ambiente diaria, corresponde a 19,6 °C, registrado el día 09 de julio de 2022. Así mismo, el valor promedio de la variable para el semestre es de 12,65 °C.

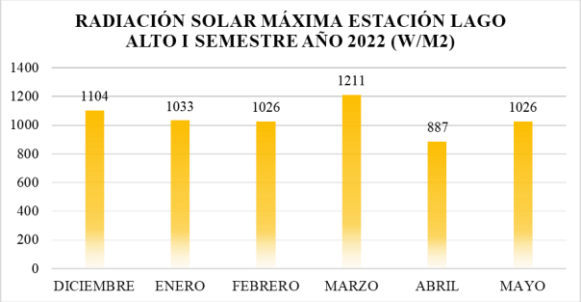
Gráfica 116. Humedad relativa Estación Lago Alto

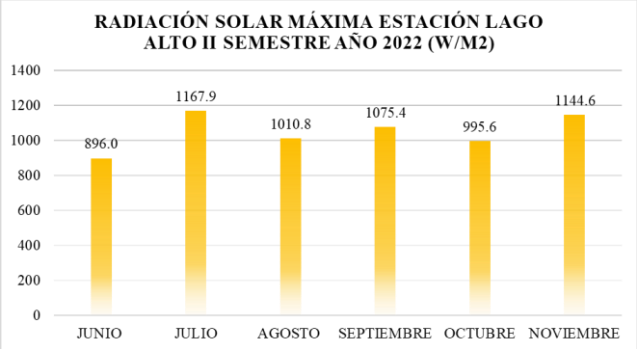


- El promedio de humedad relativa semestral registrada por la estación para el primer semestre del año 2022 es de 88,78 %.

- El promedio de humedad relativa semestral registrada por la estación para el segundo semestre del año 2022 es de 90,65 %.

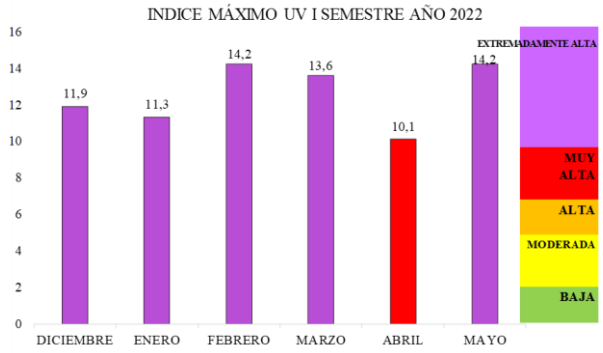
Gráfica 117. Radiación solar Estación Lago Alto





- La radiación solar máxima reportada en el primer semestre del año 2023 por la estación Lago Alto corresponde a 1.211 watt/m2 la cual se registró el día 09 de marzo de 2022. Y durante el segundo semestre la radiación solar máxima horaria reportada por la estación Lago Alto corresponde a 1.168 watt/m2 la cual se registró el día 09 de julio de 2022.

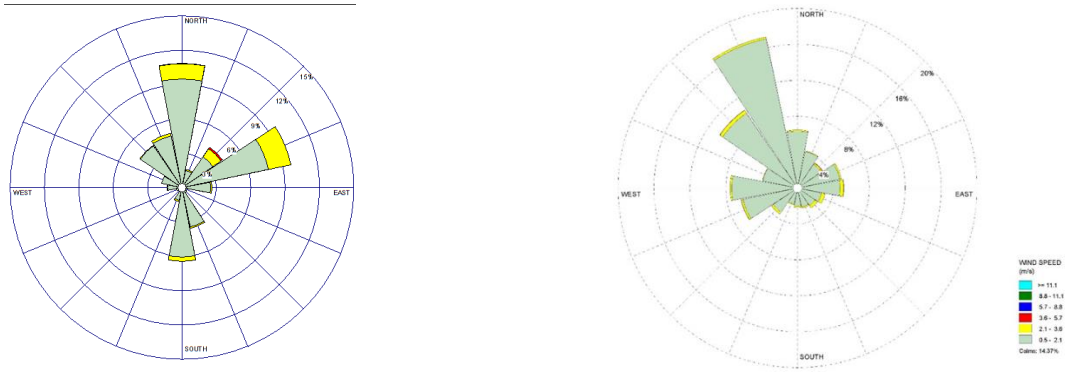
Gráfica 118. Índice UV Estación Lago Alto.



El índice UV máximo registrado por la estación corresponde a 14,2 con fecha de ocurrencia el 12 de febrero y 12 de mayo del 2022, 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 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.

Gráfica 119. Rosa de vientos Estación Lago Alto



- Para la estación Lago Alto en el primer semestre 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. Las direcciones predominantes del viento fueron Norte y Este-noreste. Y durante el segundo semestre 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 Noreste (NW).

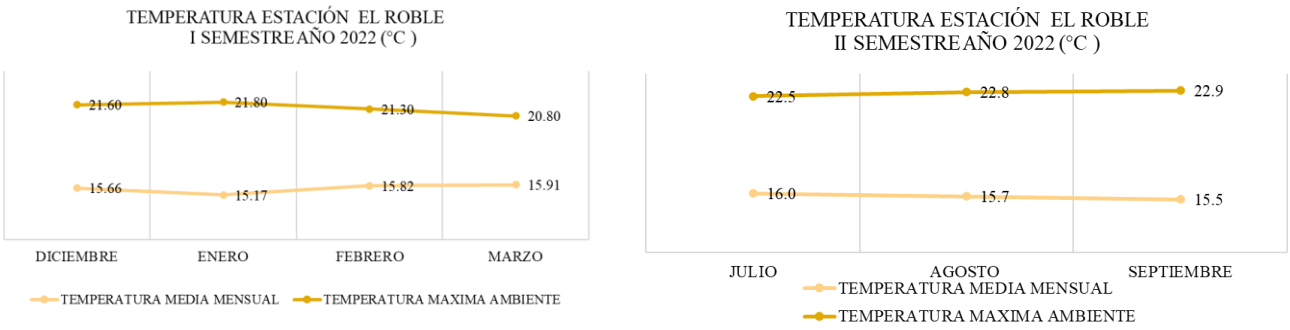
9.4.2 Estación El Roble

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.

Se presenta la información correspondiente al periodo de datos reportados para el primer semestre del año 2022, es importante precisar que la estación reportó fallas en el equipo, sin embargo, se cuenta con más del 75% de los datos registrados para la realización del análisis de la misma. A continuación, se evidencia el reporte de la estación en el periodo registrado.

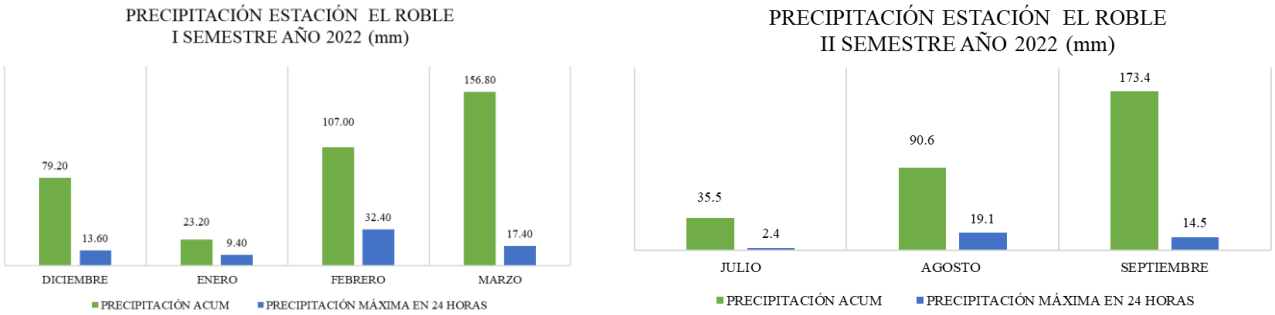
Se presenta la información correspondiente al periodo de datos reportados para el segundo semestre del año 2022, es importante precisar que la estación reportó fallas en equipo, para el análisis de la estación se incluyen los meses julio, agosto y septiembre del año 2.022. A continuación, se evidencia el reporte de la estación en el periodo registrado.

Gráfica 120. Temperatura Estación El Roble



La temperatura media para el primer semestre del año 2022 corresponde a 15,64 °C. Así mismo, se evidencia que la temperatura máxima ambiente reportada fue de 21,8 °C, el día 19 de enero de 2022 para el segundo semestre del año 2022 corresponde a 15,75 °C. Así mismo, se evidencia que la temperatura máxima ambiente diaria reportada a partir de datos horarios fue de 22,9 °C, el día 09 de septiembre de 2022.

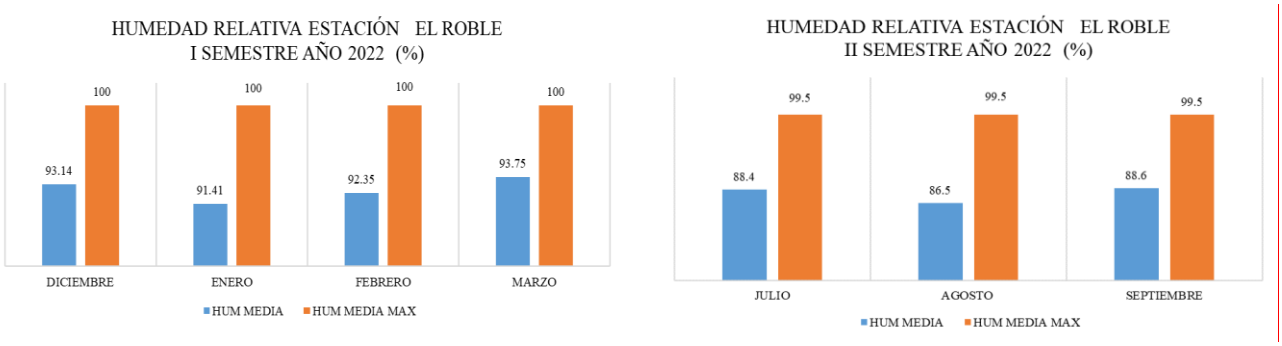
Gráfica 121. Precipitación Estación El Roble



La estación El Roble reporta precipitación acumulada de 366,2 mm para el primer semestre del 2022. Así mismo, el valor máximo es de 32,4 mm, con fecha de ocurrencia el día 08 de febrero del presente año. La estación El Roble reporta precipitación acumulada de 299,5 mm, según el reporte horario registrado por la estación, del segundo semestre del año 2022. Así mismo, el

valor máximo horario es de 19,1 mm, con fecha de ocurrencia el 21 de agosto del presente año.

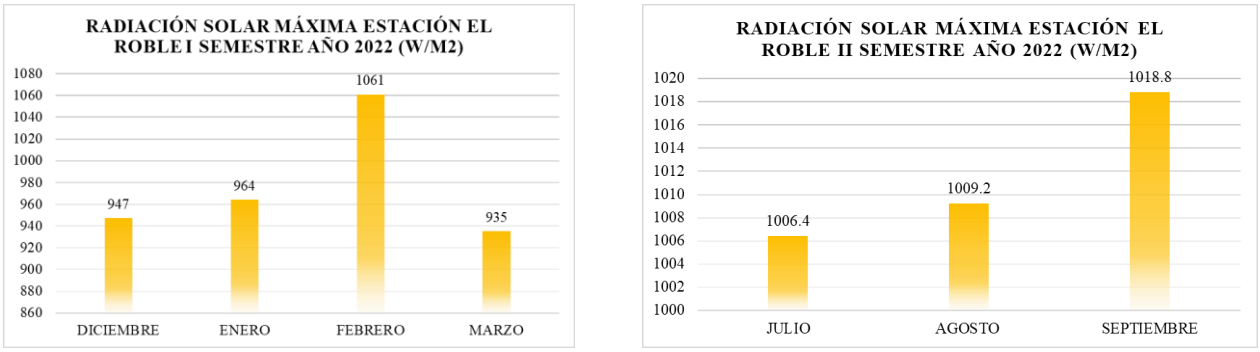
Gráfica 122. Humedad relativa Estación El Roble



Se determinó la humedad relativa media para el primer semestre de 2022, equivalente a 92,66%.

Se determinó la humedad relativa media para el periodo registrado del segundo semestre del año 2022 corresponde a, equivalente a 87,83%.

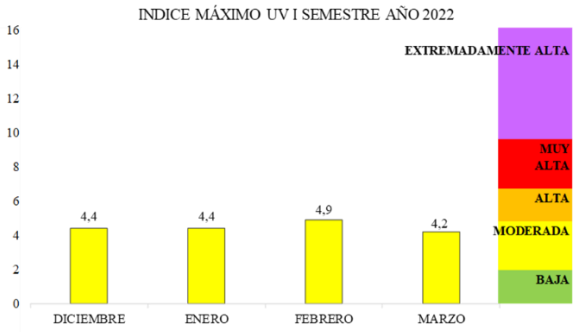
Gráfica 123. Radiación solar Estación El Roble



La radiación solar máxima reportada por la estación El Roble para el primer Semestre del año, corresponde a 1.061 watt/m2 la cual se registró el día 20 de febrero de 2022.

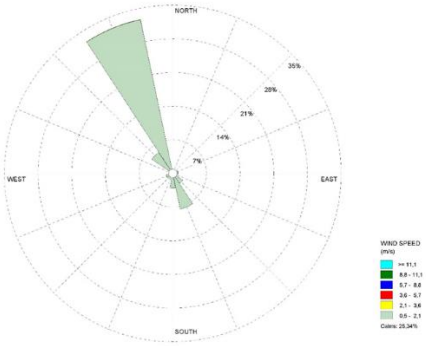
La radiación solar máxima horaria reportada por la estación El Roble para el periodo registrado del segundo semestre del año 2022 corresponde a 1.019 watt/m2 la cual se registró el día 10 de septiembre de 2022.

Gráfica 124. Índice UV Estación El Roble



El índice UV máximo registrado por la estación corresponde a 4,9 con fecha de ocurrencia el 22 de febrero del 2022, hora 12:00 p.m., el tipo de riesgo corresponde a la categoría de exposición **Moderado**. 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, y en lo posible tomar medidas como el uso de protector solar, sombrero, sombrilla.

Gráfica 125. Rosa de vientos Estación El Roble



Para la estación El Roble en el periodo registrado del segundo semestre del año 2022 corresponde ase 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 Noreste (NW).

9.5 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.

9.5.1 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

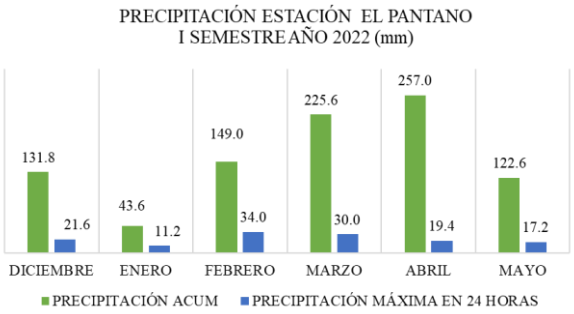
Subcuenca: Río Lebrija Alto

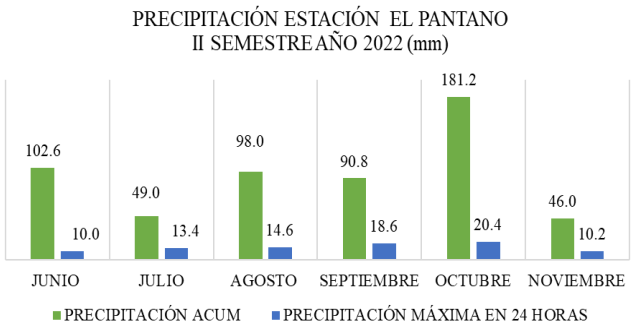
Microcuenca: Quebrada La Angula

Para esta estación, se realiza el análisis de información para el primer semestre del año 2022. De acuerdo a esto, se realizó el análisis de las variables hidrometereológicas con información reportada.

Para esta estación, se realiza el análisis de información reportada en el segundo semestre del año 2022. De acuerdo con esto, se realizó el análisis de las variables hidrometereológicas con información reportada

Gráfica 126. Precipitación Estación El Pantano.

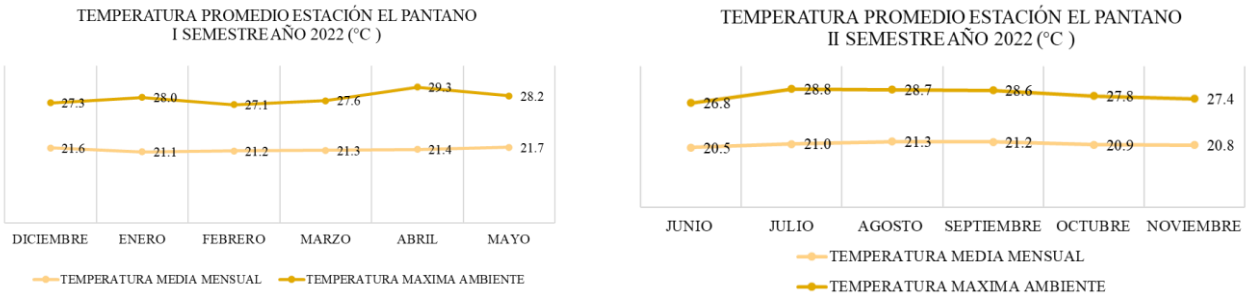




La precipitación acumulada reportada para el I Semestre de 2022, es de 929,6 mm, según los datos reportados por la estación. Así mismo, la precipitación máxima en 24 horas corresponde a 34 mm y se reportó el día 27 de febrero de 2022.

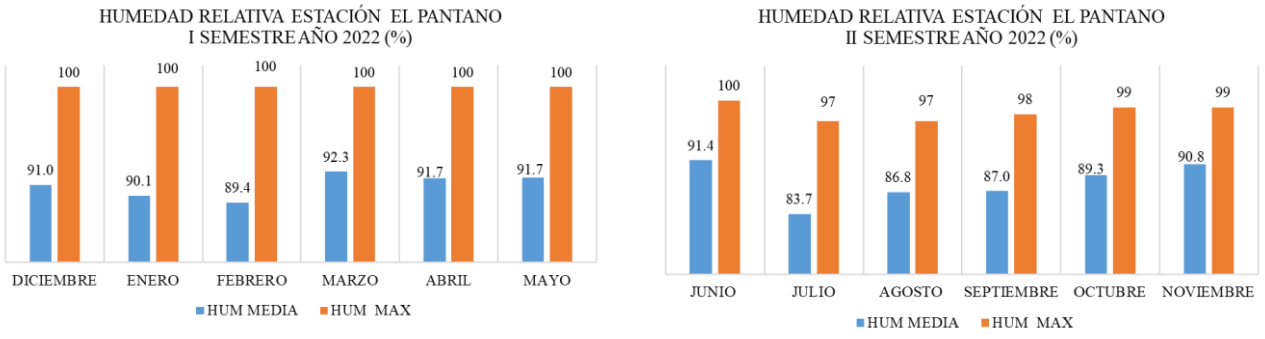
La precipitación acumulada reportada para el segundo Semestre de 2022, es de 567,6 mm, según los datos reportados por la estación. Así mismo, la precipitación máxima horaria corresponde a 20,4 mm y se reportó el día 25 de octubre de 2022.

Gráfica 127. Temperatura Estación El Pantano.



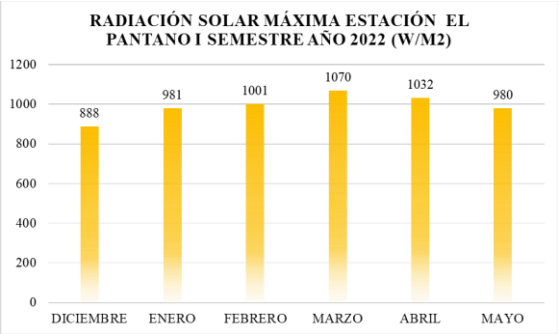
- La temperatura promedio reportada para el primer semestre es de 21,36 °C, la temperatura máxima ambiente registrada es de 29,3°C, cuya fecha de ocurrencia fue el día 05 de abril de 2022. Y durante el segundo semestre la temperatura promedio reportada para el periodo registrado es de 20,95 °C, la temperatura máxima ambiente diaria reportada a partir de datos horarios es de 28,8°C, cuya fecha de ocurrencia fue el día 24 de julio de 2022.

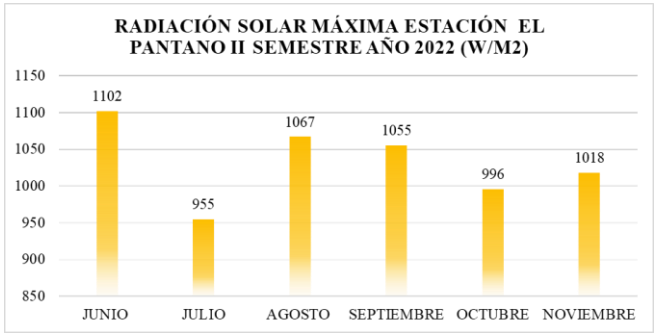
Gráfica 128. Humedad relativa Estación El Pantano.



- La humedad relativa media para el mes de agosto y septiembre es de 91,04%
- La humedad relativa media para el mes de agosto y septiembre es de 88,15%

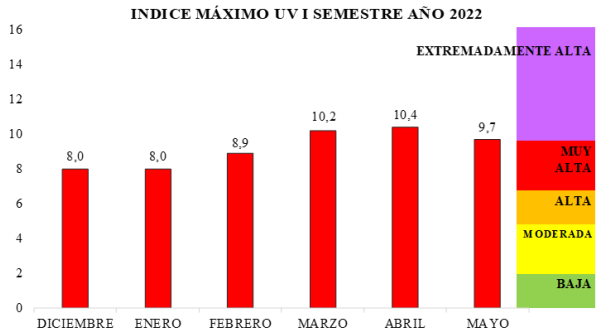
Gráfica 129. Radiación Solar Estación El Pantano.

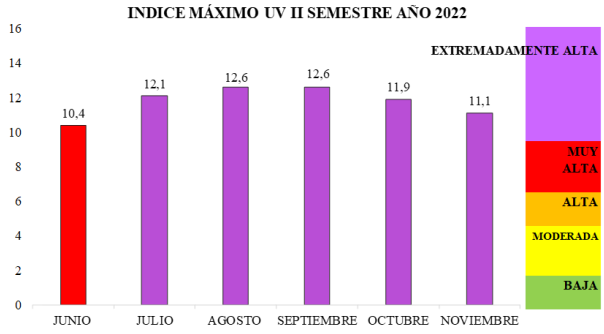




- La radiación solar máxima reportada por la estación para el primer Semestre del año 2022 corresponde a 1.070 watt/m2 la cual se registró el día 15 de marzo de 2022 y para el segundo semestre del año 2022 corresponde a 1.102 watt/m2 la cual se registró el día 15 de junio del 2022.

Gráfica 130. Índice UV Estación El Pantano.





- El índice UV máximo registrado por la estación durante el primer semestre corresponde a 10,4 con fecha de ocurrencia el 05 de mayo del 2022, hora 1:00 p.m., el tipo de riesgo corresponde a la categoría de exposición **Muy 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., evitar la exposición al sol de manera directa.

- Durante el segundo semestre el índice UV máximo horario registrado por la estación corresponde a 12,6 con fecha de ocurrencia los días 24 y 30 de agosto, y el 24 de septiembre de 2022, hora 1:00 p.m., 12:00 p.m., y 12:00 p.m., respectivamente, 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 131. 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. Las direcciones predominantes del viento fueron Oeste y Noreste en el primer semestre y en el segundo 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

9.5.2 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.

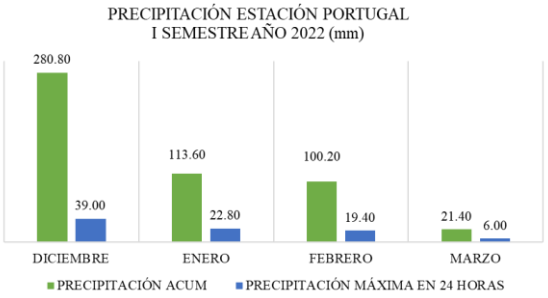
Cuenca: Río Lebrija

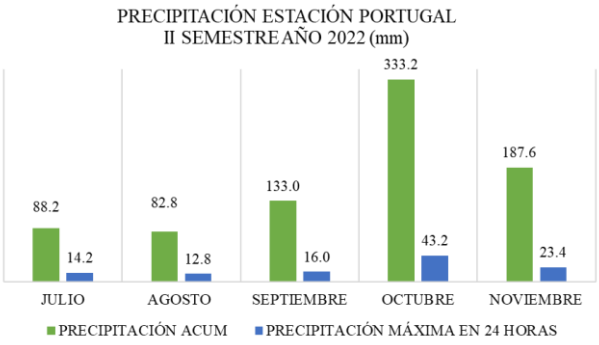
Subcuenca: Río Lebrija Alto

La estación Portugal tiene registro de datos para el primer semestre del año 2022, existieron intermitencia en el registro de datos, los cuales fueron ocasionados por daño en el transmisor de los sensores al Datalogger, por tanto, se realiza el reporte semestral para aquellas variables que hayan reportado el 75% de los valores mensuales. Para el segundo semestre del año 2022 en el periodo comprendido entre el 01 de julio a 30 de noviembre de 2022, el mes de junio no cuenta con reporte dado que, se presentaron daños en el transmisor de los sensores al Datalogger. Por

tanto, se realiza el reporte semestral para aquellas variables cuentan con reporte mayor al 75% de los valores mensuales.

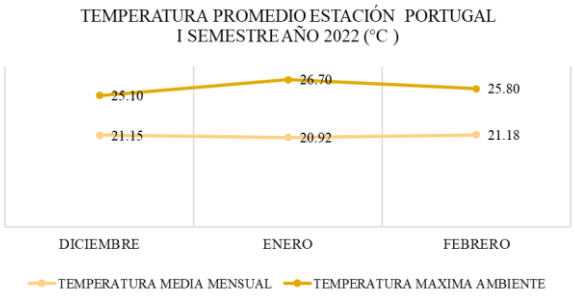
Gráfica 132. Precipitación Estación Portugal

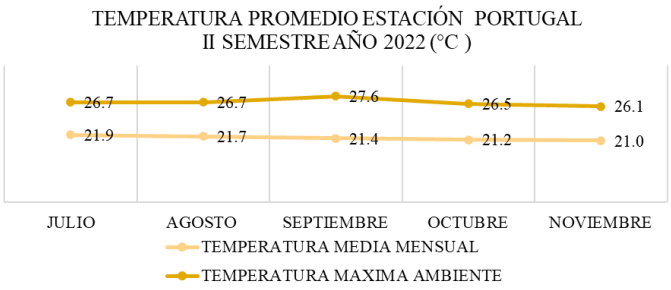




La precipitación acumulada según los registros obtenidos de la estación para los meses diciembre de 2021, enero, febrero y marzo de 2022, reportado es de 516 mm. La precipitación máxima en 24 horas registrada es de 39 mm con fecha de ocurrencia del 13 de diciembre de 2022. Es importante precisar que la variable precipitación contó con más del 75% de registro para el primer semestre del año 2022, por tanto, se incluye en la relación de reporte semestral de las estaciones que conforman la RHC de la CDMB. Para el segundo semestre la precipitación acumulada, a partir del reporte horario registrado por la estación, para los meses de julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre 2022, es de 824,78mm. La precipitación máxima horaria registrada es de 43,2 mm con fecha de ocurrencia del 22 de octubre de 2022.

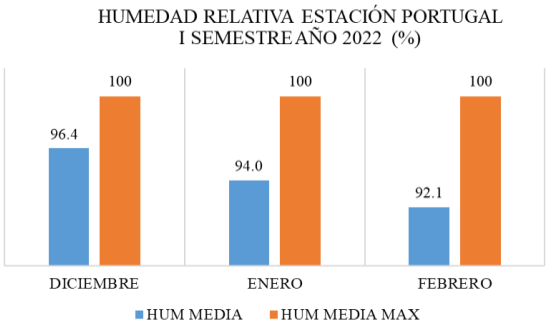
Gráfica 133. Temperatura Estación Portugal

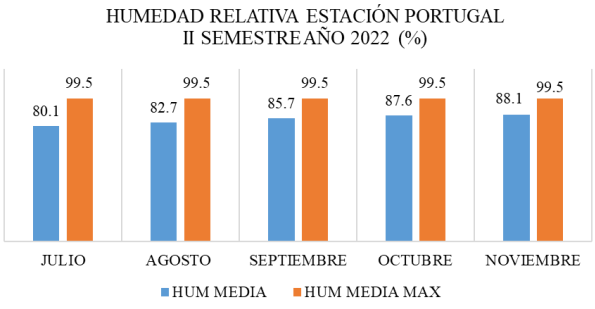




De acuerdo a los datos registrados en los meses diciembre de 2021, enero y febrero de 2022, se determina la temperatura media correspondiente a 21,08 °C. Así mismo, la temperatura máxima ambiente reportada fue 26,7°C, con fecha de ocurrencia el día 20 de enero del 2022.en el segundo semestre en los meses de julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre 2022, se determina que la temperatura media reportada corresponde a 21,45 °C. Así mismo, la temperatura máxima ambiente diaria reportada a partir de datos horarios fue 27,6°C, con fecha de ocurrencia el día 08 de septiembre de 2022.

Gráfica 134. Humedad Estación Portugal.

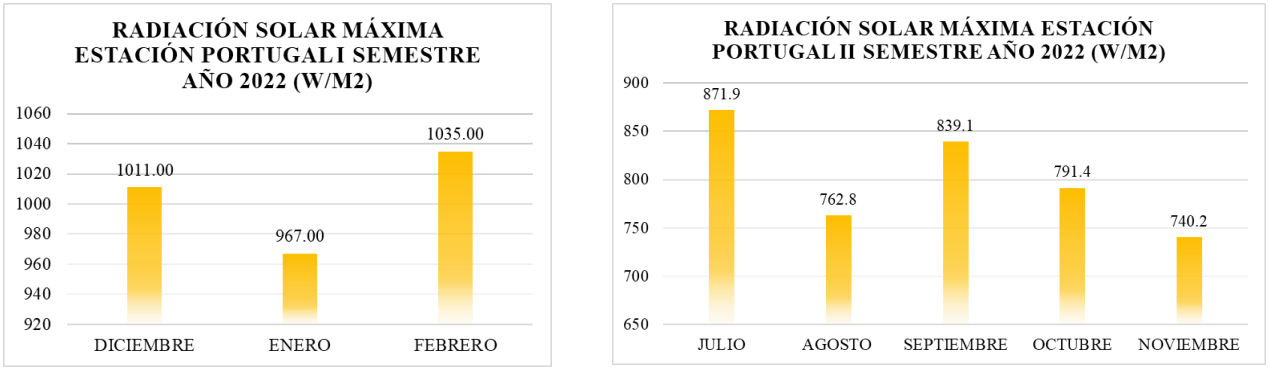




- La humedad relativa media para los meses diciembre de 2021, enero y febrero de 2022, según los datos reportados, el promedio es de 94,17%.

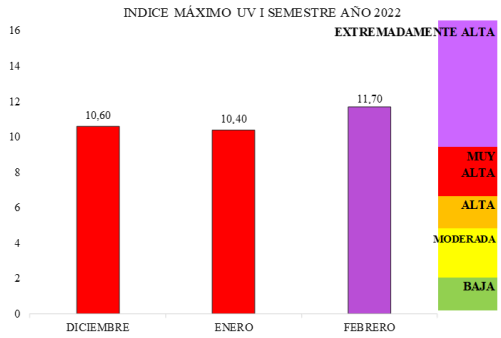
- La humedad relativa media para los meses de julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre 2022, el promedio es de 84,83%.

Gráfica 135. Radiación Solar Estación Portugal



- La radiación solar máxima reportada durante el primer semestre por la estación para los meses diciembre de 2021, enero y febrero de 2022, corresponde a 1.055 watt/m2 la cual se registró el día 21 de febrero de 2022. Y durante el segundo semestre los meses de julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre 2022, corresponde a 872 watt/m2 la cual se registró el día 01 de julio de 2022.

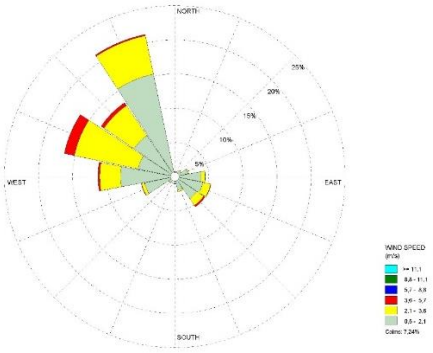
Gráfica 136. Índice máximo UV Estación Portugal.



El índice UV máximo registrado por la estación para los meses diciembre de 2021, enero y febrero de 2022 corresponde a 11,7 con fecha de ocurrencia el 22 de febrero

del 2022, hora 1:00 p.m., el tipo de riesgo corresponde a la categoría de exposición **Extremadamente alta**, de igual forma, para los meses reportados, se evidencia categoría muy 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.

Gráfica 137. 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 0,5 m/s a 2,1 m/s. La dirección predominante del viento fue Noreste.

9.5.3 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

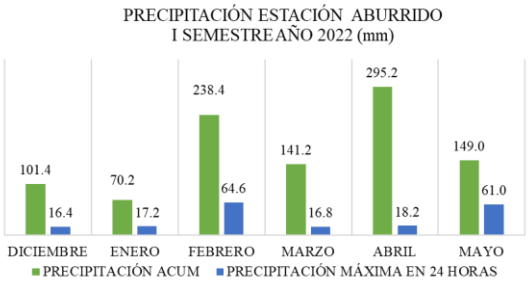
Subcuenca: Río Lebrija Alto

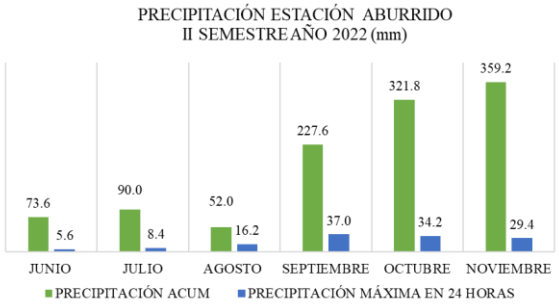
Microcuenca: Río Lebrija Alto

La estación El aburrido cuenta con registro de datos para el primer semestre del año 2022. Por tanto, se realiza el análisis de la información con los datos reportados:

La estación El aburrido cuenta con registro de datos para el segundo semestre del año 2022. Por tanto, se realiza el análisis de la información con los datos reportados:

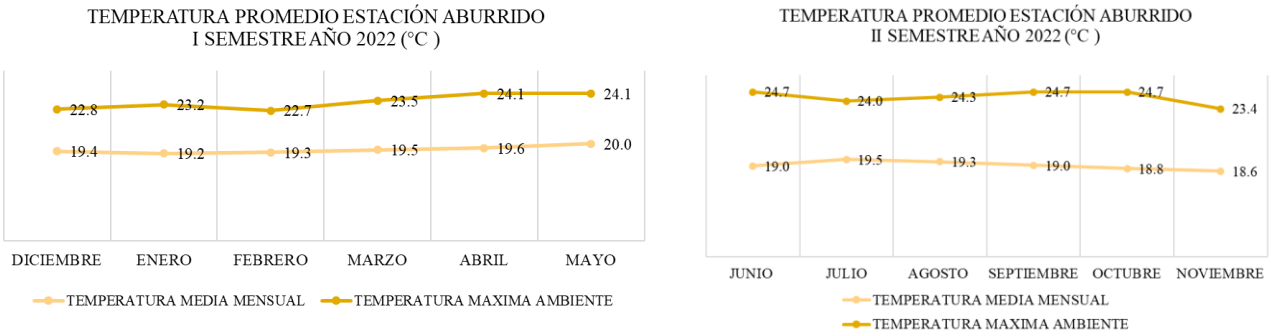
Gráfica 138. Precipitación Estación El Aburrido.





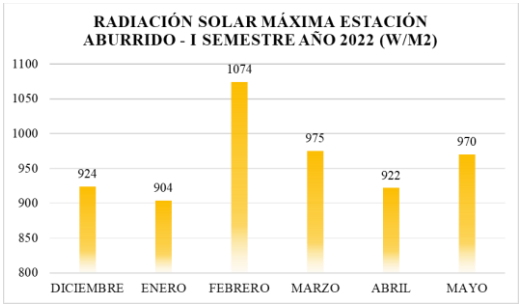
La precipitación acumulada durante el primer semestre de 2022 según los registros obtenidos de la estación para el periodo reportado es de 995,4 mm. La precipitación máxima en 24 horas registrada es de 64,6 mm con fecha de ocurrencia del 07 de febrero de 2022. Y durante el segundo semestre es de 1124,2mm. La precipitación máxima horaria registrada es de 37 mm con fecha de ocurrencia del 09 de octubre de 2022.

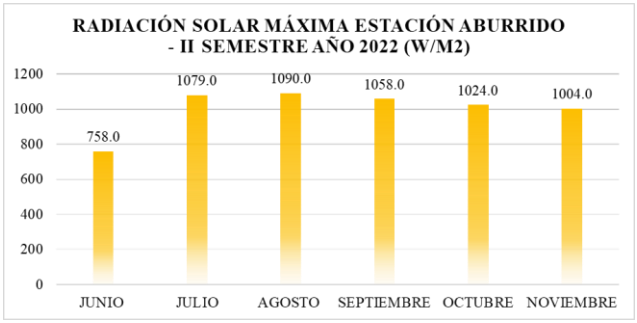
Gráfica 139. Temperatura Estación El Aburrido



De acuerdo a los datos registrados en el periodo de análisis se determina la temperatura media mensual correspondiente a 19,49°C. Así mismo, la temperatura máxima ambiente reportada fue 24,1 °C, con fecha de ocurrencia los días: 29 de abril, 04 y 22 de mayo del 2022 durante el primer semestre, para el segundo semestre se determina la temperatura media mensual correspondiente a 19,04°C. Así mismo, la temperatura máxima ambiente diaria reportada a partir de datos horarios fue 24,7 °C, con fecha de ocurrencia el día 23 de junio, 13 de septiembre y 03 de octubre del año 2.022.

Gráfica 140. Radiación solar Estación El Aburrido

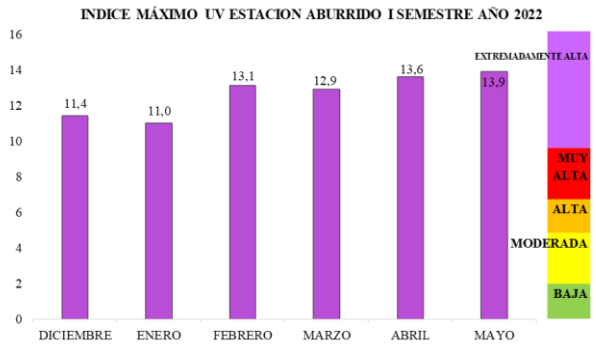


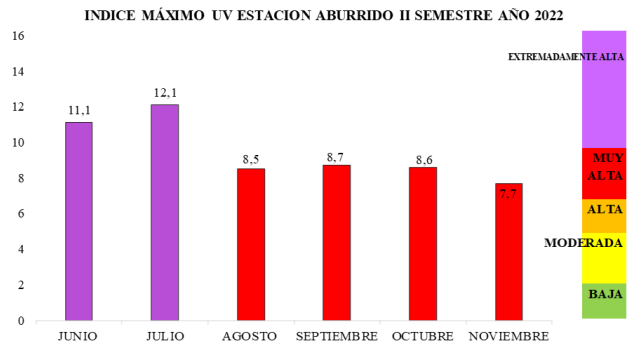


La radiación solar máxima reportada por la estación para el primer semestre del año 2022 corresponde a 1.074 watt/m2 la cual se registró el día 17 de febrero de 2022.

La radiación solar máxima horaria reportada por la estación para el segundo semestre del año 2022 corresponde a 1.090 watt/m2 la cual se registró el día 17 de agosto de 2022.

Gráfica 141. Índice máximo UV Estación El Aburrido.

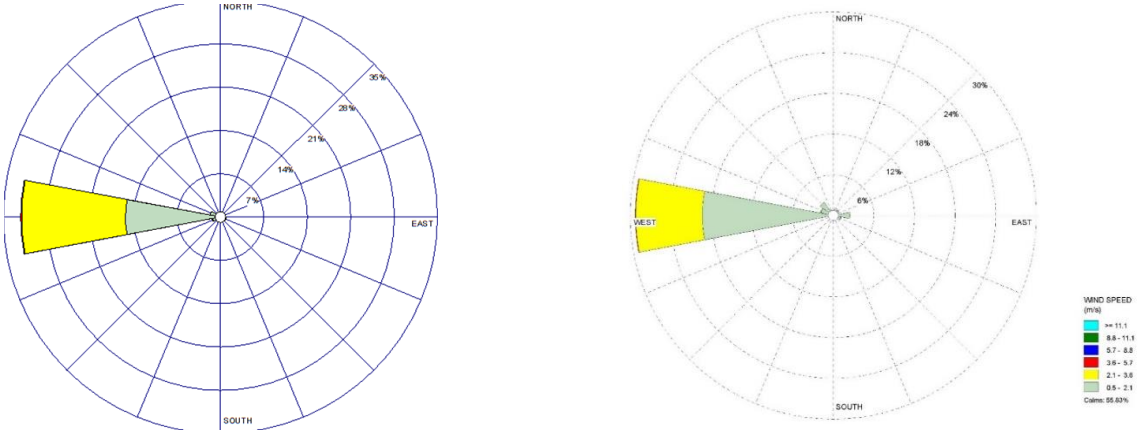




El índice UV máximo registrado durante el primer semestre del 2022 por la estación corresponde a 13,9 con fecha de ocurrencia el 01 y 03 de mayo del 2022, hora 1:00 p.m., el tipo de riesgo corresponde a la categoría de exposición **Extremadamente alta**. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), 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 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. Y durante el segundo semestre el índice UV máximo registrado por la estación corresponde a 12,1 con fecha de ocurrencia el 09 de julio de 2022

Gráfica 142. Rosa de vientos El Aburrido



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.

9.6 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

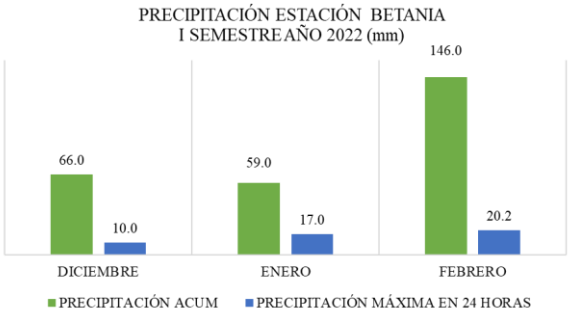
al primer semestre del año 2022. Sin embargo, es importante precisar que la estación SENA estuvo inactiva en este periodo.

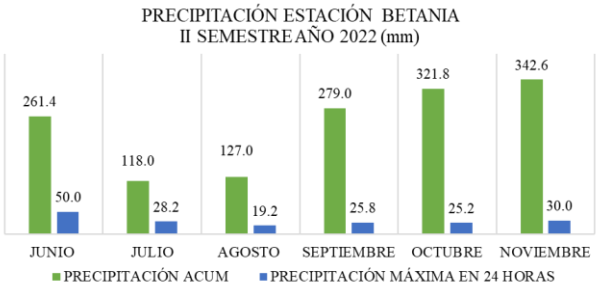
Estación Betania

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.

El análisis presentado a continuación corresponde a los datos registrados por la estación Betania, durante el año de 2022.

Gráfica 143. Precipitación Estación Betania.

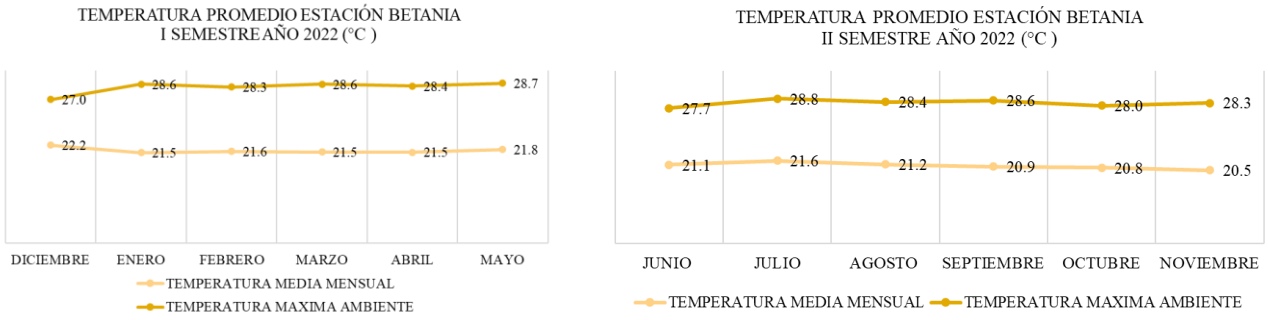




La estación reportó más del 75% de los datos para los meses diciembre de 2021, enero y febrero del 2022, por tanto, el periodo registrado comprendido por la estación para lluvia acumulada es de 271 mm y una precipitación máxima en 24 horas reportada es de 20,2 mm correspondiente al día 22 de enero del 2022 en el primer semestre. Para el segundo semestre del año 2022, la estación reporta para la variable precipitación, a partir del reporte horario registrado por la estación, una

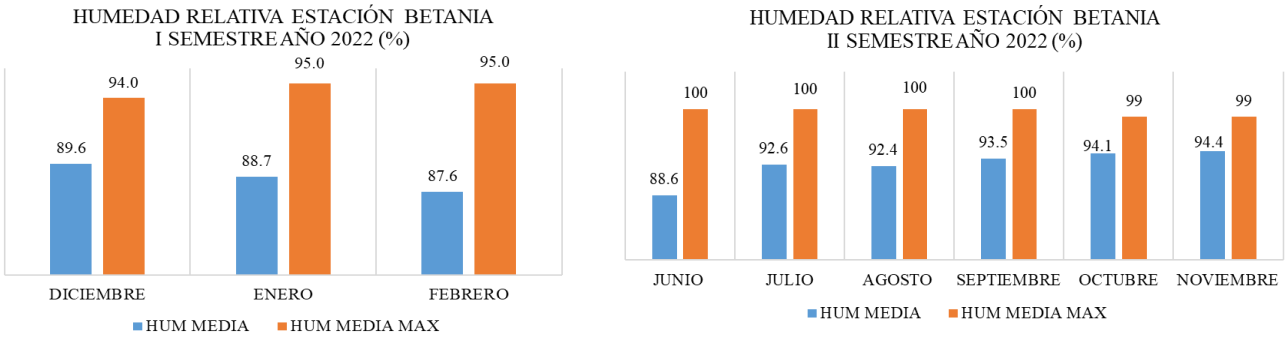
precipitación acumulada de 1449,8mm y precipitación máxima horaria reportada es de 50 mm correspondiente 15 de junio de 2022.

Gráfica 144. Temperatura Estación Betania.



Respecto a temperatura media registrada es de 21,7 °C y una temperatura máxima ambiente de 28,7 °C, reportada los días 04 y 22 de mayo del 2022 en el primer semestre, para el segundo semestre la temperatura media registrada es de 21°C y una temperatura máxima ambiente diaria reportada a partir de datos horarios fue de 28,8 °C, cuya fecha de ocurrencia es el día 30 de julio de 2022.

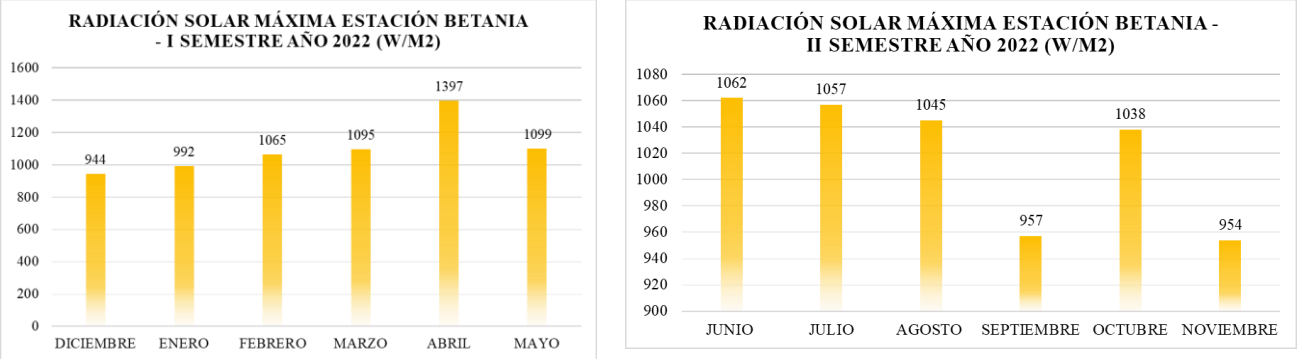
Gráfica 145. Humedad Relativa Estación Betania



La estación reportó más del 75% de los datos para los meses diciembre de 2021, enero y febrero del 2022, por tanto, la para el segundo semestre es de 88,62 %.

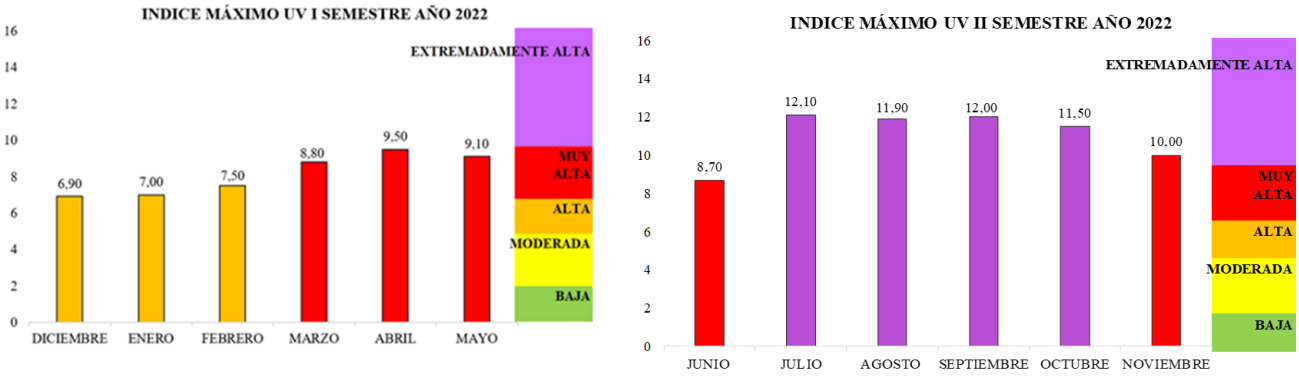
La Humedad relativa promedio reportada por la estación para el segundo semestre del año 2022, es de 92,62 %.

Gráfica 146. Radiación solar Estación Betania



La radiación máxima registrada por la estación es de 1.397 w/m2, y corresponde al día 03 de abril del 2022 en el primer semestre y para el segundo semestre la radiación máxima horaria registrada por la estación es de 1.062 w/m2, y corresponde al día 22 de junio de 2022.

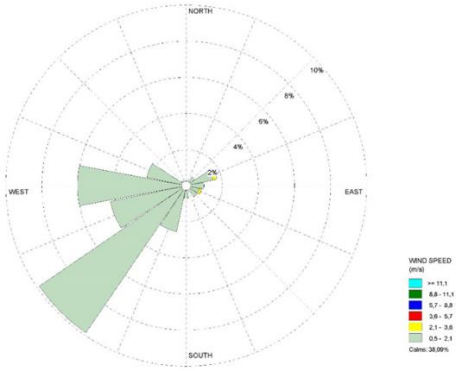
Gráfica 147. Índice UV Estación Betania



- El índice UV máximo registrado por la estación corresponde a 9,5 con fecha de ocurrencia el día 05 de abril de 2022, hora 12:00 p.m., el tipo de riesgo corresponde a la categoría de exposición **Muy alta** y 12,1 con fecha de

ocurrencia el día 29 de julio de 2022, 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., evitar la exposición al sol de manera directa.

Gráfica 148. 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 Suroeste (SW).

9.6.1 Estación Sena Aguas Calientes

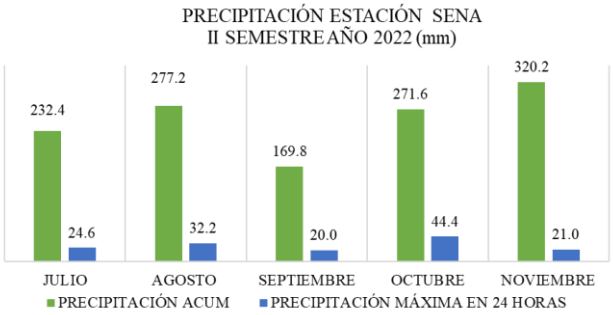
Estación climatológica automática Sena Aguas Calientes, se encuentra ubicada en el municipio de El Playón. Hace parte de la Red Hidroclimatológica de la CDMB, desde el año 2011. Tiene como objetivo monitorear la parte media de la subcuenca.

Cuenca: Rio Cachira del sur

Microcuenca: El Playonero

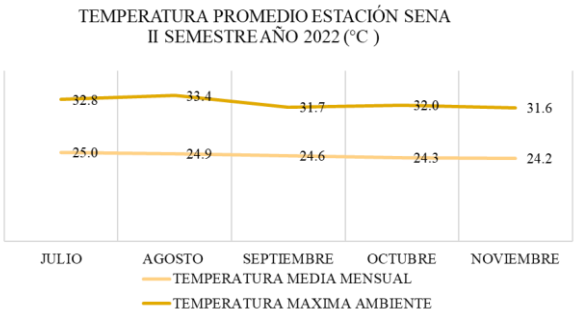
La estación presentó fallos en el Datalogger para el registro de las variables hidroclimatológicas, por tanto, el mes de junio de 2.022, no presenta registros. El análisis presentado a continuación corresponde a los datos registrados por la estación Sena Aguas Calientes durante los meses de julio a noviembre de 2022, lo cuales corresponden al periodo registrado para el segundo semestre de 2022.

Gráfica 149. Precipitación Estación Sena Aguas Calientes.



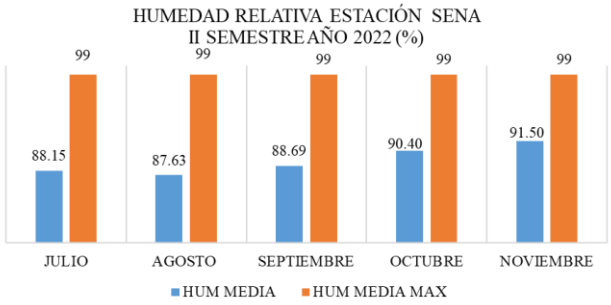
La estación reportó información horaria para la variable precipitación, la lluvia acumulada es de 1271,2 mm y precipitación máxima horaria reportada es de 44,4 mm correspondiente 03 de octubre de 2022.

Gráfica 150. Temperatura Estación Sena Aguas Calientes.



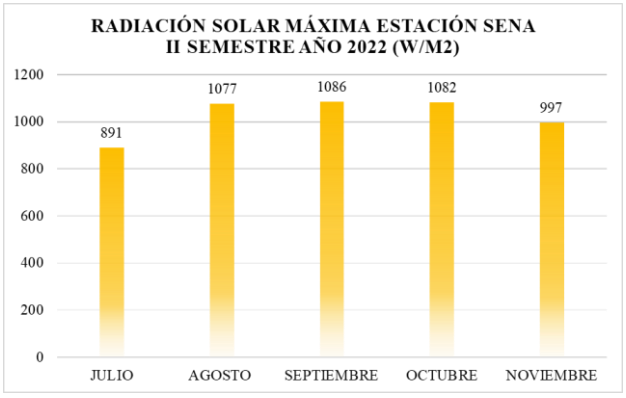
La temperatura máxima ambiente diaria reportada a partir de datos horarios fue de 33,4°C, cuya ocurrencia fue en los días 18 y 19 de agosto de 2.022, asimismo, la temperatura media mensual corresponde a 24,6°C.

Gráfica 151. Humedad Relativa Estación Sena Aguas Calientes



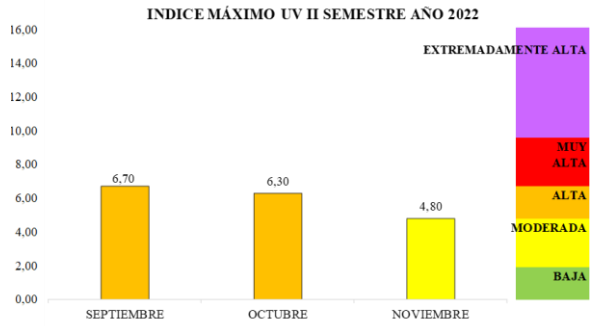
La Humedad relativa promedio reportada por la Estación Betania es de 89,27 %.

Gráfica 152. Radiación solar Estación Sena Aguas Calientes



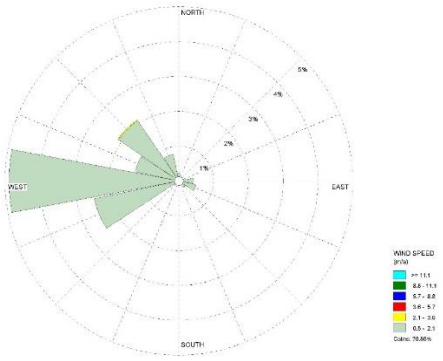
La radiación solar máxima horaria reportada por la estación Sena para el segundo semestre del año 2022, corresponde a 1.086 watt/m2 la cual se registró el día 23 de septiembre de 2022.

Gráfica 153. Índice UV Estación Sena Aguas Calientes



El índice de radiación UV máximo mensual reportado por la estación es de 6,9, cuya fecha de ocurrencia es el día 30 de agosto de 2022. Catalogado como Alto.

Gráfica 154. Rosa de vientos Sena Aguas Calientes



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).

9.6.2 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.

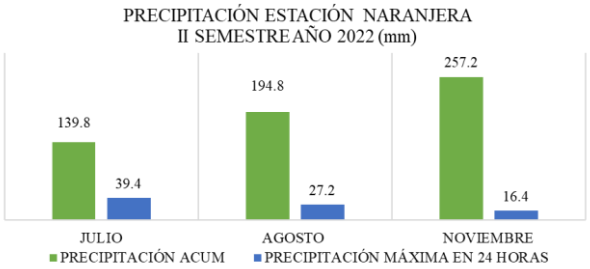
Cuenca: Cáchira sur

Subcuenca: Río Cáchira del sur

Microcuenca: El Playonero

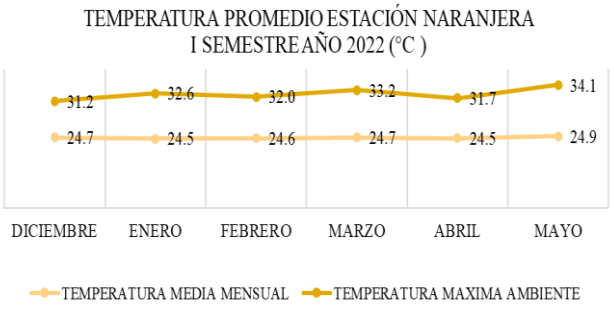
- Se realizó el análisis de la información en relación a las variables meteorológicas reportadas por la estación: temperatura, humedad, radiación solar, índice UV, para año 2022. es importante indicar que existieron intermitencia en el registro de datos, los cuales fueron ocasionados por daño en el transmisor de los sensores al Datalogger, por ello, se realiza el reporte semestral para aquellas variables que hayan reportado el 75% de los valores mensuales.

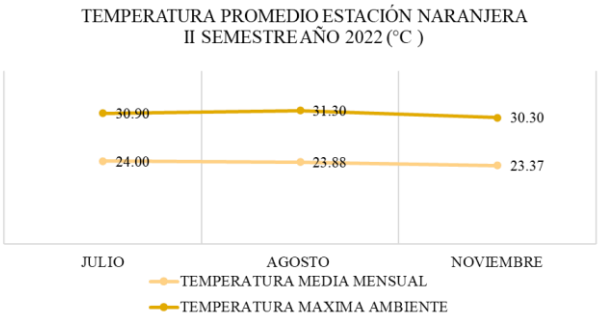
Gráfica 155. Precipitación Estación La Naranjera.



La estación reportó más del 75% de los datos para los meses julio, agosto, y noviembre de 2022, por tanto, el periodo registrado por la estación, la lluvia acumulada es de 591,8 mm y la precipitación máxima horaria reportada es de 39,4 mm correspondiente 17 de julio de 2022, a partir del reporte horario de la estación.

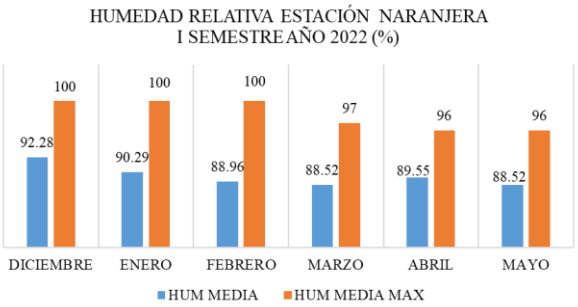
Gráfica 156. Temperatura Estación la Naranjera





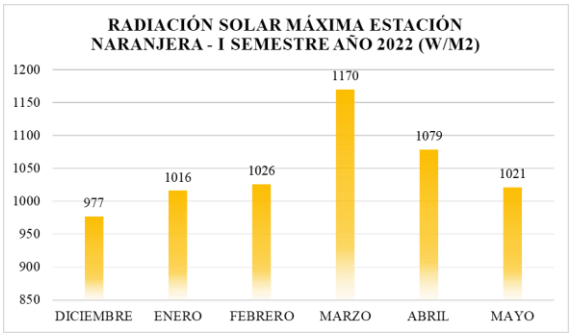
- La temperatura media mensual para el reporte de datos corresponde a 24,67 °C y la temperatura máxima ambiente reportada es de 34,1 °C, la cual tiene fecha de ocurrencia el día 22 de mayo de 2022 en el primer semestre, para el segundo semestre la temperatura media mensual corresponde a 23,75 °C y la temperatura máxima ambiente reportada es de 31,3 °C, la cual tiene fecha de ocurrencia el día 11 de agosto de 2022.

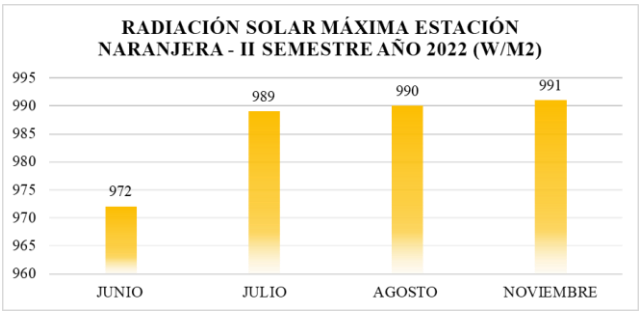
Gráfica 157. Humedad relativa Estación la Naranjera



La humedad media semestral reportada por la estación Naranjera, corresponde a 89,69 %.

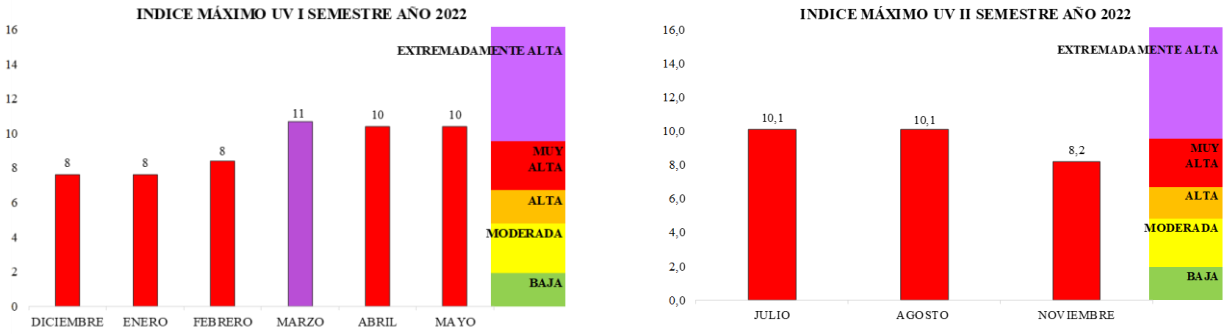
Gráfica 158. Radiación solar Estación la Naranjera





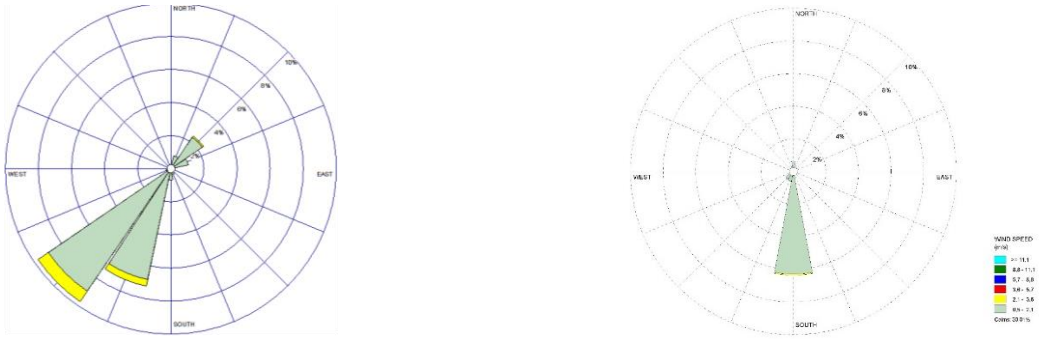
- La radiación solar máxima registrada es de 1.170 watt/m2 y se reportó el día 15 de marzo de 2022 para el primer semestre y para el segundo la radiación solar máxima horaria registrada es de 991 watt/m2 y se reportó el día 22 de noviembre de 2022.

Gráfica 159. Índice UV Estación La Naranjera



El índice UV máximo registrado por la estación corresponde a 10,7 con fecha de ocurrencia el día 07 y 15 de marzo del 2022, el tipo de riesgo corresponde a la categoría de exposición Extremadamente alta, para las dos fechas de ocurrencia la hora del reporte fue 1:00 p.m. Sin embargo, la tendencia semestral se sitúa en la categoría de exposición Muy alta y 10,1 con fecha de ocurrencia el día 28 de julio y 11 de agosto del 2022, el tipo de riesgo corresponde a la categoría de exposición Muy 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., evitar la exposición al sol de manera directa.

Gráfica 160. 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)en el primer semestre y desde el Sur (S). en el segundo semestre.

9.6.3 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

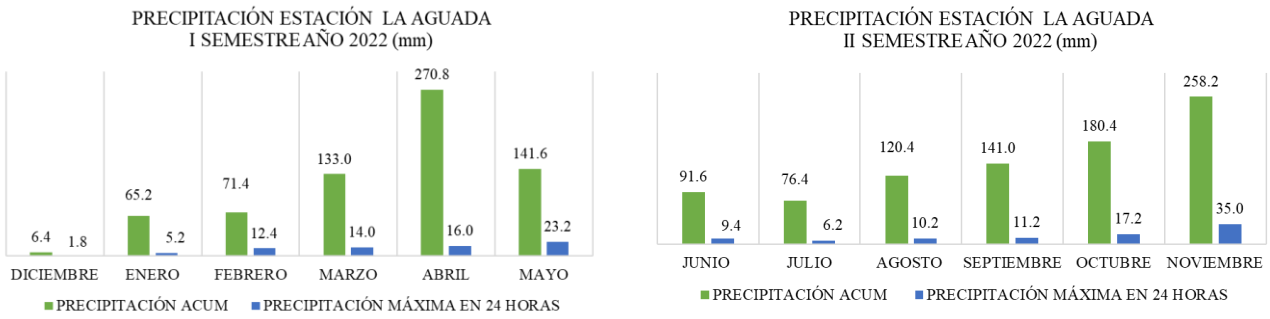
Subcuenca Río Cáchira del sur

Microcuenca: Rio Cachiri Bajo

La estación La Aguada presenta el registro de datos para el año 2022. El análisis climatológico se realiza para la información disponible, y se presenta a continuación:

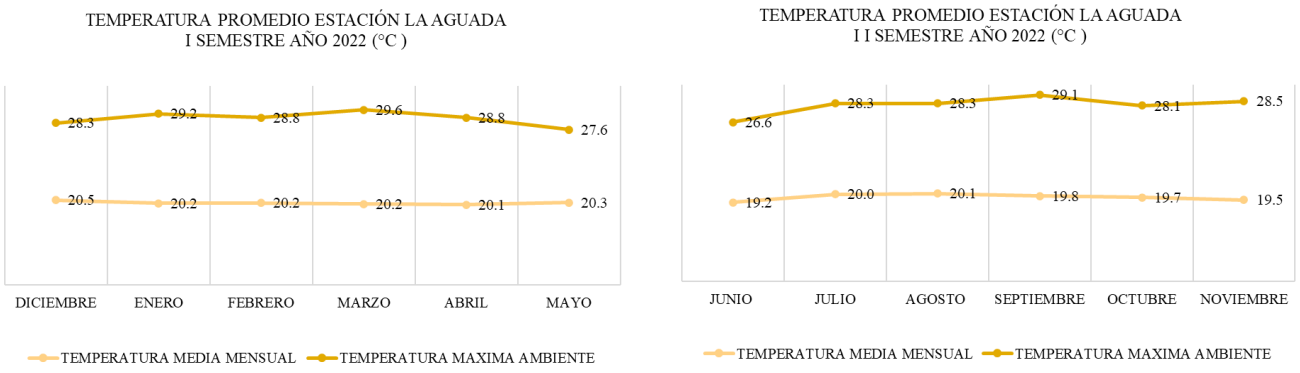
La estación

Gráfica 161. Precipitación Estación La Aguada.



- La precipitación acumulada para el primer semestre por la estación La Aguada corresponde a 688,4 mm. El reporte de la precipitación máxima en veinticuatro (24) horas fue de 23,2 mm y se reportó el día 10 de mayo del año 2022. Para el segundo semestre la precipitación acumulada corresponde a 868mm, a partir del reporte horario registrado por la estación. El reporte de la precipitación máxima horaria fue de 35 mm y se reportó el día 08 de noviembre de 2022.

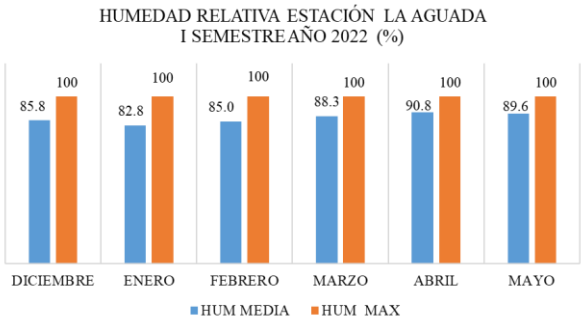
Gráfica 162. Temperatura Estación La Aguada



La temperatura máxima ambiente reportada durante el primer semetre fue de 29,6 °C, con fecha de ocurrencia del día 23 de marzo de 2022. Así mismo, la temperatura promedio semestral reportada por la estación es de 20,25 °C. y durante el segundo semestres la temperatura máxima ambiente diaria reportada a partir de datos

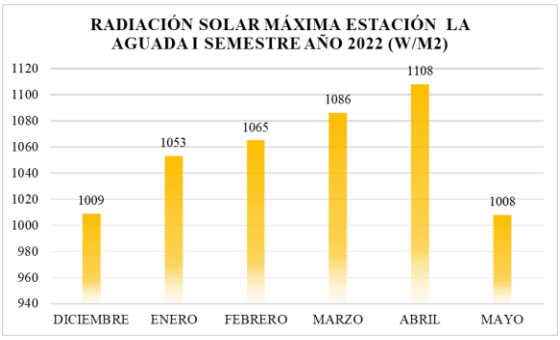
horarios fue de 29,1 °C, con fecha de ocurrencia del día 09 de septiembre de 2022. Así mismo, la temperatura promedio semestral reportada por la estación es de 19,73 °C.

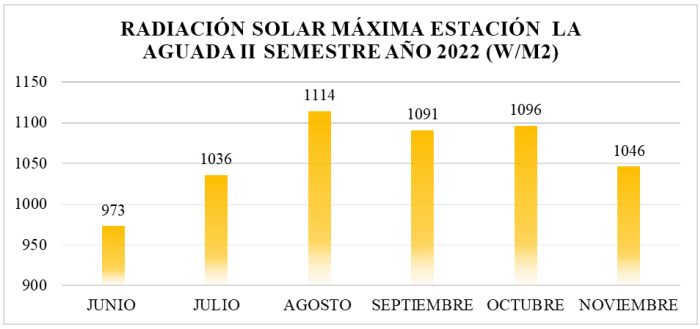
Gráfica 163. Humedad Relativa Estación La Aguada



La humedad relativa promedio reportada equivale de 87,04 %.

Gráfica 164. Radiación solar Estación La Aguada

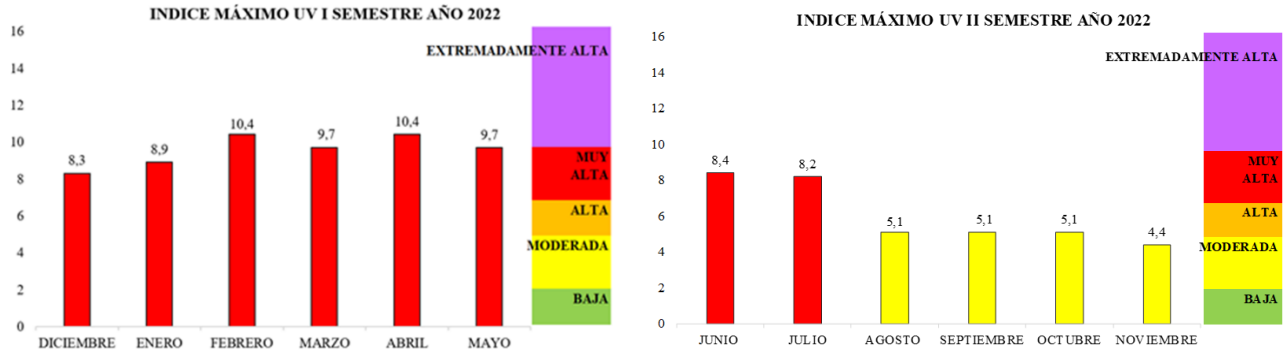




La radiación solar máxima reportada en el primer semestre por la estación La Aguada corresponde a 1.086 watt/m2, la cual se registró el día 06 de abril de 2022.

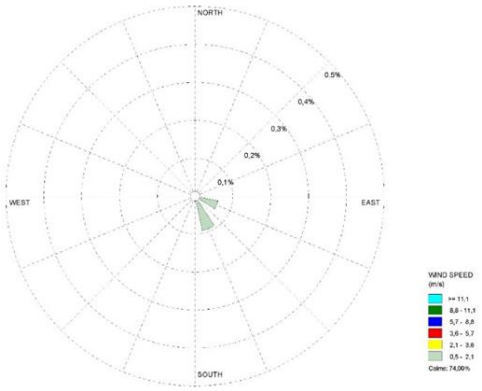
La radiación solar máxima horaria reportada en el segundo semestre por la estación La Aguada corresponde a 1.114 watt/m2, la cual se registró el día 27 de agosto del 2022.

Gráfica 165. Índice UV Estación La Aguada



- El índice UV máximo registrado por la estación corresponde a 10,4 con fecha de ocurrencia el 21 de febrero y 06 de abril de 2022, hora 12:00 p.m., el tipo de riesgo corresponde a la categoría de exposición Muy alta y 8,4 con fecha de ocurrencia el 06 de junio de 2022, el tipo de riesgo corresponde a la categoría de exposición **Muy 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., evitar la exposición al sol de manera directa.

Gráfica 166. 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).

9.6.5. 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

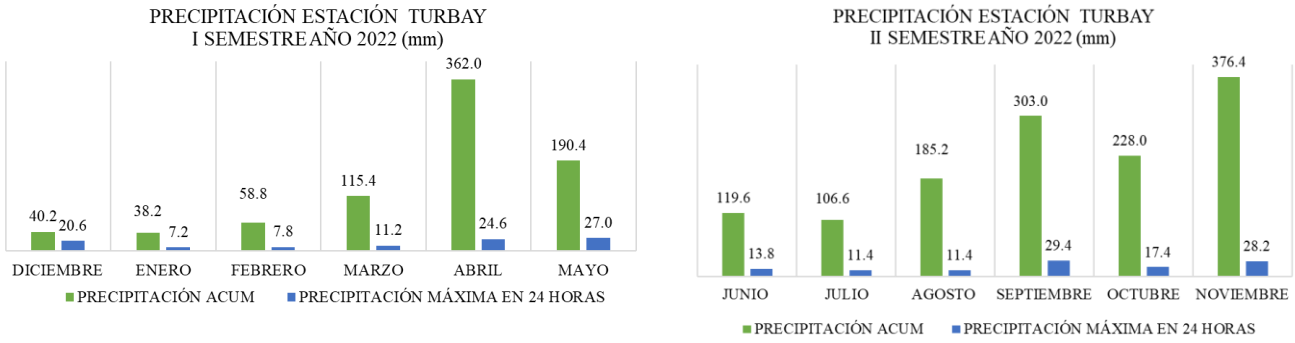
Microcuenca: Romeritos

La Estación Turbay durante el primer semestre del año 2022 reportó datos de las variables hidroclimatológicas. Por tanto, el análisis de datos se realizó para dicha información.

La estación Turbay presenta el registro de datos desde el mes de 01 junio a 30 de

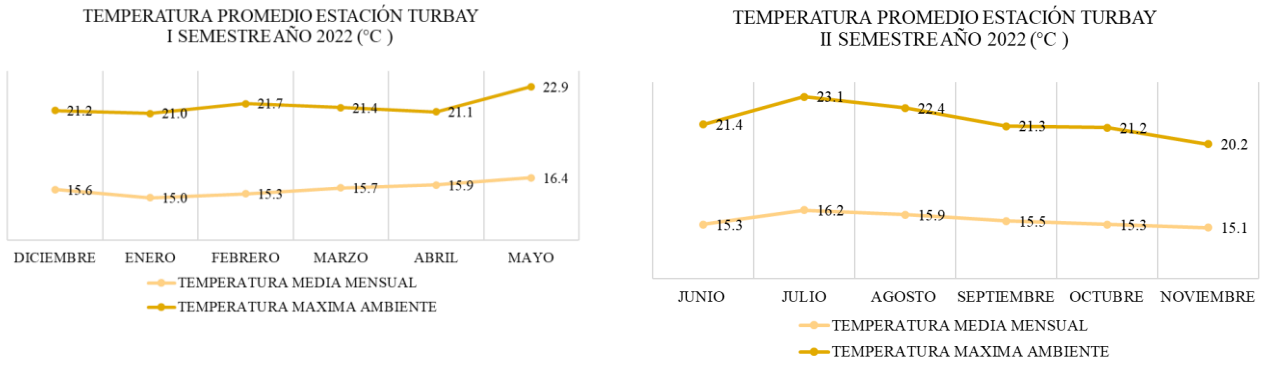
noviembre para el segundo semestre de 2.022. El análisis climatológico presenta a continuación:

Gráfica 167. Precipitación Estación Turbay



- La precipitación acumulada reportada el primer semestre es de 805 mm para el primer semestre. La precipitación máxima en 24 horas es de 27 mm con fecha de ocurrencia de 10 de mayo. Y durante el segundo semestre es de 1318,8 mm para el segundo semestre. La precipitación máxima horaria es de 29,4 mm con fecha de ocurrencia de 24 de septiembre de 2022.

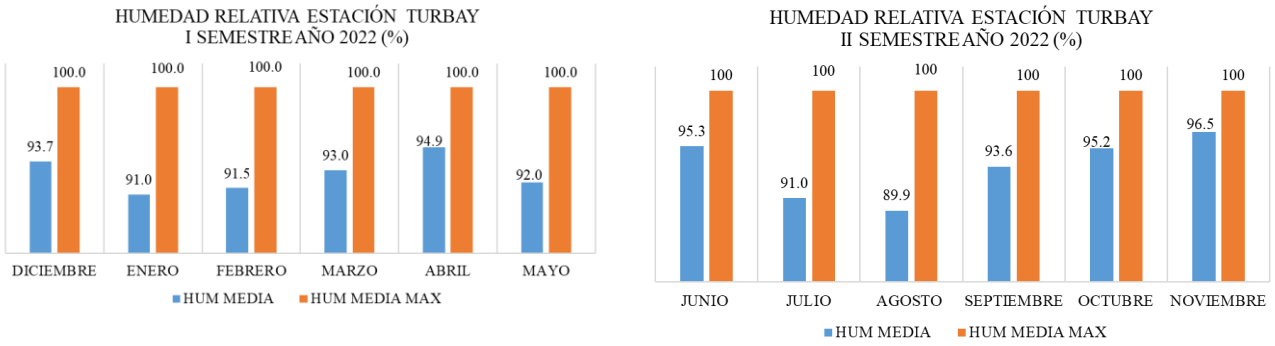
Gráfica 168. Temperatura Estación Turbay.



La temperatura media registrada en el primer semestre para la estación es de 15,66 °C. La temperatura máxima ambiente reportada es de 22,9 °C con fecha de ocurrencia del día 22 de mayo de 2022. Y durante el segundo semestre la

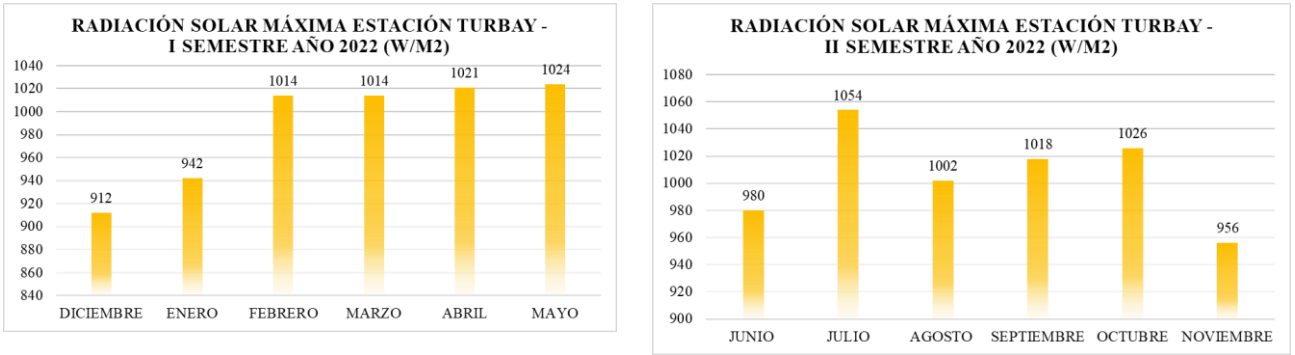
temperatura media registrada para la estación es de 15,55 °C. La temperatura máxima ambiente diaria reportada a partir de datos horarios es de 23,1 °C con fecha de ocurrencia del día 09 de julio de 2022.

Gráfica 169. Humedad relativa Estación Turbay



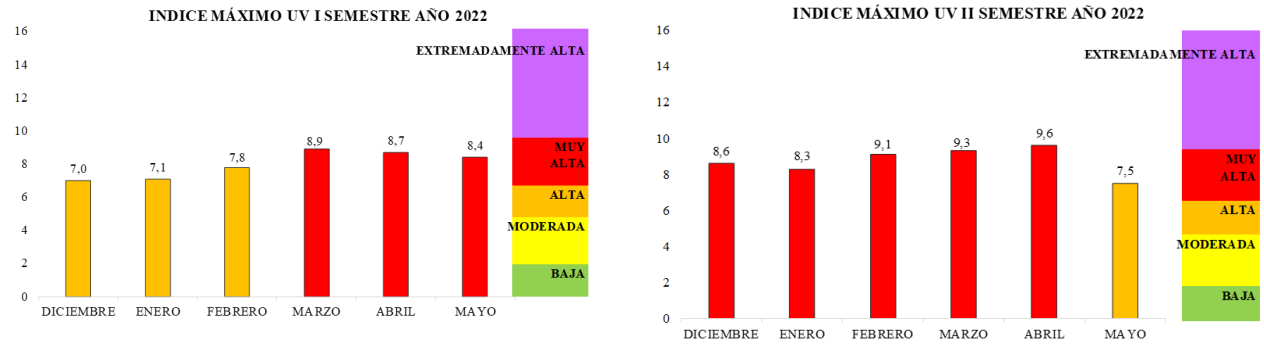
- La humedad relativa promedio registrada para los meses de septiembre, octubre y noviembre es de 92,68%.
- La humedad relativa promedio registrada es de 93,59%.

Gráfica 170. Radiación solar Estación Turbay



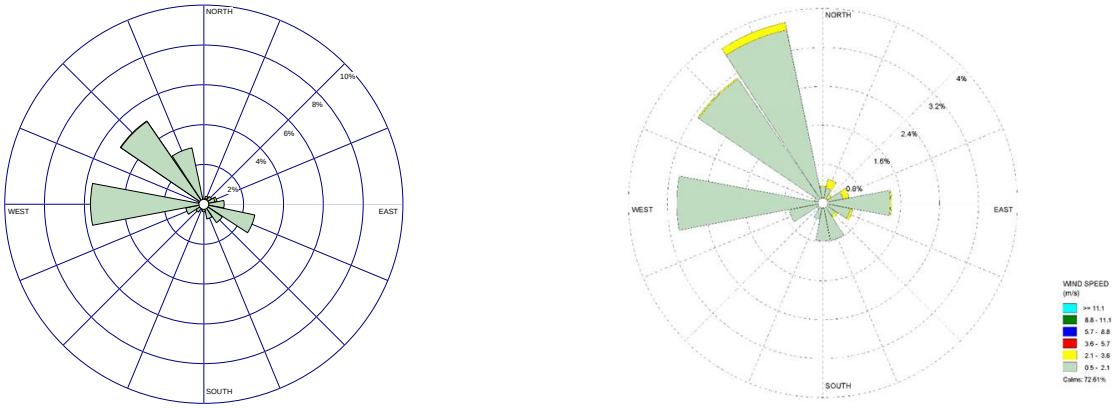
La radiación solar máxima horaria es de 1.054 w/m2, con fecha de ocurrencia reportada el día 19 de septiembre de 2022.

Gráfica 171. Índice UV Estación Turbay.



- El índice UV máximo registrado por la estación corresponde a 8.9 con fecha de ocurrencia el día 29 de marzo del 2022, hora 1:00 p.m., el tipo de riesgo corresponde a la categoría de exposición **Muy alta** y 9,6 con fecha de ocurrencia el día 13 de octubre de 2022, el tipo de riesgo corresponde a la categoría de exposición **Muy 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., evitar la exposición al sol de manera directa.

Gráfica 172. 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 Oeste (W) y Noroeste (NW).

10. Estaciones hidrológicas de niveles

10.1 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. A continuación, se presentan los siguientes resultados que corresponden al primer semestre del año 2022.

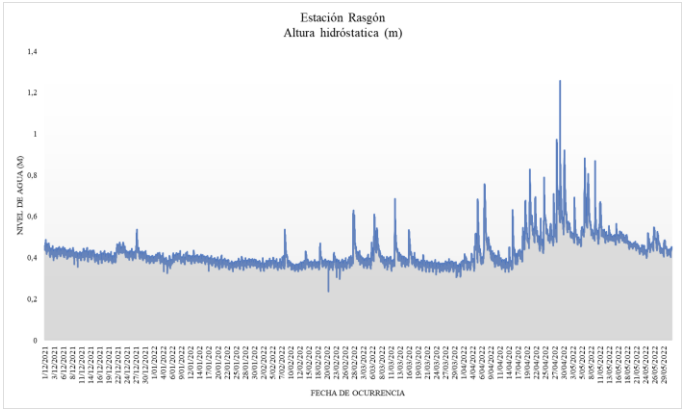
10.1.1 Estación El Rasgón.

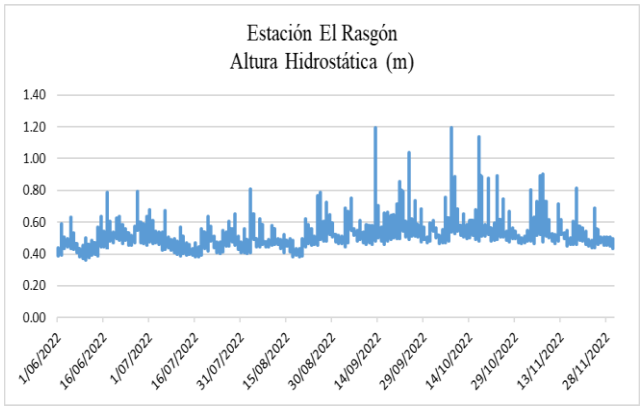
Estación Hidroclimatológica de niveles El Rasgón, se encuentra ubicada en el municipio de Piedecuesta. Hace parte de la Red Hidroclimatológica de la CDMB, desde el año 2019. Captura información de la parte alta del Río de Oro. Permite el registro de las variaciones en los niveles de columna de agua para esta sección del río.

La Estación El Rasgón reportó información el año 2022,a continuación, se evidencia el comportamiento de la carga hidrostática

En el mes de abril se evidencia notablemente que el nivel de agua aumenta significativamente en relación con los demás meses. El nivel de la columna de agua mínimo reportado fue en el día 11 de febrero con un reporte de nivel de 0,365 m de altura, el registro máximo reportado tuvo como ocurrencia el día 29 de abril año 2022, cuya medición fue de 1,254 m.

Gráfica 173. Niveles Estación El Rasgón





10.2 Subcuenca Río Lebrija

En la Subcuenca Río de Oro la CDMB posee una (1) estación de niveles que reporta la información de variables hidrológicas, las cuales son: Estación Bocas. A continuación, se presentan los siguientes resultados que corresponden al primer semestre del año 2022.

10.2.1 Estación Bocas

Estación Hidroclimatológica de niveles Bocas, se encuentra ubicada en el municipio de Girón. Hace parte de la Red Hidroclimatológica de la CDMB. 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 de manera completa para los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo de 2022. Por lo ello, se realizó el procesamiento de la información disponible durante el primer semestre del año 2022 para esta estación.

La carga hidrostática para el reporte disponible que corresponde al primer semestre del 2022, se evidencia notablemente que el nivel de agua aumenta significativamente en el mes de abril, en relación al reporte de los demás meses del semestre. El nivel de la columna de agua máximo reportado fue de 3,88 m de altura, reportado en los días 22 de abril del año en curso, el nivel de la lámina de agua

mínimo reportado tuvo como ocurrencia el día 27 de enero con una medición de 1,84 m.

Para la variable de volumen de agua reportada para el primer semestre del año 2022 por la estación, se realizó análisis de caudales de agua mínimos diarios reportados (m3/s). Se evidencia que el caudal mínimo de agua reportado fue 11,821 m3/s y tuvo como ocurrencia el día 22 de febrero de 2022, correspondiendo al nivel de la lámina de agua de 1,84 m. Así mismo, el caudal de agua máximo reportado por la estación para el primer semestre fue de 367,303 m3/s con fecha de ocurrencia el día 14 de marzo del 2022, correspondiendo a un nivel de la lámina de agua de 3,46 m.

Adicionalmente, se presenta la curva de gasto para los reportados en el primer semestre del año 2022 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).

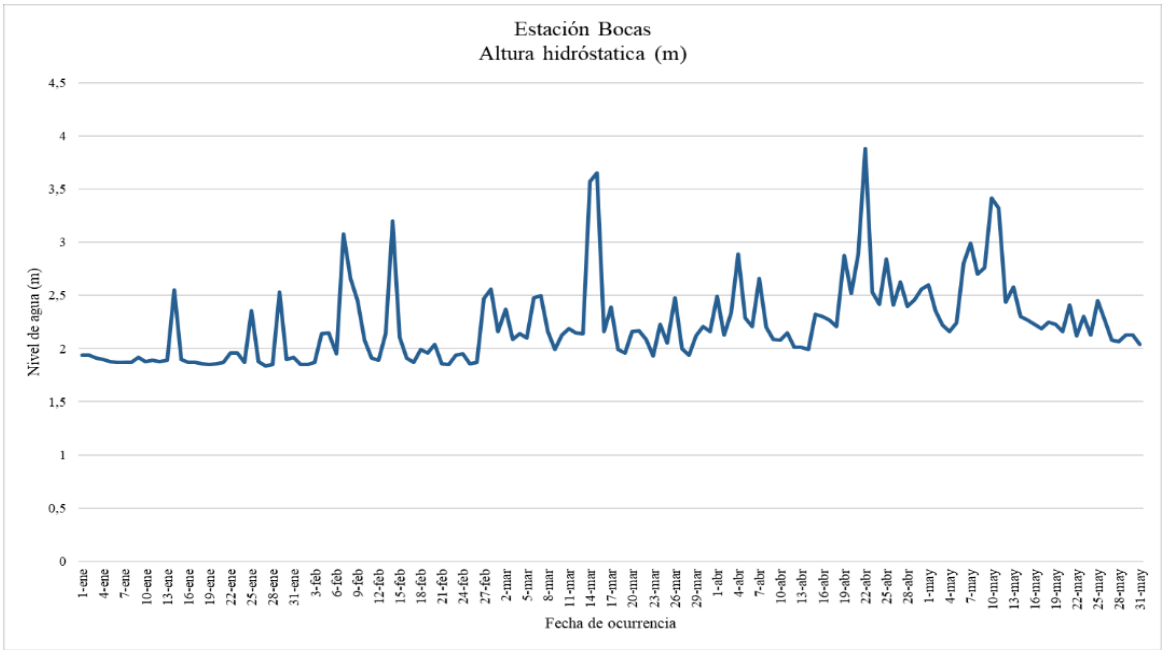
La Estación Bocas reportó información durante el 01 de junio al 30 de junio y del 26 de julio de 2022 a 30 de noviembre del 2022, que corresponden al segundo semestre del año 2022. Por lo tanto, se realizó el procesamiento de la información de esta estación. A continuación, se evidencia el comportamiento de la carga hidrostática para el segundo semestre del 2022.

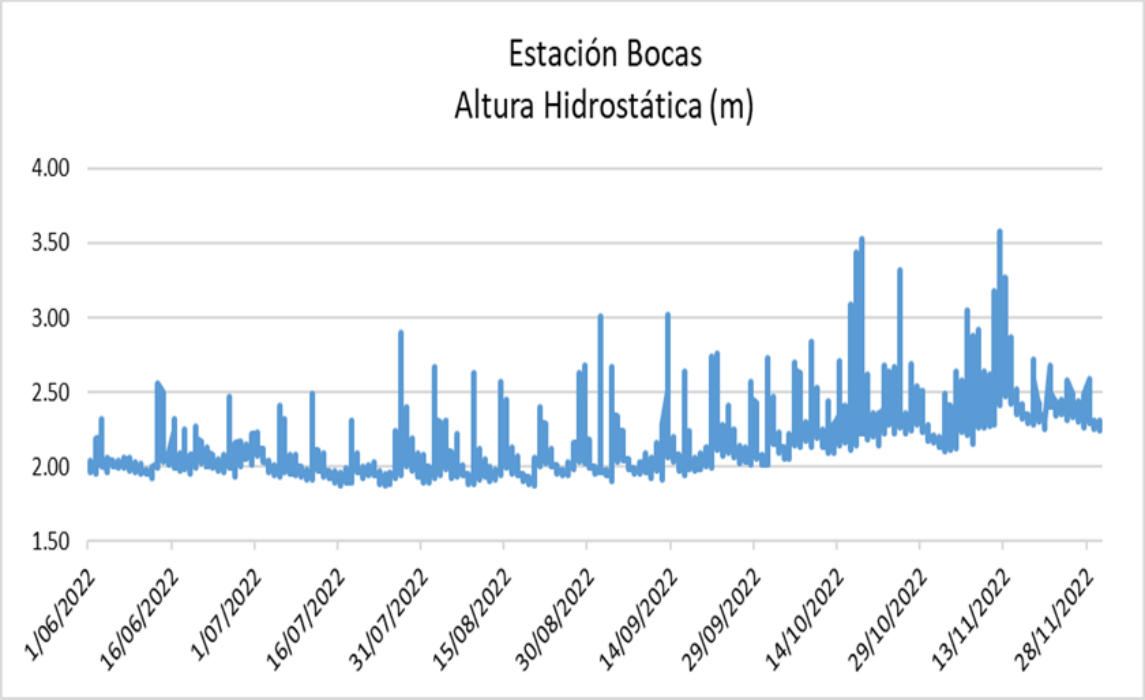
La carga hidrostática para el reporte disponible que corresponde al segundo semestre del 2022, se evidencia notablemente que el nivel de agua aumenta significativamente en el mes de junio, en relación al reporte de los demás meses del semestre. El nivel de la columna de agua máximo reportado fue de 13,98 m de

altura, reportado en el día 13 de junio del 2.022, el nivel de la lámina de agua mínimo reportado tuvo como ocurrencia el día 20 de agosto con una medición de 1,88 m.

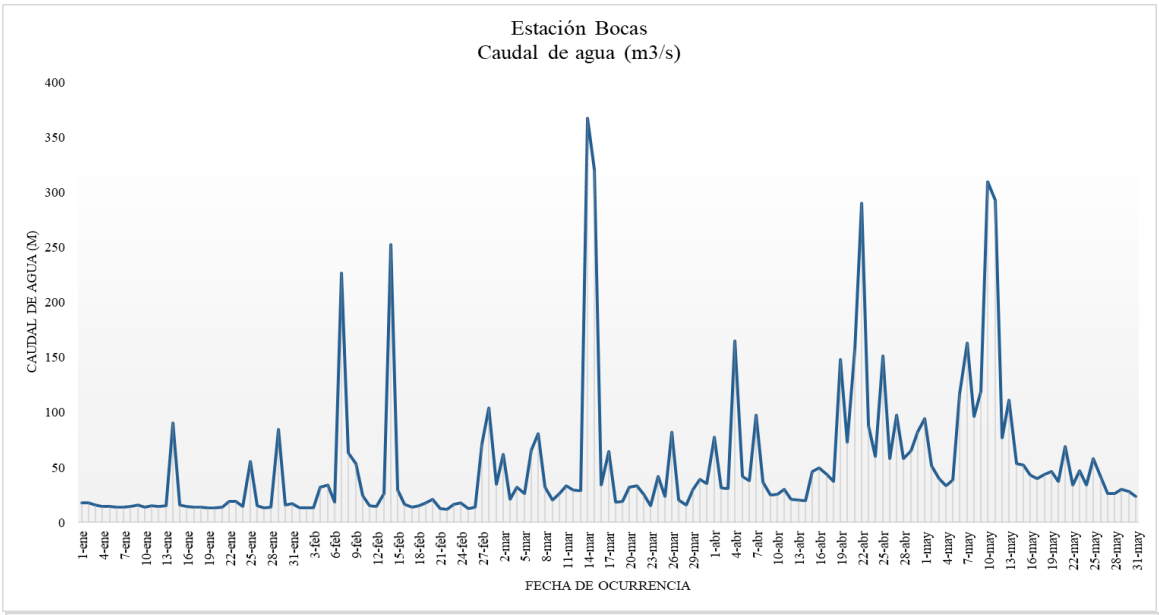
Para la variable de volumen de agua reportada para el segundo semestre del año 2022 por la estación, se realizó análisis de caudales de agua mínimos horarios reportados (m3/s). Se evidencia que el caudal mínimo de agua reportado fue 7,915 m3/s y tuvo como ocurrencia el día 19 de agosto de 2022, de igual forma, el nivel de la lámina reportado en la fecha de ocurrencia del caudal mínimo de agua fue de 1,9 m. Así mismo, el caudal de agua máximo reportado por la estación para el segundo semestre fue de 553,95 m3/s con fecha de ocurrencia el día 13 de junio del 2022, así mismo, el nivel de la lámina reportado en la fecha de ocurrencia del caudal máximo de agua fue de 3,95 m.

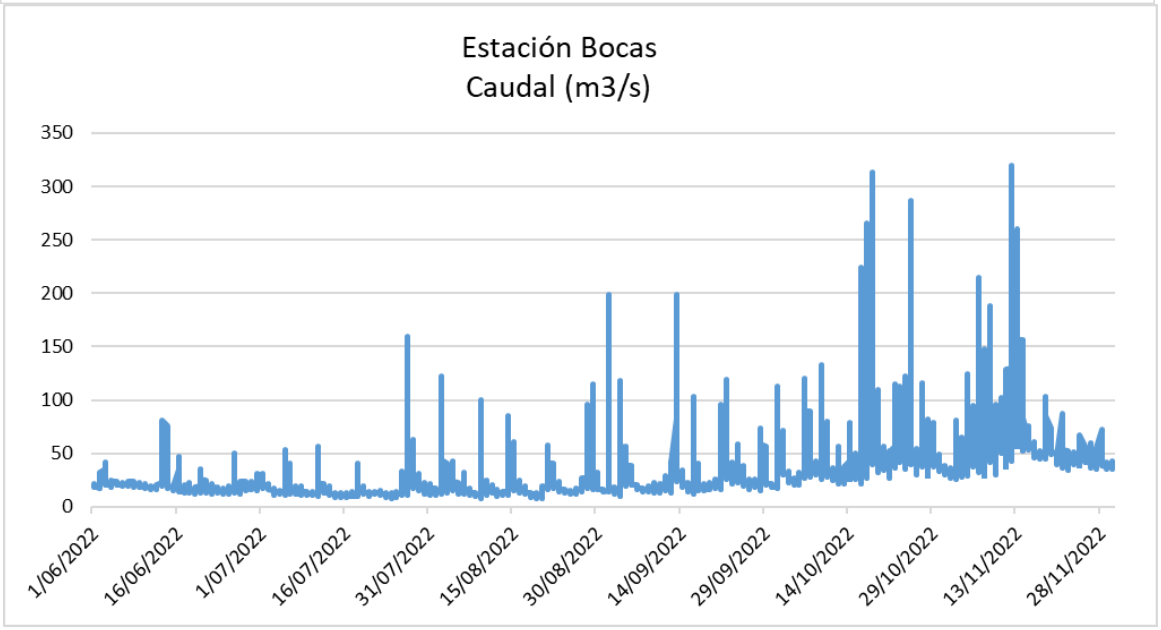
Gráfica 174. Niveles Estación Bocas



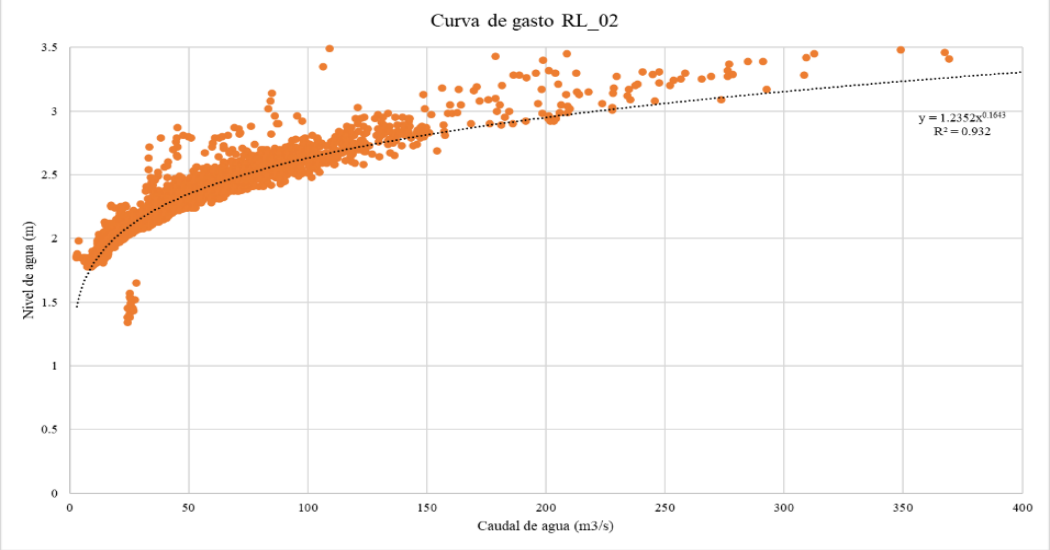


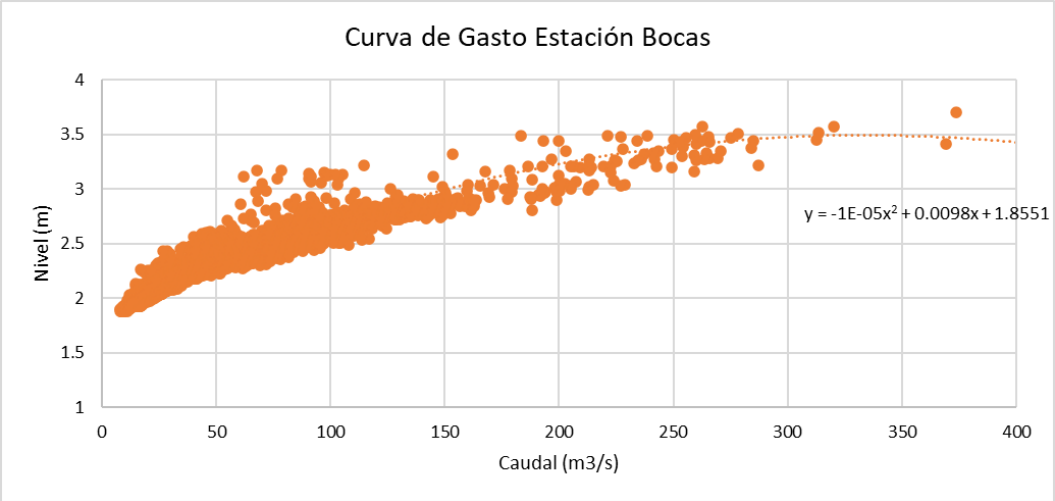
Gráfica 175. Análisis de Caudal Estación Bocas.





Gráfica 176. Curva de Gasto Estación Bocas.



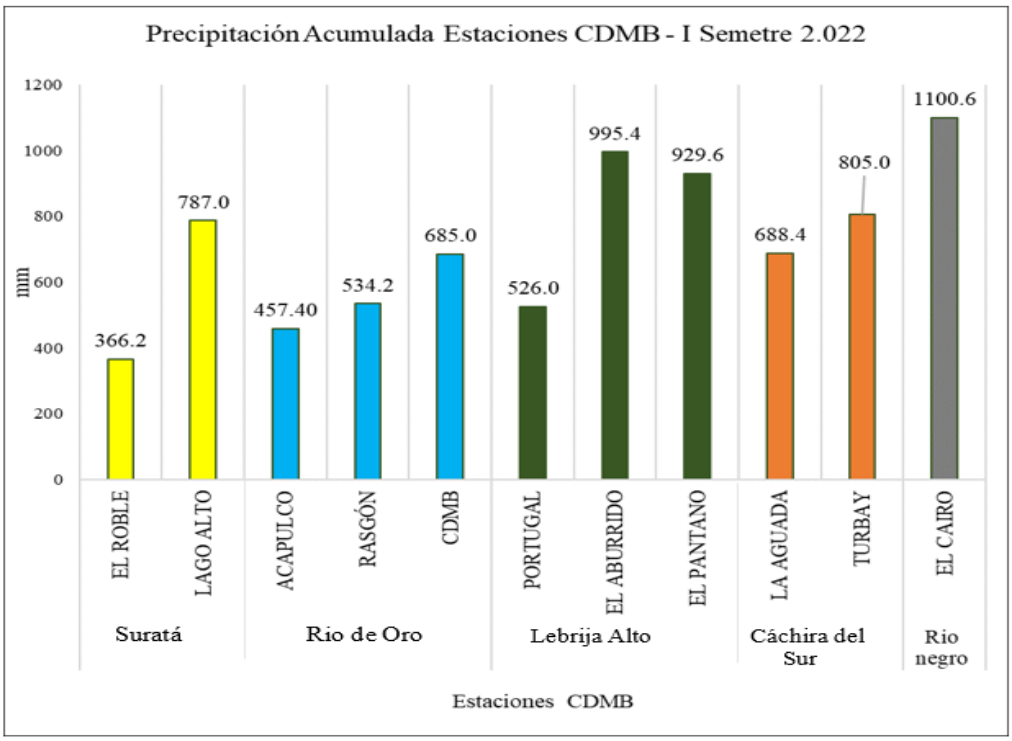


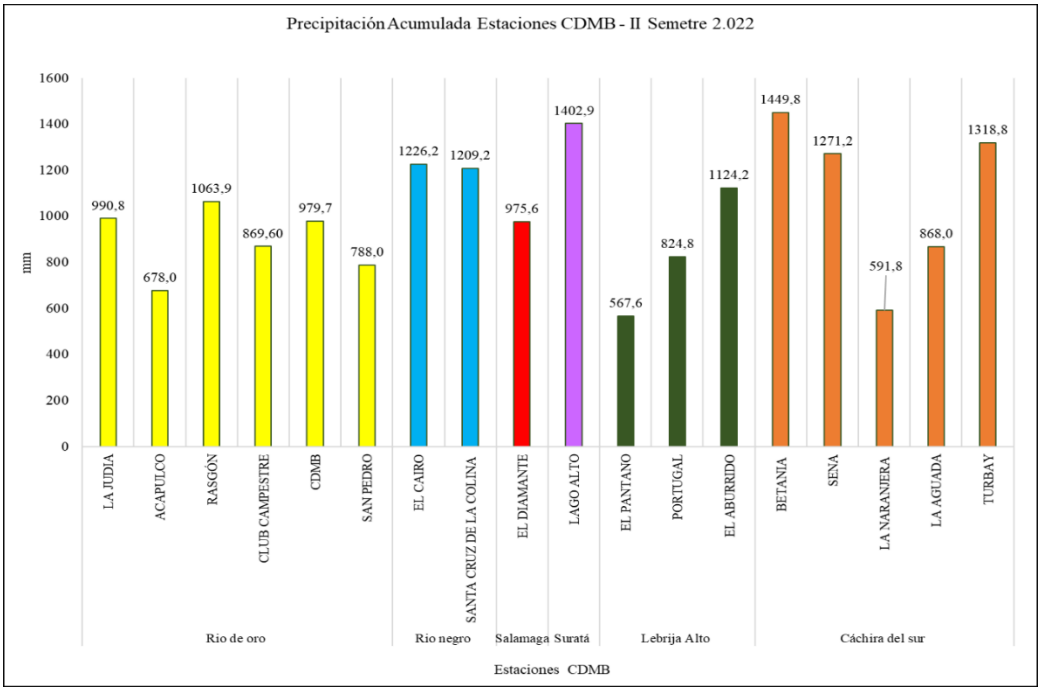
11. Consolidación

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 2022.

Variable precipitación

Gráfica 177. Red Hidroclimatológica I Semestre, Variable Precipitación.





En concordancia con lo anterior, según los registros de precipitación acumulada semestral, se evidencia un gran aporte de agua por precipitación a las cuencas Río negro y Lebrija Alto, dado que las estaciones El Cairo, Aburrido y Pantano cuentan con registro superior a los 990 mm.

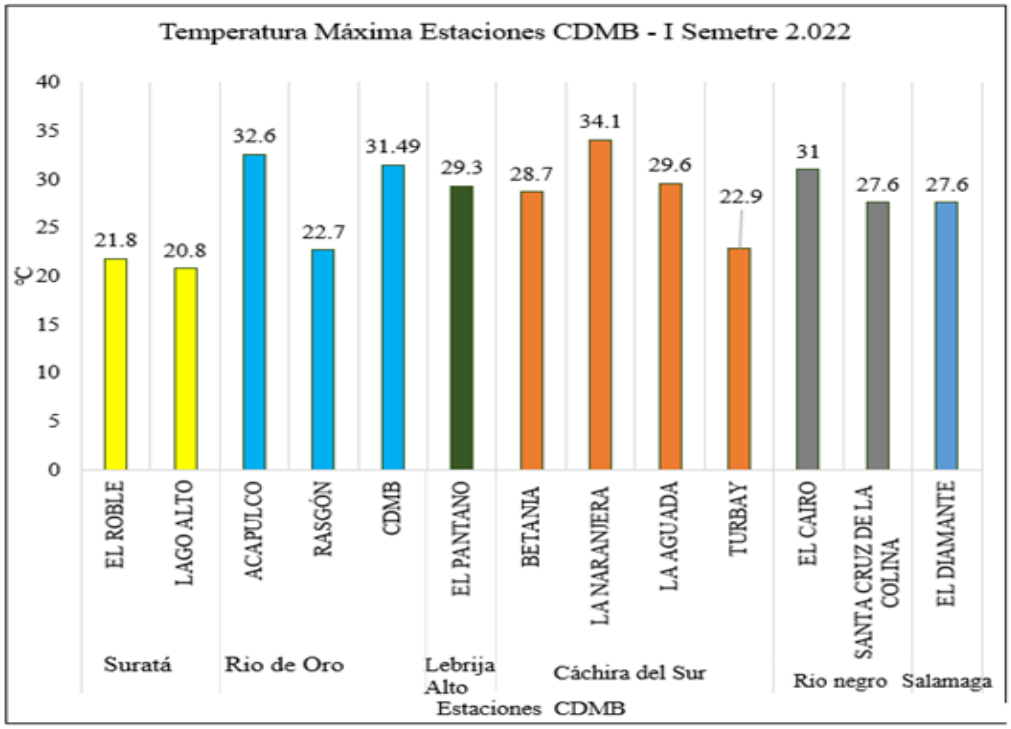
Para el reporte del comportamiento de la variable precipitación acumulada para el segundo semestre del año 2.022, es importante aclarar que en el reporte individual se incluye la estación El Roble, la cual reporta información para los meses julio, agosto y septiembre de 2.022, sin embargo, para efectos de reporte semestral no se incluye, dado que no cumple con el 75% de representatividad de los datos reportados para el semestre.

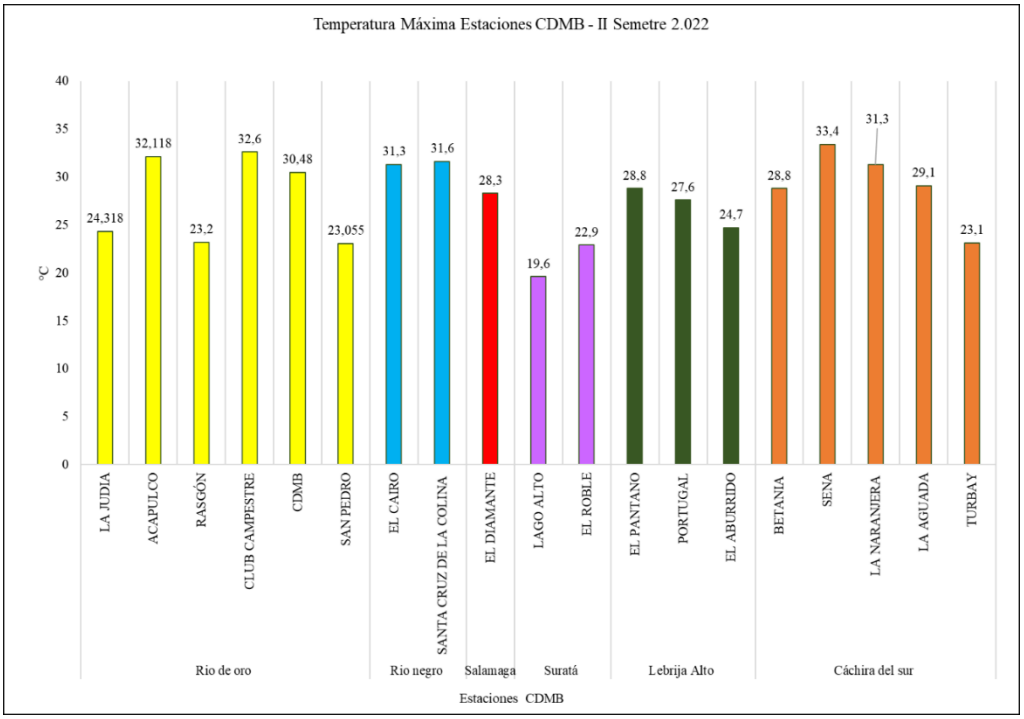
En concordancia con lo anterior, según los registros de precipitación acumulada semestral, se evidencia un gran aporte de agua por precipitación a las cuencas Cáchira del sur y Río negro, dado que las Betania y Lago Alto cuentan con registro

superior a los 1.400 mm.

Variable Temperatura máxima ambiente

Gráfica 178. Red Hidroclimatológica I Semestre, Variable Temperatura máxima ambiente.

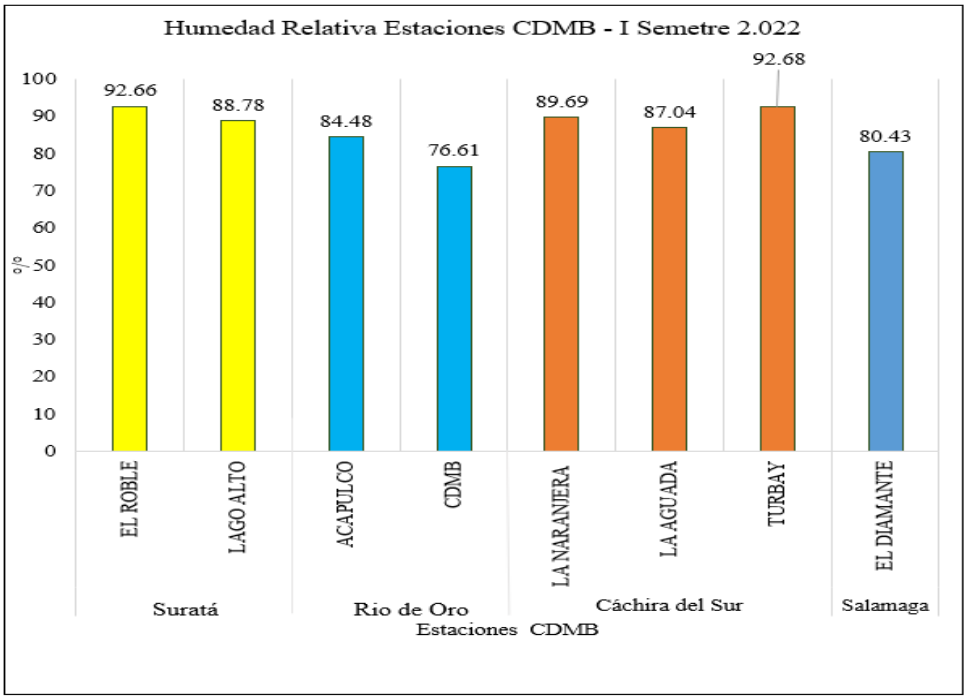


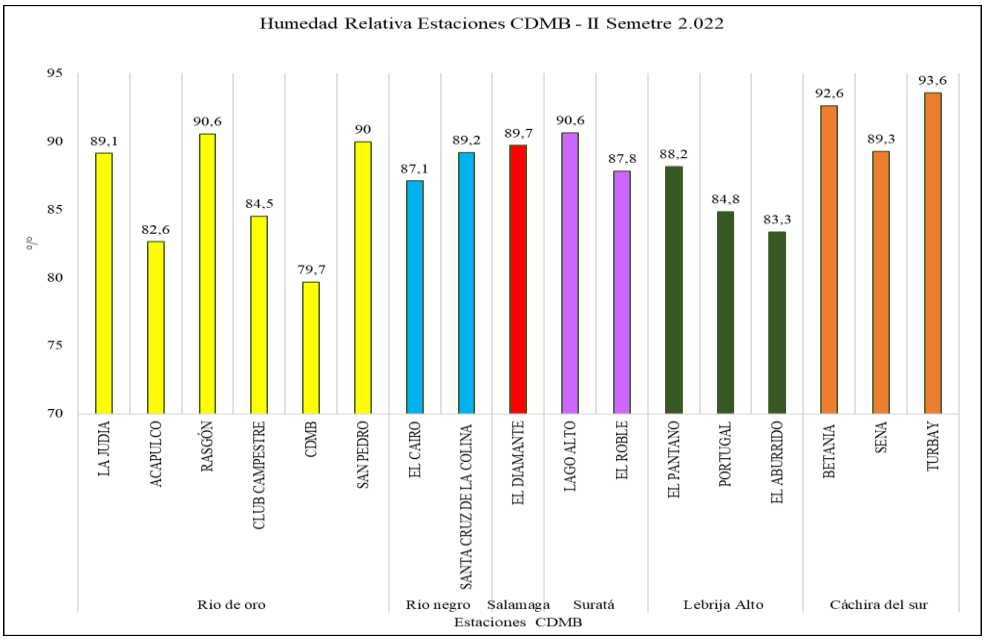


- Se evidencia que la Estación La Naranjera presentó el mayor registro de temperatura máxima ambiente registrada en el I Semestre de 2022 (34,1 °C), seguida por la estación Acapulco (32,6°C), CDMB (31,49°C), por tanto, la cuenca con el registro de temperatura máxima ambiente más alto corresponde Cáchira del sur y Rio de Oro.
- Se evidencia que la Estación SENA presentó el mayor registro de temperatura máxima ambiente registrada en el Segundo Semestre de 2022 (33,4 °C), seguida por la estación Club Campestre (32,6°C), por tanto, la cuenca con el registro de temperatura máxima ambiente más alto corresponde Cáchira del sur y Lebrija Alto.

Variable Humedad Relativa

Gráfica 179. Red Hidroclimatológica I Semestre, Variable Humedad relativa.

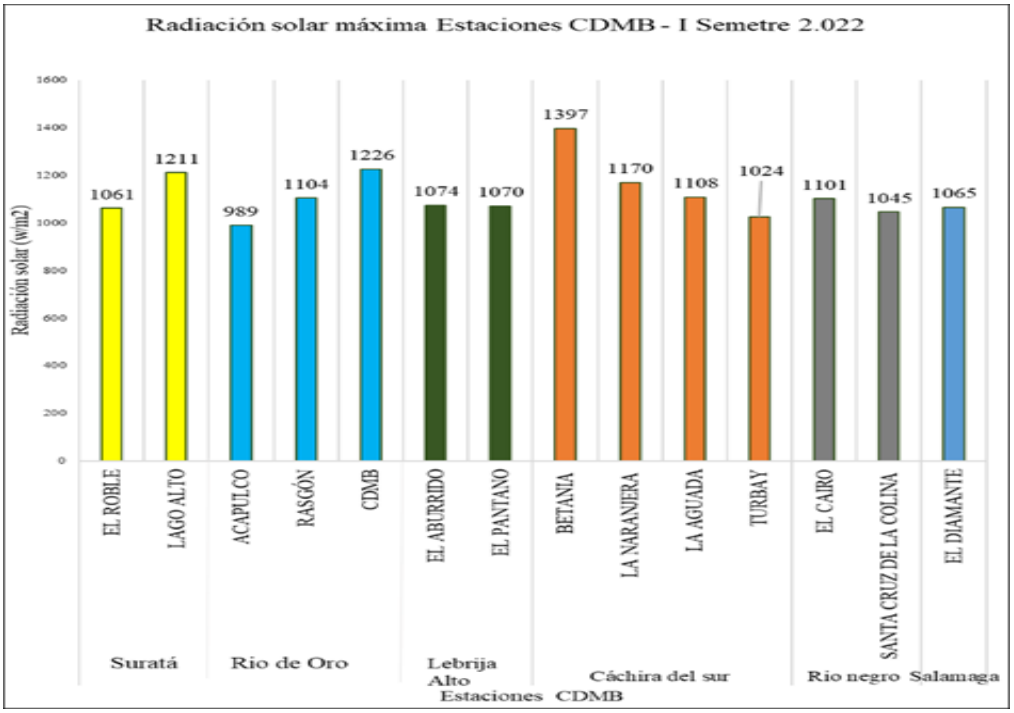


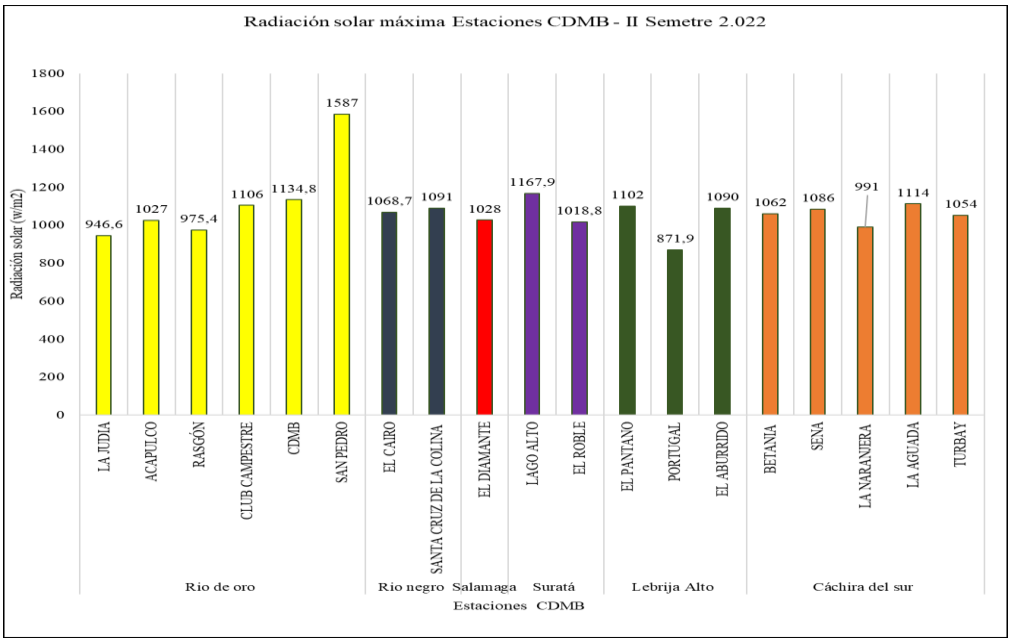


- Se evidencia que la Estación Turbay presentó el valor máximo promedio de la variable humedad relativa con registro de 92,68%, según las estaciones que reportaron ésta variable para el I Semestre de 2022, seguido por la estación El Roble (92,66 %) y La Naranjera (89,69%), según los datos registrados por las estaciones.
- Se evidencia que la Estación Turbay presentó el valor máximo promedio mensual de la variable humedad relativa con registro de 93,6%, según las estaciones que reportaron ésta variable para el segundo Semestre de 2022, seguido por la estación Betania (92,6 %). La estación La Naranjera y Aguada no contó con reporte de esta variable para el segundo semestre del año 2.022.

Variable Radiación solar

Gráfica 180. Red Hidroclimatológica I Semestre, Variable Radiación solar.

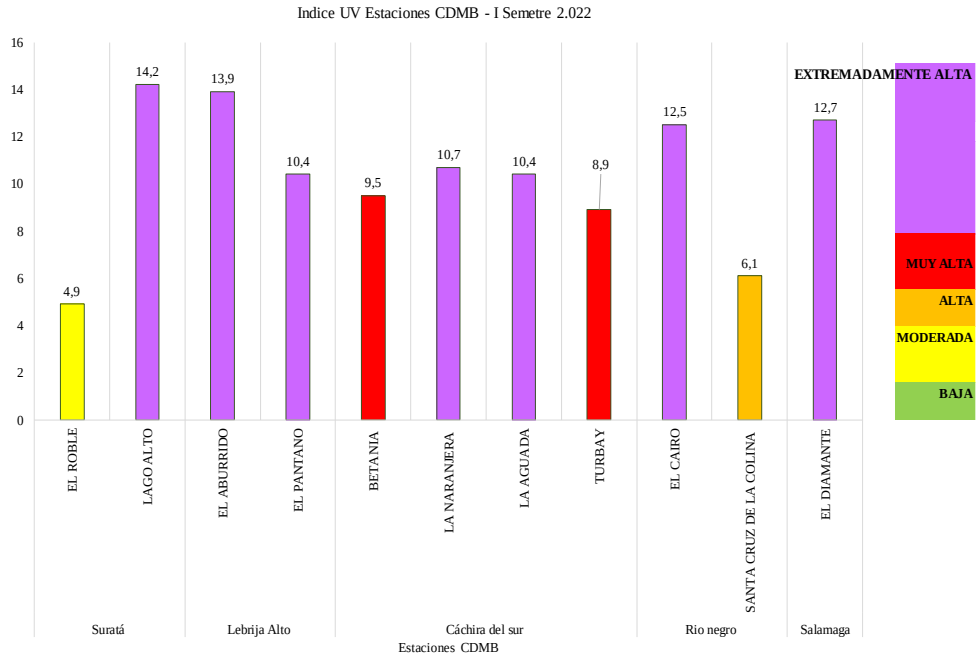


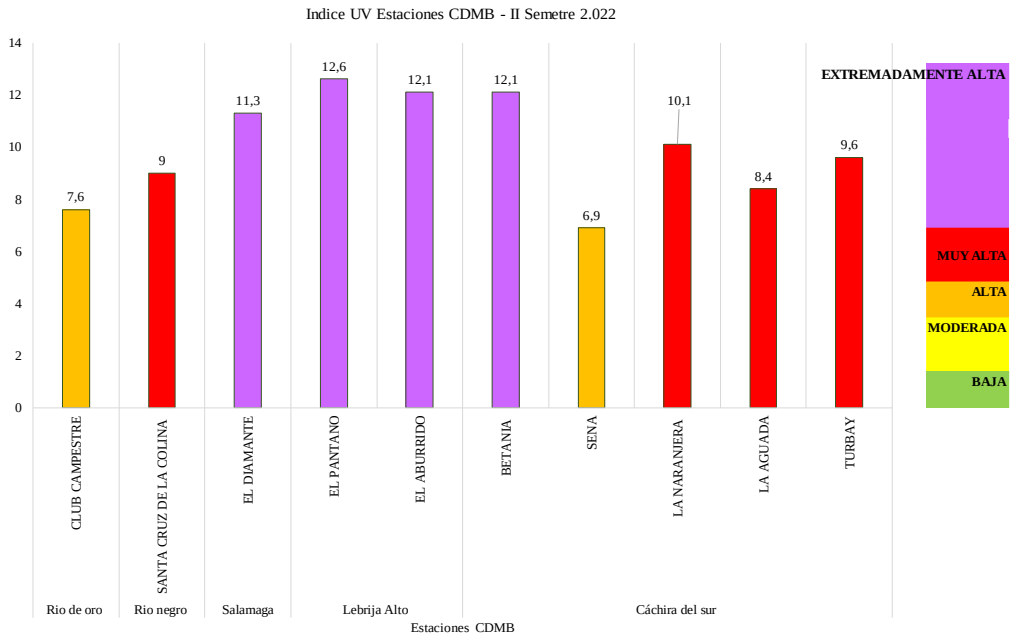


- La estación Betania reportó el registro de radiación solar máxima para el primer semestre del año 2022, según los datos registrados por cada estación, reportó una medición de 1.397 w/m2.
- La estación San Pedro reportó el registro de radiación solar máxima para el segundo semestre del año 2022, según los datos registrados por cada estación, reportó una medición de 1.587 w/m2.

Variable Índice UV

Gráfica 181. Red Hidroclimatológica I Semestre, Variable Índice UV.



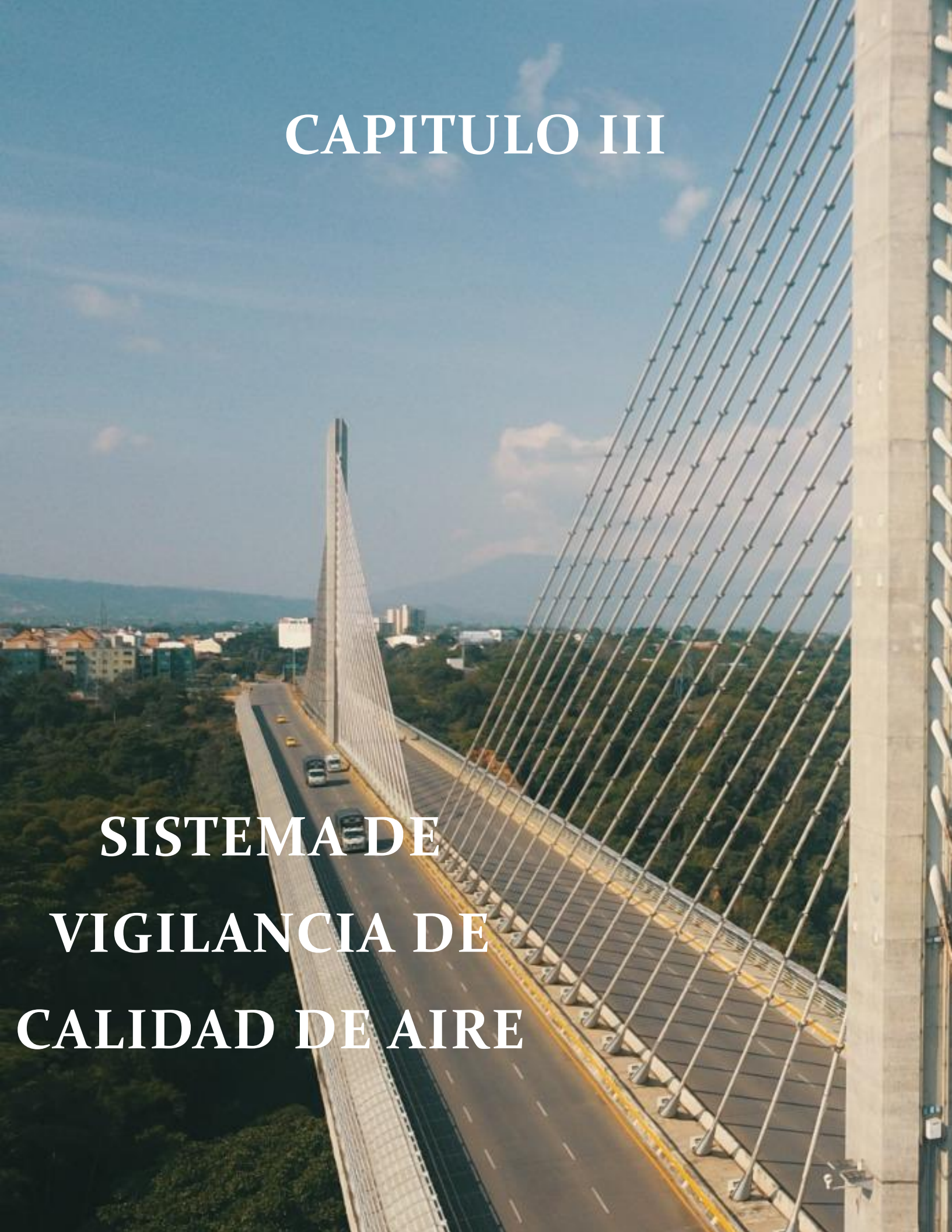


- La estación Lago Alto reportó el registro de Índice UV solar máximo para el primer semestre del año 2022, según los datos registrados por cada estación, reportó medición de 14,2, el balance general del primer semestre para la variable índice UV, nos da como resultado que el tipo de riesgo corresponde 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

- La estación El pantano reportó el registro de Índice UV solar máximo para el segundo semestre del año 2022, según los datos registrados por cada estación, reportó medición de 12,6, 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.

CAPITULO III

SISTEMA DE VIGILANCIA DE CALIDAD DE AIRE



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 2023.

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.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

- Realizar la comparación del valor de la concentración en microgramos por metro cúbico ($\mu g/m^3$) 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 ($\mu g/m^3$) del contaminante criterio $PM_{2.5}$ 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 (µg/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 (µg/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 (µg/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 (µg/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 ($\mu g/m^3$) 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}, $PM_{2.5}$, 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.

12. GENERALIDADES

12.1 Parámetros monitoreados de calidad del aire y sus efectos para la salud humana

12.1.1 Material Particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$)

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:

- **PM_{10}**: 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.

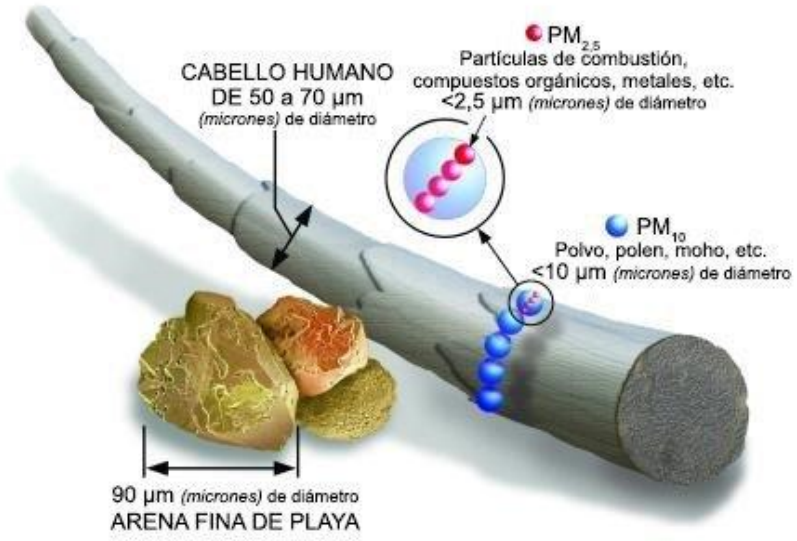


Imagen 23. Comparación del tamaño de las partículas de PM.

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.

12.1.2 Dióxido de Azufre (SO_2)

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.

12.1.3 Dióxido de Nitrógeno (NO_2)

El dióxido de nitrógeno NO_2 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 NO_2 junto al NO-óxido nitroso- son conocidos como NOx 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 atmosfera, se oxida y se convierte en NO_2. 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 NO_2 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 NO_2 puede contribuir al desarrollo de bronquitis aguda o crónica.
- **La exposición a niveles bajos de NO_2 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

12.1.4 Ozono Troposférico (O_3)

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 NOx.

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 NOx y los COV, generando un problema de contaminación atmosférica. Los NOx actúan como catalizadores y forman ozono a partir de los COV, por lo que el O_3 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.

12.1.5 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.

12.2 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 57, los cuales son base para evaluar e identificar el comportamiento de los contaminantes monitoreados.

Tabla 57. Niveles Máximos Permisible de Contaminantes Criterio en el aire

Contaminante	Nivel Máximo Permisible [µg/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

12.2.1 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 58.

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 58. Descripción del ICA, sus efectos y Puntos de Corte

Color	Categoría	Valor ICA	PM 10 $\mu g/m^3$ 24 horas	PM2.5 $\mu g/m^3$ 24 horas	CO $\mu g/m^3$ 8 horas	SO_2 $\mu g/m^3$ 1 hora	NO_2 $\mu g/m^3$ 1 hora	O_3 $\mu g/m^3$ 8 horas	O_3 $\mu g/m^3$ 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 prestablecidos para cada uno de los contaminantes, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$ICA_p = \frac{I_{Alto} - I_{Bajo}}{PC_{Alto} - PC_{Bajo}} \; x \left(C_p - PC_{Bajo}\right) + \; I_{Bajo}$$

Ecuación 1 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}

12.3 Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire:

12.3.1 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 rio Lebrija, del rio Sogamoso y en menor proporción a la cuenca del rio Chicamocha. La zona urbana de los municipios pertenece a la subcuenca del Rio 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)

12.3.2 Ubicación geográfica de estaciones y entorno

Tabla 59. Ubicación geográfica Estación Club Unión.

ESTACIÓN	DIRECCIÓN	COORDENADAS			ENTORNO
		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 60. Ubicación geográfica Estación Colegio Gaitán

ESTACIÓN	DIRECCIÓN	COORDENADAS			ENTORNO
		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 61. Ubicación geográfica Estación Centro Cultural Daniel Mantilla Piedecuesta

ESTACIÓN	DIRECCIÓN	COORDENADAS			ENTORNO
		Latitud	Longitud	Altitud	
Centro Cultural Daniel Mantilla Orbegozo- Piedecuesta / CCDMO - Piedecuesta	Centro Cultural Daniel Mantilla Orbegozo – Carrera 8 No. 10 – 65 Barrio Centro.	06°59’6” N	73°02’56” W	1004 m.	Casco urbano antiguo del municipio, con gran flujo vehicular, vía no principal, uso del suelo mixto entre residencial, institucional y de servicios.

Tabla 62. Ubicación geográfica Estación Hospital Local del Norte

ESTACIÓN	DIRECCIÓN	COORDENADAS			ENTORNO
		Latitud	Longitud	Altitud	
Hospital Local del Norte	Cl. 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.

12.3.3 Tecnologías de monitoreo y métodos analíticos utilizados

Material Particulado PM_{10} 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 PM_{10} que deben controlarse. Al mismo tiempo se calculan y registran los valores PM_1, PM_4, 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 24. Analizador de partículas Fidas 200

Dióxido de Nitrógeno NO_2

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.

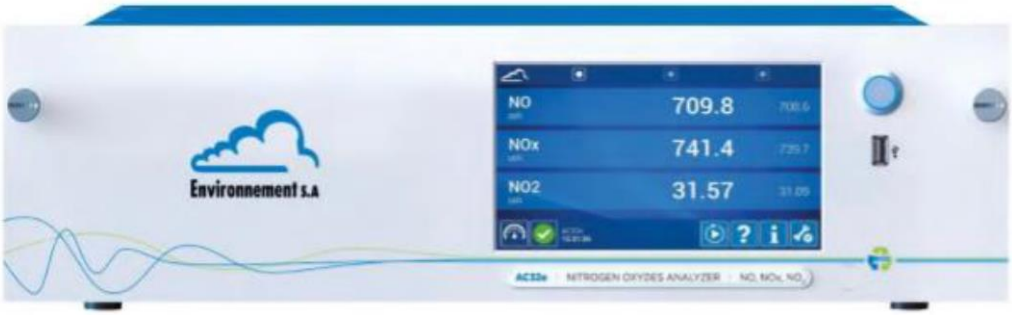


Imagen 25. Analizador de Dióxido de Nitrógeno Envea AC32e

Dióxido de Azufre SO_2

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 26. 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 27. Analizador de Monóxido de Carbono Envea CO12e

Ozono Troposférico O_3

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 28. 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 SO2. La muestra vuelve al AF22E donde se analiza el SO2 resultante de la conversión de TRS.

Imagen 29. Módulo convertidor de TRS CTRS S2-E

Resumen de tecnologías de monitoreo y métodos analíticos utilizados

Tabla 63. 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 (PM10; PM2.5): 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 (PM10; PM2.5): 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

ESTACIÓN	CONTAMINANTE CRITERIO	PRINCIPIO DE OPERACIÓN	REGIMEN DE OPERACIÓN	METODO
				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

12.3.4 Resumen ficha técnica de las estaciones

Estación Hospital Local del Norte

	CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA- CDMB.		
	ELABORO:	REVISO:	APROBO:
	Gestion del Conocimiento Ambiental	Delegado Dirección SIGC	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		MUNICIPIO:	BUCARAMANGA
COORDENADAS:	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, CERCANO AL POLIDEPORTIVO RECREAR DEL NORTE			

TIPO DE ESTACION:

Nivel I: Area		**Nivel II:** Tiempo		**Nivel III:** Emisiones Dominantes	
Urbana:	X	Fija:	X	Tráfico:	X
Suburbana:		Indicativa:		Punto Critico:	
Rural:				Industrial:	X
				De Fondo:	X

Nivel IV: Información Adicional

TRAFICO:		*INDUSTRIAL:*	
Distancia al borde (m):	40	Tipo de Industria:	Parque Industrial II, Bavaria
Ancho de la Vía:	6	Distancia Fuentes (Km):	2.30, 1.56
Trafico Diario Sentido 1:	BAJO	Dirección (Grados):	247.33, 348.04
Trafico Diario Sentido 2:	BAJO		
Velocidad Promedio:	30 Km/h	*PUNTO CRITICO:*	
% Vehiculos Pesados:	10	Fuente Evaluada:	
Estado de la Vía:	PAVIMENTADA	Calle Encajonada:	
		Calle Libre:	X
INDICATIVAS:		*RURALES DE FONDO:*	
Tiempo de Muestreo:	PERMANENTE	Cercana Ciudades	X
Seco/Humedo:		Regionales	
Fecha Inicio:	05-11-2021		

OBJETIVOS REPRESENTATIVIDAD DE LA ESTACION:

REPRESENTATIVIDAD:

FUENTES DE EMISION:

Principal Fuente:	TRAFICO VEHICULAR
Segunda Fuente:	INDUSTRIAS
Tercera Fuente:	

CONFIGURACION DE LAESTACION:

PARAMETRO		**TECNOLOGIA**	**METODO REFERENCIA**
PM10	X	ESPECTOMETRIA	UNE-EN 16450
PM2.5	X	ESPECTOMETRIA	UNE-EN 16450
PST			
CO			
SO2			
NOx			
O3	X	FOTOMETRIA UV	EPA TITULO 40 PARTE 50
Otro:	X		

ESTACIÓN METEREOLOGICA	
Serial:	20100319
DV	X
VV	X
PRESION	X
TEMP.	X
HR	X
PRECIP.	X
RAD. SOLAR	X
OTROS	

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:**	K2INGENIERIA	**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 30. Ficha técnica Estación Hospital Local del Norte

Estación Colegio Gaitán

CDMB	CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA- CDMB.		
	ELABORO:	REVISO:	APROBO:
	Gestion del Conocimiento Ambiental	Delegado Dirección SIGC	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:	COLEGIO GAITAN		MUNICIPIO:	BUCARAMANGA
COORDENADAS:	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:	X	Fija:	X	Tráfico:	X
Suburbana:		Indicativa:		Punto Critico:	
Rural:				Industrial:	X
				De Fondo:	X

Nivel IV: Información Adicional

TRAFICO:		*INDUSTRIAL:*	
Distancia al borde (m):	20	Tipo de Industria:	Sector Harinagro),Alimentos (Secto
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:	
Estado de la Vía:	PAVIMENTADA	Calle Encajonada:	
		Calle Libre:	X
INDICATIVAS:		*RURALES DE FONDO:*	
Tiempo de Muestreo:	PERMANENTE	Cercana Ciudades	X
Seco/Humedo:		Regionales	
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 LAESTACION:

PARAMETRO		**TECNOLOGIA**	**METODO REFERENCIA**
PM10	X	ESPECTOMETRIA	UNE-EN 16450
PM2.5	X	ESPECTOMETRIA	
PST			
CO			
SO2			
NOx			
O3	X	FOTOMETRIA UV	EPA TITULO 40 PARTE 50
Otro:	X		

ESTACIÓN METEREOLOGICA	
Serial:	21010131
DV	X
VV	X
PRESION	X
TEMP.	X
HR	X
PRECIP.	X
RAD. SOLAR	X
OTROS	

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 31. Ficha técnica Estación Colegio Gaitán

Estación Club Unión

CDMB	CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA- CDMB.		
	ELABORO:	REVISO:	APROBO:
	Gestion del Conocimiento Ambiental	Delegado Dirección SIGC	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:	CLUB UNIÓN		MUNICIPIO:	BUCARAMANGA
COORDENADAS:	LATITUD:	7°06'51.6"N	ALTITUD:	977
	LONGITUD:	73°06'39.5"W	ALT. DEL SUELO:	12
Descripción de la ubicación:	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		**Nivel II:** Tiempo		**Nivel III:** Emisiones Dominantes	
Urbana:	X	Fija:	X	Tráfico:	X
Suburbana:		Indicativa:		Punto Critico:	
Rural:				Industrial:	
				De Fondo:	X

Nivel IV: Información Adicional

TRAFICO:		*INDUSTRIAL:*	
Distancia al borde (m):	7 Y 24	Tipo de Industria:	Parque industrial
Ancho de la Vía:	6 Y 12	Distancia Fuentes (Km):	5.71
Trafico Diario Sentido 1:	ALTO	Dirección (Grados):	265.91
Trafico Diario Sentido 2:	ALTO		
Velocidad Promedio:	30 km/h	*PUNTO CRITICO:*	
% Vehiculos Pesados:	20	Fuente Evaluada:	
Estado de la Vía:	PAVIMENTADO	Calle Encajonada:	
		Calle Libre:	X
INDICATIVAS:		*RURALES DE FONDO:*	
Tiempo de Muestreo:	PERMANENTE	Cercana Ciudades	X
Seco/Humedo:		Regionales	
Fecha Inicio:	15-10-21		

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 LAESTACION:

PARAMETRO		**TECNOLOGIA**	**METODO REFERENCIA**
PM10	X	ESPECTOMETRIA	UNE-EN 16450
PM2.5	X	ESPECTOMETRIA	UNE-EN 16450
PST			
CO	X	INFRAROJO	EPA TITULO 40 PARTE 50
SO2	X	FLUORESCENCIA UV	EPA TITULO 40 PARTE 50
NOx	X	QUIMIOLUMINISCENCIA	EPA TITULO 40 PARTE 50
O3	X	FOTOMETRIA UV	EPA TITULO 40 PARTE 50
Otro:			

ESTACIÓN METEREOLOGICA

Serial:	21010132
DV	X
VV	X
PRESION	X
TEMP.	X
HR	X
PRECIP.	X
RAD. SOLAR	X
OTROS	

OTROS CAL. AIRE	
OTROS MET.	

Resp. Diligenciamiento:	JERSON FABIAN GONZALEZ MEJIA	**Cargo:**	TECNICO DE CAMPO	**FECHA:**	15/10/2021
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 32. Ficha técnica Estación Club Unión

Estación Centro Cultural Daniel Mantilla Orbegozo Piedecuesta / CCDMO - Piedecuesta

	CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA- CDMB.		
	ELABORO:	REVISO:	APROBO:
	Gestion del Conocimiento Ambiental	Delegado Dirección SIGC	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:	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:	X	Fija:	X	Tráfico:	X
Suburbana:		Indicativa:		Punto Crítico:	
Rural:				Industrial:	
				De Fondo:	X

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:	
Estado de la Vía:	PAVIMENTADA	Calle Encajonada:	
		Calle Libre:	X
INDICATIVAS:			
Tiempo de Muestreo:	PERMANENTE	*RURALES DE FONDO:*	
Seco/Humedo:		Cercana Ciudades	X
Fecha Inicio:	23/09/2021	Regionales	

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 LAESTACION:

PARAMETRO		**TECNOLOGIA**	**METODO REFERENCIA**
PM10	X	ESPECTOMETRIA	UNE-EN 16450
PM2.5	X	ESPECTOMETRIA	UNE-EN 16450
PST			
CO	X	INFRAROJO	EPA TITULO 40 PARTE 50
SO2	X	FLUORESCENCIA UV	EPA TITULO 40 PARTE 50
NOx	X	QUIMIOLUMINISCENCIA	EPA TITULO 40 PARTE 50
O3	X	FOTOMETRIA UV	EPA TITULO 40 PARTE 50
Otro:			

ESTACIÓN METEREOLOGICA	
Serial:	21010129
DV	X
VV	X
PRESION	X
TEMP.	X
HR	X
PRECIP.	X
RAD. SOLAR	X
OTROS	

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 33. Ficha técnica Estación CCDMO - Piedecuesta

12.4 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:

$$Promedio\ aritmetico = \frac{\sum_1^N xi}{N}$$

Ecuación 2 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 3 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 ($\mu g/m^3$).

$$\frac{\mu g}{m3} = \frac{(x * peso\ molucular\ contaminante)}{24.45}$$

Ecuación 4 Conversión de unidades

X= valor medido en el equipo ppb

24.45= Factor de conversión.

12.5 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.

12.6 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.

13. EVALUACIÓN DE LA CANTIDAD, CALIDAD, OPORTUNIDAD Y DISPONIBILIDAD DE LA INFORMACIÓN EN LA BASE DE DATOS

13.1 Declaración de resultados

Los resultados presentados en este informe únicamente hacen referencia a los contaminantes PM10, PM2.5, CO, SO_2, NO_2, O_3, TRS y para el periodo comprendido entre el primero (01) de enero y el treinta y uno (31) de diciembre del 2022. Teniendo en cuenta los lineamientos establecidos por la NORMA NTC ISO/IEC 17025; 2017

13.2 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 (2022) 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 64, no obstante se presenta el análisis de los datos obtenidos para que los diferentes actores conozcan el comportamiento temporal de los contaminantes medidos.

Tabla 64 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)	98%
	Dióxido de nitrógeno (NO_2)	52%
	Dióxido de azufre (SO_2)	76%
	Monóxido de carbono (CO)	65%
Club Unión	PM10	96%
	PM2.5	96%
	Ozono (O_3)	75%
	Dióxido de nitrógeno (NO_2)	59%
	Dióxido de azufre (SO_2)	98%
	Monóxido de carbono (CO)	63%
Colegio Gaitán	PM10	98%
	PM2.5	98%
	Ozono (O_3)	73%
Hospital Local del Norte	PM10	83%
	PM2.5	83%
	Ozono(O_3)	85%

13.3 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 65 se presentan las incertidumbres para cada uno de los contaminantes medidos:

Tabla 65 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	0.71	0.99	3.29	1.81	No Aplica
COLEGIO	1.33	1.09	No Aplica	No Aplica	3.06	No Aplica	1.86

GAITÁN							
HOSPITAL LOCAL DEL NORTE	1.46	1.06	No Aplica	No Aplica	2.91	No Aplica	1.95
CCDMO - PIEDECUESTA	1.32	1.07	0.70	5.85	2.32	5.32	No Aplica

14. CALIDAD DEL AIRE Y METEOROLOGÍA

14.1 Resultados de Calidad del Aire

14.1.1 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 2022 conto con 4 estaciones monitoreo automático de PM2.5, ubicadas en los 2 municipios del área metropolitana de Bucaramanga. La Imagen 34 presenta el mapa con la ubicación geográfica de las diferentes estaciones automáticas de PM2.5.

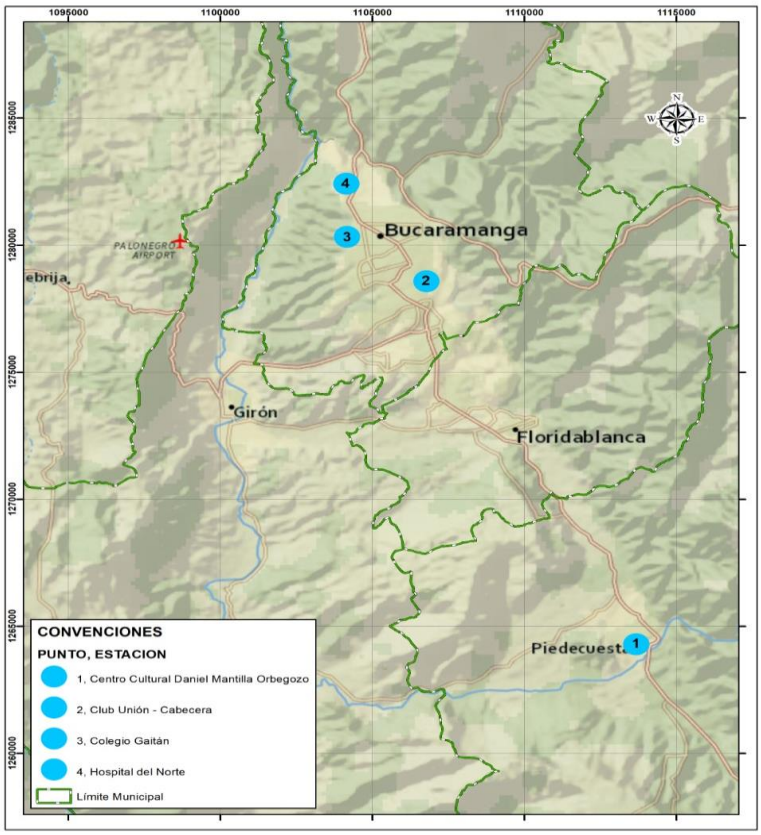


Imagen 34 Ubicación espacial de las estaciones del SVCA

Datos anual 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, 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 6666.

Tabla 66 Representatividad datos PM 2.5 Año 2022

Estación	Contaminante	% Representatividad datos	Concentración Promedio anual PM 2.5 ($\mu g/m^3$)
Hospital Norte	PM 2.5	83%	9.09
CCDMO - Piedecuesta	PM 2.5	99%	10.95
Club Unión	PM 2.5	96%	10.43
Colegio Gaitán	PM 2.5	98%	10.00

Comportamiento anual de PM2.5

La Figura 1 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 y en general para todas las estaciones se encuentra cercana a los 10 $\mu g/m^3$, la Resolución 2254 de 2017 también regula una concentración limite diaria para el año 2022 y en contaminante PM 2.5 este límite diario tampoco fue superado para el periodo reportado en este informe, aunque es posible de la Figura 2 a la Figura 5 observar el comportamiento temporal en el año 2022 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 le región y en general en todo el territorio factores que inciden en la calidad de aire local, finalizando el mes de agosto y a inicios del mes de septiembre se registra otro incremento en las concentraciones esto debido a incendios presentados en la región amazónica lo cual también se vio reflejado en varios sistemas de vigilancia de calidad de aire en el país.

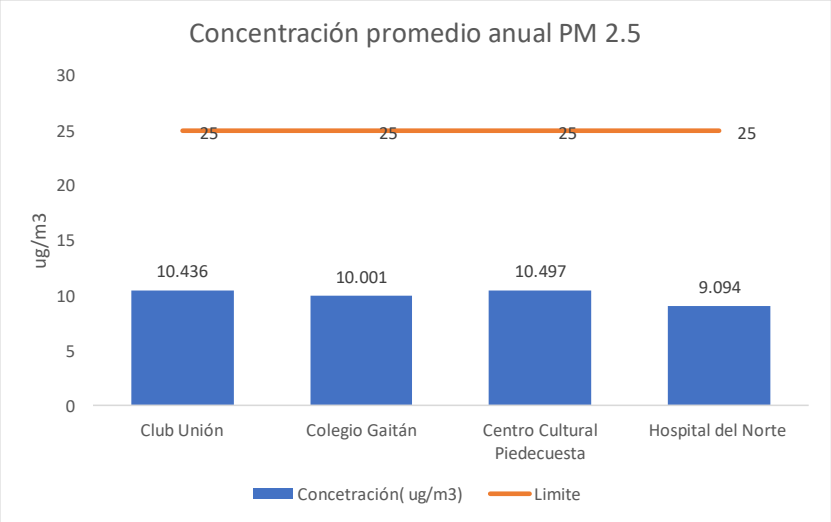


Figura 1 Concentración promedio anual pm 2.5

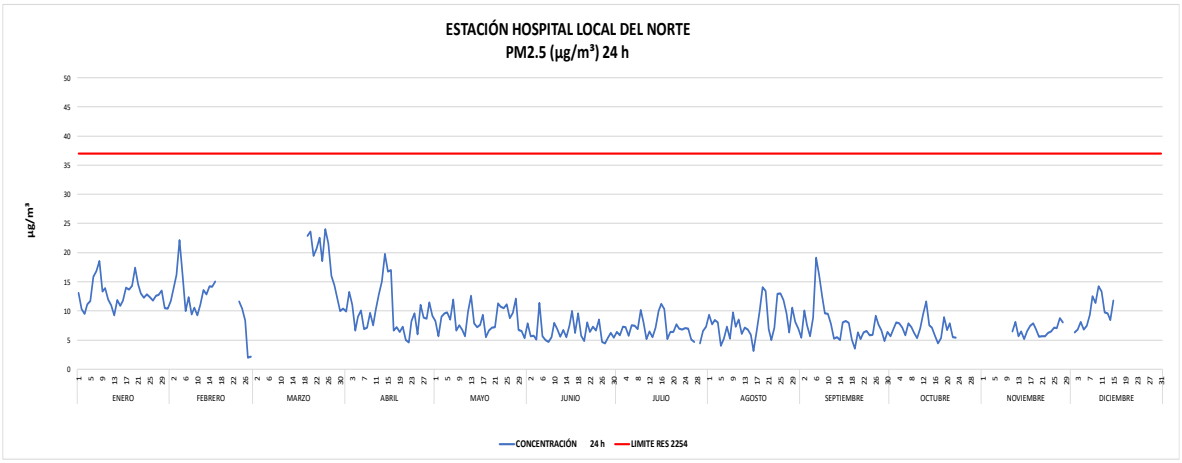


Figura 2 Concentración temporal Hospital Local Norte PM 2.5 año 2022

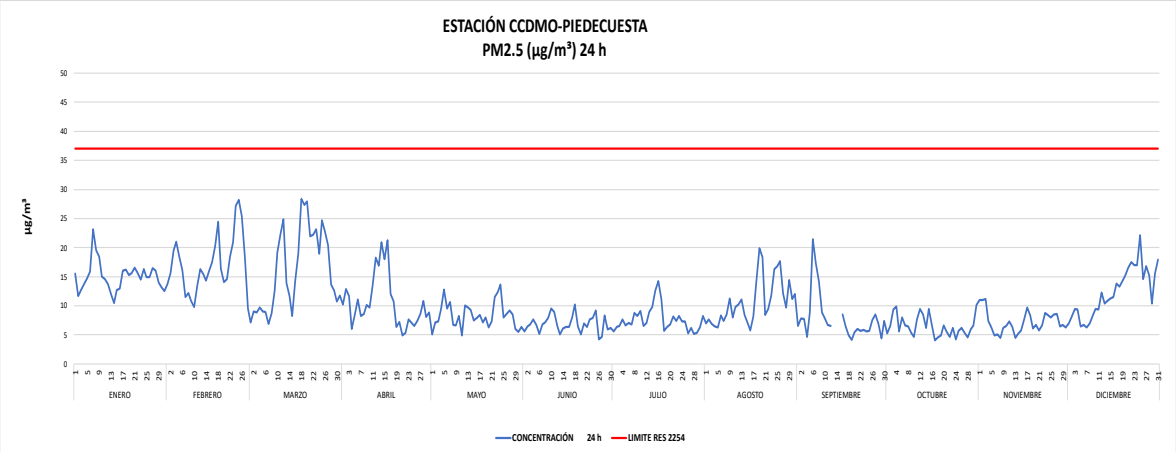


Figura 3 Concentración temporal Centro Cultural Piedecuesta PM 2.5 año 2022

Figura 4 Concentración temporal Club Unión PM 2.5 año 2022

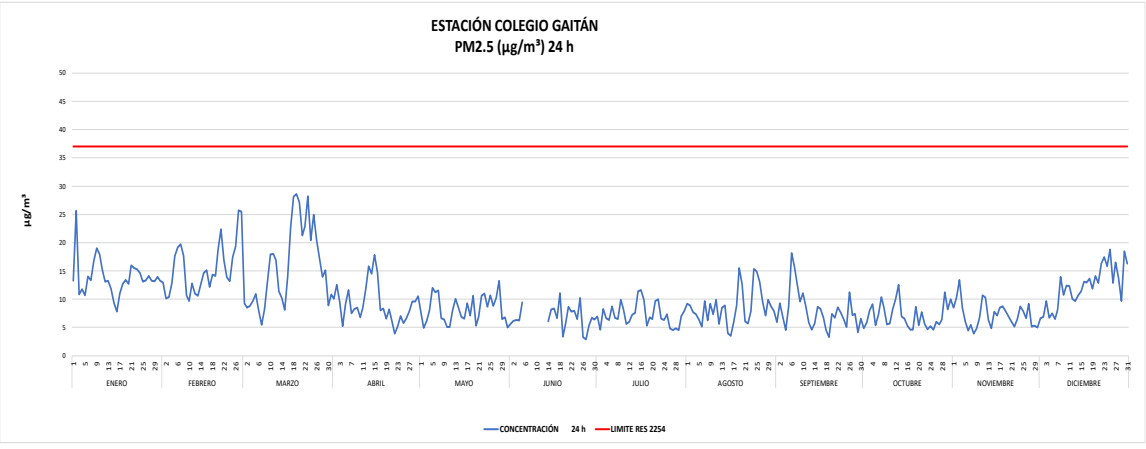


Figura 5 Concentración temporal Colegio Gaitán PM 2.5 año 2022

Ciclos diarios

La Figura 6 presenta el comportamiento promedio durante el día para el año 2022 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 14 $\mu g/m^3$.

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).

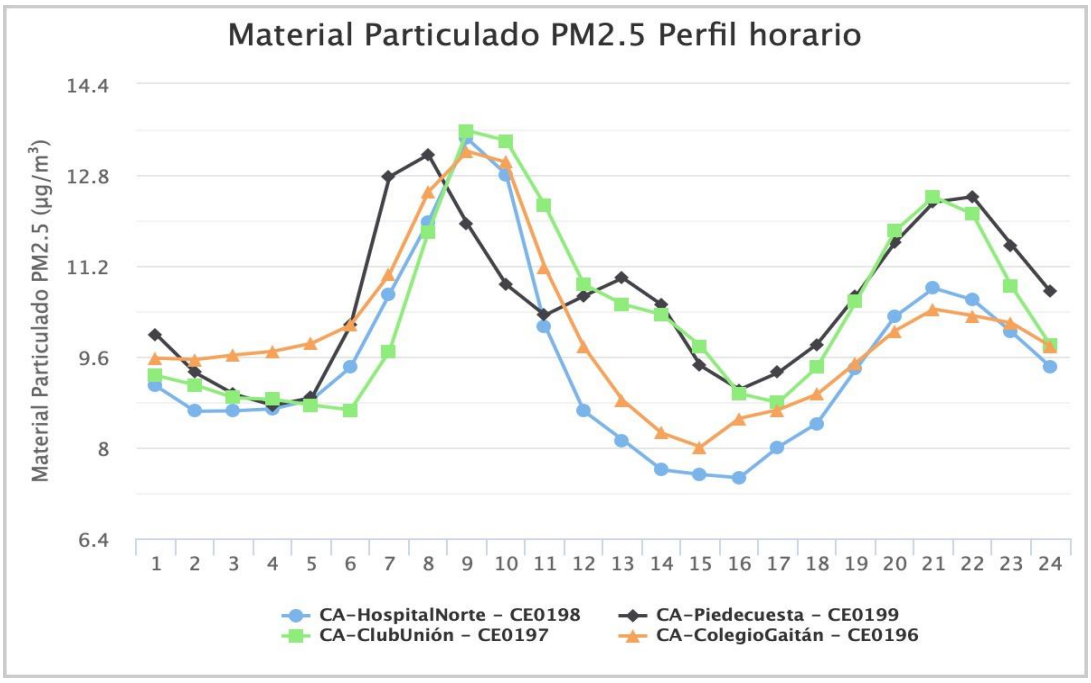


Figura 6 Perfil Horario estaciones del SVCA PM 2.5

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 Figura 7, siendo el sábado el día de más altas concentraciones registrando valores entre 10 y 12 μg/m$^{3.}$

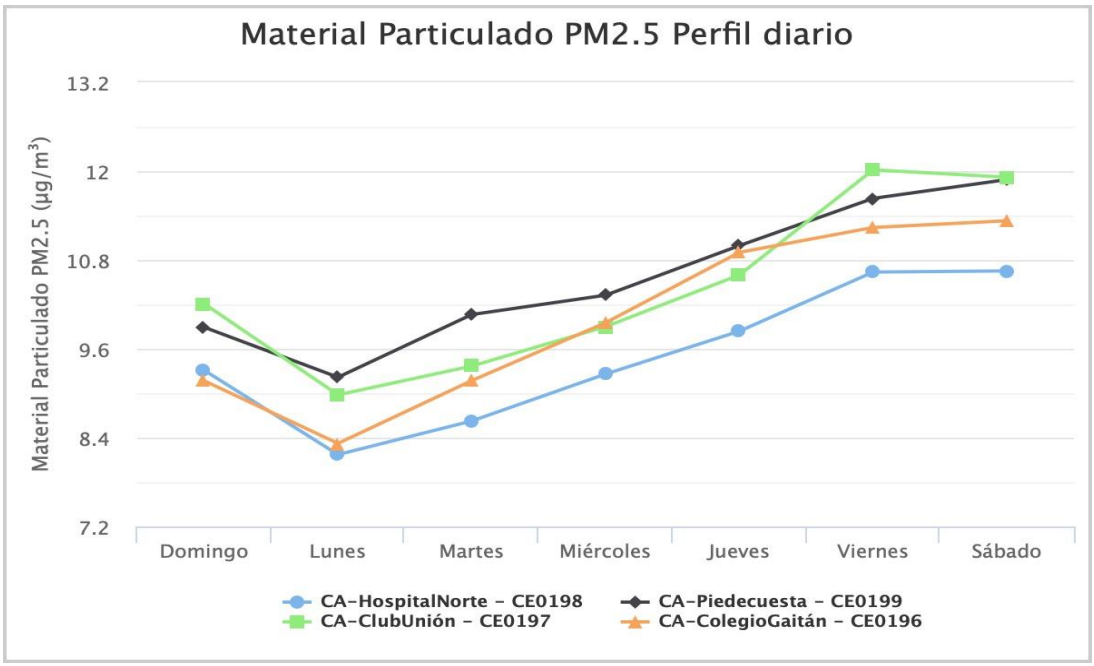


Figura 7 Perfil diario de PM 2.5

14.1.2 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 2022 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.

Datos Anual PM 10

La representatividad del contaminante PM 10 supera el 75% de los datos en las 4 estaciones donde se registra el contaminante como se observa en la Tabla 6767 este porcentaje debe superarse para que hubo operación en ese porcentaje del año, hay que recordar que el SVCA inicio operación bajo ISO 17025 en el mes de agosto.

Tabla 67 Representatividad datos PM 10 Año 2022

Estación	Contaminante	% Representatividad datos	Concentración Promedio anual PM 2.5 ($\mu g/m^3$)
Hospital Norte	PM 10	83%	18.79
Centro Cultural Piedecuesta	PM 10	99%	22.82
Club Unión	PM 10	96%	18.16
Colegio Gaitán	PM 10	98%	18.62

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 Figura 8, 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 Figura 9 a la Figura 12 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.

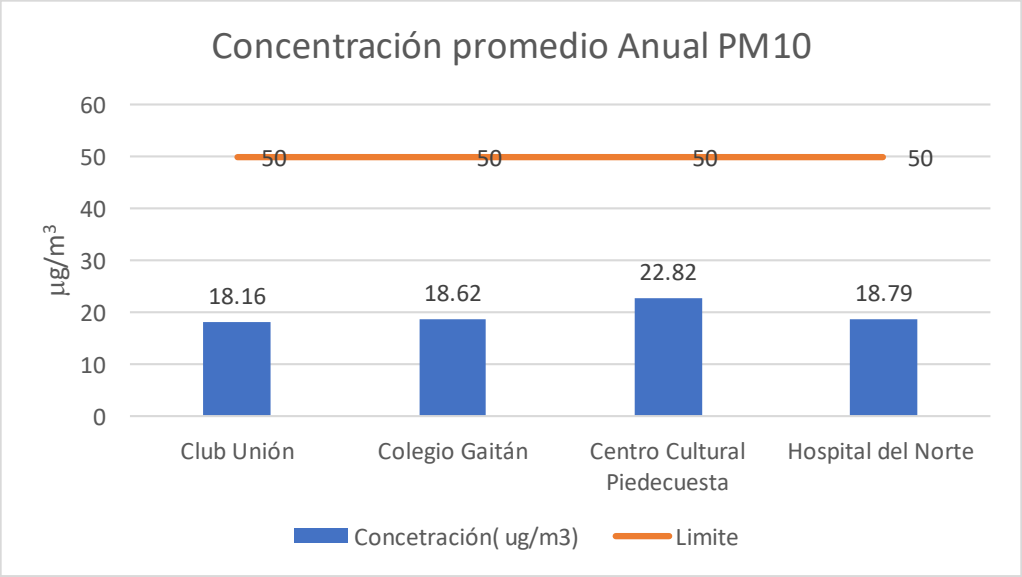


Figura 8 Concentración promedio anual de PM 10 año 2022

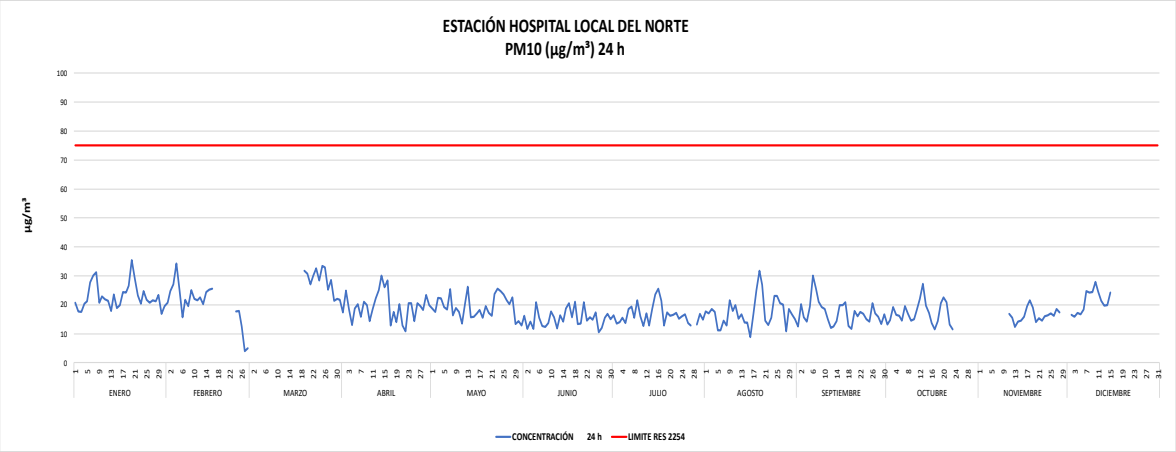


Figura 9 Concentración temporal Hospital Local Norte PM 10 año 2022

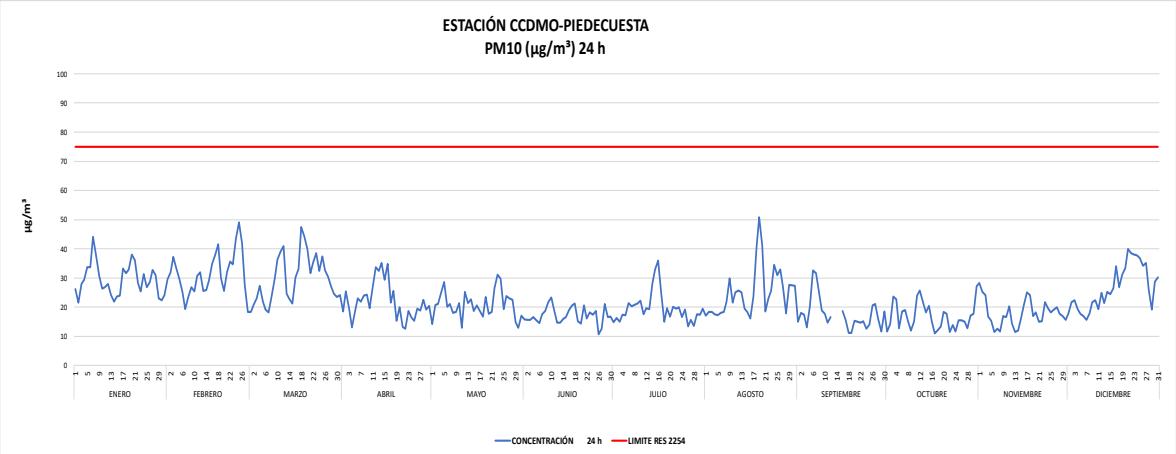


Figura 10 Concentración temporal Centro Cultural Piedecuesta PM 10 año 2022

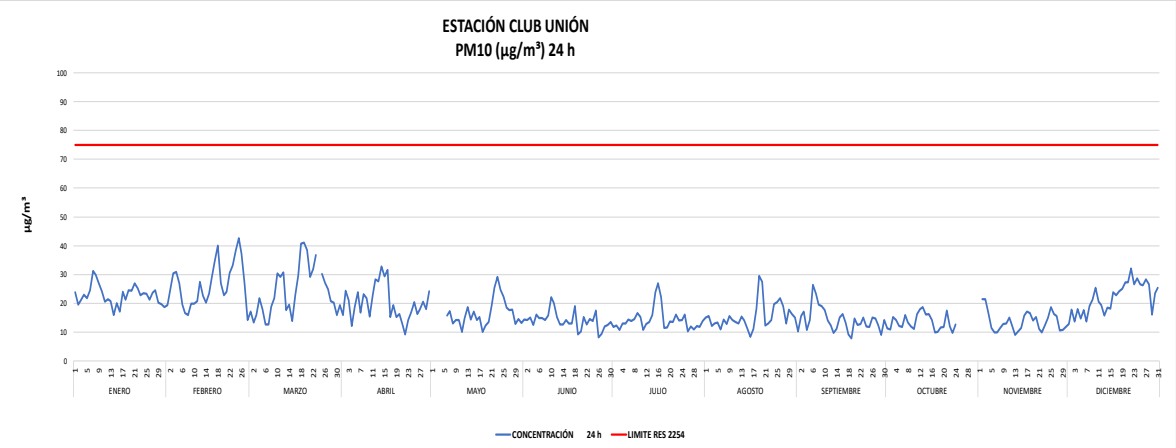


Figura 11 Concentración temporal Club Unión PM 10 año 2022

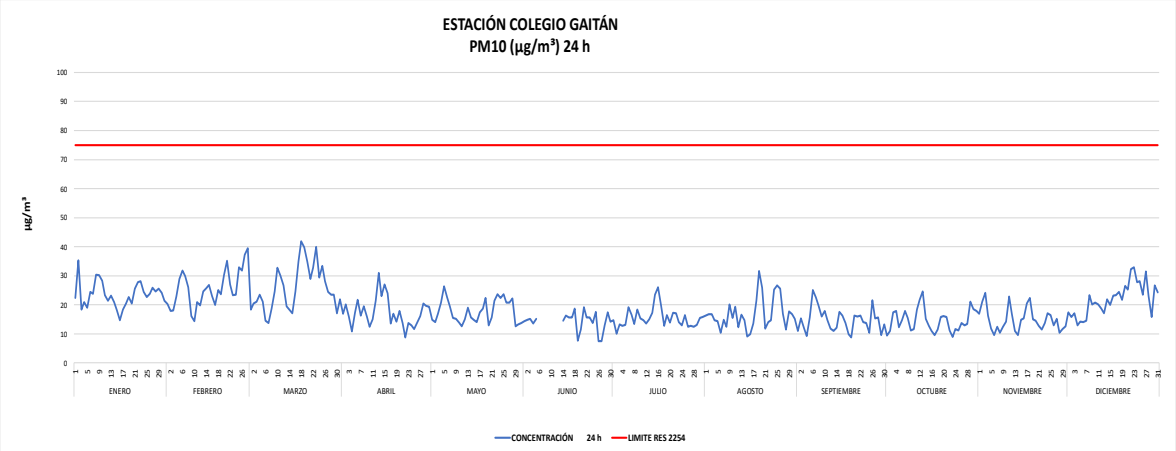


Figura 12 Concentración temporal Colegio Gaitán PM 10 año 2022

Ciclos diarios y horarios

La Figura 13 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.

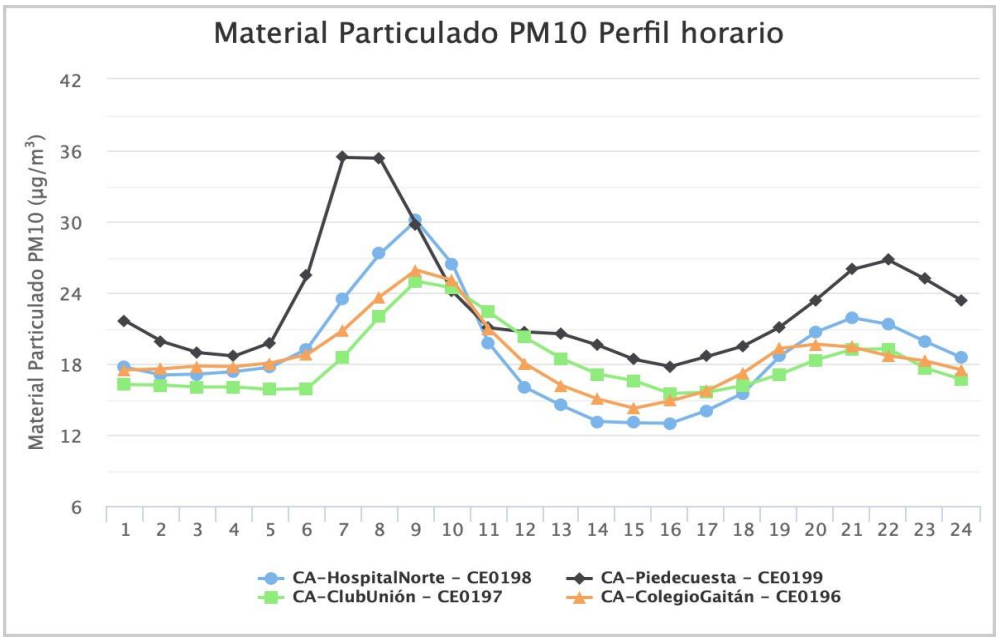


Figura 13 Perfil Horario estaciones SVCA PM 10

A diferencia del PM 2.5 en la Figura 14 se observa que desde el día miércoles 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.

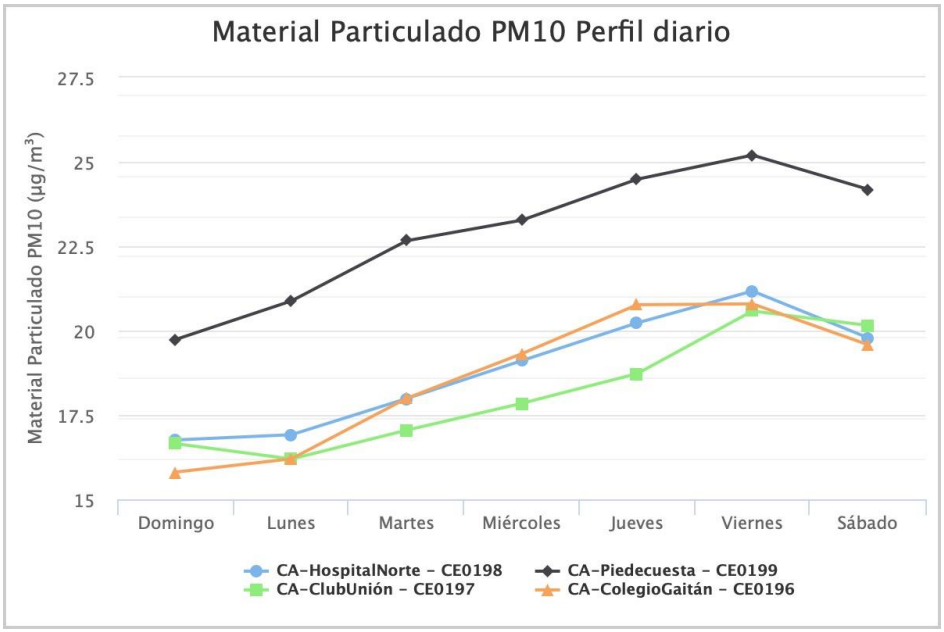


Figura 14 Perfil diario PM 10 estaciones del SVCA

14.1.3 OZONO O_3

El O3 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 2022 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).

Datos anual Ozono (O_3)

La Tabla 6868 relaciona que la operación da cumplimento 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 aunque no cuenta con el 75% de datos pero se encuentra muy cercano.

Tabla 68 Representatividad datos anuales O3

Estación	Contaminante	% Representatividad datos
Hospital Norte	O_3	85%
CCDMO- Piedecuesta	O_3	98%
Club Unión	O_3	75%
Colegio Gaitán	O_3	73%

Comportamiento Anual O_3

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 Figura 15 se observa la concentración de la estación Hospital del norte y se observa que las concentraciones más altas se dan en los meses de Agosto, Septiembre y Diciembre, la estación de Piedecuesta que se presenta en la Figura 16 muestra un comportamiento homogéneo en el año con unos picos de altas concentraciones en febrero y septiembre, para la estación Club unión las concentraciones más altas se

dieron en los meses de julio y diciembre como se observa en la Figura 17 y para la estación del Colegio Gaitán el comportamiento es homogéneo desde el inicio de su operación en el mes de marzo presentando concentraciones más altas en agosto, septiembre y diciembre.

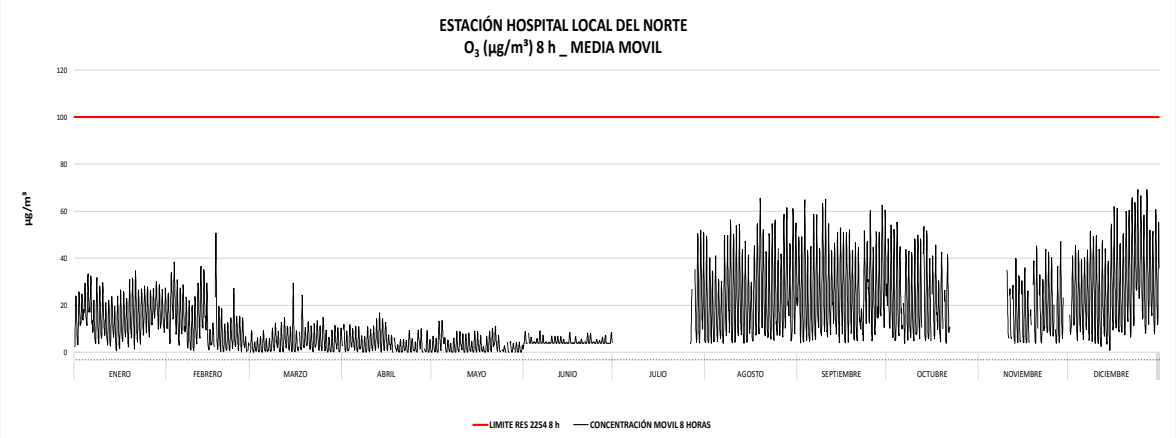


Figura 15 Distribución temporal de la concentración de O3 estación Hospital del Norte

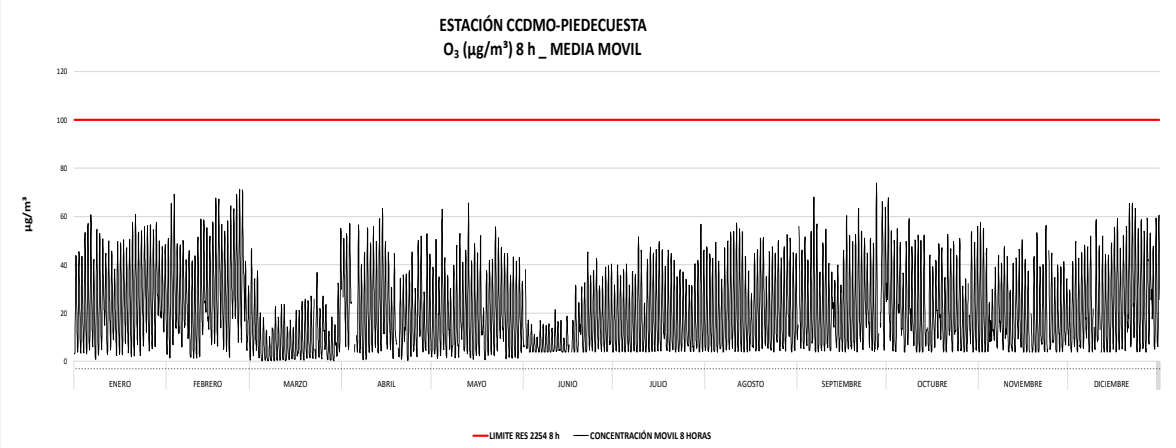


Figura 16 Distribución temporal de la concentración de O3 estación Centro Cultural Piedecuesta

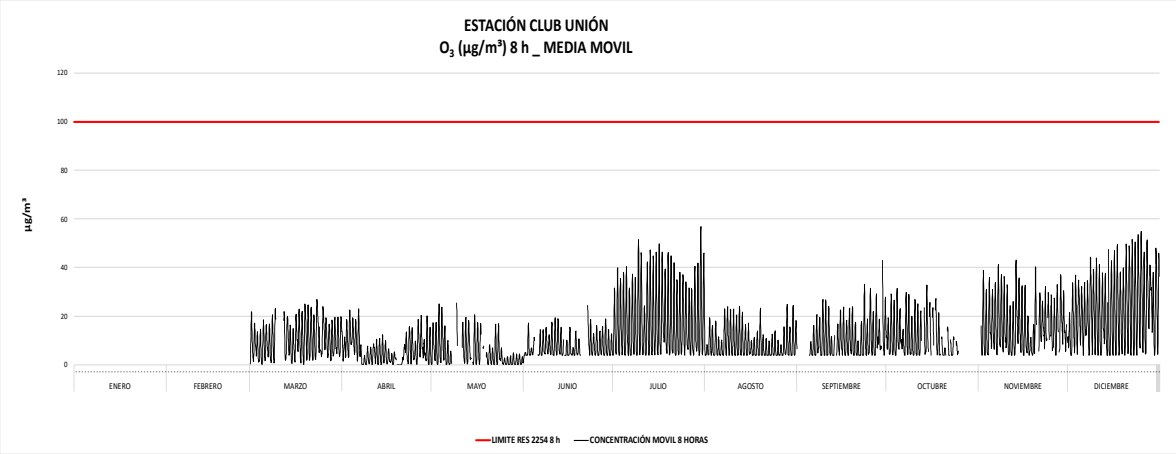


Figura 17 Distribución temporal de la concentración de O3 estación Club Unión

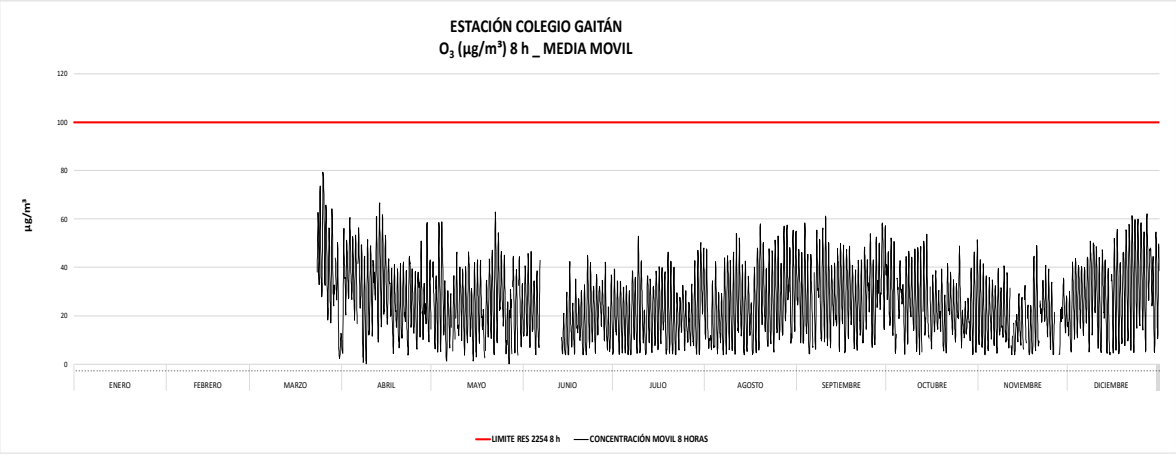


Figura 18 Distribución temporal de la concentración de O3 estación Colegio Gaitán

Ciclos diarios y horarios

La Figura 19 presenta el ciclo diurno de la concentración de ozono para las cuatro estaciones de monitoreo del SVCA durante el año 2022. 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 57 $\mu g/m^3$) en el

pico más alto del día.

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.

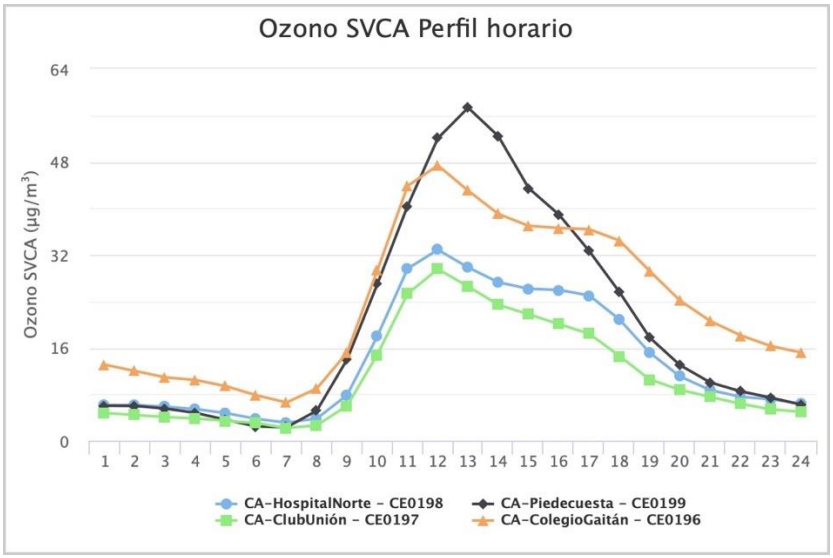


Figura 19 Perfil Horario estaciones SVCA O3

En general las concentraciones son estables durante la semana, pero se observaron descensos de concentración los martes y miércoles, y un leve aumento los jueves y sábados respecto a los primeros días de la semana, es importante destacar que en la Figura 20 las estaciones de Colegio Gaitán y la estación de Piedecuesta presentan las concentraciones más altas.

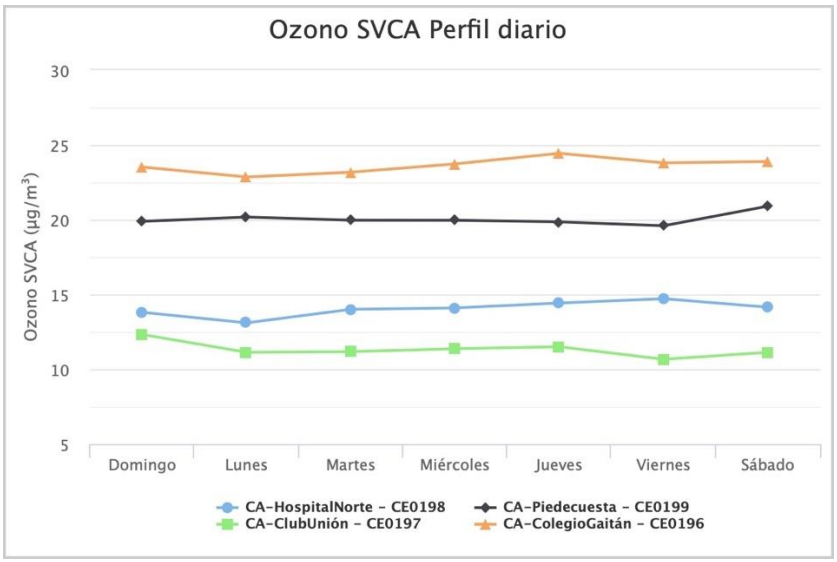


Figura 20 Perfil Diario estaciones SVCA O3

14.1.4 DIOXIDO DE NITROGENO (NO_2)

La suma entre el dióxido de nitrógeno (NO_2) y el óxido de nitrógeno (NO) se conoce como óxidos de nitrógeno (NOx). 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 NO_2 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) para el año 2022 tuvo en

operación dos estaciones de NO2, ubicadas en los municipios de Bucaramanga y Piedecuesta (Club Unión, Centro Cultural Daniel Mantilla Orbegozo).

Datos anuales de NO_2

Para este contaminante no se cumple con el 75% de datos (operación de estaciones) como se indica en la Tabla 6969, por tanto, se van a presentar el comportamiento del contaminante de los datos registrados durante el año 2022.

Tabla 69 Representatividad de datos NO2 año 2022

Estación	**Contaminante**	**% Representatividad datos**
CCDMO- Piedecuesta	NO_2	52%
Club Unión	NO_2	59%

Comportamiento Anual NO_2

La Figura 21 y la Figura 22 presentan la distribución temporal que, aunque no cumple con la representatividad muestra el comportamiento del contaminante, el cual en la estación de Piedecuesta se mantiene sobre los 50 μg/m3 y en la estación del club unión también se mantiene predominantemente por debajo de los 50 μg/m3 sobrepasando esta concentración En el mes de octubre y diciembre.

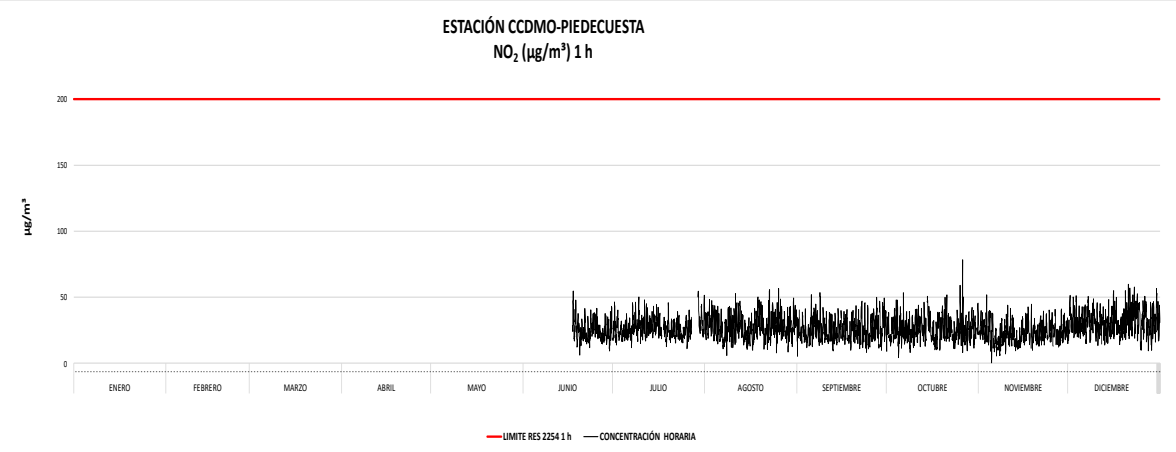


Figura 21 Distribución temporal de la concentración de NO2 estación Piedecuesta.

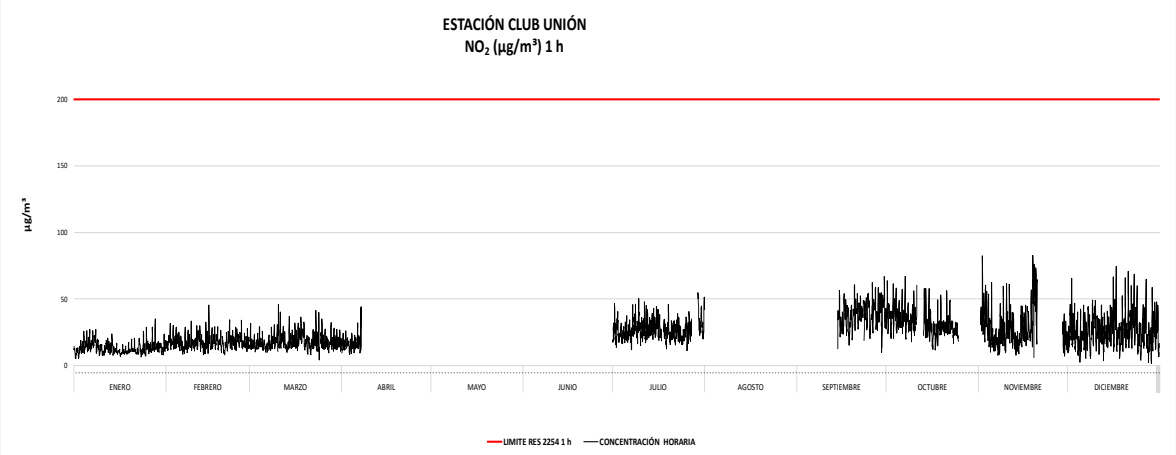


Figura 22 Distribución temporal de la concentración de NO2 estación Club Unión.

Ciclos diarios y horarios NO_2

La Figura 23 muestra dos franjas de concentración elevada de NO_2 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 en la mañana y retorno a los hogares de los ciudadanos en la tarde, en cuanto al ciclo diario que se ve en la Figura 24 el incremento en las concentraciones los días jueves, viernes y sábados y un descenso los domingos el

día de menos flujo vehicular.

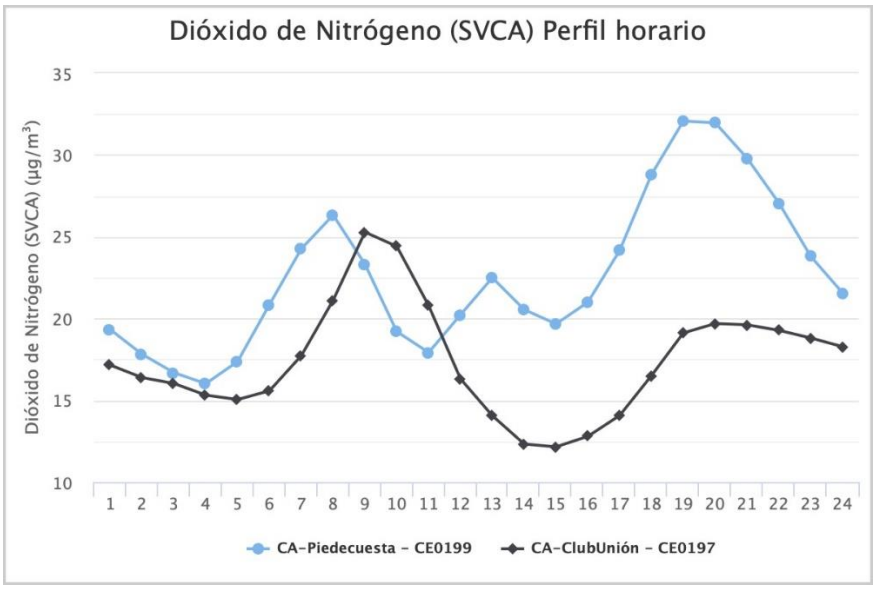


Figura 23 Perfil horario de NO2 Año 2022

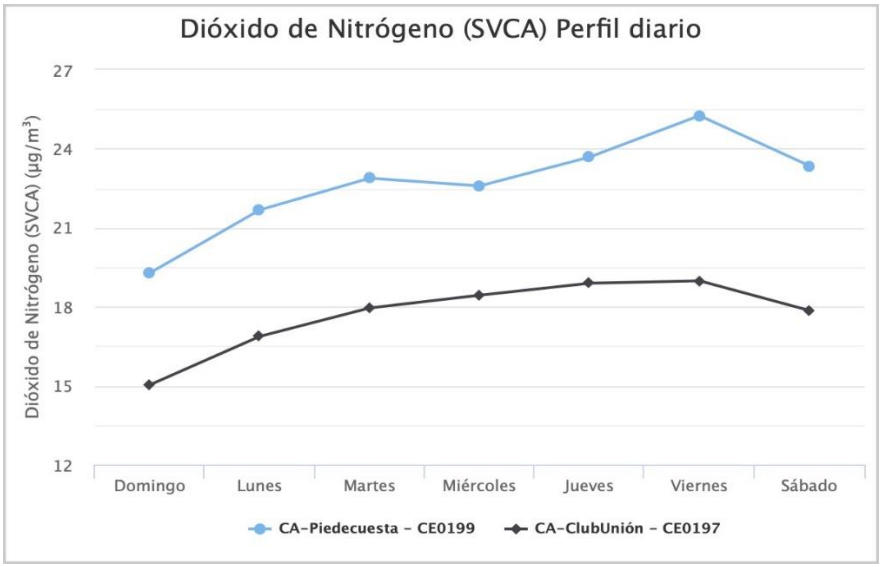


Figura 24 Perfil diario de NO2 año 2022

14.1.5 MONOXIDO DE CARBONO (CO)

El CO en 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 2022 tuvo en operación dos estaciones que monitorean CO ubicadas en los municipios de Bucaramanga y Piedecuesta (Club Unión, Centro Cultural Daniel Mantilla Orbegozo).

Datos Anuales CO

En la siguiente tabla se muestra la representatividad de datos durante el año 2022, y posteriormente el comportamiento del contaminante.

Estación	**Contaminante**	**% Representatividad datos**
CCDMO Piedecuesta	CO	65%
Club Unión	CO	63%

Tabla 70 Representatividad de datos CO-Año 2022

Comportamiento Anual CO

De la Figura 25 a la Figura 28 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 .

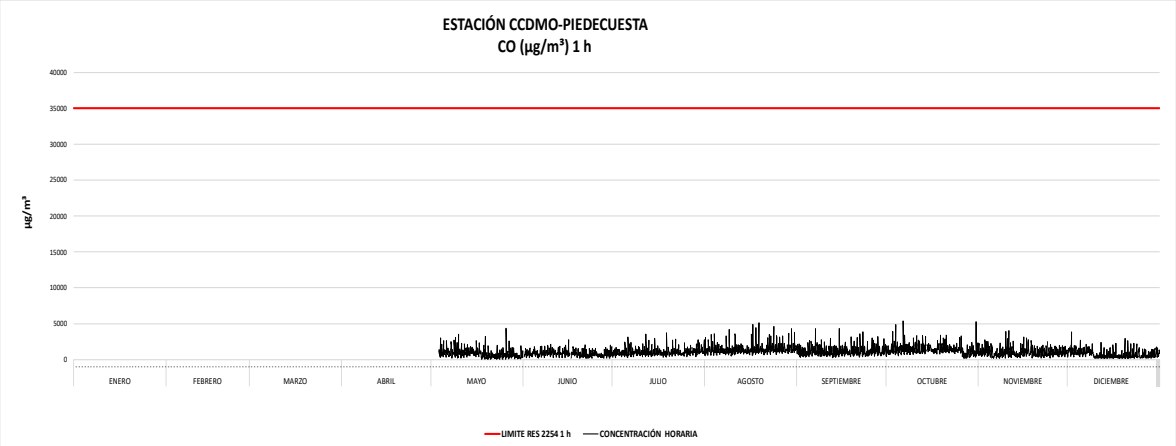


Figura 25 Distribución temporal horaria de Concentración de CO estación Piedecuesta- Año 2022

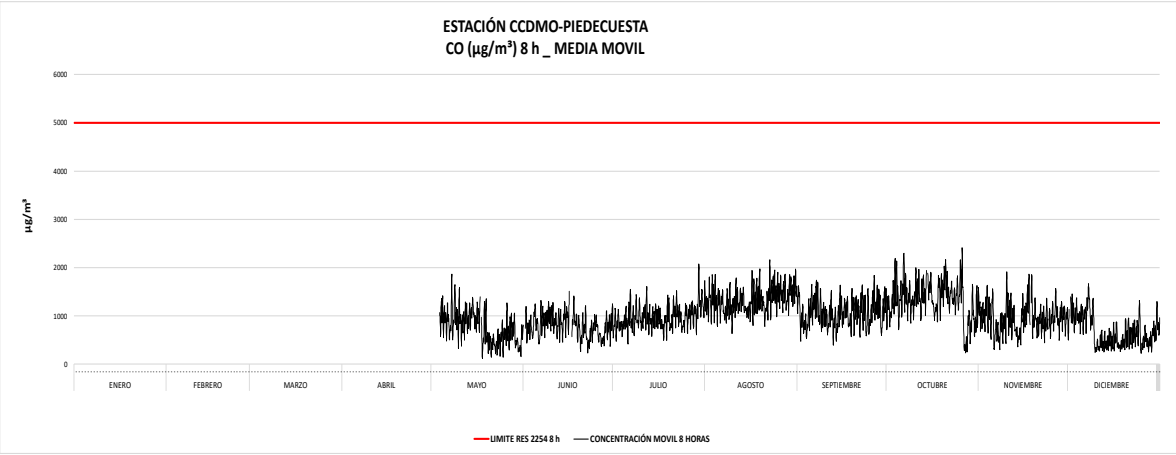


Figura 26 Distribución temporal 8 horas de Concentración de CO estación Piedecuesta- Año 2022

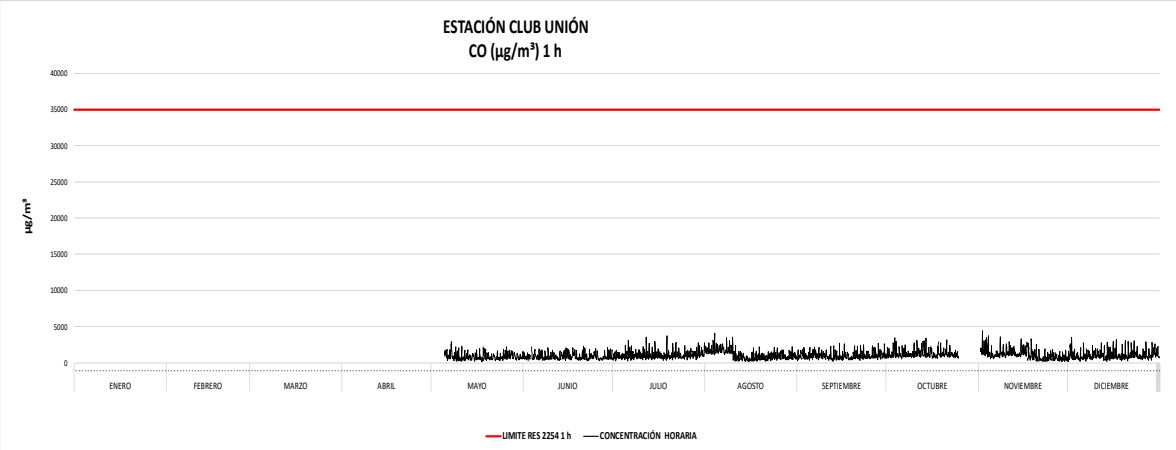


Figura 27 Distribución temporal horaria de Concentración de CO estación Club Unión- Año 2022

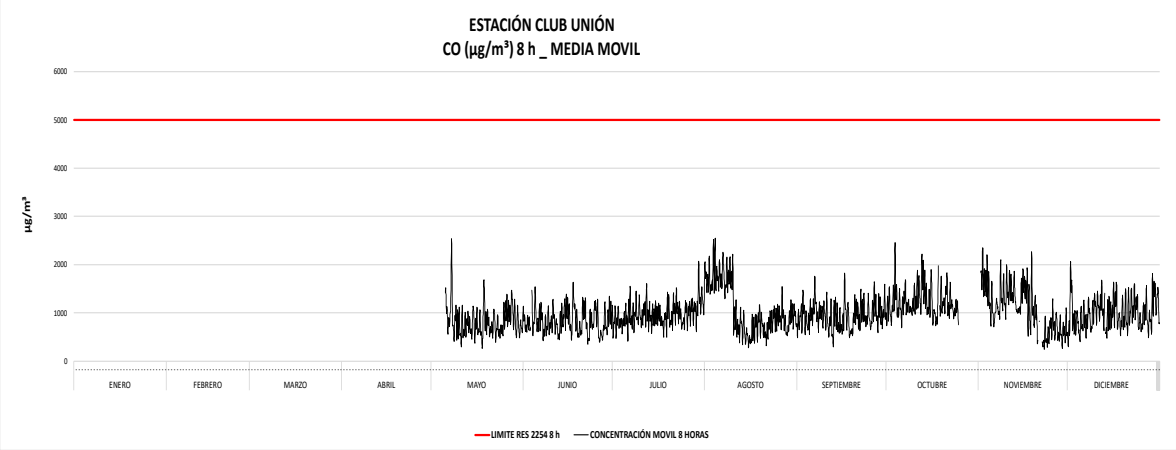


Figura 28 Distribución temporal 8 horas de Concentración de CO estación Club Unión- Año 2022

Ciclos diarios y horarios CO.

En la Figura 29 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 07:00 y las 10:00 para el primer pico y para el segundo pico con menos concentración entre las 18:00 y las 22:00 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.

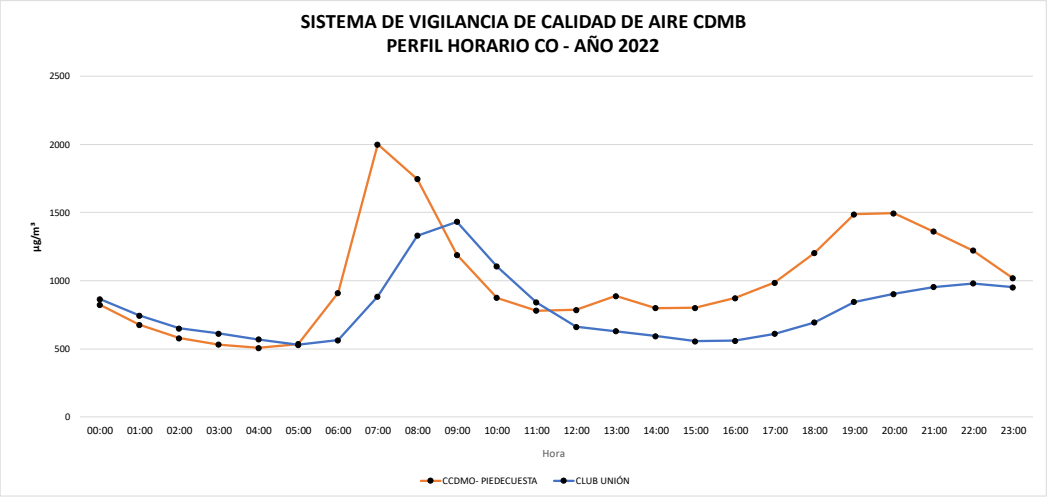


Figura 29 Perfil horario CO-Año 2022

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 Figura 30)

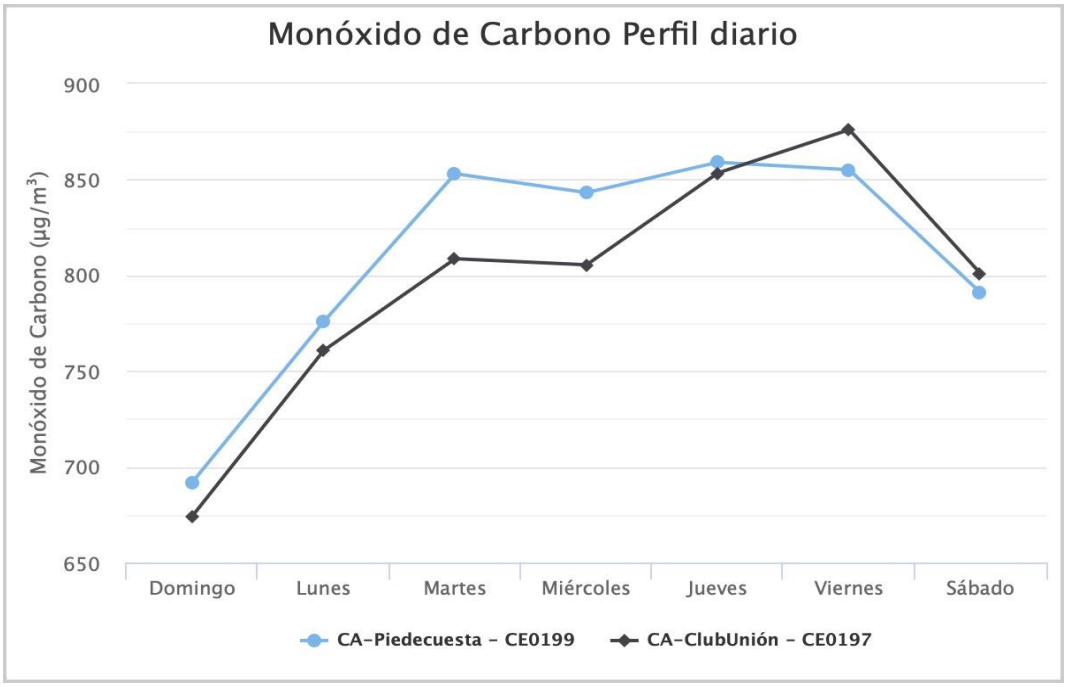


Figura 30 Perfil diario CO-Año 2022

14.1.6 DIOXIDO DE AZUFRE (SO_2)

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) para el año 2022 tuvo en operación dos estaciones que monitorean SO2 ubicadas en los municipios de Bucaramanga y Piedecuesta (Club Unión, Centro Cultural Daniel Mantilla Orbegozo).

Datos Anuales SO_2

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 7171.

Tabla 71 Representatividad SO2- Año 2022

Estación	**Contaminante**	**% Representatividad datos**
CCDMO Piedecuesta	SO_2	76%
Club Unión	SO_2	89%

Comportamiento Anual SO_2

Las concentraciones de SO_2 Como se ve en las figuras que se presentan a continuación (Figura 31 a la Figura 34) 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, el comportamiento durante al año es homogéneo durante todo el año también para estas dos estaciones.

Figura 31 Distribución temporal horaria de Concentración de SO2 estación Piedecuesta- Año 2022

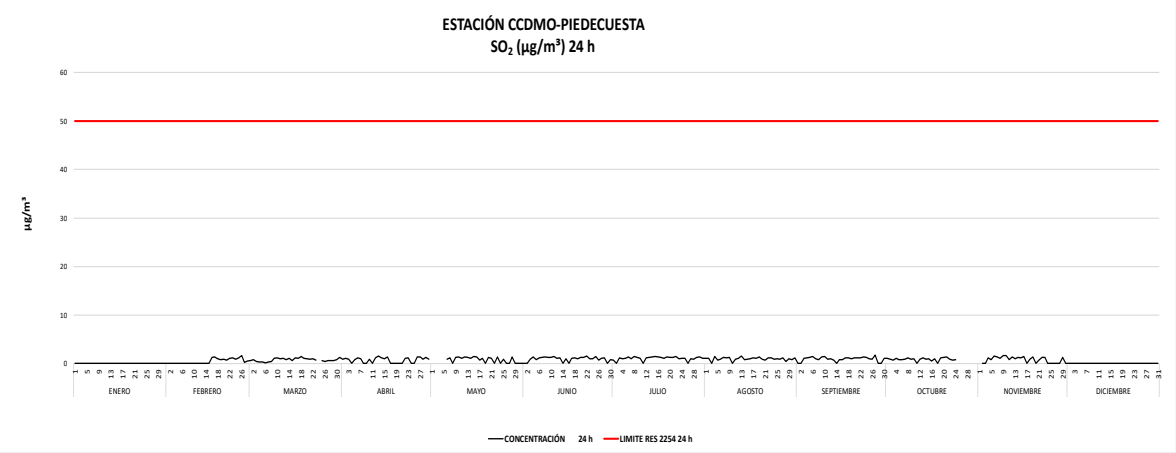


Figura 32 Distribución temporal 24 horas de Concentración de SO2 estación Piedecuesta- Año 2022

Figura 33 Distribución temporal horaria de Concentración de SO2 estación Club Unión- Año 2022

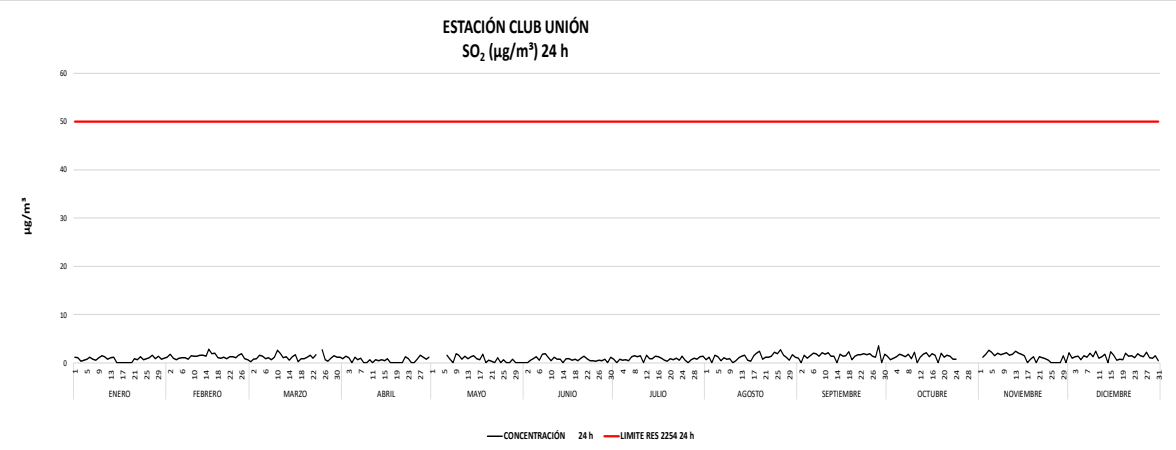


Figura 34 Distribución temporal 24 horas de Concentración de SO2 estación Club Unión- Año 2022

Ciclos diarios y horarios SO_2

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 7:00 a 9:00 horas y su pico más alto se presenta a las 13:00 horas, mientras que la estación del Club Unión presenta un pico en la mañana de 8:00 a 10:00 horas y luego otro que va desde las 16:00 horas hasta las 0:00 (Ver Figura 35)

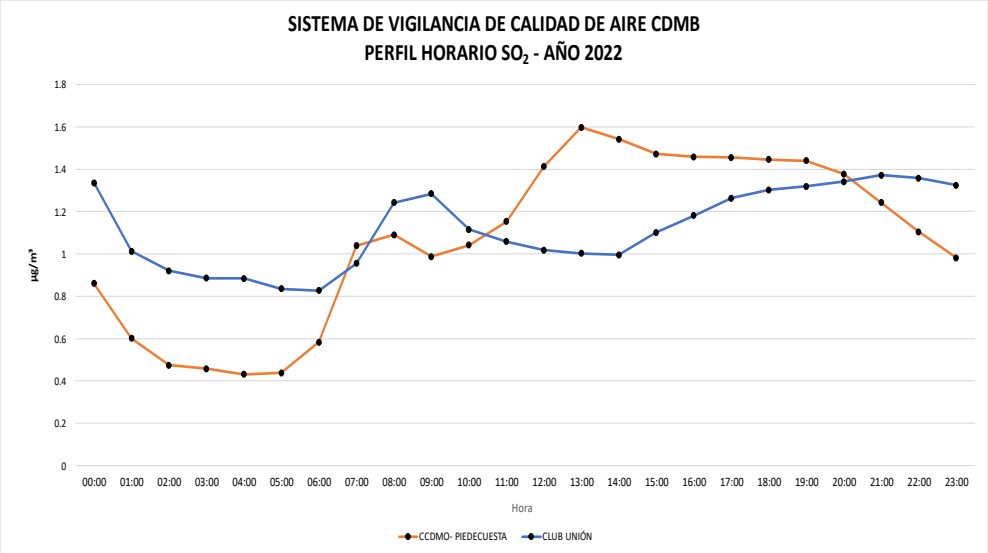


Figura 35 Perfil horario SO2 -Año 2022

La Figura 36 muestra comportamiento semanal de la concentración de SO_2 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 µg/m³.

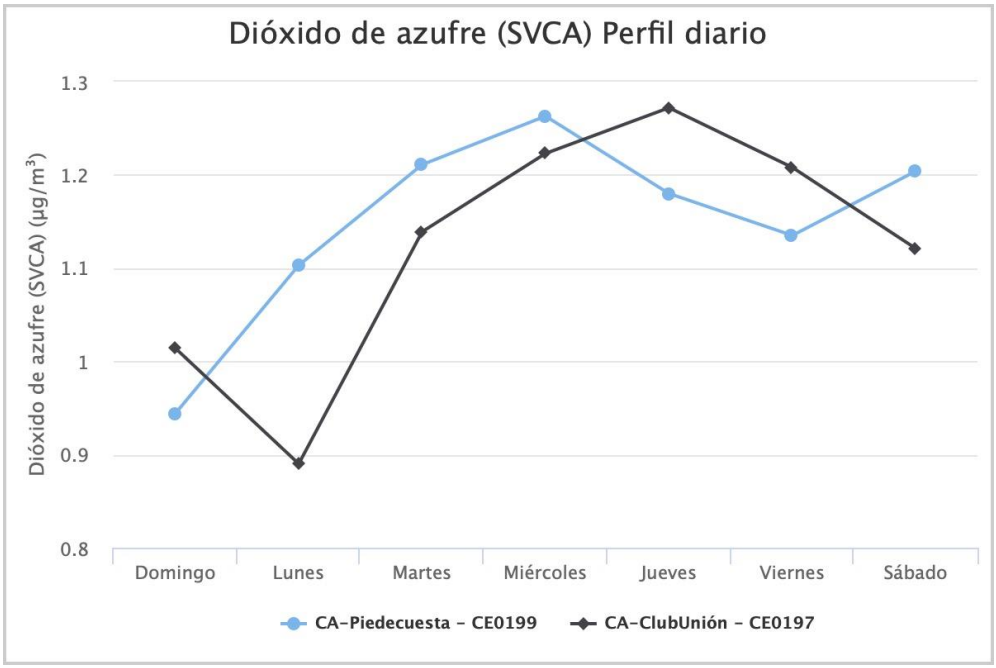


Figura 36 Perfil diario SO2 -Año 2022

14.1.7 AZUFRE TOTAL REDUCIDO (TRS)

El azufre total reducido (TRS) expresado como SO_2 es un 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 2022 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 Figura 37 a la Figura 40 se presenta el comportamiento anual de la concentración según los dos limites 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 (Ver Figura 39)

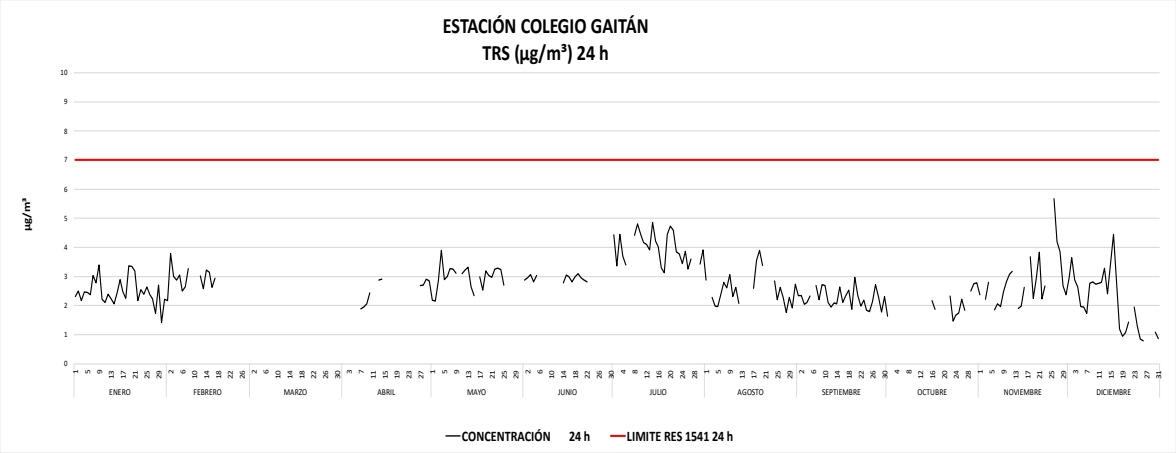


Figura 37 Comportamiento anual de concentración TRS 24 Horas estación Colegio Gaitán- año 2022

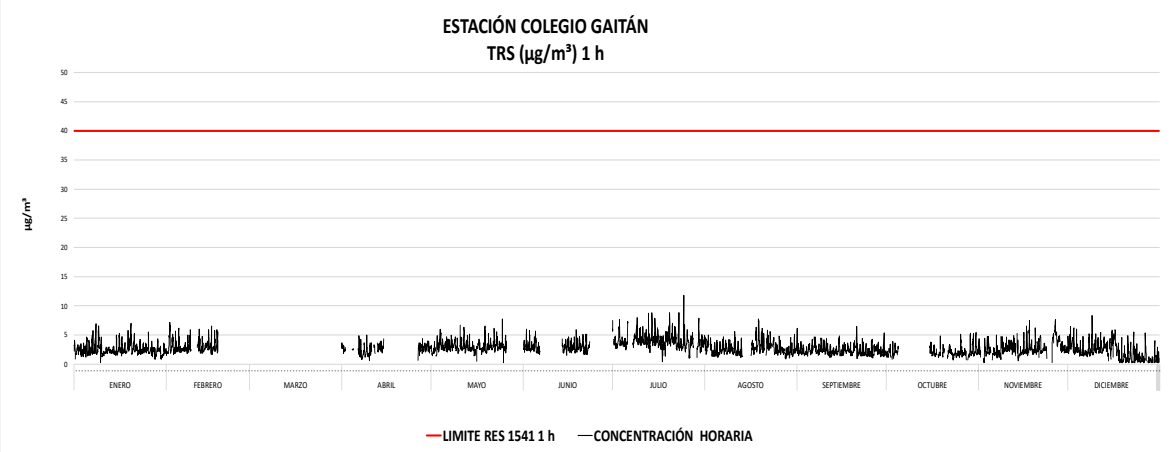


Figura 38 Comportamiento anual de concentración TRS Horario estación Colegio Gaitán- año 2022

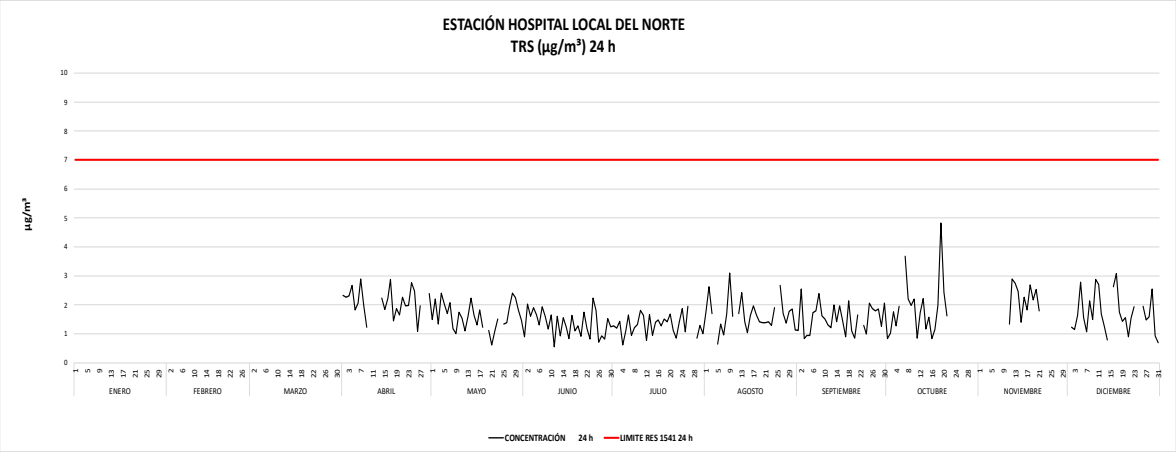


Figura 39 Comportamiento anual de concentración TRS 24 Horas estación Hospital Norte- año 2022

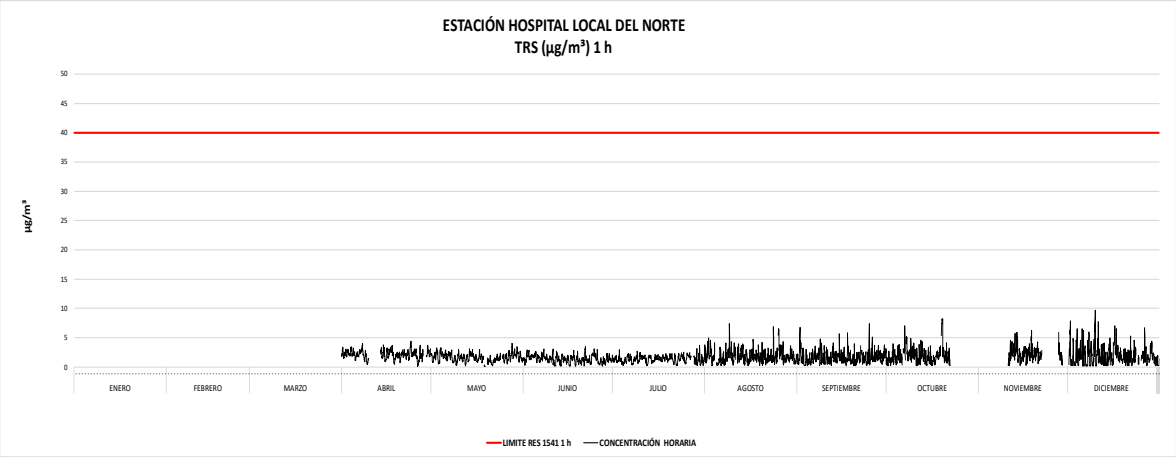


Figura 40 Comportamiento anual de concentración TRS Horario estación Hospital Norte - año 2022

14.2 Análisis de la Calidad del Aire

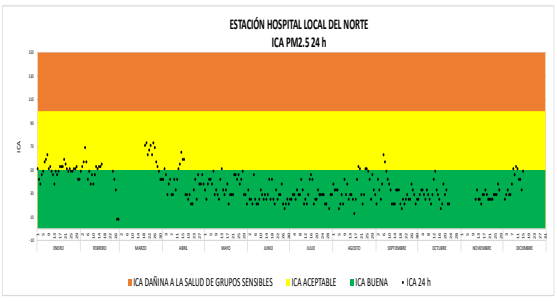
14.2.1 Índice de Calidad de Aire PM 2.5 (ICA)

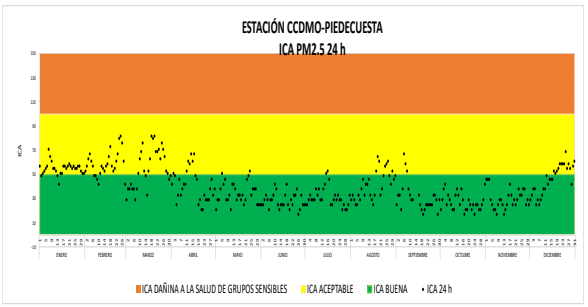
El índice de Calidad de Aire (ICA) para PM 2.5 estuvo entre bueno y Aceptable, siendo buena en la mayor cantidad de días como se observa en la Tabla 7272, en los meses de enero, febrero, marzo y diciembre es donde se ubican la mayor

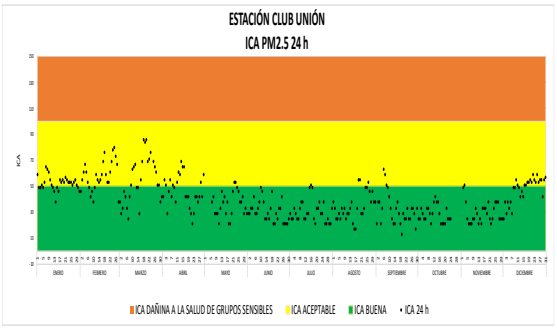
cantidad de días en la categoría de Aceptable, estos meses se relacionan con algunos fenómenos que inciden en la calidad del aire como, menos lluvias, incendios, quemas de pólvora y el levantamiento de restricciones como el pico y placa lo que afecta la calidad del aire, cabe destacar que en ninguna de las cuatro estaciones se presentó una calidad de aire dañina para la salud por el contaminante PM 2.5.

Estación	**Días ICA BUENA**	**Días ICA ACEPTABLE**
Hospital Local Norte	251	51
Centro Cultural Piedecuesta	257	105
Club Unión	253	98
Colegio Gaitán	263	94

Tabla 72 Índice de Calidad de Aire por días en las estaciones del SVCA PM 2.5







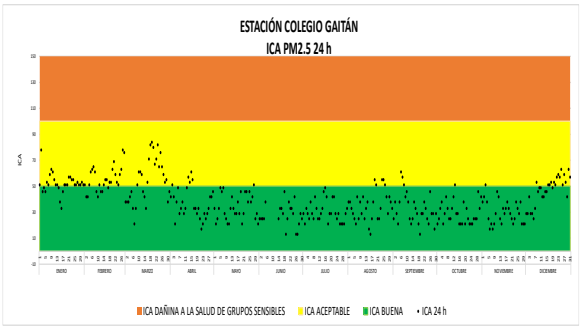


Figura 41 Índice de Calidad de Aire estaciones del SVCA PM 2.5

Los meses de enero y febrero en el año 2022 fue donde se presentó un mayor porcentaje de ICA en categoría aceptable, como puede observarse en la Figura 42, meses donde ocurren gran cantidad de incendios a nivel regional y nacional algunos en la amazonia estos presentados en algunos diarios nacionales.

Figura 42 Porcentajes mensual del Índice de calidad de Aire (ICA)

14.2.2 Índice de calidad de aire PM 10 (ICA)

Las 4 estaciones del SVCA que monitorean PM10 presentaron todos los ICAS de 24 horas en categoría buena esto se puede observar en la Tabla 7373 y en la Figura 43, las concentraciones más altas se presentan en el primer trimestre del año y en la estación ubicada en el municipio de Piedecuesta se presentan las

concentraciones más altas.

Tabla 73 Índice de Calidad de Aire por días en las estaciones del SVCA PM 10

Estación	Días ICA BUENA	Días ICA ACEPTABLE
Hospital Local Norte	294	0
Centro Cultural Piedecuesta	354	0
Club Unión	343	0
Colegio Gaitán	349	0

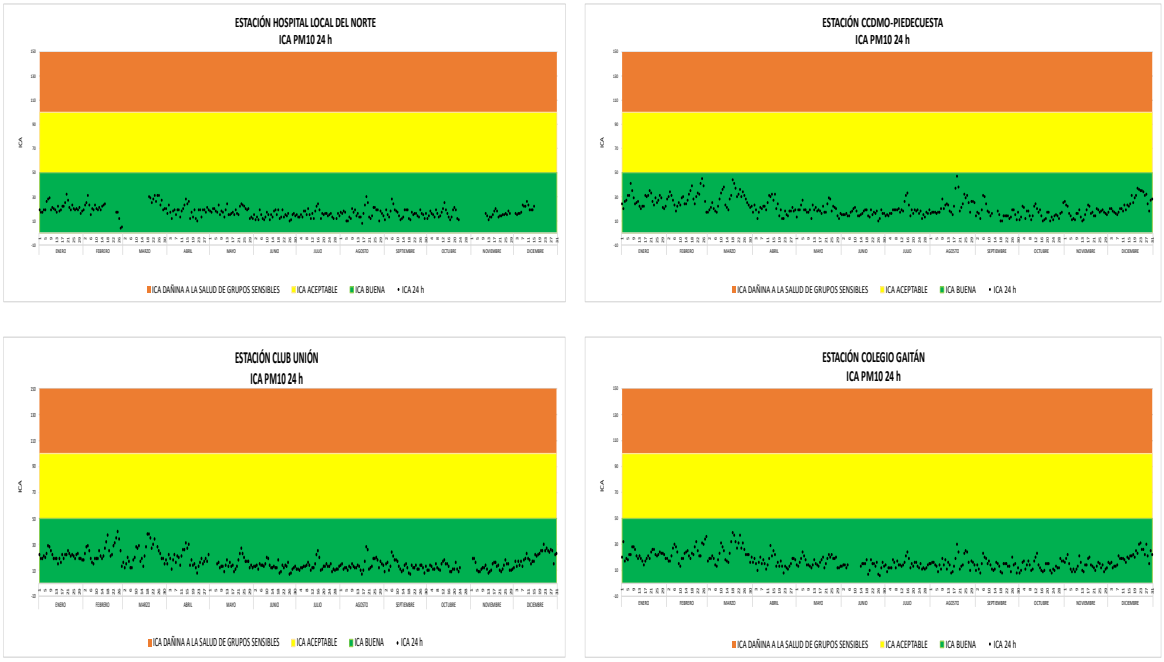


Figura 43 Índice de Calidad de Aire estaciones del SVCA PM 10

14.2.3 Índice de Calidad de Aire O_3 (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 concentraciones superiores a 245 µg/m^3. Durante el año 2021 los niveles horarios de ozono registrados por las estaciones de la Red de Monitoreo 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 Figura 44 durante el año 2022 en todas las estaciones de monitoreo del SVCA se mantuvo en categoría Buena.

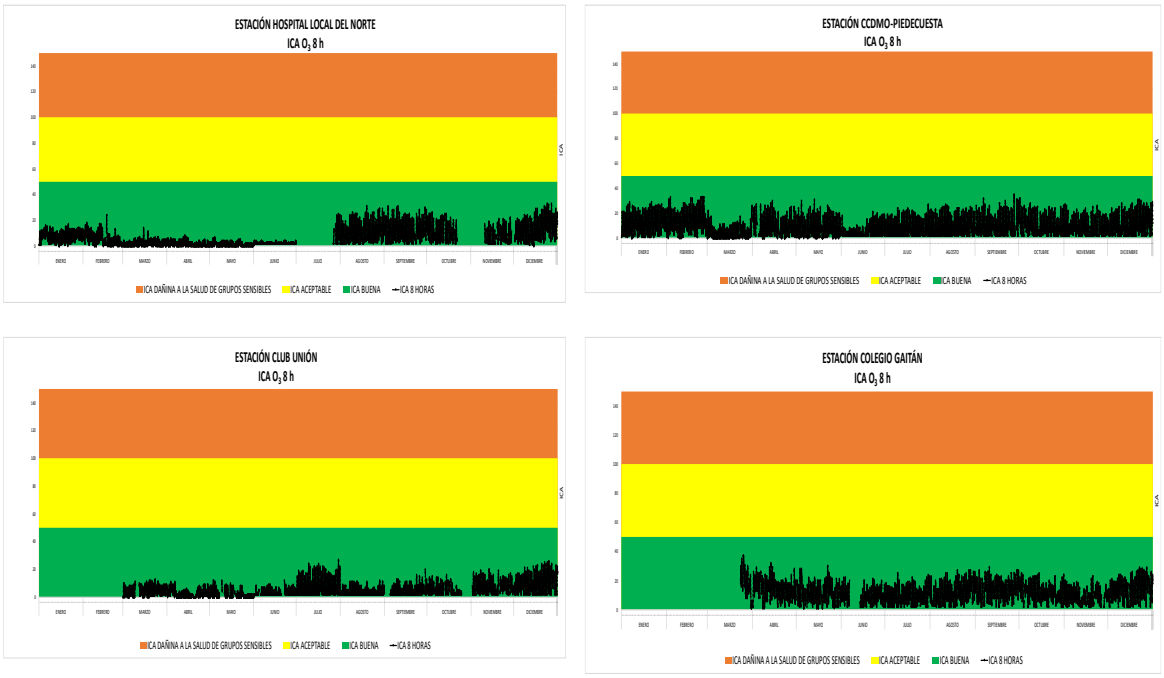


Figura 44 Índice de Calidad de Aire estaciones del SVCA O3

14.2.4 Índice de Calidad de Aire NO_2 (ICA)

El índice de Calidad de Aire (ICA) de las estaciones que monitorean NO_2 es horario y se ubicó en categoría buena para todo el tiempo del año 2022 (ver Figura 45) en el que se tienen datos.

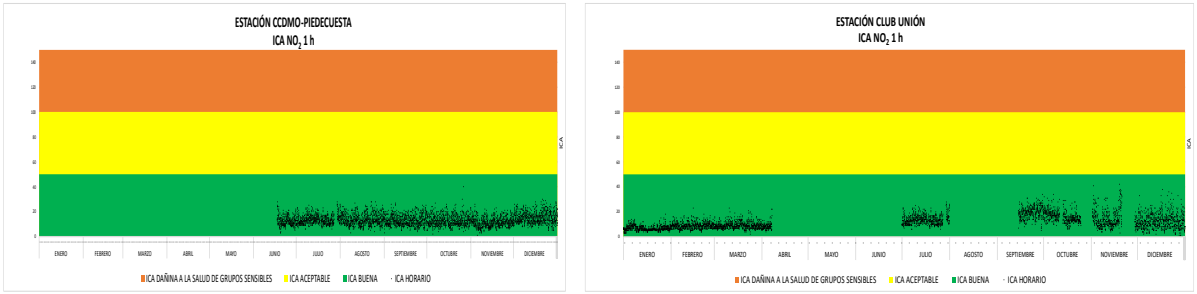


Figura 45 Índice de Calidad de Aire estaciones del SVCA NO2 Año 2022

14.2.5 Índice de Calidad de Aire CO

La Figura 46 evidencia como fue el comportamiento durante el año 2022 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.

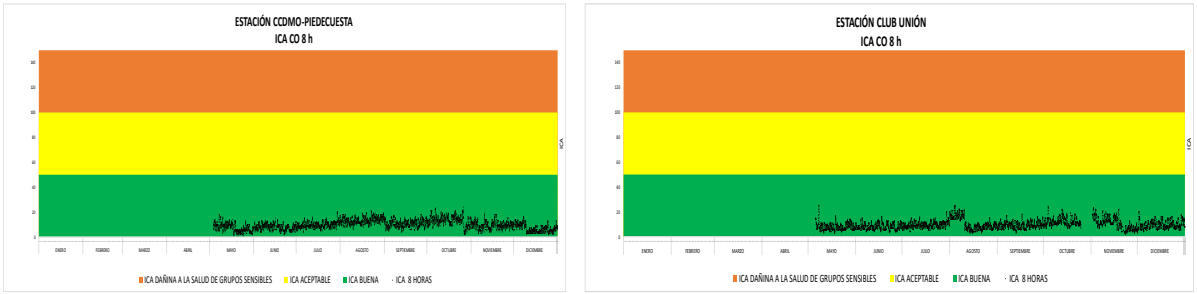


Figura 46 Índice de Calidad de Aire estaciones del SVCA CO- Año 2022

14.2.6 Índice de Calidad de Aire SO_2

El índice de calidad de aire que se observa en la Figura 47 como ya ha sido expuesto anteriormente es los bajos niveles de concentración del contaminante dióxido de azufre y para todo el tiempo que existe datos el ICA estuvo en categoría buena.

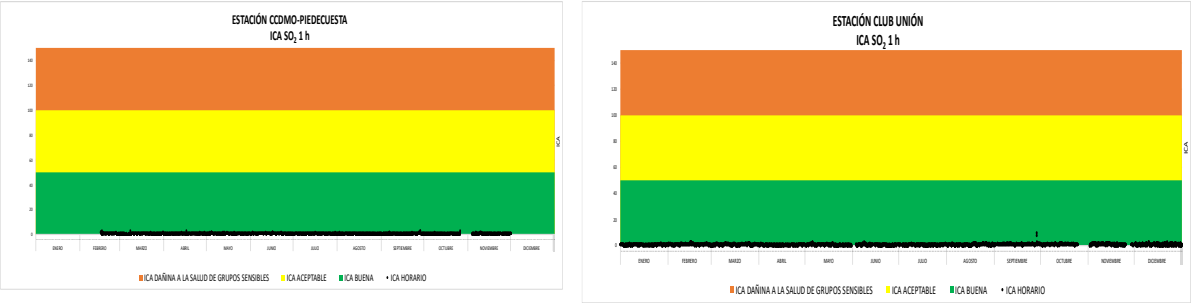


Figura 47 Índice de Calidad de Aire estaciones del SVCA SO2- Año 2022

14.3 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 2022.

14.3.1 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

Hospital Local del Norte

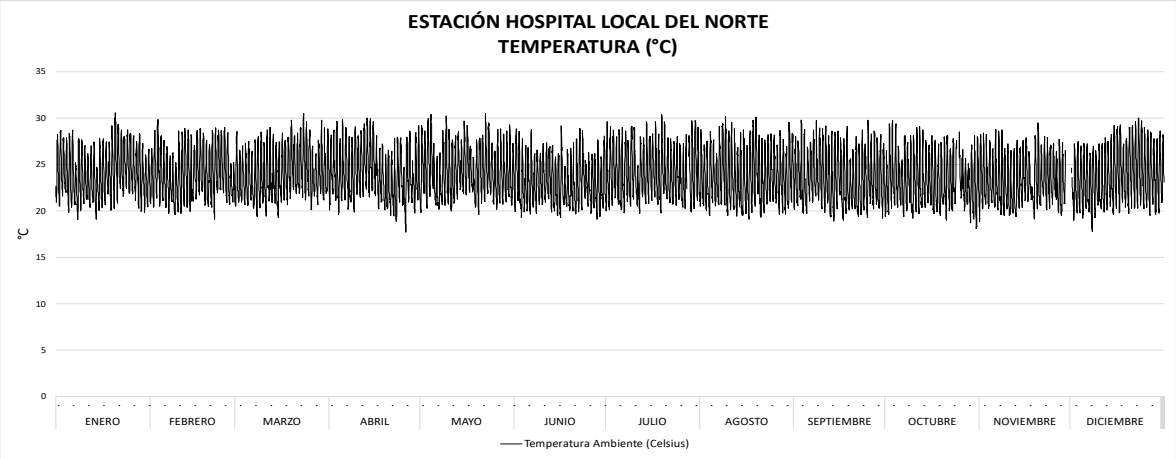


Figura 48 Comportamiento temperatura anual 2022.

La temperatura tal como lo muestra la Figura 48 estuvo en valores entre 20°C y 30°C, comportamiento que se mantuvo durante todo el año 2022, esto se corrobora en la Figura 49 donde se observa que las temperaturas mensuales máximas son cercanas a los 30°C y las temperaturas mensuales mínimas a los 24°C.

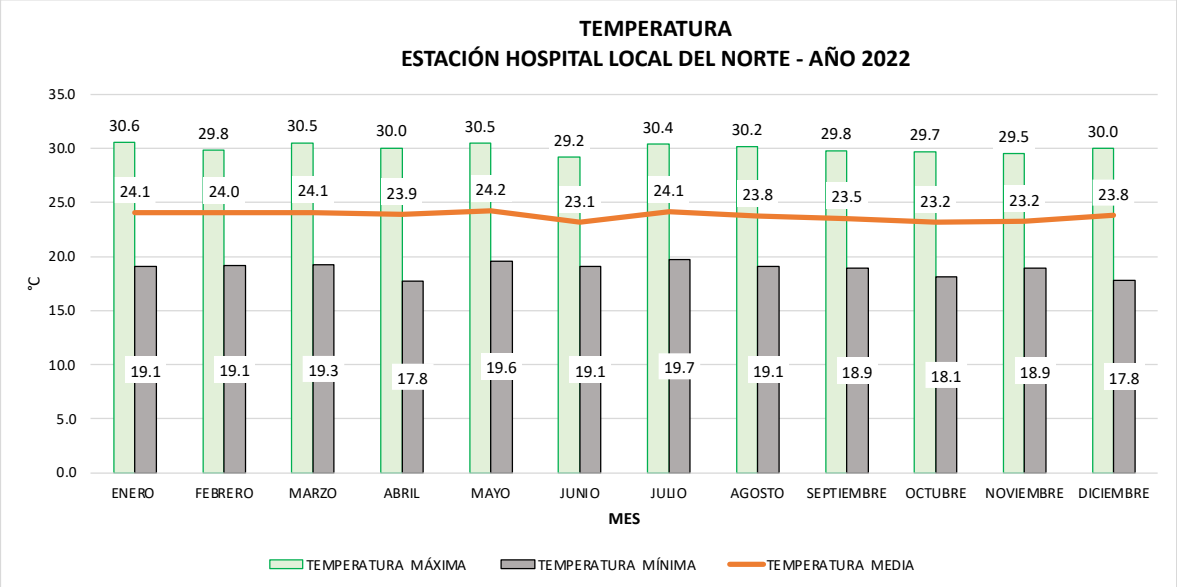


Figura 49 Temperaturas máximas y mínimas mensuales años 2022

Estación Piedecuesta

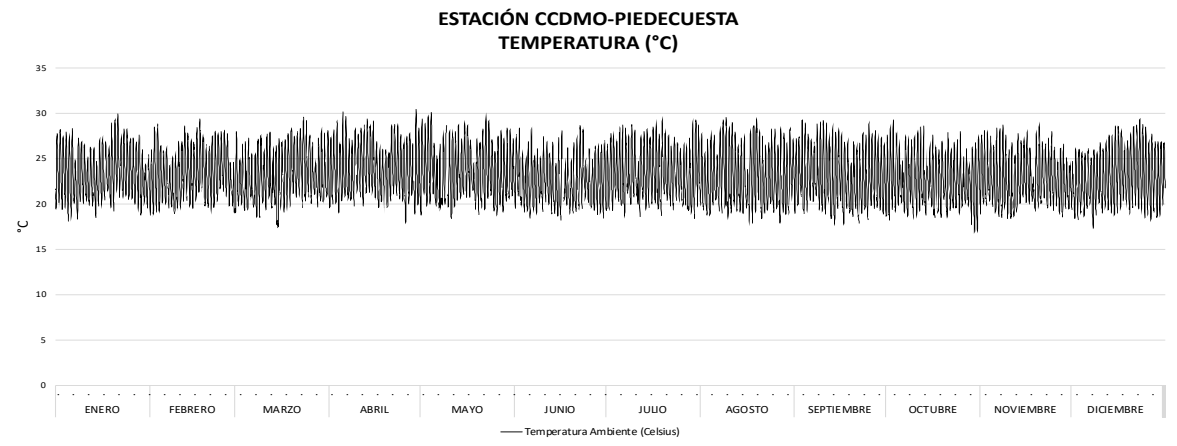


Figura 50 Comportamiento temperatura anual 2022

Para la estación de Piedecuesta la temperatura oscilo en el año 2022 entre 16°C a los 30°C (Ver Figura 50), el mes con la temperatura más alta es abril con 30.4 °C, sin embargo estuvo muy cercano a los promedios mensuales durante el año en mención.

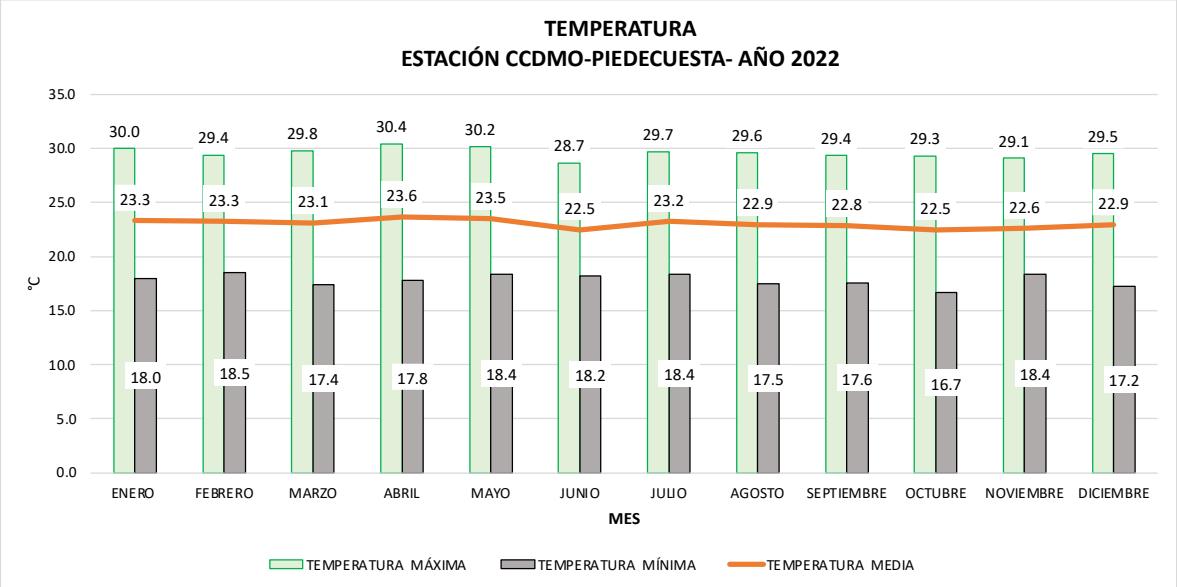


Figura 51 Temperaturas máximas y mínimas mensuales años 2022

Estación Club Unión.

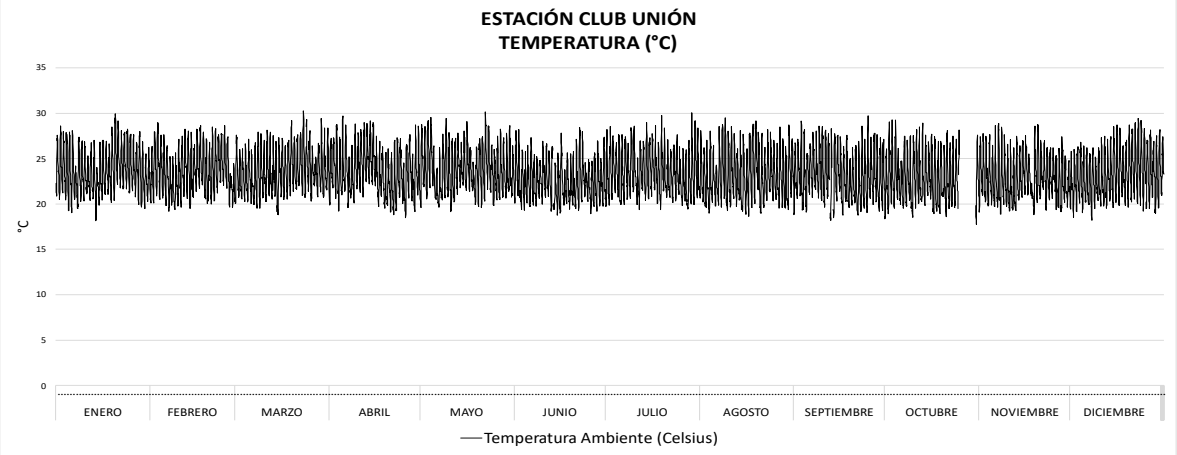


Figura 52 Comportamiento temperatura anual 2022

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 Figura 52 puede verse que el mes de junio es donde las temperaturas son más bajas.

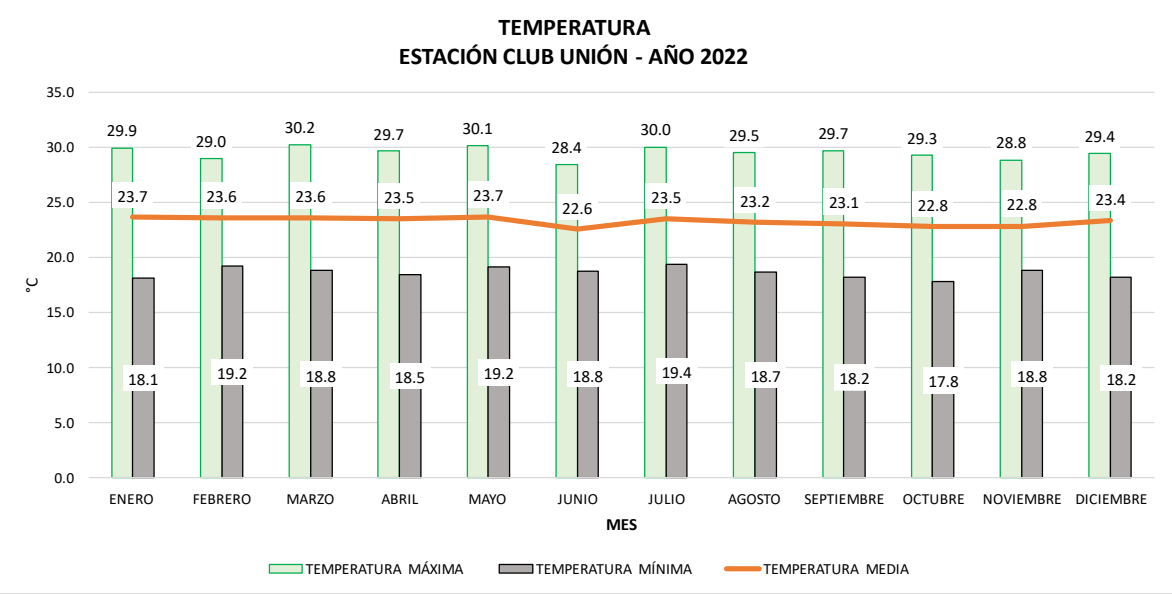


Figura 53 Temperaturas máximas y mínimas mensuales años 2022

Estación Colegio Gaitán.

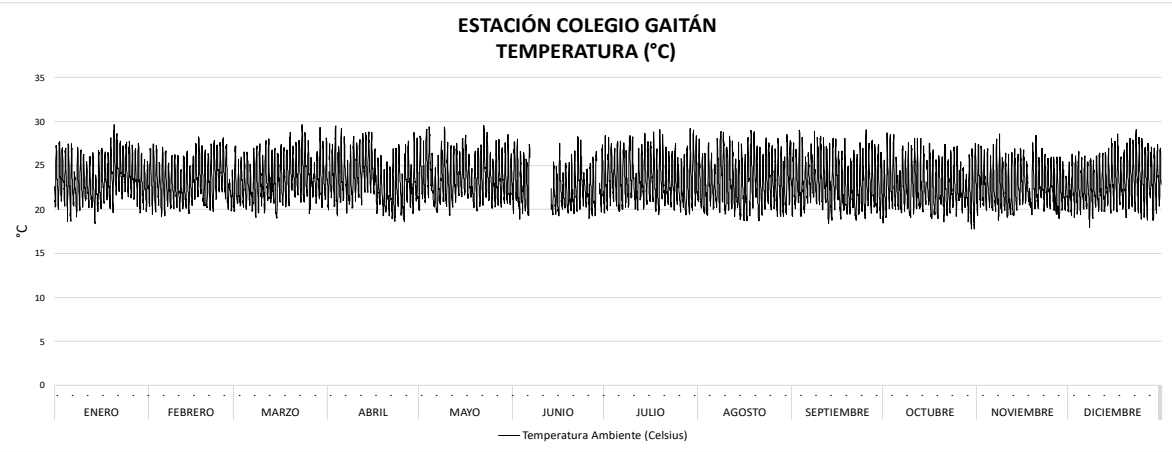


Figura 54 Comportamiento temperatura anual 2022

El comportamiento de la temperatura es similar en las 4 estaciones que cuenta el SVCA donde los valores están en un máximo de 30°C, la estación de colegio Gaitán está en la misma escala como se muestra en la Figura 54 y la Figura 55.

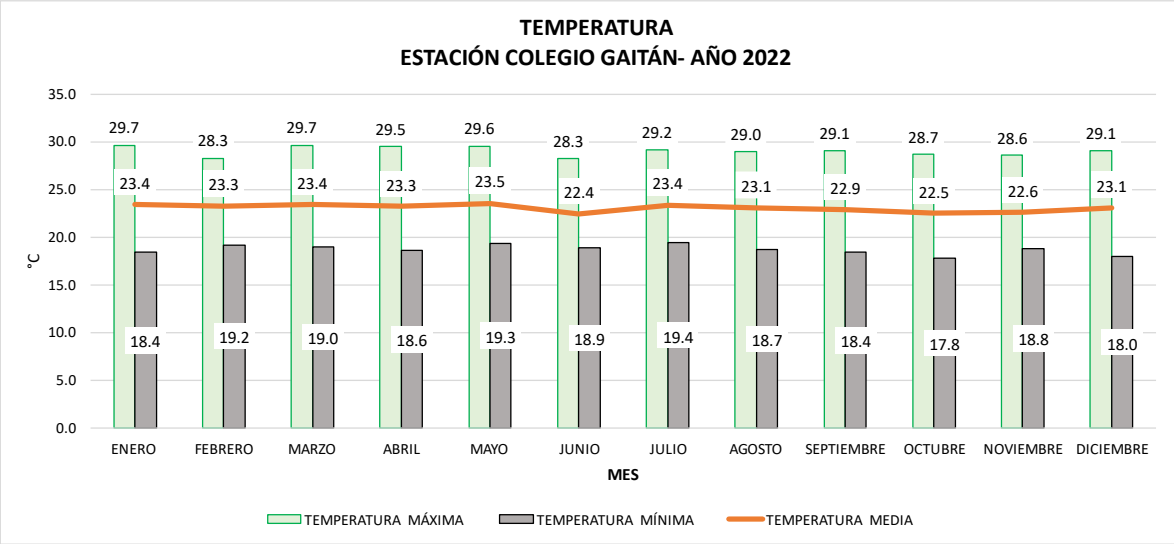


Figura 55 Temperaturas máximas y mínimas mensuales años 2022

14.3.2 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 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.

Estación Hospital local del Norte

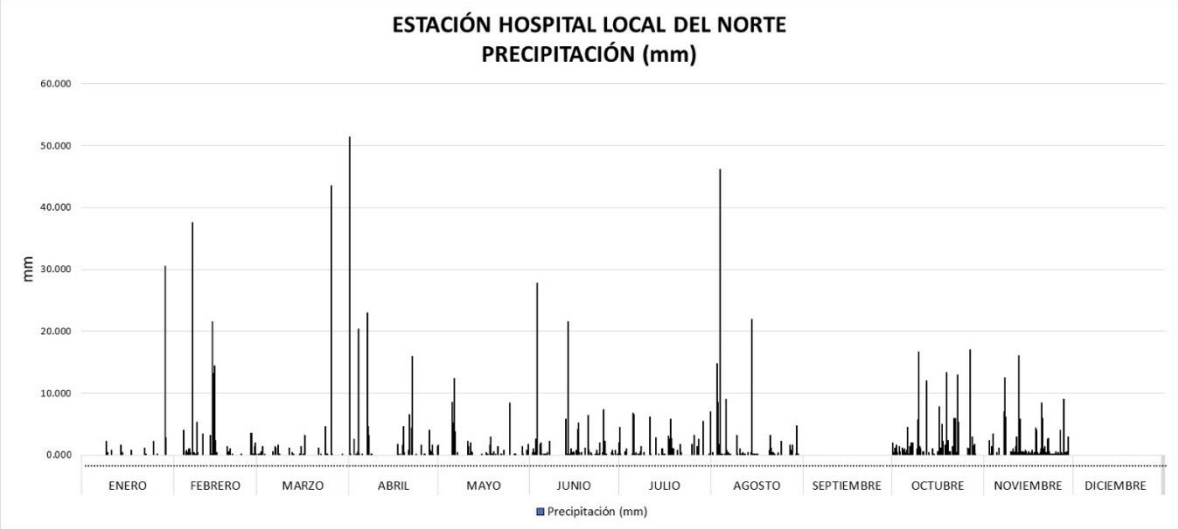


Figura 56 Comportamiento precipitación anual 2022

La precipitación para la estación del hospital del norte en el año 2022 refleja que en los primeros meses del año fue donde hubo menos lluvias periodo en el que concentración de PM 2.5 estuvo más alta, los meses donde mayor promedio de lluvias acumulado hubo fue en septiembre, octubre y diciembre según la Figura 57

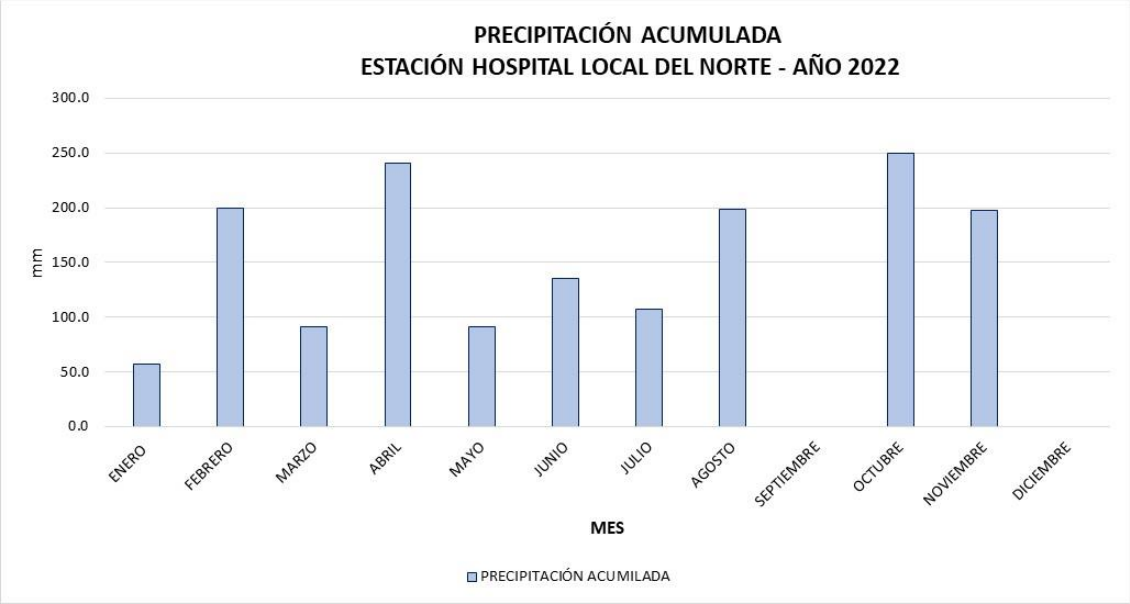


Figura 57 Precipitación acumulada por mes año 2022

Estación Piedecuesta

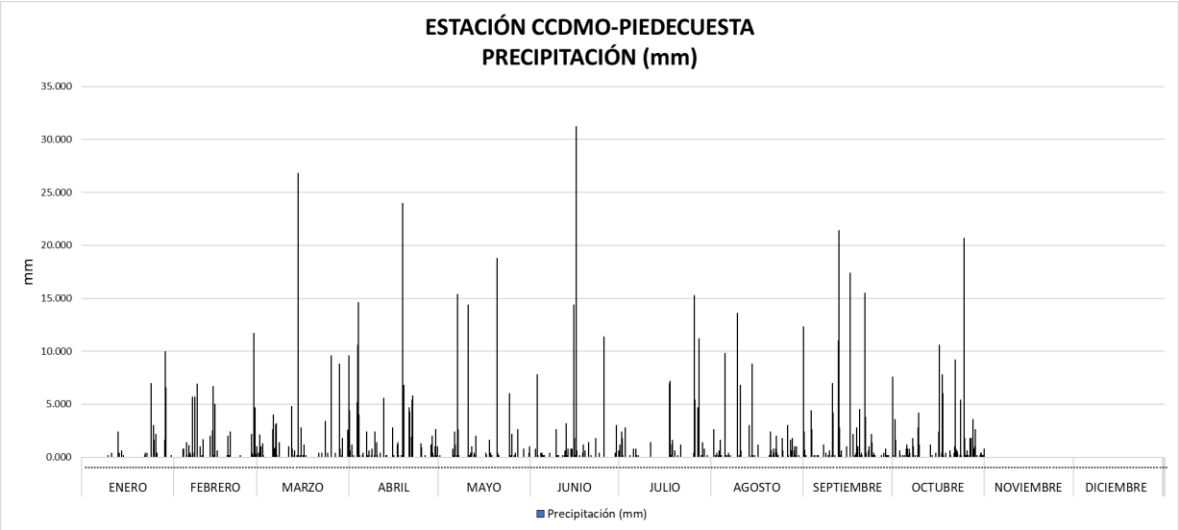


Figura 58 Comportamiento precipitación anual 2022

Para la estación de Piedecuesta las lluvias se concentran principalmente en los meses de abril y octubre donde según la Figura 59 hay un acumulado de lluvias por encima de los 180 mm, cabe destacar que en los primeros meses del año y en el mes de julio es donde se presentan menos lluvias.

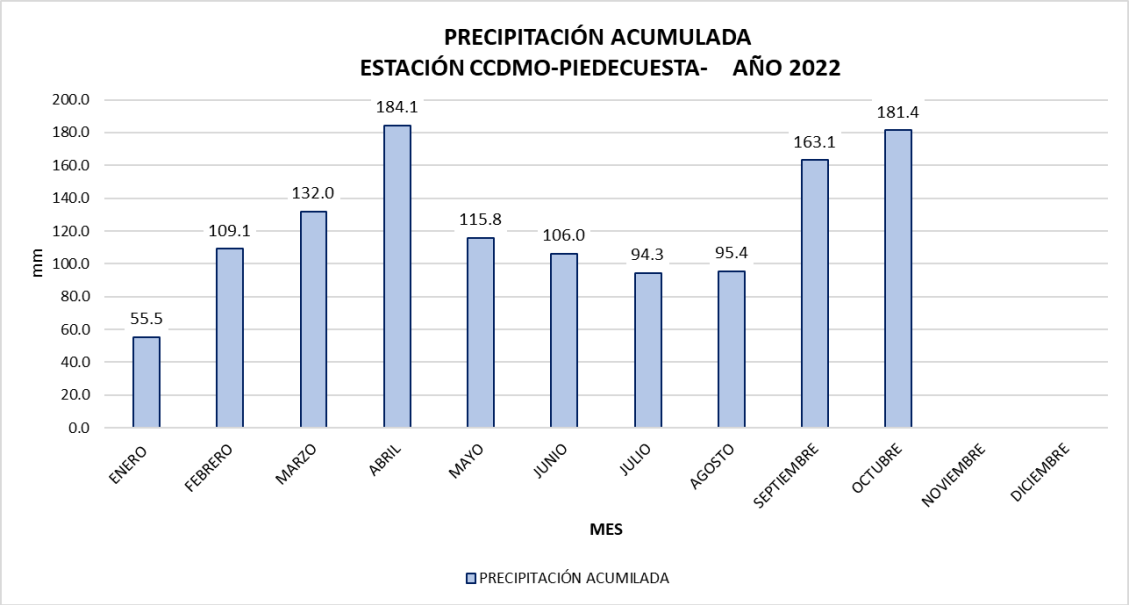


Figura 59 Precipitación acumulada por mes año 2022

Estación Club Unión

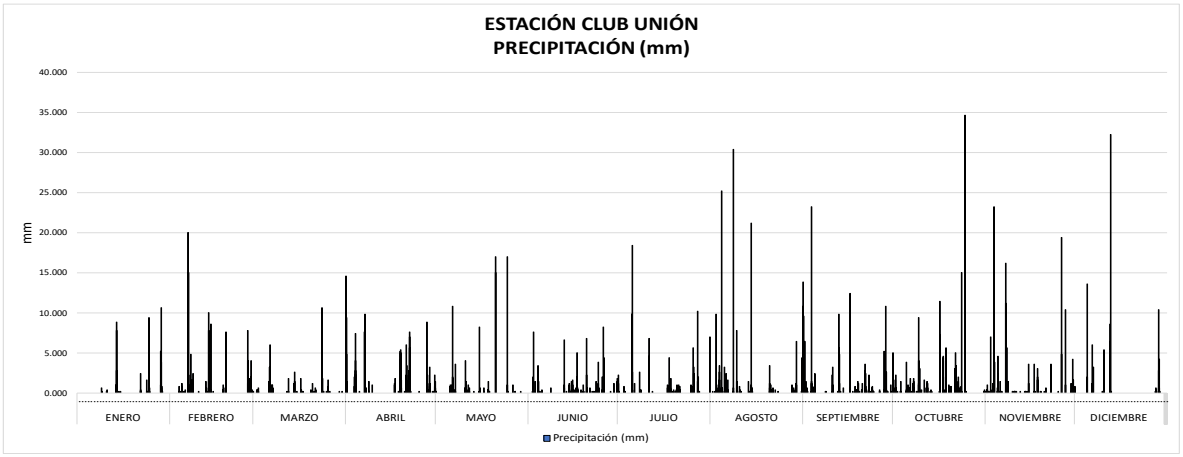


Figura 60 Comportamiento precipitación anual 2022

La precipitación para la estación ubicada en el club unión estuvo más constante durante el año, aunque los valores acumulados estuvieron por debajo de los presentados en las estaciones de Hospital del norte y de Piedecuesta, como se observa en la Figura 61 los meses de septiembre y octubre presentan mayor cantidad de precipitación acumulada, y el mes de enero y marzo menos lluvias.

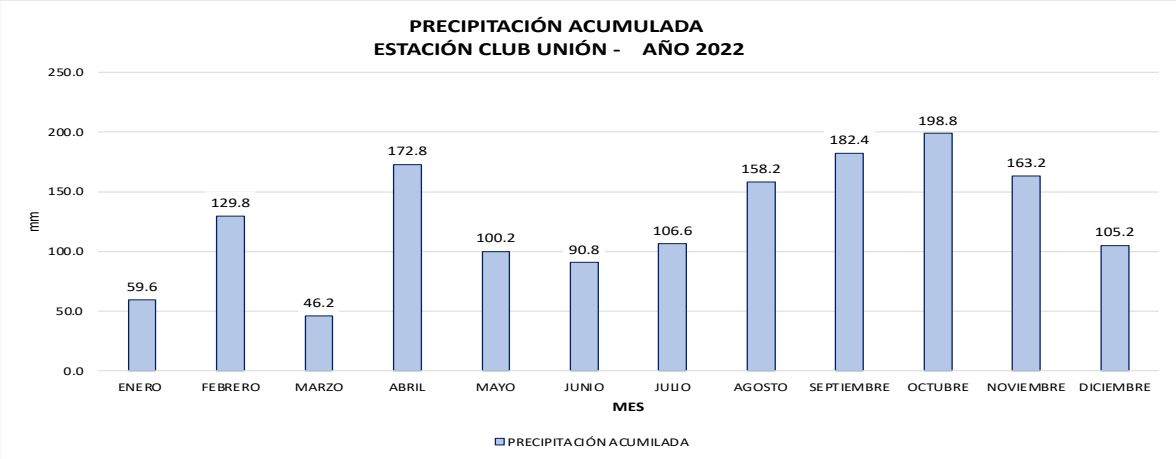


Figura 61 Precipitación acumulada por mes año 2022

Estación Colegio Gaitán.

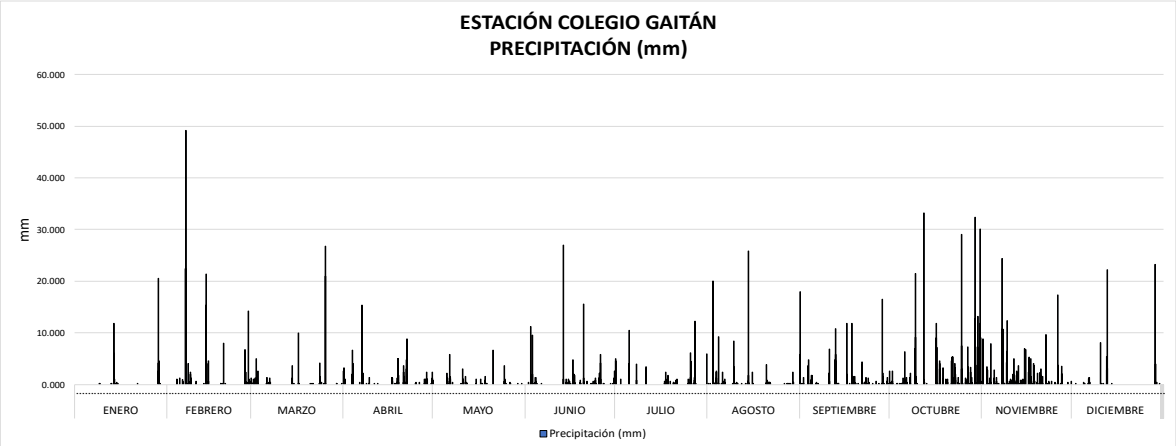


Figura 62 Comportamiento precipitación anual 2022

La estación del colegio Gaitán presenta una intensidad de lluvias alta en el mes de febrero como se ve en la Figura 62, sin embargo, la precipitación acumulada más alta se presenta en los meses de octubre y noviembre (Ver Figura 63), los meses de menos lluvias fueron el mes de enero y mayo del año 2022.

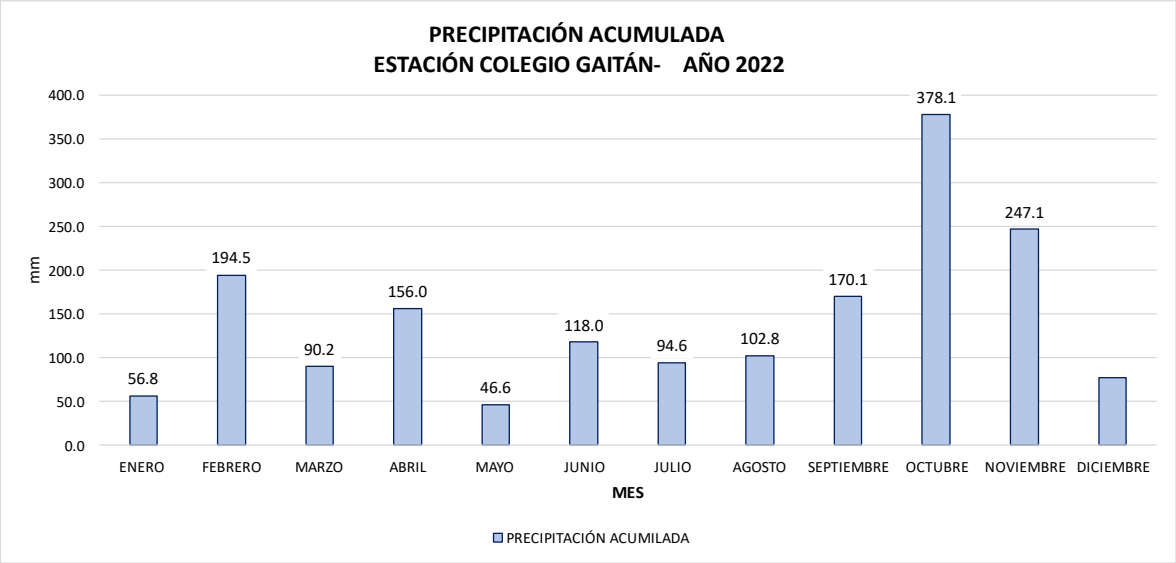


Figura 63 Precipitación acumulada por mes año 2022

14.3.3 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 Figura 64 a la Figura 67), el comportamiento en todo el año 2022 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

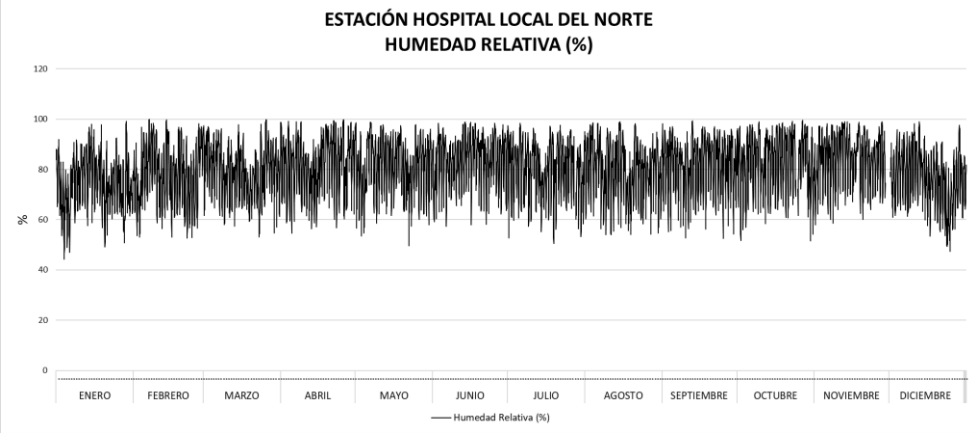


Figura 64 Comportamiento humedad relativa anual 2022

Estación Piedecuesta

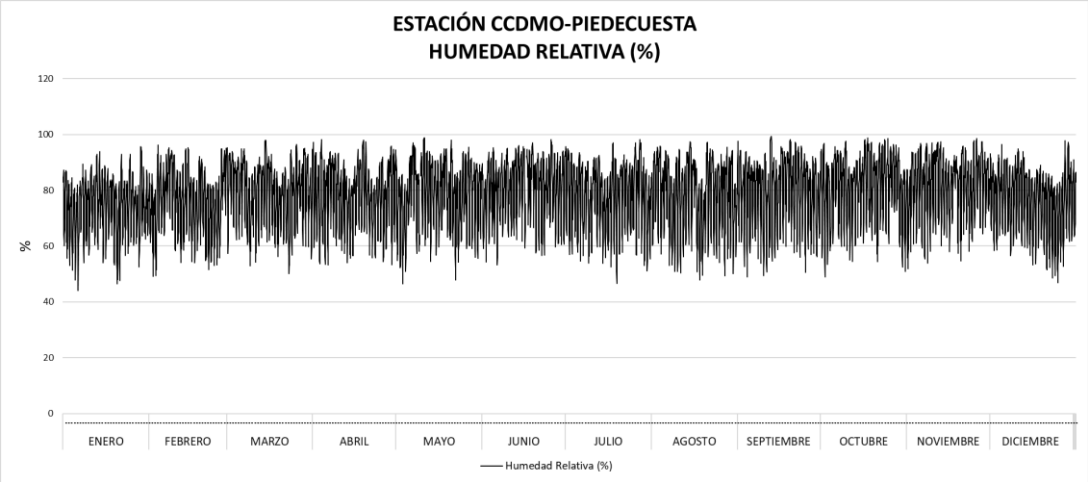


Figura 65 Comportamiento humedad relativa anual 2022

Estación Club Unión.

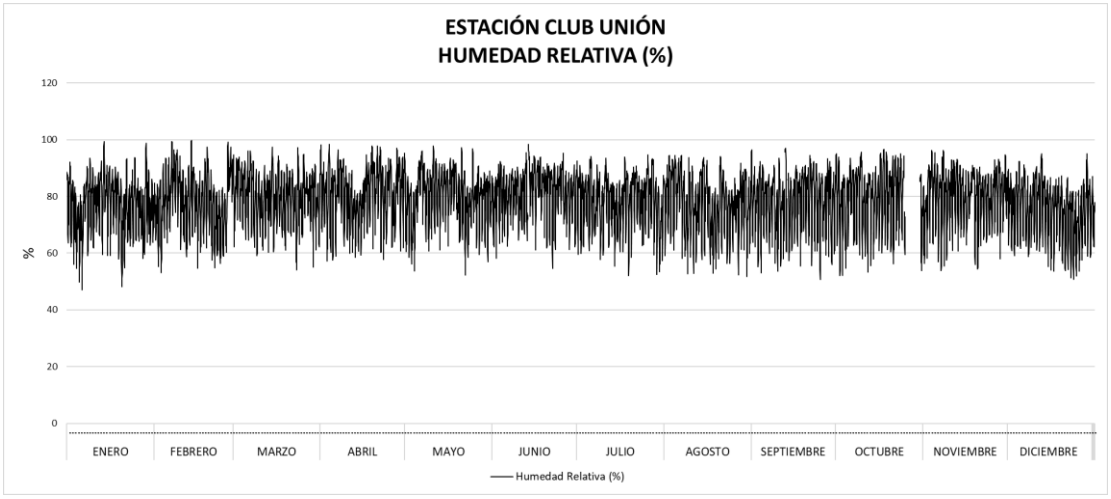


Figura 66 Comportamiento humedad relativa anual 2022

Estación Colegio Gaitán

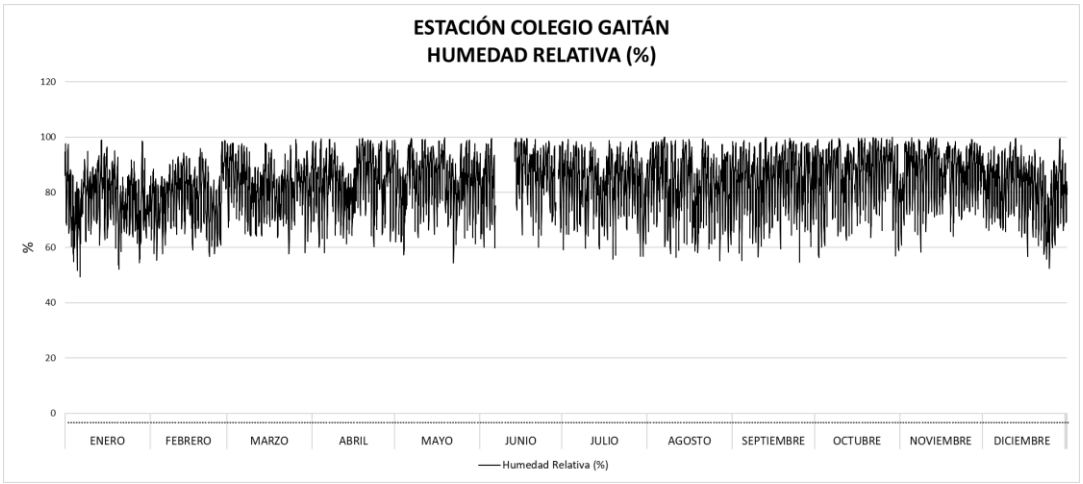


Figura 67 Comportamiento humedad relativa anual 2022

14.3.4 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.

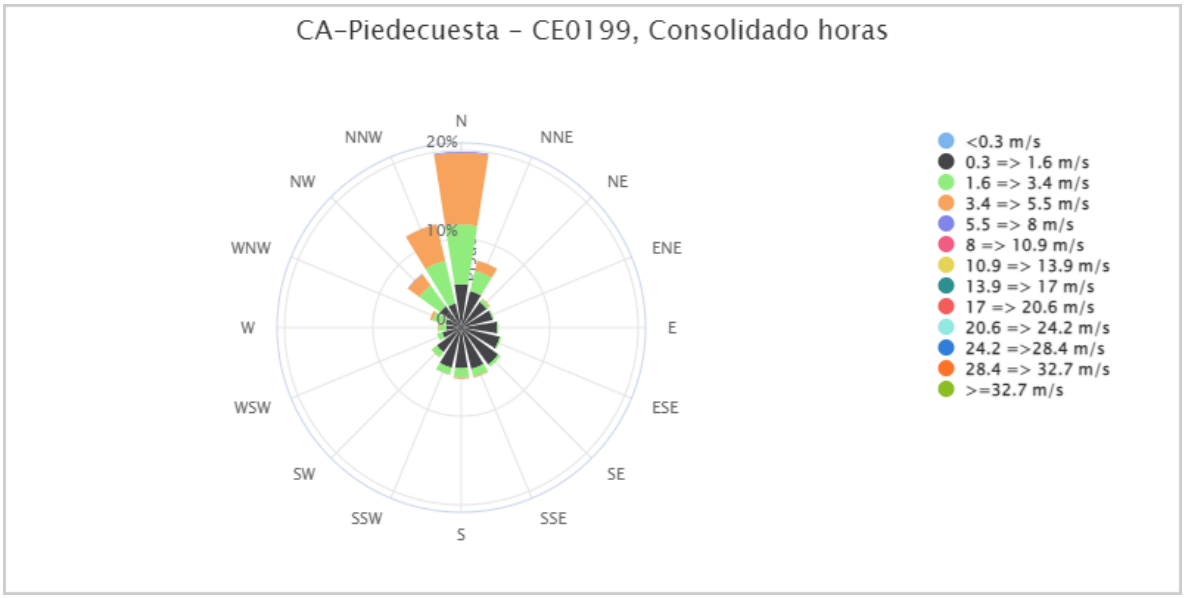


Figura 68 Rosa de Vientos estación Piedecuesta año 2022

Rosa de vientos diurna (06:00 a 17:00 horas) Rosa de vientos nocturna (18:00 a 05:00 horas)

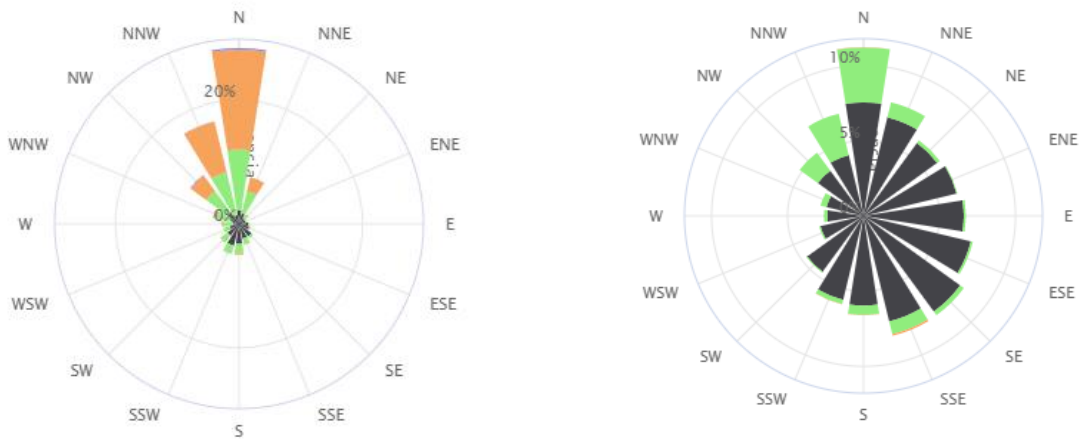


Figura 69 Rosa de Vientos horarios diario y nocturno estación Piedecuesta año 2022

ESTACIÓN CLUB UNIÓN

Para la estación Club Unión, la velocidad y la dirección del viento en el año 2022 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

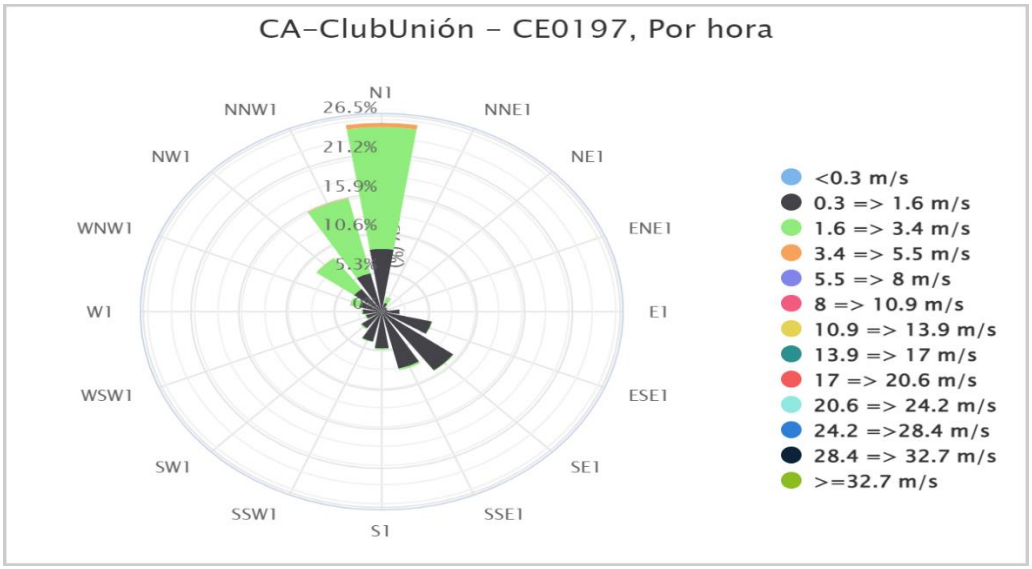


Figura 70 Rosa de vientos estación Club Unión año 2022

Rosa de vientos diurna (06:00 a 17:00 horas) Rosa de vientos nocturna (18:00 a 05:00 horas)

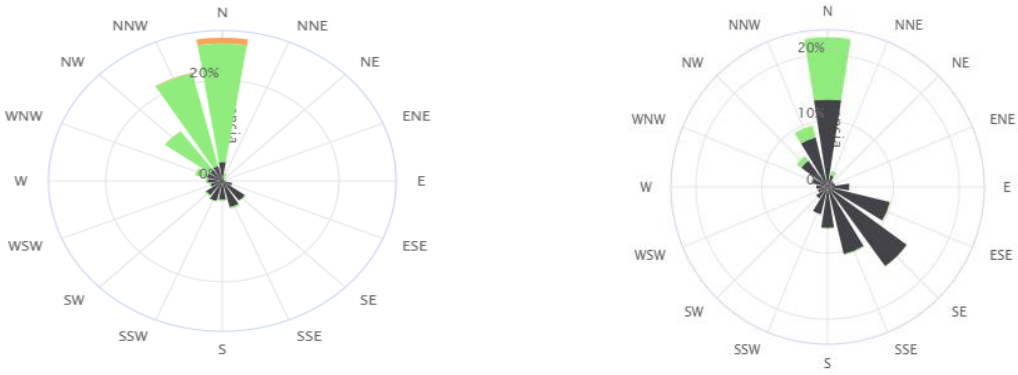


Figura 71 Rosa de vientos diurna y nocturna estación Club Unión año 2022

ESTACIÓN COLEGIO GAITÁN

Para la Estación Colegio Gaitán, la velocidad y la dirección del viento para el año 2022 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

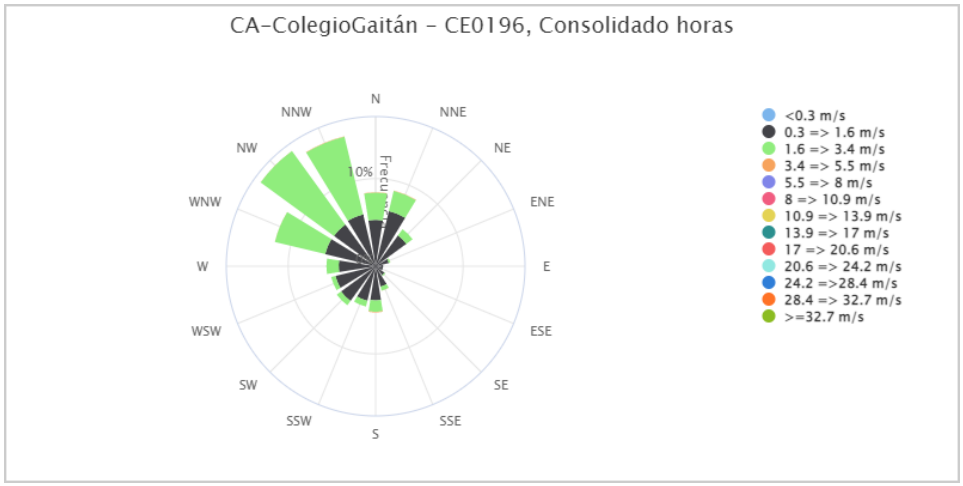
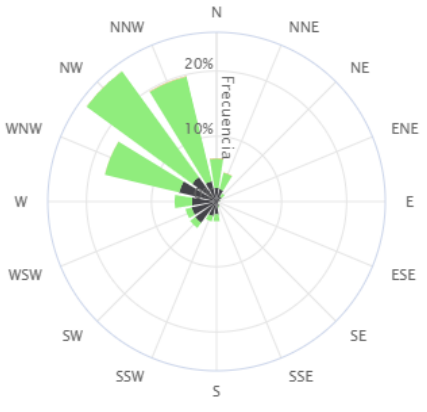


Figura 72 Rosa de vientos estación Colegio Gaitán año 2022

Rosa de vientos diurna (06:00 a 17:00 horas)



Rosa de vientos nocturna (18:00 a 05:00 horas)

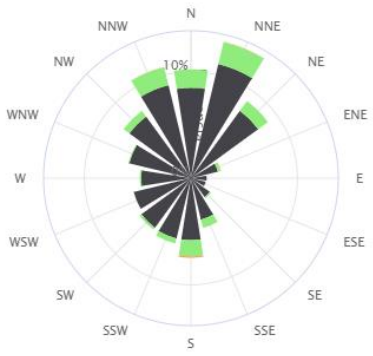


Figura 73 Rosa de Vientos diurno y nocturno estación Colegio Gaitán año 2022

ESTACIÓN HOSPITAL LOCAL DEL NORTE

Para la estación Hospital Local del Norte, la velocidad y la dirección del viento en el año 2022 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

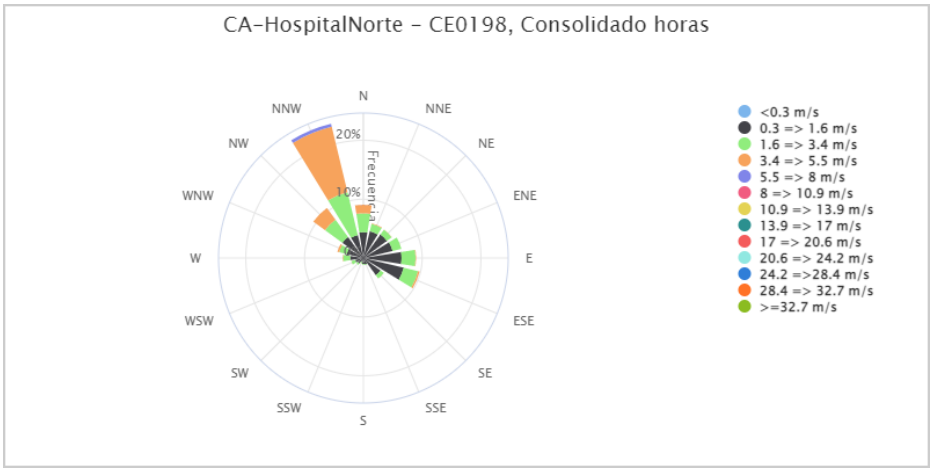


Figura 74 Rosa de vientos estación Hospital Local del Norte año 2022

Rosa de vientos diurna (06:00 a 17:00 horas) Rosa de vientos nocturna (18:00 a 05:00 horas)

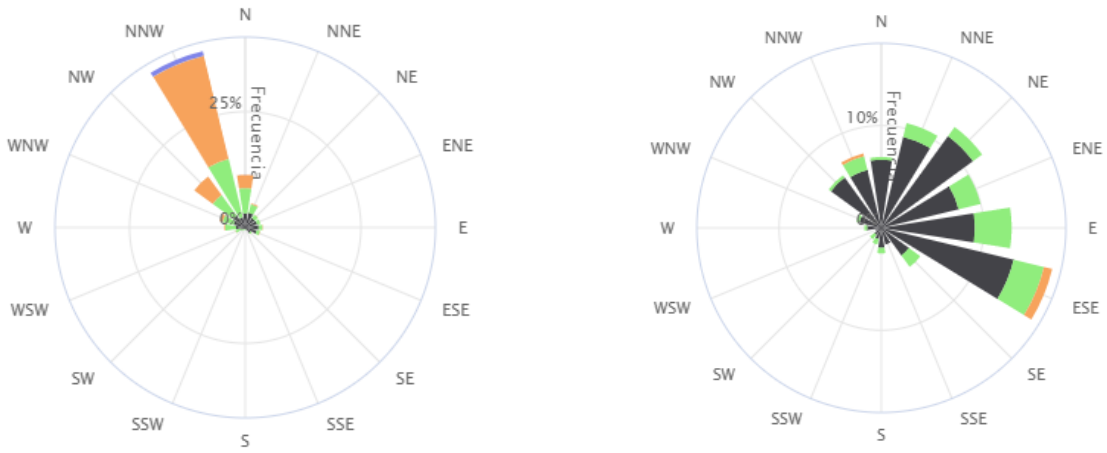


Figura 75 Rosa de vientos diurno y nocturno de la estación Hospital Local del Norte año 2022

14.4 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, NO_2, etc…), por ende no es posible para el tiempo de este informe (año 2022) determinar áreas-fuente de contaminación para ninguno de los contaminantes medidos en las estaciones del SVCA de la CDMB.

14.5 Estudios especiales

Durante el año 2022, en convenio de cooperación No 13364-17 del 2021 entre la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga y la Universidad Pontificia Bolivariana, se formuló el Plan de Gestión de la Calidad del Aire de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga – CDMB, para los municipios del Área Metropolitana de Bucaramanga, conforme lo establecido en la Resolución MADS No. 2254 de 2017 y la política para el mejoramiento de la calidad del aire, el plan es una herramienta que propone una serie de medidas y acciones a partir del conocimiento de los diferentes sectores productivos que, en sus procesos, generan emisiones de contaminantes atmosféricos, principalmente, los que representan mayores riesgos para la salud y la atmosfera (CDMB-UPB, 2022). Para la formulación del plan de gestión de calidad de aire, se realizó un inventario de emisiones año base 2021 que tuvo en cuenta tanto el área urbana como el área rural de los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta, este inventario se realizó con el propósito de conocer la distribución y estado de los procesos realizados y comportamiento de las diferentes fuentes de emisiones encontradas en los municipios de interés, constituyendo una herramienta esencial en la definición de los planes de reducción de la contaminación, siendo soporte en la toma de decisiones frente a medidas para mejorar la calidad del aire. De igual forma, el inventario de emisiones es una herramienta importante en la identificación de las zonas con mayor aporte de emisiones e impacto en la calidad del aire.

Adicional al Plan de Gestión para la Calidad del Aire de la CDMB, se formuló

también el Plan para la atención de episodios de contaminación del aire de la CDMB que contiene un contexto internacional y nacional, el marco normativo que regula los planes de atención de episodios en Colombia, la caracterización de la zona, el diagnóstico de calidad del aire, las medidas tendientes a mitigar o reducir la contaminación en estos periodos y a prevenir la exposición de la población a altos niveles de contaminación atmosférica y un procedimiento de actuación para la implementación del Plan. (CDMB - UPB, 2022)

Por medio de la Resolución 1233 del 15/09/2022 de la CDMB, se adoptaron los planes anteriormente mencionados con la finalidad de alcanzar los estándares definidos para el año 2030, de conformidad con lo establecido en la norma de calidad de aire Resolución 2254 de 2017 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

A modo de resumen se presenta listado de los documentos generados:

- Inventario de fuentes de emisiones año base 2021
- Plan de Gestión de la Calidad de Aire de la CDMB
- Plan para la atención de episodios de contaminación del aire de la CDMB
- Resolución 1233 del 15/09/2022, por medio del cual se adopta el plan estratégico para la gestión de la calidad del aire.

La CDMB también, se vinculó como entidad colaboradora regional del proyecto de investigación titulado “Calidad del aire y salud ambiental urbana en cinco ciudades de Colombia” cuyo objetivo es el de estimar la exposición crónica a contaminantes del aire y ruido ambiental y su variación geográfica y evaluar sus efectos sobre la

salud humana en las ciudades de Barranquilla, Bogotá, Bucaramanga, Cali, y Medellín. Este proyecto es desarrollado por la Universidad Industrial de Santander UIS y cofinanciado por Minciencias.

15 CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

15.1 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 permanentemente, para la vigencia del año 2022, se realizaron los siguientes seguimientos.

Tabla 74. Seguimientos de control Fuentes Fijas - vigencia año 2022

Empresa	Equipo Evaluado	Parámetros Evaluados	Periodicidad
Dstraves	Sistema Control Olores	MP H_2S	2 años 1 año
	Lavador de Gases		2 años
	Caldera	NH_3	3 años
Edepsa esp sas	Caldera Vertical	NO_X	3 años
Pollos El Bucanero	Caldera JCT	MP SO_2 NO_X	3 años 1 año 2 años
Ladrillos y Tubos SAS	Horno Tipo Hoffman	MP NO_X	1 año 3 años

Empresa	Equipo Evaluado	Parámetros Evaluados	Periodicidad
Colbeef sas	Caldera Auxiliar Termovapor	NO_2	3 años
Alimentos Finca sas	Caldera 2 JCT	NO_2	1 año
Asfaltar sas	Planta Elva 60	MP SO_2 NO_X	6 meses 3 años 2 años
	Caldera Pirotubular	NO_X	3 años
Operadora Avícola Colombia	Caldera Pirotubular	NO_2	3 años
Paviandi sas	Tambor Quemador ABL Elva 60	NO_x	3 años
Cementerio Arquidiocesano B/ga	Horno Crematorio INCOL	MP CO HC_T	6 meses 6 meses 6 meses
Jardines la Colina sas	Horno Crematorio TKF-2001	MP CO HC_T Benzoapireno DIbenzoantraceno	6 meses 6 meses 6 meses 36 meses 36 mese
Inversiones Rugo	Horno Hoffman	MP SO_2 NO_2	1 año 1 año 3 años

15.2 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

16 CONCLUSIONES

- De acuerdo con los datos obtenidos de PM_{10} para el año 2022, 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 2022, 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 diario establecido en la Resolución MADS No. 2254 de 2017.

- De acuerdo con los datos obtenidos de O_3 para el año 2022, 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 NO_2 para el año 2022, 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 SO_2 para el año 2022, 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 2022, 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 2022, 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 PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, NO_2, SO_2 y CO durante el año 2022, 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 y ACEPTABLE 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.