



INFORME DE RECURSOS NATURALES 2020



Subdirección de Ordenamiento y Planificación Integral del Territorio

Dr. JUAN CARLOS REYES NOVA

Director General

Ing. Esp. LEONEL ENRIQUE ROA

Subdirector de Ordenamiento y Planificación Integral del Territorio

Ing. Esp. MARIA CARMENZA VICINI MARTINEZ

Coordinadora Gestión del Conocimiento e Investigación Ambiental

Qca. OLGA JOHANNA SANABRIA SUESCUN

Profesional Especializada

Ing. JOHANNA PATRICIA ARDILA LERMA

Profesional Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire

Tnlgo. GINA RIVERA SÁNCHEZ

Tecnólogo Red Hidroclimatológica

CONTENIDO

CAPITULO I. RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE	13
Introducción.....	13
Objetivos.....	14
1.1. Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire.....	14
1.2. Norma de Calidad del Aire.....	15
1.3. Análisis del Monitoreo de los Contaminantes Criterio	17
1.3.1. Evaluación de la cantidad y calidad de los datos	18
1.3.1.1. Porcentaje de captura de datos de los equipos.....	18
1.3.1.2. Porcentaje de datos válidos.....	19
1.3.2. Comportamiento de la concentración de PM10 en el cuarto trimestre	20
1.3.3. Comportamiento anual de la concentración de PM10.....	22
1.3.3.1. Comportamiento mensual de la concentración de PM10	23
1.3.3.2. Comportamiento histórico de la concentración de PM10	24
1.3.4. Comportamiento de la concentración de PM2.5 en el cuarto trimestre	25
1.3.5. Comportamiento anual de la concentración de PM2.5.....	26
1.3.5.1. Comportamiento mensual de la concentración de PM2.5	27
1.3.5.2. Comportamiento histórico de la concentración de PM2.5	28
3.6. Comportamiento de la concentración de Dióxido de Nitrógeno	29
3.7. Resultados meteorológicos	30
1.3.7.1. Comportamiento de la Precipitación.....	31
1.3.7.2. Comportamiento de la Temperatura	32
1.3.7.3. Comportamiento de la Humedad Relativa.....	35
1.3.7.4. Comportamiento de la Dirección y Velocidad del Viento.....	38
1.3.7.5. Comportamiento de la Radiación Solar	41
1.3.8. Registro de puntos de calor	42
1.3.9. Índice de la Calidad del Aire del Área Metropolitana de Bucaramanga.....	44
Conclusiones.....	46
CAPITULO II. RED DE MONITOREO HIDROCLIMATOLOGICA	48

Introducción.....	48
2.1. Objetivos.....	49
2.1.1. Objetivo general	49
2.1.2. Objetivos específicos.....	49
2.2. Alcance	49
2.3. Estaciones hidroclimatológicas.	49
2.3.1. Estaciones Climatológicas Automáticas	49
2.3.2. Estaciones hidrológicas de nivel.	51
2.4. Metodología.....	54
2.5. Red Hidroclimatológica de la CDMB	55
2.6. Reporte de Estaciones climatológicas Automáticas	58
2.6.1. Cuenca Cachira Sur	58
2.6.1.1. Estación Betania.....	59
2.6.1.2. Estación Sena Aguas Calientes.....	62
2.6.1.3. Estación La Naranjera	65
2.6.1.4. Estación La Aguada.....	68
2.6.1.5. Estación Turbay	71
2.6.2. Subcuenca Río Negro.....	74
2.6.2.1. Estación el Cairo.....	74
2.6.2.2. Estación Santa Cruz de la Colina	77
2.6.3. Subcuenca Río Salamaga	80
2.6.3.1. Estación El Diamante.....	80
2.6.4. Subcuenca Río Suratá.....	80
2.6.4.1. Estación Lago Alto	81
2.6.4.2. Estación El Roble	83
2.6.5. Sub cuenca Lebrija Alto.....	86
2.6.5.1. Estación El Pantano	86
2.6.6. Sub cuenca Río de Oro.....	90
2.6.6.1. Estación La Judía	90
2.6.6.2. Estación Acapulco	93
2.6.6.3. Estación El Rasgón.....	96
2.6.6.4. Estación Club Campestre.....	99
2.6.6.5. Estación Florida.....	101
2.6.6.6. Estación Ciudadela	104

2.6.6.7.	Estación Norte	107
2.6.6.8.	Estación Portugal.....	109
2.6.6.9.	Estación CDMB.....	111
2.7.	Estaciones hidrológicas de niveles	114
2.7.1.	Sub Cuenca Río de Oro.....	114
2.7.1.1.	Estación El Rasgón.....	114
2.7.1.2.	Estación Bocas.....	117
2.8.	Consolidación.....	119

CAPITULO III RED DE CALIDAD Y CANTIDAD DE AGUA..... 124

OBJETIVOS	126
3.1. ALCANCE.....	126
3.2. PROGRAMA MONITOREO DE CORRIENTES.....	126
3.2.1. Estación hidrológica y de calidad RL-02 BOCAS.....	131
3.2.2. Parámetros evaluados en la red de monitoreo de calidad del agua.....	131
3.2.3. Análisis de calidad del agua	133
3.2.3.1. Índice de Calidad del Agua.....	133
3.2.3.1.1. Cálculo del Índice de Calidad del Agua - ICA's IDEAM.....	135
3.2.3.1.2. Índices de contaminación ICO'S.....	139
3.2.3.1.2.1. Índice de contaminación por mineralización – ICOMI.....	140
3.2.3.1.2.2. Índice de contaminación por Materia Orgánica – ICOMO.....	141
3.2.3.1.2.3. Índice de contaminación por Sólidos Suspendedos – ICOSUS.....	142
3.2.3.1.2.4. Índice de contaminación Trófico – ICOTRO.....	142
3.2.4. Resultados del programa de monitoreo.....	142
3.2.4.1. Comparación de los índices de calidad 2019 - 2020.....	144
3.2.5. Resultados por Corriente.....	151
3.2.5.1. Río de Oro y sus principales afluentes	151
3.2.5.1.1. Índice de calidad río de Oro	152
3.2.5.1.3. Índices de Contaminación ICOs río de Oro	156
3.2.5.2. Sistema quebrada La Iglesia	158
3.2.5.2.2. Índices de Contaminación ICOs sistema La Iglesia.....	160
3.2.5.3. Quebradas de la escarpa de Bucaramanga.....	161
3.2.5.3.1. Índices de calidad quebradas de la Escarpa.....	162

3.2.5.3.2.	Índices de contaminación ICOs Escarpa occidental	163
3.2.5.4.	Río Frío y principales afluentes	165
3.2.5.4.1.	Índice de calidad ICA río Frío.....	165
3.2.5.4.3.	Índices de Contaminación ICOs río Frío.....	167
3.2.5.5.	Río Lebrija y sus afluentes principales	170
3.2.5.5.1.	Índice de calidad río Lebrija.....	170
3.2.5.5.2.	Índice de calidad tributarios río Lebrija	171
3.2.5.5.3.	Índices de contaminación río Lebrija	173
3.2.5.5.4.	Índice de contaminación ICO's tributarios del río Lebrija	174
3.2.5.6.	Ríos Manco y Umpalá	175
3.2.5.6.1.	Índice de calidad río Manco y Umpalá	176
3.2.5.6.2.	Índices de contaminación ICOs Río Manco y Umpalá	177
3.2.5.7.	Zona de Páramo quebrada Arenales y río Jordán	178
3.2.5.7.2.	Índice de contaminación ICO's zona de Páramo	179
3.2.5.8.	Río Suratá y sus principales afluentes	180
3.2.5.8.2.	Índice de calidad tributarios río Suratá.....	182
3.2.5.8.3.	Índices de contaminación ICOs río Suratá.....	183
3.2.5.8.4.	Índices de Contaminación ICOs tributarios del Río Surata	184
3.2.5.9.	Río Vetas.....	185
3.2.5.9.1.	Índice de calidad río Vetas	186
3.2.5.9.2.	Índice de contaminación río Vetas	187
3.3.	Cianuro y metales pesados en zona minera	188
3.4.	ESTACIÓN HIDROLÓGICA Y DE CALIDAD, PUNTO RL-02 BOCAS	192
3.5.	CONCLUSIONES.....	196

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estaciones del SVCA de la CDMB y el AMB	15
Tabla 2. Niveles Máximos Permisible de Contaminantes Criterio en el aire	16
Tabla 3. Descripción del ICA, sus efectos y Puntos de Corte.....	16
Tabla 4. Porcentaje de Datos Capturados por Equipos	18
Tabla 5. Porcentaje de Datos Válidos por Estación	19
Tabla 6. Concentración de PM10 trimestre Oct - Dic 2020	22
Tabla 7. Promedio anual de PM10, año 2020.....	23
Tabla 8. Concentración promedio mensual de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24
Tabla 9. Histórico Promedio Anual PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	25
Tabla 10. Concentración de PM2.5 trimestre Oct - Dic 2020	26
Tabla 11. Promedio anual de PM2.5, año 2020	27
Tabla 12. Concentración de PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) por mes	28
Tabla 13. Histórico Promedio Anual PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	29
Tabla 14. Promedio anual de NO2, año 2020.....	30
Tabla 15. Precipitación acumulada mensual y anual, año 2020.....	32
Tabla 16. Temperatura promedio mensual, año 2020	33
Tabla 17. Comportamiento horario de la Temperatura durante el año 2020.....	34
Tabla 18. Humedad relativa promedio mensual, año 2020	35
Tabla 19. Comportamiento horario Humedad Relativa durante el año 2020	37
Tabla 20. Velocidad promedio mensual, año 2020.....	38
Tabla 21. Comportamiento horario de la radiación solar durante el año 2020.....	41
Tabla 22. Cantidad de puntos calientes año 2020.....	43
Tabla 23. ICA Mensual para contaminantes criterio PM10	45
Tabla 24. ICA Mensual para contaminantes criterio PM2.5	45
Tabla 25. Listado de estaciones climatológicas automáticas.....	57
Tabla 26. Listado de estaciones de niveles.....	58
Tabla 27. Monitoreo de la Red de Calidad y cantidad de Agua CDMB	127
Tabla 28. Parámetros evaluados fisicoquímicos y microbiológicos	132
Tabla 29. Parámetros evaluados en campo de la Red de Monitoreo de Calidad de Agua.....	132
Tabla 30. Variables ICA (IDEAM).....	135
Tabla 31. Intervalos ICA (IDEAM)	139
Tabla 32. Rangos establecidos para los índices de contaminación del agua - ICO's	140
Tabla 33. Rangos establecidos para el ICOTRO.	142
Tabla 34. Índices de Calidad de Agua en puntos de monitoreo 2020.....	143
Tabla 35. Índices de Calidad de Agua en puntos de monitoreo años, 2019 y 2020.	144
Tabla 36. Sumatoria ICAS 2019 -2020.....	147
Tabla 37. Índice de calidad de agua - río de Oro.....	153
Tabla 38. Índice de calidad de agua - tributarios río de Oro.	154
Tabla 39. Índices de contaminación - río de Oro	156
Tabla 40. Índices de contaminación - tributarios río de Oro.	157
Tabla 41. Índice de calidad de agua - Sistema Iglesia.....	159
Tabla 42. Índices de contaminación - Sistema Iglesia.....	160
Tabla 43. Índice de calidad de agua - Escarpa Occidental.....	162

Tabla 44. Índices de contaminación - Escarpa Occidental.....	164
Tabla 45. Índice de calidad de agua - río Frío	166
Tabla 46. Índice de calidad de agua - tributarios río Frío	167
Tabla 47. Índices de contaminación - río Frío	168
Tabla 48. Índices de contaminación - tributarios río Frío.....	169
Tabla 49. Índice de calidad de agua - río Lebrija.	171
Tabla 50. Índice de calidad de agua - tributarios río Lebrija.....	172
Tabla 51. Índices de contaminación - río Lebrija.....	173
Tabla 52. Índices de contaminación - tributarios río Lebrija.....	174
Tabla 53. Índice de calidad de agua - río Manco y Umpalá.....	176
Tabla 54. Índices de contaminación - río Manco y Umpalá.....	177
Tabla 55. Índice de calidad de agua - Zona Paramo	179
Tabla 56. Índices de contaminación - Zona Paramo	179
Tabla 57 Índice de Calidad del Agua Río Surata.	181
Tabla 58. Índice de calidad de agua - tributarios río Surata.....	182
Tabla 59. Índices de contaminación - río Surata.	184
Tabla 60. Índices de contaminación - tributarios río Surata.....	185
Tabla 61. Índice de Calidad del Agua Río Vetas.....	186
Tabla 62. Índices de contaminación Río Vetas.	188
Tabla 63. Precipitación en estaciones climáticas. Fuente CDMB.....	196

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Concentración de PM10 24h en el cuarto trimestre del año 2020	21
Gráfico 2. Concentraciones mensuales de PM10 por estaciones, año 2020	23
Gráfico 3. Concentración de PM2.5 24h en el cuarto trimestre del año 2020	26
Gráfico 4. Concentraciones mensuales de PM2.5 por estaciones, año 2020	27
Gráfico 5. Comportamiento temporal NO ₂ 1H, año 2020	30
Gráfico 6. Precipitación acumulada anual, año 2020.....	31
Gráfico 7. Precipitación acumulada mensual, año 2020	32
Gráfico 8. Temperatura promedio mensual, año 2020.....	33
Gráfico 9. Comportamiento horario Temperatura, año 2020.....	35
Gráfico 10. Humedad relativa promedio mensual, año 2020.....	36
Gráfico 11. Humedad relativa promedio horario, año 2020	37
Gráfico 12. Velocidad promedio mensual, año 2020.....	39
Gráfico 13. Rosa de vientos año 2020	40
Gráfico 14. Comportamiento horario de velocidad del viento.....	41
Gráfico 15. Comportamiento horario de la dirección del viento	41
Gráfico 16. Radiación solar media horaria, año 2020.....	42
Gráfico 17. Comparación PM2.5 con Puntos de Calor.....	44
Gráfico 18. Precipitación Estación Betania	60
Gráfico 19. Temperatura Estación Betania	60
Gráfico 20. Humedad Relativa Estación Betania.....	61
Gráfico 21. Radiación solar Estación Betania	61
Gráfico 22. Índice máximo UV Estación Betania.....	62
Gráfico 23. Precipitación Estación Sena Aguas Calientes.....	63
Gráfico 24. Temperatura Estación Sena Aguas Calientes	63
Gráfico 25. Humedad relativa Estación Sena Aguas Calientes	64
Gráfico 26. Radiación solar acumulada Estación Sena Aguas Calientes.....	64
Gráfico 27. Precipitación Estación la Naranjera.....	65
Gráfico 28. Temperatura Estación la Naranjera.....	66
Gráfico 29. Humedad relativa Estación la Naranjera.....	67
Gráfico 30. Radiación solar Estación la Naranjera	67
Gráfico 31. Precipitación Estación La Aguada.....	68
Gráfico 32. Temperatura Estación La Aguada.....	69
Gráfico 33. Humedad Relativa Estación La Aguada	69
Gráfico 34. Radiación solar Estación La Aguada	70
Gráfico 35. Índice UV Estación La Aguada	70
Gráfico 36. Precipitación Estación Turbay	71
Gráfico 37. Temperatura Estación Turbay.....	72
Gráfico 38. Humedad relativa Estación Turbay.....	72
Gráfico 39. Radiación solar Estación Turbay	73
Gráfico 40. Índice UV Estación Turbay	73
Gráfico 41. Precipitación Estación el Cairo.....	74
Gráfico 42. Temperatura Estación el Cairo.	75
Gráfico 43. Humedad relativa Estación el Cairo	75

Gráfico 44. Radiación solar Estación el Cairo	76
Gráfico 45. Índice UV Estación el Cairo	76
Gráfico 46. Precipitación Estación Santa Cruz de la Colina.....	77
Gráfico 47. Temperatura Estación Santa Cruz de la Colina	78
Gráfico 48. Humedad relativa Estación Santa Cruz de la Colina	78
Gráfico 49. Radiación solar Estación Santa Cruz de la Colina.....	79
Gráfico 50. Índice UV Estación Santa Cruz de la Colina	79
Gráfico 51. Precipitación Estación Lago Alto	81
Gráfico 52. Temperatura Estación Lago Alto.....	82
Gráfico 53. Humedad relativa Estación Lago Alto.....	82
Gráfico 54. Radiación solar Estación Lago Alto	83
Gráfico 55. Precipitación Estación El Roble	84
Gráfico 56. Temperatura Estación El Roble	84
Gráfico 57. Humedad relativa Estación El Roble	85
Gráfico 58. Radiación solar Estación El Roble.....	85
Gráfico 59. Índice UV Estación El Roble.....	86
Gráfico 60. Precipitación Estación El Pantano.	87
Gráfico 61. Temperatura Estación El Pantano.....	88
Gráfico 62. Humedad relativa Estación El Pantano.....	88
Gráfico 63. Radiación Solar Estación El Pantano.....	89
Gráfico 64. Índice UV Estación El Pantano.	89
Gráfico 65. Precipitación Estación La judía	91
Gráfico 66. Temperatura media Estación la Judía	91
Gráfico 67. Humedad relativa Estación La judía	92
Gráfico 68. Radiación solar máxima Estación la Judía.....	92
Gráfico 69. Índice UV Estación La judía.....	93
Gráfico 70. Precipitación Estación Acapulco	94
Gráfico 71. Temperatura Estación Acapulco.	94
Gráfico 72. Radiación solar Estación Acapulco.	95
Gráfico 73. Índice UV Estación Acapulco.....	95
Gráfico 74. Precipitación Estación El Rasgón	96
Gráfico 75. Temperatura Estación El Rasgón.....	97
Gráfico 76. Humedad relativa Estación El Rasgón.....	97
Gráfico 77. Radiación solar Estación El Rasgón	98
Gráfico 78. Índice UV Estación El Rasgón	98
Gráfico 79. Precipitación Estación Club Campestre.....	99
Gráfico 80. Temperatura Estación Club Campestre	100
Gráfico 81. Humedad relativa Estación Club Campestre	100
Gráfico 82. Estación Club Campestre.....	101
Gráfico 83. Precipitación Estación Florida	102
Gráfico 84. Temperatura Estación Florida.....	102
Gráfico 85. Humedad relativa Estación Florida.....	103
Gráfico 86. Radiación solar Estación Florida	103
Gráfico 87. Índice UV Estación Florida	104
Gráfico 88. Precipitación Estación ciudadela	105
Gráfico 89. Temperatura Estación ciudadela.....	105
Gráfico 90. Humedad relativa Estación ciudadela.....	106

Gráfico 91. Radiación solar Estación ciudadela	106
Gráfico 92. Precipitaciones Estación Norte	107
Gráfico 93. Temperatura Estación Norte.	108
Gráfico 94. Humedad relativa Estación Norte.	108
Gráfico 95. Radiación solar Estación Norte.....	109
Gráfico 96. Temperatura Estación Portugal.....	110
Gráfico 97. Humedad Estación Portugal.....	110
Gráfico 98. Radiación solar Estación Portugal	111
Gráfico 99. Precipitación Estación CDMB.....	112
Gráfico 100. Temperatura Estación CDMB	112
Gráfico 101. Humedad relativa Estación CDMB	113
Gráfico 102. Radiación solar Estación CDMB.....	113
Gráfico 103. Niveles Estación Río de Oro.....	116
Gráfico 104. Niveles Estación Bocas.....	118
Gráfico 105. Red Hidroclimatológica II Semestre, Variable Precipitación.....	119
Gráfico 106. Red Hidroclimatológica II Semestre, Variable Temperatura Max.	120
Gráfico 107. Red Hidroclimatológica II Semestre, Variable Temperatura promedio.	121
Gráfico 108. Red Hidroclimatológica II Semestre, Variable Humedad relativa.	122
Gráfico 109. Red Hidroclimatológica I Semestre, Variable Radiación solar.	123
Gráfico 110. Índices de Calidad de Agua 2019 vs 2020.....	148
Gráfico 111. Índices de Calidad de Agua (NSF) 2016 a 2020.....	149
Gráfico 112. Índices de Calidad de Agua IDEAM 2016 a 2020.	150
Gráfico 113. ICAS 2020 en puntos de monitoreo. Fuente CDMB.	150
Gráfico 114. Índices de calidad de agua - río de Oro	153
Gráfico 115. Índice de calidad de agua - tributarios río de Oro.....	155
Gráfico 116. Índices de contaminación - río de Oro.....	157
Gráfico 117. Índices de contaminación tributarios - río de Oro.	158
Gráfico 118. Índices de calidad de agua - Sistema Iglesia.....	159
Gráfico 119. Índices de contaminación - Sistema Iglesia.....	161
Gráfico 120. Índices de calidad de agua - Escarpa Occidental.....	163
Gráfico 121. Índices de contaminación - Escarpa Occidental	164
Gráfico 122. Índices de calidad de agua - río Frío.....	166
Gráfico 123. Índices de calidad de agua tributarios - río Frío	167
Gráfico 124. Índices de contaminación - río Frío	168
Gráfico 125. Índices de contaminación tributarios - río Frío.....	169
Gráfico 126. Índice de calidad de agua - río Lebrija	171
Gráfico 127. Índice de calidad de agua - tributarios río Lebrija.	172
Gráfico 128. Índices de contaminación - río Lebrija.	173
Gráfico 129. Índices de contaminación tributarios - río Lebrija.....	175
Gráfico 130. Índice de calidad de agua - río Manco y Umpalá	176
Gráfico 131. Índices de contaminación - río Manco y Umpalá.....	177
Gráfico 132. Índice de calidad de agua - Zona Paramo	179
Gráfico 133. Índices de contaminación - Zona Paramo.....	180
Gráfico 134. Índice de calidad de agua - río Surata.....	182
Gráfico 135. Índice de calidad de agua - tributarios río Surata	183
Gráfico 136. Índices de contaminación - río Surata.....	184
Gráfico 137. Índices de contaminación - tributarios río Surata	185

Gráfico 138. Índice de Calidad del agua Río Vetas	187
Gráfico 139. Índices de contaminación Río Vetas.....	188
Gráfico 141. Mercurio en zona minera	189
Gráfico 140. Cianuro en zona minera	189
Gráfico 147. Cromo en zona minera.....	190
Gráfico 146. Plomo en zona minera.....	190
Gráfico 145. Arsenico en zona minera.....	190
Gráfico 144. Cadmio en zona minera	190
Gráfico 143. Cobre en zona minera	190
Gráfico 142. Zinc en zona minera.....	190
Gráfico 148. Manganeso en zona minera.....	191
Gráfico 149. Niquel en zona minera	191
Gráfico 151. Hierro en zona minera.....	191
Gráfico 150. Aluminio en zona minera.....	191
Gráfico 152. Conductividad, estación Bocas	192
Gráfico 153. Solidos totales suspendidos, estación Bocas.....	193
Gráfico 154. Temperatura horaria anual, estación Bocas	193
Gráfico 155. Temperatura media mensual, estación Bocas	194
Gráfico 156. Caudal horario anual, estación Bocas	194
Gráfico 157. Caudal medio mensual, estación Bocas.....	195



2020

CAPITULO I

INFORME ANUAL DE

CALIDAD DEL AIRE



CAPITULO I. RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE

Introducción

Desde el año 1992, en el marco de la conferencia de Naciones Unidas de Rio de Janeiro, se ha puesto la mirada en la necesidad extrema de desarrollar las actividades del hombre, especialmente las industriales y de producción, bajo el principio del desarrollo sostenible y la protección al medio ambiente como parte integral del proceso de desarrollo. Siendo pues un llamado expreso a que la sociedad en general y los gobiernos a armonizar el desarrollo del hombre con el respeto y cuidado de los recursos naturales; sin embargo, casi 30 años después, la actividad diaria de una ciudad sigue generando una gran cantidad de sustancias que modifican la composición natural de los recursos, en especial, del aire que respiramos. Al presente la humanidad y los gobiernos tienen la responsabilidad de cumplir, al año 2030, con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, cuyos propósitos son mejorar la calidad de los recursos naturales.

Actualmente el índice de calidad del aire es un indicador diseñado para informar de forma sencilla sobre el estado de la calidad del aire, muestra qué tan contaminado se encuentra el aire y cuáles podrían ser los efectos en la salud. Un valor menor a 100 se considera aceptable y con un bajo riesgo para la salud. Cualquier nivel superior a 100 implica ya algún riesgo para la salud, entre más grande es el valor del índice, mayor es la contaminación y el riesgo.

Durante el año 2020, en el área metropolitana de Bucaramanga se monitoreó la calidad del aire mediante el Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire - SVCA, recolectando la información de las concentraciones horarias de los contaminantes criterio PM10, PM2.5 y NO2, como también de las variables meteorológicas, especialmente en los municipios Bucaramanga, Floridablanca y Girón.

La información arrojada por las estaciones es validada y evaluada para determinar el cumplimiento de los niveles máximos permisibles definidos por la norma de calidad del aire, la Resolución 2254 del 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), y es dicha información la que se expone en el presente informe, junto con el comportamiento de las variables monitoreadas durante el año 2020.

Objetivos

Generar información acerca del estado de calidad del aire del área metropolitana de Bucaramanga en el año de 2020, a partir de:

1. Determinar el cumplimiento al nivel máximo permitido para los contaminantes criterios PM10, PM2.5, Ozono y Dióxido de Nitrógeno, establecido en la norma de calidad del aire, Resolución 2254 de 2017.
2. Observar el comportamiento horario de los contaminantes y los parámetros meteorológicos, para identificar los posibles efectos del clima sobre el transporte de contaminantes en la atmosfera.
3. Calcular el índice de calidad del aire en el área metropolitana de Bucaramanga para el año 2020.

1.1. Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire

Un Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire – SVCA es “un conjunto de equipos de monitoreo de los contaminantes atmosféricos, que se encuentran instalados en un lugar de interés con un propósito determinado; esta infraestructura debe estar acompañada de todas las actividades necesarias para su correcto funcionamiento, dentro de las cuales se puede mencionar la operación por personal calificado, programas de mantenimiento preventivo y correctivo, un sistema de administración de información que permita una correcta validación de los datos, entre otras. Su implementación se realiza bien sea cuando se presenta una problemática específica relacionada con la calidad del aire, o en zonas con población por encima de los cincuenta mil habitantes” [MADS].

El SVCA operado por la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga - CDMB lo componen tres (3) estaciones automáticas denominadas Cabecera, Ciudadela y Florida, integradas por equipos de monitoreo automático de los contaminantes criterios PM10 y el gas O₃. El SVCA operado por el Área Metropolitana de Bucaramanga - AMB

lo componen cinco (5) estaciones automáticas ubicadas en los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón, con equipos para el monitoreo automático de material particulado PM10 y PM2.5, los gases O3 y NO2 y meteorología.

En la Tabla 1 se especifican la distribución, la ubicación y parámetros medidos con respecto a los contaminantes y a las variables meteorológicas. La medición de meteorología acompaña el monitoreo de los contaminantes criterio, con el fin de entender la dispersión de los contaminantes, pues parámetros meteorológicos como la radiación solar, la temperatura y la humedad, causan impacto en la transformación de las sustancias contaminantes emitidas en el aire y otros parámetros como las lluvias o turbulencias permiten una mejor remoción de los contaminantes.

Tabla 1. Estaciones del SVCA de la CDMB y el AMB

Nombre de la Estación	Ubicación	Municipio	Mide
CDMB			
Cabecera	Carrera 33 con calle 52	Bucaramanga	PM10
Ciudadela	Terraza de la Institución Educativa Aurelio Martínez Mutis en la Calle de los Estudiantes	Bucaramanga	PM10 y Meteorología
Florida	Terraza del Edificio Movistar Sede Sur en Cañaveral, Autopista Floridablanca - Bucaramanga	Floridablanca	O ₃ y Meteorología
AMB			
San Francisco	Colegio Normal Superior sede C Cra. 27 # 29-69	Bucaramanga	PM2.5, PM10, y Meteorología
La Ciudadela	Colegio Nuestra Señora del Pilar Ciudadela Calle de los Estudiantes 9-323	Bucaramanga	PM2.5, PM10, O ₃ , NO ₂ y Meteorología
Lagos del Cacique	Instituto Caldas Transversal Oriental Lagos del Cacique	Bucaramanga	PM2.5, PM10, y Meteorología
Lagos I	Parque Acualago Calle 29 # 10-13	Floridablanca	PM2.5, PM10, O ₃ , NO ₂ y Meteorología
Santa Cruz	Secretaría del Adulto Mayor Diagonal 15 Cra. 17	Girón	PM2.5, PM10, y Meteorología

1.2. Norma de Calidad del Aire

La Norma de Calidad del 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 No. 2, los cuales son la base para evaluar e identificar el comportamiento de los contaminantes monitoreados.

Tabla 2. Niveles Máximos Permisible de Contaminantes Criterio en el aire

Contaminante	Nivel Máximo Permisible [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Tiempo de Exposición
PM10	50	Anual
	75	24 Horas
PM2.5	20	Anual
	37	24 Horas
O3	100	8 Horas
NO2	60	Anual
	200	1 Hora
SO2	50	24 Horas
	100	1 Hora
CO	5,000	8 Horas
	35,000	1 Hora

Por otra parte la Resolución 2254 de 2017, en el capítulo IV define el Índice de Calidad del Aire - ICA, relaciona a este con el Estado de la Calidad del Aire y sus efectos en la salud, también establece cómo calcular el ICA y los puntos de corte del ICA para cada contaminante criterio, lo cual se resume en la Tabla No. 3; en el caso de los puntos de corte, se presentan para los contaminantes monitoreados en el área metropolitana de Bucaramanga.

Tabla 3. Descripción del ICA, sus efectos y Puntos de Corte

Rango y Color	Estado de la calidad del Aire	Efectos	Puntos de Corte			
			PM2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 24 horas	PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 24 horas	O ₃ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 8 horas	NO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1 hora
0 – 50 Verde	Buena	La contaminación atmosférica supone un riesgo bajo para la salud.	0-12	0 – 54	0 – 106	0-100

Rango y Color	Estado de la calidad del Aire	Efectos	Puntos de Corte			
			PM2.5 μg/m3 24 horas	PM10 μg/m3 24 horas	O ₃ μg/m3 8 horas	NO ₂ μg/m3 1 hora
51 – 100 Amarillo	Aceptable	Posibles síntomas respiratorios en grupos poblacionales sensibles.	13-37	55 – 154	107 – 138	101-189
101 – 150 Naranja	Dañina a la salud de grupos sensibles	Los grupos poblacionales sensibles pueden presentar efectos sobre la salud. 1) Ozono Troposférico: las personas con enfermedades pulmonares, niños, adultos mayores y las que constantemente realizan actividad física al aire libre, deben reducir su exposición a los contaminantes del aire. 2) Material Particulado: Las personas con enfermedad cardíaca o pulmonar, los adultos mayores y los niños se consideran sensibles y por lo tanto en mayor riesgo.	38-55	155 – 254	139 – 167	190-677
151 – 200 Rojo	Dañina para la salud	Todos los individuos pueden comenzar a experimentar efectos sobre la salud. Los grupos sensibles pueden experimentar efectos más graves para la salud.	56-150	255 – 354	168 – 207	678-1221
201 – 300 Púrpura	Muy Dañina para la salud	Estado de alerta que significa que todos pueden experimentar efectos más graves para la salud.	151-250	355 – 424	208 – 393	1221-2349
301 – 500 Marrón	Peligroso	Advertencia sanitaria. Toda la población puede presentar efectos adversos graves en la salud y están propensos a verse afectados por graves efectos sobre la salud.	251-500	425 – 604	394	2350-3853

1.3. Análisis del Monitoreo de los Contaminantes Criterio

En esta sección se realiza el análisis de la información recopilada por los Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire de la CDMB y el AMB, con el fin de determinar el cumplimiento del nivel máximo permitido que se ha establecido en la norma de calidad del aire, como también observar

el comportamiento de los contaminantes criterios monitoreados teniendo en cuenta las condiciones meteorológicas, y por último calcular el índice de calidad del aire en el área metropolitana de Bucaramanga para el año 2020.

1.3.1. Evaluación de la cantidad y calidad de los datos

Para realizar el ejercicio de análisis de los datos es absolutamente necesario iniciar por evaluar para cada contaminante el porcentaje de datos válidos, que se emplearan para calcular los promedios, comparar con la norma de calidad del aire y estimar el número de excedencias, el cual no podrá ser inferior al 75%, de acuerdo con el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire [MAVDT, 2008].

1.3.1.1. Porcentaje de captura de datos de los equipos.

En este caso se evalúa la operación de cada equipo que conforma las estaciones del SVCA, determinando el porcentaje de captura de datos por equipo, los cuales por ser automáticos registran 24 datos al día, los siete días de la semana. El año 2020 tuvo 366 días; es decir, teóricamente se debieron registrar 8.784 datos (N) correspondientes a concentraciones horarias; sin embargo, los equipos no registran el 100% de los datos debido a actividades de mantenimientos preventivos, correctivos o fallas técnicas imprevistas tanto en el equipo de monitoreo como en los equipos de soporte.

En la Tabla 4 se relaciona por cada equipo el porcentaje de captura y almacenamiento, que expresa la relación entre cantidad de datos horarios registrados y el total de datos horarios posibles en el año. Las estaciones Lagos del Cacique y Lagos I del SVCA del AMB tuvo una parcial operación en el 2020, de igual manera la estación Florida de la CDMB.

Tabla 4. Porcentaje de Datos Capturados por Equipos

Estación	Ciudadela	Cabecera	Florida
Equipo	PM10	PM10	O3
Datos capturados	7399	6794	3832
% de Captura	84%	77%	44%

Estación	La Ciudadela				
Equipo	PM10 y PM2.5	NO2		O3	
Datos capturados	6158	7839		5412	
% de Captura	70%	89%		62%	
Estación	San Francisco	Lagos del Cacique		Santa Cruz	
Equipo	PM10 y PM2.5	PM10	PM2.5	PM10	PM2.5
Datos capturados	8443	4595	5826	6864	8228
% de Captura	96%	52%	66%	78%	94%
Estación	Lagos I				
Equipo	PM10 y PM2.5	NO2		O3	
Datos capturados	2901	2780		2655	
% de Captura	33%	32%		30%	

1.3.1.2. Porcentaje de datos válidos.

Los registros horarios de concentración de cada contaminante deben ser evaluados para determinar si este es válido o no, toda vez que puede presentar error o ser inconsistente. El porcentaje de datos válidos es la relación entre la cantidad de datos válidos (V) y la cantidad de datos que debieron ser reportados en un período de tiempo definido (N), los correspondientes porcentajes de datos válidos se relacionan a continuación en la Tabla 5.

Tabla 5. Porcentaje de Datos Válidos por Estación

Estación	Ciudadela	Cabecera	Florida
Equipo	PM10	PM10	O3
V*	309	281	97
% de Captura	84%	77%	26%
Estación	La Ciudadela		
Equipo	PM10 y PM2.5	NO2	O3
V*	255	322	205
% de Captura	70%	88%	56%
Estación	San Francisco	Lagos del Cacique	Santa Cruz

Equipo	PM10 y PM2.5	PM10 y PM2.5	PM10	PM2.5	
V*	352	187	239	284	342
% de Captura	96%	51%	65%	78%	93%
Estación	Lagos I				
Equipo	PM10 y PM2.5	NO2		O3	
V*	122	117		116	
% de Captura	33%	32%		32%	

* Cantidad de datos válidos

Cantidad de datos que debieron ser reportados (N): 366

De acuerdo al porcentaje de datos válidos calculados los equipos de monitoreo:

- Ozono (O₃), de las estaciones de Florida, La Ciudadela y Lagos I;
- Material particulado PM10 y PM2.5, de las estaciones La Ciudadela, Lagos del Cacique y Lagos I;
- Dióxido de Nitrógeno (NO₂), de la estación Lagos I

No alcanzan el umbral de representatividad equivalente al 75%, por tanto los datos que se presentan de estos contaminantes, en estas estaciones, son de tipo indicativo y los mismos no pondrán compararse con la norma. Para el caso del equipo de ozono de la estación Florida el bajo porcentaje de datos capturados y a su vez de datos válidos se debió al daño en el equipo de refrigeración de la estación, cuya corrección se vio extendida en el tiempo por el confinamiento obligatorio a causa de la pandemia por el COVID-19.

1.3.2. Comportamiento de la concentración de PM10 en el cuarto trimestre

El material particulado (PST, PM10 o PM2.5) es originado tanto por fuentes móviles y fijas como por la misma naturaleza. Generalmente es emitido por vehículos de combustión interna, manipulación de materiales de construcción, el polvo levantado por el viento, por incendios forestales o chimeneas industriales donde se quema madera o carbón.

El monitoreo de material particulado PM10 o PM2.5 se compara con la norma nacional para un tiempo de exposición de 24 horas, para ello se debe calcular el promedio aritmético a partir de

los respectivos valores horarios, los cuales deben cumplir con el criterio de representatividad temporal del 75%, es decir, un mínimo de 18 concentraciones horarias por día.

La concentración de PM10 durante el cuarto trimestre de 2020 se muestra en la Imagen 1. Las líneas continuas de color negro representan el PM10 24h y la línea punteada representa el nivel máximo permisible para un tiempo de exposición de 24 horas que equivale a $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Los colores verde y amarillo en el fondo de las gráficas indican el estado de la calidad del aire, referidos previamente en la Tabla 3 del presente informe.

De acuerdo a las gráficas se puede decir que la concentración del contaminante del aire PM10, durante el cuarto trimestre de 2020, cumplió el nivel máximo permisible para el periodo de exposición de 24 horas y presentó cero (0) excedencias al mismo.

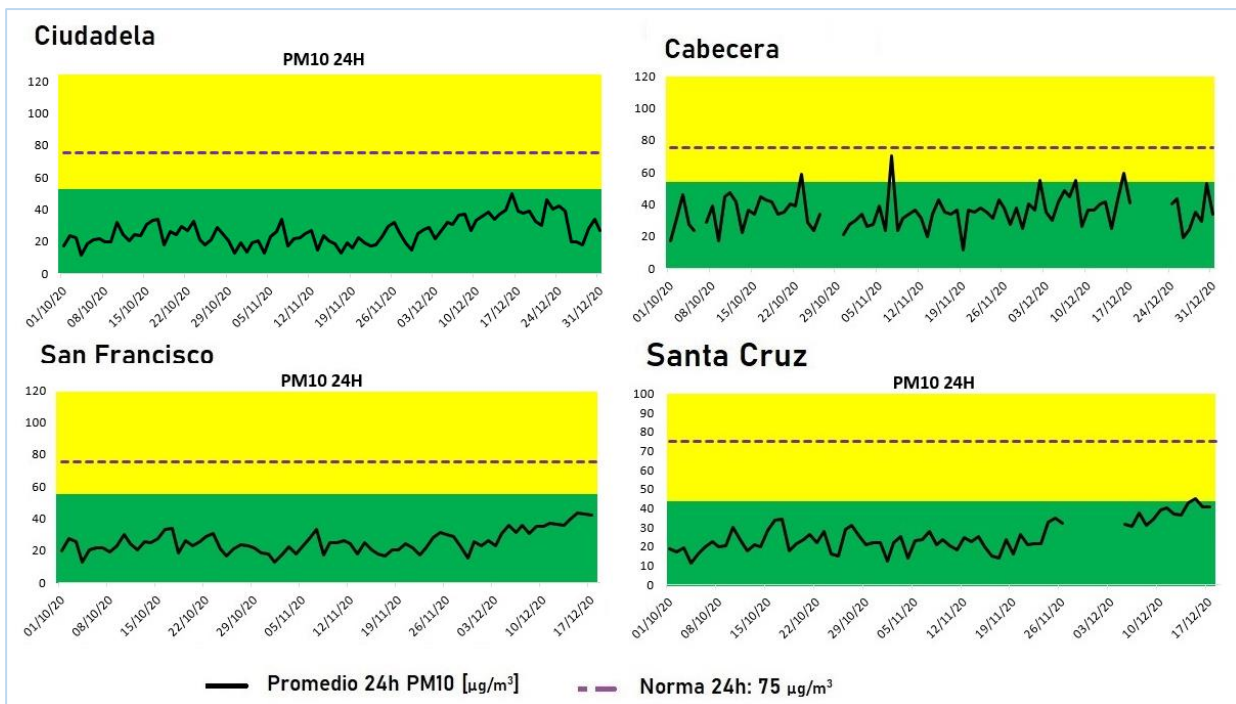


Gráfico 1. Concentración de PM10 24h en el cuarto trimestre del año 2020

En la Tabla 6 se observan el promedio mensual y trimestral de PM10 y el número de excedencias al nivel máximo permisible de la norma de calidad del aire para las estaciones Cabecera, Ciudadela y San Francisco en el municipio de Bucaramanga y la estación Santa Cruz en el

municipio de Girón, para el periodo entre octubre y diciembre de 2020. De esta se puede comentar el incremento de la concentración de PM10 en el mes de diciembre respecto a octubre y noviembre, por otra parte la mayor concentración de PM10 en la estación Cabecera toda vez que registra la contaminación del tráfico vehicular que circula por la carrera 33 de Bucaramanga, mientras que las demás estaciones registran la contaminación de fondo de la ciudad.

Tabla 6. Concentración de PM10 trimestre Oct - Dic 2020

Estación	Oct ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nov ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dic ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio Trimestral 24H ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Número de Excedencias
Ciudadela	23	21	33	25.7	0
Cabecera	42	41	47	43.3	0
San Francisco	23	22	34*	26.3	0
Santa Cruz	22	22	37*	27.0	0

* Concentración indicativa dada que la representatividad de los datos es menor al 75%

1.3.3. Comportamiento anual de la concentración de PM10

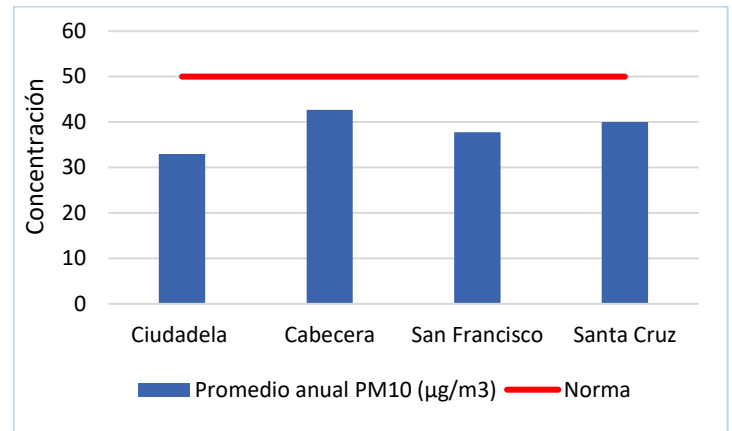
De los contaminantes monitoreados en el 2020 son el PM10 y PM2.5 los que presentaron excedencias a la norma para el tiempo de exposición de 24 horas, por ello la importancia de calcular el promedio anual de las concentraciones horarias, que se obtiene de todas las concentraciones horarias válidas durante el año por estación de vigilancia.

En la Tabla 7 y la Imagen se observan los promedios anuales de PM10 registrados en las estaciones que tuvieron una representatividad temporal mayor al 75% durante el 2020, además incluye las excedencias a la norma para el periodo de 24h y el porcentaje de datos válidos. El nivel máximo permisible anual para PM10 equivale a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en este caso ninguna estación excedió el valor de la norma, el mayor promedio registrado durante el 2020 es en la estación Cabecera con $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$, consecuente con ser estación para medición del tráfico vehicular, mientras que la estación Ciudadela registró el promedio más bajo, con $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

En cuanto a las excedencias a la norma se dieron en el primer trimestre del año, debido a varios fenómenos que fueron expuestos en el informe de la calidad del aire para este periodo.

Tabla 7. Promedio anual de PM10, año 2020

Estación	Promedio anual PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de datos válidos	No. de Excedencias 24h
Norma anual PM10: $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$			
Ciudadela	34	84%	15
Cabecera	43	77%	10
San Francisco	38	96%	24
Lagos del Cacique	ND	52%	29
Lagos I	ND	33%	31
Santa Cruz	40	78%	29



1.3.3.1. Comportamiento mensual de la concentración de PM10

En la Imagen 2 se representa la concentración mensual del contaminante criterio PM10 en 6 estaciones, evidenciando el comportamiento del contaminante durante el año; al iniciar el 2020 aumenta la concentración en el transcurso de enero y febrero hasta alcanzar en marzo la mayor concentración de material particulado, mientras que en el mes de abril empieza a disminuir la concentración, pasando a tener entre los meses de mayo y noviembre poca variación y conservándose por debajo de $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$; terminando el año con un leve incremento en diciembre.

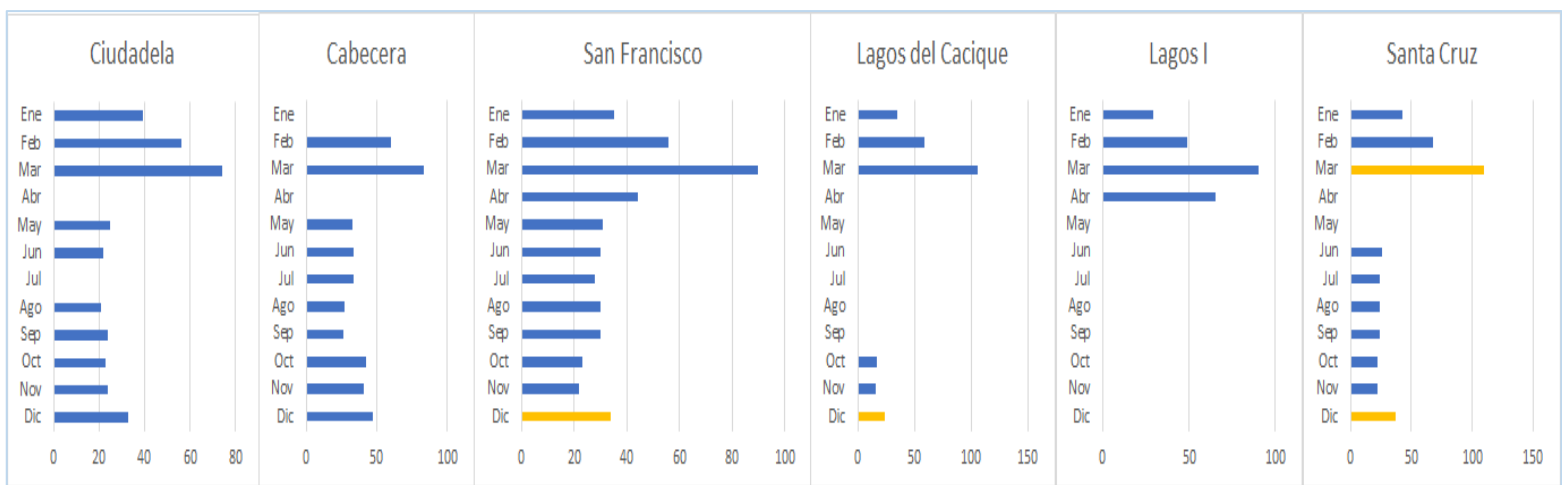


Gráfico 2. Concentraciones mensuales de PM10 por estaciones, año 2020

La Tabla 8 muestra la concentraciones mensuales de PM10 entre enero y diciembre de 2020 para las estaciones de monitoreo, en el mes de marzo en Bucaramanga el promedio de PM10 fue 88.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en Floridablanca fue 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y en Girón un aproximado de 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (concentración indicativa); mientras que en noviembre Bucaramanga la concentración promedio fue 25.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y en Girón 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabla 8. Concentración promedio mensual de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Mes	Ciudadela	Cabecera	San Francisco	Lagos del Cacique	Lagos I	Santa Cruz
Enero	39	ND	35	35	29	43
Febrero	56	60	56	59	49	68
Marzo	74	83	90	106	90	110*
Abril	ND	ND	44	ND	65	ND
Mayo	25	33	31	ND	ND	ND
Junio	22	33	30	ND	ND	26
Julio	ND	34	28	ND	ND	24
Agosto	21	27	30	ND	ND	24
Septiembre	24	27	30	ND	ND	24
Octubre	23	42	23	17	ND	22
Noviembre	21	41	22	16	ND	22
Diciembre	33	47	34*	24*	ND	37*

* Concentración indicativa dada que la representatividad de los datos es menor al 75%

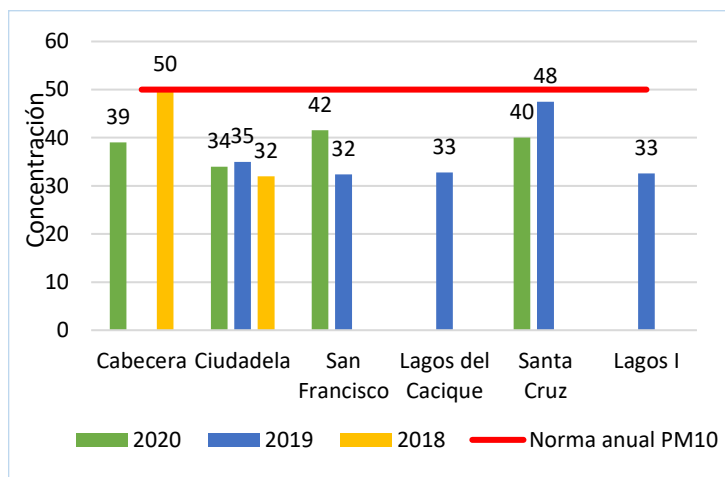
1.3.3.2. Comportamiento histórico de la concentración de PM10

Con el fin de evidenciar el comportamiento del contaminante criterio PM10 en los últimos tres (3) años se presenta los promedios anuales de la concentración, sin embargo se deber tener en cuenta que el SVCA operado por el AMB entró en funcionamiento en octubre de 2018. En la tabla 9 y su respectiva gráfica muestra que la contaminación por PM10 en estaciones como Ciudadela, Cabecera y Santa Cruz en el año 2020 disminuyó frente al año anterior; situación

diferente presentada en la estación San Francisco que aumentó en $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el 2020 frente al 2019.

Tabla 9. Histórico Promedio Anual PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Estación	Promedio Anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	2020	2019	2018
	Norma: $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$		
Cabecera	39	ND	50
Ciudadela	34	35	32
San Francisco	38	32	-
Lagos del Cacique	ND	33	-
Santa Cruz	40	48	-
Lagos I	ND	33	-



1.3.4. Comportamiento de la concentración de PM2.5 en el cuarto trimestre

El PM2.5 es la masa de las partículas cuyo diámetro es inferior $2.5 \mu\text{m}$, es decir son las partículas más finas del material particulado siendo hasta 100 veces más delgadas que un cabello humano, que pueden llegar a ser respirables y en combinación con otros factores generar problemas de salud.

La concentración de PM2.5 para el periodo entre el 01 de octubre de 2020 y el 17 de diciembre de 2020 para las estaciones Santa Cruz en Girón y San Francisco en Bucaramanga se ilustra en la Imagen 3. Nuevamente se indica que las líneas continuas de color negra representan el PM2.5 24h y la línea punteada representa el nivel máximo permisible para un tiempo de exposición de 24 horas que equivale a $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Los colores verde, amarillo, naranja y rojo en el fondo de las gráficas indican el estado de la calidad del aire, referidos previamente en la Tabla 3 del presente informe.

De acuerdo a las gráficas se puede decir que la concentración del contaminante del aire PM2.5, durante el cuarto trimestre de 2020, cumplió el nivel máximo permisible para el periodo de exposición de 24 horas y presentó cero (0) excedencias al mismo.

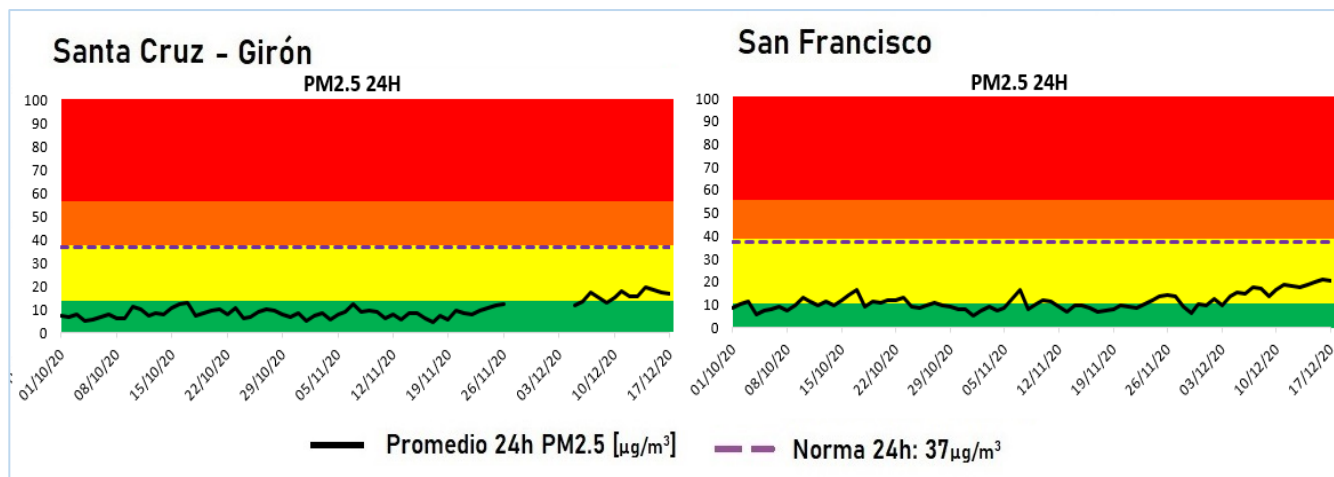


Gráfico 3. . Concentración de PM2.5 24h en el cuarto trimestre del año 2020

Tabla 10. Concentración de PM2.5 trimestre Oct - Dic 2020

Estación	Oct (µg/m ³)	Nov (µg/m ³)	Dic (µg/m ³)	Promedio Trimestral 24H (µg/m ³)	Número de Excedencias
Santa Cruz	8	8	16*	10	0
San Francisco	10	10	16*	11	0

* Concentración indicativa dada que la representatividad de los datos es menor al 75%

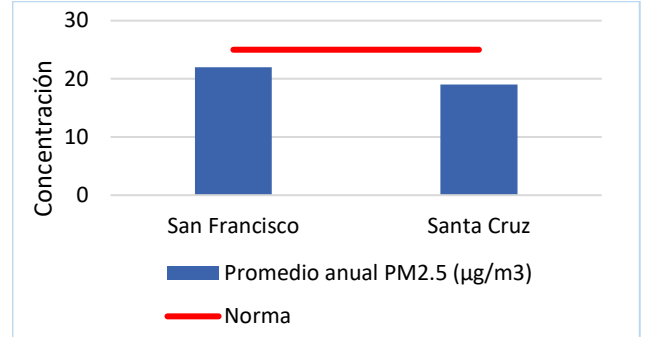
1.3.5. Comportamiento anual de la concentración de PM2.5

En la Tabla 11 y la Imagen se observan los promedios anuales de PM10 registrados en las estaciones que tuvieron una representatividad temporal mayor al 75% durante el 2020, además incluye las excedencias a la norma para el periodo de 24h y el porcentaje de datos válidos. El nivel máximo permisible anual para PM2.5 equivale a 25 µg/m³, por lo cual se verifica que en el área de influencia de estas dos estaciones se cumplió la norma; la estación San Francisco registró 22 µg/m³ y la estación Santa Cruz registró 19 µg/m³.

En cuanto a las excedencias a la norma se dieron en el primer trimestre del año, debido a varios fenómenos que fueron expuestos en el informe de la calidad del aire para este mismo periodo.

Tabla 11. Promedio anual de PM2.5, año 2020

Estación	Promedio anual PM2.5 (µg/m3)	% de datos válidos	No. de Excedencias 24h
La Ciudadela	ND	70%	24
San Francisco	22	96%	45
Lagos del Cacique	ND	66%	51
Santa Cruz	19	94%	34
Lagos I	ND	33%	38



1.3.5.1. Comportamiento mensual de la concentración de PM2.5

El comportamiento descrito en la sección 3.3.1 para el PM10, se repite con el PM2.5 como bien lo muestra la Imagen 4, donde se representó por cada mes la concentración contaminante criterio PM2.5 para las 5 estaciones del SVCA operado por el AMB, el comportamiento del contaminante durante el año. En el primer trimestre se incrementa de la concentración entre enero y marzo, siendo este último el mes de la más alta concentración de material particulado de todo el año, en el segundo trimestre hay un descenso que se mantiene en el tercer trimestre y parte del cuarto trimestre donde también se evidencia un leve incremento en el mes de diciembre.

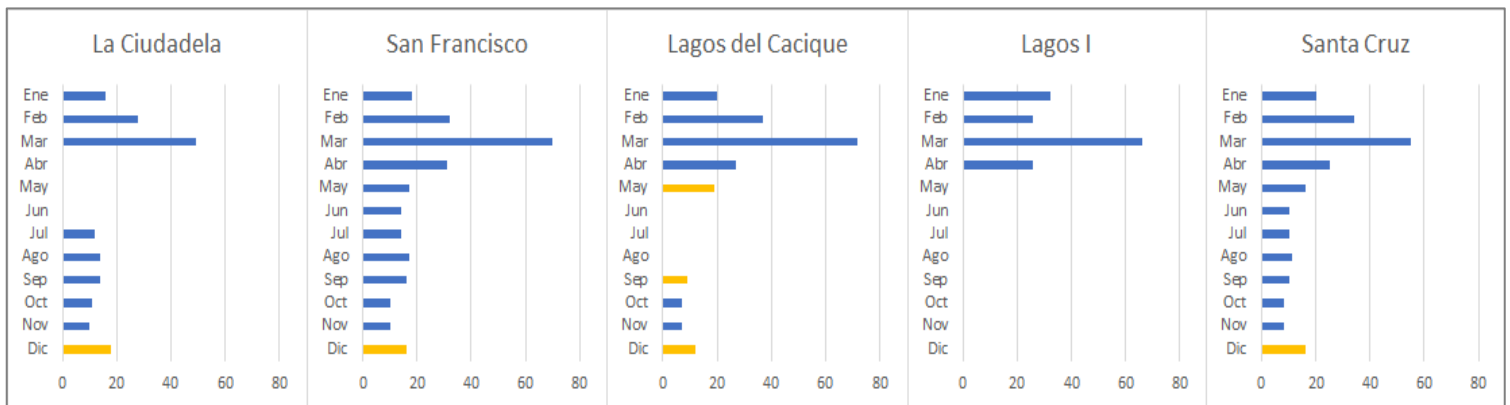


Gráfico 4. Concentraciones mensuales de PM2.5 por estaciones, año 2020

La Tabla 12 muestra la concentraciones mensuales de PM2.5 entre enero y diciembre de 2020 para las estaciones de monitoreo, en el mes de marzo en Bucaramanga el promedio de PM10 fue 63.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en Floridablanca fue 66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y en Girón un fue 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; mientras que en noviembre Bucaramanga la concentración promedio fue 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y en Girón 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabla 12. Concentración de PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) por mes

Mes	La Ciudadela	San Francisco	Lagos del Cacique	Lagos I	Santa Cruz
Enero	16	18	20	32	20
Febrero	28	32	37	26	34
Marzo	49	70	72	66	55
Abril	ND	31	27	26	25
Mayo	ND	17	19*	ND	16
Junio	ND	14	ND	ND	10
Julio	12	14	ND	ND	10
Agosto	14	17	ND	ND	11
Septiembre	14	16	9*	ND	10
Octubre	11	10	7	ND	8
Noviembre	10	10	7	ND	8
Diciembre	18*	16*	12*	ND	16*

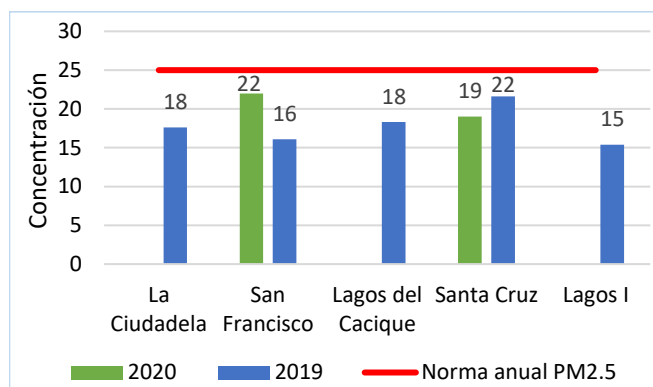
* Concentración indicativa dada que la representatividad de los datos es menor al 75%

1.3.5.2. Comportamiento histórico de la concentración de PM2.5

Con el fin de evidenciar el comportamiento del contaminante criterio PM2.5 en los últimos dos (2) años se presenta los promedios anuales de concentración. De acuerdo con la tabla 13 y su respectiva gráfica, la concentración promedio anual de PM2.5 en la estación Santa Cruz disminuyó en el 2020 frente al año 2019, mientras que en la estación San Francisco aumentó en 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el 2020 frente al 2019. Situación que se presentó previamente con el PM10.

Tabla 13. Histórico Promedio Anual PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Promedio Anual PM2.5		
Norma anual: 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Estación	2020	2019
La Ciudadela	ND	18
San Francisco	22	16
Lagos del Cacique	ND	18
Santa Cruz	19	22
Lagos I	ND	15



3.6. Comportamiento de la concentración de Dióxido de Nitrógeno

El dióxido de nitrógeno (NO_2) es un gas tóxico e irritante, uno de los principales contaminantes entre los varios óxidos de nitrógeno, es un contaminante secundario y precursor del ozono y el material particulado.

En la naturaleza se produce por los incendios forestales o la descomposición de nitratos orgánicos. El volumen total que se produce de forma natural es infinitamente menor que el producido por factores antropogénicos. Tiene su origen en la oxidación del NO que se produce en la combustión de los motores de los vehículos, en especial los diésel. El NO emitido por los motores, una vez en la atmósfera, se oxida y se convierte en NO_2 . Es también un potenciador del material particulado, sobre todo del PM2.5 que son las más perjudiciales y en su reacción con los rayos del sol es un precursor del ozono troposférico.

En la imagen 5 se observa que durante el año 2020 las concentraciones del contaminante criterio dióxido de nitrógeno se encuentran por debajo del nivel máximo permitido para un tiempo de exposición de 1 hora, conservando concentraciones mayoritariamente inferiores a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ por lo que se supone un estado de la calidad del aire “bueno” y bajos riesgos para la salud. En la gráfica se observa la disminución de la contaminación por NO_2 en el mes de abril, cuando se presentó el aislamiento preventivo obligatorio por la emergencia sanitaria por COVID-19.

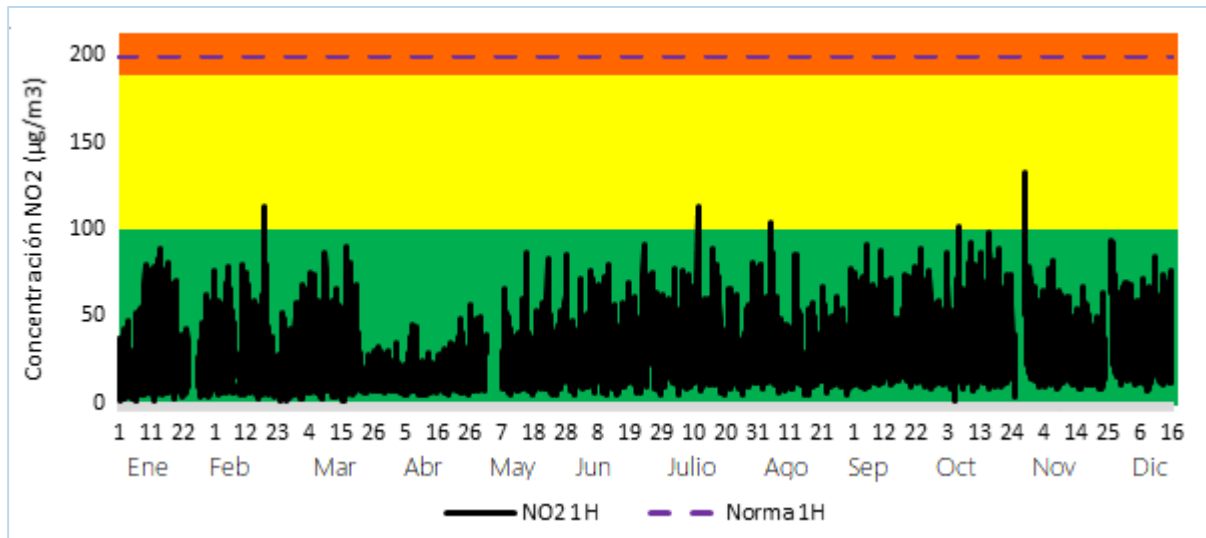
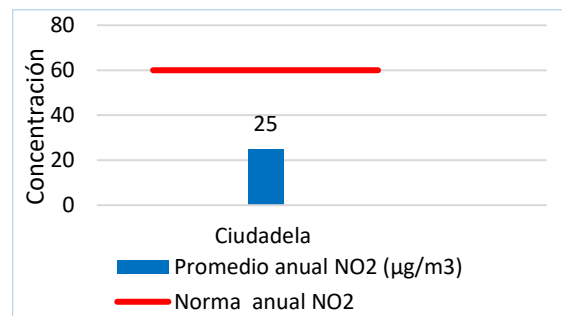


Gráfico 5. Comportamiento temporal NO₂ 1H, año 2020

En la Tabla 14 contiene el promedio anual de las concentraciones horarias de NO₂, el porcentaje de datos válidos, número de excedencias, y el nivel máximo permisible para el contaminante para el periodo de 1 hora.

Tabla 14. Promedio anual de NO₂, año 2020

Estación	Promedio anual NO ₂ (µg/m ³)	% de datos válidos	No. de Excedencias 1h	Norma anual NO ₂ (µg/m ³)
Ciudadela	25	89%	0	60



3.7. Resultados meteorológicos

En esta sección se presentan los registros meteorológicos de las estaciones Ciudadela, San Francisco, Lagos del Cacique, Florida y Santa Cruz, resumiendo el comportamiento de las variables precipitación, temperatura, radiación solar, velocidad y dirección del viento para año 2020, además pretende mostrar cómo ciertas condiciones atmosféricas propiciaron una baja concentración en los contaminantes atmosféricos.

1.3.7.1. Comportamiento de la Precipitación

Para el cuarto trimestre de 2020, se tiene una precipitación acumulada aproximada a los 300 mm en la mayoría de las estaciones, siendo los meses de octubre y noviembre de mayor lluvia en el año, lo cual permitió disminuir las concentraciones de PM10, PM2.5 y NO₂. Disminuidas las precipitaciones en diciembre se incrementó la concentración de los contaminantes.

La Tabla 15 contiene la precipitación acumulada anual y mensual en las estaciones Ciudadela y Lagos del Cacique en Bucaramanga, Florida en Floridablanca y Santa Cruz en Girón. La mayor cantidad de agua precipitada en el 2020 estuvo en la estación Ciudadela, seguido de Florida y Lagos del Cacique. Asimismo, se observa que el municipio de Girón alcanzó la menor precipitación acumulada anual, correspondiendo en un 50% aproximadamente frente a la precipitación de Bucaramanga y Floridablanca como se muestra en la imagen 6.

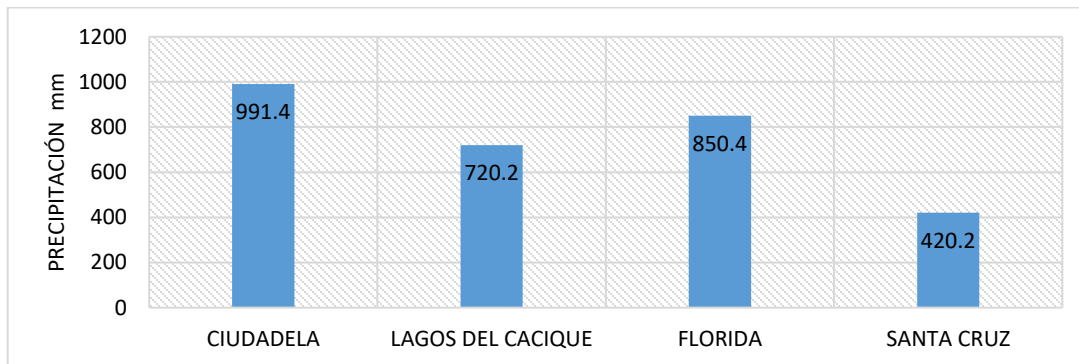


Gráfico 6. Precipitación acumulada anual, año 2020

En general Colombia presenta dos períodos con lluvias abundantes durante el año, y dos períodos menos abundantes, reconocidos como invierno y verano respectivamente. El primero periodo de lluvias inicia a mediados de marzo y se extiende hasta mayo; el segundo, empieza a mediados de septiembre y dura hasta noviembre; mientras que los meses predominantemente sin lluvias son julio, agosto, enero y febrero. Los meses de marzo, junio, septiembre y diciembre son transición entre los dos períodos, es decir que presentan alternancia entre días de lluvias y tiempo seco.

La Imagen 7 y la Tabla 15 presentan la lluvia acumulada durante cada mes del 2020 en los que se puede apreciar que los meses de marzo y noviembre registraron los mayores acumulados

durante todo el año; el cuarto trimestre presentó las mayores cantidades de lluvia, y fue segundo semestre del año 2020 con más precipitación en el que cayó un promedio de 443 mm de agua en el área metropolitana.

Tabla 15. Precipitación acumulada mensual y anual, año 2020

ESTACIÓN	CIUDEDELA	LAGOS DEL CACIQUE	FLORIDA	SANTA CRUZ	PROM ACUM MENSUAL	ACUM SEMESTRAL
unidad	mm					
ENERO	69.8	52.2	26.2	42.4	47.7	319.5
FEBRERO	52.8	31.9	2.4	9.3	24.1	
MARZO	117.6	151.6	34.4	70.4	93.5	
ABRIL	33.4	81.5	70.2	23.9	52.3	
MAYO	89.8	9.4	103.6	46.2	62.3	
JUNIO	67.8	2.1	68.4	20.6	39.7	
JULIO	85.8	82.8	108.6	34.2	77.9	442.9
AGOSTO	80.2	67.3	47.2	15.9	52.7	
SEPTIEMBRE	69.8	70.0	101.2	37.2	69.6	
OCTUBRE	104.4	68.0	124.4	62.9	89.9	
NOVIEMBRE	175.4	103.4	141	57.2	119.3	
DICIEMBRE	44.6	1.3*	22.8	0*	33.7	
ANUAL	991.4	720.2	850.4	420.2	762.4	

* Los datos en estas estaciones son indicativas dado que la representatividad es menor al 75%

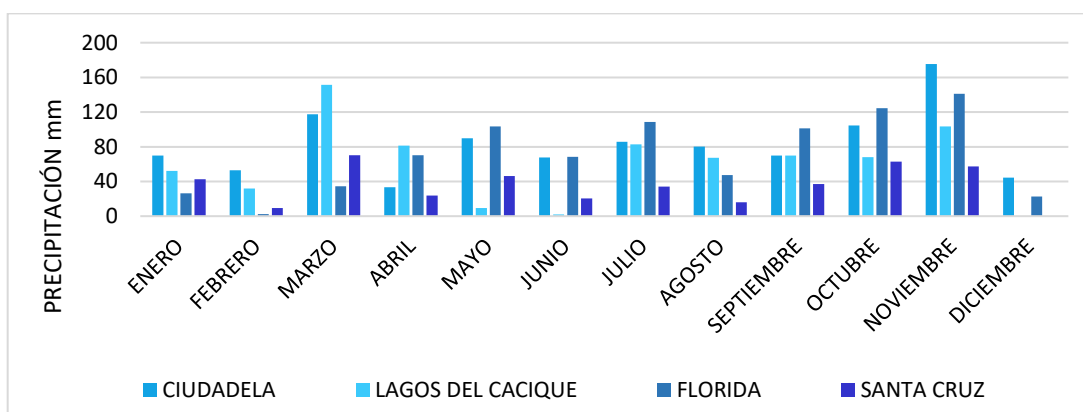


Gráfico 7. Precipitación acumulada mensual, año 2020

1.3.7.2. Comportamiento de la Temperatura

En el cuarto trimestre del 2020 la temperatura del aire tuvo un comportamiento constante frente al tercer trimestre, como también la temperatura en el primer semestre fue superior que en el

segundo semestre. Siendo el mes de mayo el más caluroso registrando 26 °C y el mes de noviembre el menos caluroso con 24°C.

La Tabla 16 y la Imagen 8 contiene los registros de temperatura promedio mensual para cada una de las 5 estaciones, distribuidas en Bucaramanga (3), Floridablanca (1) y Girón (1). De esta gráfica se visualiza que Bucaramanga presenta una temperatura un inferir que los municipios de Floridablanca y Girón.

Tabla 16. Temperatura promedio mensual, año 2020

ESTACIÓN	CIUDADELA	SAN FRANCISCO	LAGOS DEL CACIQUE	FLORIDA	SANTA CRUZ	PROMEDIO
Unidad	°C					
ENERO	24.3	24.4	23.9	25.5	26.4	24.9
FEBRERO	25.2	25.3	24.8	26.4	27.3	25.8
MARZO	24.9	25.0	25.5	26.2	27.2	25.8
ABRIL	24.7	24.8	25.4	25.9	27.0	25.6
MAYO	24.9	25.1	26.2	26.2	27.4	26.0
JUNIO	23.9	24.1	25.3	25.0	26.2	24.9
JULIO	23.6	23.8	24.2	24.7	26.0	24.5
AGOSTO	23.9	24.0	24.5	25.0	26.4	24.8
SEPTIEMBRE	23.7	23.8	24.3	24.7	26.1	24.5
OCTUBRE	23.7	23.9	24.5	24.9	26.1	24.6
NOVIEMBRE	23.1	23.3	23.8	24.5	25.5	24.0
DICIEMBRE	23.7	23.8	24.5	25.0	26.1	24.6

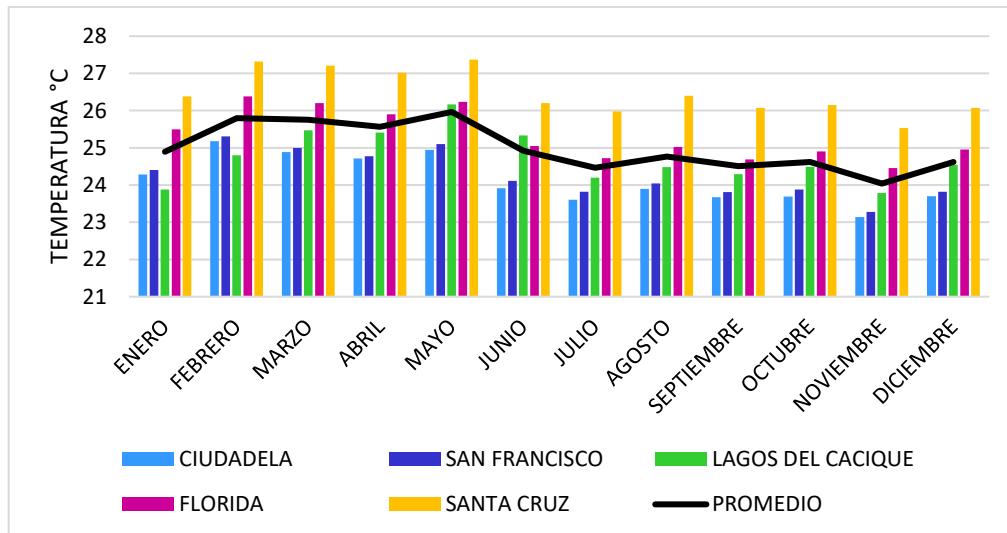


Gráfico 8. Temperatura promedio mensual, año 2020

Por otra parte la Tabla 17 resume el comportamiento de la temperatura horaria durante el año 2020 en cada una de las estaciones. Así mismo la Imagen 9 muestra el perfil promedio horario de la temperatura en el área metropolitana de Bucaramanga y sus variaciones a través de cada una de las estaciones. Se destaca también que las mayores temperaturas se registran en las estaciones Santa Cruz y Florida. Las estaciones Ciudadela y Floridablanca registran los valores más bajos de temperatura horaria durante el año.

Tabla 17. Comportamiento horario de la Temperatura durante el año 2020

HORA	CIUDEL A	SAN FRANCISC O	LAGOS DEL CACIQUE	FLORIDA	SANTA CRUZ	PROMEDI O
Unidad	°C					
0	22.8	22.7	22.6	23.6	23.6	23.1
1	22.4	22.4	22.3	23.2	23.2	22.7
2	22.0	22.1	22.0	22.9	22.8	22.4
3	21.7	21.8	21.7	22.6	22.6	22.1
4	21.5	21.6	21.4	22.4	22.3	21.8
5	21.3	21.4	21.2	22.2	22.1	21.6
6	21.2	21.8	21.6	22.1	22.4	21.8
7	21.7	23.1	23.6	22.3	24.1	23.0
8	22.8	24.5	25.5	23.3	26.5	24.5
9	24.3	25.9	27.4	24.9	28.8	26.3
10	25.9	27.0	29.0	26.8	30.7	27.9
11	27.0	27.3	29.5	28.2	31.4	28.7
12	27.3	27.2	29.1	29.1	31.6	28.9
13	27.2	27.1	28.5	29.2	31.5	28.7
14	27.0	26.9	28.1	29.0	31.1	28.4
15	26.8	26.6	27.6	28.7	30.5	28.0
16	26.3	26.0	26.9	28.2	29.6	27.4
17	25.7	25.2	25.6	27.5	28.3	26.5
18	24.9	24.5	24.8	26.7	27.2	25.6
19	24.5	24.1	24.2	25.9	26.5	25.1
20	24.2	23.9	24.0	25.4	25.8	24.7
21	23.9	23.7	23.7	25.0	25.1	24.3
22	23.6	23.3	23.3	24.5	24.5	23.9
23	23.2	23.1	23.0	24.1	24.0	23.5

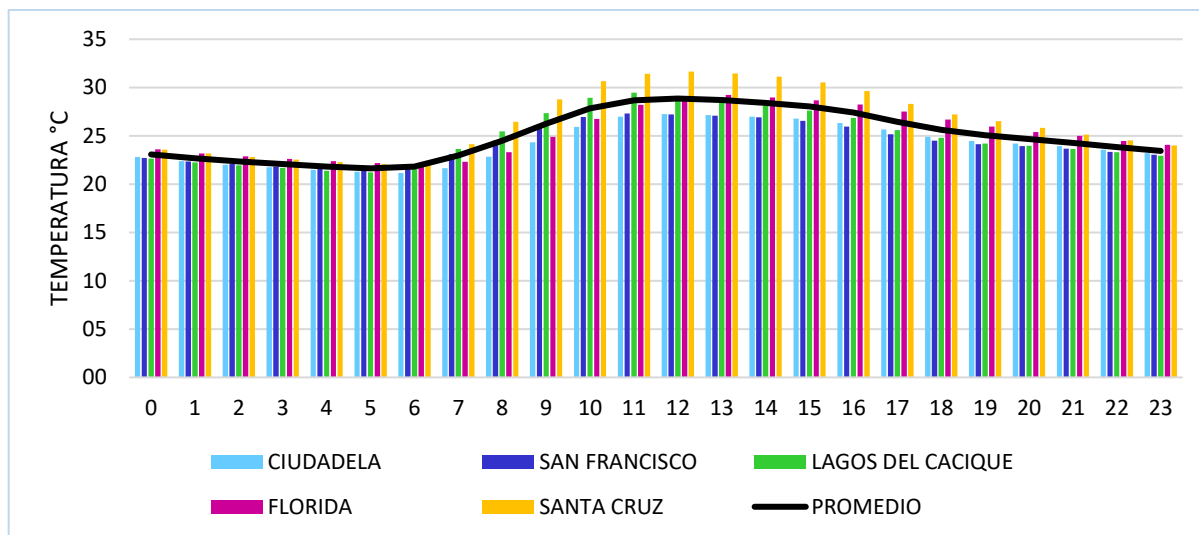


Gráfico 9. Comportamiento horario Temperatura, año 2020

1.3.7.3. Comportamiento de la Humedad Relativa

En el cuanto al último trimestre del año 2020 la humedad relativa del aire tuvo un comportamiento de muy poca variación frente al tercer trimestre, de acuerdo a los promedios mensuales presentados en la Tabla 18, en este caso la humedad relativa fue menor en el primer semestre del año y aumentó en el segundo semestre, guardando la relación inversa con la temperatura, siendo pues febrero en mes más seco y noviembre el más húmedo.

La Tabla 16 y la Imagen 10 contiene los registros de temperatura promedio mensual para cada una de las 5 estaciones, distribuidas en Bucaramanga (3), Floridablanca (1) y Girón (1). De esta gráfica se visualiza que Bucaramanga presenta una temperatura un inferir que los municipios de Floridablanca y Girón. Adicionalmente en la gráfica se percibe que las estaciones Ciudadela y Florida presentan la humedad relativa más alta, mientras que Lagos del Cacique, San Francisco y Santa Cruz están bajo una condición de humedad relativa más baja.

Tabla 18. Humedad relativa promedio mensual, año 2020

ESTACIÓN	CIUDADELA	SAN FRANCISCO	LAGOS DEL CACIQUE	SANTA CRUZ	FLORIDA	PROMEDIO
Unidad	%					
ENERO	70.8	65.1	65.4	63.2	71.7	67.2
FEBRERO	68.8	62.6	63.1	60.9	70.6	65.2

ESTACIÓN	CIUDADELA	SAN FRANCISCO	LAGOS DEL CACIQUE	SANTA CRUZ	FLORIDA	PROMEDIO
MARZO	71.4	64.3	65.6	61.6	72.5	67.1
ABRIL	74.3	67.4	67.6	64.5	74.4	69.6
MAYO	76.5	68.2	66.0	64.4	74.8	70.0
JUNIO	78.2	69.5	63.3	66.4	75.7	70.6
JULIO	79.0	69.7	70.1	66.2	76.2	72.2
AGOSTO	80.2	70.6	70.6	65.9	75.9	72.6
SEPTIEMBRE	80.4	70.2	70.5	66.5	75.9	72.7
OCTUBRE	80.7	69.8	69.4	65.5	75.0	72.1
NOVIEMBRE	85.2	73.6	73.0	69.0	76.0	75.4
DICIEMBRE	81.6	70.1	69.6	66.1	74.6	72.4

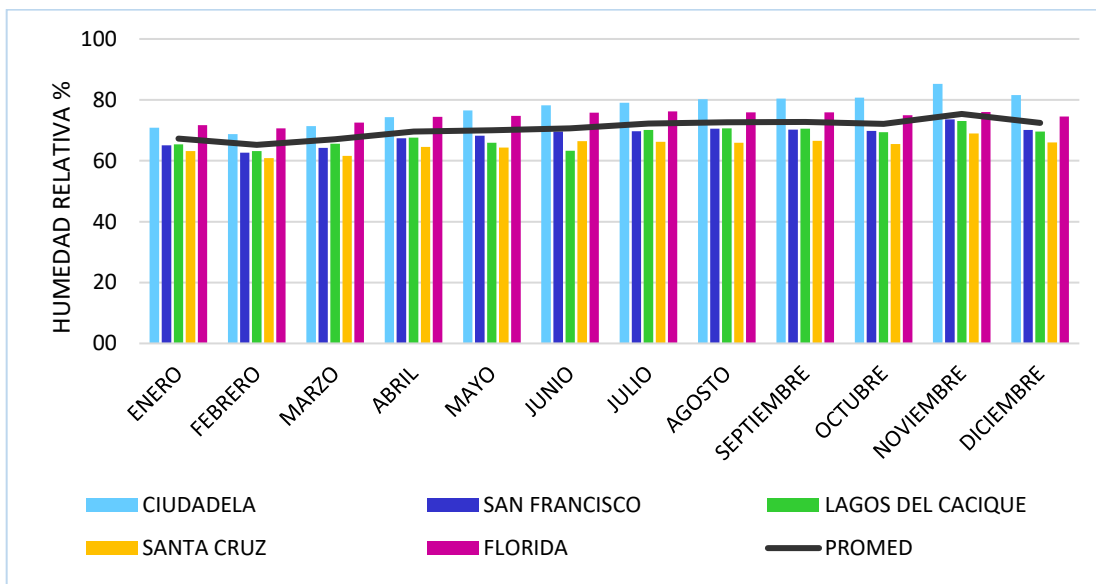


Gráfico 10. Humedad relativa promedio mensual, año 2020

En cuanto al comportamiento horario de la humedad relativa, dada su relación inversa con la temperatura, en las horas de la madrugada y la noche la atmósfera se satura cuando la temperatura desciende, adquiriendo niveles de humedad relativa por encima del 70%; entre tanto, cuando la atmósfera se calienta, se hace más seca y la humedad relativa disminuye.

En el año 2020, de acuerdo a la Tabla 19, se registró la humedad relativa horaria más alta a las 5 a.m. con un valor de 82.6% mientras que la más baja a las 11 a.m. con un valor de 54.2%. La Imagen 11 muestra el perfil promedio horario de la humedad relativa en el área metropolitana de Bucaramanga y sus variaciones a través de cada una de las estaciones.

Tabla 19. Comportamiento horario Humedad Relativa durante el año 2020

HORA	CIUDEDELA	SAN FRANCISCO	LAGOS DEL CACIQUE	FLORIDA	SANTA CRUZ	PROMEDIO
Unidad	%					
0	83.9	75.9	77.4	79.4	77.7	78.9
1	85.2	77.4	78.6	80.0	79.1	80.1
2	86.4	78.0	79.5	80.6	80.1	80.9
3	87.1	78.6	80.2	81.1	80.9	81.6
4	87.4	79.4	80.9	81.4	81.6	82.2
5	88.1	79.7	81.5	81.7	82.0	82.6
6	88.4	77.6	79.8	81.9	80.3	81.6
7	86.0	70.8	72.3	81.6	72.8	76.7
8	80.8	63.4	64.2	79.4	62.3	70.0
9	73.2	56.3	55.8	75.0	52.5	62.6
10	65.7	51.5	49.7	69.1	45.8	56.4
11	62.0	51.9	48.8	64.0	44.2	54.2
12	63.2	54.7	52.0	62.2	44.0	55.2
13	64.8	56.5	54.3	63.1	45.4	56.8
14	66.0	57.7	55.7	64.6	47.5	58.3
15	67.0	60.0	57.6	65.8	49.9	60.1
16	69.0	63.0	60.7	67.2	53.1	62.6
17	72.3	67.4	66.0	69.8	58.0	66.7
18	76.1	71.2	70.7	73.0	62.7	70.7
19	78.2	72.9	72.3	75.2	66.0	72.9
20	79.4	73.5	72.9	76.8	69.0	74.3
21	80.3	74.0	74.0	77.5	71.8	75.5
22	81.6	74.4	75.1	78.0	74.2	76.7
23	82.7	75.0	76.4	78.6	76.2	77.8

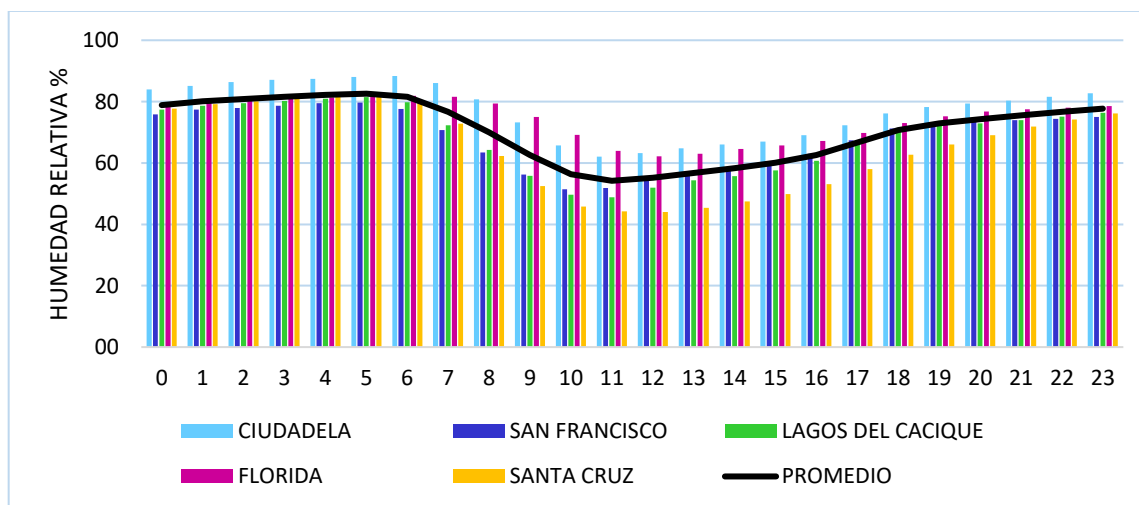


Gráfico 11. Humedad relativa promedio horario, año 2020

1.3.7.4. Comportamiento de la Dirección y Velocidad del Viento

El viento es el aire en movimiento que tiene magnitud y dirección, por lo cual su análisis se realiza tomando en cuenta en sus dos componentes, velocidad y dirección.

- Comportamiento de la Velocidad del Viento

Para el año 2020 la velocidad del viento promedio mensual varió entre 0.9 m/s y 1.6 m/s, de acuerdo al registro de las estaciones contenidos en la Tabla 20. De acuerdo a la gráfica en la Imagen 12, se puede decir que el comportamiento de la magnitud del viento presenta muy poca variación entre los meses, así mismo que la mayor velocidad promedio mensual se dio en los meses de marzo, abril y mayo con valor de 1.4 m/s y que la menor velocidad promedio mensual se dio en el mes de agosto. Por otra parte, en la estación Santa Cruz se presentó la mayor velocidad promedio anual equivalente a 1.5 m/s, mientras que en la estación Lagos del Cacique se registró la menor velocidad promedio anual equivalente a 1 m/s.

Tabla 20. Velocidad promedio mensual, año 2020

VEL. VIENTO (m/s)	CIUADAELA	SAN FRANCISCO	LAGOS DEL CACIQUE	SANTA CRUZ	FLORIDA	PROM MENSUAL
ENERO	1.5	1.4	1.0	1.4	1.2	1.3
FEBRERO	1.5	1.5	1.0	1.4	1.2	1.3
MARZO	1.5	1.6	1.1	1.6	1.2	1.4
ABRIL	1.5	1.6	1.2	1.4	1.2	1.4
MAYO	1.5	1.6	1.2	1.4	1.1	1.4
JUNIO	1.3	1.5	1.0	1.6	0.9	1.3
JULIO	1.3	ND	1.0	1.6	0.9	1.2
AGOSTO	1.4	ND	0.9	ND	1.0	1.1
SEPTIEMBRE	1.4	1.1	0.9	1.4	1.0	1.2
OCTUBRE	1.5	1.5	0.9	1.6	1.2	1.3
NOVIEMBRE	1.5	1.4	1.0	1.5	1.1	1.3
DICIEMBRE	1.5	1.3	1.0	1.5	1.2	1.3
PROM ANUAL	1.4	1.4	1.0	1.5	1.1	1.3

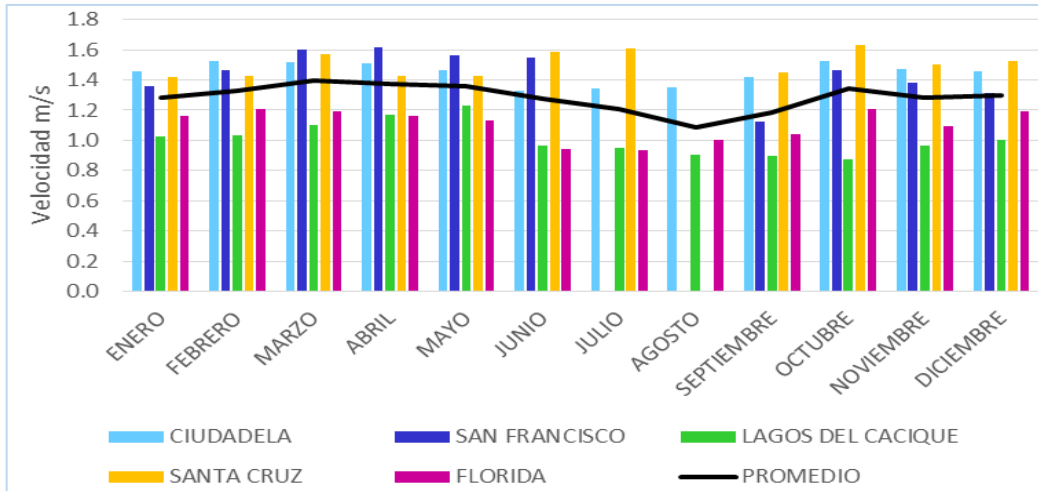


Gráfico 12. . Velocidad promedio mensual, año 2020

- Comportamiento de la Dirección del Viento

La dirección del viento indica de dónde viene el viento, no hacia dónde va. Por ejemplo, el viento norte es el que sopla desde el norte.

A continuación se realiza el análisis de la dirección del viento a partir de la representación en rosa de vientos, la cual indica la frecuencia de donde vienen el viento y su magnitud, es decir la velocidad.

Revisa la predominancia de la dirección del viento en la Imagen 13, resaltan los vientos que se desplazan a baja velocidad, específicamente entre 0.4 m/s y 1.8 m/s (en rojo), los cuales provienen desde todas las direcciones y equivalen aproximadamente al 50% de los registros; mientras que los vientos de velocidad superior a 1.8 m/s provienen desde el norte y el noroeste con una representatividad cerca del 30%.

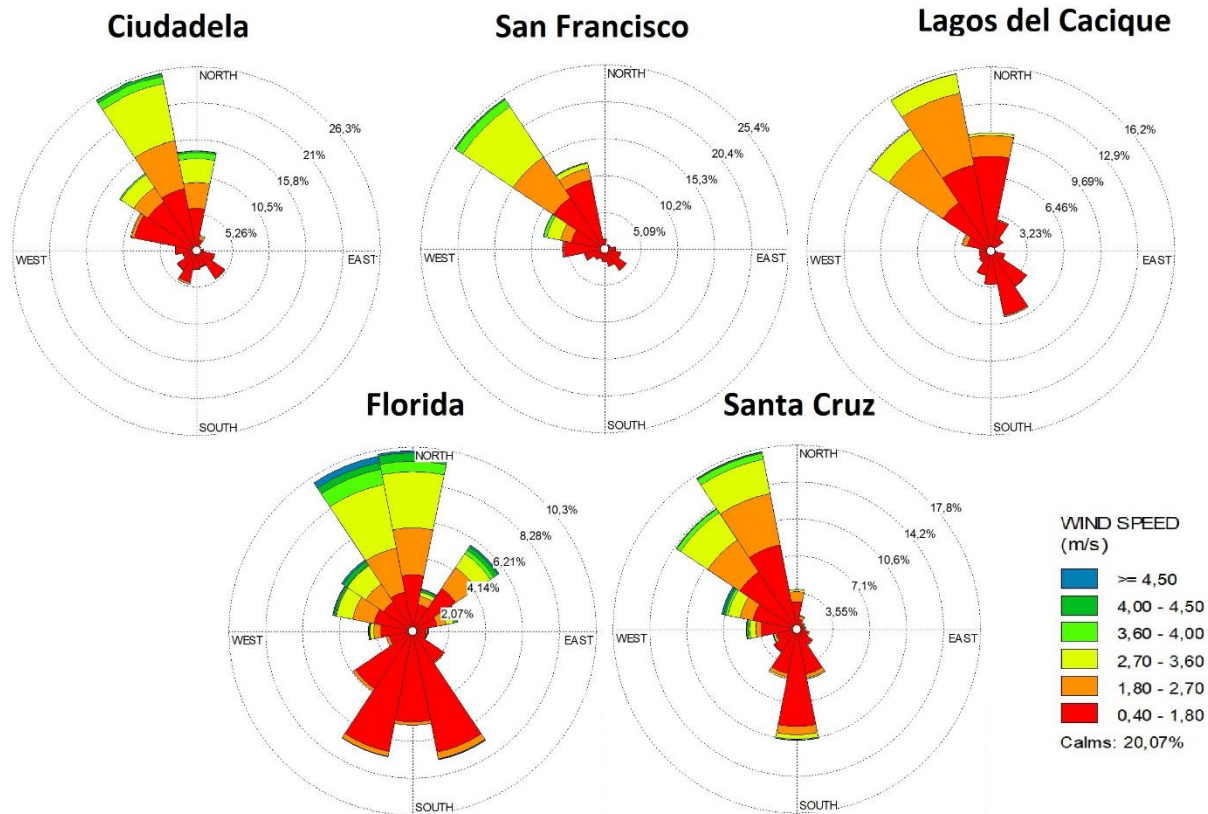


Gráfico 13. Rosa de vientos año 2020

En las imágenes 14 y 15 se presentan un ejemplo del comportamiento horario de la velocidad y dirección del viento para el mes de enero de la estación Ciudadela, y retomando el análisis realizado a partir de la rosa de vientos, se evidencia que entre las 10 am y las 7 pm ocurren las velocidades superiores a 1.8 m/s; proviniendo del noroeste. Además ratificar el comportamiento de los vientos más débiles e inferir que en la noche existe recirculación del aire en el área metropolitana de Bucaramanga.

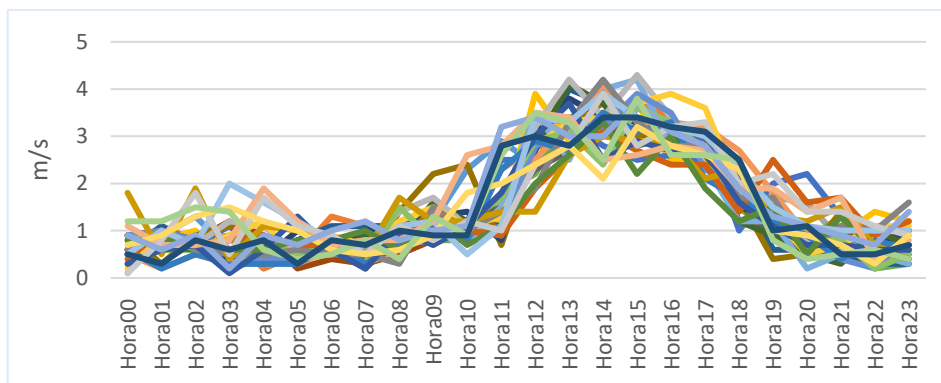


Gráfico 14. Comportamiento horario de velocidad del viento

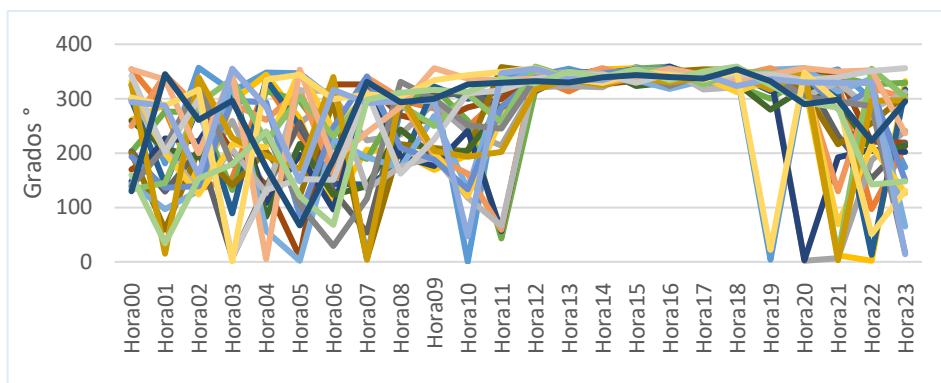


Gráfico 15. . Comportamiento horario de la dirección del viento

1.3.7.5. Comportamiento de la Radiación Solar

En la Tabla 21 se resume el promedio horario anual de la radiación solar y la energía solar acumulada durante el día en cada estación, de acuerdo a este último dato la estación Santa Cruz en Girón, seguida de San Francisco en Bucaramanga, registran la mayor energía solar acumulada en un día. Los promedios horarios se grafican en la Imagen 16, la cual ilustra el incremento de la energía solar en las primeras horas de la mañana y su descenso en las últimas horas de la tarde, alcanzando su mayor valor entre las 10 am y las 2 pm, dependiendo cuan cercana se encuentre la estación al este.

Tabla 21. Comportamiento horario de la radiación solar durante el año 2020

RADIACION SOLAR W/m2	CIUDEDELA	SAN FRANCISCO	LAGOS DEL CACIQUE	FLORIDA	SANTA CRUZ	PROMEDIO
0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0

RADIACION SOLAR W/m2	CIUDEDELA	SAN FRANCISCO	LAGOS DEL CACIQUE	FLORIDA	SANTA CRUZ	PROMEDIO
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0.3	0.1	1.0	0.3	0.3
6	6.7	52.5	39.7	10.5	47.5	31.4
7	103.6	205.9	172.3	55.4	186.4	144.7
8	275.2	396.0	337.1	152.7	371.0	306.4
9	461.3	580.7	501.0	306.6	547.3	479.4
10	606.7	674.9	617.8	486.6	647.6	606.7
11	677.3	653.3	628.7	602.6	664.9	645.4
12	658.2	575.0	548.1	626.6	657.1	613.0
13	570	525.7	496.2	607.0	611.1	562.0
14	510.8	472.0	424.6	517.1	487.6	482.4
15	423.0	334.7	314.2	424.1	318.0	362.8
16	269.6	171.4	173.5	310.3	158.3	216.6
17	105.3	39.2	34.9	184.1	37.7	80.3
18	7.6	0.1	0	69.5	1.7	15.8
19	0	0	0	10.7	0	2.1
20	0	0	0	0.1	0	0
21	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0
Acumulada	4675.5	4681.8	4288.4	4364.9	4736.7	4549.4

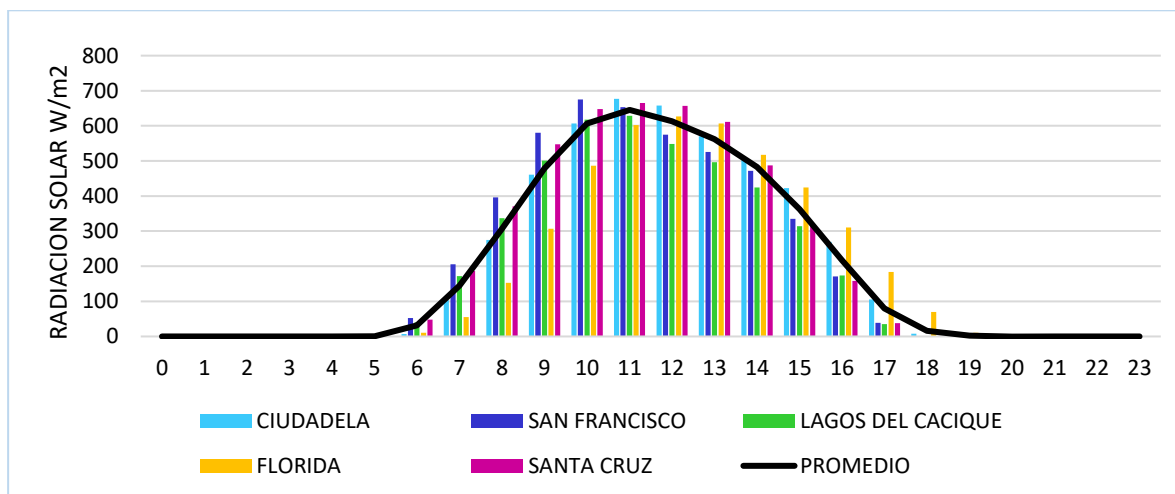


Gráfico 16. Radiación solar media horaria, año 2020

1.3.8. Registro de puntos de calor

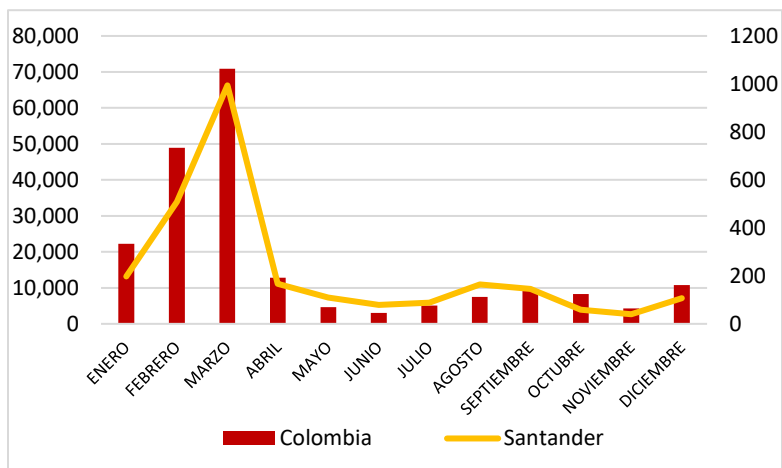
El portal puntosdecalor.ideam.gov.co del IDEAM, se encuentra dispuesto para el monitoreo de los puntos de calor en Colombia, los cuales son detectados por el satélite de la Nasa VIIRS

(Visible Infrared Imaging Radiometer Suite), gran parte de los puntos identificados por el satélite son incendios forestales en áreas con algún tipo de vegetación, sin embargo, también pueden ser llamas por combustión de gases o tormentas eléctricas.

Con el fin de identificar las quemadas de biomasa, por ser grandes aportadores de material particulado, se presenta el resultado de la consulta al portal del IDEAM, identificando por mes la cantidad de puntos de calor para Colombia y el departamento de Santander, cuya relación se expone en la Tabla 22. Los datos encontrados indican que en marzo de 2020 se presentaron 70,899 puntos calientes en Colombia, lo cuales fueron identificados como los causantes, en mayor medida, de la contaminación del aire por material particulado no solo en Bucaramanga sino en otras ciudades de Colombia como Bogotá todas vez que en Colombia se estableció la medida de aislamiento preventivo obligatorio por el COVID-19 el 25 de marzo, donde gran cantidad de transporte vehicular dejó de circular, como también muchas industrias dejaron de operar.

Tabla 22. Cantidad de puntos calientes año 2020

MES	Santander	Colombia
ENERO	197	22,263
FEBRERO	509	48,899
MARZO	994	70,899
ABRIL	167	12,798
MAYO	110	4,670
JUNIO	79	3,014
JULIO	88	5,103
AGOSTO	164	7,453
SEPTIEMBRE	145	9,424
OCTUBRE	59	8,321
NOVIEMBRE	40	4,292
DICIEMBRE	107	10,752



En la Imagen 17 se paraleliza los puntos de calor en Santander en el año 2020 con la concentración promedio mensual de PM2.5 de la estación San Francisco, de la cual se aprecia su relación directa, los incendios generan y aumentan la contaminación del aire por material particulado.

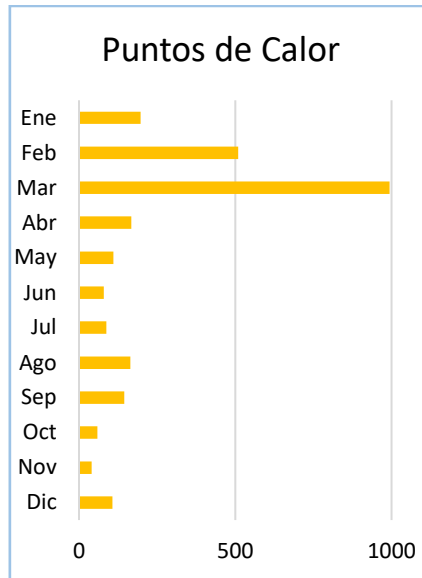
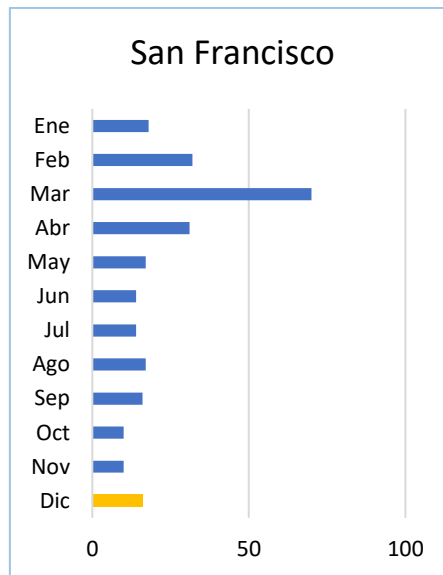


Gráfico 17. Comparación PM2.5 con Puntos de Calor



1.3.9. Índice de la Calidad del Aire del Área Metropolitana de Bucaramanga

En esta sección se establecerá el valor del índice de calidad del aire – ICA para un periodo mensual, de los contaminantes criterio PM10 y PM2.5. La metodología de cálculo del ICA se encuentra definida en el capítulo IV de la Resolución 2254 de 2017. Sin embargo, se indica que el ICA mensual se calculó a partir de la concentración promedio mensual del contaminante utilizando las concentraciones horarias válidas en el mes por cada estación.

En las Tablas 23 y 24 representa el índice de calidad del aire expresado en el valor (adimensional) y el estado de la calidad del aire a través del color de cada casilla, que permiten observar y analizar la presencia del contaminante e identificar los posibles efectos.

Tabla 23. ICA Mensual para contaminantes criterio PM10

Mes	Est.	Cabecera	Ciudadela	San Francisco	Santa Cruz	La Ciudadela	Lagos del Cacique	Lagos I
Enero		ND	36	32	40	32	32	27
Febrero		53	52	51	58	50	53	45
Marzo		65	61	68	84	57	80	69
Abril		ND	ND	41	ND	ND	ND	56
Mayo		31	23	29	ND	ND	ND	ND
Junio		31	20	24	20	ND	ND	ND
Julio		31	ND	26	22	22	ND	ND
Agosto		25	19	28	22	24	ND	ND
Septiembre		25	22	28	22	25	ND	ND
Octubre		39	21	21	20	21	16	ND
Noviembre		38	22	20	20	20	15	ND
Diciembre		44	31	31*	34*	35*	22*	ND

* ICA indicativo dada que la representatividad de los datos es menor al 75%

Tabla 24. ICA Mensual para contaminantes criterio PM2.5

Mes	Est.	San Francisco	La Ciudadela	Santa Cruz	Lagos del Cacique	Lagos I
Enero		61	57	65	65	53
Febrero		90	82	94	100	80
Marzo		166	133	150	167	162
Abril		88	ND	76	84	78
Mayo		61	ND	59	ND	ND
Junio		49	ND	15	ND	ND
Julio		53	49	45	ND	ND
Agosto		59	53	47	ND	ND
Septiembre		57	51	45	ND	ND
Octubre		45	47	41	39	ND
Noviembre		45	45	41	39	ND
Diciembre		57*	61*	57*	49*	ND

* ICA indicativo dada que la representatividad de los datos es menor al 75%

De los índices de calidad del aire se aprecian que en cuanto al contaminante PM10 en 10 meses del año el estado del aire fue buena, sin embargo para el contaminante PM2.5 solo 4 meses gozaron de este mismo estado. Es decir, el área metropolitana de Bucaramanga en los meses de junio, julio, octubre y noviembre tuvo una calidad del aire, que no supone riesgo para la salud. Por otra parte, la calidad del aire en los meses enero, febrero, abril, mayo, septiembre y diciembre fue aceptable, con lo que se podría generar posibles síntomas respiratorios en grupos

poblacionales sensibles. Y por último el registro de la calidad del aire en el mes de marzo generó la máxima alerta toda vez que el estado es catalogado dañino para la salud, donde todos los individuos pueden experimentar efectos sobre la salud y los grupos sensibles efectos más graves.

Conclusiones

Del análisis a la información de Calidad del Aire, generado por los Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire de la CDMB y el AMB, se puede señalar que la concentración de los contaminantes PM10, PM2.5 y NO2, en el cuarto trimestre del 2020, se conserva dentro del rango bueno y aceptable del índice de calidad del aire - ICA, y sin presentar excedencia al nivel máximo permisible para un tiempo de exposición de 24 horas.

A pesar de presentar condiciones climatológicas como abundantes precipitaciones para el lavado de la atmosfera, en el mes de marzo la concentración de material particulado, en especial PM2.5, fue incrementando con los días hasta alcanzar un índice de calidad del aire de 166 cuyos efectos se cataloga como dañinos de para la salud; como consecuencia de la gran cantidad de incendios forestales presentados, que superaron por mucho los presentados en enero y febrero de este mismo año, no solo en Santander, sino en toda Colombia. Frente a este episodio de contaminación en Bucaramanga, se implementó el de “pico y placa ambiental” por parte de la Alcaldía de Bucaramanga, mediante la resolución 094/20, a partir del 14 de marzo, con el fin de disminuir la concentración del PM2.5, y posteriormente fue implementado el aislamiento poblacional a causas de la emergencia sanitaria por COVID-19. No obstante a estas medidas la concentración de PM2.5 siguió aumentando; sin embargo, sí disminuyó el dióxido de nitrógeno (NO2).

A excepción de la contaminación del aire presentada en el mes de marzo por PM2.5, en el año 2020 la calidad del aire se encontró en niveles diarios que suponen un bajo riesgo para la salud, de la misma manera, el promedio anual de PM10 y PM2.5 está por debajo de la norma, en algunos casos como las estaciones de monitoreo Ciudadela y Santa Cruz la concentración promedio anual del 2020 disminuyó frente a la del 2019.



CAPITULO II

Informe Red Hidroclimatológica 2020



CAPITULO II. RED DE MONITOREO HIDROCLIMATOLOGICA

Introducción

La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), en cumplimiento de su misión como autoridad ambiental encargada de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, como autoridad ambiental, en el área de su jurisdicción. Presenta el Informe Red Hidroclimatológica de la CDMB segundo semestre 2020.

El informe comprende la descripción, caracterización y análisis de los diferentes cambios en el comportamiento de las variables Hidroclimatológica en diferentes escalas en relación temporal que reportan las estaciones de la Red Hidroclimatológica ubicadas en el área de jurisdicción de la CDMB y abarcan los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Piedecuesta, Girón, Lebrija, Rio negro, El Playón, Suratá, California, Vetas, Matanza, Charta y Tona, actualmente la integran veinte (20) estaciones climatológicas automáticas y dos (2) estación automática de niveles.

El contenido del informe se divide en tres partes, la segunda 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 las estaciones automáticas con su respectivo análisis de la información relacionada.

De esta manera se pretende analizar el comportamiento de las variables hidrometeorológicas frente a los eventos hidroclimatológicos a un determinado tiempo mediante las estaciones ya establecidas en los diferentes municipios que están bajo jurisdicción de la CDMB. La información se encontrará libre 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 óptimo aprovechamiento de los recursos naturales renovables.

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo general

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

2.1.2. Objetivos específicos

- * Operación y mantenimiento de la red de observaciones y mediciones hidrometeorológicas.
- * Generación de información meteorológica de alta calidad que sirva de insumo para las diferentes instituciones o personas en el marco del conocimiento ambiental del territorio.

2.2. 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 clima y el comportamiento de las variables meteorológicas 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 patrones de medición 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.

2.3. Estaciones hidroclimatológicas.

2.3.1. Estaciones Climatológicas Automáticas

Las estaciones climatológicas miden la temperatura, precipitación pluvial, evaporación, velocidad y dirección del viento. Estas variables climatológicas varían geográfica y temporalmente, por lo que su medición resulta relevante para la planeación de los recursos hídricos y los estudios hidrológicos. (Viessman et ál. 1989) citado en (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2016).

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, especialmente en zonas remotas o donde no se puede contar con observadores permanentes (Asesorar LTDA, 2018)

E.M.A., es una herramienta por la cual se obtienen datos de las variables meteorológicas, tales como: Precipitación, Temperatura, Humedad relativa, Velocidad y dirección del viento, presión atmosférica, lluvia y otros, las cuales son capturadas por medio de sensores eléctricos instalados en las E.M.A. 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(dataloger)
- * 8 sensores
- * Unidad de alimentación (panel solar, controlador de potencia, batería)
- * Sistema de transmisión por Satélite INMARSAT C
- * Sistema de transmisión vía RS232 (utilizada actualmente)
- * Display visualizador de datos instantáneos.
- * Unidad protectora contra descargas atmosféricas (pararrayos, sistema de aterramiento).
- * Software de tratamiento de datos HIDRAS3.

Así mismo, tiene diferentes tipos de sensores la EMA:

- * Sensor de temperatura del aire y humedad
- * Sensor de dirección de viento
- * Sensor de velocidad de viento
- * Sensor de presión

Las cuales cuentan con software para tratamiento de datos. El software HYDRAS3 es el que 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 cada 10 minutos y transmitidas al computador cada 1 hora.
- * **Mediciones horarias:** Las mediciones horarias son adquiridas por sensores virtuales cada 1 hora o cada 3 horas (promedia los datos instantáneos).



Fuente: (Davis Instruments, 2020)

2.3.2. Estaciones hidrológicas de nivel.

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

Tienen como propósito realizar seguimiento en tiempo real y de manera continua al comportamiento del volumen de agua que circula por una sección de una corriente en un tiempo determinado por medio de sensores automáticos de presión, que se encuentran en tubo de acero

para garantizar su protección; estos sensores registran temperatura y presión. 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) citado en (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2016).

Las estaciones hidrológicas están clasificadas de acuerdo con el tipo de instrumento con el que cuenta la estación:

- Estación limnimétrica o simple. Esta estación hidrométrica cuenta con un instrumento de medición denominado limnómetro (escala o mira), su función es registrar el nivel del río respecto a una referencia fija.
- Estación Limnigráfica. Esta estación es fija que no solo cuenta con un limnómetro o regla, también cuenta con un limnigrafo, su función es registrar las variaciones del nivel del agua en la sección de control de forma continua y debe coincidir con el nivel del limnómetro.

La CDMB, actualmente cuenta con cuatro (4) 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:

. Características de los tipos de Estaciones CDMB.

VARIABLES QUE SE MIDEN EN LA ESTACION	MARCA Y MODELO DE CADA EQUIPO (PLATAFORMA, TRANSMISOR, SENSORES)	CANTIDAD DE ESTACIONES CDMB
Caudal de agua (m ³ /s)	1. Sensor de nivel, caudal y velocidad: Marca Sommer, Modelo RQ-30	1
Nivel de agua (m)	2. Sonda multiparamétrica: Marca OTT Modelo HL7	
Velocidad de agua (m/s)	3. Sensor Sólidos Suspendidos: Marca Ponsel, Modelo: MES5	
OD (mg/L) PH (pH)Sólidos totales	4. Datalogger: Marca OTT, Modelo: Net DL500. con modem interno.	
disueltos (mg/L) Sólidos totales suspendidos (mg/L) Temperatura del		

VARIABLES QUE SE MIDEN EN LA ESTACION	MARCA Y MODELO DE CADA EQUIPO (PLATAFORMA, TRANSMISOR, SENSORES)	CANTIDAD DE ESTACIONES CDMB
agua (°C) Turbidez (NTU) Conductividad (mS/cm)	5. Plataforma WEB para consulta http://cdmb.aquatick.com.co/ usuario: consulta, contraseña: Consulta.123 Alimentado por energía solar. 1. RTU: Adcon Telemetry, Modelo: a764 3G Serie 6 2. Sensor de Temp y Hum Relativa: Adcon Telemetry, Modelo: AdconTR2	
Temperatura, Humedad Relativa, Dirección Del Viento, Velocidad Del Viento, Precipitación, Radiación Solar, Radiación UV	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. Pluviometro: Adcon Telemetry, Modelo: Adcon RG1 Alimentado por energía solar. 7. Link para consulta: https://host01.adcon.at/livedata/collection.jsf?template=trend&node=89269	4
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 6. Software de para descarga remota de datos: LoggerNet Alimentandado por energía solar.	1
Temperatura, Humedad Relativa, Dirección Del Viento, Velocidad Del Viento, Presión Atmosférica, Precipitación, Radiación Solar, Índice UV	1. Estación compacta: Marca Davis Instruments, Modelo: Vatage PRO2 2. Telemetría: Desarrollo a partir de arduino uno, modulo ethernet para arduino W5100y modem gprs: Hongdian Modelo: H7921-RHZ-i 3. Página Web, Además tiene adaptado el sistema de alimentación compuesto por panel solar, batería sellada y controlador de carga. 4. Plataforma Web para consulta: http://aite.dyndns.org/logger_ard/ usuario: admin contraseña: admin	16

2.4. Metodología

La Red Hidroclimatológica de la CDMB, para el segundo semestre del año 2020, está integrada por ventidos (22) estaciones hidroclimatológicas, de las cuales, veinte (20) de ellas son estaciones climatológicas automáticas que reportan datos de las variables meteorológicas tales como: Precipitación y Temperatura, Velocidad y dirección del viento, Humedad Relativa, radiación solar e índice Ultravioleta – UV, y dos (2) corresponden a estaciones de niveles, las cuales reportan datos de volumen de caudal, nivel de agua, velocidad, oxígeno disuelto, pH, sólidos totales, temperatura, turbidez y conductividad eléctrica. La CDMB, realiza visitas de inspección, periódicas, a cada una de las estaciones por medio de personal capacitado, en pro de realizar mantenimientos preventivos (acciones de cuidado y mantenimiento locativo con el fin de garantizar la protección de los equipos, la disponibilidad de los datos a recolectar y el mejoramiento del espacio físico) y correctivos cuando sean requeridos, garantizando de ésta forma el buen funcionamiento de los equipos para la captura y recolección de información en campo.

La captura de la información es realizada por parte de los sensores periódicamente, el sensor recibe información que se promedia, es enviada por GPS, los cuales automáticamente realizan medias de los registros y reportan datos horarios por cada estación. Posteriormente, se procede con la descarga, la cual requiere de visita de campo para la verificación en el equipo para que no exista pérdida en la transmisión, posteriormente se realiza la depuración y validación de datos reportados por las estaciones de la Red Hidroclimatológica (personal capacitado); seguidamente, se realiza el análisis e interpretación de la información recolectada por medio de lineamientos dispuestos en la Ficha metodológica de operación estadística de variables meteorológicas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2018) para las variables meteorológicas tales como: Precipitación y Temperatura del aire, Velocidad y dirección del viento, Humedad Relativa del aire, radiación solar e índice Ultravioleta – UV.

Dependiendo de la variable meteorológica, existen diferentes instrumentos y métodos para su análisis. Para las variables meteorológicas, se determinó precipitación acumulada semestral y mensual, temperatura media mensual, velocidad media mensual del viento, índice UV, entre otros.

Este proceso tiene como fin determinar el comportamiento cuantitativo y cualitativo de las variables meteorológicas y promover la identificación de la variabilidad climática en el área de jurisdicción de la CDMB

2.5. Red Hidroclimatológica de la CDMB

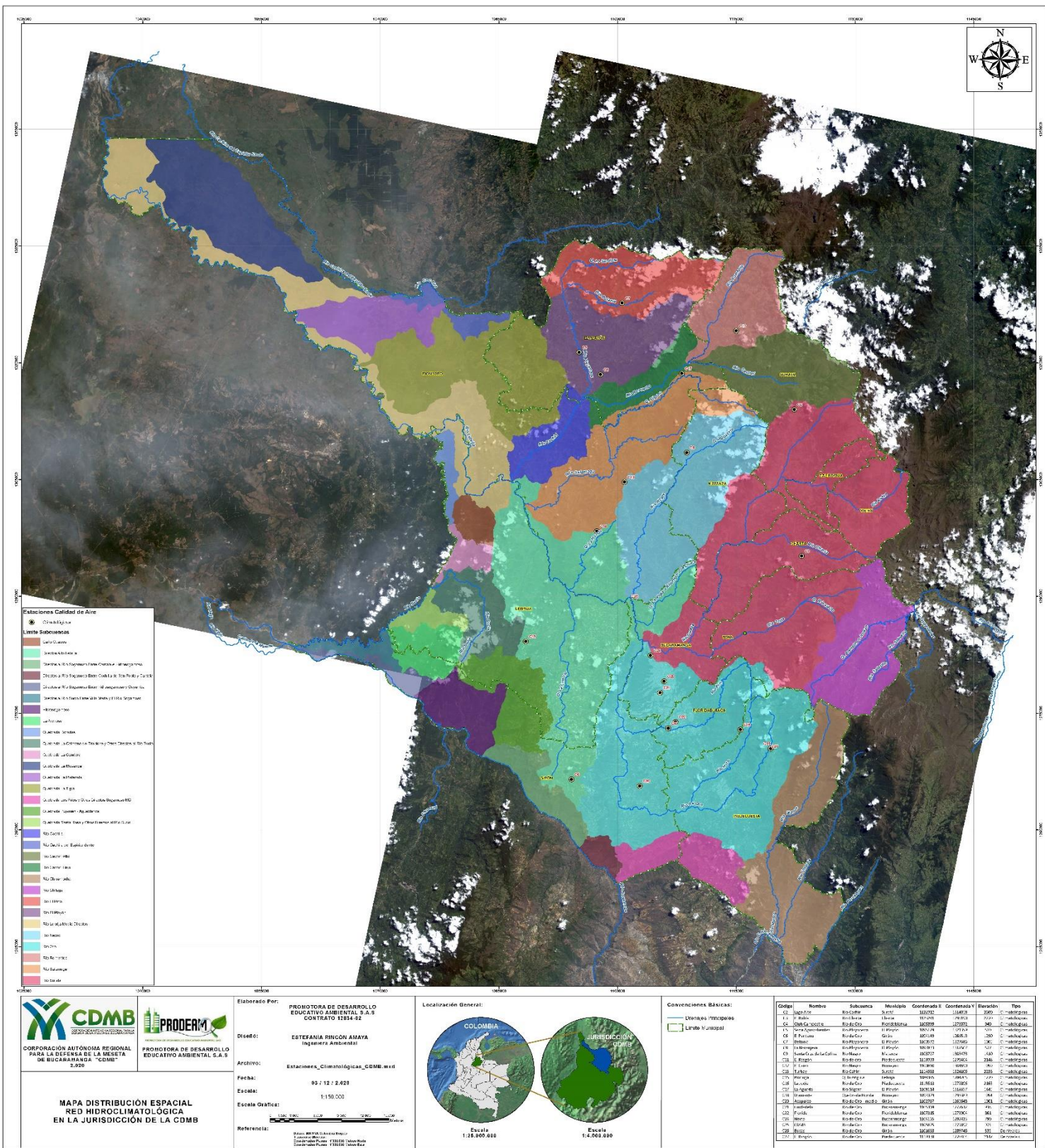
La Red Hidroclimatológica de la CDMB está al servicio de la comunidad realizando el reporte de información Hidroclimatológica desde el año 2008, sin embargo, cuenta con registros históricos aproximadamente desde hace 31 años de algunas variables climatológicas.

La cantidad y modelo de las estaciones ha sido variable a lo largo del tiempo y gracias a la gestión y apoyo para la adquisición de nuevas estaciones por parte de la CDMB, se ha consolidado actualmente como una Red Hidroclimatológica representativa para la región. Actualmente, cuenta con el funcionamiento de veintidos (22) estaciones, veinte (20) de ellas climatológicas automáticas y dos (2) hidrológicas de niveles, que permiten registrar datos horarios de variables meteorológicas y reportes hidrológicos de niveles, respectivamente, tales como: Precipitación y Temperatura, Velocidad y dirección del viento, Humedad Relativa, radiación solar e índice Ultravioleta – UV, cantidad de agua, velocidad de agua, temperatura del agua, entre otros. La distribución de las estaciones se encuentra soportada estratégicamente en las microcuencas que integran el área de jurisdicción, éstas son: Microcuenca Cachira sur (5 estaciones), Microcuenca Rio Negro (2 estaciones climatológicas automáticas), Microcuenca Rio Salamaga (1 estación climatológica automática), Microcuenca Río Suratá (2 estaciones climatológicas automáticas), Microcuenca Río Lebrija Alto (1 estación climatológica automática), Microcuenca Río de Oro (9 estaciones climatológicas automáticas y 2 estaciones de niveles).

La importancia de estos estudios radica en la identificación de la variación climática, 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 directa 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



- Estaciones Calidad de Aire**
- Estación
 - Subregión
 - Límite Subregión
 - Límite Municipio

MAPA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL RED HIDROCLIMATOLÓGICA EN LA JURISDICCIÓN DE LA CDMB

Elaborado Por: PROMOTORA DE DESARROLLO EDUCATIVO AMBIENTAL S.A.S
CONTRATO 92634-82

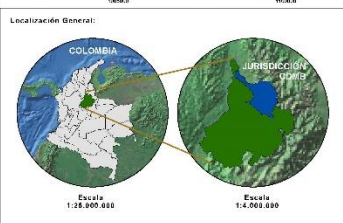
Diseño: ESTEFANIA PINCÓN AMAYA
Ingeniera Ambiental

Archivo: Estaciones_Climatológicas_CDMB.mxd

Fecha: 02 / 12 / 2023

Escala: 1:150.000

Referencias: Mapa de Colombia 1:25.000.000
Código de Municipios de Colombia 1:25.000.000
Código de Departamentos de Colombia 1:25.000.000



Convenciones Básicas:

- Límite / Límites
- Límite / Límites

Código	Nombre	Subregión	Municipio	Coordenada X	Coordenada Y	Altitud	Tipo
01	Bucaramanga	Bolívar	Bucaramanga	73.0000	7.0000	2200	Estación
02	Barranquilla	Bolívar	Barranquilla	75.0000	10.0000	100	Estación
03	Medellín	Antioquia	Medellín	76.5000	6.3000	1500	Estación
04	Cali	Valle del Cauca	Cali	76.5000	3.5000	1000	Estación
05	Bogotá	Cundinamarca	Bogotá	76.6000	4.6000	2600	Estación
06	Manizales	Caldas	Manizales	75.5000	5.7000	1800	Estación
07	Neiva	Huila	Neiva	75.0000	4.0000	1200	Estación
08	Soledad	Bolívar	Soledad	75.0000	9.5000	100	Estación
09	Valledupar	Cesar	Valledupar	73.0000	10.5000	100	Estación
10	Cartagena	Bolívar	Cartagena	75.5000	10.5000	100	Estación
11	Montería	Córdoba	Montería	75.0000	8.5000	100	Estación
12	Armenia	Quindío	Armenia	75.5000	4.5000	1500	Estación
13	Quibdó	Chocó	Quibdó	76.5000	5.5000	1000	Estación
14	Pasto	Sucumbios	Pasto	76.5000	1.0000	2000	Estación
15	Popayán	Caquetá	Popayán	76.5000	2.5000	1500	Estación
16	San Andrés	San Andrés y Providencia	San Andrés	76.5000	5.0000	100	Estación
17	San Vicente	San Vicente del Caguán	San Vicente del Caguán	76.5000	1.5000	100	Estación
18	Yopal	Casareño	Yopal	73.5000	5.5000	100	Estación
19	Guacarí	Córdoba	Guacarí	75.5000	8.5000	100	Estación
20	San José del Guaviare	Guaviare	San José del Guaviare	73.5000	2.5000	100	Estación
21	San José del Guaviare	Guaviare	San José del Guaviare	73.5000	2.5000	100	Estación
22	San José del Guaviare	Guaviare	San José del Guaviare	73.5000	2.5000	100	Estación
23	San José del Guaviare	Guaviare	San José del Guaviare	73.5000	2.5000	100	Estación
24	San José del Guaviare	Guaviare	San José del Guaviare	73.5000	2.5000	100	Estación
25	San José del Guaviare	Guaviare	San José del Guaviare	73.5000	2.5000	100	Estación

La distribución de las estaciones está enmarcada en el proceso estratégico para el conocimiento del territorio, por ello, están distribuidas en diferentes puntos del área de jurisdicción, resaltando la importancia de las microcuencas que la conforman.

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

Tabla 25. Listado de estaciones climatológicas automáticas

Estaciones climatológicas automáticas de la CDMB						
Código	Nombre	Subcuenca	Municipio	Coordenada X	Coordenada Y	Elevación (m.s.n.m.)
C2	Lago Alto	Rio Cachiri	Suratá	1.122.312	1.314.018	2.600
C3	El Roble	Rio Charta	Charta	1.123.241	1.295.190	2.270
C4	Club Campestre	Rio de Oro	Floridablanca	1.106.399	1.273.072	940
C5	Sena Aguas calientes	Rio Playonero	El Playón	1.095.129	1.321.359	510
C6	El Pantano	Rio de Oro	Girón	1.094.149	1.266.513	1.290
C7	Betania	Rio Playonero	El Playón	1.100.572	1.327.686	1.005
C8	La Naranjera	Rio Playonero	El Playón	1.097.833	1.318.507	577
C9	Santa Cruz de La Colina	Rio Negro	Matanza	1.108.727	1.308.473	1.430
C11	El Rasgón	Rio de oro	Piedecuesta	1.119.338	1.270.464	2.148
C12	El Cairo	Rio Negro	Rionegro	1.100.860	1.304.690	1.059
C13	Turbay	Rio Cachiri	Suratá	1.114.983	1.324.106	2.236
C15	Portugal	Q. la Angula	Lebrija	1.088.385	1.284.205	1.270
C16	La judía	Rio de Oro	Piedecuesta	1.115.513	1.272.896	2.165
C17	La Aguada	Rio Silgara	El Playón	1.108.114	1.318.657	1.445
C18	Diamante	Quebrada Honda	Rionegro	1.097.379	1.298.389	1.054

Estaciones climatológicas automáticas de la CDMB						
C20	Acapulco	Rio de Oro - medio	Girón	1.102.787	1.265.648	1.001
C21	Ciudadela	Rio de Oro	Bucaramanga	1.105.369	1.277.632	938
C22	Florida	Rio de Oro	Floridablanca	1.107.315	1.273.904	861
C24	Norte	Rio de Oro	Bucaramanga	1.104.165	1.282.423	790
C25	CDMB	Rio de Oro	Bucaramanga	1.105.875	1.279.092	975

Tabla 26. Listado de estaciones de niveles.

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

2.6. Reporte de Estaciones climatológicas Automáticas

El presente informe, reporta información ambiental correspondiente a la Red Hidroclimatológica de la CDMB, el periodo a analizar corresponde al comprendido entre el 01 de junio de 2.020 hasta el 30 de noviembre de 2.020, identificado como el segundo semestre del año 2.020.

Debido a la Emergencia sanitaria internacional ocasionada por el Virus SARS CoV2, a nivel nacional se impartieron lineamientos donde se adoptó la condición de aislamiento preventivo “cuarentena” y, por ende, se suspendieron actividades laborales de forma presencial; como efecto colateral se evidenció la perdida de algunos datos de estaciones debido a la frecuencia de la captura de registros (horarios), el almacenamiento limitado de las estaciones, el requerimiento de descargue de la información de forma manual y en algunas ocasiones daños en los equipos.

Sin embargo, con la información obtenida de los registros de las estaciones se realizó el siguiente análisis; se reporta en función de cada microcuenca que conforma el área de jurisdicción de la CDMB.

2.6.1. Cuenca Cachira Sur

En la Cuenca Cachíra sur la CDMB posee cinco (5) estaciones climatológicas distribuidas en la parte alta, media y baja de la cuenca, que reportan la información de variables meteorológicas, las cuales son: Estación Betania, Sena Aguas Calientes, La Naranjera, La Aguada y Turbay. A continuación, se presentan los siguientes resultados que corresponden al segundo semestre del año 2.020.

2.6.1.1. Estación Betania



Estación climatológica automática Betania, se encuentra ubicada en el municipio de El Playón, corregimiento de Betania. Hace parte de la Red Hidroclimatológica de la CDMB, desde el año 2011. La Estación Betania está localizada en la parte alta de la subcuenca, tiene como objetivo monitorear la parte alta de la subcuenca.

La Estación Betania durante el segundo semestre del año 2.020 reportó información de variables meteorológicas, debido a fallos de los sensores y los efectos colaterales que se enmarcaron a raíz de la emergencia sanitaria hubo perdida de algunos datos para el primer mes del II semestre.

A continuación, se evidencia el reporte de la estación correspondiente al segundo semestre del año 2.020

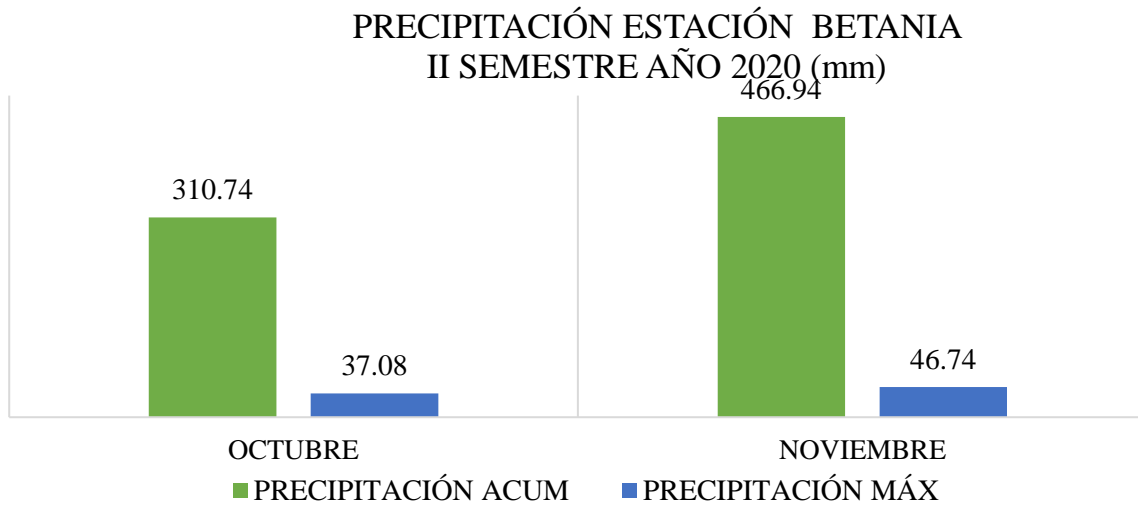
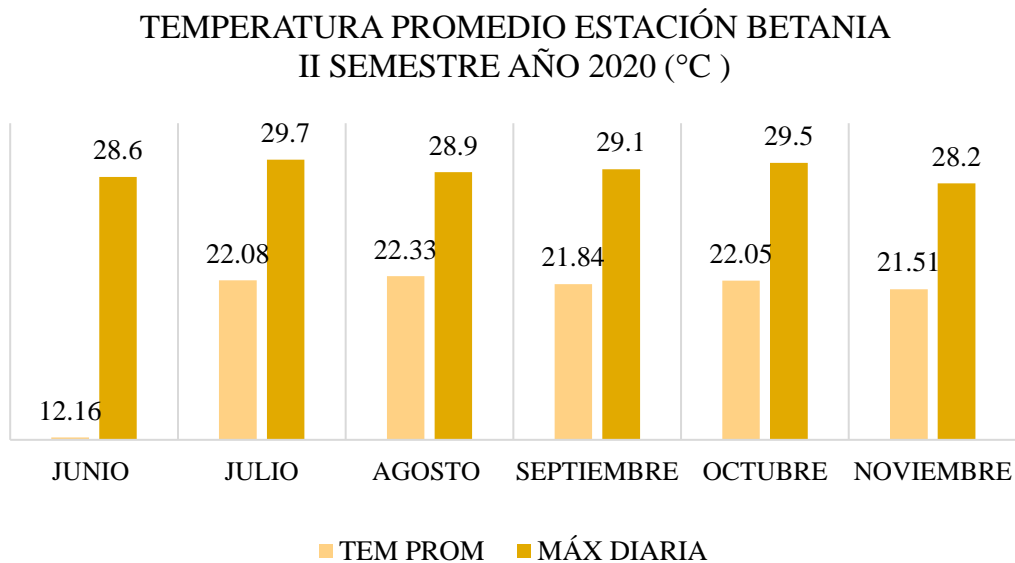


Gráfico 18. Precipitación Estación Betania

La estación presentó fallos en los 4 primeros meses del semestre, sin embargo, según la información reportada el acumulado registrado desde 335.12 mm y la precipitación máxima registrada es de 46,74 mm correspondiente al día 06 de noviembre.

Gráfico 19. Temperatura Estación Betania



La temperatura media durante el II Semestre de 2.020 no tubo variaciones abruptas o considerables, se evidencia una media semestral de 20,33°C. Sin embargo, se evidencia que la temperatura máxima diaria reportada fue de 29,7°C, el día 30 de julio de 2.020.

**HUMEDAD RELATIVA ESTACIÓN BETANIA
II SEMESTRE AÑO 2020 (%)**

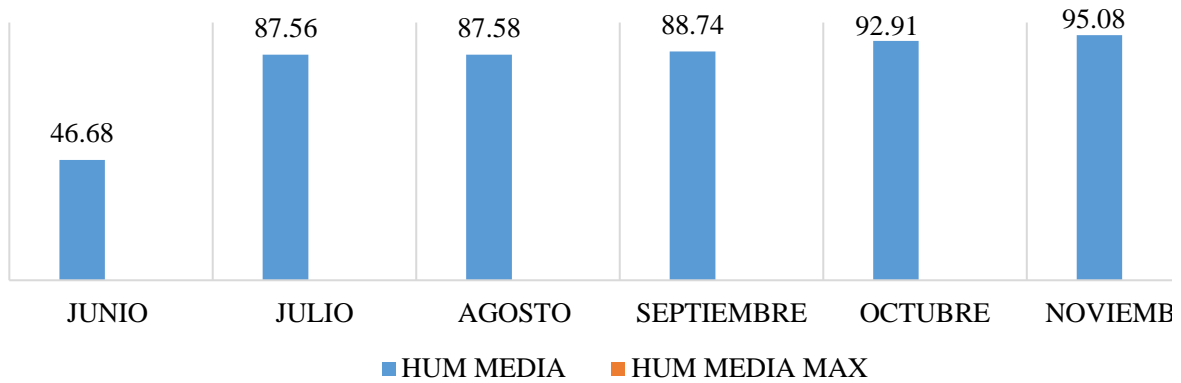


Gráfico 20. Humedad Relativa Estación Betania

La Humedad relativa también tuvo fallos en su registro en el mes de junio, sin embargo, el promedio de humedad relativa para el Segundo semestre, según los reportes, es de 80,69%.

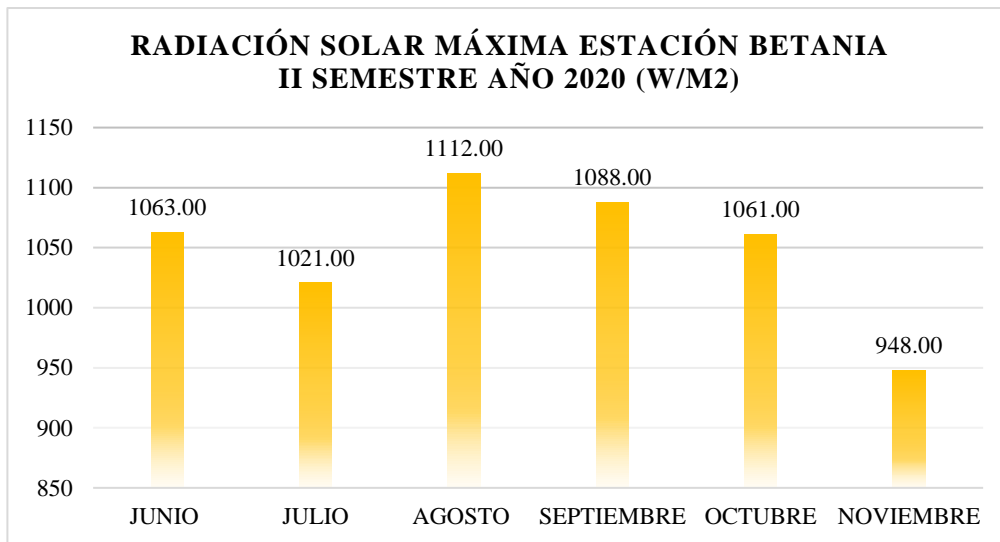


Gráfico 21. Radiación solar Estación Betania

La radiación máxima registrada por la estación Betania es de 1.112 w/m² y corresponde al día 25 de agosto del 2020.

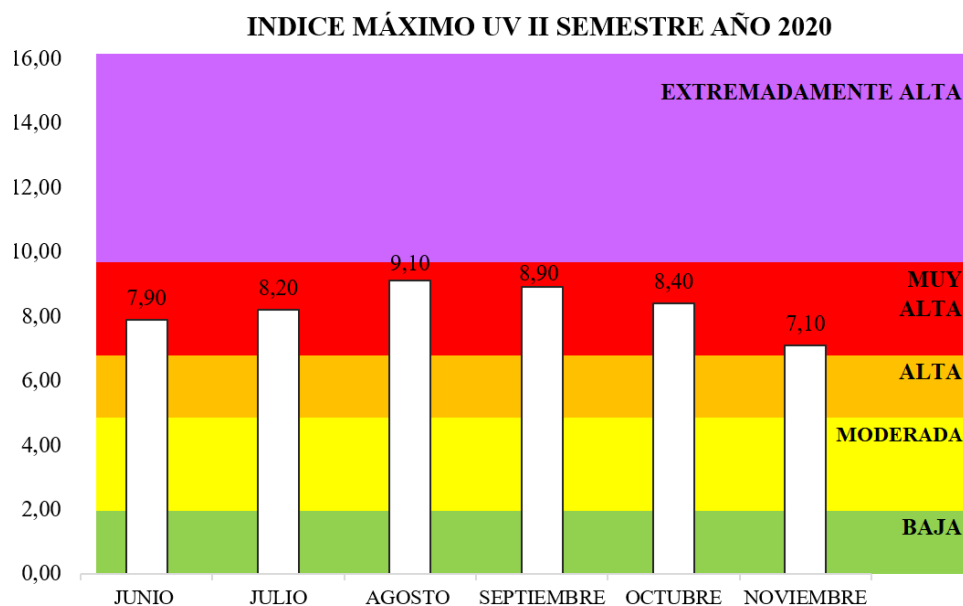


Gráfico 22. . Índice máximo UV Estación Betania

El índice UV máximo reportado para el segundo semestre corresponde a 9,1 con fecha de ocurrencia del 28 de agosto. Se evidencia que está en la clasificación muy alta, por ello se hace énfasis en el cuidado de la piel y la salud.

2.6.1.2. Estación Sena Aguas Calientes



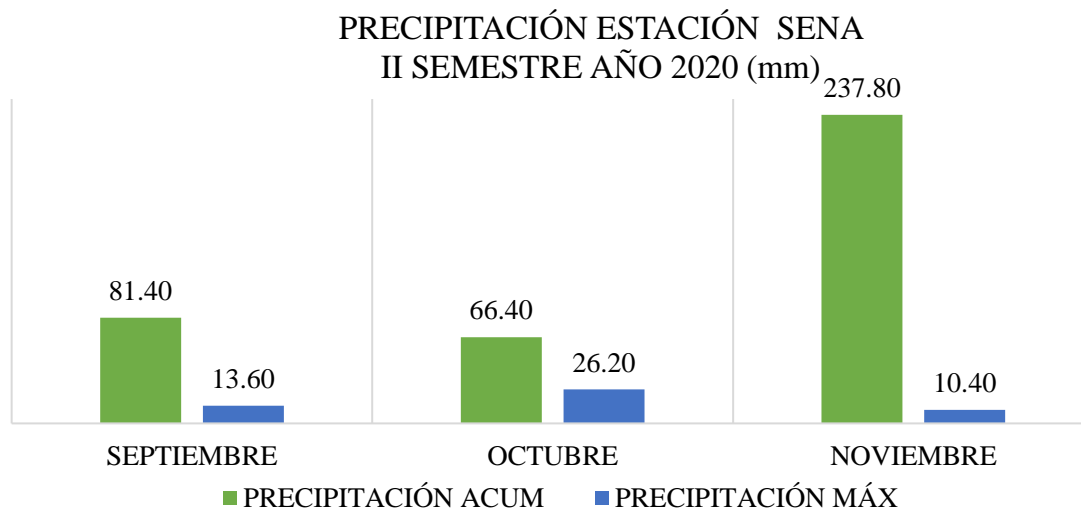
Estación climatológica automática Sena Aguas Calientes, se encuentra ubicada en el municipio de El Playón. Hace parte de la Red Hidroclimatológica de la CDMB, desde el año 2011. Tiene como objetivo monitorear la parte media de la subcuenca.

Cuenca: Río Cachíra del sur

Microcuenca: El Playonero

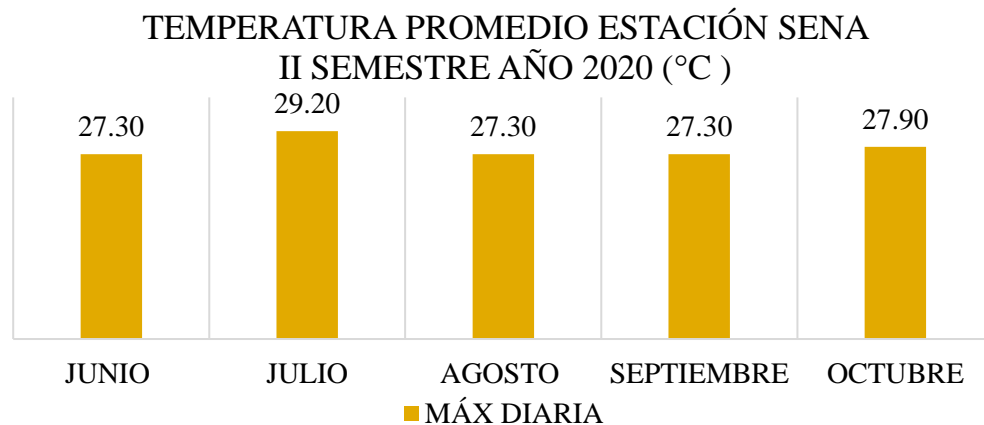
Para el segundo semestre, se evidencia que la estación no reportó la totalidad de los datos en el primer trimestre del semestre. Posteriormente, existieron intervalos de no registro. A continuación, se evidencia el reporte de la estación correspondiente al segundo semestre del año 2.020.

Gráfico 23. Precipitación Estación Sena Aguas Calientes



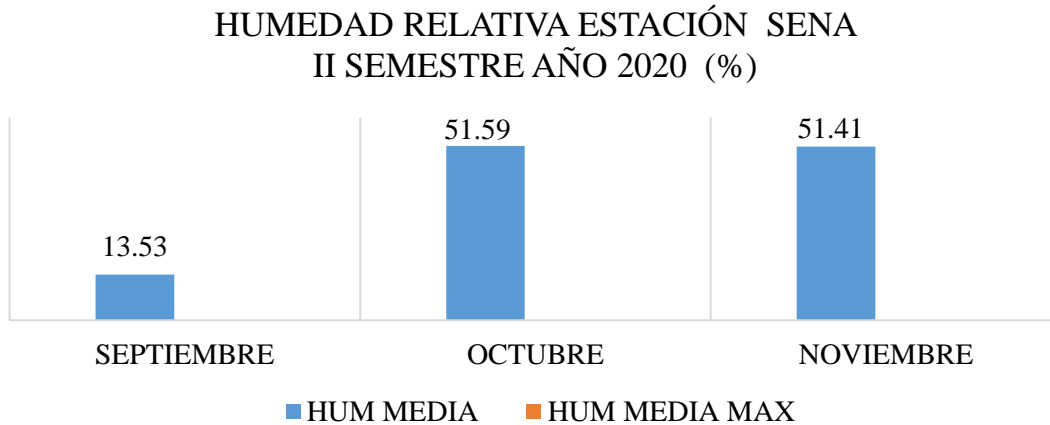
La estación Sena, reporta que la precipitación acumulada durante el II Semestre de 2.020 fue de 147,8 mm, según los datos reportados por la estación. Así mismo, el reporte de la precipitación máxima en veinticuatro (24) horas fue de 33,3 mm y se reportó el día 16 de noviembre de 2.020.

Gráfico 24. . Temperatura Estación Sena Aguas Calientes



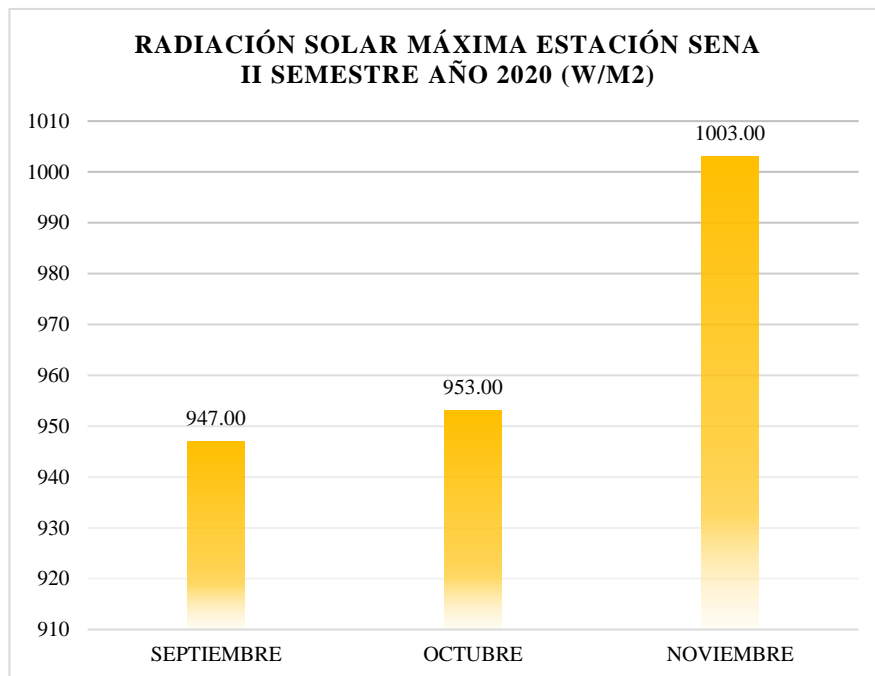
La temperatura media durante el II Semestre de 2.020 no tubo variaciones abruptas o considerables en los datos que se tiene registro, no es representativo cuantificar una media semestral debido a la ausencia de datos. Sin embargo, se evidencia que la temperatura máxima diaria reportada fue de 29,2°C, el día 11 de octubre de 2.020.

Gráfico 25. Humedad relativa Estación Sena Aguas Calientes



La humedad relativa media durante el II Semestre de 2.020, se evidencia una media semestral de 38,84%.

Gráfico 26. Radiación solar acumulada Estación Sena Aguas Calientes



La radiación solar máxima reportada por la estación Sena para el segundo Semestre del año, corresponde a 1.003 watt/m2 la cual se registró el día 04 de noviembre de 2.020, según los

datos reportados por la estación. El mes de noviembre representa el mes con mayor incidencia de radiación solar, seguido por el mes de octubre de 2.020.

2.6.1.3. Estación La Naranjera



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 1km 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: Cachira sur

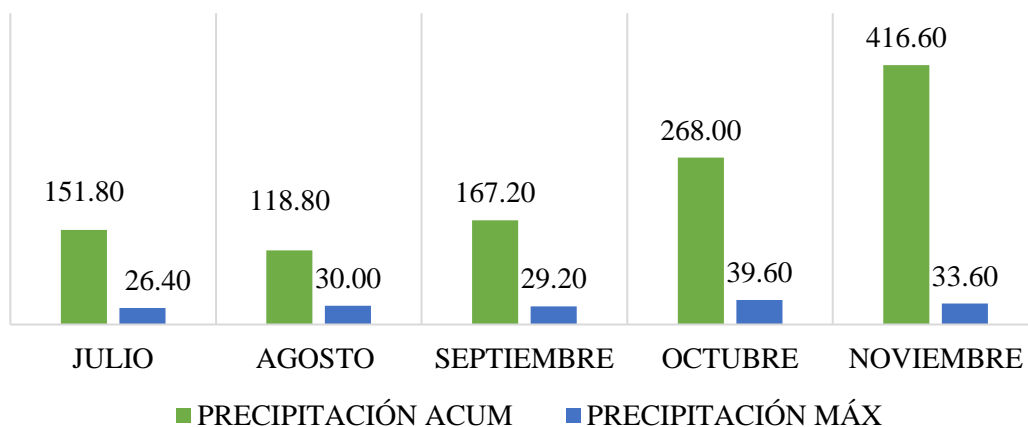
Subcuenca: Río Cachira del sur

Microcuenca: El Playonero

La Estación La Naranjera durante el segundo semestre del año 2.020 reportó información de variables meteorológicas, sin embargo, no posee registros del primer mes del semestre. A continuación, se evidencia el análisis para los meses con información disponible.

Gráfico 27. Precipitación Estación la Naranjera

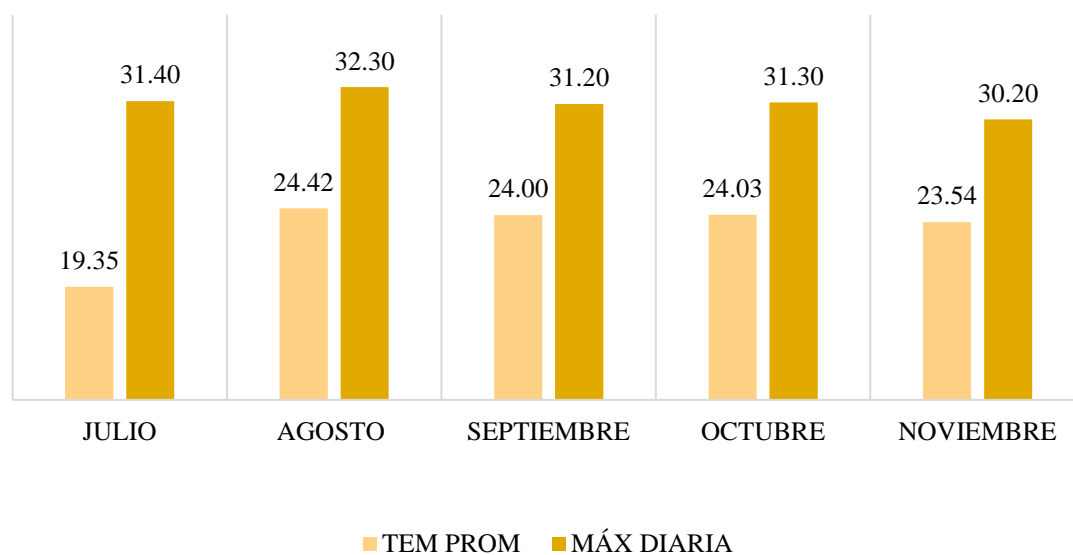
PRECIPITACIÓN ESTACIÓN LA NARANJERA II SEMESTRE AÑO 2020 (mm)



La precipitación acumulada para el segundo semestre, según datos reportados, es de 1.112,4 mm. La precipitación máxima daría reportada es de 39,6 mm con ocurrencia el día 8 de octubre de 2020.

Gráfico 28. Temperatura Estación la Naranjera

TEMPERATURA PROMEDIO ESTACIÓN LA NARANJERA
II SEMESTRE AÑO 2020 (°C)



La temperatura media para el segundo semestre, según los datos reportados es de 23,07 °C, la temperatura máxima reportada para el segundo semestre desde 32,3 la cual tiene fecha de ocurrencia el día 10 de agosto de 2.020.

**HUMEDAD RELATIVA ESTACIÓN LA NARANJERA
II SEMESTRE AÑO 2020 (%)**

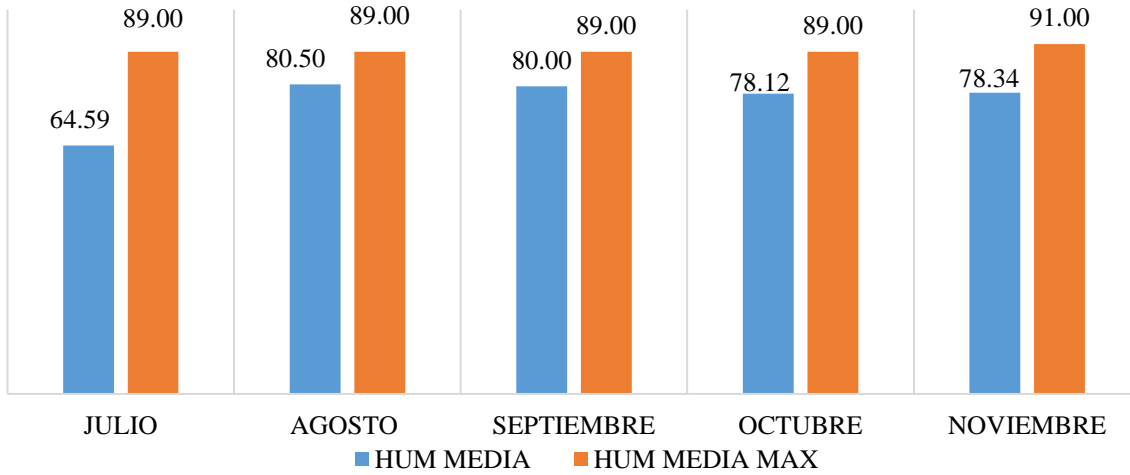


Gráfico 29. Humedad relativa Estación la Naranjera

La humedad relativa media registrada para el primer semestre es de 63,59%. La humedad relativa máxima registrada es de 91% con ocurrencia en los datos reportados para el mes de noviembre.

RADIACIÓN SOLAR MÁXIMA ESTACIÓN LA NARANJERA II SEMESTRE AÑO 2020 (W/M2)

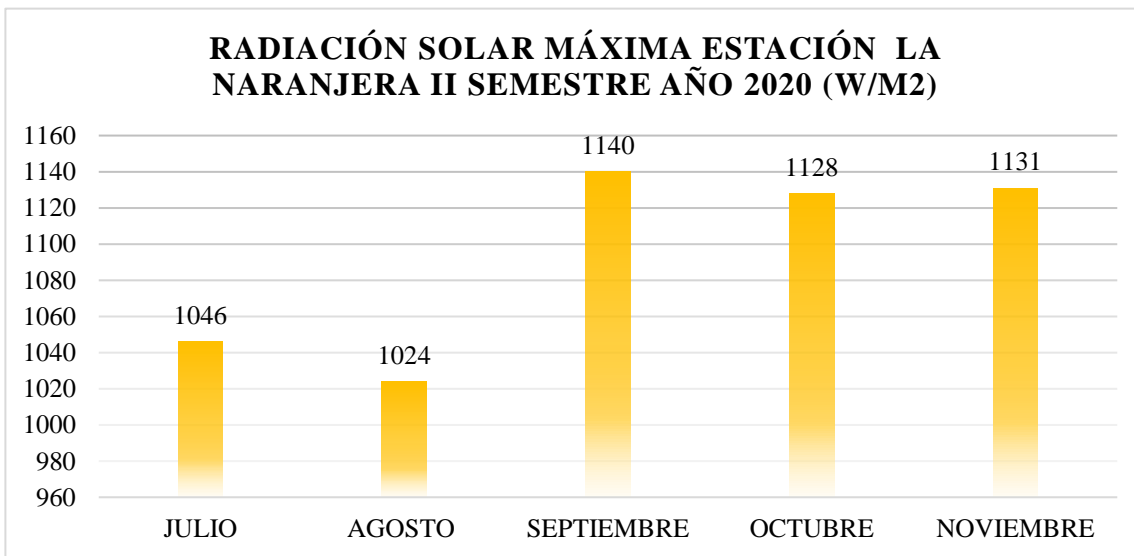


Gráfico 30. Radiación solar Estación la Naranjera

La radiación solar máxima registrada para el segundo semestre es de 1140 watt/m² y se reportó el día 5 de septiembre de 2020.

2.6.1.4. Estación La Aguada



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, su localización es a 1km de distancia del centro poblado del municipio El playón. Su objetivo es monitorear la parte sur de la Subcuenca.

Cuenca Cachira sur

Subcuenca Río Cachira del sur

Microcuenca: Río Cachiri Bajo

A continuación, se evidencia el reporte de la estación correspondiente al segundo semestre del año 2020. La estación presentó problemas para la toma de la información de las variables meteorológicas de los meses junio, julio, agosto, septiembre. Por lo tanto, el análisis se realizó para los meses con información disponible.

PRECIPITACIÓN ESTACIÓN LA AGUADA
II SEMESTRE AÑO 2020 (mm)

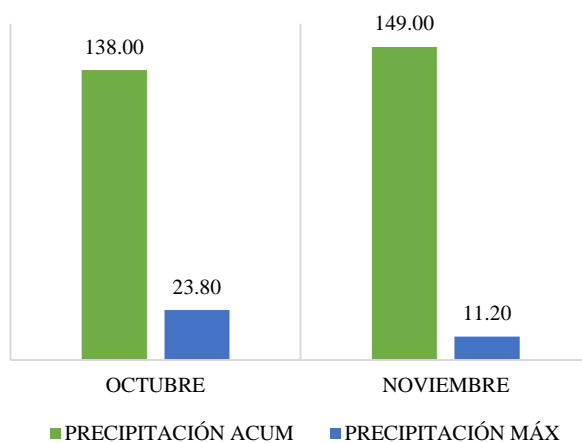


Gráfico 31. . Precipitación Estación La Aguada

La precipitación acumulada durante el II Semestre de 2.020 estación La Aguada fue de 287 mm, según los datos reportados por la estación. Así mismo, el reporte de la precipitación máxima en veinticuatro (24) horas fue de 23,8 mm y se reportó el día 28 de octubre del año 2.020.

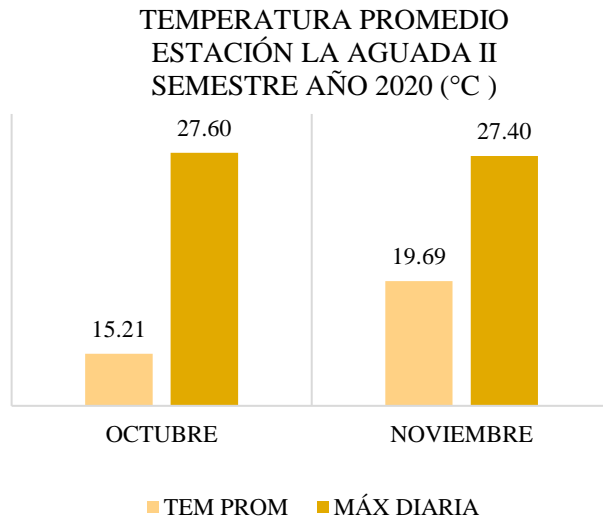


Gráfico 32. Temperatura Estación La Aguada

La temperatura media semestral fue de 17,45°C durante el II Semestre de 2.020. Sin embargo, se evidencia que la temperatura máxima diaria reportada fue de 27,6°C, con fecha de ocurrencia del día 11 de octubre de 2.020.

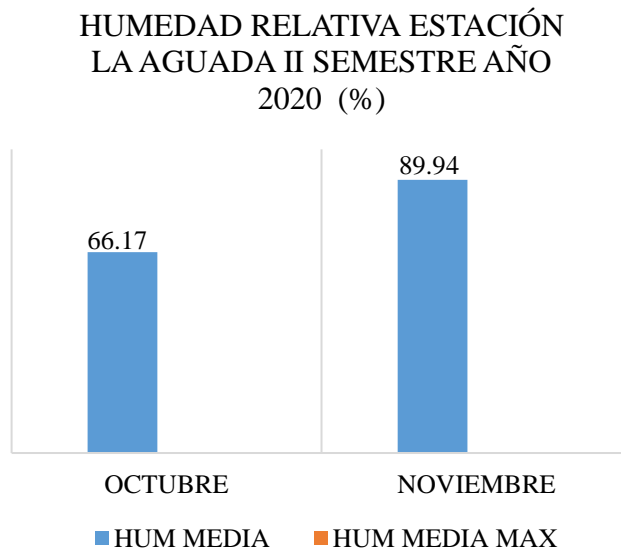


Gráfico 33. Humedad Relativa Estación La Aguada

Se evidencia una media semestral de 78,06% para la variable humedad relativa durante el II Semestre de 2.020.

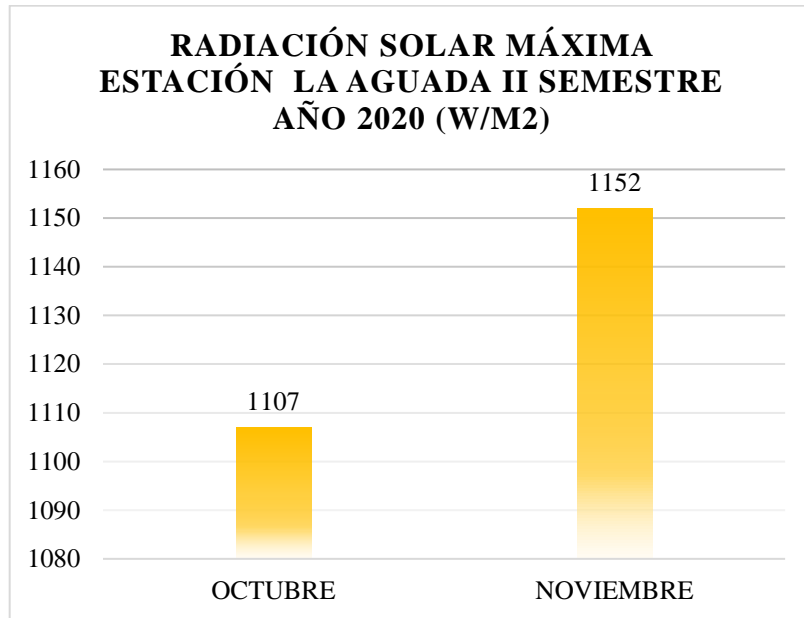


Gráfico 34. Radiación solar Estación La Aguada

La radiación solar máxima reportada por la estación La Aguada para el segundo Semestre del año, corresponde a 1.152 watt/m², la cual se registró el día 02 de noviembre de 2.020.

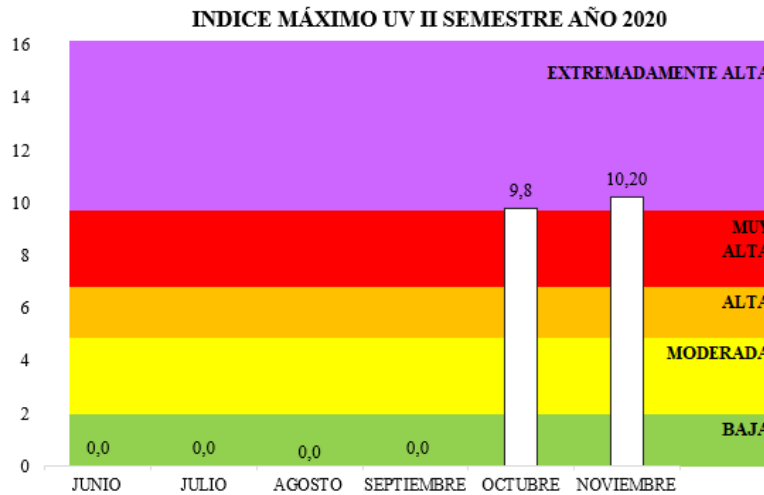


Gráfico 35. Índice UV Estación La Aguada

El índice de radiación UV máximo semestral reportado por la estación es de 10,2 watt/m², con fecha de ocurrencia de 2 de noviembre de 2.020. Se considera extremadamente alto.

2.6.1.5. 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: Cachira sur

Subcuenca: Río Cáchira del sur

Microcuenca: Romeritos

La Estación Turbay durante el segundo semestre del año 2.020 reportó información de variables meteorológicas, sin embargo, para el mes de junio no evidencia reporte.

PRECIPITACIÓN ESTACIÓN TURBAY
II SEMESTRE AÑO 2020 (mm)

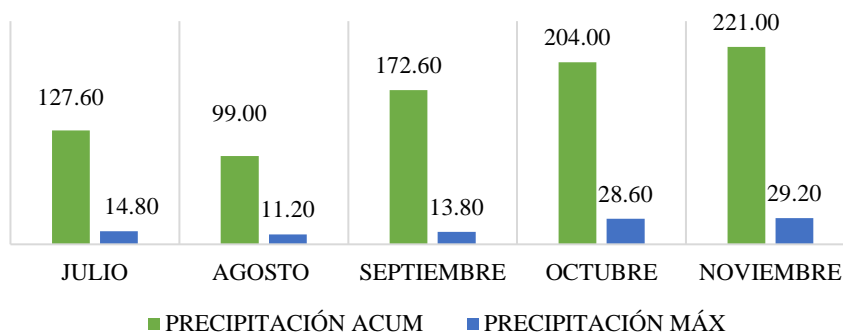


Gráfico 36. Precipitación Estación Turbay

La precipitación acumulada según los reportes es de 826,4 mm semestre, y la precipitación máxima diaria es de 29,2 mm con fecha de ocurrencia del día 07 de noviembre de 2020.

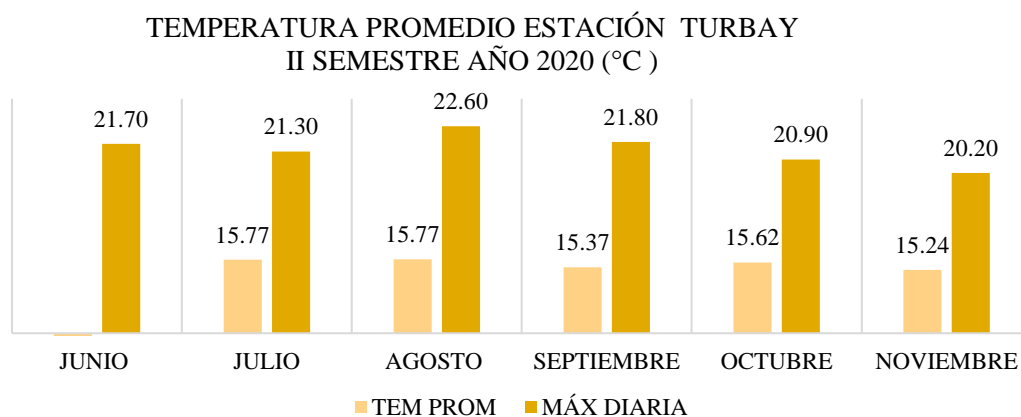


Gráfico 37. . Temperatura Estación Turbay

La temperatura media registrada corresponde a 13,66°C para el semestre. La temperatura máxima reportada es de 22,6°C con fecha de ocurrencia del día 12 de agosto de 2020.

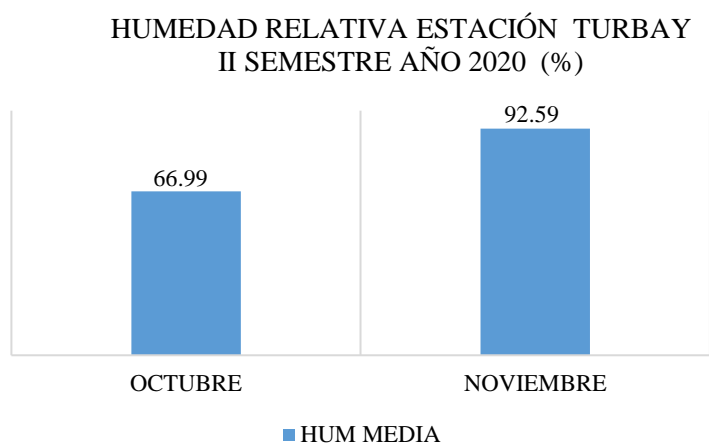


Gráfico 38. Humedad relativa Estación Turbay

La humedad relativa promedio es de 79,79% según los datos reportados en el mes de octubre y noviembre, debido a que no se presentaron más registros.

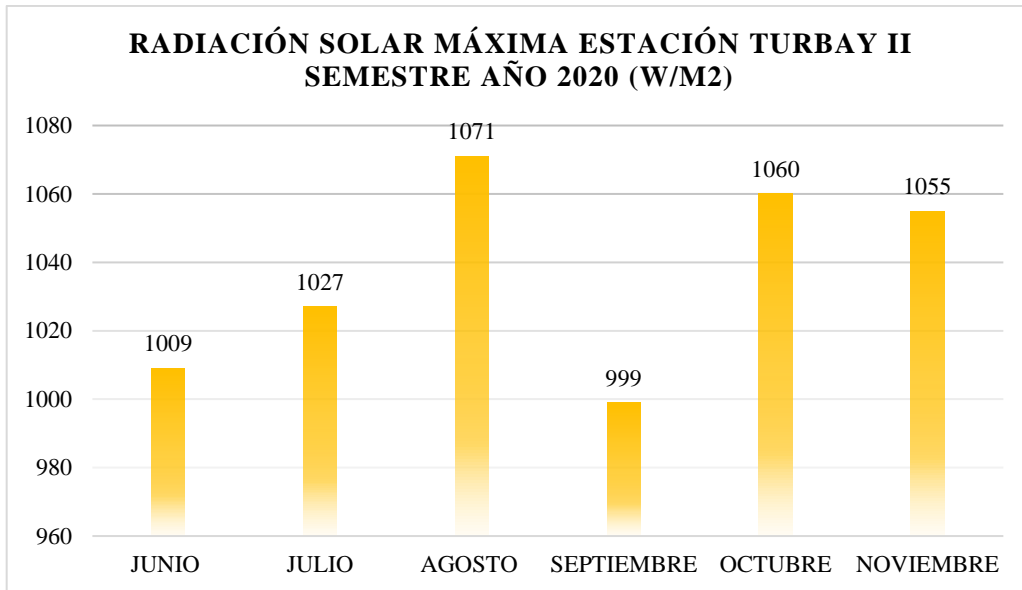


Gráfico 39. Radiación solar Estación Turbay

La radiación solar máxima es de 1.071 w/m² y fue reportada el día 29 de agosto de 2.020.

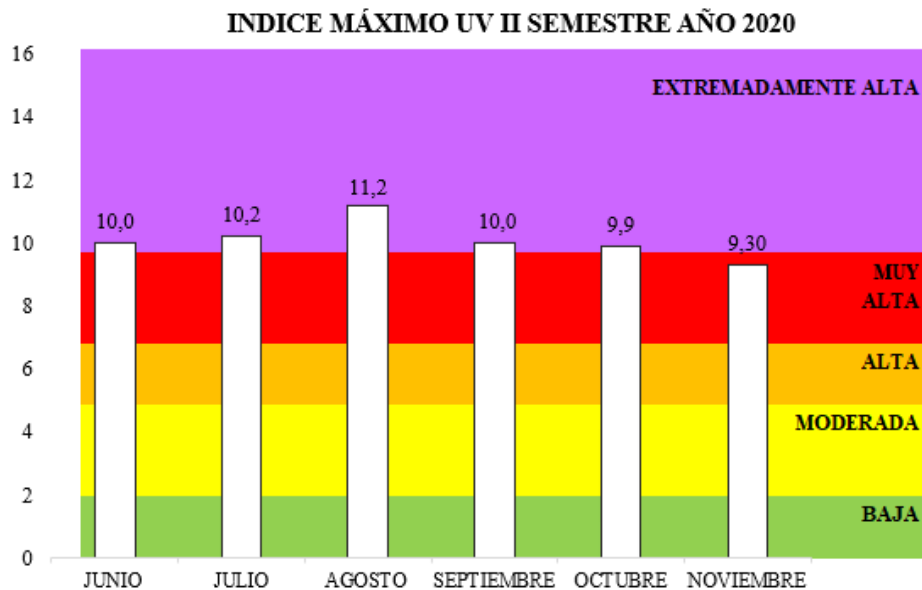


Gráfico 40. Índice UV Estación Turbay

El índice UV para el segundo semestre del año, se evidencia que cada mes de reporte es considerado mayor a muy alta.

2.6.2. 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: Estación El Cairo, Santa Cruz de la Colina.

2.6.2.1. Estación el Cairo



Estación climatológica automática El Cairo, se encuentra ubicada en el municipio de Matanza. Hace parte de la Red Hydroclimatológica de la CDMB, desde el año 2012. Está localizada en territorio rural de la vereda El Cairo.

La Estación El Cairo durante el segundo semestre del año 2.020 reportó información de variables meteorológicas para el mes de octubre y noviembre.

PRECIPITACIÓN ESTACIÓN EL CAIRO
II SEMESTRE AÑO 2020 (mm)

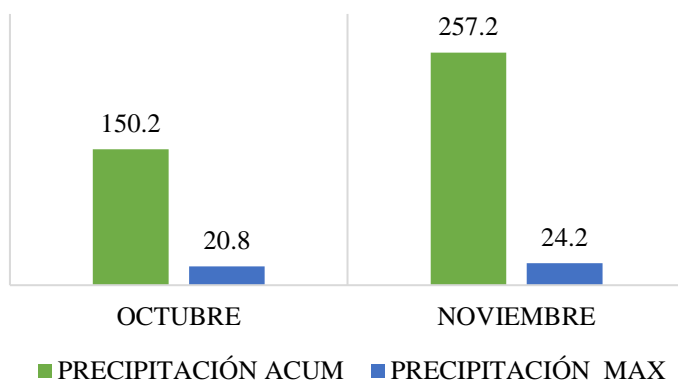


Gráfico 41. Precipitación Estación el Cairo

La precipitación acumulada en la estación, según los datos reportados es de 407,4 mm. La precipitación máxima diaria es de 24,2 mm y tiene fecha de ocurrencia del día 04 de noviembre de 2020.

TEMPERATURA PROMEDIO ESTACIÓN EL CAIRO II SEMESTRE AÑO 2020 (°C)

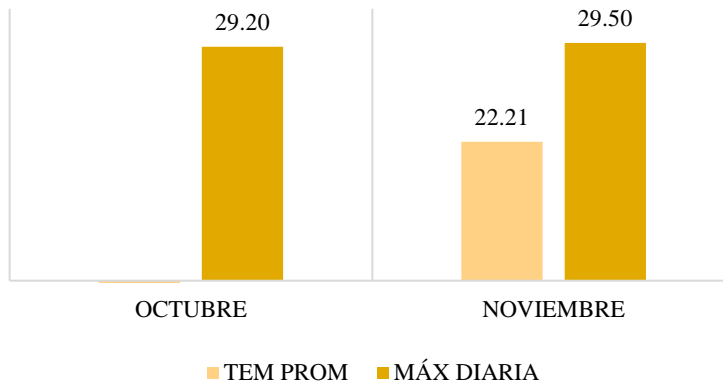


Gráfico 42. Temperatura Estación el Cairo.

La temperatura media para la estación, según reporte de datos disponibles es de 14,85°C. La temperatura máxima diaria es de 29,5°C con fecha de ocurrencia del 15 de noviembre 2020.

HUMEDAD RELATIVA ESTACIÓN EL CAIRO II SEMESTRE AÑO 2020 (%)

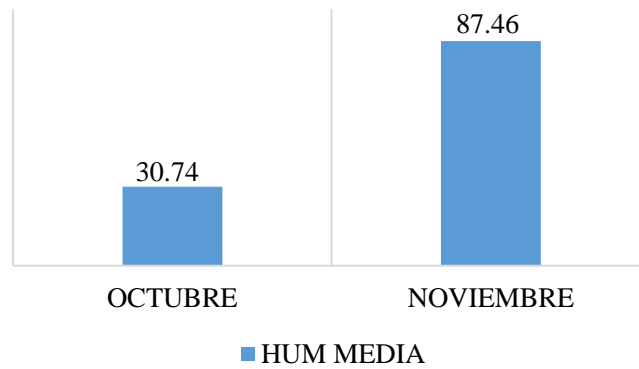


Gráfico 43. Humedad relativa Estación el Cairo

La humedad relativa media, según los reportes de la estación es de 59,1%.

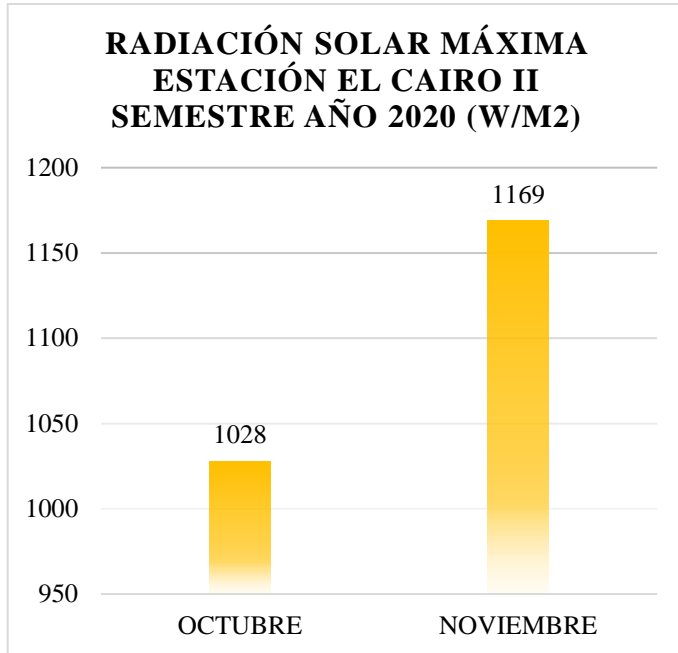


Gráfico 44. Radiación solar Estación el Cairo

La radiación UV máxima, según los registros de la estación El Cairo es de 1169 w/m2 y corresponde al día 30 de noviembre de 2020.

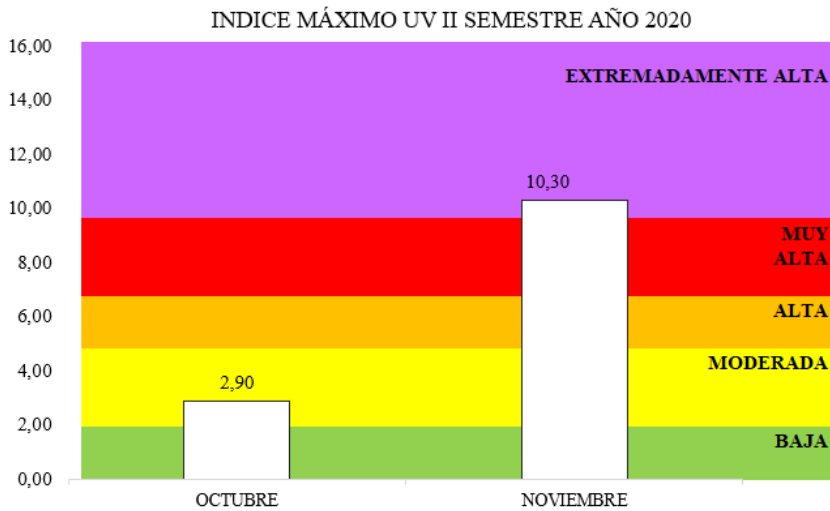


Gráfico 45. Índice UV Estación el Cairo

El índice UV máximo, al igual que la radiación solar, según los datos reportados se evidenció en el mes de noviembre, su valor es de 10,3 y se clasifica como extremadamente alta, fecha de ocurrencia del día 27 de noviembre de 2020.

2.6.2.2. 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 área rural de la vereda Plazuela. Hace parte de la Red Hidroclimatológica de la CDMB, desde el año 2012.

La Estación Santa Cruz de la Colina durante el segundo semestre del año 2020 reportó información de variables meteorológicas. Cabe resaltar, que en algunos periodos cortos existió pérdida de datos. A continuación, se evidencia el análisis según la información disponible.

PRECIPITACIÓN ESTACIÓN SANTA CRUZ II SEMESTRE
AÑO 2020 (mm)

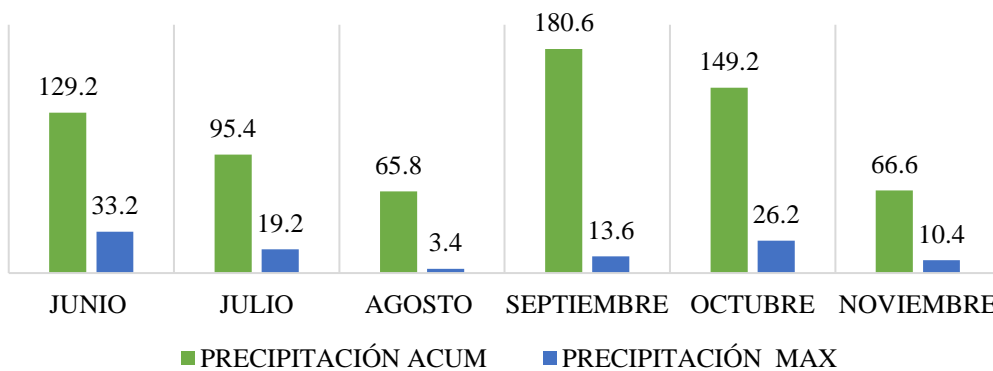


Gráfico 46. Precipitación Estación Santa Cruz de la Colina

La precipitación acumulada según los registros obtenidos de la estación para el segundo semestre es de 686,8 mm. La precipitación máxima diaria registrada es de 33,2 mm con fecha de ocurrencia del 15 de junio de 2020.

TEMPERATURA PROMEDIO ESTACIÓN SANTA CRUZ II SEMESTRE AÑO 2020 (°C)

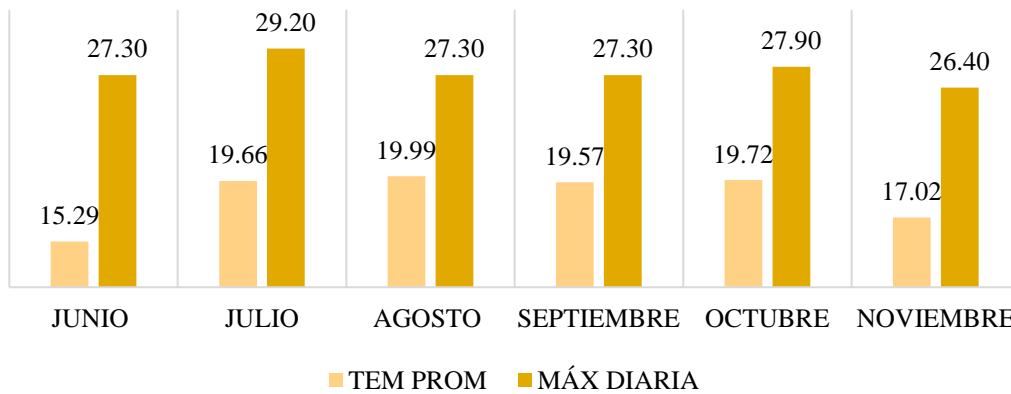


Gráfico 47. Temperatura Estación Santa Cruz de la Colina

La temperatura media semestral obtenida de los registros disponibles es de 18,54°C. La temperatura máxima diaria registrada es de 29,2°C con fecha de ocurrencia del día 30 de julio de 2020.

HUMEDAD RELATIVA ESTACIÓN LA JUDIA II SEMESTRE AÑO 2020 (%)

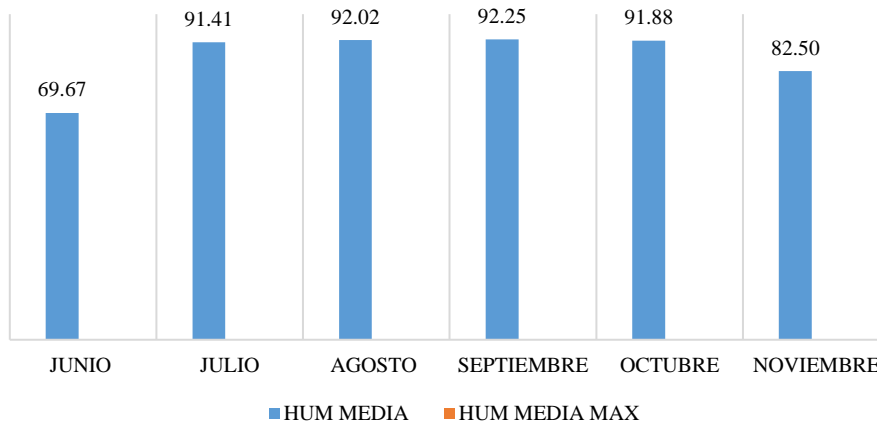


Gráfico 48. Humedad relativa Estación Santa Cruz de la Colina

La humedad relativa media, según los reportes de la estación, corresponde a 86,62%.

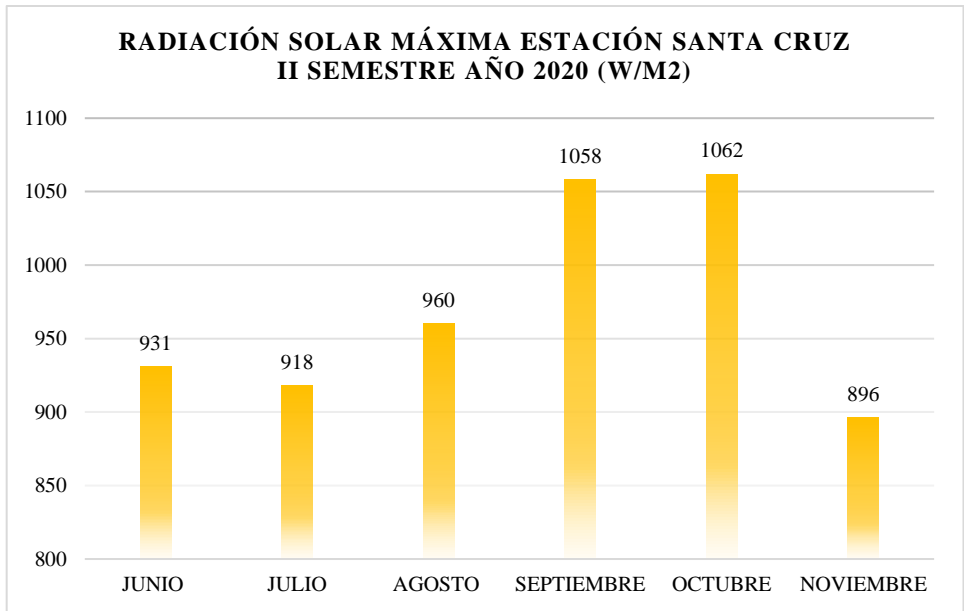


Gráfico 49. Radiación solar Estación Santa Cruz de la Colina

La radiación solar máxima registrada en la estación es de 1.062 w/m2 con fecha de ocurrencia del día 15 de octubre del 2020.

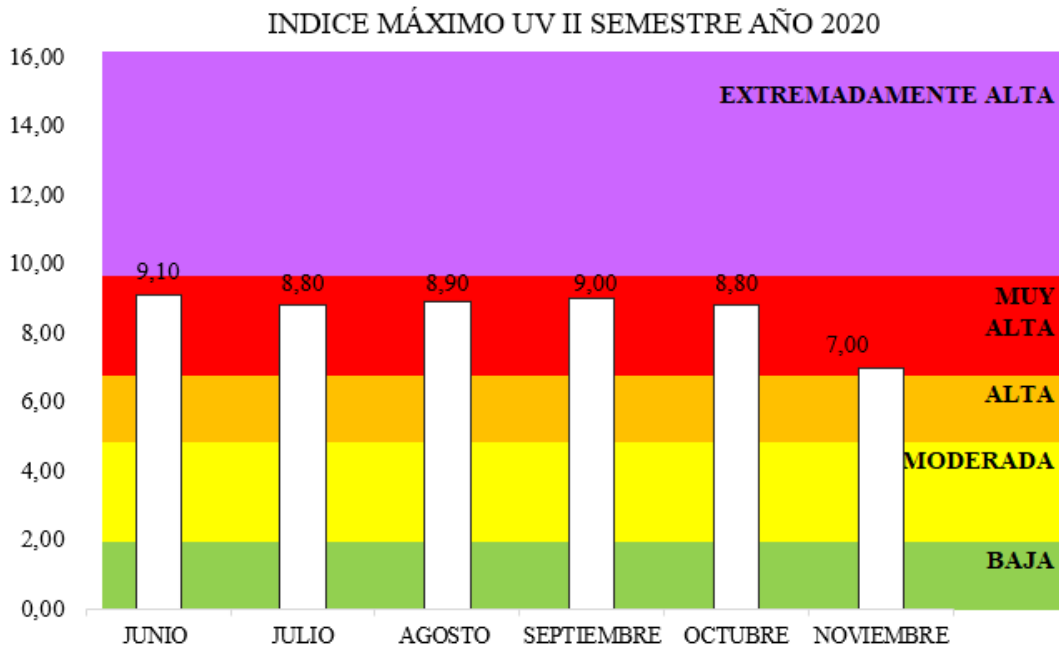


Gráfico 50. Índice UV Estación Santa Cruz de la Colina

El índice UV máximo registrado por la estación es de 9,1 con fecha de ocurrencia de 12 de junio de 2020.

2.6.3. Subcuenca Río Salamaga

En la Subcuenca Salamaga la CDMB posee una (1) estación climatológica la cual, se encarga del reporte de la información de variables meteorológicas en la subcuenca, la estación es Estación El Diamante.

2.6.3.1. Estación El Diamante



Estación climatológica automática El Diamante, se encuentra ubicada 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 microcuenca Salamaga.

La Estación El Diamante durante el segundo semestre del año 2020 no reportó información de variables meteorológicas, debido a problemas por parte del equipo, específicamente por invasión de insectos (hormigas).

2.6.4. Subcuenca Río Suratá

En la subcuenca Río Suratá la CDMB posee dos (2) estaciones climatológicas distribuidas en la subcuenca, que reportan la información de variables meteorológicas, las cuales son: Estación Lago Alto y El Roble. A continuación, se presentan los siguientes resultados que corresponden al Segundo semestre del año 2020.

2.6.4.1. 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.

Para el segundo semestre, se evidencia que la estación no reportó datos continuos en el mes de junio, así mismo, desde la fecha 07 de octubre de 2.020, debido a daños en el almacenador de datos. Por lo tanto, el análisis se realizó con información disponible. A continuación, se evidencia el reporte de la estación correspondiente al segundo semestre del año 2.020.

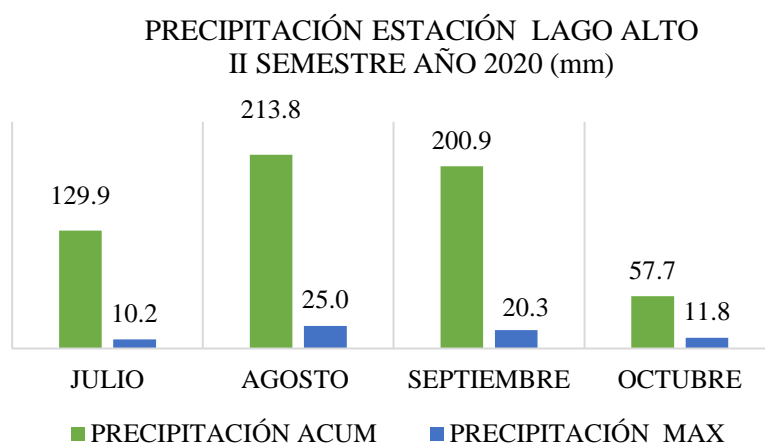


Gráfico 51. Precipitación Estación Lago Alto

La estación Lago Alto, reporta que la precipitación acumulada durante el II Semestre de 2.020 fue de 605,6 mm, según registros. Así mismo, el reporte de la precipitación máxima diaria fue de 25 mm y se reportó el día 22 de junio de 2.020.

TEMPERATURA PROMEDIO ESTACIÓN
LAGO ALTO II SEMESTRE AÑO 2020 (°C)

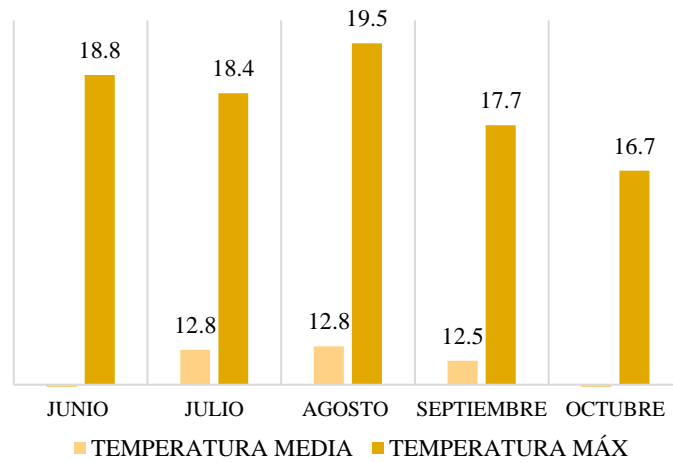


Gráfico 52. Temperatura Estación Lago Alto

La temperatura media durante el II Semestre de 2.020 fue de 12,7°C. Así mismo, se evidencia que la temperatura máxima diaria reportada fue de 19,5°C, el día 12 de agosto de 2.020.

HUMEDAD RELATIVA ESTACIÓN LAGO ALTO
II SEMESTRE AÑO 2020 (%)

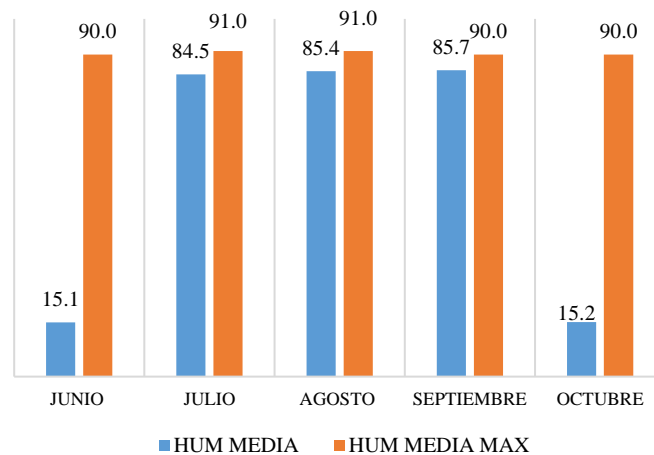


Gráfico 53. Humedad relativa Estación Lago Alto

La humedad relativa media semestral de 85,2% durante el II Semestre de 2.020, según el registro de datos obtenido. Así mismo, se evidencia que la humedad relativa media máxima reportada fue en el mes de agosto con un registró de 91%.

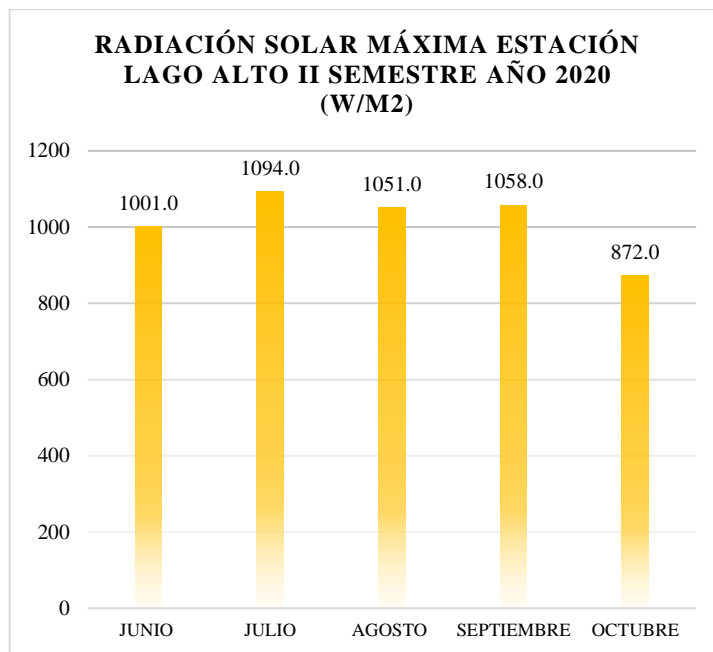


Gráfico 54. Radiación solar Estación Lago Alto

La radiación solar máxima reportada por la estación Lago Alto para el segundo Semestre del año, corresponde a 1.094 watt/m² la cual se registró el día 07 de julio de 2020.

2.6.4.2. Estación El Roble



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

La estación presentó problemas para la toma de la información de las variables meteorológicas de los meses que integran el semestre. Por lo tanto, el análisis se realizó con información

disponible. Así mismo, se evidencia el reporte de datos hasta la fecha 20 de noviembre debido a la fecha de recolección y descargue manual de la información. A continuación, se evidencia el reporte de la estación correspondiente al segundo semestre del año 2.020.

PRECIPITACIÓN ESTACIÓN EL ROBLE
II SEMESTRE AÑO 2020 (mm)

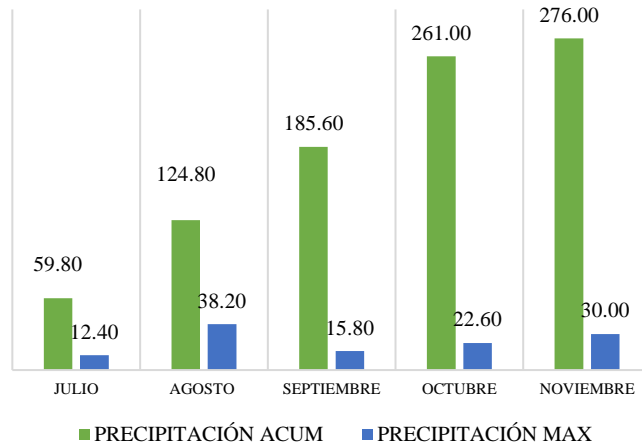


Gráfico 55. Precipitación Estación El Roble

La estación El Roble, reporta que la precipitación acumulada durante el II Semestre de 2.020 fue de 909,2 mm, según los datos reportados por la estación. Así mismo, el reporte de la precipitación máxima diaria fue de 38,2 mm y se reportó el día 26 de junio de 2.020.

TEMPERATURA ESTACIÓN EL ROBLE
II SEMESTRE AÑO 2020 (°C)

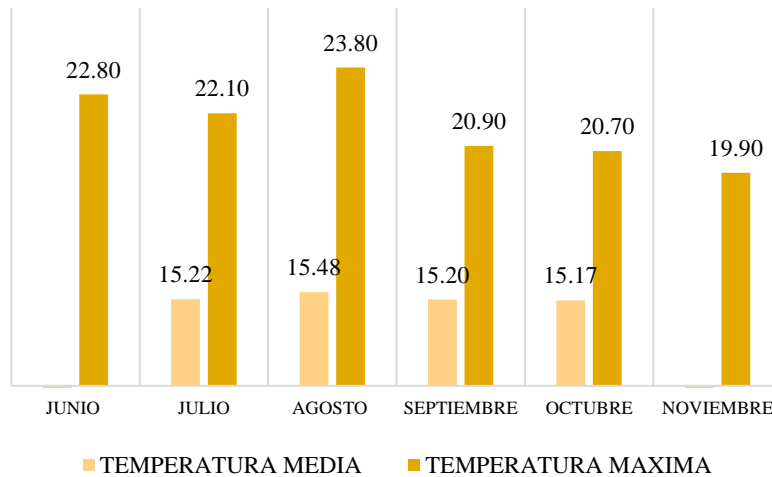


Gráfico 56. Temperatura Estación El Roble

La temperatura media durante el I Semestre de 2.020 fue de 15,26°C. Así mismo, se evidencia que la temperatura máxima diaria reportada fue de 23,8°C, el día 8 de agosto de 2.020.

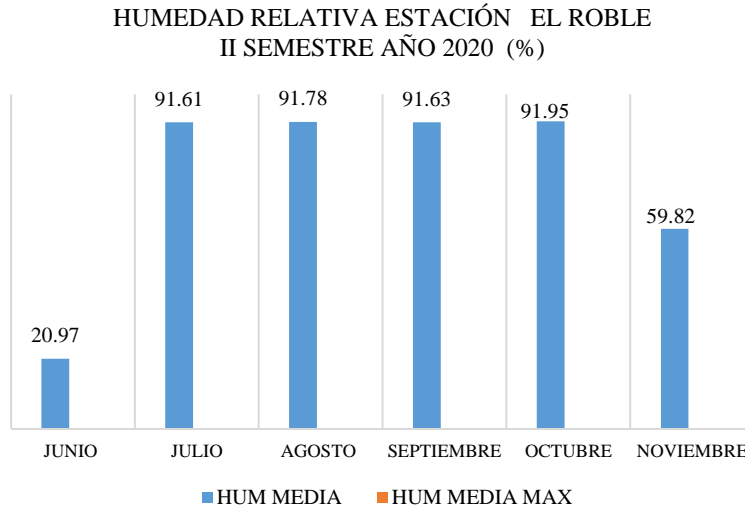


Gráfico 57. Humedad relativa Estación El Roble

La humedad relativa media semestral de 91,75% durante el II Semestre de 2.020. Así mimo, se evidencia que la HR no se comportó de forma abrupta, la variación de datos se debe a los registros que se perdieron en la captura de información.

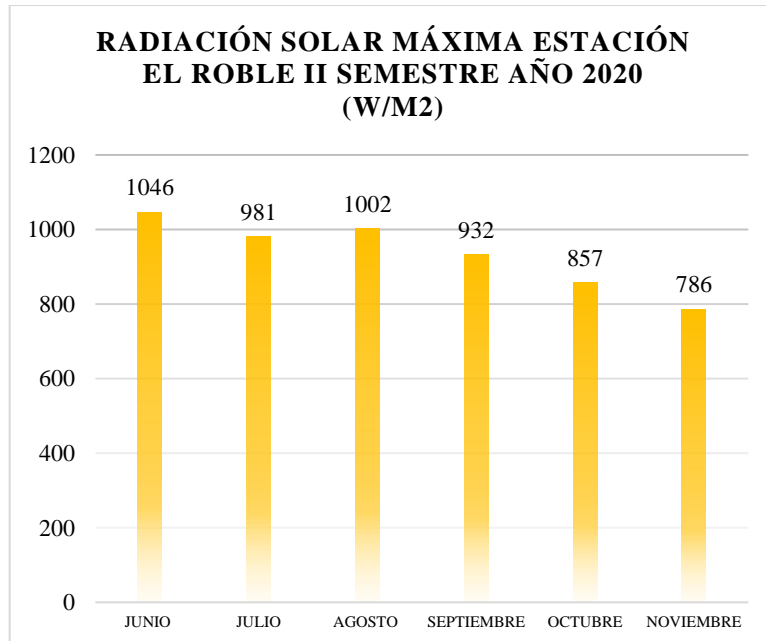


Gráfico 58. Radiación solar Estación El Roble

La radiación solar máxima reportada por la estación El Roble para el segundo Semestre del año, corresponde a 1.046 watt/m² la cual se registró el día 27 de junio de 2.020. El mes de junio representa el mes con mayor incidencia de radiación solar, seguido por el mes de agosto de 2.020.

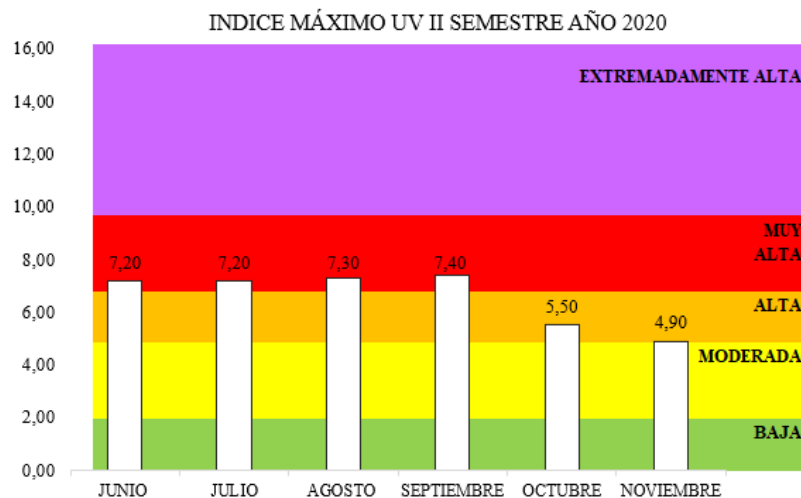


Gráfico 59. Índice UV Estación El Roble

El índice UV máximo, nos da como resultado que los rayos UV están en categoría muy alta y alta, por ende, es necesario generar estrategias para la prevención de enfermedades cutáneas o repercusiones externas. El índice máximo para el segundo semestre es de 7,4 y se reportó en el mes de septiembre de 20.020.

2.6.5. Sub cuenca Lebrija Alto

En la Subcuenca Lebrija Alto, la CDMB posee una (1) estación climatológica que reporta la información de variables meteorológicas, la Estación es llamada Estación El pantano. A continuación, se presentan los siguientes resultados que corresponden al Segundo semestre del año 2.020.

2.6.5.1. 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: Río de Oro

La estación presentó problemas para la toma de la información de las variables meteorológicas del mes de junio. Por lo tanto, el análisis se realizó para los meses con información disponible. A continuación, se evidencia el reporte de la estación correspondiente al segundo semestre del año 2.020.

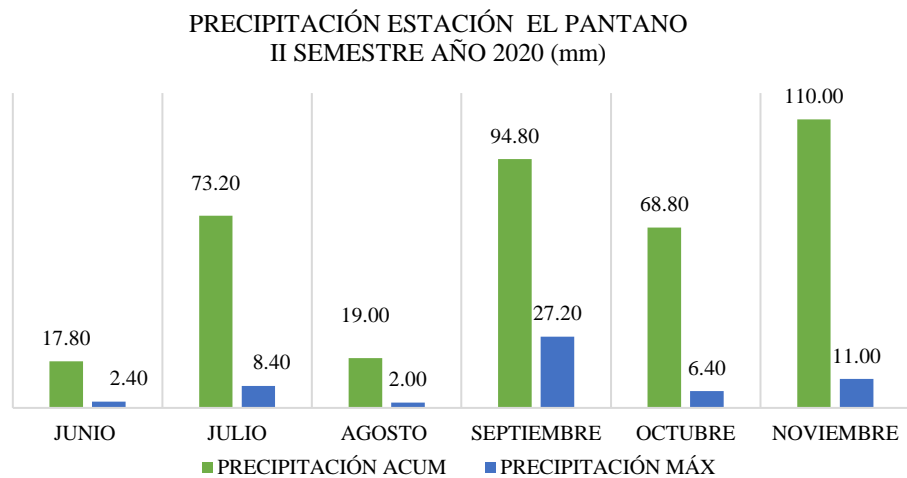


Gráfico 60. Precipitación Estación El Pantano.

La estación reporta que la precipitación acumulada durante el II Semestre de 2.020 fue de 383,6 mm, según los datos reportados por la estación. Así mismo, el reporte de la precipitación máxima diaria corresponde a 27,2 mm y se reportó el día 18 de septiembre de 2.020.

TEMPERATURA PROMEDIO ESTACIÓN EL PANTANO
II SEMESTRE AÑO 2020 (°C)

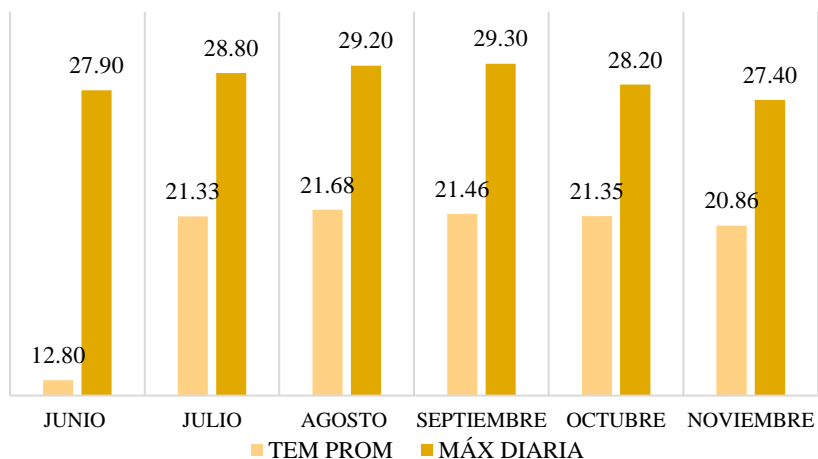


Gráfico 61. Temperatura Estación El Pantano.

La temperatura media durante el II Semestre de 2.020 fue de 21,34°C. Así mismo, se evidencia que la temperatura máxima diaria reportada fue de 29,3°C, el día 01 de septiembre de 2.020.

HUMEDAD RELATIVA ESTACIÓN EL PANTANO
II SEMESTRE AÑO 2020 (%)

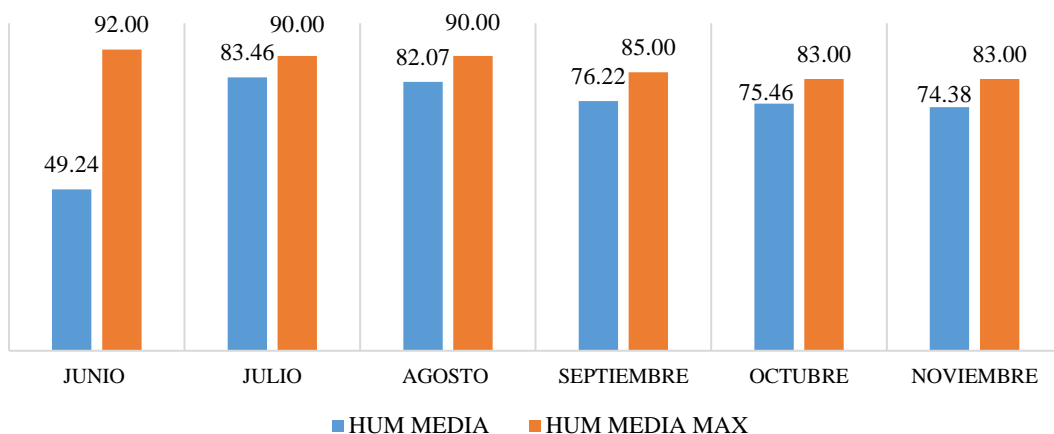


Gráfico 62. Humedad relativa Estación El Pantano.

La humedad relativa media semestral de 78,34% durante el II Semestre de 2.020. Así mismo, se evidencia que la humedad relativa media máxima reportada fue en el mes de junio y se registró un valor de 92%.

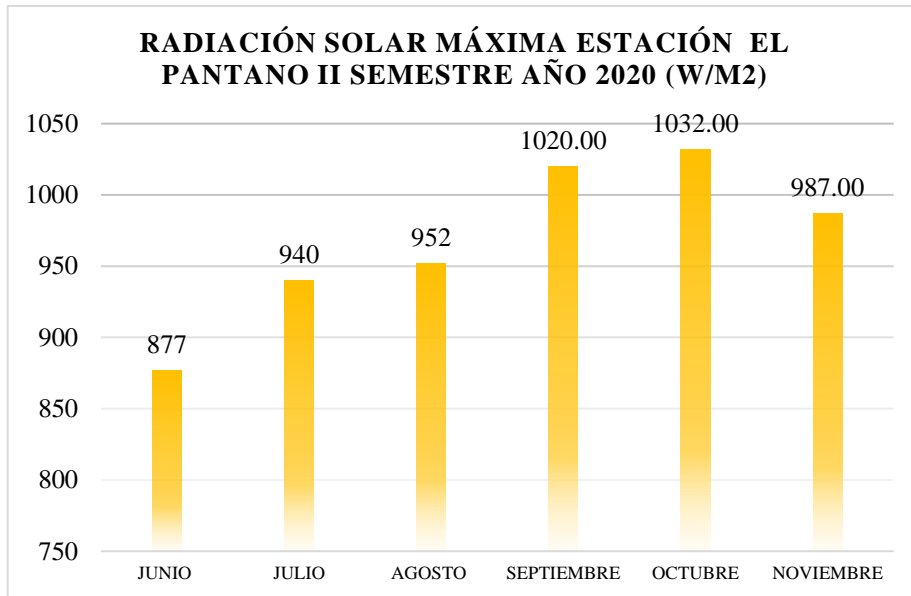


Gráfico 63. Radiación Solar Estación El Pantano.

La radiación solar máxima reportada por la estación para el segundo Semestre del año, corresponde a 1.032 watt/m² la cual se registró el día 16 de octubre. El mes de octubre representa el mes con mayor incidencia de radiación solar, seguido por el mes de septiembre de 2.020.

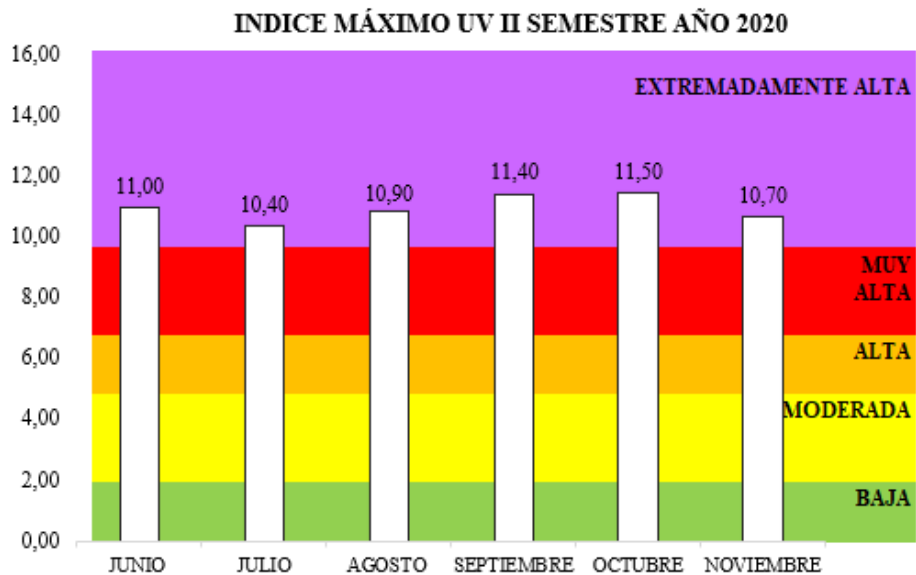


Gráfico 64. Índice UV Estación El Pantano.

El índice UV máximo ocurrió el día 3 de octubre de 2020, con un valor de 11,5.

2.6.6. Sub cuenca Río de Oro

En la Subcuenca la CDMB posee nueve (9) 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, Rasgón, Club campestre, Florida, Ciudadela, Norte, CDMB, Portugal. A continuación, se presentan los siguientes resultados que corresponden al Segundo semestre del año 2.020.

2.6.6.1. Estación La Judía



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 media de la subcuenca.

A continuación, se evidencia el reporte de la estación correspondiente al segundo semestre del año 2.020.

PRECIPITACIÓN ESTACIÓN ACAPULCO
II SEMESTRE AÑO 2020 (mm)

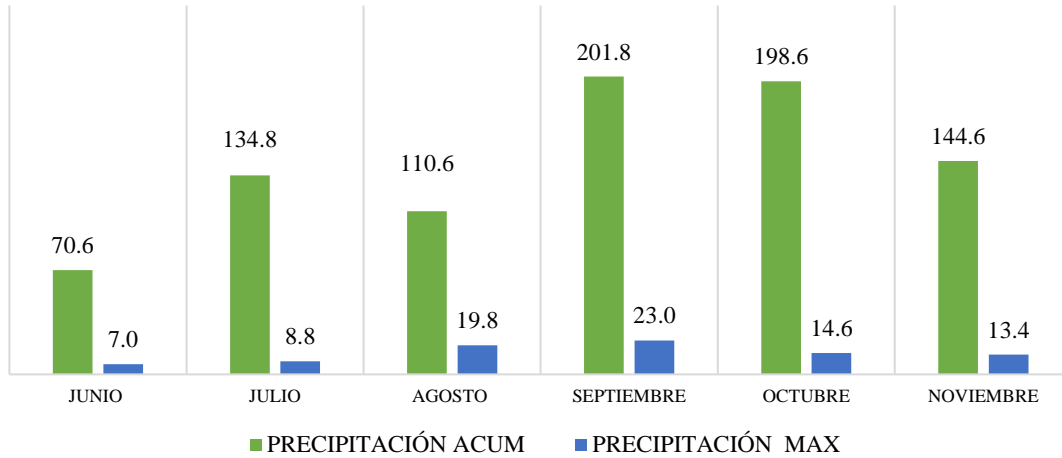


Gráfico 65. Precipitación Estación La judía

La estación reportó para la variable precipitación un acumulado de 861mm para el segundo semestre del año 2020. Así mismo, evidencia una precipitación máxima diaria de 23 mm registrada el 04 de junio de 2.020.

TEMPERATURA PROMEDIO ESTACIÓN LA JUDIA
II SEMESTRE AÑO 2020 (°C)

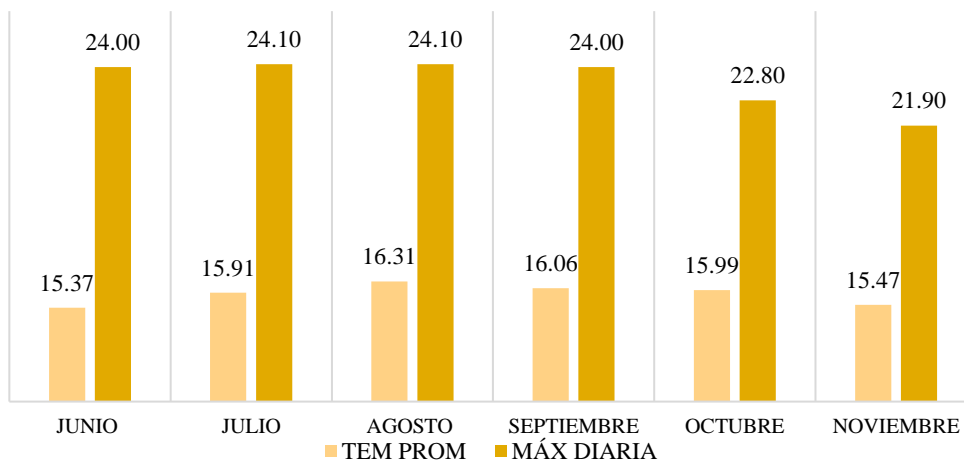


Gráfico 66. Temperatura media Estación la Judía

La temperatura media durante el II Semestre de 2.020 fue de 15,85°C. Así mismo, se evidencia que la temperatura máxima diaria reportada fue de 24,1°C, el día 30 de julio y 12 de agosto de 2.020.

**HUMEDAD RELATIVA ESTACIÓN LA JUDIA
II SEMESTRE AÑO 2020 (%)**

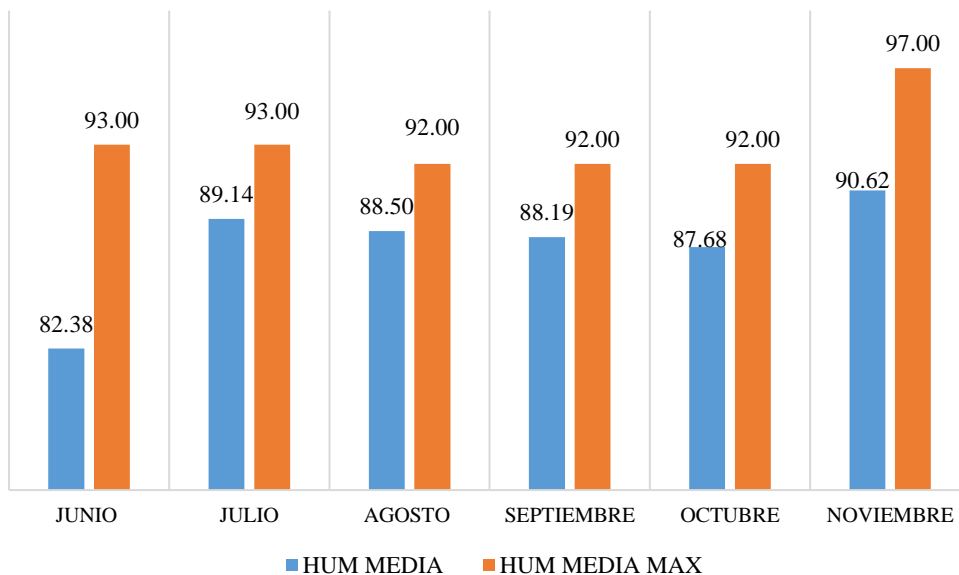


Gráfico 67. Humedad relativa Estación La judía.

La humedad relativa media reportada es de 87,75% para el segundo semestre de 2020, así mismo, se evidenció humedad máxima diaria con un valor de 97%, registrada en el mes de noviembre de 2020.

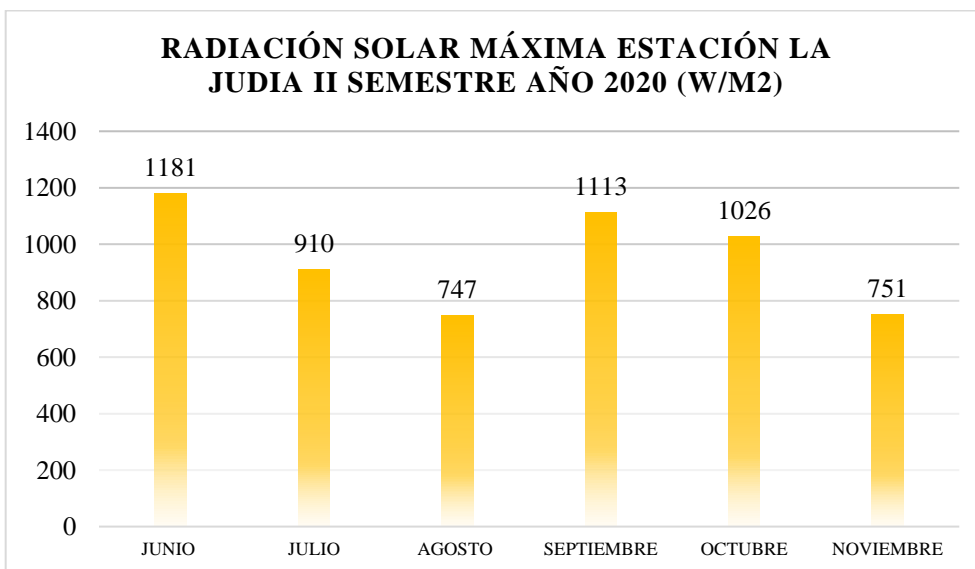


Gráfico 68. Radiación solar máxima Estación la Judía

La radiación solar máxima reportada por la estación para el segundo Semestre del año, corresponde a 1.181 watt/m2 la cual se registró el día 12 de junio de 2.020..

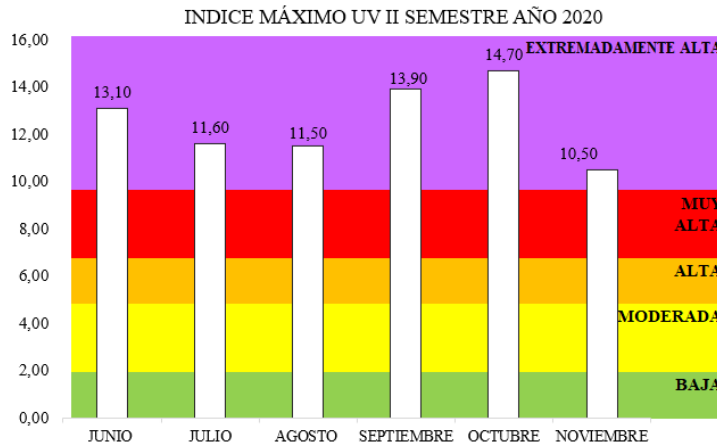


Gráfico 69. Índice UV Estación La judía

El mes que reportó mayor índice UV fue el mes de octubre, cuando alcanzó 14,7 como valor máximo del segundo semestre de 2020.

2.6.6.2. 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.

La estación presentó problemas para la toma de la información de las variables meteorológicas de los meses junio, julio, agosto, septiembre. A continuación, se evidencia el reporte de la estación correspondiente al segundo semestre del año 2.020.

PRECIPITACIÓN ESTACIÓN ACAPULCO
II SEMESTRE AÑO 2020 (mm)

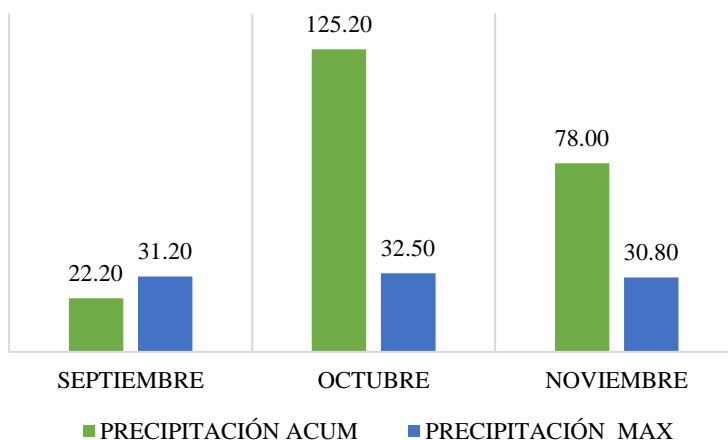


Gráfico 70. . Precipitación Estación Acapulco

La estación Acapulco, reporta que la precipitación acumulada durante el tiempo de reporte de la estación para el II Semestre de 2.020 fue de 225,4 mm. Así mismo, el reporte de la precipitación máxima diaria fue de 32,5 mm y se reportó el día 30 de octubre de 2020.

TEMPERATURA PROMEDIO ESTACIÓN ACAPULCO
II SEMESTRE AÑO 2020 (°C)

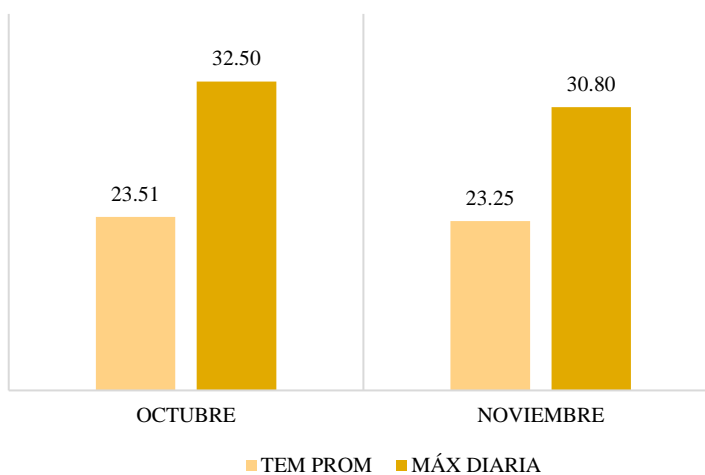


Gráfico 71. Temperatura Estación Acapulco.

La estación Acapulco, en el tiempo que estuvo en servicio reportó que la temperatura media durante el II Semestre de 2.020 fue de 23,38°C. Así mismo, el reporte de la temperatura máxima diaria reportada fue de 332,5°C, el día 11 de octubre de 2.020.

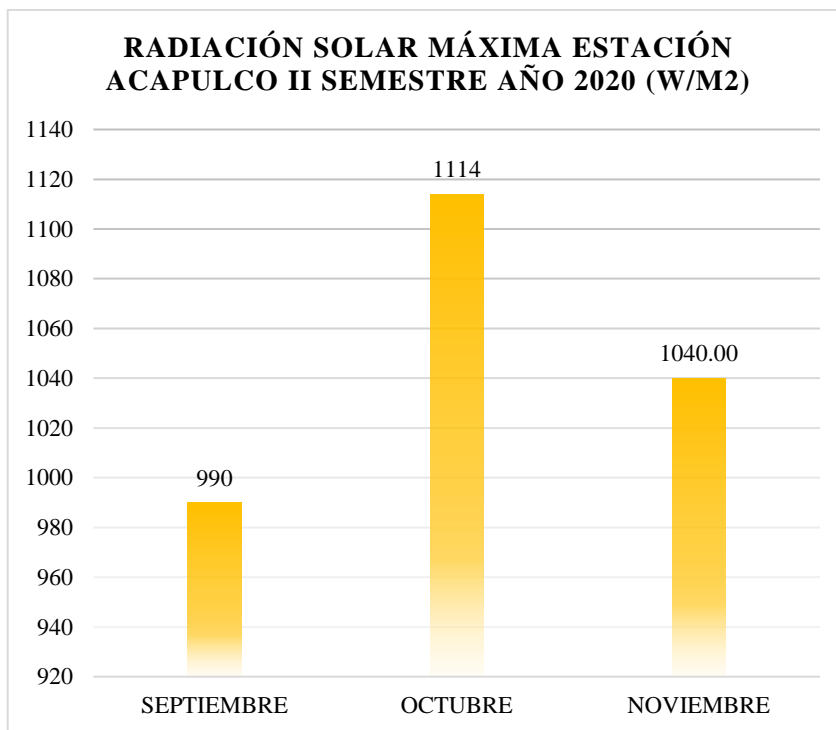


Gráfico 72. Radiación solar Estación Acapulco.

La radiación solar máxima reportada por la estación para el segundo Semestre del año, corresponde a 1144 watt/m2 la cual se registró el día 30 de octubre de 2020.

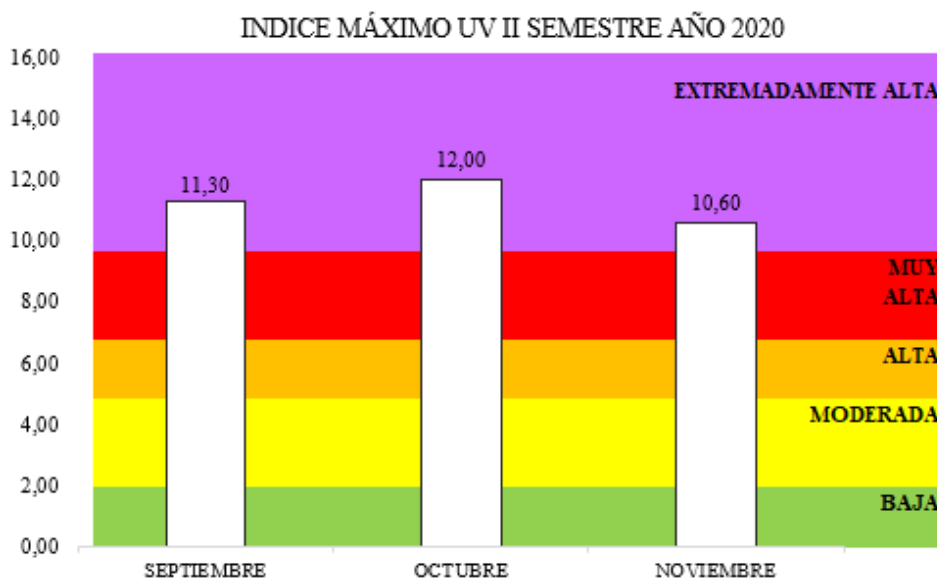


Gráfico 73. Índice UV Estación Acapulco

El índice UV máximo, según el reporte de la estación, es de 12, correspondiente al 05 del mes de octubre y pertenece a la clasificación de extremadamente alto. Estos datos coinciden con el reporte de radiación solar, y enmarca la importancia de incentivar medidas de protección para la exposición y prevención de enfermedades.

2.6.6.3. Estación El Rasgón



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

La estación presentó problemas para la toma de la información de las variables meteorológicas en el mes de junio y en el transcurso en diferentes periodos de tiempo muy cortos. Por lo tanto, el análisis se realizó con la información disponible. A continuación, se evidencia el reporte de la estación correspondiente al segundo semestre del año 2.020.

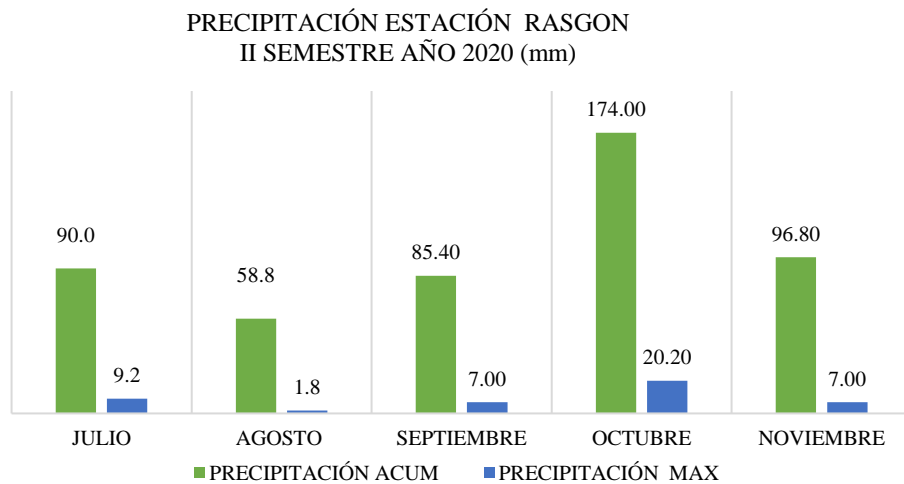


Gráfico 74. Precipitación Estación El Rasgón

La precipitación acumulada en los meses de registro del segundo semestre de 2020 es de 505 mm. Así mismo, la precipitación máxima diaria reportada es de 20,2 mm y se registró el día 30 de octubre de 2020.

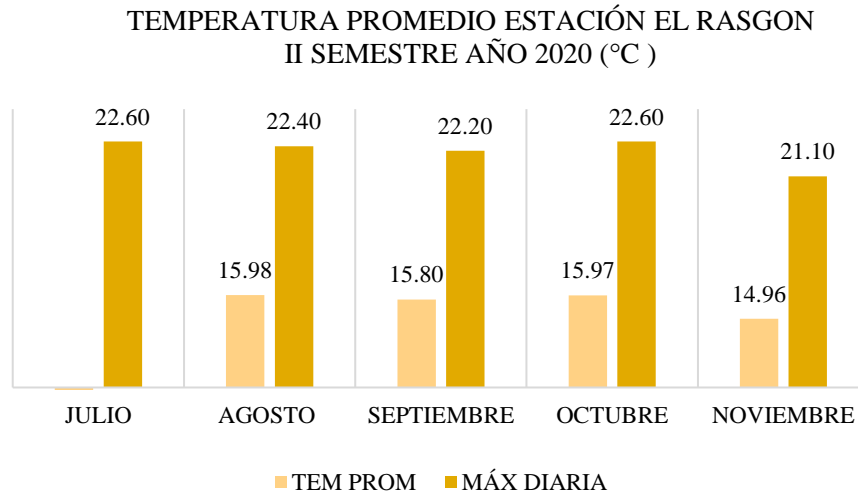


Gráfico 75. Temperatura Estación El Rasgón

La temperatura media durante el II Semestre de 2.020 fue de 14,91 °C. Así mismo, se evidencia que la temperatura máxima diaria reportada fue de 22,6°C, con fechas de ocurrencia los días 13 de julio y el 11 de octubre de 2.020.

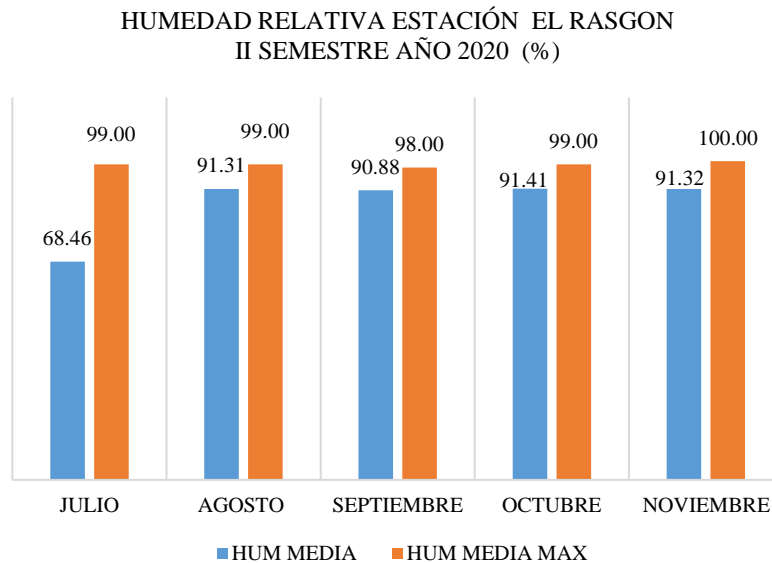


Gráfico 76. Humedad relativa Estación El Rasgón

Según el tiempo de reporte de la estación, la humedad relativa media semestral es de 86,68%.

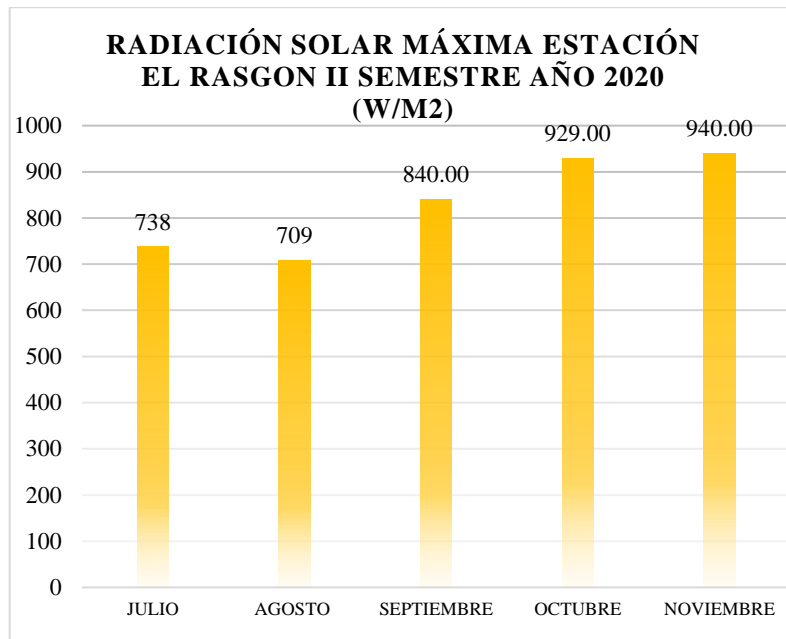


Gráfico 77. . Radiación solar Estación El Rasgón

La radiación solar máxima reportada por la estación para el segundo Semestre del año, corresponde a 940 watt/m2 la cual se registró el día 29 de noviembre de 2.020.

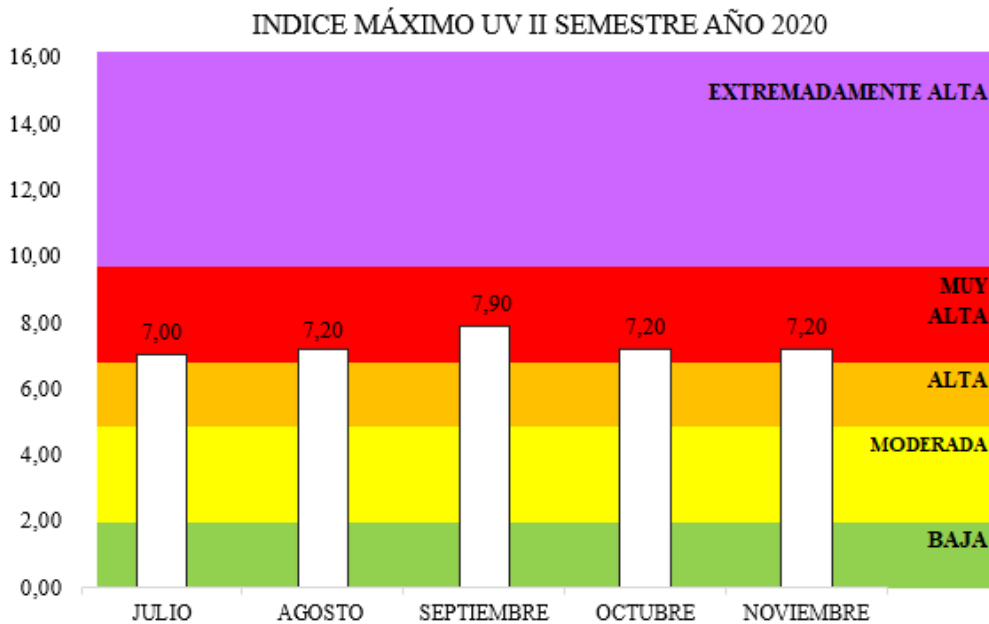


Gráfico 78. Índice UV Estación El Rasgón

El índice UV máximo reportado por la estación para el segundo semestre, es de 7,9 presenta clasificación muy alta, con fecha de ocurrencia del día 19 de septiembre de 2020.

2.6.6.4. 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 presentó problemas para la toma de la información de las variables meteorológicas debido a fallos en el transmisor del conjunto de sensores. Por lo tanto, el análisis se realizó para los meses con información disponible.

PRECIPITACIÓN ESTACIÓN CLUB CAMPESTRE
II SEMESTRE AÑO 2020 (mm)

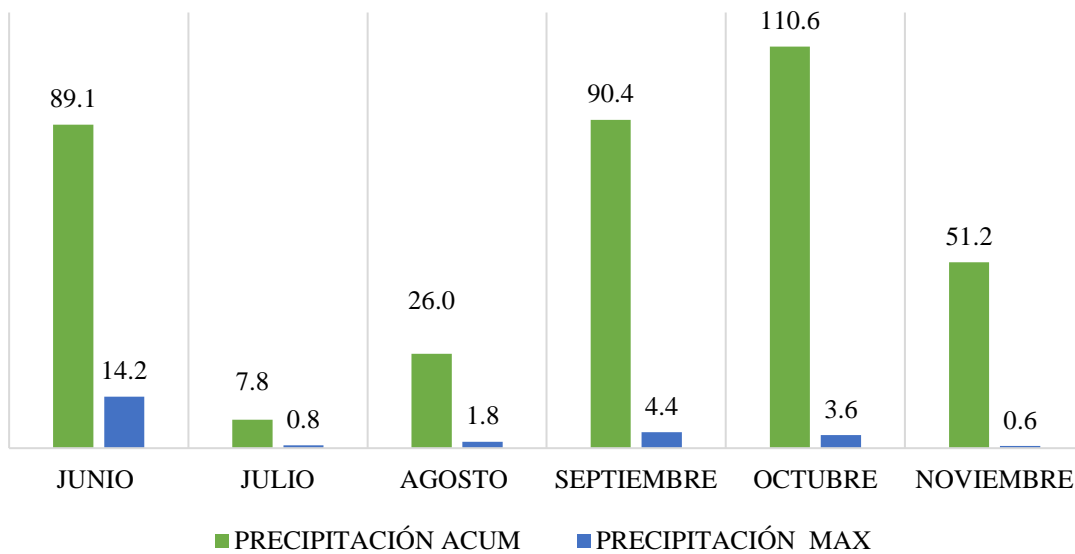


Gráfico 79. Precipitación Estación Club Campestre

La estación Club campestre, reporta que la precipitación acumulada durante el II Semestre de 2.020 fue de 375,1 mm. Así mismo, el reporte de la precipitación máxima en veinticuatro (24) horas fue de 14,2 mm y se reportó el día 08 de junio de 2020.

TEMPERATURA PROMEDIO ESTACIÓN CLUB CAMPESTRE II SEMESTRE AÑO 2020 (°C)

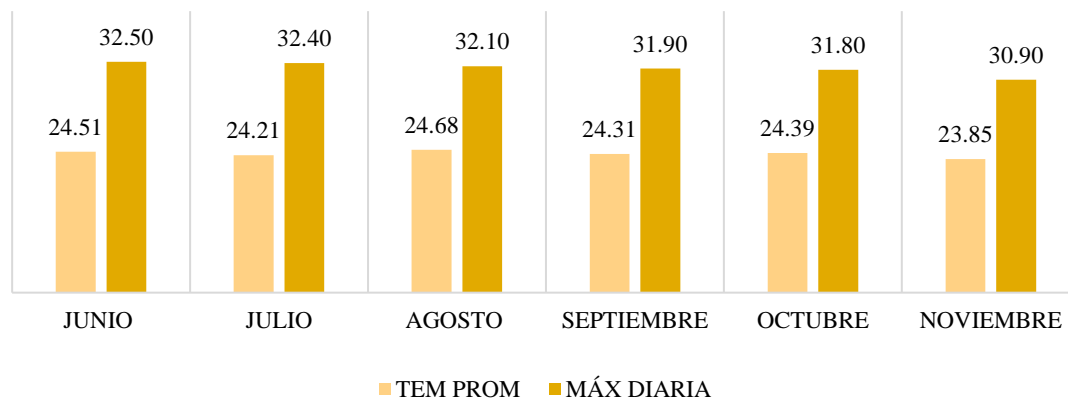


Gráfico 80. Temperatura Estación Club Campestre

La temperatura media reportada por la estación corresponde a 24,33°C, y la temperatura. máxima reportada es de 32,5°c, capturada el día 08 de junio de 2020.

HUMEDAD RELATIVA ESTACIÓN CLUB CAMPESTRE II SEMESTRE AÑO 2020 (%)

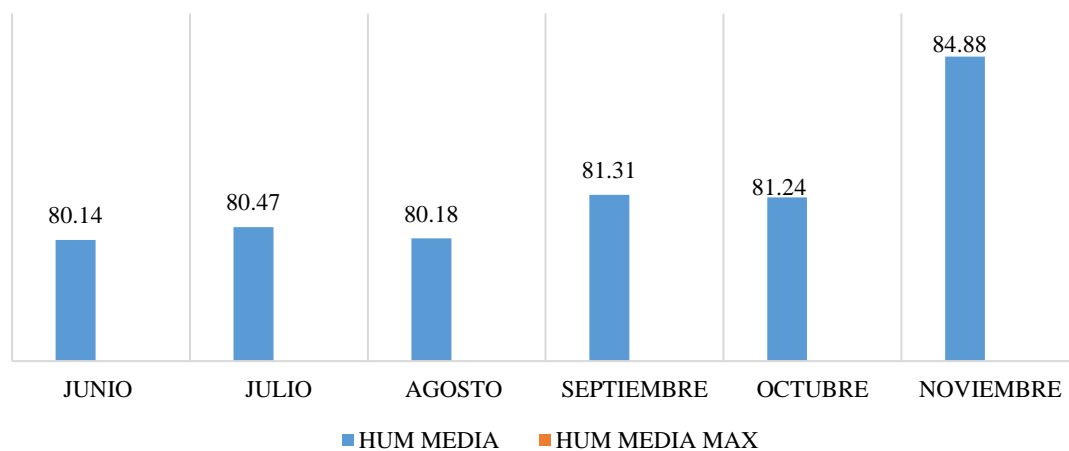


Gráfico 81. Humedad relativa Estación Club Campestre

La humedad relativa media semestral de 81,37%, reportada durante el II Semestre de 2.020.

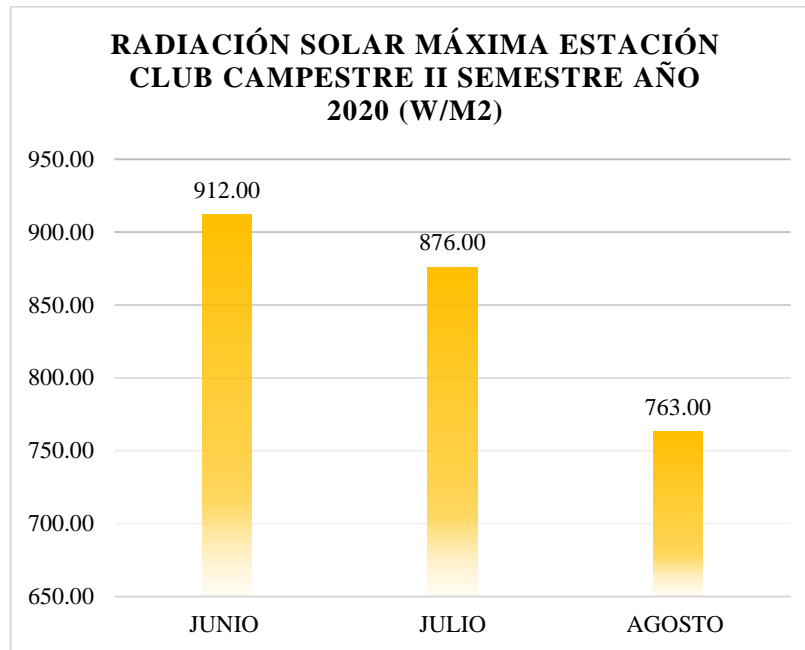


Gráfico 82. Estación Club Campestre

La radiación solar máxima reportada para el segundo semestre del 2020 fue de 912 watt/m² y se reportó el día 04 de junio de 2020.

2.6.6.5. Estación Florida



Estación climatológica automática Florida, se encuentra ubicada en el municipio de Floridablanca, en el edificio de Tele Bucaramanga. Hace parte de la Red Hidroclimatológica de la CDMB, desde el año 2012. Tiene como objetivo monitorear la parte baja de la subcuenca.

La estación presentó problemas para la toma de la información de las variables meteorológicas. Por lo tanto, el análisis se realizó para los meses con información disponible. A continuación, se evidencia el reporte de la estación correspondiente al segundo semestre del año 2.020.

PRECIPITACIÓN ESTACIÓN FLORIDA
II SEMESTRE AÑO 2020 (mm)

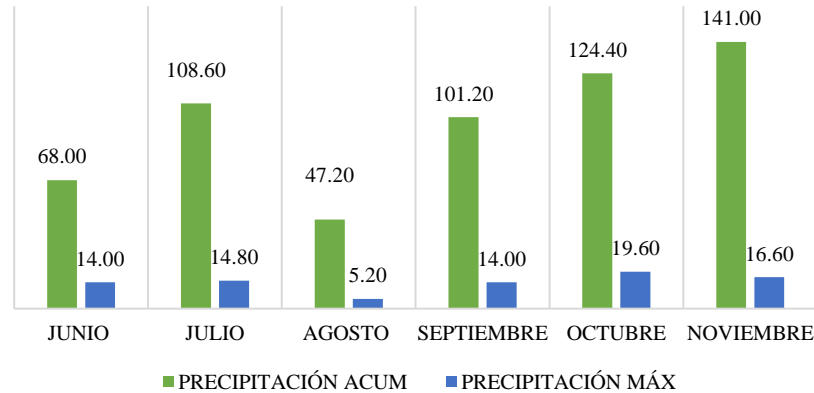


Gráfico 83. Precipitación Estación Florida

La estación tuvo interrupciones en los registros, sin embargo, de los datos obtenidos se establece que la precipitación acumulada es de 590 mm y la precipitación máxima diaria es de 19,6 mm siendo el 04 de octubre de 2020 el día de ocurrencia.

TEMPERATURA PROMEDIO ESTACIÓN FLORIDA II
SEMESTRE AÑO 2020 (°C)

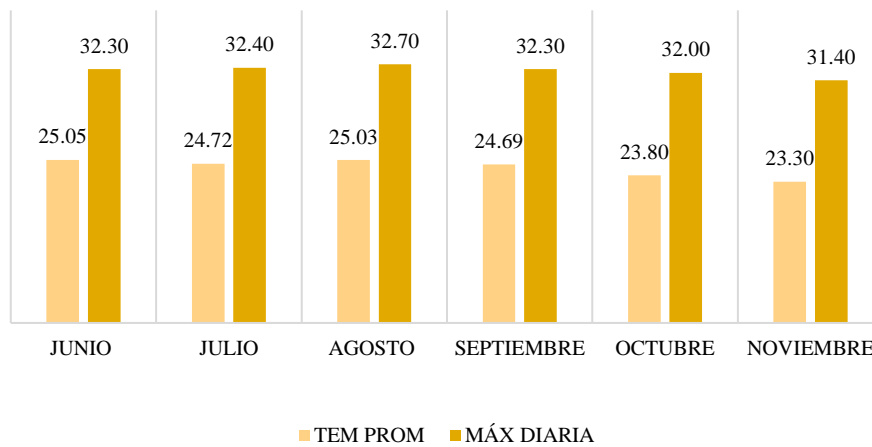


Gráfico 84. Temperatura Estación Florida

La temperatura media del aire que reporta la estación es de 24,43°C para el segundo semestre de 2020. La temperatura máxima diaria reportada es de 32,7 °C con fecha de ocurrencia del 8 de agosto de 2020.

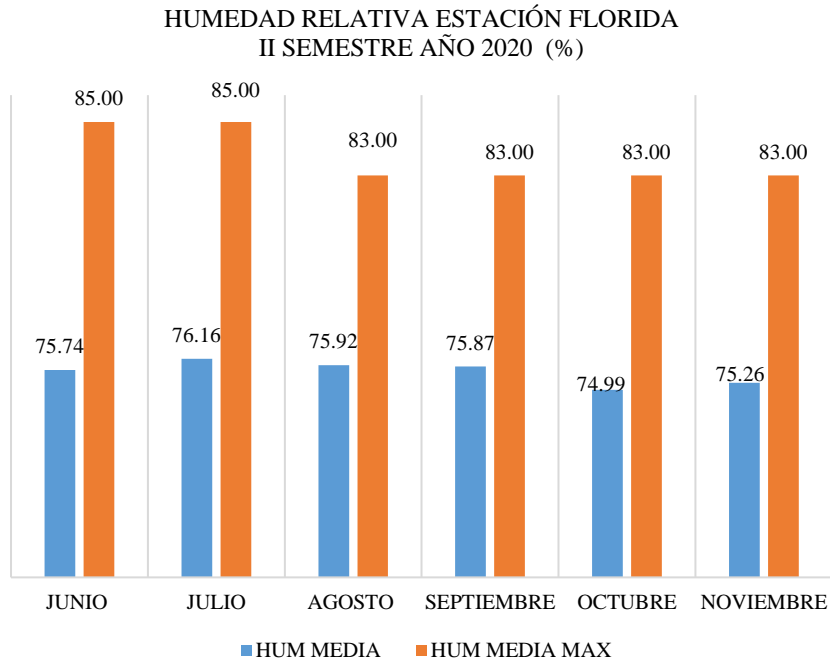


Gráfico 85. Humedad relativa Estación Florida

La humedad relativa reportada por la estación para el segundo semestre del año 2020 es de 75,66%. Así mismo, se evidencia el registro de humedad máxima correspondiente a 85%.

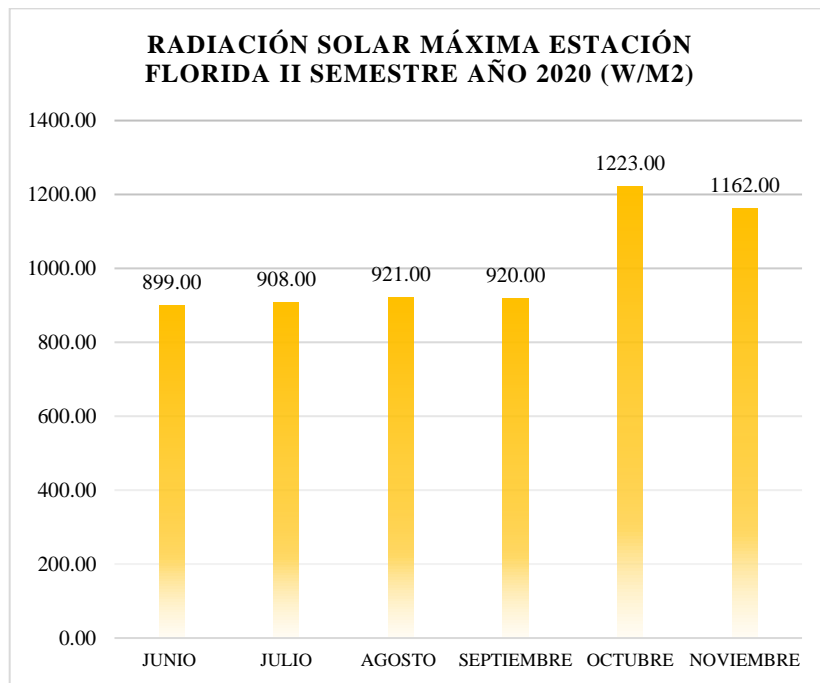


Gráfico 86. Radiación solar Estación Florida

La radiación solar máxima reportada por la estación Florida es de 1.223 watt/m² y se reportó el día 24 de octubre de 2020.

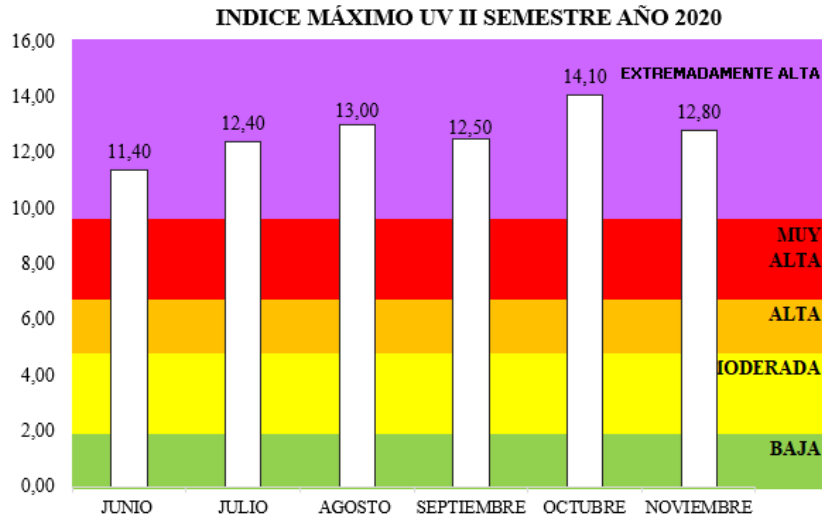


Gráfico 87. Índice UV Estación Florida

El índice UV máximo para la estación corresponde a 14,1 con fecha de ocurrencia el 5 de octubre de 2020 y pertenece a la clasificación extremadamente alta.

2.6.6.6. Estación Ciudadela



La Estación climatológica automática Ciudadela, se encuentra ubicada en el área urbana del municipio de Bucaramanga, comuna 7, sector de la Calle de los estudiantes en Real de minas. Hace parte de la Red Hidroclimatológica de la CDMB, desde el año 2012. Tiene como objetivo monitorear la parte media de la subcuenca.

La estación presentó problemas en la captura de información de las variables meteorológicas de los meses junio, julio, agosto. Por lo tanto, el análisis se realizó para la información disponible. A continuación, se evidencia el reporte de la estación correspondiente al segundo semestre del año 2.020.

PRECIPITACIÓN ESTACIÓN CIUDEDELA
II SEMESTRE AÑO 2020 (mm)

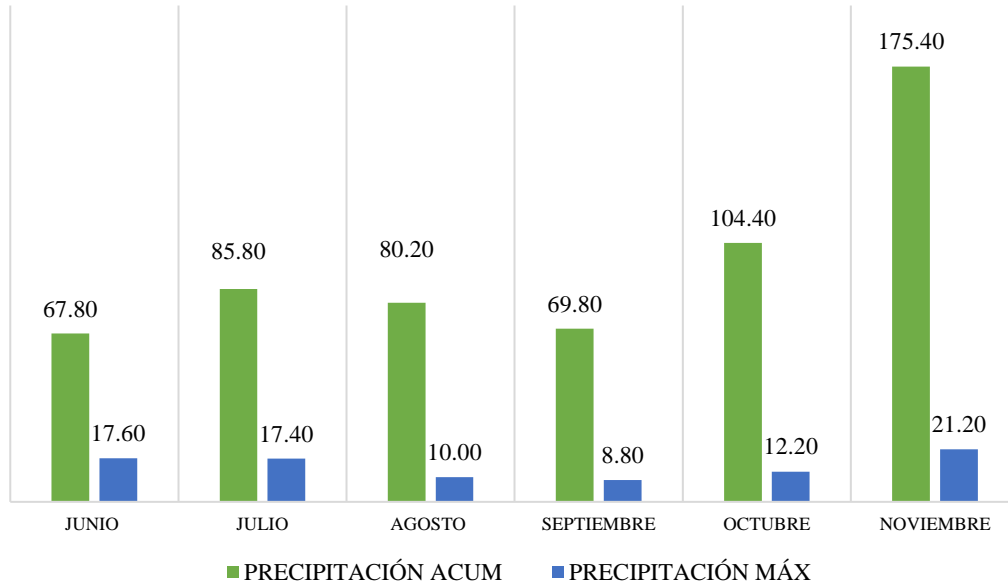


Gráfico 88. Precipitación Estación ciudadela

La precipitación acumulada para el segundo semestre del 2020 es de 583,4 mm, también se evidencia el registro de la precipitación máxima correspondiente a 21,2 mm con fecha de ocurrencia del día 16 de noviembre de 2020.

TEMPERATURA PROMEDIO ESTACIÓN CIUDEDELA
II SEMESTRE AÑO 2020 (°C)

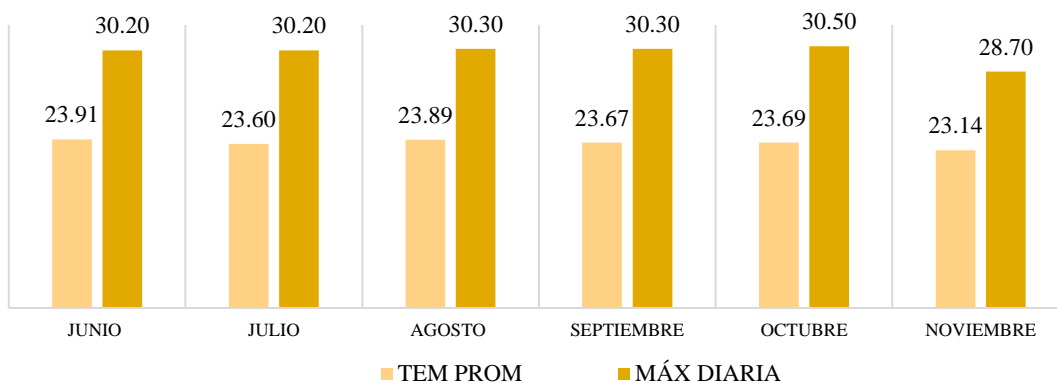


Gráfico 89. Temperatura Estación ciudadela

La temperatura media registrada para el segundo semestre del año 2020 es de 23,65°C, la temperatura máxima diaria evidenciada es de 30,5°C cuya fecha de evento es el día 11 de octubre de 2020.

**HUMEDAD RELATIVA ESTACIÓN CIUDADELA
II SEMESTRE AÑO 2020 (%)**

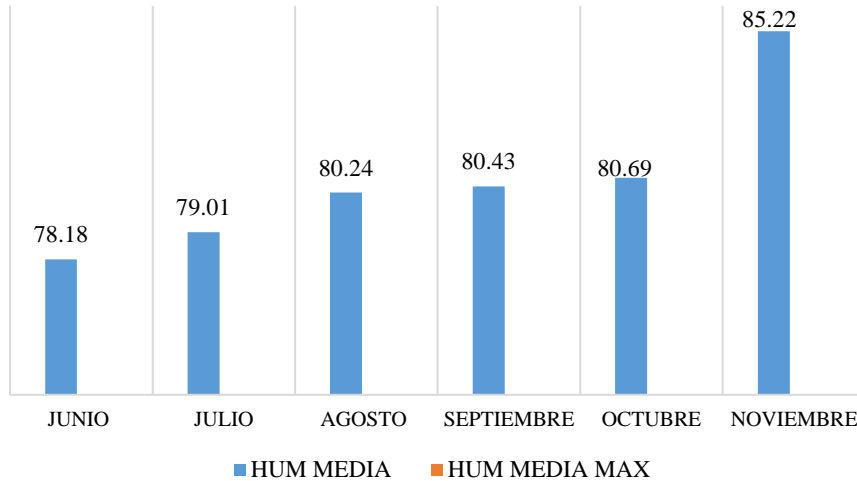


Gráfico 90. Humedad relativa Estación ciudadela

La humedad relativa media semestral de 80,63% durante el II Semestre de 2.020.

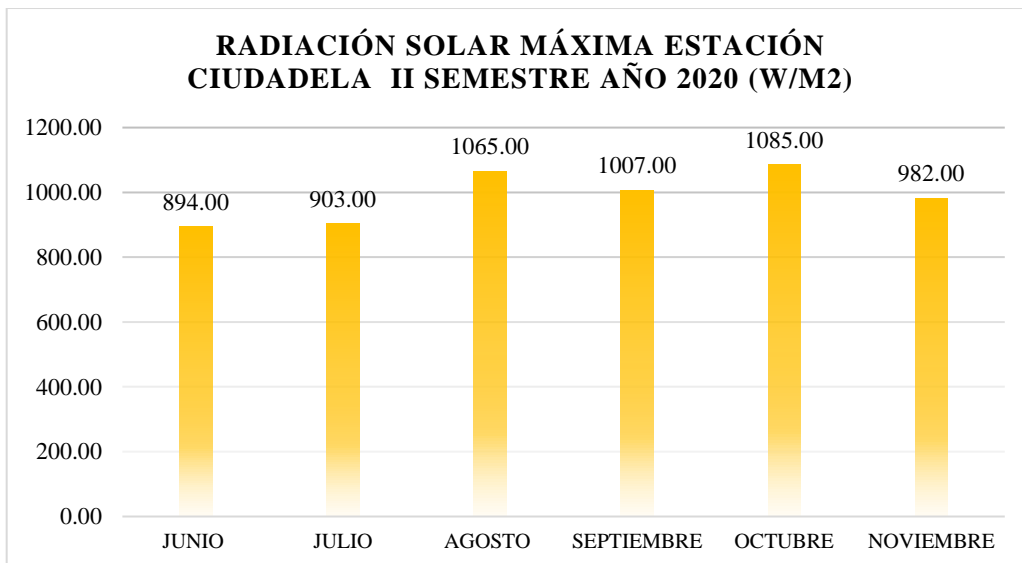


Gráfico 91. Radiación solar Estación ciudadela

La radiación solar máxima reportada por la estación para el segundo Semestre del año, corresponde a 1.085 watt/m2 la cual se registró el día 09 de octubre de 2.020.

2.6.6.7. Estación Norte



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

La estación presentó problemas para la toma de la información de las variables meteorológicas. Para el segundo semestre, se evidencia que la estación presentó fallos en diferentes intervalos en la totalidad del semestre. A continuación, se evidencia el reporte de la estación correspondiente al segundo semestre del año 2.020, el análisis se realizó para la información disponible.

PRECIPITACIÓN ESTACIÓN NORTE
II SEMESTRE AÑO 2020 (mm)

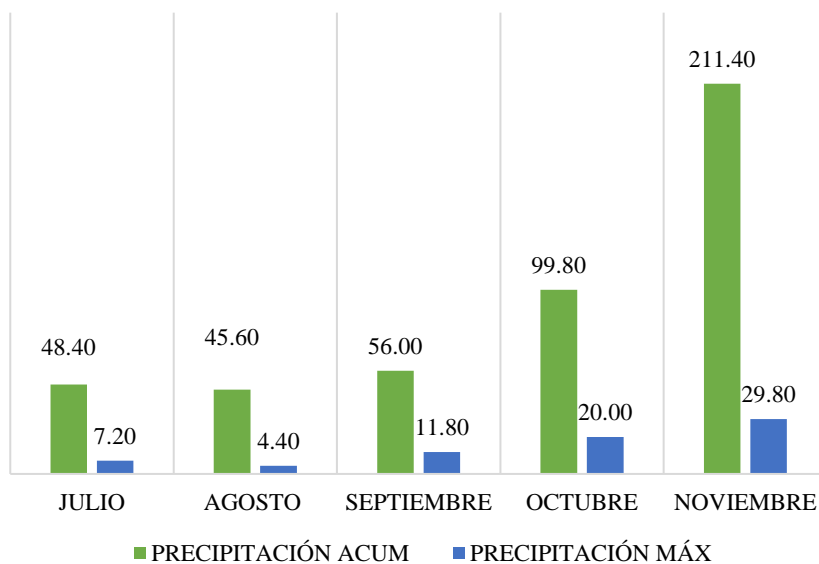


Gráfico 92. Precipitaciones Estación Norte

La precipitación semestral acumulada reportada por la estación es de 526 mm, y la precipitación máxima diaria 29,8 mm con fecha de ocurrencia 15 de noviembre de 2020.

TEMPERATURA PROMEDIO ESTACIÓN NORTE
II SEMESTRE AÑO 2020 (°C)

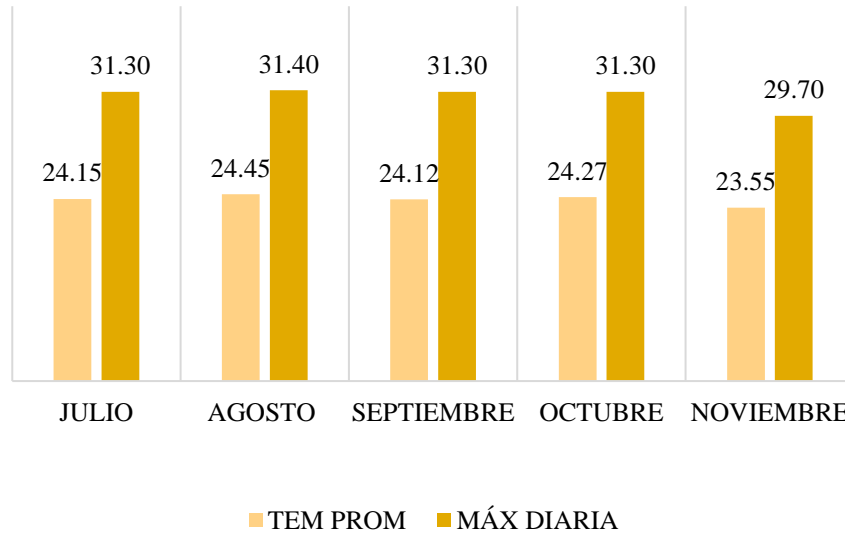


Gráfico 93. Temperatura Estación Norte.

La temperatura media durante el II Semestre de 2.020, se evidencia una media semestral de 24,15°C. Sin embargo, se evidencia que la temperatura máxima diaria reportada fue de 32°C, el día 08 de junio de 2.020.

HUMEDAD RELATIVA ESTACIÓN NORTE
II SEMESTRE AÑO 2020 (%)

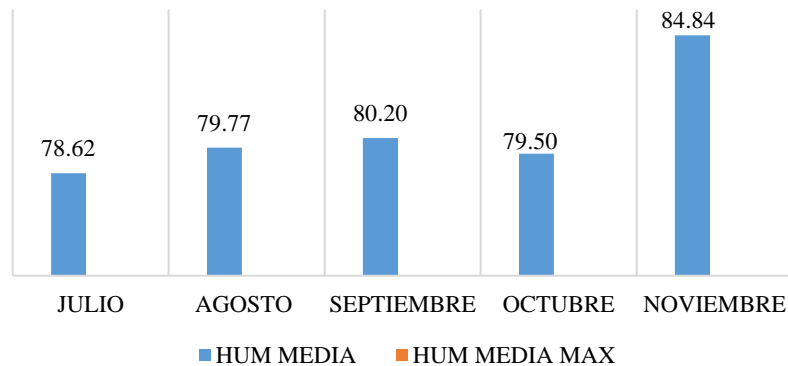


Gráfico 94. Humedad relativa Estación Norte.

La humedad relativa media de la Estación Norte para el segundo semestre del 2020 es de 80,28%.

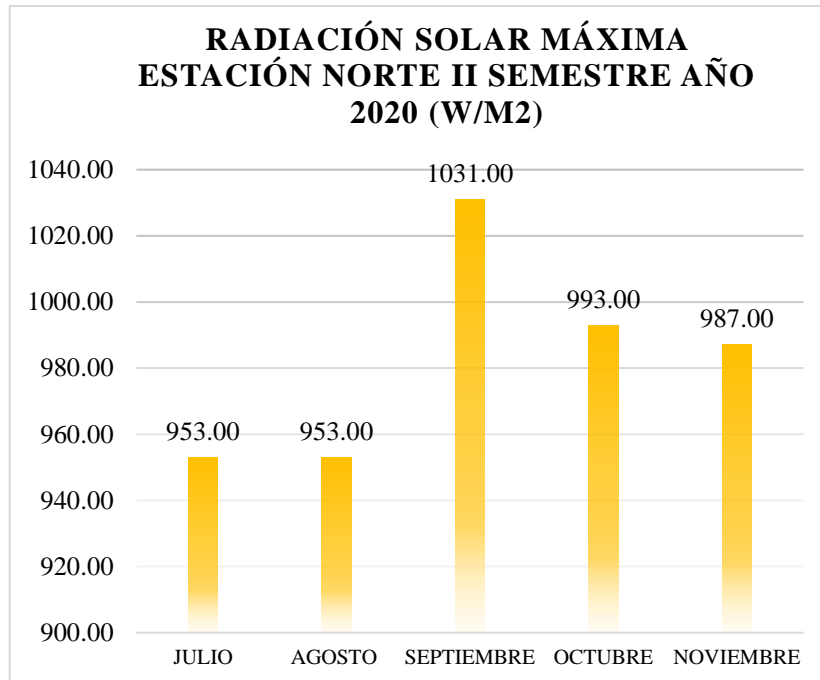


Gráfico 95. Radiación solar Estación Norte.

La radiación solar máxima reportada por la estación para el segundo Semestre del año, corresponde a 1.031 watt/m² la cual se registró el día 10 de septiembre de 2.020.

2.6.6.8. 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.

La estación Portugal presentó problemas para la toma de la información de las variables meteorológicas, la variable precipitación no fue registrada para el segundo semestre del 2020. Por lo tanto, el análisis se realizó para los meses con información disponible.

TEMPERATURA PROMEDIO ESTACIÓN PORTUGAL
II SEMESTRE AÑO 2020 (°C)

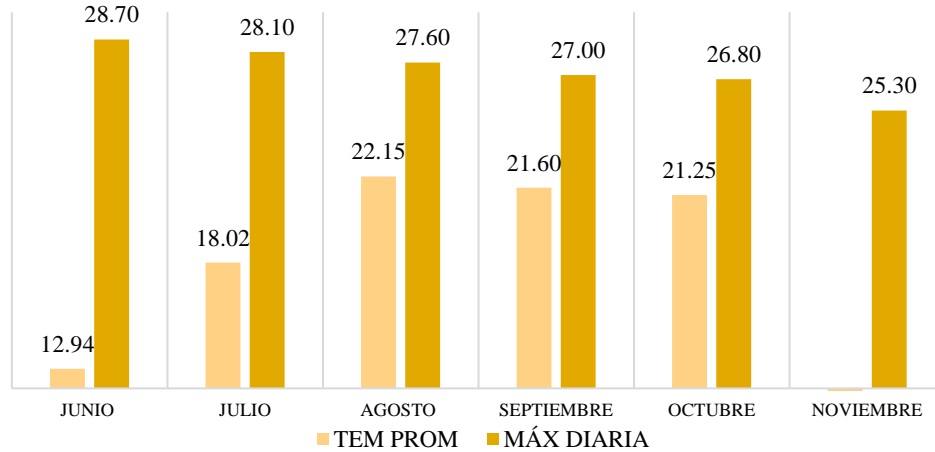


Gráfico 96. . Temperatura Estación Portugal

La temperatura media durante el II Semestre de 2.020 no tubo variaciones abruptas o considerables, se evidencia una media semestral de 19,19°C. Sin embargo, se evidencia que la temperatura media máxima diaria reportada fue de 28,7°C, en el 8 junio de 2.020

HUMEDAD RELATIVA ESTACIÓN PORTUGAL
II SEMESTRE AÑO 2020 (%)

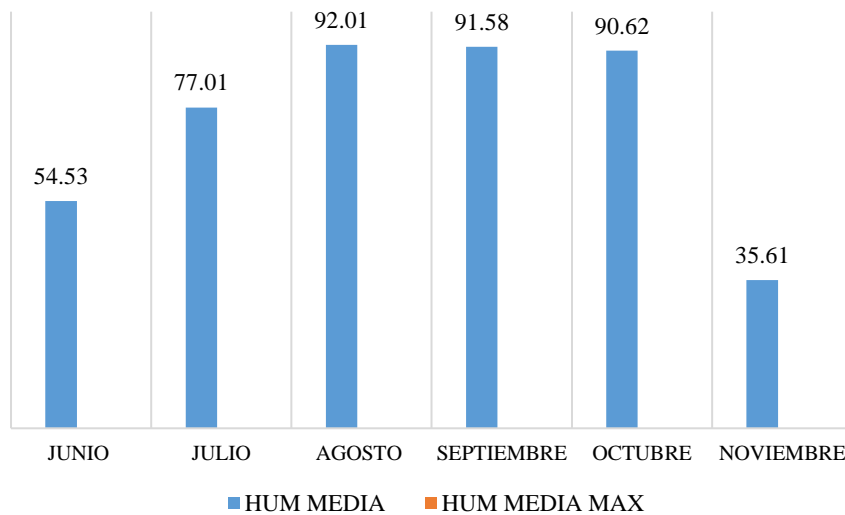


Gráfico 97. Humedad Estación Portugal.

La humedad relativa media semestral de 73,56% durante el II Semestre de 2.020.

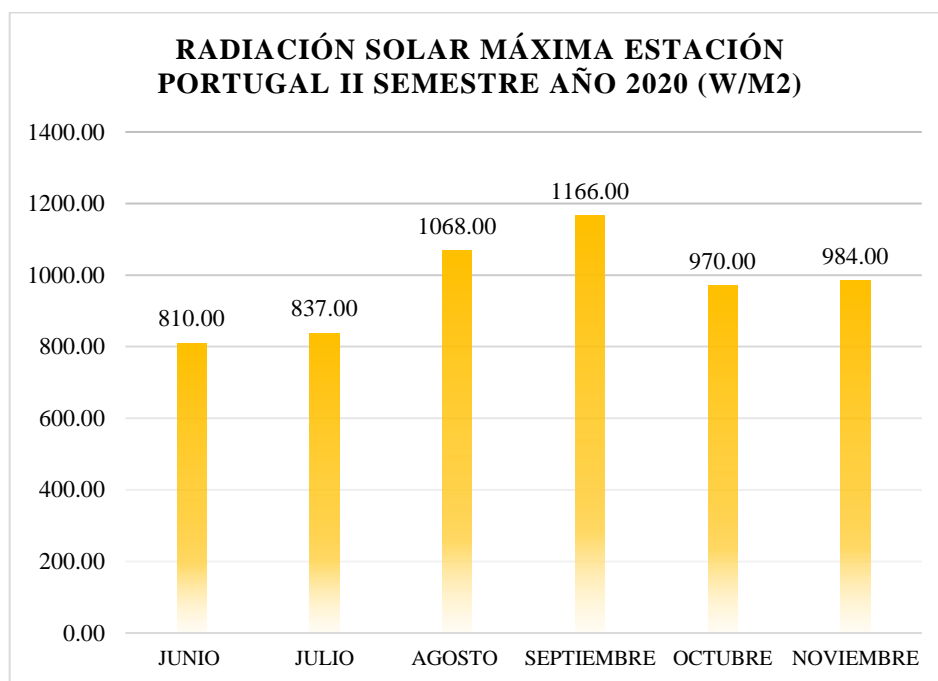


Gráfico 98. Radiación solar Estación Portugal

La radiación solar máxima reportada por la estación para el segundo Semestre del año, corresponde a 1.166 watt/m2 la cual se registró el día 03 de septiembre de 2.020.

2.6.6.9. 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.

La estación presentó problemas para la toma de la información de las variables meteorológicas en el semestre. Por lo tanto, el análisis se realizó para los meses con información disponible. A continuación, se evidencia el reporte de la estación correspondiente al segundo semestre del año 2.020.

PRECIPITACIÓN ESTACIÓN CDMB
II SEMESTRE AÑO 2020 (mm)

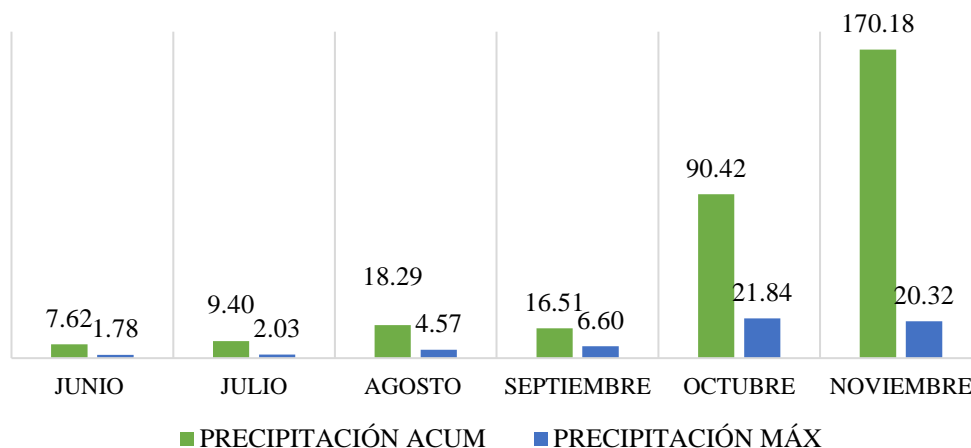


Gráfico 99. Precipitación Estación CDMB

Cabe resaltar que la frecuencia de captura de datos fue inconstante. Se prevé que la estación, según los reportes se obtiene una precipitación acumulada durante el II Semestre de 2.020 de 312,42 mm. Así mismo, el reporte de precipitación máxima diaria correspondiente a 21,84 mm y su fecha de reporte fue el día 30 de octubre de 2020.

TEMPERATURA PROMEDIO ESTACIÓN CDMB
SEMESTRE AÑO 2020 (°C)

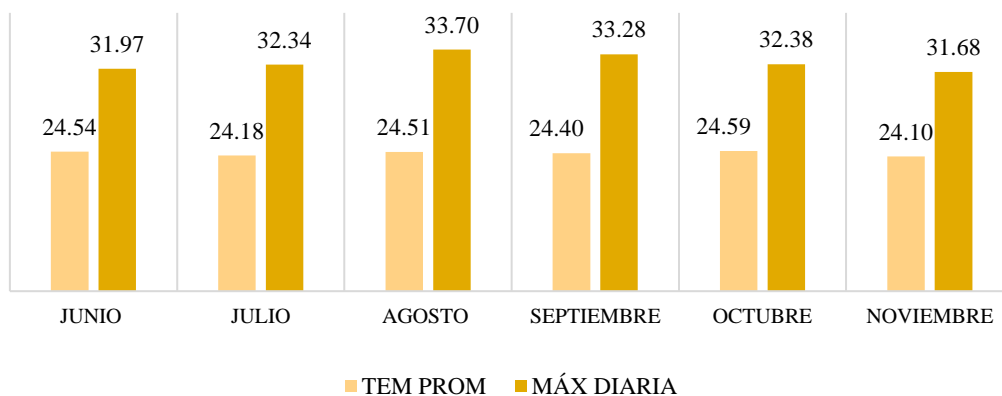


Gráfico 100. Temperatura Estación CDMB

La temperatura media durante el I Semestre de 2.020 fue de 24,39°C. Así mismo, se evidencia que la temperatura máxima diaria reportada fue de 33,7°C, reportada el día 08 de agosto de 2.020.

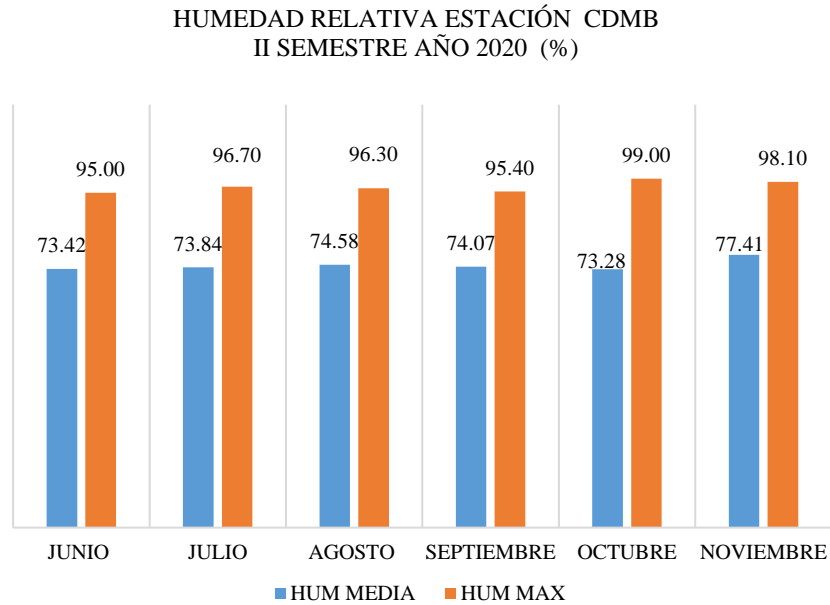


Gráfico 101. Humedad relativa Estación CDMB

La humedad relativa media semestral de 74,43% durante el II Semestre de 2.020. Así mismo, se evidencia que la humedad relativa media máxima reportada fue en el día 30, mes de octubre de 2020 y su registro de 99%.

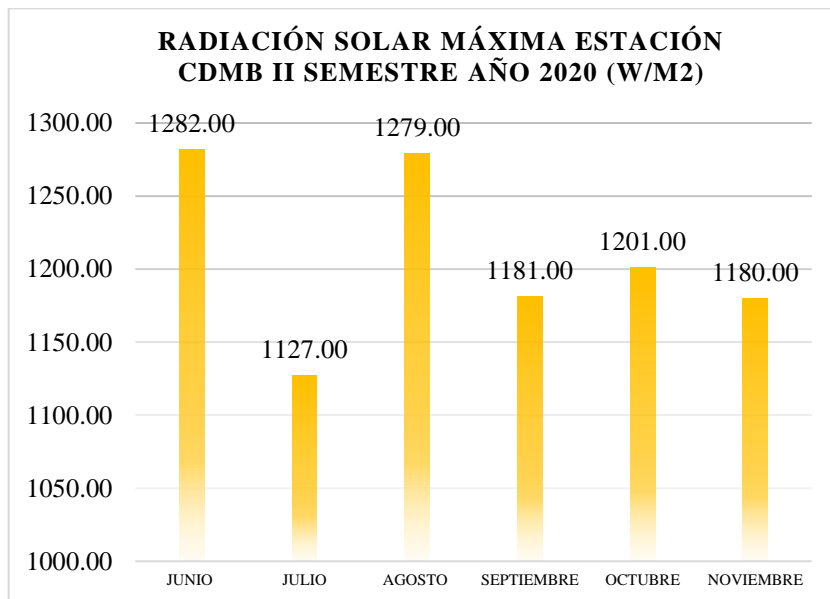


Gráfico 102. Radiación solar Estación CDMB

Se estima que la radiación solar semestral máxima es de 1.282 watt/m² y se reportó el evento, el día 01 de agosto de 2020.

2.7. Estaciones hidrológicas de niveles

2.7.1. Sub Cuenca Río de Oro

En la Subcuenca Río de Oro la CDMB posee dos (2) estaciones de niveles que reportan la información de variables hidrológicas, las cuales son: Estación El Rasgón y Bocas. A continuación, se presentan los siguientes resultados que corresponden al segundo semestre del año 2.020.

2.7.1.1. 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 2.019. 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 durante el segundo semestre del año 2.020. Por lo tanto, se realizó análisis para esta estación, en base de la información reportada.

A continuación, se evidencia el comportamiento de la carga hidrostática para el segundo semestre del 2.020.

En el mes de octubre se evidencia notablemente que el nivel de agua aumenta significativamente en comparación con los meses anteriores, así como unos picos que se evidencian en junio, julio, agosto, se correlaciona con el reporte de precipitaciones de las estaciones climatológicas automáticas.

El nivel de la columna de agua mínimo reportado fue en el día 06 de julio con un reporte de nivel de 0,359 m de altura, el máximo reportado tuvo como ocurrencia el día 25 de octubre con una medición de 1,454 m.

Estación Rasgón
Altura hidrostática (m)

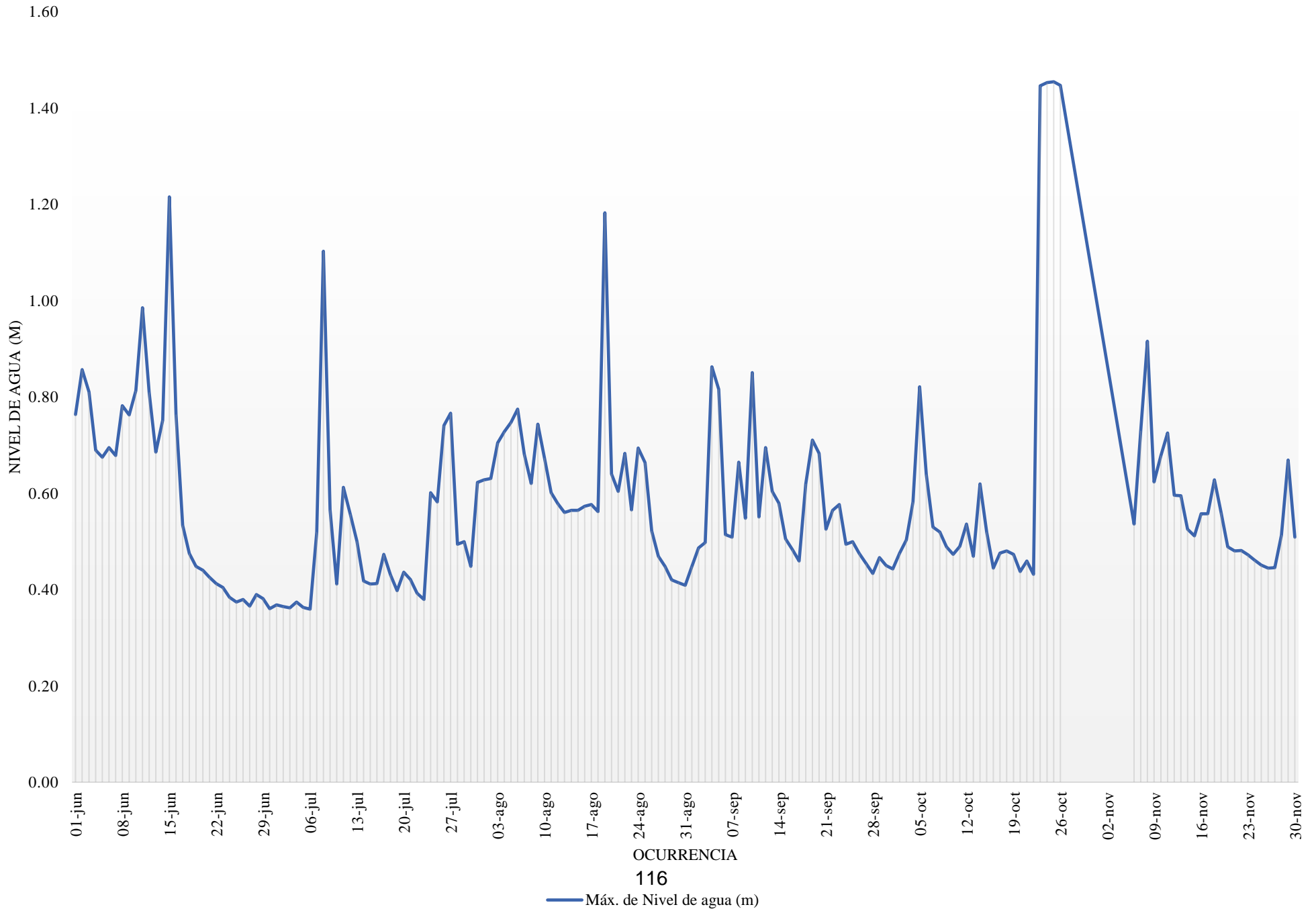


Gráfico 103. Niveles Estación Río de Oro

2.7.1.2. 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 durante el segundo semestre del año 2.020. Por lo tanto, se realizó el procesamiento de la información de esta estación, en base de la información reportada.

A continuación, se evidencia el comportamiento de la carga hidrostática para el segundo semestre del 2.020.

En el mes de octubre se evidencia notablemente que el nivel de agua aumenta significativamente en comparación con los meses anteriores, esto se correlaciona con el reporte de precipitaciones de las estaciones climatológicas automáticas instauradas.

El nivel de la columna de agua mínimo reportado fue en el día 01 de julio con un reporte de nivel de 1,79 m de altura, el máximo reportado tuvo como ocurrencia el día 30 de octubre con una medición de 3,44m.

Estación Bocas

Altura hidrostática (m)

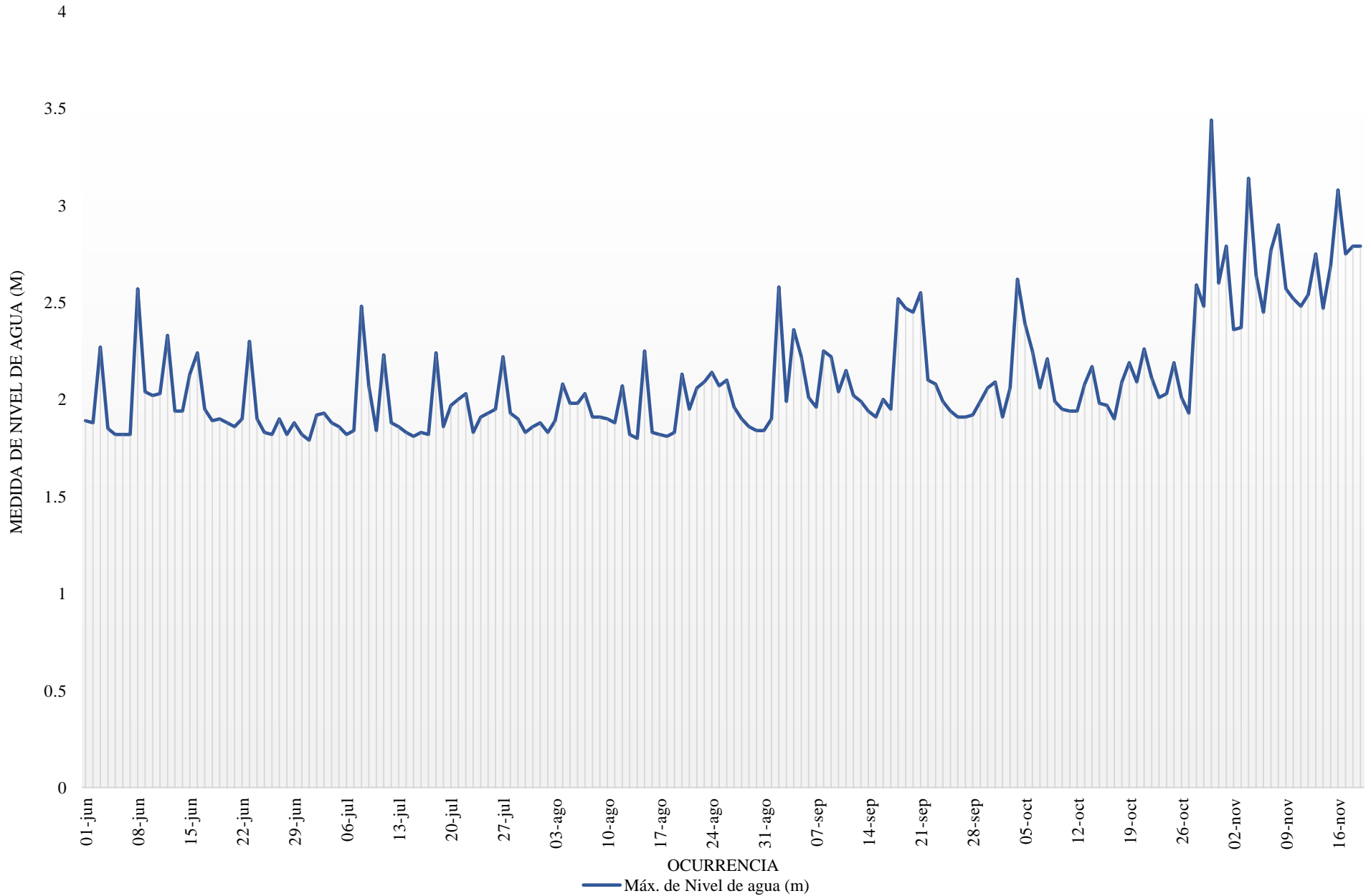


Gráfico 104. Niveles Estación Bocas

2.8. Consolidación

Así mismo, cabe resaltar que el análisis se hizo en base de los reportes generados por cada estación. El consolidado se realizó por variable meteorológica e incluye la totalidad de las estaciones que integran la Red Hidroclimatológica de la CDMB año 2.020.

Variable precipitación

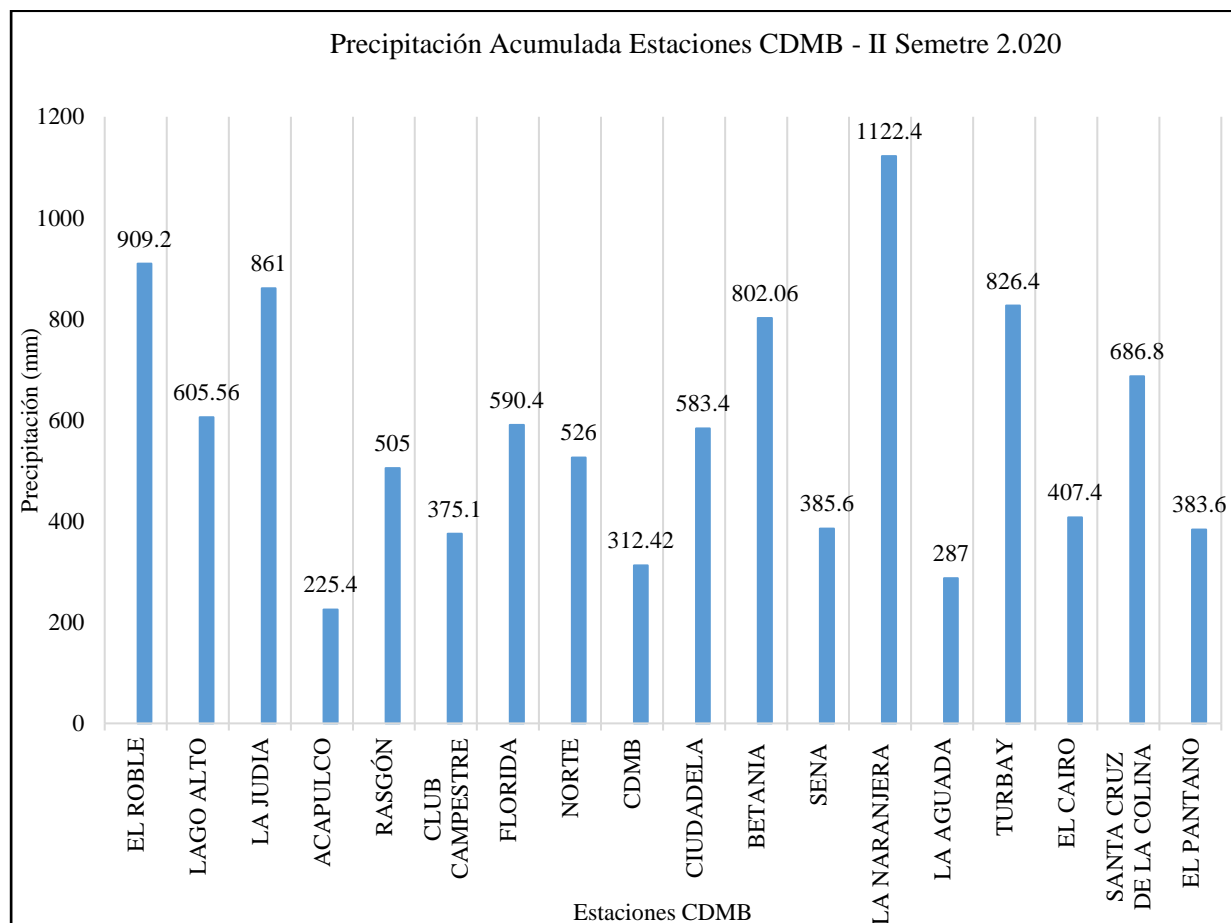


Gráfico 105. Red Hidroclimatológica II Semestre, Variable Precipitación.

Se evidencia que la Estación La Naranjera presentó el mayor registro de precipitación acumulada, según los registros en el periodo, para el II Semestre de 2.020 (1.122,4 mm), seguido por la estación El Roble (909,2 mm).

La estación El Diamante y Portugal no reportaron mediciones para esta variable.

Variable Temperatura

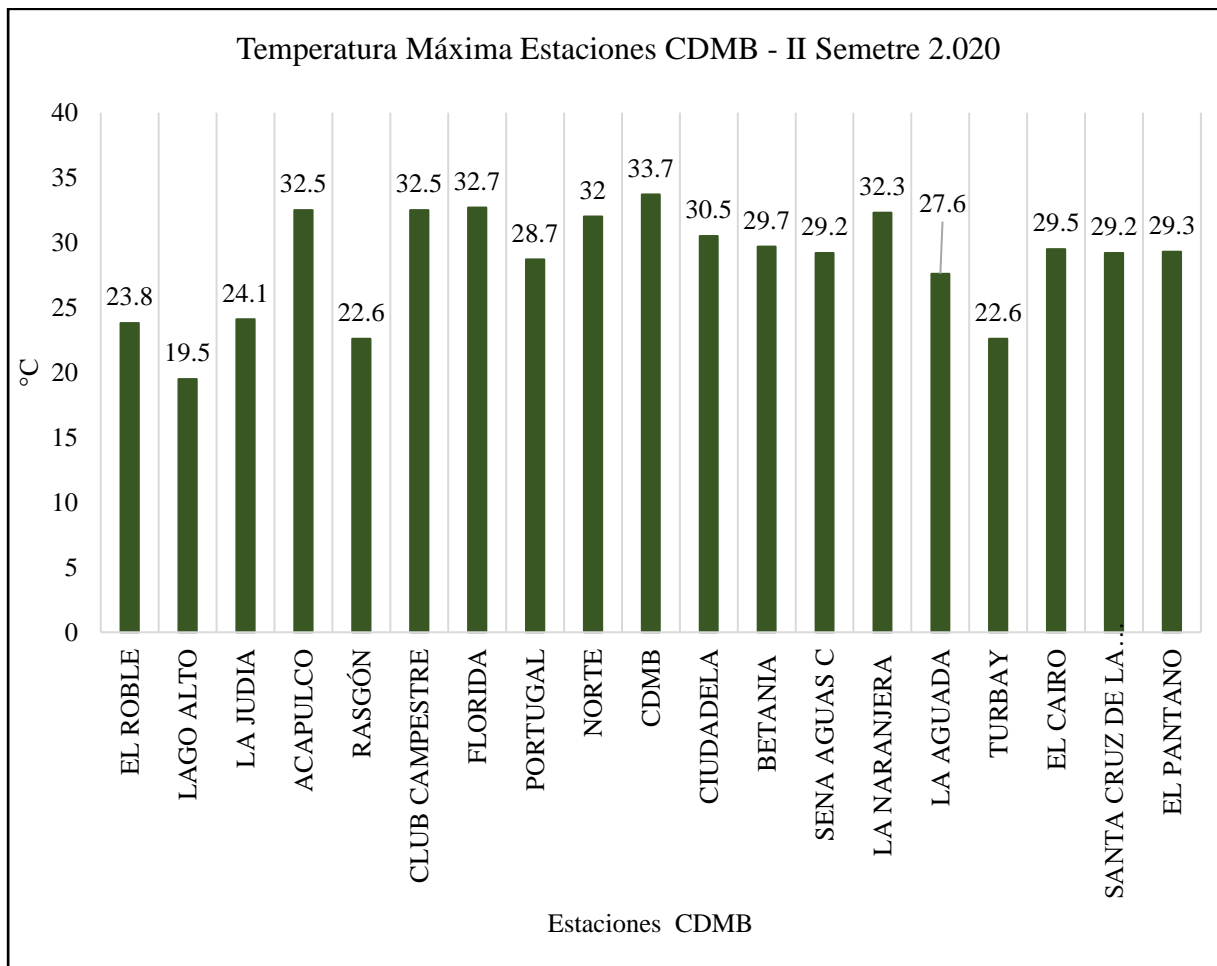


Gráfico 106. Red Hidroclimatológica II Semestre, Variable Temperatura Max.

Se evidencia que la Estación CDMB presentó el mayor registro de temperatura máxima registrada en el II Semestre de 2.020 (33,7 °C), seguido por la estación Florida (32,7°C), según los datos registrados por las estaciones para el II semestre.

La estación El Diamante no reportó mediciones para esta variable.

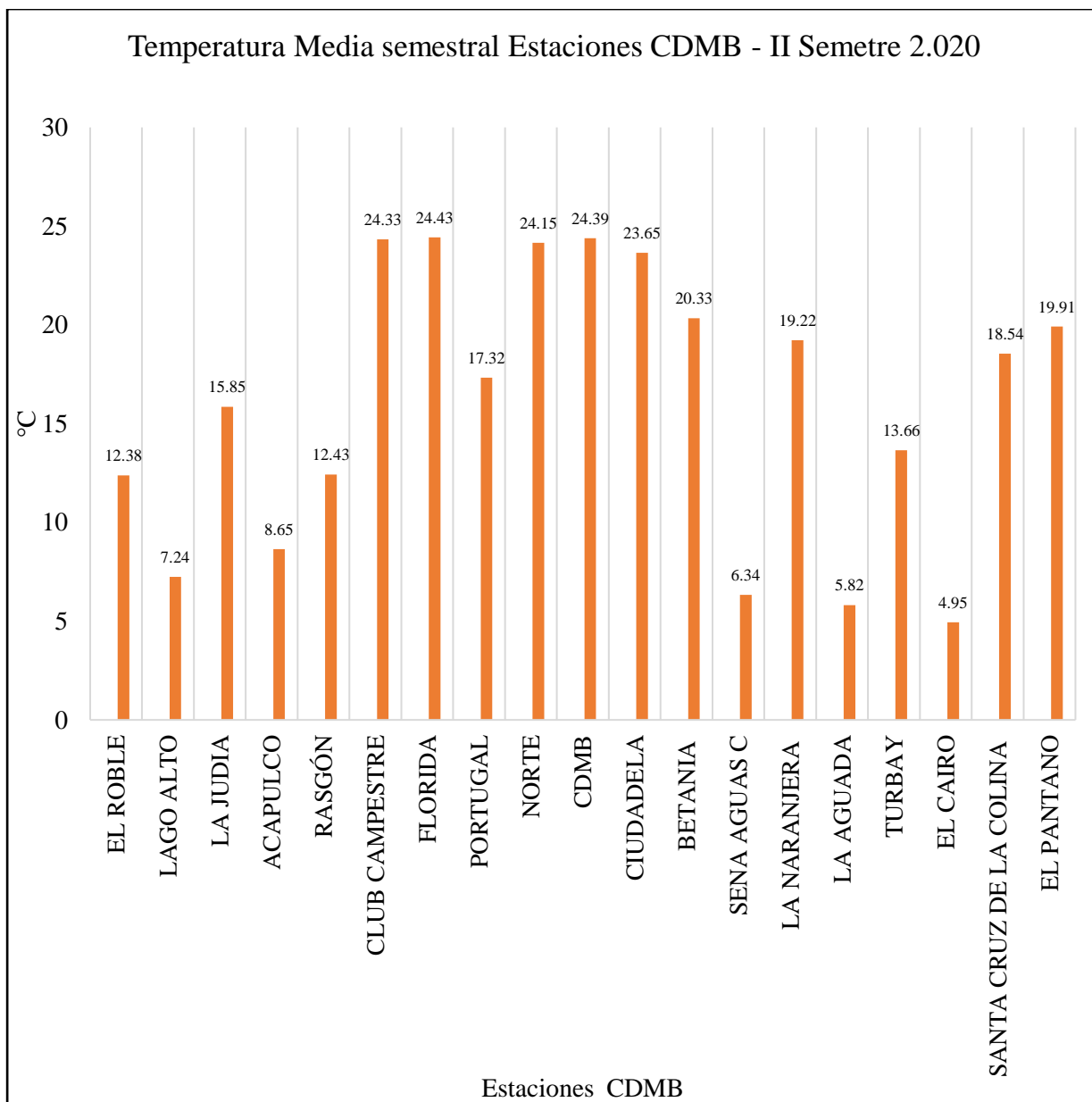


Gráfico 107. . Red Hidroclimatológica II Semestre, Variable Temperatura promedio.

Se evidencia que la Estación Florida presentó el mayor registro de temperatura media registrada en el II Semestre de 2.020 (24,43 °C), seguido por la estación CDMB (24,39°C), según los datos registrados por las estaciones para el II semestre.

La estación El Diamante no reportó mediciones para esta variable.

Variable Humedad Relativa

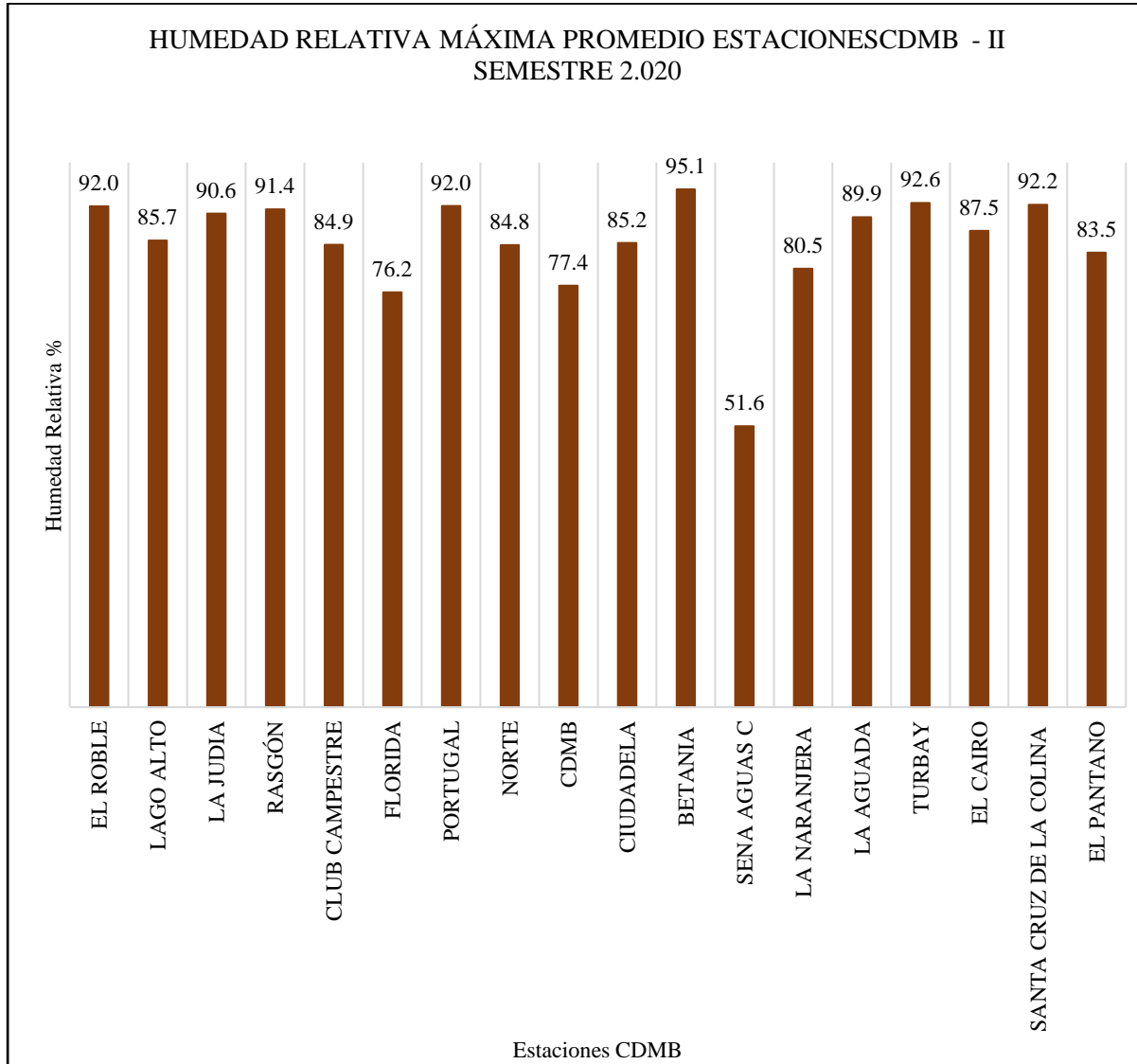


Gráfico 108. Red Hidroclimatológica II Semestre, Variable Humedad relativa.

Se evidencia que la Estación Betania presentó el máximo medio de la variable humedad relativa en el II Semestre de 2.020 (95,1%), seguido por la estación Turbay (92,6%), según los datos registrados por las estaciones para el II semestre.

Las estaciones Acapulco y Diamante no reportaron mediciones para esta variable.

Variable Radiación solar

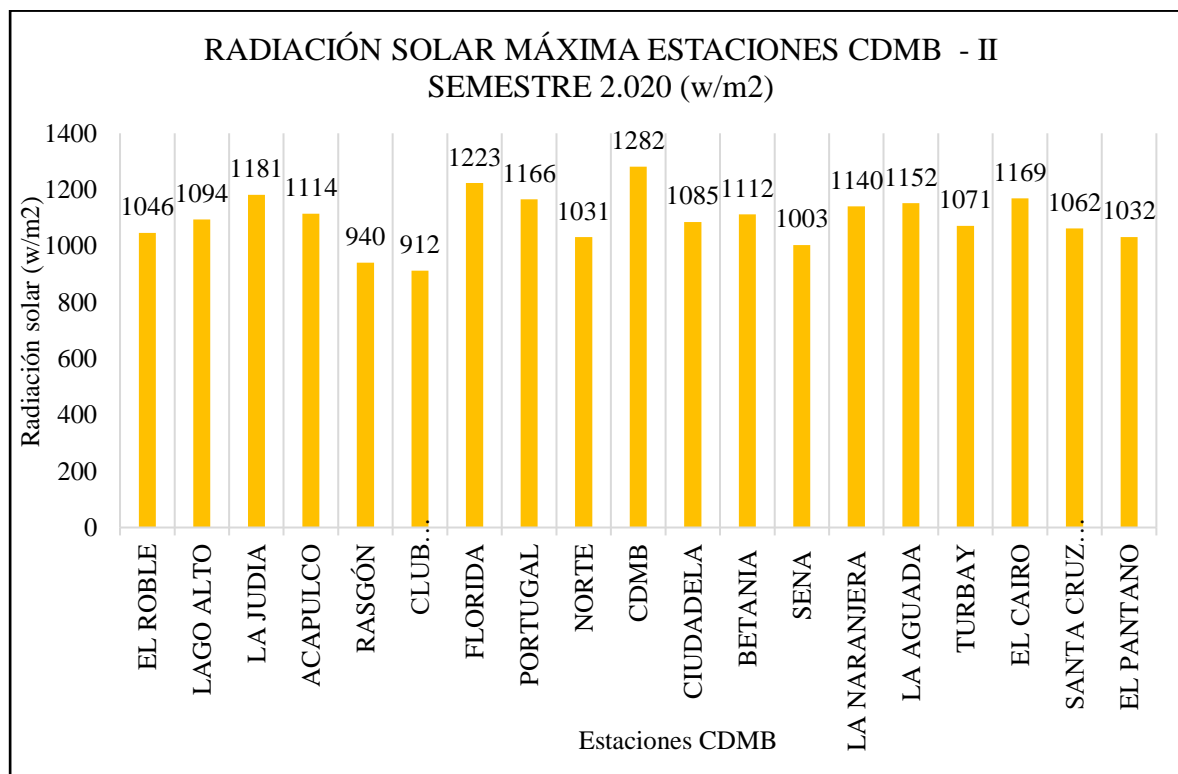


Gráfico 109. Red Hidroclimatológica I Semestre, Variable Radiación solar.

La estación CDMB reportó el registro de radiación solar máxima para el segundo semestre del año 2020, según los datos registrados por cada estación, fue registrado con una medición de 1.282 w/m², así mismo, el segundo registro más alto es el de la estación 1.223 w/m² y corresponde a la estación Florida.

La estación El Diamante no reportó mediciones para esta variable.

CAPITULO III

RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA

2020



CAPITULO III RED DE CALIDAD Y CANTIDAD DE AGUA

3. INTRODUCCIÓN

La Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico- PNGIRH 2010-2022, parte del agua como un bien natural de uso público, administrado por el estado a través de las Corporaciones Autónomas Regionales, de Desarrollo Sostenible y las Autoridades Ambientales Urbanas; razón por la cual, en cumplimiento de esta política, la Corporación Autónoma Regional de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), realiza el monitoreo hidrológico (calidad y cantidad), el cual es fundamental para el conocimiento del estado de este recurso.

En este sentido, la CDMB cuenta con un programa institucional llamado Red de Monitoreo de Corrientes que tiene como objetivo/propósito fundamental, medir y analizar la calidad de agua en las corrientes y tramos de corrientes, por medio del cual se realiza el seguimiento a las treinta y nueve (39) principales fuentes hídricas en su área de jurisdicción. La red tiene localizados setenta y un (71) puntos, con el fin de obtener información de la calidad y cantidad de estas fuentes hídricas.

Este informe de calidad y cantidad del agua corresponde al año 2020 e incluye los resultados obtenidos para el cálculo del Índice de Calidad del Agua (ICA) en corrientes superficiales a partir de la metodología propuesta por el IDEAM en el año 2013, donde se utilizan los datos de concentración de un conjunto de siete (7) variables fisicoquímicas más Coliformes fecales, para calcular la calidad de agua de las corrientes.

OBJETIVOS

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

3.1. ALCANCE

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

3.2. PROGRAMA MONITOREO DE CORRIENTES

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

- Muestreo y aforo: El Laboratorio SIAMA SAS con acreditación vigente ante el IDEAM y contratado por la CDMB, realiza el aforo, la toma de muestra en los puntos indicados, mide el caudal, realiza el muestreo, preserva y transporta al laboratorio las muestras en cada día de jornada conforme al cronograma establecido por la CDMB.
- Análisis de Laboratorio: El laboratorio SIAMA SAS, realiza los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras.
- Análisis de Información: Los datos de campo y resultados de laboratorio se analizan, se consolidan y estos alimentan un software interno de la CDMB para reportar el informe de Calidad de Agua. Los setenta y un (71) puntos de monitoreo establecidos en el programa son los siguientes:

Tabla 27. Monitoreo de la Red de Calidad y cantidad de Agua CDMB

PUNTOS MONITOREO RED CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA				
Id	Estación	Código estación	Microcuena	Fuente
1	Rasgón	RO - 06	Oro Alto	Río de Oro
2	Conquistador	RO - 05	Oro Alto	Río de Oro
3	Barroblanco	QG - 01	Oro Alto	Quebrada Grande
4	Villa Paulina	SO - 01	Oro Alto	Quebrada Sorata
5	La Batea	LT - 01	Río Lato	Río Lato
6	Palogordo	RO - 04	Oro Medio	Río de Oro
7	Bahondo	RO - 4A	Oro Medio	Río de Oro
8	Carrizal	RO - 02	Oro Bajo	Río de Oro
9	Puente Nariño	RO - 01	Oro Bajo	Río de Oro
10	La Esperanza	RF - 03	Río Frío	Río Frío
11	Campestre	ZA - 01	Río Frío	Quebrada Zapamanga
12	El Pórtico	RF - P	Río Frío	Río Frío
13	El Caucho	RF - B	Río Frío	Río Frío
14	Los Totumos	AZ - 1A	Río Frío	Quebrada Aranzoque-Mensuli
15	Caneyes	RF - 1A	Río Frío	Río Frío

PUNTOS MONITOREO RED CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA

Id	Estación	Código estación	Microcuenca	Fuente
16	El Jardín	LF - 01	Oro Bajo	Quebrada La Flora
17	La Floresta	CS - 01	Oro Bajo	Quebrada La Iglesia
18	San Luis	LI - 03	Oro Bajo	Quebrada La Iglesia
19	Coca-Cola	MA - 01	Oro Bajo	Quebrada El Macho
20	Coca-Cola	GY - 01	Oro Bajo	Quebrada La Guacamaya
21	Cenfer	DC - 01	Oro Bajo	Cañada El Carrasco
22	Puente Sena	LI - 01	Oro Bajo	Quebrada La Iglesia
23	El Águila	LA - 04	La Angula	Quebrada La Angula
24	La Batea	LA - 03	La Angula	Quebrada La Angula
25	Chimitá	CA - 01	Oro Bajo	Quebrada La Rosita
26	Parque Industrial	CY - 01	Oro Bajo	Quebrada Cuyamita o Pantano
27	Argelia	AR - 01	Oro Bajo	Quebrada Argelia o Cantera
28	Forjas Navas	LN - 01	Oro Bajo	Quebrada Las Navas
29	Forjas Chapinero	CH - 01	Oro Bajo	Quebrada Chapinero
30	Trituradora	LP - 01	Oro Bajo	Quebrada La Picha
31	Uña de Gato	SA - 07	Suratá Alto	Río Suratá
32	Panaga	SA - 06	Suratá Alto	Río Suratá
33	Puente Panaga	RV - 01	Suratá Alto	Río Vetas
34	La Playa	SA - 05	Suratá Alto	Río Suratá
35	La Playa	RCH - 01	Suratá Bajo	Río Charta
36	Puente Tona	RT - 01A	Tona	Río Tona
37	Zaragoza (Bosconia)	SA - 03	Suratá Bajo	Río Suratá
38	Bavaria	SA - 01	Suratá Bajo	Río Suratá
39	Bocas	RL - 02	El Aburrido	Río Lebrija
40	Embalse	RL - 03	Las Lajas	Río Lebrija
41	Palmas	LA - 01	La Angula	Quebrada La Angula
42	Conchal	RL - 07	La Honda	Río Lebrija
43	Vanegas	RC - 01	Cáchira	Río Cáchira
44	Vanegas	RL - 08	Lebrija Medio	Río Lebrija
45	Puente San Alonso	PY - 02A	Río Playón	Río Playonero
46	Balsas	PY - 01	Río Playón	Río Playonero
47	Las Olas	RC - 02A	Río Playón	Río Cachiri
48	Puente Arturo	SG-01A	Río Salamaga	Río Silgara
49	El Bambú	SL - 04	Río Salamaga	Río Salamaga
50	Brisas de Samaca	SM - 01	Samaca	Quebrada Samaca
51	La virgen	SC - 01	Santa Cruz	Río Negro
52	Brisas	RN - 01	Río Negro Bajo	Río Negro
53	Primavera (El Chorro)	RM - 02	Río Chicamocha	Río Manco
54	Pescadero (Mensuli)	RM - 01	Río Chicamocha	Río Manco
55	Pescadero (Umpalá)	UP - 01	Río Chicamocha	Río Umpalá
56	Platacero	MS - 05	Río Frío	Quebrada Mensuli o La Estancia
57	Autopista	AZ - 07	Río Frío	Quebrada Aranzoque o Mensuli

PUNTOS MONITOREO RED CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA

Id	Estación	Código estación	Microcuenca	Fuente
58	Cañaveral	LR - 03	Oro Medio	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque
59	El Pilon	LR - 02	Oro Medio	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque
60	Arenales	QA - 02	Jordán	Quebrada Arenales
61	Berlín	QA - 01	Jordán	Quebrada Arenales
62	Berlín	RJ - 01	Jordán	Río Jordán
63	Borrero	RV - 05	Río Vetas	Río Vetas
64	Loma Redonda	RV - 02	Río Vetas	Río Vetas
65	La Baja	QLB - 01	Q. La Baja	Quebrada La Baja o Páez
66	Cristales	RO-O-10	Oro Alto	Río de Oro
67	CE Rasgón	QRG-O-01	Oro Alto	Quebrada El Rasgón
68	Batea Oro	RO-O-2PA	Oro Alto	Río de Oro
69	Chocoa	RO-O-4N	Oro Medio	Río de Oro
70		RO-O-4H	Oro Medio	Río de Oro
71		RO-O-2A	Oro Bajo	Río de Oro

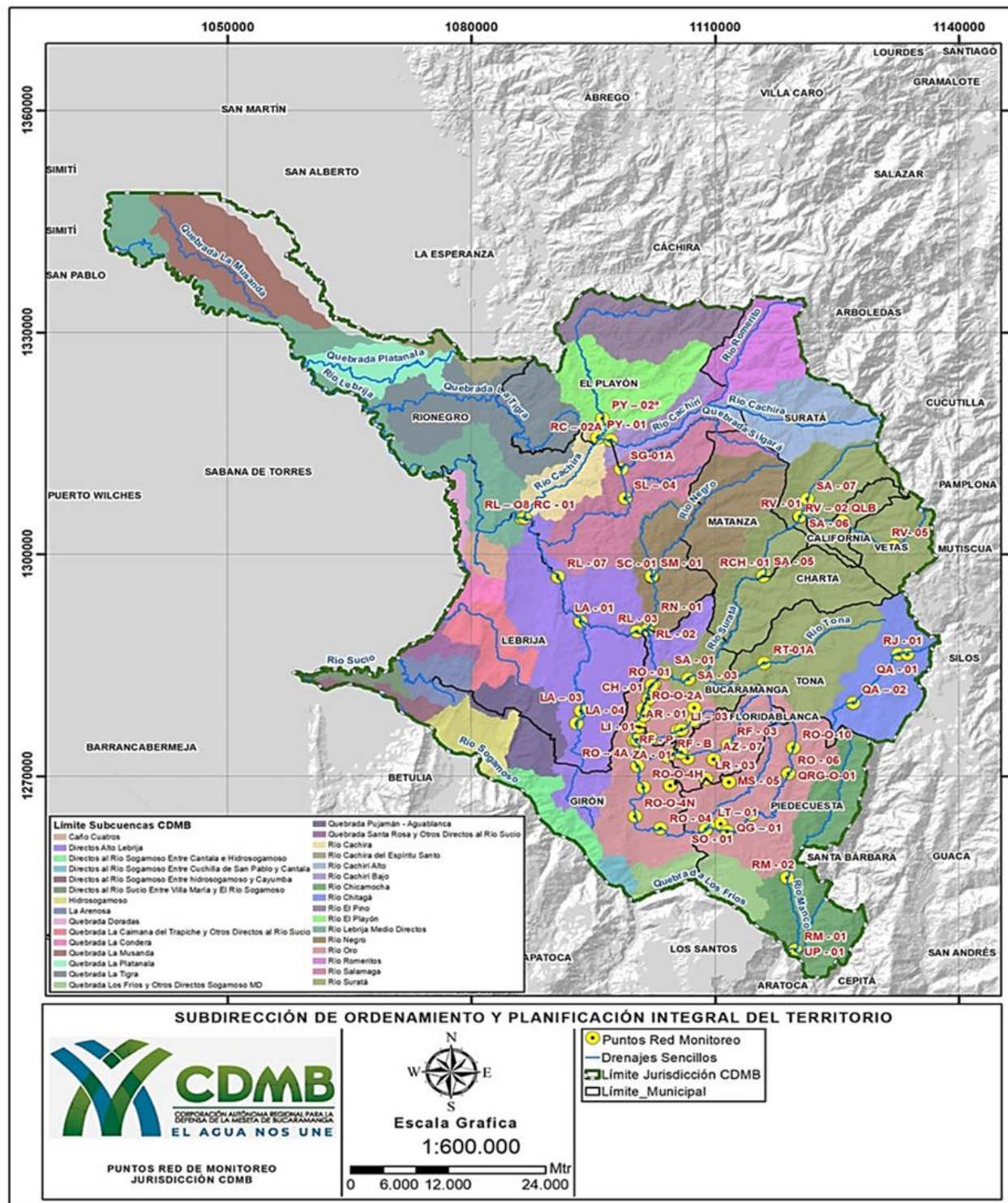


Imagen 1. Ubicación de puntos de monitoreo en la Jurisdicción de la CDMB. Fuente CDMB.

3.2.1. Estación hidrológica y de calidad RL-02 BOCAS

En el mes de diciembre del año 2019, entró en funcionamiento la estación hidrológica y de calidad automática ubicada en las coordenadas 1289688N 1101719E, punto de monitoreo RL-02, corregimiento de Bocas, Municipio de Rionegro, la cual monitorea el caudal y parámetros de calidad en la corriente hídrica del río Lebrija.

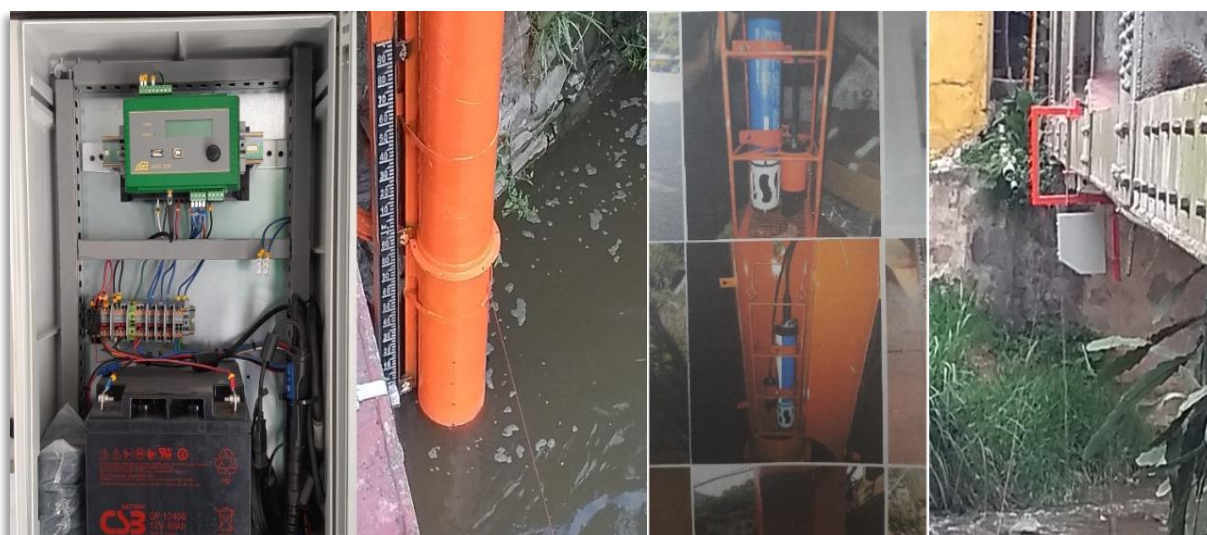


Imagen 2. Estación hidrológica Bocas. Fuente CDMB.

3.2.2. Parámetros evaluados en la red de monitoreo de calidad del agua

En cada punto o estación de monitoreo se realiza la medición de caudal, parámetros in situ y analizan parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, que permiten establecer la calidad de las corrientes de acuerdo con el Índice de Calidad de Agua; datos consolidados en la Tabla 28:

Tabla 28. Parámetros evaluados fisicoquímicos y microbiológicos

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

Los parámetros numerados del 16 al 27 (Tabla 28), se miden específicamente para los puntos de monitoreo ubicados en la zona minera. Así mismo los parámetros de campo se miden en todos los puntos de monitoreo y muestran en la Tabla 29.

Tabla 29. Parámetros evaluados en campo de la Red de Monitoreo de Calidad de Agua

Parámetro	Método
Datos de Campo	Equipo y/o Materiales
28. Temperatura del Agua	Termómetro (Sonda Multiparámetros)
29. Lectura Nivel de las	Mira Limnimétricas

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

3.2.3. Análisis de calidad del agua

Obtenida toda la información fisicoquímica y microbiológica proveniente de las campañas de monitoreo se procede a la tabulación, procesamiento y análisis, para lo cual se realiza una representación gráfica que compara los datos de los últimos años donde se puede observar el comportamiento de las corrientes en un período de tiempo determinado.

La recopilación de valores en rangos determinados para cada corriente, permitió diseñar gráficas para identificar la tendencia en la calidad y evidenciar afectaciones o contaminaciones atípicas.

3.2.3.1. Índice de Calidad del Agua

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

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

A partir del año 2019 la CDMB adoptó el modelo de cálculo del IDEAM, contenido en la guía Lineamientos Conceptuales y Metodológicos para la Evaluación Regional del Agua-2013 con el fin de determinar el Índice de Calidad del agua calculado con siete (7) parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

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

En el desarrollo de las formulaciones de estos índices de contaminación, se tuvieron en cuenta diversas reglamentaciones, tanto Nacionales como Internacionales, para diferentes usos de agua; así como registros de aguas naturales colombianas y relaciones expuestas por otros autores, con el fin de potencializar su uso a diferentes situaciones y lograr en ellos una generalidad en su aplicación. De acuerdo con Ramírez y Viña, 1998 y Ramírez et al., 1999, las correlaciones halladas entre múltiples variables fisicoquímicas dieron origen los cuatro índices de contaminación complementarios e independientes. En consecuencia, la CDMB calcula también los cuatro (4) índices de contaminación para sus corrientes: índice de contaminación por mineralización – ICOMI, índice de contaminación por Materia Orgánica – ICOMO, índice de

contaminación por Sólidos Suspendidos – ICOSUS e índice de contaminación Trófico – ICOTRO.

3.2.3.1.1. Cálculo del Índice de Calidad del Agua - ICA's IDEAM

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

Tabla 30. Variables ICA (IDEAM)

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

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

Dónde:

ICA: Índice de calidad del agua,

w_i: 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.

Cálculo del porcentaje de saturación de Oxígeno Disuelto – OD:

- Obtener las mediciones de: OD

Temperatura del agua en °C – T

Altura sobre el nivel del más del sitio-Altitud

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

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

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

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

$$TE = T + 273.15$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- Calcular el Índice de saturación de oxígeno disuelto – OD

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

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

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

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

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

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

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

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

Cálculo del índice de Conductividad eléctrica, donde:

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

Cálculo de índice de pH, IpH:

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

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

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

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






Tabla 31. 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

3.2.3.1.2. Índices de contaminación ICO'S

Los rangos de contaminación ICO se encuentran discriminados en la Tabla 32.

Tabla 32. 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	

3.2.3.1.2.1. Índice de contaminación por mineralización – ICOMI

El ICOMI es el valor promedio de los índices de las variables de conductividad, dureza y alcalinidad, las cuales se definen en un rango de 0 a 1; índices próximos a cero reflejan muy baja contaminación por mineralización e índices cercanos a 1, indican una alta contaminación.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Alcalinidad. menor a 50 mg/l tiene un I Alcalinidad = 0

3.2.3.1.2.2. Índice de contaminación por Materia Orgánica – ICOMO

Se expresa con diferentes variables fisicoquímicas como la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Coliformes Totales y porcentaje de Saturación de Oxígeno, las cuales recogen efectos distintos de la contaminación orgánica.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.2.3.1.2.3. Índice de contaminación por Sólidos Suspendidos – ICOSUS

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

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

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

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

3.2.3.1.2.4. Índice de contaminación Tráfico – ICOTRO

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

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

Tabla 33. 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)

3.2.4. Resultados del programa de monitoreo

Los resultados de los ICA's en los puntos monitoreados durante el año 2020, se reportan a

continuación:

Tabla 34. Índices de Calidad de Agua en puntos de monitoreo 2020

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2020	CALIDAD	SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2020	CALIDAD
1 Río Suratá	SA-07	0.78	Aceptable	37 Río Salamaga	SL-04	0.77	Aceptable
2 Río Suratá	SA-06	0.78	Aceptable	38 Río Cáchira	RC-01	0.73	Aceptable
3 Río Suratá	SA-05	0.75	Aceptable	39 Río Cachiri	RC-02A	0.57	Regular
4 Río Suratá	SA-03	0.76	Aceptable	40 Q. La Angula	LA-04	0.76	Aceptable
5 Río Suratá	SA-01	0.74	Aceptable	41 Q. La Angula	LA-03	0.27	Mala
6 Río Vetas	RV-05	0.43	Mala	42 Q. La Angula	LA-01	0.78	Aceptable
7 Río Vetas	RV-02	0.66	Regular	43 Río Playonero	PY-02A	0.78	Aceptable
8 Río Vetas	RV-01	0.69	Regular	44 Río Playonero	PY-01	0.71	Aceptable
9 Río Tona	RT-01A	0.71	Aceptable	45 Río Manco	RM-02	0.81	Aceptable
10 Río Charta	RCH-01	0.80	Aceptable	46 Río Manco	RM-01	0.68	Regular
11 Río de Oro	RO-O-10	0.80	Aceptable	47 Q. La Ruitoca	LR-03	0.76	Aceptable
12 Río de Oro	RO-06	0.81	Aceptable	48 Q. La Ruitoca	LR-02	0.76	Aceptable
13 Río de Oro	RO-05	0.78	Aceptable	49 Río Frío	RF-03	0.80	Aceptable
14 Río de Oro	RO-O-2PA	0.45	Mala	50 Río Frío	RF-P	0.51	Regular
15 Río de Oro	RO-04	0.46	Mala	51 Río Frío	RF-B	0.30	Mala
16 Río de Oro	RO-O-4N	0.64	Regular	52 Río Frío	RF-1A	0.35	Mala
17 Río de Oro	RO-O-4H	0.61	Regular	53 Q. Aran- Mensuli	MS-05	0.57	Regular
18 Río de Oro	RO-4A	0.58	Regular	54 Q. Aran- Mensuli	AZ-07	0.59	Regular
19 Río de Oro	RO-02	0.46	Mala	55 Q. Aran- Mensuli	AZ-1A	0.52	Regular
20 Río de Oro	RO-O-2A	0.50	Mala	56 Q. Zapamanga	ZA-01	0.66	Regular
21 Río de Oro	RO-01	0.45	Mala	57 Q. La Flora	LF-01	0.64	Regular
22 Q. El Rasgón	QRG-O-01	0.80	Aceptable	58 Q. La Cascada	CS-01	0.62	Regular
23 Q. Grande	QG-01	0.68	Regular	59 Q. La Iglesia	LI-03	0.37	Mala
24 Q. Soratoque	SO-01	0.66	Regular	60 Q. La Iglesia	LI-01	0.36	Mala

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2020	CALIDAD	SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2020	CALIDAD
25	Río Lato	LT-01	0.55 Regular	61	Q. El Macho	MA-01	0.59 Regular
26	Q. Chimita	CA-01	0.44 Mala	62	Q. Guacamaya	GY-01	0.41 Mala
27	Q. Cuyamita	CY-01	0.46 Mala	63	Q. El Carrasco	DC-01	0.51 Regular
28	Q. La Argelia	AR-01	0.38 Mala	64	Q. Samacá	SM-01	0.78 Aceptable
29	Q. Las Navas	LN-01	0.29 Mala	65	Q. Santa Cruz	SC-01	0.80 Aceptable
30	Q. La Picha	LP-01	0.26 Mala	66	Río Silgará	SG-01A	0.87 Aceptable
31	Q. Chapinero	CH-01	0.34 Mala	67	Río Umpalá	UP-01	0.79 Aceptable
32	Río Lebrija	RL-08	0.70 Regular	68	Q. Arenales	QA-02	0.85 Aceptable
33	Río Lebrija	RL-07	0.59 Regular	69	Q. Arenales	QA-01	0.76 Aceptable
34	Río Lebrija	RL-03	0.60 Regular	70	Río Jordán	RJ-01	0.75 Aceptable
35	Río Lebrija	RL-02	0.54 Regular	71	Q. La Baja	QLB-01	0.65 Regular
36	Río Negro	RN-01	0.80 Aceptable				

3.2.4.1. Comparación de los índices de calidad 2019 - 2020

Los promedios anuales de los Índices de Calidad de Agua – ICAS para los años 2019 y 2020, se muestran en la tabla 35

Tabla 35. Índices de Calidad de Agua en puntos de monitoreo años, 2019 y 2020.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	2019		2020	
		ICA	Calidad	ICA	Calidad
1	Río Suratá	SA-07	0.74 Aceptable	0.78	Aceptable
2	Río Suratá	SA-06	0.74 Aceptable	0.78	Aceptable
3	Río Suratá	SA-05	0.74 Aceptable	0.75	Aceptable
4	Río Suratá	SA-03	0.73 Aceptable	0.76	Aceptable
5	Río Suratá	SA-01	0.57 Regular	0.74	Aceptable

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	2019		2020	
		ICA	Calidad	ICA	Calidad
6	Río Vetas	RV-05	0.63 Regular	0.43	Mala
7	Río Vetas	RV-02	0.67 Regular	0.66	Regular
8	Río Vetas	RV-01	0.68 Aceptable	0.69	Regular
9	Río Tona	RT-01A	0.72 Aceptable	0.71	Aceptable
10	Río Charta	RCH-01	0.80 Aceptable	0.80	Aceptable
11	Río de Oro	RO-O-10	0.76 Aceptable	0.80	Aceptable
12	Río de Oro	RO-06	0.72 Aceptable	0.81	Aceptable
13	Río de Oro	RO-05	0.67 Regular	0.78	Aceptable
14	Río de Oro	RO-O-2PA	0.45 Mala	0.45	Mala
15	Río de Oro	RO-04	0.50 Mala	0.46	Mala
16	Río de Oro	RO-O-4N	0.58 Regular	0.64	Regular
17	Río de Oro	RO-O-4H	0.53 Regular	0.61	Regular
18	Río de Oro	RO-4A	0.50 Mala	0.58	Regular
19	Río de Oro	RO-02	0.39 Mala	0.46	Mala
20	Río de Oro	RO-O-2A	0.38 Mala	0.50	Mala
21	Río de Oro	RO-01	0.39 Mala	0.45	Mala
22	Q. El Rasgón	QRG-O-01	0.78 Aceptable	0.80	Aceptable
23	Q. Grande	QG-01	0.70 Regular	0.68	Regular
24	Q. Soratoque	SO-01	0.63 Regular	0.66	Regular
25	Río Lato	LT-01	0.60 Regular	0.55	Regular
26	Q. Chimita	CA-01	0.39 Mala	0.44	Mala
27	Q. La Cuyamita	CY-01	0.46 Mala	0.46	Mala
28	Q. La Argelia	AR-01	0.51 Regular	0.38	Mala
29	Q. Las Navas	LN-01	0.40 Mala	0.29	Mala
30	Q. La Picha	LP-01	0.26 Mala	0.26	Mala
31	Q. Chapinero	CH-01	0.47 Mala	0.34	Mala

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	2019		2020	
		ICA	Calidad	ICA	Calidad
32	Río Lebrija	RL-08	0.68 Regular	0.70 Regular	Regular
33	Río Lebrija	RL-07	0.64 Regular	0.59 Regular	Regular
34	Río Lebrija	RL-03	0.63 Regular	0.60 Regular	Regular
35	Río Lebrija	RL-02	0.54 Regular	0.54 Regular	Regular
36	Río Negro	RN-01	0.77 Aceptable	0.80 Aceptable	Aceptable
37	Río Salamaga	SL-04	0.82 Aceptable	0.77 Aceptable	Aceptable
38	Río Cáchira	RC-01	0.74 Aceptable	0.73 Aceptable	Aceptable
39	Río Cachiri	RC-02A	0.57 Regular	0.57 Regular	Regular
40	Q. La Angula	LA-04	0.75 Aceptable	0.76 Aceptable	Aceptable
41	Q. La Angula	LA-03	0.37 Mala	0.27 Mala	Mala
42	Q. La Angula	LA-01	0.72 Aceptable	0.78 Aceptable	Aceptable
43	Río Playonero	PY-02A	0.81 Aceptable	0.78 Aceptable	Aceptable
44	Río Playonero	PY-01	0.80 Aceptable	0.71 Aceptable	Aceptable
45	Río Manco	RM-02	0.78 Aceptable	0.81 Aceptable	Aceptable
46	Río Manco	RM-01	0.76 Aceptable	0.68 Regular	Regular
47	Q. La Ruitoca	LR-03	0.77 Aceptable	0.76 Aceptable	Aceptable
48	Q. La Ruitoca	LR-02	0.66 Regular	0.76 Aceptable	Aceptable
49	Río Frío	RF-03	0.80 Aceptable	0.80 Aceptable	Aceptable
50	Río Frío	RF-P	0.68 Regular	0.51 Regular	Regular
51	Río Frío	RF-B	0.46 Mala	0.30 Mala	Mala
52	Río Frío	RF-1A	0.40 Mala	0.35 Mala	Mala
53	Q. Aran- Men	MS-05	0.70 Regular	0.57 Regular	Regular
54	Q. Aran- Men	AZ-07	0.56 Regular	0.59 Regular	Regular
55	Q. Aran- Men	AZ-1A	0.58 Regular	0.52 Regular	Regular
56	Q. Zapamanga	ZA-01	0.51 Regular	0.66 Regular	Regular
57	Q. La Flora	LF-01	0.60 Regular	0.64 Regular	Regular

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	2019		2020	
		ICA	Calidad	ICA	Calidad
58 Q. La Cascada	CS-01	0.60	Regular	0.62	Regular
59 Q. La Iglesia	LI-03	0.39	Mala	0.37	Mala
60 Q. La Iglesia	LI-01	0.45	Mala	0.36	Mala
61 Q. El Macho	MA-01	0.58	Regular	0.59	Regular
Q. La Guacamaya	GY-01	0.29	Mala	0.41	Mala
62 Q. El Carrasco	DC-01	0.40	Mala	0.51	Regular
64 Q. Samacá	SM-01	0.76	Aceptable	0.78	Aceptable
65 Q. Santa Cruz	SC-01	0.84	Aceptable	0.80	Aceptable
66 Río Silgará	SG-01A	0.83	Aceptable	0.87	Aceptable
67 Río Umpalá	UP-01	0.69	Regular	0.79	Aceptable
68 Q. Arenales	QA-02	0.77	Aceptable	0.85	Aceptable
69 Q. Arenales	QA-01	0.74	Aceptable	0.76	Aceptable
70 Río Jordán	RJ-01	0.74	Aceptable	0.75	Aceptable
71 Q. La Baja	LB-01	0.68	Regular	0.65	Regular

La consolidación de las diferentes categorías para los años 2019 y 2020, se relacionan en la Tabla 36 y Gráfica 110.

Tabla 36. Sumatoria ICAS 2019 -2020.

	ICA's			
	2019	%	2020	%
Buena	0	0 %	0	0 %
Aceptable	27	38 %	30	42 %
Regular	25	35 %	23	32 %
Mala	19	27 %	18	25 %
Muy Mala	0	0 %	0	0 %

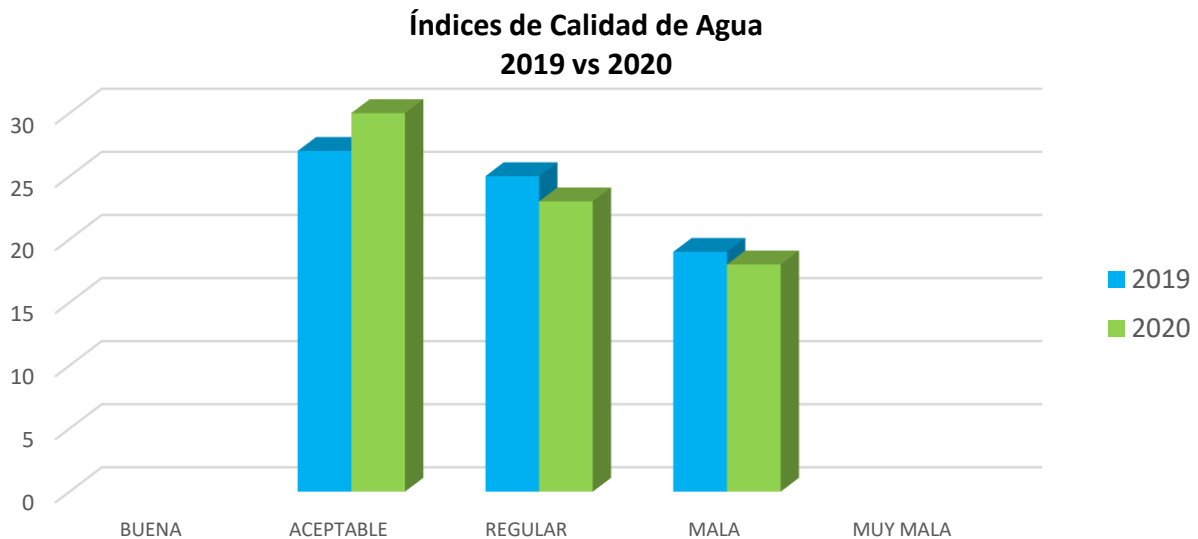


Gráfico 110. Índices de Calidad de Agua 2019 vs 2020.

La Tabla 36, evidencia que los ICA's calculados para el año 2020 se presentan en mayor porcentaje para la calidad aceptable, con un 42% sumando cuatro (4) puntos respecto al año 2019, seguida por la calidad Regular en un 32% disminuyendo en dos (2) puntos respecto al año anterior y la característica "mala calidad" se encuentra en un 25% de las corrientes mostrando una mejora en dos (2) puntos con respecto al año 2019.

Es importante resaltar que en el año 2019 se realizó una transición de formas de cálculo del Índice de Calidad –ICA. Anteriormente se utilizaba el índice de Calidad de Agua "Water Quality Index" (WQI), desarrollado en 1970 por la National Sanitation Foundation (NSF) de Estados Unidos, y a partir del año 2019 se utiliza la forma de cálculo ICA, propuesta por el IDEAM en el ENA 2010. Las Gráficas 111 y 112 presentan el comportamiento de los índices de calidad ICA, calculados con la metodología del IDEAM y la NSF.

3.2.4.2. Índices de calidad periodo 2016-2020 NSE e IDEAM

Las Gráficas 111 y 112 representan los índices de calidad para los años 2016 a 2020, utilizando las metodologías NSF e IDEAM.

Se observa que el método del IDEAM es más estricto para categorizar un agua superficial en óptimo o pésimo estado de calidad.

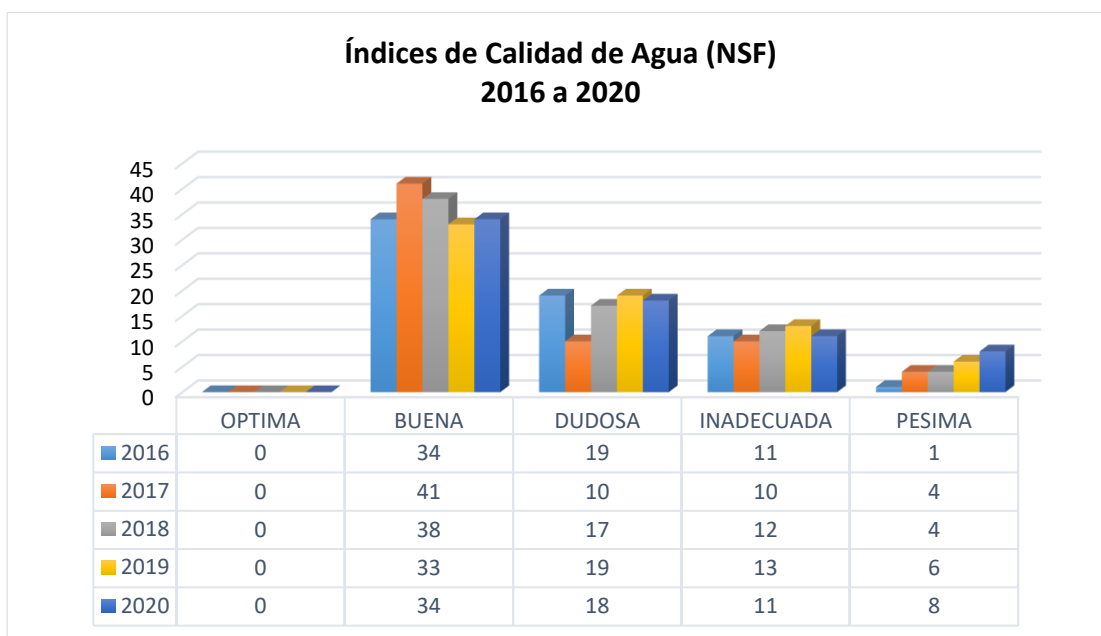


Gráfico 111. Índices de Calidad de Agua (NSF) 2016 a 2020

Índices de Calidad de Agua (IDEAM) 2016 a 2020

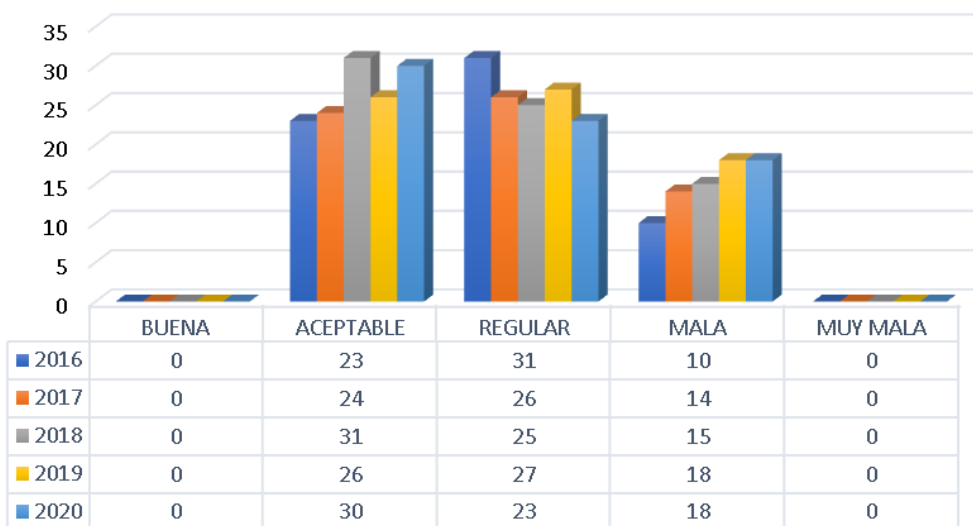


Gráfico 112. Índices de Calidad de Agua IDEAM 2016 a 2020.

La representación gráfica 113 muestra la ubicación de calidad de los 71 puntos de monitoreo en el año 2020.

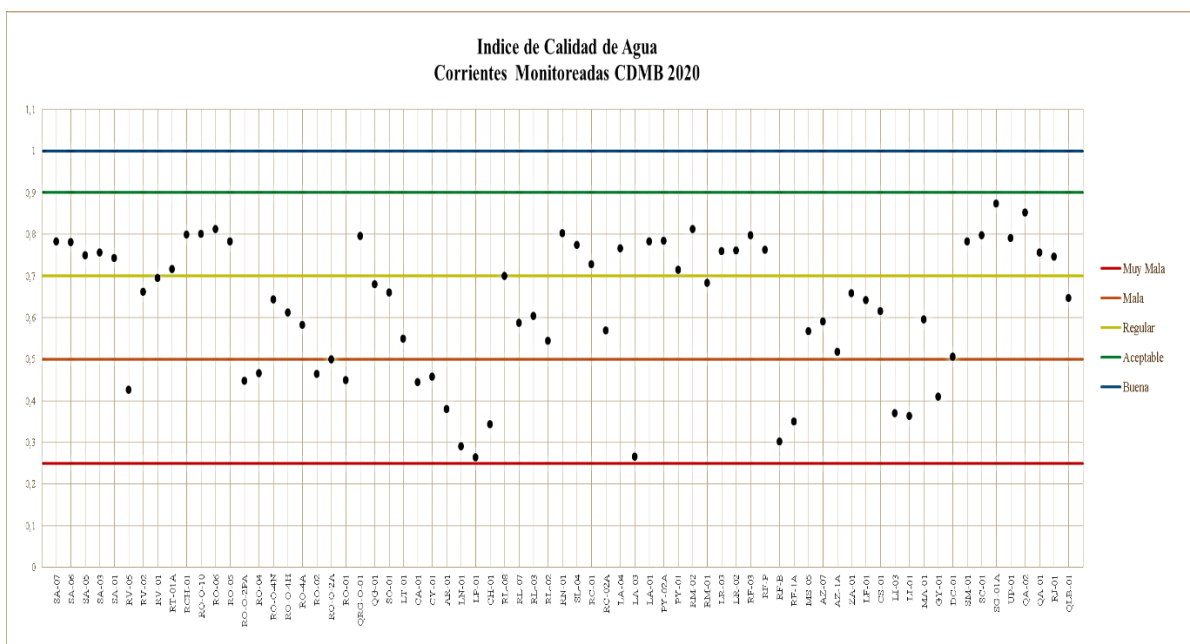


Gráfico 113. ICAS 2020 en puntos de monitoreo. Fuente CDMB.

3.2.5. Resultados por Corriente

3.2.5.1. Río de Oro y sus principales afluentes



Imagen 4. PMDC RO-O2. Fuente CDMB.



Imagen 3. PMDC RO-O-10. Fuente CDMB.

En el cuerpo de agua del río de Oro se monitorearon seis puntos toda su corriente hasta el año 2017, los cuales iniciaban en el punto RO-06 ubicado aguas arriba del casco urbano de Piedecuesta conocidos como El Rasgón, seguido por RO-05 el Conquistador, luego el punto RO-04 ubicado en el punto de monitoreo Palogordo, posteriormente RO-4A Bahondo, RO-02 conocido como Carrizal, ubicado en el sector del mismo nombre y finalmente RO-01 en el sitio conocido como Puente Nariño.

A partir del año 2018 con la ejecución del Plan de Ordenamiento del río de Oro, PORH Río Oro, se adicionaron sobre esta corriente los puntos RO-O-10, RO-O-2PA, RO-0-4N, RO-O-4H, RO-O-2A y además el punto QRG-O-01, Quebrada el Rasgón como tributario, los cuales forman parte del plan de monitoreo de 2020. Así mismo, el río Frio afluente principal del río de Oro, se monitorea en los siguientes cuatro puntos de su recorrido: RF-03 La Esperanza, RF-P El Pórtico, RF-B punto de monitoreo El Caucho y RF-1A Caneyes.

Es importante resaltar que existen otros afluentes al río de Oro, como son las quebradas Grande QG-01 Barroblanco, Sorata SO-01 punto denominado Villa Paulina y río Lato LT-01 conocido como la Batea, ubicados en el municipio de Piedecuesta y en el municipio de Girón la Quebrada la Ruitoca en los puntos LR-02-o El Pilón y LR-03 Cañaveral.

Finalmente, entre los afluentes de las quebradas de la Escarpa de Bucaramanga se encuentran los puntos de monitoreo de la Quebrada la Iglesia en los puntos LI-03 Y LI-01, y sus tributarios Q. El Macho, Q. La Guacamaya GY-01 y la Q. El Carrasco DC-01, Chimita CA-01 en el Parque Industrial, conocido como CY-01 en la quebrada Cuyamita, punto Argelia AR-01 sobre la quebrada La Argelia, en la quebrada Las Navas el punto LN-01 Forjas Navas, el punto en la quebrada Chapinero CH-01 conocido como Chapinero y en la quebrada La Picha el punto LP-01 Trituradora. Con relación a las corrientes en la escarpa, es importante mencionar que los puntos de monitoreo se ubican antes de la confluencia con el río de Oro.

3.2.5.1.1. Índice de calidad río de Oro

La Tabla 37 y Gráfica 114 muestran los resultados y la representación gráfica del índice de calidad de agua en río de Oro.

Tabla 37. Índice de calidad de agua - río de Oro.

RÍO DE ORO	
PUNTO	ICA 2020
RO-O-10	0.80
RO-06	0.81
RO-05	0.78
RO-O-2PA	0.45
RO-04	0.46
RO-O-4N	0.64
RO-O-4H	0.61
RO-4A	0.58
RO-02	0.46
RO-O-2A	0.50
RO-01	0.45

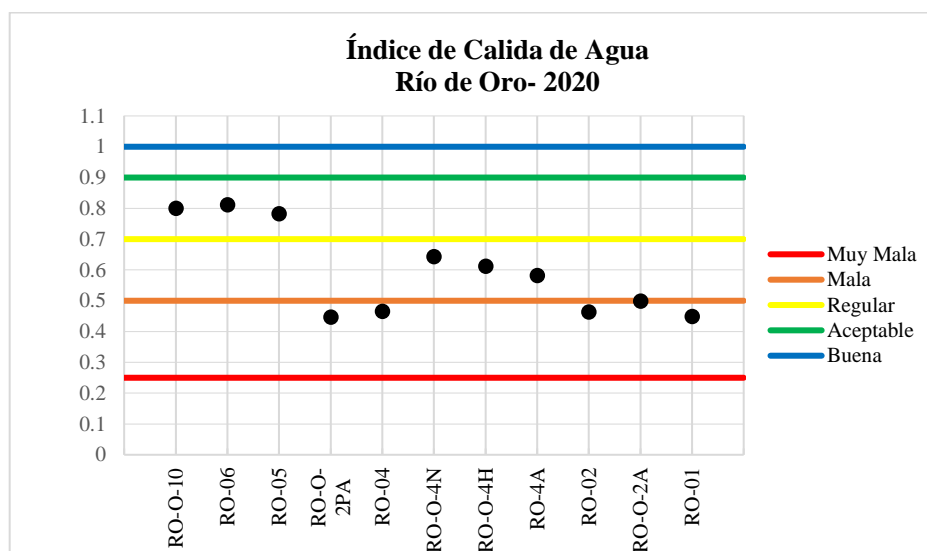


Gráfico 114. Índices de calidad de agua - río de Oro

Los primeros puntos RO-O-10, RO-06 y RO-05 aguas arriba de la corriente, se ubican en calidad “aceptable” y presentan un bajo grado de contaminación debido a que en ese tramo la

concentración de población rural es baja. Los puntos localizados en la parte media del río, RO-O-2PA y RO-04 muestran que el Índice de Calidad de Agua ICA en rango naranja clasificado como “mala” producto del vertimiento del sistema de alcantarillado de Piedecuesta.

Posteriormente, se observa una ligera mejora de la calidad del agua en los puntos RO-O-4N, RO-O-4H y RO-4A que se clasifican en el descriptor “regular” como consecuencia del recorrido del río por la zona rural entre Piedecuesta y Girón, situación que no representa un impacto tan fuerte como el área urbana. Por último, los puntos de monitoreo ubicados en la parte bajan de la corriente referenciados como RO-02, RO-O-2A y RO-01 presentan un ICA de clasificación “mala”, producto de los vertimientos de alcantarillado de Girón y Bucaramanga.

3.2.5.1.2. Índice de calidad de agua tributarios río de Oro

Los puntos más críticos con calificación “mala”, corresponden en el río Frio al punto RF-1A y en la quebrada la Iglesia al LI-01 ubicados en Girón y el punto LT-01 que tiene una calificación “regular” localizado en Piedecuesta, estos tres puntos se encuentran en la zona urbana recibiendo vertimientos que aportan materia orgánica, sólidos suspendidos y disueltos.

Tabla 38. Índice de calidad de agua - tributarios río de Oro.

TRIBUTARIOS RIO DE ORO	
PUNTO	ICA 2020
QRG-O-01	0.80

TRIBUTARIOS RIO DE ORO	
PUNTO	ICA 2020
QG-01	0.68
SO-01	0.66
LT-01	0.55
LR-03	0.76
LR-02	0.76
RF-1A	0.35
LI-01	0.36

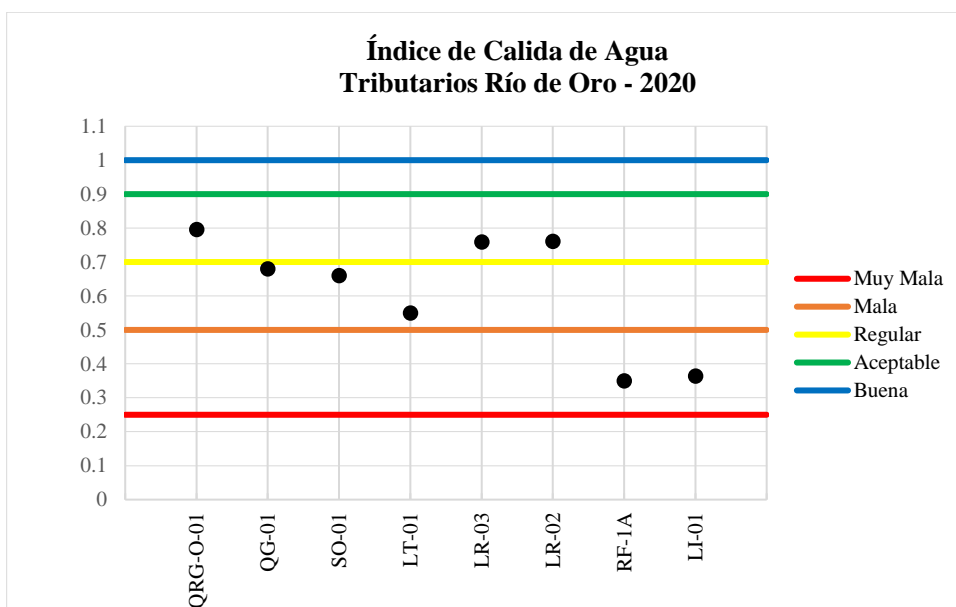


Gráfico 115. Índice de calidad de agua - tributarios río de Oro

La calidad del agua de la quebrada La Iglesia en el punto LI-01 ubicado antes de la confluencia con el río de Oro, es “mala” como consecuencia de los vertimientos de las industrias y establecimientos ubicados en el sector de la autopista Bucaramanga – Girón. La Quebrada el Carrasco paso de mala en 2019 a Regular en 2020, posiblemente se deba a un mejor funcionamiento de la Planta de Tratamiento del Carrasco. La quebrada El Rasgón QRG-O-01 presenta una calidad aceptable, acorde a la ubicación en la parte alta del río de

Oro.

3.2.5.1.3. Índices de Contaminación ICOs río de Oro

Se observa que los índices de contaminación ICOs en la cabecera del río de Oro puntos RO-O-10 a RO-05 presentan contaminaciones entre ninguna y “baja” incrementándose 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 hasta que el índice de contaminación por materia orgánica es alto el índice de contaminación por mineralización también aumenta agua abajo de la corriente, mientras que el índice de contaminación por solidos suspendidos se mantiene estable en categoría Ninguna a lo largo de la trayectoria del río.

Tabla 39. Índices de contaminación - río de Oro

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Río de Oro	RO-O-10	0.13	0.16	0.01	0.07
	RO-06	0.09	0.22	0.01	0.08
	RO-05	0.13	0.25	0.12	0.07
	RO-O-2PA	0.51	0.86	0.13	1.63
	RO-04	0.49	0.78	0.08	1.10
	RO-O-4N	0.27	0.58	0.07	0.63
	RO-O-4H	0.40	0.61	0.01	0.63
	RO-4A	0.40	0.58	0.01	0.64
	RO-02	0.56	0.81	0.17	2.27
	RO-O-2A	0.62	0.81	0.07	2.13
	RO-01	0.64	0.90	0.12	2.33

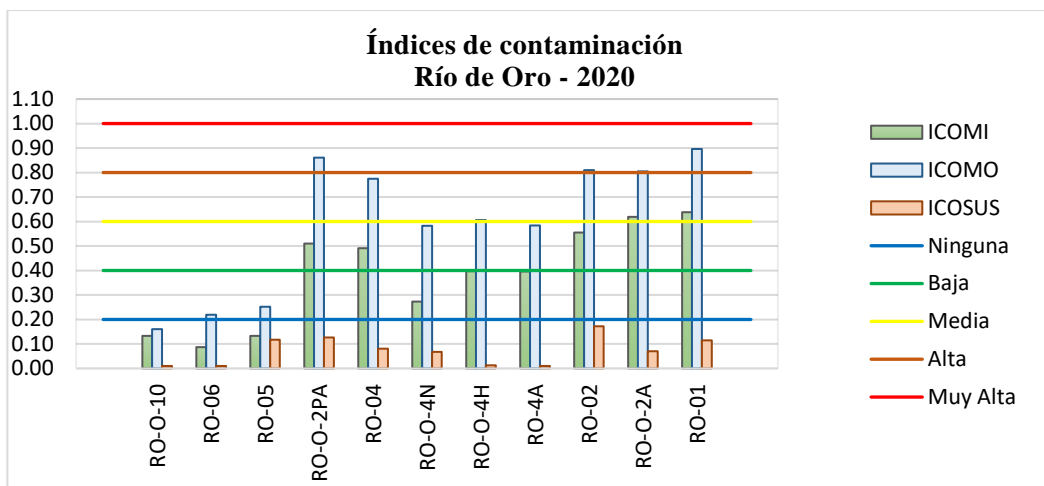


Gráfico 116. Índices de contaminación - río de Oro.

3.2.5.1.4. Índices de contaminación ICOs tributarios río de Oro

Los tributarios del río Oro que presentan ICOS con grados de contaminación de calidad “Alta” en materia orgánica en los puntos de monitoreo, RF-1A río Frío y LI-01 de la quebrada la Iglesia y esta calificación coincide con los índices de calidad (ICA’S) que se ubican en clasificación mala.

Tabla 40. Índices de contaminación - tributarios río de Oro.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Tributarios Río de Oro	QRG-O-01	0.03	0.33	0.01	0.05
	QG-01	0.79	0.42	0.06	0.07
	SO-01	0.82	0.37	0.01	0.31
	LT-01	0.34	0.73	0.02	0.39
	LR-03	0.15	0.36	0.04	0.05
	LR-02	0.15	0.43	0.01	0.06

RF-1A	0.62	0.86	0.54	6.65
LI-01	1.00	1.00	0.44	7.43

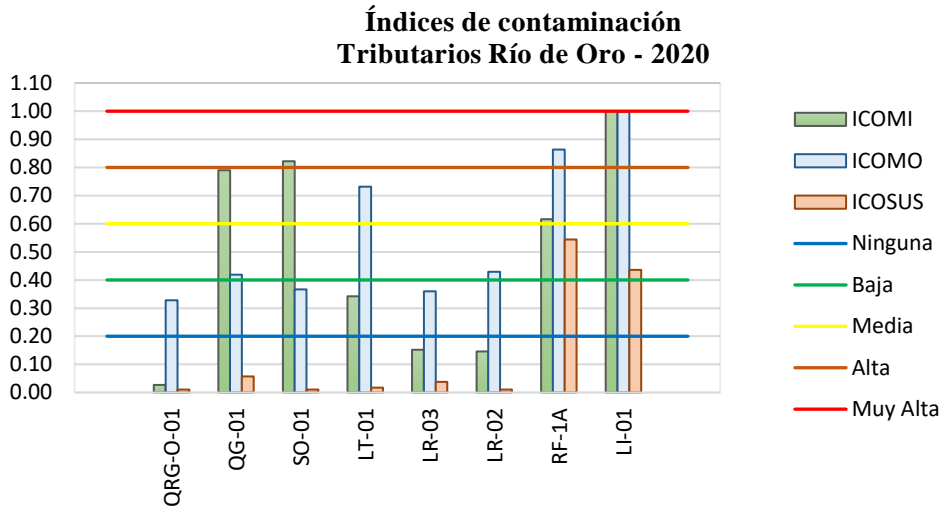


Gráfico 117. Índices de contaminación tributarios - río de Oro.

3.2.5.2. Sistema quebrada La Iglesia



Imagen 6. PMDC CSI-01. Fuente CDMB.



Imagen 5. PMDC LI-01. Fuente CDMB.

La quebrada La Iglesia está conformada por la confluencia de las Quebradas La Flora y La Cascada y tiene en su trayecto dos puntos de monitoreo LI-01 Puente Sena y LI-03 San Luís.

Asimismo, en la quebrada la Flora el punto LF-01 el Jardín y en la quebrada la Cascada, el punto CS- 01 La Floresta.

3.2.5.2.1. Índice de calidad sistema La Iglesia

Tabla 41. Índice de calidad de agua - Sistema Iglesia

SISTEMA IGLESIA	
PUNTO	ICA 2020
LF-01	0.64
CS-01	0.62
LI-03	0.37
LI-01	0.36
MA-01	0.59
GY-01	0.41
DC-01	0.51

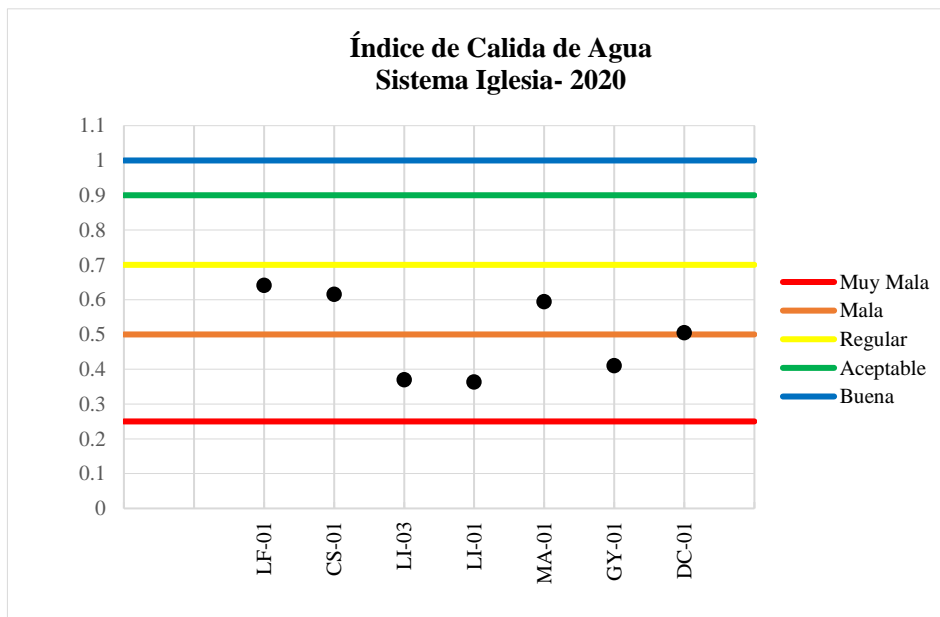


Gráfico 118. Índices de calidad de agua - Sistema Iglesia.

Las afluentes a la quebrada La Iglesia se encuentran en categoría de calidad “mala”. La quebrada La Guacamaya GY-01 conocida como Coca-Cola 1, es receptora de vertimientos de aguas residuales domésticas y no domésticas.

Los tributarios que se encuentran en criterio de calidad “Regular”, son El Carrasco DC-01 Cenfer; quebrada La Flora LF-01, quebrada La Cascada CS-01 y la quebrada el Macho MA-01. Los puntos monitoreados sobre la quebrada La Iglesia LI-01 Puente Sena y LI-03 Barrio San Luís, están en calidad “mala” ya que ha recibido descargas de aguas residuales domésticas provenientes de los alcantarillados de ese sector.

3.2.5.2.2. Índices de Contaminación ICOs sistema La Iglesia

El índice de contaminación por mineralización ICOMI se encuentra en categoría “muy alta” en los puntos GY-01 y los dos puntos de la quebrada La Iglesia LI-03 y LI-01. El ICOMO muestra categoría “muy alta” en las quebradas Guacamaya GY-01, La Iglesia LI-03; LI-01 y en El Carrasco punto DC-01. Por otra parte, el índice de contaminación de sólidos suspendidos ICOSUS evidencia categorías entre media y ninguna; como se observa en la Tabla 42 y Gráfica 119.

Tabla 42. Índices de contaminación - Sistema Iglesia.

SISTEMA IGLESIA				
PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
ZA-01	0.45	0.47	0.01	0.36
LF-01	0.59	0.52	0.03	0.36
CS-01	0.52	0.63	0.01	0.50
LI-03	0.95	0.87	0.40	4.56
LI-01	1.00	1.00	0.44	7.43

MA-01	0.63	0.55	0.01	0.88
GY-01	0.86	0.90	0.23	1.67
DC-01	0.67	1.00	0.27	4.49

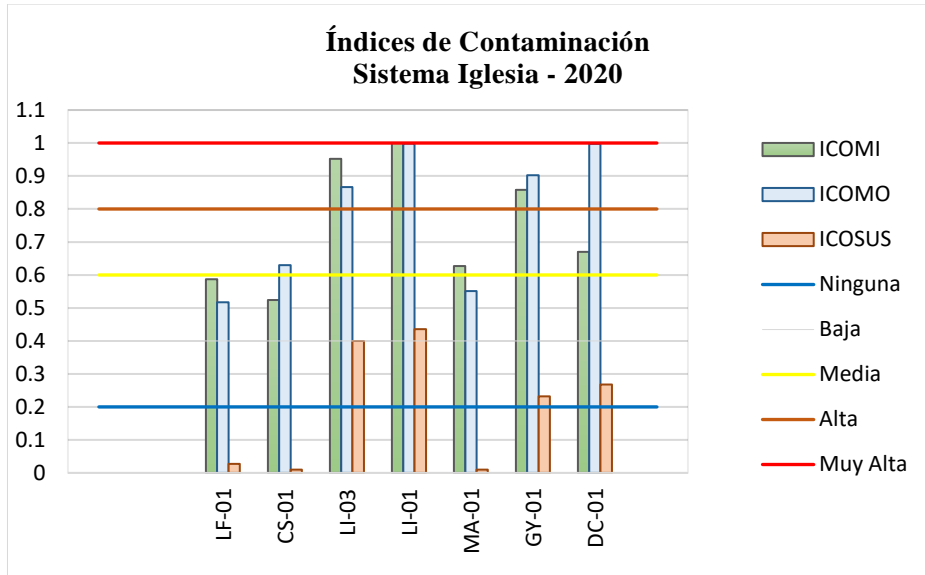


Gráfico 119. Índices de contaminación - Sistema Iglesia

3.2.5.3. Quebradas de la escarpa de Bucaramanga



Imagen 7. PMDC LP-01. Fuente CDMB.



Imagen 8. PMDC CA-01. Fuente CDMB.

En la Escarpa occidental de Bucaramanga, se monitorean la quebrada Chimitá CA-01

conocida como Chimita, Cuyamita CY-01 Parque Industrial, La Argelia AR-01 denominado Argelia, Las Navas LN- Forjas Navas, Chapinero CH-01 conocido como Forjas Chapinero y La Picha LP-01 Trituradora, con puntos de monitoreo ubicados antes de la confluencia con río de Oro, todos en el grado de calidad “mala” a causa de la recepción de los vertimientos de aguas residuales domésticas.

3.2.5.3.1. Índices de calidad quebradas de la Escarpa

La Tabla 43 y la Gráfica 120 presentan la categoría de calidad “mala” para todas las quebradas de la escarpa occidental.

Tabla 43. Índice de calidad de agua - Escarpa Occidental.

ESCARPA OCCIDENTAL	
PUNTO	ICA 2020
CA-01	0.44
CY-01	0.46
AR-01	0.38
LN-01	0.29
LP-01	0.26
CH-01	0.34

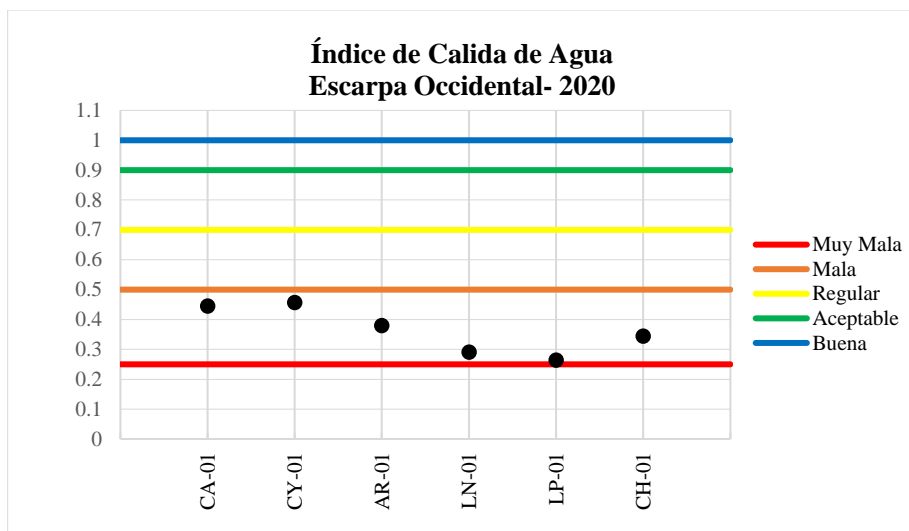


Gráfico 120. Índices de calidad de agua - Escarpa Occidental

3.2.5.3.2. Índices de contaminación ICOs Escarpa occidental

En la escarpa occidental de Bucaramanga se observa que, para todos los puntos, los índices de contaminación de materia Orgánica y mineralización se encuentran en calificación “alta” y “muy alta”. La quebrada chimita nace de la unión de las quebradas La Rosita y La Joya, y es receptora de vertimientos domésticos provenientes de uno de los colectores de aguas residuales originarios de la zona urbana de Bucaramanga, su afectación se produce por materia orgánica, solidos suspendidos.

El índice de contaminación más alto lo registró la quebrada La Picha LP-01 y Las Navas LN-01 con todos los índices de contaminación en el rango “muy alta”. (ver Tabla 44 y Gráfica 121)

Tabla 44. Índices de contaminación - Escarpa Occidental

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Q. Chimita	CA-01	1.00	0.78	0.16	4.99
Q. La Cuyamita	CY-01	0.91	0.70	0.28	4.04
Q. La Argelia	AR-01	0.88	0.73	0.81	3.15
Q. Las Navas	LN-01	0.88	0.96	0.89	5.33
Q. La Picha	LP-01	1.00	0.91	1.00	5.95
Q. Chapinero	CH-01	0.92	0.74	1.00	4.62

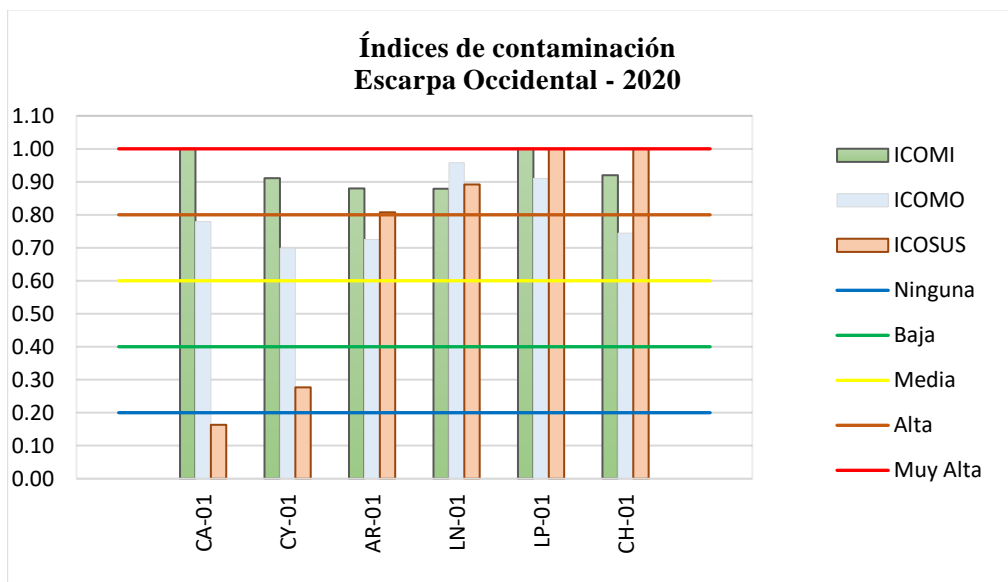


Gráfico 121. Índices de contaminación - Escarpa Occidental

3.2.5.4. Río Frío y principales afluentes



Imagen 10. PMDC RF-1A. Fuente CDMB.



Imagen 9. PMDC RF-03. Fuente CDMB.

El río Frío es un afluente importante del río de Oro, y cuenta con cuatro (4) puntos de monitoreo que inician en RF-03 “La Esperanza” con calidad de agua clasificada en “aceptable”, la cual desmejora a lo largo de la corriente y en el punto RF-P “El Pórtico” la calidad pasa a “regular” hasta llegar al punto y RF-1A “Caneyes” en el cual su estado es “mala”.

Es importante de resaltar en esta corriente, que en medio del tramo RF-P y RF-B se encuentra ubicada la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Río Frío donde se trata el 100% de las aguas residuales del municipio de Floridablanca y el 11% de la zona sur de Bucaramanga.

3.2.5.4.1. Índice de calidad ICA río Frío

La Tabla 45 y Gráfica 122 muestra los índices de calidad de agua para río Frío que se encuentran entre categorías “mala” y “regular”.

Tabla 45. Índice de calidad de agua - río Frío

RÍO FRÍO	
PUNTO	ICA 2020
RF-03	0.80
RF-P	0.51
RF-B	0.30
RF-1A	0.35

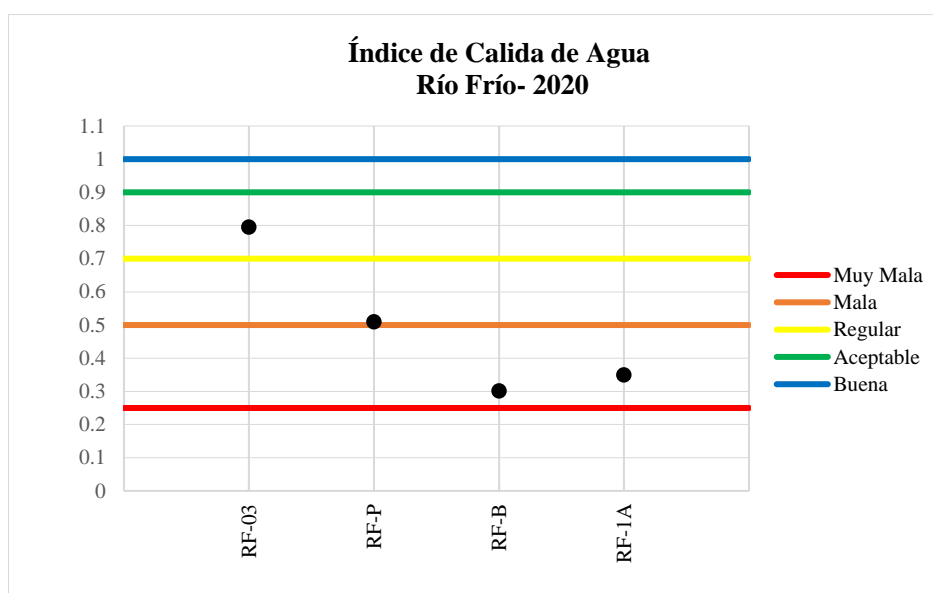


Gráfico 122. Índices de calidad de agua - río Frío

3.2.5.4.2. Índice de calidad tributarios río Frío

Los afluentes del río Frío, se encuentran bajo la clasificación de calidad “regular”. (ver Tabla 46 y Gráfica 123).

Tabla 46. Índice de calidad de agua - tributarios río Frío

RÍO FRÍO	
PUNTO	ICA 2019
MS-05	0.57
AZ-07	0.59
AZ-1A	0.52
ZA-01	0.66

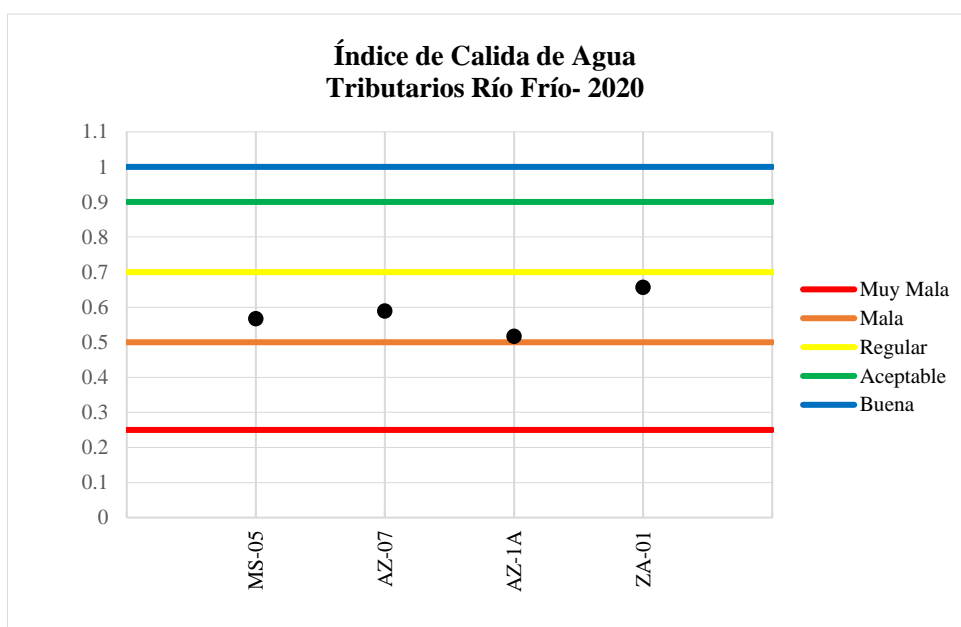


Gráfico 123. Índices de calidad de agua tributarios - río Frío

3.2.5.4.3. Índices de Contaminación ICOs río Frío

En la Gráfica 124 se observa contaminación “alta “en materia orgánica para los puntos RF-B y RF-1A, y contaminación alta por sólidos suspendidos en el punto RF-B

Tabla 47. Índices de contaminación - río Frío

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Río Frío	RF-03	0.05	0.29	0.01	0.24
Río Frío	RF-P	0.14	0.47	0.01	0.17
Río Frío	RF-B	0.66	0.83	1.00	9.98
Río Frío	RF-1A	0.62	0.86	0.54	6.65

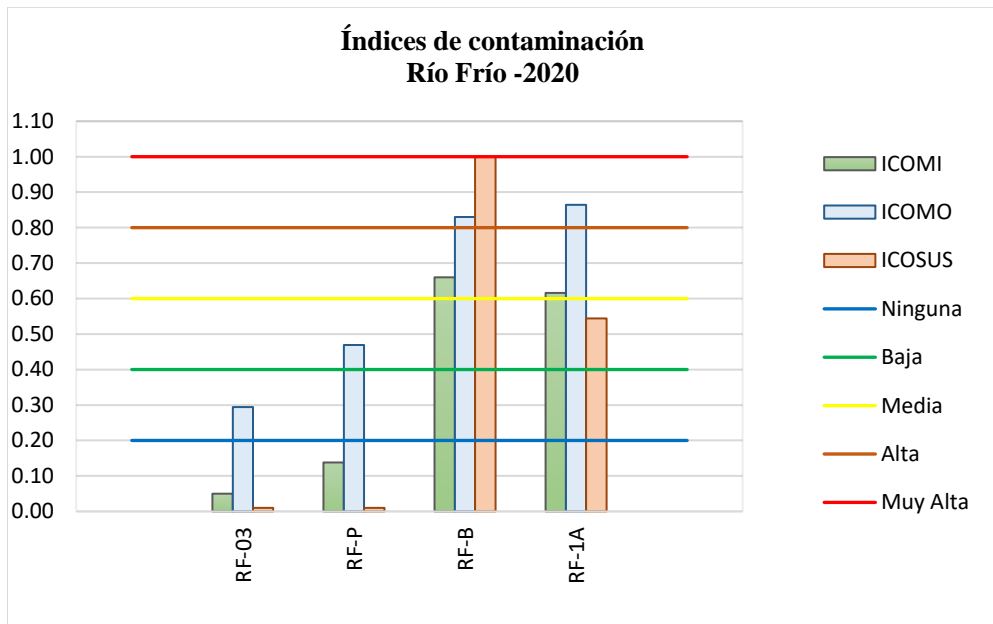


Gráfico 124. Índices de contaminación - río Frío

3.2.5.4.4. Índices de contaminación tributarios río Frío

Los ICOMOs del afluente Aranzoque, AZ-07 y AZ-1A, presentan calificación “alta”, indicando descargas de material orgánico.

Tabla 48. Índices de contaminación - tributarios río Frío.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Q. Aranzoque- Mensulí	MS-05	0.35	0.48	0.45	0.23
Q. Aranzoque- Mensulí	AZ-07	0.42	0.68	0.04	0.51
Q. Aranzoque- Mensulí	AZ-1A	0.44	0.79	0.06	0.54
Q. Zapamanga	ZA-01	0.45	0.47	0.01	0.36

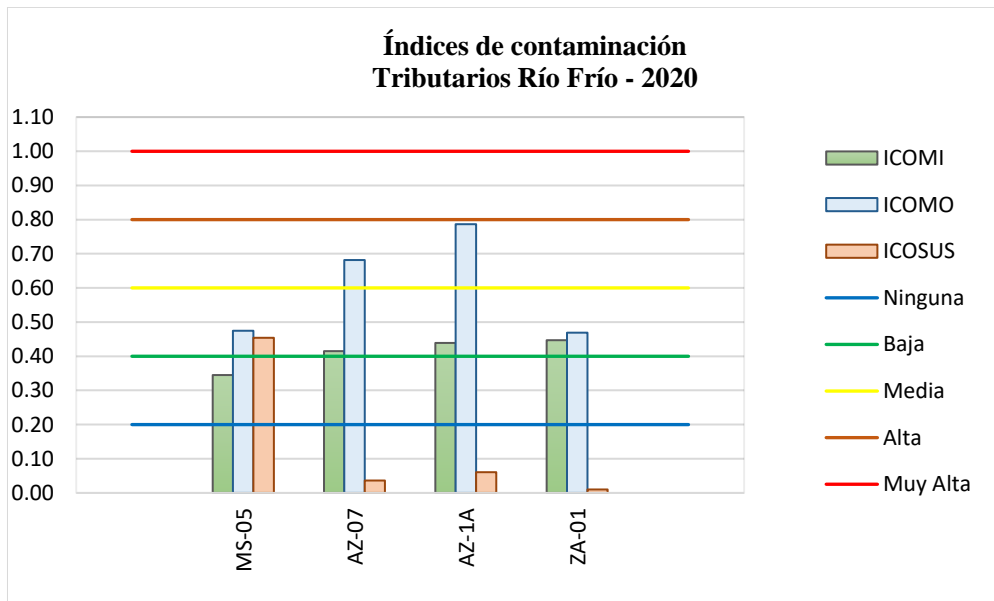


Gráfico 125. Índices de contaminación tributarios - río Frío

3.2.5.5. Río Lebrija y sus afluentes principales



Imagen 11. PMDC RL-02. Fuente CDMB.



Imagen 12. PMDC RL-07. Fuente CDMB.

El río Lebrija en el trayecto que abarca la jurisdicción de la CDMB, cuenta con los siguientes cuatro puntos de monitoreo: RL-02 ubicado en “Bocas” aguas abajo de la unión de los ríos de Oro y Surata, antes de la confluencia con Rionegro, RL-03 en el “Embalse” ubicado aguas abajo del embalse de Bocas, el tercero RL-07 en El Conchal antes de la confluencia con el río Salamaga y finalmente RL-08 en “Vanegas” después de la confluencia con río Cáchira.

3.2.5.5.1. Índice de calidad río Lebrija

En los puntos de monitoreo del río Lebrija, RL-02, RL-03, RL-07, y RL-08 la calidad se ubica en el rango “regular” debido a su proximidad a los centros urbanos. (ver Tabla 49 y Gráfica 126)

Tabla 49. Índice de calidad de agua - río Lebrija.

RÍO LEBRIJA	
PUNTO	ICA 2020
RL-02	0.54
RL-03	0.63
RL-07	0.64
RL-08	0.68

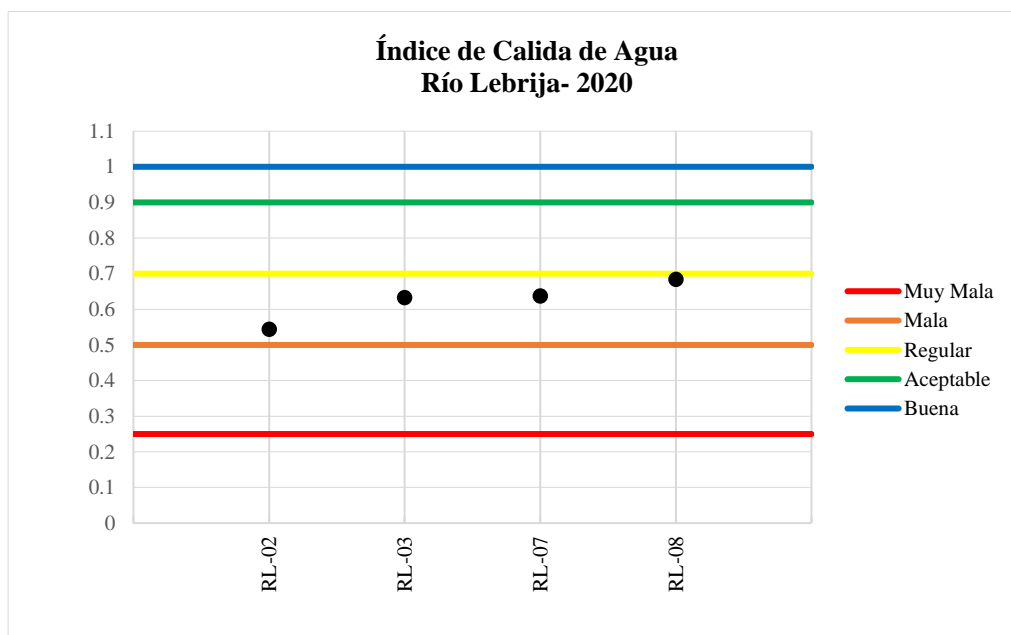


Gráfico 126. Índice de calidad de agua - río Lebrija

3.2.5.5.2. Índice de calidad tributarios río Lebrija

Los afluentes del río Lebrija monitoreados son: río Negro punto RN-01 ubicado en “Brisas”, y sus afluentes el río Santacruz y la quebrada Samaca, quebrada. Samacá; la quebrada La Angula con sus tres puntos, LA-04 “El Águila”, LA-03 “La Batea” y LA-01 “Palmas”, el río Salamaga con el punto SL-04 “El Bambú”, y su afluente Silgará SG-01A y el río Cáchira RC-01 “Vanegas” con sus afluentes río cachiri y el Playonero.

Se observa en la Tabla 50 que la categoría para los tributarios del río Lebrija se encuentran en calidad “aceptable”

Tabla 50. Índice de calidad de agua - tributarios río Lebrija

TRIBUTARIOS RÍO LEBRIJA	
PUNTO	ICA 2020
RN-01	0.80
SL-04	0.77
RC-01	0.73
LA-01	0.78

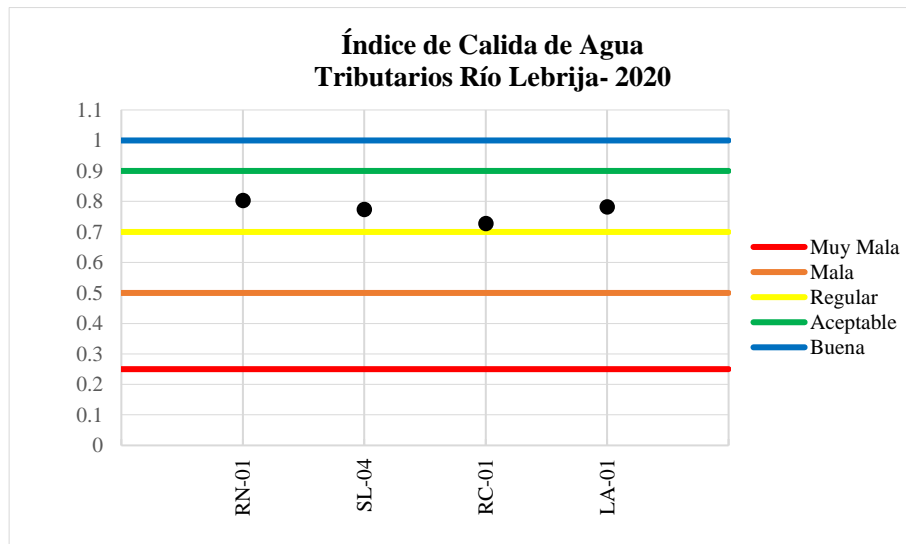


Gráfico 127. Índice de calidad de agua - tributarios río Lebrija.

El punto LA-04 “El Águila”, se encuentra ubicado en la bocatoma del acueducto municipal de Lebrija y tiene categoría Aceptable en 2019 y 2020 y el punto LA-03 “La Batea” muestra categoría “Mala”, ese punto se en localizado aguas abajo de los vertimientos de aguas residuales domésticas y no domésticas del municipio de Lebrija y la estación de muestreo LA-01 “Palmas” situada antes de la confluencia con el río Lebrija, ha mejorado a categoría “Aceptable”. Con

relación al río Salamaga el punto de muestreo SL-04 denominado “El Bambú” presentó ICA "Aceptable" tanto para el año 2019 como el 2020.

En la Gráfica 127, se muestra que el ICA de los afluentes del río Lebrija están en el rango “aceptable”, obteniendo el río Negro en el punto RN-01 la mejor calificación.

3.2.5.5.3. Índices de contaminación río Lebrija

Se evidencia en la Tabla 51 y Gráfica 128, que el índice de contaminación por materia orgánica ICOMO, se encuentra en calificación “media” en tres puntos del río Lebrija, excepto en el punto RL-02 que se ubica en la clasificación de contaminación “alta” por afectación con materia orgánica

Tabla 51. Índices de contaminación - río Lebrija.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Río Lebrija	RL-02	0.56	0.66	0.16	0.96
Río Lebrija	RL-03	0.43	0.59	0.03	0.68
Río Lebrija	RL-07	0.34	0.59	0.05	0.53
Río Lebrija	RL-08	0.23	0.51	0.21	0.33

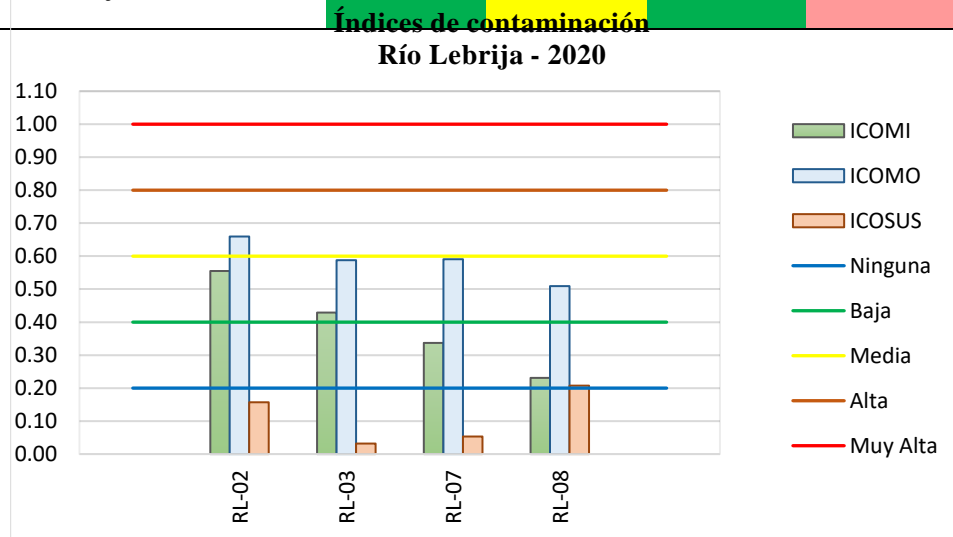


Gráfico 128. Índices de contaminación - río Lebrija.

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

La Gráfica de ICOMO de los tributarios del río Lebrija muestra contaminación media por materia orgánica en los puntos de río Negro y río Cáchira y “ninguna” contaminación para sólidos suspendidos y mineralización en todos sus tributarios monitoreados, menos en el punto LA-01 que presenta contaminación baja mineralización.

En la Tabla 52 y Gráfica 129, se observa que el ICOMO de los tributarios río Negro y río Cáchira presentan contaminación “media” por materia orgánica y contaminación “ninguna” para sólidos suspendidos ICOMO en los puntos monitoreados de los tributarios. Con relación al índice de mineralización ICOMI, el punto LA-1 presenta baja contaminación, y los demás puntos se encuentran en categoría “ninguna”.

Tabla 52. Índices de contaminación - tributarios río Lebrija.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Río Negro	RN-01	0.05	0.45	0.05	0.07
Río Salamaga	SL-04	0.13	0.36	0.03	0.06
Río Cáchira	RC-01	0.11	0.45	0.13	0.08
Q. La Angula	LA-01	0.26	0.13	0.01	0.41

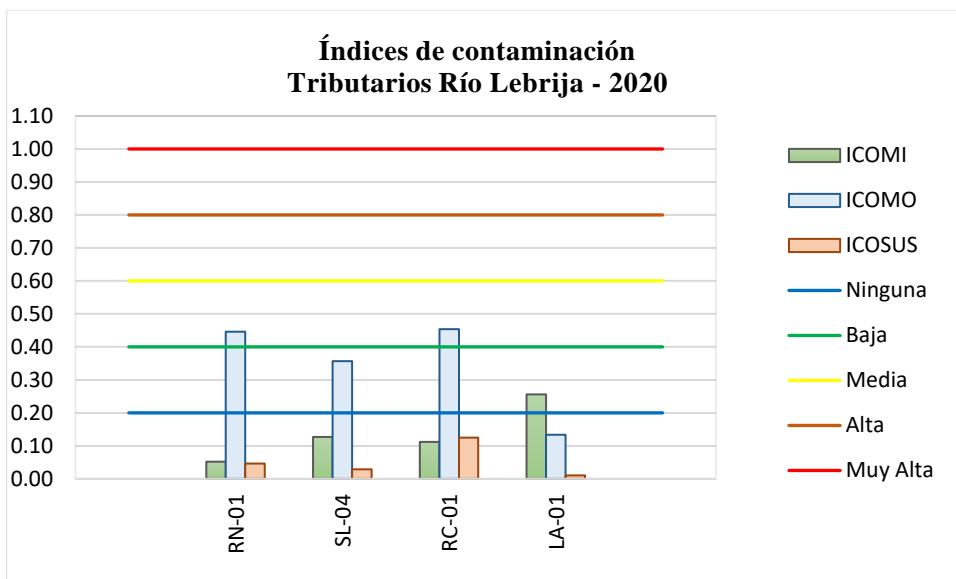


Gráfico 129. Índices de contaminación tributarios - río Lebrija.

3.2.5.6. Ríos Manco y Umpalá

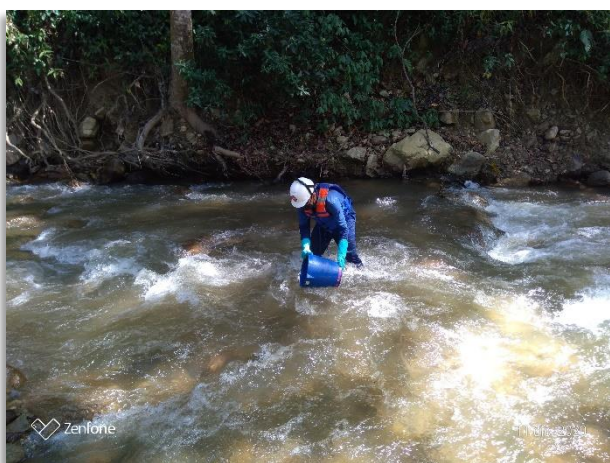


Imagen 14. PMDC UP-01. Fuente CDMB.



Imagen 13. PMDC RM-02. Fuente CDMB.

Los puntos de monitoreo del río Manco RM-01 y RM-02 y Umpalá UP-01 se ubican en los puntos Mensuli, Primavera y Umpalá respectivamente. El primero de ellos RM-01 está localizado antes de la confluencia con el río Umpalá, el segundo RM-02 situado antes de los establecimientos dedicados al lavado de vehículos, y el tercero UP-01 antes de la confluencia con el río Manco.

3.2.5.6.1. Índice de calidad río Manco y Umpalá

En la Tabla 53 y Gráfica 130 se presenta el índice de calidad obtenido para el río Manco y Umpalá en el año 2020.

Tabla 53. Índice de calidad de agua - río Manco y Umpalá

RÍO MANCO - UMPALÁ	
PUNTO	ICA 2020
RM-02	0.81
RM-01	0.68
UP-01	0.79

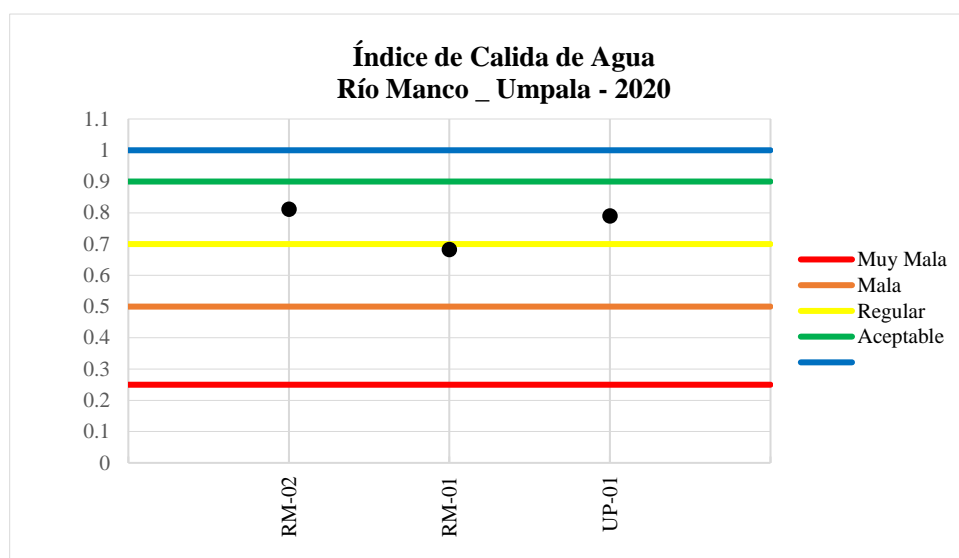


Gráfico 130. Índice de calidad de agua - río Manco y Umpalá

En la Gráfica 130, se observa que en el punto de muestreo aguas arriba del río Manco, la calidad es “aceptable”, mientras que la estación ubicada aguas abajo del río Manco desmejora su calidad a “regular”. Por otra parte, el punto ubicado en el río Umpalá refleja una calidad clasificada en “aceptable”.

3.2.5.6.2. Índices de contaminación ICOs Río Manco y Umpalá

Los índices de contaminación ICOMI, ICOMO, e ICOSUS, se encuentran en categoría “ninguno” para el punto RM-02. En el punto RM-01, el índice de contaminación por materia orgánica se ubica en la categoría “media” que concuerda con la desmejora en el índice de calidad ICA. (ver Tabla 54 y Gráfica 131)

Tabla 54. Índices de contaminación - río Manco y Umpalá

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Río Manco	RM-02	0.10	0.18	0.05	0.12
Río Manco	RM-01	0.34	0.40	0.03	0.09
Río Umpalá	UP-01	0.37	0.22	0.01	0.05

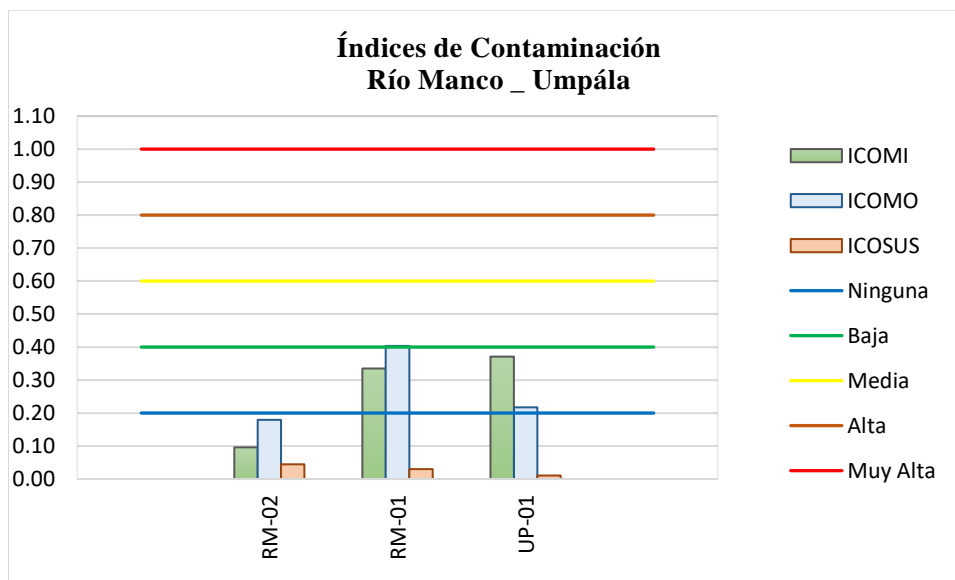


Gráfico 131. Índices de contaminación - río Manco y Umpalá

3.2.5.7. Zona de Páramo quebrada Arenales y río Jordán



Imagen 15. PMDC RJ-01. Fuente CDMB.



Imagen 16. PMDC QA-01. Fuente CDMB.

En la zona de paramo se cuenta con dos fuentes hídricas, la quebrada Arenales donde se ubican dos (2) puntos de monitoreo, uno antes de las descargas de aguas residuales domesticas del corregimiento de Berlín QA-02 denominado punto Arenales y el segundo aguas abajo del vertimiento QA-01 llamado punto Berlín 1. Cuando la quebrada pasa el embalse cambia su nombre a Río Jordán donde se ubica el punto RJ-01 Berlín 2.

3.2.5.7.1. Índice de calidad zona de Páramo, quebrada Arenales y río Jordán

La Gráfica 132 muestra los dos puntos QA-02 y QA-01 sobre la quebrada Arenales y el punto RJ-01 en el río Jordán presentando una calidad de agua en la categoría “aceptable”.

Tabla 55. Índice de calidad de agua - Zona Paramo

ZONA DE PARAMO		
SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2019
Q. Arenales	QA-02	0.85
Q. Arenales	QA-01	0.76
Río Jordán	RJ-01	0.75

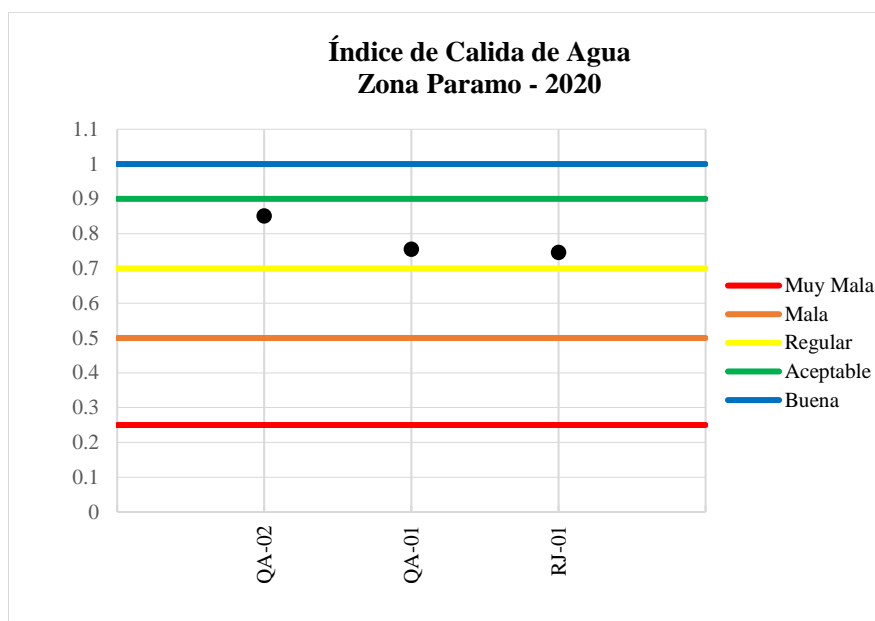


Gráfico 132. Índice de calidad de agua - Zona Paramo

3.2.5.7.2. Índice de contaminación ICO's zona de Páramo

En la zona de páramo, las quebradas Arenales y río Jordán, no presentan riesgo por contaminación ya que los índices de contaminación se encuentran en el rango entre “ninguna” y “baja contaminación”. (ver Tabla 56 y Gráfica 133)

Tabla 56. Índices de contaminación - Zona Paramo

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

Q. Arenales	QA-02	0.06	0.07	0.01	0.05
Q. Arenales	QA-01	0.10	0.38	0.01	0.10
Río Jordán	RJ-01	0.11	0.37	0.01	0.16

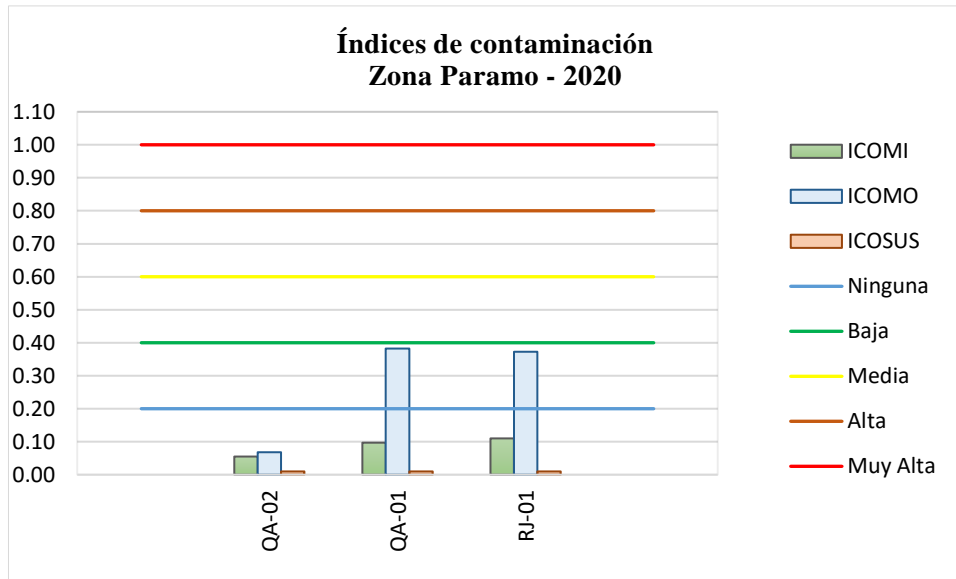


Gráfico 133. Índices de contaminación - Zona Paramo

3.2.5.8. Río Suratá y sus principales afluentes



Imagen 15. PMDC SA-03. Fuente CDMB.



Imagen 16. PMDC SA-07. Fuente CDMB.

El río Suratá tiene establecidos cinco puntos de monitoreo, que van desde el punto SA-07 conocido como “Uña de gato”, SA-06 “Puente Pánaga”, SA-05 “La Playa”, SA-03 “Bosconia” y SA-01 “Bavaria”. El río Surata tiene a su vez tres afluentes importantes: ríos Vetas, Charta y Tona con sus puntos de monitoreo RV-01 conocido como “Puente Pánaga”, RCH-01 “La Playa”, RT-01A ubicado aguas arriba del embalse “río Tona”.

3.2.5.8.1. Índice de calidad río Suratá

El índice de calidad del Río Surata se clasificó en sus cinco puntos en condición “aceptable”; en los cuatro primeros puntos recorre un área con poca densidad poblacional, la cual va aumentando a medida que se acerca al área urbana. (ver Tabla 57 y Gráfica 134)

Tabla 57 Índice de Calidad del Agua Río Suratá.

RÍO SURATÁ	
PUNTO	ICA 2020
SA-07	0.78
SA-06	0.78
SA-05	0.75
SA-03	0.76
SA-01	0.74

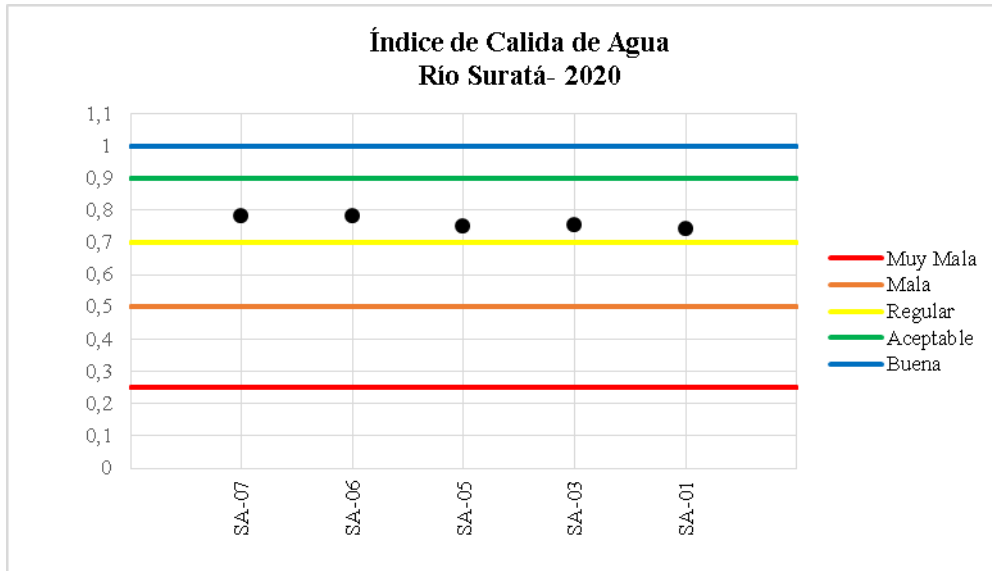


Gráfico 134. Índice de calidad de agua - río Suratá

3.2.5.8.2. Índice de calidad tributarios río Suratá

Los afluentes principales del río Suratá son: el río Charta y el río Tona en los cuales se presenta ICA “aceptable” en los puntos RCH-01 y RT-01A; otro afluente es el río Vetás que muestra categoría “Regular” es el punto RV-01, ubicado después de la confluencia de las vetas con la quebrada La Baja. (ver Tabla 58 y Gráfica 135)

Tabla 58. Índice de calidad de agua - tributarios río Suratá.

TRIBUTARIOS RÍO SURATÁ	
PUNTO	ICA 2020
RV-01	0.69
RCH-01	0.80

RT-01A

0.71

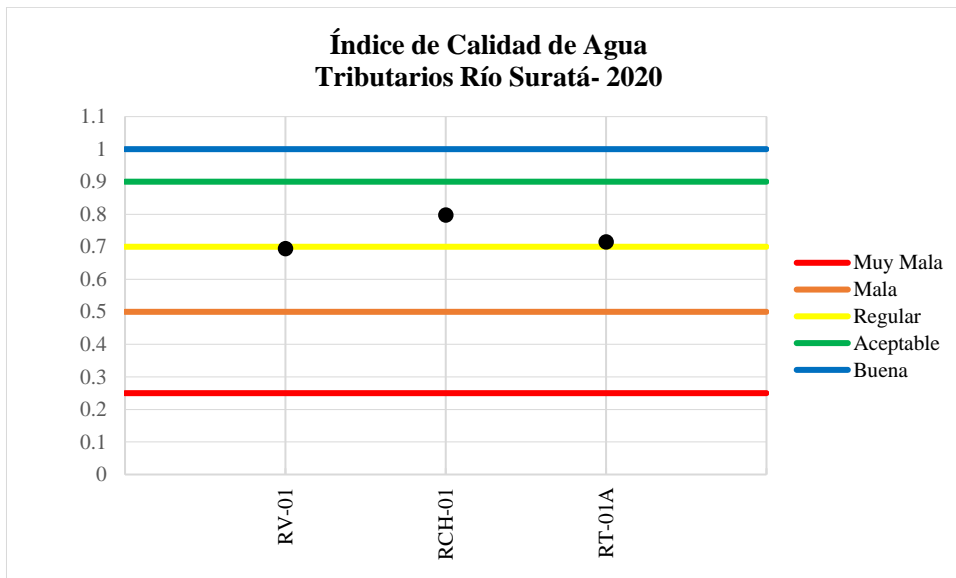


Gráfico 135. Índice de calidad de agua - tributarios río Surata

3.2.5.8.3. Índices de contaminación ICOs río Suratá

Con relación a los índices de contaminación ICOMO, ICOSUS e ICOMI, la corriente del río Surata presenta niveles que van de ninguna a baja contaminación para todos los puntos, excepto para el SA-01 “Bavaria”. En este punto, el índice de materia orgánica ICOMO muestran una contaminación media debido a descargas domesticas provenientes la zona Norte. (ver Tabla 59 y Gráfica 136)

Tabla 59. Índices de contaminación - río Surata.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Río Suratá	SA-07	0.11	0.25	0.01	0.05
	SA-06	0.14	0.39	0.01	0.05
	SA-05	0.20	0.39	0.05	0.06
	SA-03	0.24	0.34	0.03	0.09
	SA-01	0.32	0.47	0.04	0.18

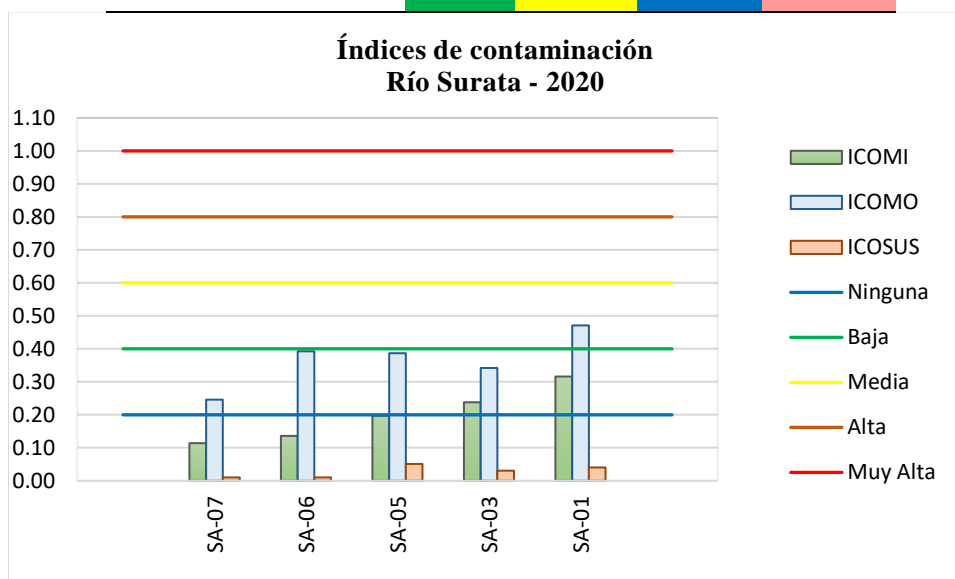


Gráfico 136. Índices de contaminación - río Surata

3.2.5.8.4. Índices de Contaminación ICOs tributarios del Río Surata

Los índices de contaminación de los tributarios del río Suratá presentan calificación “baja” en materia orgánica, sólidos suspendidos y mineralización, indicando que las actividades de la población no afectan en estas variables la calidad de sus cuerpos de agua, a excepción del índice ICOMI en río Tona en el punto RT-01A con una clasificación “media”. (ver Tabla 60 y Gráfica 137)

Tabla 60. Índices de contaminación - tributarios río Surata.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Tributarios Río Suratá	RV-01	0.33	0.39	0.24	0.07
	RCH-01	0.30	0.18	0.01	0.05
	RT-01A	0.47	0.29	0.01	0.10

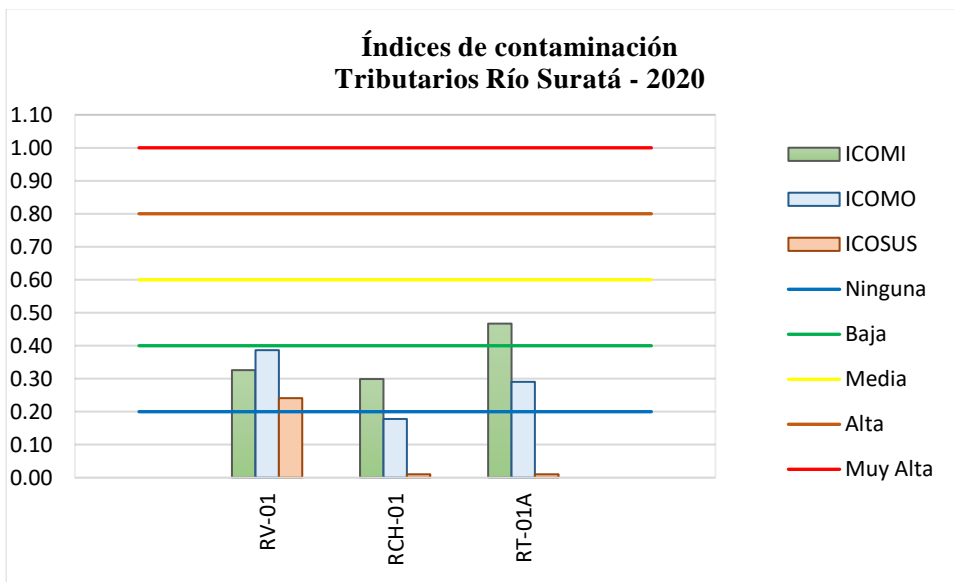


Gráfico 137. Índices de contaminación - tributarios río Surata

3.2.5.9. Río Vetas

El río Vetas es un tributario importante del río Suratá, y se han establecido 3 puntos de monitoreo en esta corriente; RV-05 estación Borrero, RV-02 estación Loma Redonda y RV-01 estación Puente Pánaga.



Imagen 18. PMDC RV-01. Fuente CDMB.



Imagen 17. PMDC RV-05. Fuente CDMB.

3.2.5.9.1. Índice de calidad río Vetás

El índice de calidad de agua en el corriente río Vetás, varió de “Mala ” a “Regular ”, a diferencia de las mayorías de las corrientes. Esto se debe, a que el punto RV-05 presentó un alto contenido de sólidos suspendidos y sólidos totales, condición que afecta la calidad, y en los otros dos puntos RV-02 y RV-01 aguas abajo, disminuyen mejorando su ICA. (ver Tabla 61 y Gráfica 138)

Tabla 61. Índice de Calidad del Agua Río Vetás.

Río Vetás		
SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2020
Río Vetás	RV-05	0.43
Río Vetás	RV-02	0.66
Río Vetás	RV-01	0.69

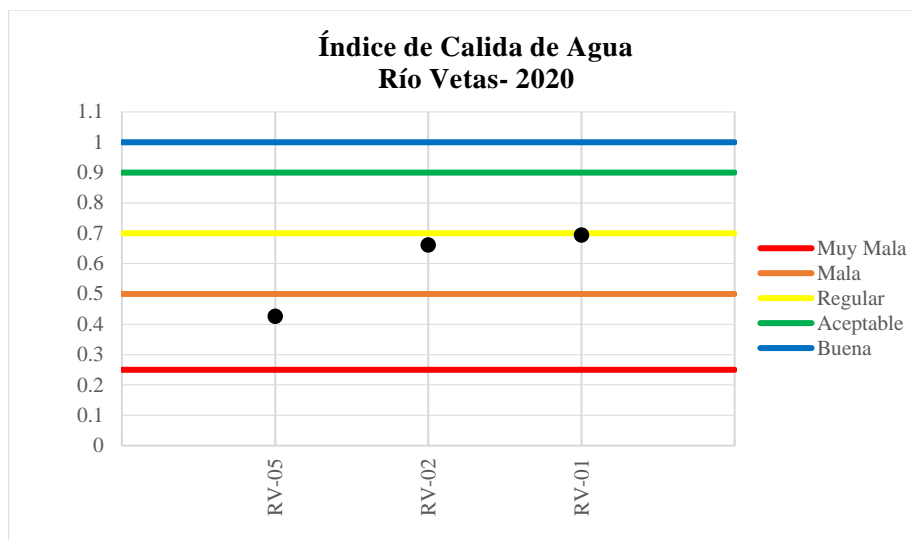


Gráfico 138. Índice de Calidad del agua Río Vetás

Es importante tener en cuenta que la quebrada La Baja es un afluente del río Vetás y se une aguas arriba del punto RV-01, presentado un ICA, “regular” en el 2019 y 2020. Este afluente recibe contaminación doméstica y no doméstica (zona minera) durante su trayecto, razón por la cual modificó su calidad en los dos últimos años.

3.2.5.9.2. Índice de contaminación río Vetás

El ICOSUS del punto RV-05, tiene una calificación más “mala”, consecuente con el ICA presentado en la Gráfica 29 para el mismo punto. Los puntos RV-02 y RV-01 disminuyen el ICOSUS para categorías “media” y “baja” respectivamente. (ver Tabla 62 y Gráfica 139)

Tabla 62. Índices de contaminación Río Vetas.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Río Vetas	RV-05	0.67	0.16	1.00	0.25
Río Vetas	RV-02	0.11	0.35	0.54	0.12
Río Vetas	RV-01	0.33	0.39	0.24	0.07

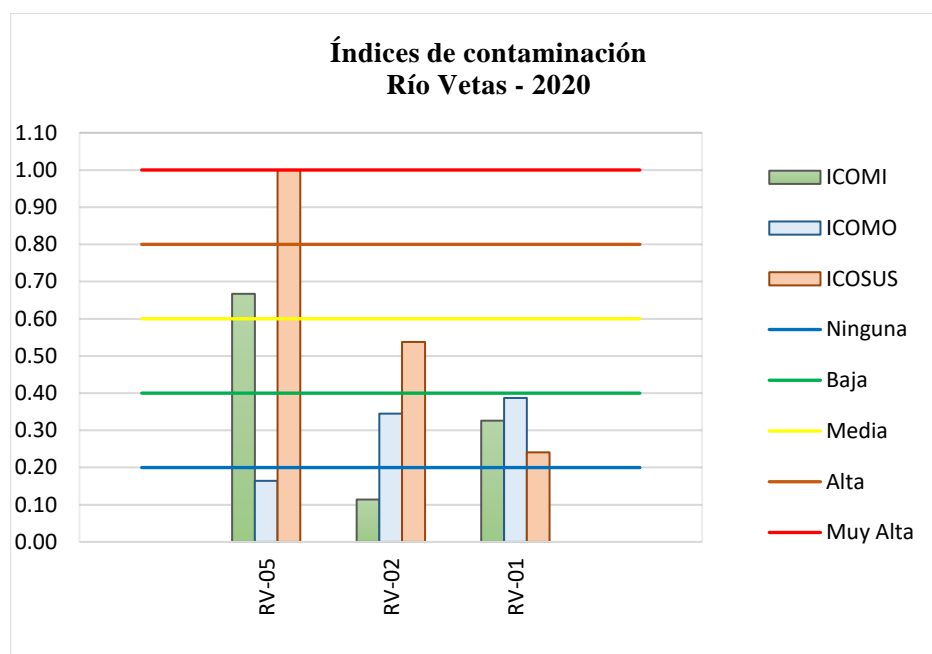


Gráfico 139. Índices de contaminación Río Vetas

3.3. Cianuro y metales pesados en zona minera

El acuerdo del Consejo Directivo N° 1075 de 2006 de la CDMB, estableció los objetivos de calidad de las principales corrientes y tramos de corrientes del área de jurisdicción dentro de los cuales se encuentra el río Surata al cual se le estableció uso doméstico en el tramo comprendido entre el nacimiento y el punto SA-03. Estos objetivos también son aplicables a sus tributarios y

las gráficas 140 a 151 muestran los resultados de los parámetros cianuro y metales para el año 2020.

Las variables arsénico, cadmio, zinc, cobre, cromo y plomo no se encuentran inmersas en el acuerdo, por lo tanto, se evaluaron con respecto al Decreto 1594 de 1984 para uso doméstico.

Con relación a las variables aluminio, hierro, manganeso y níquel no se encontraron valores admisibles en el Acuerdo N° 1075 de 2006 y en el Decreto 1594 de 1984, por consiguiente, se muestran las gráficas con los resultados obtenidos en 2020.

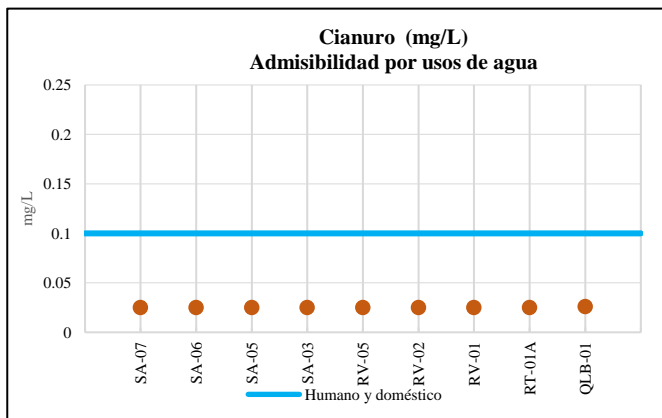


Gráfico 141. Cianuro en zona minera

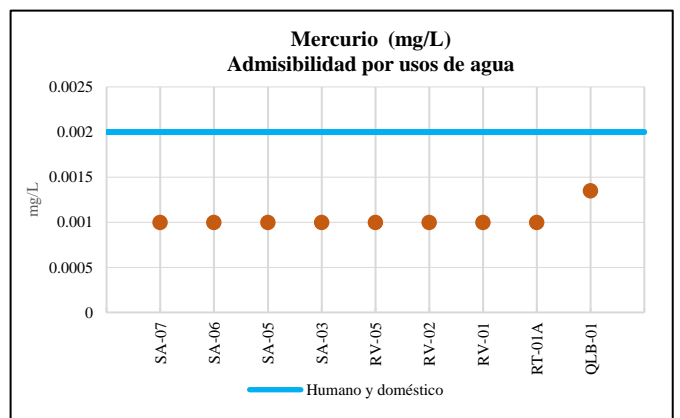


Gráfico 140. Mercurio en zona minera

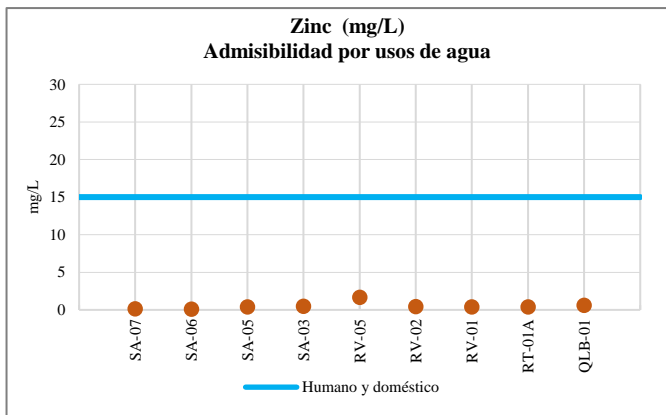


Gráfico 147. Zinc en zona minera

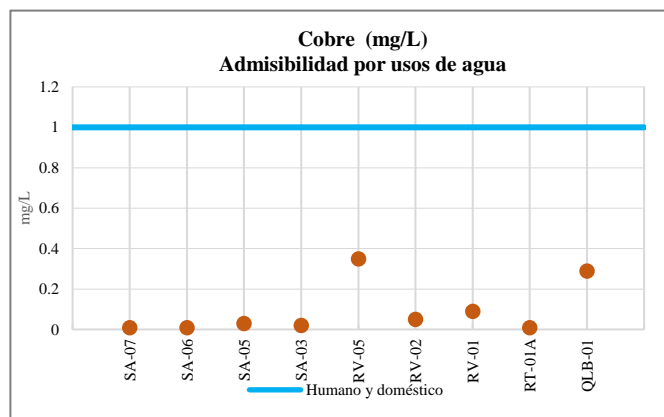


Gráfico 146. Cobre en zona minera

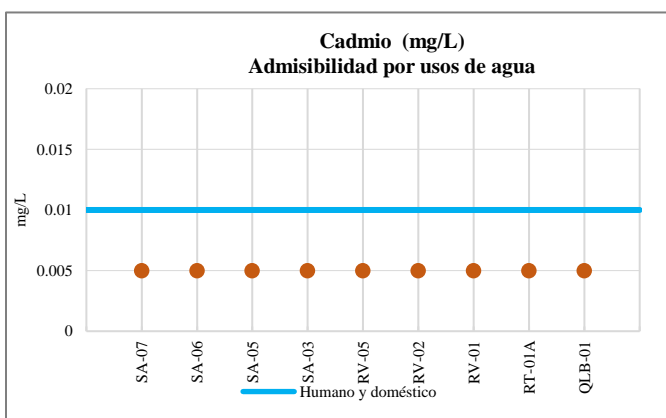


Gráfico 145. Cadmio en zona minera

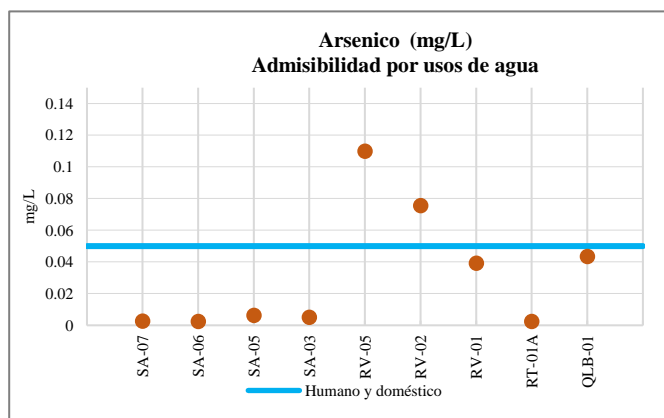


Gráfico 144. Arsénico en zona minera

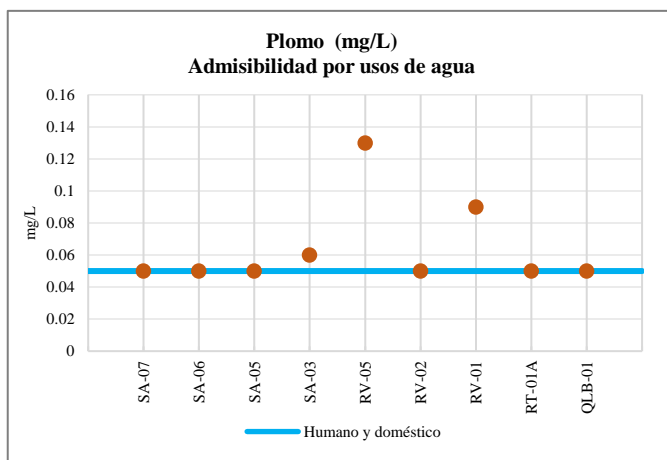


Gráfico 143. Plomo en zona minera

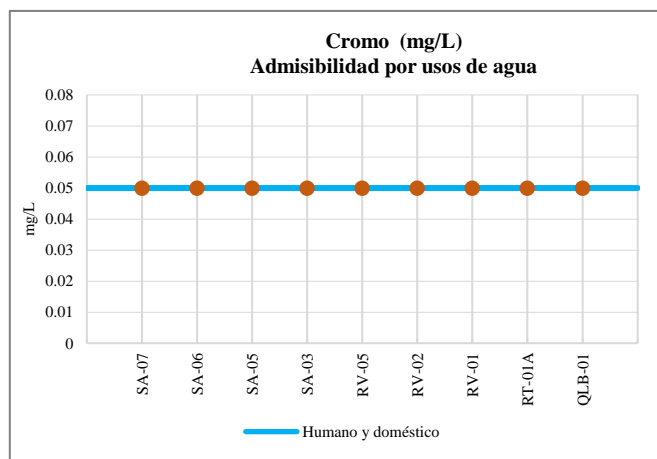


Gráfico 142. Cromo en zona minera

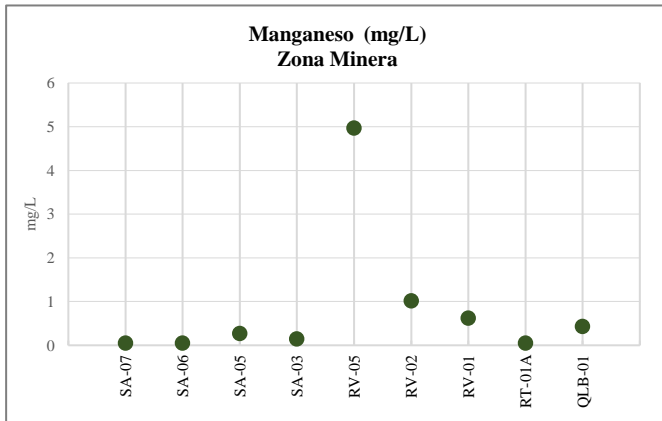


Gráfico 148. Manganeseo en zona minera

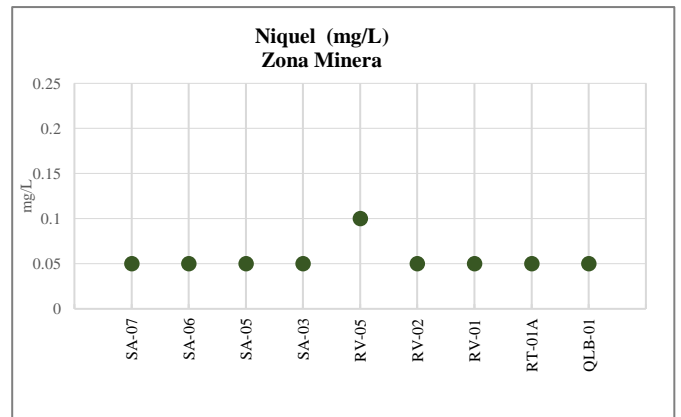


Gráfico 149. Níquel en zona minera

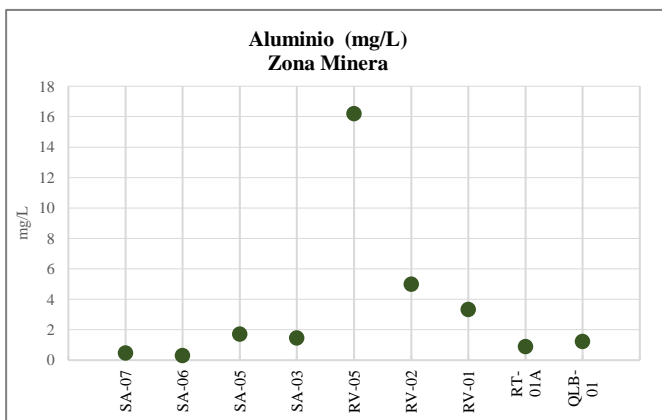


Gráfico 151. Aluminio en zona minera

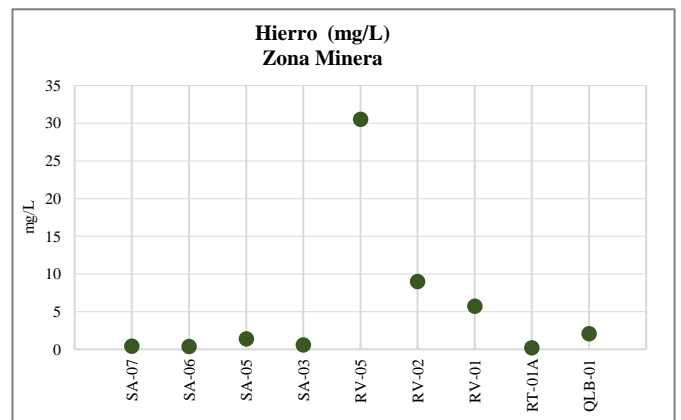


Gráfico 150. Hierro en zona minera

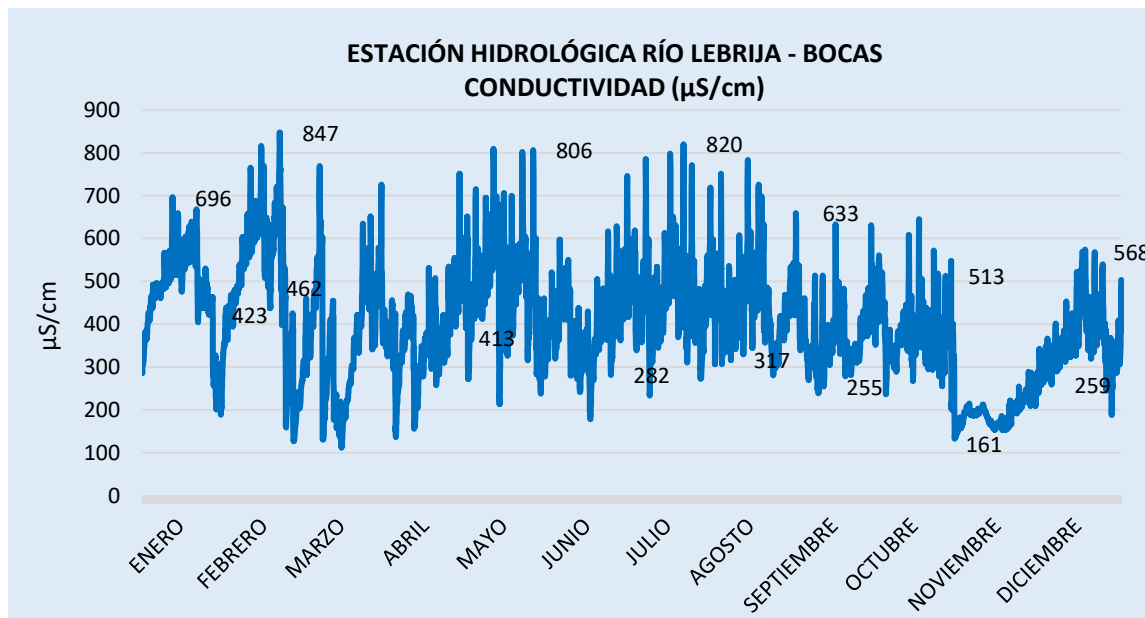
Se observa que en el punto RV-05 el Arsénico, plomo, aluminio, hierro, manganeso y níquel, presentan los valores más altos, en concordancia con los valores de sólidos suspendidos y totales evidenciando en ese punto la presencia de un vertimiento proveniente de la minería.

3.4. ESTACIÓN HIDROLÓGICA Y DE CALIDAD, PUNTO RL-02 BOCAS

La estación hidrológica de Bocas se encuentra ubicada en las mismas coordenadas del punto de monitoreo RL-02, y genera información con transmisión automática. A continuación, se presentan los datos obtenidos para las variables de la estación de Bocas y su comportamiento en el primer año de funcionamiento 2020.

3.4.1. Resultados de caudal y parámetros de calidad Estación hidrológica Bocas

Conductividad



La

Gráfico 152. Conductividad, estación Bocas.

Gráfica 152 muestra las variaciones de la conductividad que es una variable que tiene cierta afectación por la temperatura, pero es dependiente de la cantidad de iones disueltos.

Sólidos Suspendedos Totales

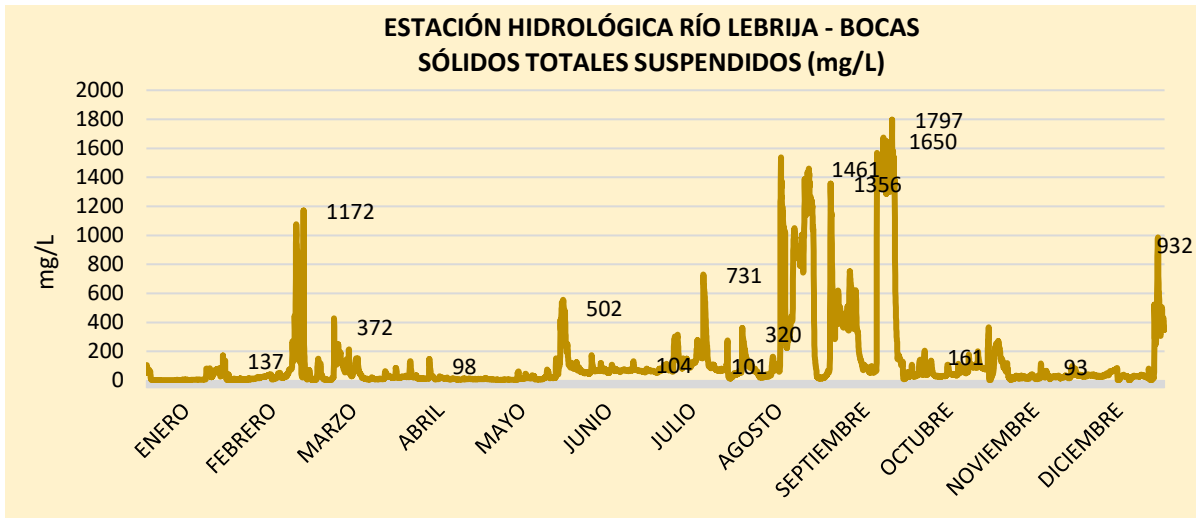


Gráfico 153. Sólidos totales suspendidos, estación Bocas.

Los sólidos suspendidos totales reportados durante el año se presentan en la Gráfica 153, observando un incremento en las épocas de mayor precipitación.

Temperatura

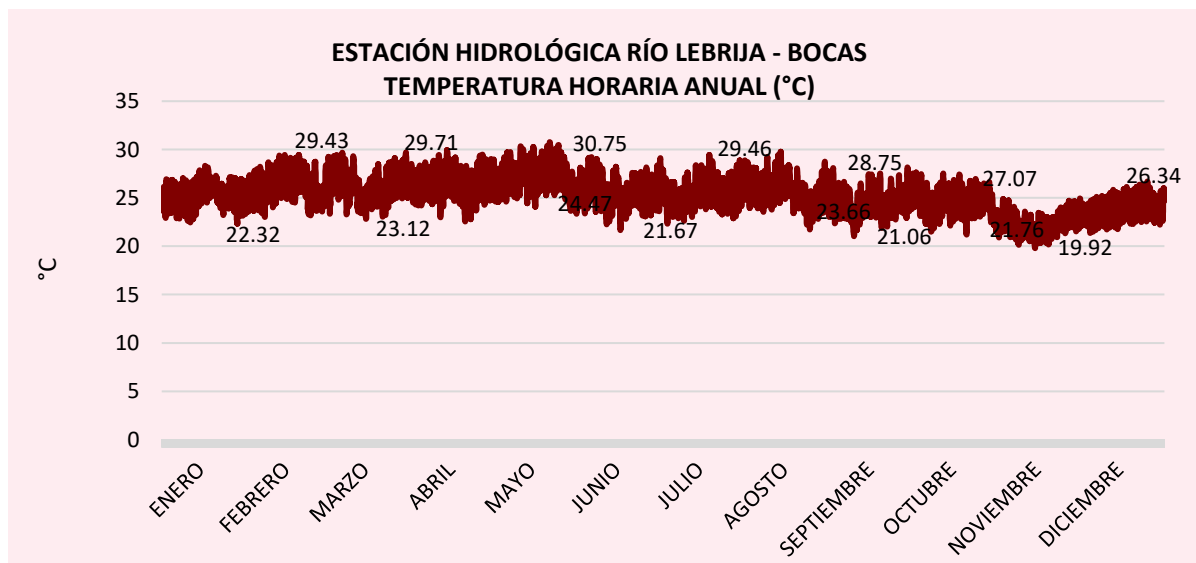


Gráfico 154. Temperatura horaria anual, estación Bocas

La temperatura por área anual tiene un mínimo de 19,92°C y un máximo de 30,75°C.

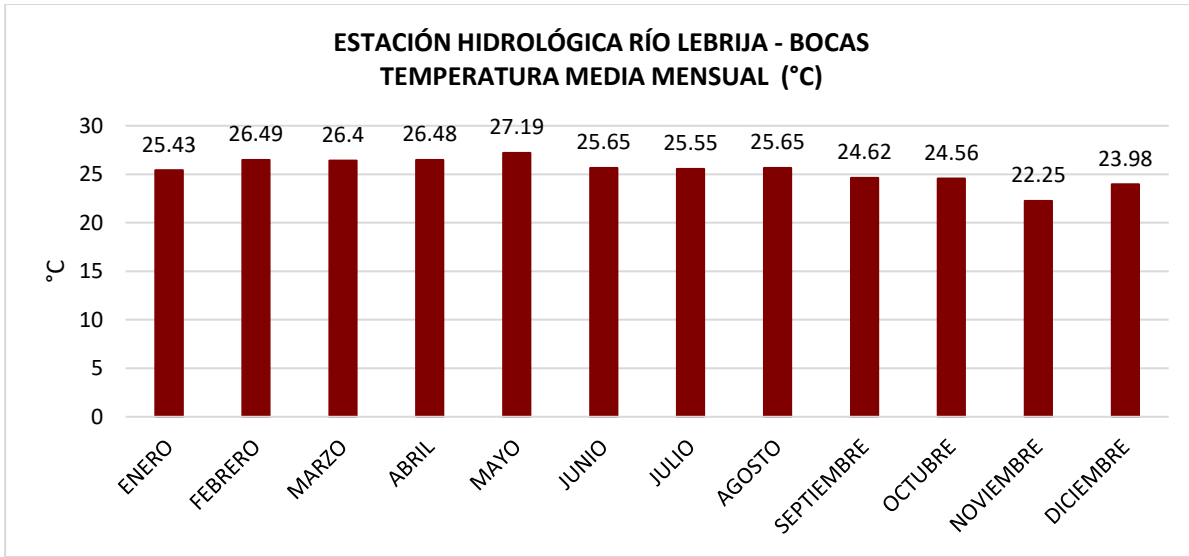


Gráfico 155. Temperatura media mensual, estación Bocas

La temperatura media mensual oscila entre 22,25 °C y 27,19°C registrados en el mes de noviembre y mayo respectivamente.

Caudal

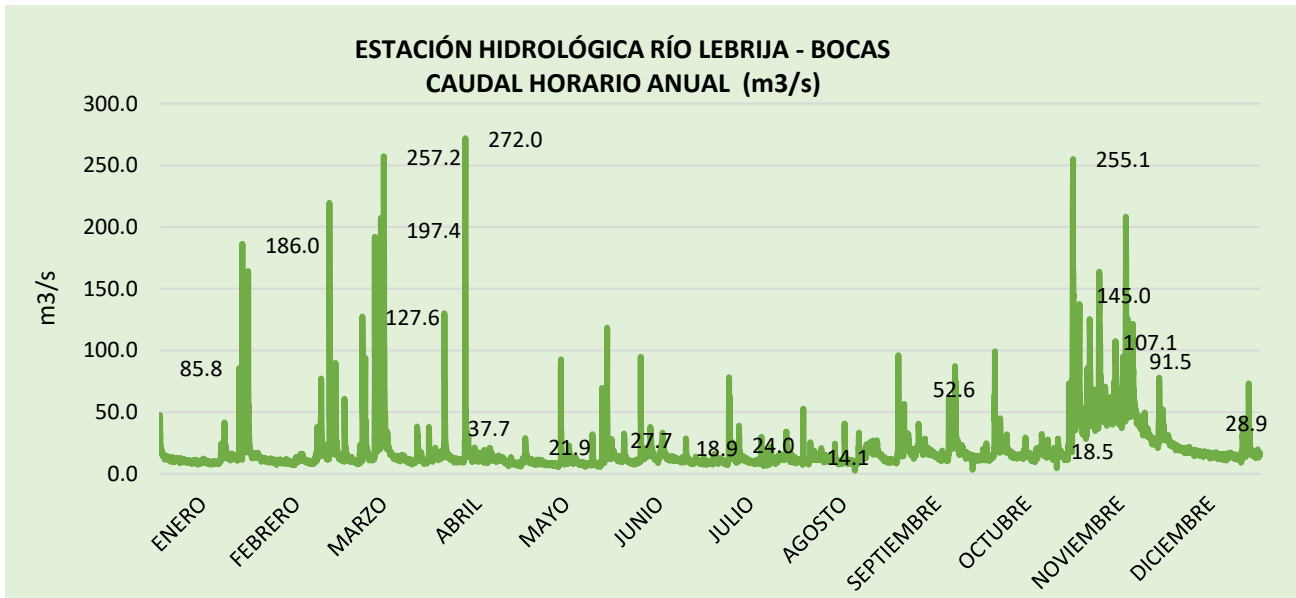


Gráfico 156. Caudal horario anual, estación Bocas

Los caudales horario anual máximo, se presentaron en los meses de marzo, abril y noviembre.

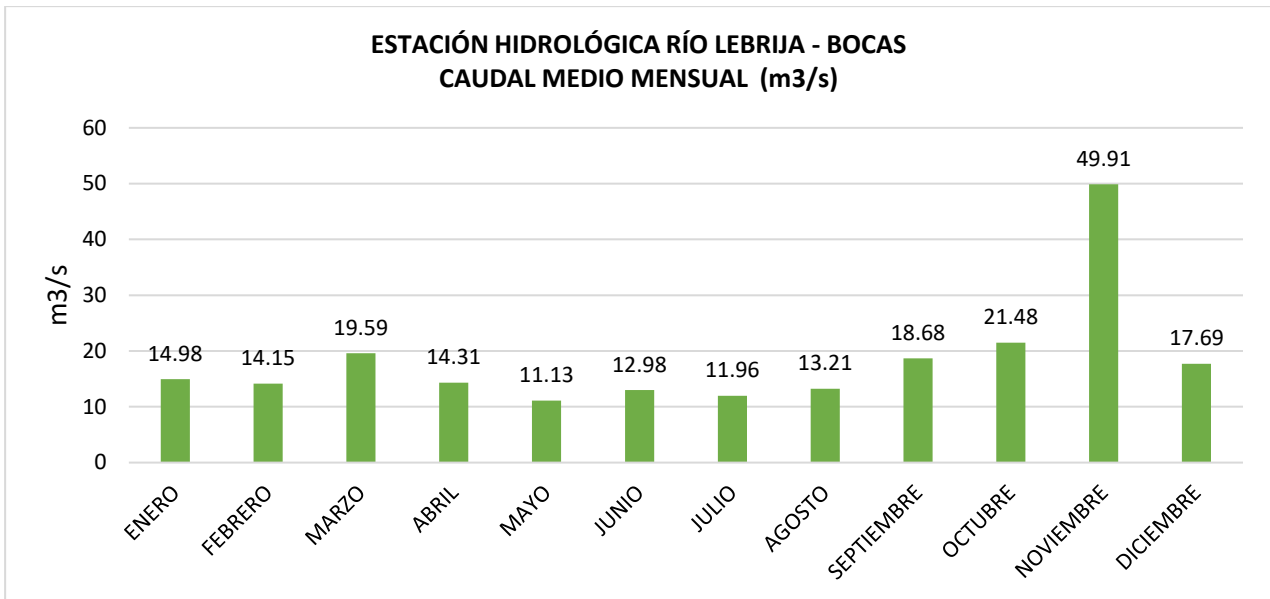


Gráfico 157. Caudal medio mensual, estación Bocas.

El caudal monitoreado por la estación Bocas presenta un mayor volumen de agua en el mes de noviembre de 2020, concordando con los resultados presentados por la red hidroclimatológica de la CDMB medidos en las estaciones del área metropolitana (Tabla 63) que muestran mayores precipitaciones en el mes de noviembre.

Tabla 63. Precipitación en estaciones climáticas. Fuente CDMB.

ESTACIÓN	CIUDEDELA	LAGOS DEL CACIQUE	FLORIDA	SANTA CRUZ	PROM ACUM MENSUAL	ACUM SEMESTRAL
unidad	mm					
ENERO	69.8	52.2	26.2	42.4	47.7	319.5
FEBRERO	52.8	31.9	2.4	9.3	24.1	
MARZO	117.6	151.6	34.4	70.4	93.5	
ABRIL	33.4	81.5	70.2	23.9	52.3	
MAYO	89.8	9.4	103.6	46.2	62.3	
JUNIO	67.8	2.1	68.4	20.6	39.7	
JULIO	85.8	82.8	108.6	34.2	77.9	442.9
AGOSTO	80.2	67.3	47.2	15.9	52.7	
SEPTIEMBRE	69.8	70.0	101.2	37.2	69.6	
OCTUBRE	104.4	68.0	124.4	62.9	89.9	
NOVIEMBRE	175.4	103.4	141	57.2	119.3	
DICIEMBRE	44.6	1.3*	22.8	0*	33.7	
ANUAL	991.4	720.2	850.4	420.2	762.4	

* Los datos en estas estaciones son indicativas dado que la representatividad es menor al 75%

3.5. CONCLUSIONES

- El Índice de Calidad-ICA obtenido para las fuentes hídricas en el área de jurisdicción de la C.D.M.B, y calculado conforme a lo establecido por el IDEAM, presentan una calidad “aceptable” en un porcentaje del 42%, aumentando en un 4 % respecto al año 2019, seguida de un 32% en calidad “Regular” y un 25% con un ICA “mala” cada una con un 2% menos que el año anterior. Estos valores muestran que el 57% de los puntos monitoreados se encuentran en los rangos de calidad regular y mala, siendo fundamental tomar medidas para mejorar la calidad en algunos tramos o cuerpos de agua en procura del bienestar de la comunidad.
- En general, los puntos ubicados sobre las corrientes de la escarpa de Bucaramanga que reciben vertimientos domésticos provenientes del sistema de alcantarillado y que tienen un bajo caudal (poco efecto de dilución), presentan la clasificación “mala”.

- El río de Oro en el punto RO-O-10 tiene calidad “aceptable” hasta la Planta de tratamiento de potabilización de Agua PTAP de Piedecuestana ESP en el punto RO-05 donde su ICA mejoro respecto al año 2019 pasando de calidad regular a aceptable. Posteriormente su calidad se modifica a “malo” en los puntos RO-O-2PA y RO-04, debido a la recepción de afluentes y descargas orgánicas en su recorrido. En los puntos RO-O-4N, RO-O4H y RO-4A se presenta una leve mejora pasando a calidad regular y finalmente, en los puntos RO-02 y RO-01 recibe los tributarios río Frío y la quebrada La Iglesia que afectan su calidad a “mala”; esta condición que se mantiene hasta el punto RO-01 donde ya ha receptado las descargas de las corrientes de la Escarpa occidental de Bucaramanga. Aguas debajo de este punto el río de Oro se une al río Suratá formando el río Lebrija.

- El punto referenciado como DC-01 y ubicado en la quebrada El Carrasco, recibe el vertimiento generado en la planta de tratamiento de lixiviados del sitio de Disposición de Residuos Sólidos El Carrasco, la clasificación ICA para el año 2020 mejoro respecto al año 2019 pasando de “mala” a “regular”.

- Las calidades de los puntos utilizados para captación y/o abastecimiento de acueductos municipales como río Frío (RF-03), río de Oro (RO-05) y río Suratá (SA-03), se clasifican con índices de calidad “aceptable”; adicionalmente el punto ubicado en la quebrada La Angula (LA-04) y que abastece al municipio de Lebrija presento un ICA “aceptable”, condición necesaria para garantizar su tratamiento en las plantas de potabilización de los municipios como Bucaramanga, Piedecuesta, Floridablanca, Girón y Lebrija.

- El punto RV-05 mostro la mayor diferencia de ICA respecto al año 2019, pasando de una ICA 0.63 de calidad regular en el año 2019 a un ICA 0.43 de calidad mala en el año 2020. Los índices de contaminación también estuvieron en rango de alta y muy alta para mineralización y solidos suspendidos respectivamente.