TABLA DE CONTENIDO

3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 42
3.2 MEDIO ABIÓTICO 42
3.2.5 Calidad de agua 42
3.2.5.1 Puntos de monitoreo 42
3.2.5.1.1 Selección de los puntos de monitoreo 42
3.2.5.1.2 Georreferenciación de los puntos de monitoreo 43
3.2.5.1.3 Descripción de los puntos de monitoreo de agua superficial 79
3.2.5.2 Caracterización de calidad de agua 138
3.2.5.2.1 Caracterización de los parámetros Fisicoquímicos & Bacteriológicos 139
3.2.5.2.2 Índice de Calidad del Agua (ICA) 527
3.2.5.2.3 Índices de Contaminación del agua (ICO's) 531
3.2.5.2.4 Conclusiones 539
3.2.5.3 Análisis multitemporal de la tendencia de la calidad de agua superficial en el Bloque CPO-5 546
3.2.5.4 Bibliografía 546

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.2.5-1 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en el AI fisicobiótica del Bloque CPO-5 durante época de lluvia y época seca 45
Tabla 3.2.5-2 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca Bajo río Negro 80
Tabla 3.2.5-3 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Banderas 82
Tabla 3.2.5-4 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Barbascos 83
Tabla 3.2.5-5 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño El Aceite 84
Tabla 3.2.5-6 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño El Boral 85
Tabla 3.2.5-7 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño El Paso 91
Tabla 3.2.5-8 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Totumal 92
Tabla 3.2.5-9 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Emma 94
Tabla 3.2.5-10 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Güio 97

Tabla 3.2.5-11 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Ipapa 99
Tabla 3.2.5-12 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño La Lilbana 100
Tabla 3.2.5-13 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño La Victoria 101
Tabla 3.2.5-14 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Macapay 103
Tabla 3.2.5-15 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Menegua 104
Tabla 3.2.5-16 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Navajas Sur 106
Tabla 3.2.5-17 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Navajitas 108
Tabla 3.2.5-18 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Piedra Candela 109
Tabla 3.2.5-19 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Pirigua 110
Tabla 3.2.5-20 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Santoya 115
Tabla 3.2.5-21 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Venturosa 117
Tabla 3.2.5-22 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Yarico 119
Tabla 3.2.5-23 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Yurimena 122
Tabla 3.2.5-24 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del río Cabuyarito 124
Tabla 3.2.5-25 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del río Humea 128
Tabla 3.2.5-26 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del río Meta 130
Tabla 3.2.5-27 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del río Metica 134
Tabla 3.2.5-28 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del río Upía 136
Tabla 3.2.5-29 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del río Yucao 137
Tabla 3.2.5-30 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca Bajo río Negro durante la época de lluvia y época seca 139
Tabla 3.2.5-31 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca del caño Banderas durante la época de lluvia y época seca 154

Tabla 3.2.5-32 Parámetros FQ y B muestreados en la microcuenca del caño Barbascos durante la época de lluvia y época seca 167
Tabla 3.2.5-33 Parámetros FQ y B muestreados en la microcuenca del caño El Aceite durante la época de lluvia y época seca 179
Tabla 3.2.5-34 Parámetros FQ y B muestreados en la microcuenca del caño El Boral durante la época de lluvia y época seca 192
Tabla 3.2.5-35 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca del caño El Paso durante la época de lluvia y época seca 208
Tabla 3.2.5-36 Parámetros FQ y B muestreados en la microcuenca del caño Totumal durante la época de lluvia y época seca 219
Tabla 3.2.5-37 Parámetros FQ y B muestreados en la microcuenca del caño Emma durante la época de lluvia y época seca 233
Tabla 3.2.5-38 Parámetros FQ y B muestreados en la microcuenca del caño Güio durante la época de lluvia y época seca 246
Tabla 3.2.5-39 Parámetros FQ y B muestreados en la microcuenca del caño Ipapa durante la época de lluvia y época seca 260
Tabla 3.2.5-40 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca del caño La Lilbana durante la época de lluvia y época seca 273
Tabla 3.2.5-41 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca del caño La Victoria durante la época de lluvia y época seca 283
Tabla 3.2.5-42 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca del caño Macapay durante la época de lluvia y época seca 295
Tabla 3.2.5-43 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca del caño Menegua durante la época de lluvia y época seca 308
Tabla 3.2.5-44 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca del caño Navajas Sur durante la época de lluvia y época seca 323
Tabla 3.2.5-45 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca del caño Navajitas durante la época de lluvia y época seca 338
Tabla 3.2.5-46 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca del caño Piedra Candela durante la época de lluvia y época seca 349
Tabla 3.2.5-47 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca del caño Pirigua durante la época de lluvia y época seca 360
Tabla 3.2.5-48 Parámetros FQ y B muestreados en la microcuenca del caño Santoya durante la época de lluvia y época seca 373
Tabla 3.2.5-49 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca del caño Venturosa durante la época de lluvia y época seca 387

Tabla 3.2.5-50 Parámetros FQ y B muestreados en la microcuenca del caño Yarico durante la época de lluvia y época seca 400
Tabla 3.2.5-51 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca del caño Yurimena durante la época de lluvia y época seca 415
Tabla 3.2.5-52 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca del río Cabuyarito durante la época de lluvia y época seca 428
Tabla 3.2.5-53 Parámetros FQ y B muestreados en la microcuenca del río Humea durante la época de lluvia y época seca 441
Tabla 3.2.5-54 Parámetros FQ y B muestreados en la microcuenca del río Meta durante la época de lluvia y época seca 457
Tabla 3.2.5-55 Parámetros FQ y B muestreados en los drenajes directos al río Meta de la microcuenca del río Meta durante la época de lluvia y época seca 471
Tabla 3.2.5-56 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca del río Metica durante la época de lluvia y época seca 485
Tabla 3.2.5-57 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca del río Upía durante la época de lluvia y época seca 501
Tabla 3.2.5-58 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca del río Yucao durante la época de lluvia y época seca 516
Tabla 3.2.5-59 Clasificación de calidad de agua según los valores ICA 527
Tabla 3.2.5-60 Comparación del Índice de Calidad de Agua (ICA) durante la época de lluvia y seca de los puntos de muestreo en el AI fisicobiótica del Bloque CPO-5 528
Tabla 3.2.5-61 Código de colores Índices ICO 531
Tabla 3.2.5-62 Escala colorimétrica nivel de contaminación Fósforo Total – ICOTRO 532
Tabla 3.2.5-63 Índices de Contaminación – ICO's de agua superficial en época de lluvia en los puntos de monitoreo en el AI fisicobiótica del Bloque CPO-5 532
Tabla 3.2.5-64 Índices de Contaminación – ICOs de agua superficial en época seca en los puntos de monitoreo en el AI fisicobiótica del Bloque CPO-5 535

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.2.5-1 Ubicación espacial de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en el AI físico-biótica del Bloque CPO-5 durante época de lluvia y época seca 51
Figura 3.2.5-2 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca Bajo río Negro durante época de lluvia y época seca 52

Figura 3.2.5-3 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño Banderas durante época de lluvia y época seca 53
Figura 3.2.5-4 Georreferenciación del punto de monitoreo de agua superficial caracterizado en la cuenca del caño Barbascos durante época de lluvia y época seca 54
Figura 3.2.5-5 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño El Aceite durante época de lluvia y época seca 55
Figura 3.2.5-6 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño El Boral durante época de lluvia y época seca 56
Figura 3.2.5-7 Georreferenciación del punto de monitoreo de agua superficial caracterizado en la cuenca del caño El Paso durante época de lluvia y época seca 57
Figura 3.2.5-8 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño El Totumal durante época de lluvia y época seca 58
Figura 3.2.5-9 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño Emma durante época de lluvia y época seca 59
Figura 3.2.5-10 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño Güio durante época de lluvia y época seca 60
Figura 3.2.5-11 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño Ipapa durante época de lluvia y época seca 61
Figura 3.2.5-12 Georreferenciación del punto de monitoreo de agua superficial caracterizado en la cuenca del caño La Lilbana durante época de lluvia y época seca 62
Figura 3.2.5-13 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño La Victoria durante época de lluvia y época seca 63
Figura 3.2.5-14 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño Macapay durante época de lluvia y época seca 64
Figura 3.2.5-15 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño Menegua durante época de lluvia y época seca 65

Figura 3.2.5-16 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño Navajas Sur durante época de lluvia y época seca 66
Figura 3.2.5-17 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño Navajitas durante época de lluvia y época seca 67
Figura 3.2.5-18 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño Piedra Candela durante época de lluvia y época seca 68
Figura 3.2.5-19 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño Pirigua durante época de lluvia y época seca 69
Figura 3.2.5-20 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño Santoya durante época de lluvia y época seca 70
Figura 3.2.5-21 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño Venturosa durante época de lluvia y época seca 71
Figura 3.2.5-22 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño Yarico durante época de lluvia y época seca 72
Figura 3.2.5-23 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño Yurimena durante época de lluvia y época seca 73
Figura 3.2.5-24 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del río Cabuyarito durante época de lluvia y época seca 74
Figura 3.2.5-25 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca Bajo río Humea durante época de lluvia y época seca 75
Figura 3.2.5-26 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del río Meta durante época de lluvia y época seca 76
Figura 3.2.5-27 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del río Metica durante época de lluvia y época seca 77

Figura 3.2.5-28 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del río Upía durante época de lluvia y época seca 78

Figura 3.2.5-29 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del río Yucao durante época de lluvia y época seca 79

Figura 3.2.5-30 Temperatura de las muestras de la microcuenca Bajo río negro en época de lluvia y época seca 139

Figura 3.2.5-31 pH de las muestras de la microcuenca Bajo río Negro en época de lluvia y época seca 140

Figura 3.2.5-32 Oxígeno disuelto de las muestras de la microcuenca Bajo río Negro en época de lluvia y época seca 141

Figura 3.2.5-33 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca Bajo río Negro en época de lluvia y época seca 141

Figura 3.2.5-34 Sólidos Disueltos Totales (SDT) de las muestras de la microcuenca Bajo río Negro en época de lluvia y época seca 142

Figura 3.2.5-35 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca Bajo río Negro en época de lluvia y época seca 143

Figura 3.2.5-36 Turbidez de las muestras de la microcuenca Bajo río Negro en época de lluvia y época seca 144

Figura 3.2.5-37 Acidez, alcalinidad total y bicarbonatos de las muestras de la microcuenca Bajo río Negro en época de lluvia y época seca 145

Figura 3.2.5-38 Dureza cálcica y dureza total de las muestras de la microcuenca Bajo río Negro en época de lluvia y época seca 146

Figura 3.2.5-39 Color de las muestras de agua de la microcuenca Bajo río Negro en época de lluvia y época seca 147

Figura 3.2.5-40 Nitratos de las muestras de agua de la microcuenca Bajo río Negro en época de lluvia y época seca 148

Figura 3.2.5-41 Carbono orgánico total de las muestras de agua de la microcuenca Bajo río Negro en época de lluvia y época seca 149

Figura 3.2.5-42 Manganeso total de las muestras de agua de la microcuenca Bajo río Negro en época de lluvia y época seca 150

Figura 3.2.5-43 Hierro total de las muestras de agua de la microcuenca Bajo río Negro en época de lluvia y época seca 151

Figura 3.2.5-44 Coliformes fecales de las muestras de agua de la microcuenca Bajo río Negro en época de lluvia y época seca 152

Figura 3.2.5-45 Coliformes totales de las muestras de agua de la microcuenca Bajo río Negro en época de lluvia y época seca 152
Figura 3.2.5-46 Aforo de caudal en L/s en el río Negro en época de lluvia y época seca 153
Figura 3.2.5-47 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño Banderas en época de lluvia y época seca 154
Figura 3.2.5-48 pH de las muestras de la microcuenca del caño Banderas en época de lluvia y época seca 155
Figura 3.2.5-49 Oxígeno disuelto de las muestras de la microcuenca del caño Banderas en época de lluvia y época seca 156
Figura 3.2.5-50 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño Banderas en época de lluvia y época seca 156
Figura 3.2.5-51 Sólidos Sedimentables de las muestras de la microcuenca del caño Banderas en época de lluvia y época seca 157
Figura 3.2.5-52 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del caño Banderas en época de lluvia y época seca 158
Figura 3.2.5-53 Turbidez de las muestras de la microcuenca del caño Banderas en época de lluvia y época seca 158
Figura 3.2.5-54 Acidez, alcalinidad total y bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del caño Banderas en época de lluvia y época seca 159
Figura 3.2.5-55 Color de las muestras de agua de la microcuenca del caño Banderas en época de lluvia y época seca 160
Figura 3.2.5-56 Nitratos de las muestras de agua de la microcuenca del caño Banderas en época de lluvia y época seca 161
Figura 3.2.5-57 Carbono orgánico total de las muestras de agua de la microcuenca del caño Banderas en época de lluvia y época seca 162
Figura 3.2.5-58 Manganeso total de las muestras de agua de la microcuenca del caño Banderas en época de lluvia y época seca 163
Figura 3.2.5-59 Hierro total de las muestras de agua de la microcuenca del caño Banderas en época de lluvia y época seca 164
Figura 3.2.5-60 Coliformes fecales de las muestras de agua de la microcuenca del caño Banderas en época de lluvia y época seca 165
Figura 3.2.5-61 Coliformes totales de las muestras de agua de la microcuenca del caño Banderas en época de lluvia y época seca 166
Figura 3.2.5-62 Perfil del cuerpo aforado (punto OCmn13) en época de lluvia 167
Figura 3.2.5-63 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño Barbascos en época de lluvia y época seca 168

Figura 3.2.5-64 pH de las muestras de la microcuenca del caño Barbascos en época de lluvia y época seca 168
Figura 3.2.5-65 Oxígeno disuelto de las muestras de la microcuenca del caño Barbascos en época de lluvia y época seca 169
Figura 3.2.5-66 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño Barbascos en época de lluvia y época seca 169
Figura 3.2.5-67 Sólidos suspendidos totales de las muestras de la microcuenca del caño Barbascos en época de lluvia y época seca 170
Figura 3.2.5-68 Turbidez de las muestras de la microcuenca del caño Barbascos en época de lluvia y época seca 171
Figura 3.2.5-69 Color de las muestras de la microcuenca del caño Barbascos en época de lluvia y época seca 172
Figura 3.2.5-70 Nitratos de las muestras de la microcuenca del caño Barbascos en época de lluvia y época seca 173
Figura 3.2.5-71 Carbono orgánico total de las muestras de la microcuenca del caño Barbascos en época de lluvia y época seca 174
Figura 3.2.5-72 Hierro total de las muestras de la microcuenca del caño Barbascos en época de lluvia y época seca 175
Figura 3.2.5-73 Manganeso total de las muestras de la microcuenca del caño Barbascos en época de lluvia y época seca 175
Figura 3.2.5-74 Coliformes fecales termotolerantes de las muestras de la microcuenca del caño Barbascos en época de lluvia y época seca 176
Figura 3.2.5-75 Coliformes totales de las muestras de la microcuenca del caño Barbascos en época de lluvia y época seca 177
Figura 3.2.5-76 Perfil del cuerpo aforado (punto BARBASCOS_CL_01) en época de lluvia 178
Figura 3.2.5-77 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño El Aceite en época de lluvia y época seca 179
Figura 3.2.5-78 pH de las muestras de la microcuenca del caño El Aceite en época de lluvia y época seca 180
Figura 3.2.5-79 Oxígeno disuelto de las muestras de la microcuenca del caño El Aceite en época de lluvia y época seca 181
Figura 3.2.5-80 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño El Aceite en época de lluvia y época seca 181
Figura 3.2.5-81 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del caño El Aceite en época de lluvia y época seca 182

Figura 3.2.5-82 Turbidez de las muestras de la microcuenca del caño El Aceite en época de lluvia y época seca 183
Figura 3.2.5-83 Acidez, alcalinidad total y bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del caño El Aceite en época de lluvia y época seca 183
Figura 3.2.5-84 Dureza cálcica y dureza total de las muestras de la microcuenca del caño El Aceite en época de lluvia y época seca 184
Figura 3.2.5-85 Color de las muestras de agua de la microcuenca del caño El Aceite en época de lluvia y época seca 185
Figura 3.2.5-86 Nitratos de las muestras de agua de la microcuenca del caño El Aceite en época de lluvia y época seca 186
Figura 3.2.5-87 Carbono orgánico total de las muestras de agua de la microcuenca del caño El Aceite en época de lluvia y época seca 187
Figura 3.2.5-88 Hierro total de las muestras de agua de la microcuenca del caño El Aceite en época de lluvia y época seca 188
Figura 3.2.5-89 Coliformes fecales de las muestras de agua de la microcuenca del caño El Aceite en época de lluvia y época seca 189
Figura 3.2.5-90 Coliformes totales de las muestras de agua de la microcuenca del caño El Aceite en época de lluvia y época seca 190
Figura 3.2.5-91 Aforo de caudal en L/s en el río Negro en época de lluvia y época seca 191
Figura 3.2.5-92 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca 192
Figura 3.2.5-93 pH de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca 193
Figura 3.2.5-94 Oxígeno Disuelto (OD) de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca 193
Figura 3.2.5-95 Conductividad Eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca 194
Figura 3.2.5-96 Sólidos disueltos totales (SDT) de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca 195
Figura 3.2.5-97 Sólidos sedimentables (SSD) de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca 195
Figura 3.2.5-98 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia 196
Figura 3.2.5-99 Turbiedad de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca 197

Figura 3.2.5-100 Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca 197
Figura 3.2.5-101 Dureza Cálcica y Dureza Total de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca 198
Figura 3.2.5-102 Color en UPC de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca 199
Figura 3.2.5-103 Nitratos de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca 200
Figura 3.2.5-104 Carbono orgánico total (COT) de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca 201
Figura 3.2.5-105 DBO5 Y DQO de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca 202
Figura 3.2.5-106 Zinc de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca 203
Figura 3.2.5-107 Aluminio de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca 204
Figura 3.2.5-108 Hierro de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca 204
Figura 3.2.5-109 Manganeso de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca 205
Figura 3.2.5-110 Coliformes Fecales Termotolerantes de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca 205
Figura 3.2.5-111 Coliformes Totales de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca 206
Figura 3.2.5-112 Caudal de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca 207
Figura 3.2.5-113 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño El Paso en época de lluvia y época seca 208
Figura 3.2.5-114 pH de las muestras de la microcuenca del caño El Paso en época de lluvia y época seca 209
Figura 3.2.5-115 Oxígeno disuelto de las muestras de la microcuenca del caño El Paso en época de lluvia y época seca 209
Figura 3.2.5-116 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño El Paso en época de lluvia y época seca 210
Figura 3.2.5-117 Sólidos Suspendidos Totales de las muestras de la microcuenca del caño El Paso en época de lluvia y época seca 211

Figura 3.2.5-118 Turbiedad de las muestras de la microcuenca del caño El Paso en época de lluvia y época seca 212
Figura 3.2.5-119 Color de las muestras de la microcuenca del caño El Paso en época de lluvia y época seca 213
Figura 3.2.5-120 Nitratos de las muestras de la microcuenca del caño El Paso en época de lluvia y época seca 214
Figura 3.2.5-121 Coliformes Fecales de las muestras de la microcuenca del caño El Paso en época de lluvia y época seca 216
Figura 3.2.5-122 Coliformes Totales de las muestras de la microcuenca del caño El Paso en época de lluvia y época seca 217
Figura 3.2.5-123 Caudal del punto EL PASO_CL_01 en época de lluvia y época seca 218
Figura 3.2.5-124 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca 219
Figura 3.2.5-125 pH de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca 220
Figura 3.2.5-126 Oxígeno Disuelto de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca 220
Figura 3.2.5-127 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca 221
Figura 3.2.5-128 Sólidos Disueltos Totales de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca 222
Figura 3.2.5-129 Sólidos Sedimentables de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca 222
Figura 3.2.5-130 Sólidos Suspendidos Totales de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca 223
Figura 3.2.5-131 Turbidez de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca 224
Figura 3.2.5-132 Acidez, Alcalinidad Total y Bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca 225
Figura 3.2.5-133 Dureza Cálcica y Dureza Total de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca 225
Figura 3.2.5-134 Color de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca 226
Figura 3.2.5-135 Nitratos de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca 227

Figura 3.2.5-136 Nitritos de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca 228
Figura 3.2.5-137 Hierro de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca 230
Figura 3.2.5-138 Manganeso de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca 230
Figura 3.2.5-139 Coliformes fecales de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca 231
Figura 3.2.5-140 Coliformes totales de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca 232
Figura 3.2.5-141 Caudal de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca 233
Figura 3.2.5-142 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño Emma en época de lluvia y época seca 234
Figura 3.2.5-143 pH de las muestras de la microcuenca del caño Emma en época de lluvia y época seca 235
Figura 3.2.5-144 Oxígeno Disuelto de las muestras de la microcuenca del caño Emma en época de lluvia y época seca 235
Figura 3.2.5-145 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño Emma en época de lluvia y época seca 236
Figura 3.2.5-146 Sólidos Disueltos Totales de las muestras de la microcuenca del caño Emma en época de lluvia y época seca 237
Figura 3.2.5-147 Sólidos Suspendidos Totales de las muestras de la microcuenca del caño Emma en época de lluvia y época seca 238
Figura 3.2.5-148 Turbidez microcuenca del caño Emma en época de lluvia y época seca 238
Figura 3.2.5-149 Acidez, alcalinidad total y bicarbonatos microcuenca del caño Emma en época de lluvia y época seca 239
Figura 3.2.5-150 Color de las muestras en la microcuenca del caño Emma en época de lluvia y época seca 240
Figura 3.2.5-151 Nitratos microcuenca del caño Emma en época de lluvia y época seca 241
Figura 3.2.5-152 Carbono Orgánico total microcuenca del caño Emma en época de lluvia y época seca 242
Figura 3.2.5-153 Hierro microcuenca del caño Emma en época de lluvia y época seca 243
Figura 3.2.5-154 Coliformes Fecales Termotolerantes microcuenca del caño Emma en época de lluvia y época seca 243

Figura 3.2.5-155 Coliformes totales microcuenca del caño Emma en época de lluvia y época seca 244
Figura 3.2.5-156 Caudal de las muestras de la microcuenca del caño Emma en época de lluvia y época seca 245
Figura 3.2.5-157 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca 246
Figura 3.2.5-158 pH de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca 247
Figura 3.2.5-159 Oxígeno Disuelto (OD) de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca 247
Figura 3.2.5-160 Conductividad Eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca 248
Figura 3.2.5-161 Sólidos sedimentables de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca 249
Figura 3.2.5-162 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca 249
Figura 3.2.5-163 Turbiedad de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca 250
Figura 3.2.5-164 Acidez, Alcalinidad Total y Bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca 251
Figura 3.2.5-165 Dureza Cálcica y Dureza Total de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca 251
Figura 3.2.5-166 Color de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca 252
Figura 3.2.5-167 Nitratos de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca 253
Figura 3.2.5-168 DBO5 y DQO de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca 255
Figura 3.2.5-169 Hierro de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca 256
Figura 3.2.5-170 Manganeso de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca 256
Figura 3.2.5-171 Coliformes Fecales Termotolerantes de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca 257
Figura 3.2.5-172 Coliformes Totales de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca 258

Figura 3.2.5-173 Caudal de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca 259
Figura 3.2.5-174 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño Ipapa en época de lluvia y época seca 260
Figura 3.2.5-175 pH de las muestras de la microcuenca del caño Ipapa en época de lluvia y época seca 261
Figura 3.2.5-176 Oxígeno Disuelto (OD) de las muestras de la microcuenca del caño Ipapa en época de lluvia y época seca 261
Figura 3.2.5-177 Conductividad Eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño Ipapa en época de lluvia y época seca 262
Figura 3.2.5-178 Sólidos sedimentables de las muestras de la microcuenca del caño Ipapa en época de lluvia y época seca 263
Figura 3.2.5-179 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del caño Ipapa en época de lluvia y época seca 264
Figura 3.2.5-180 Turbiedad de las muestras de la microcuenca del caño Ipapa en época de lluvia y época seca 264
Figura 3.2.5-181 Color de las muestras de la microcuenca del caño Ipapa en época de lluvia y época seca 266
Figura 3.2.5-182 Nitratos de las muestras de la microcuenca del caño Ipapa en época de lluvia y época seca 267
Figura 3.2.5-183 Carbono Orgánico Total de las muestras de la microcuenca del caño Ipapa en época de lluvia y época seca 268
Figura 3.2.5-184 Hierro de las muestras de la microcuenca del caño Ipapa en época de lluvia y época seca 269
Figura 3.2.5-185 Manganeso de las muestras de la microcuenca del caño Ipapa en época de lluvia y época seca 269
Figura 3.2.5-186 Coliformes Fecales Termotolerantes de las muestras de la microcuenca del caño Ipapa en época de lluvia y época seca 270
Figura 3.2.5-187 Coliformes Totales de las muestras de la microcuenca del caño Ipapa en época de lluvia y época seca 271
Figura 3.2.5-188 Caudal de las muestras en la microcuenca del caño Ipapa en época de lluvia y época seca 272
Figura 3.2.5-189 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño La Lilbana en época de lluvia y época seca 273
Figura 3.2.5-190 pH de las muestras de la microcuenca del caño La Lilbana en época de lluvia y época seca 274

Figura 3.2.5-191 Oxígeno Disuelto (OD) de las muestras de la microcuenca del caño La Lilbana en época de lluvia y época seca 274
Figura 3.2.5-192 Conductividad Eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño La Lilbana en época de lluvia y época seca 275
Figura 3.2.5-193 Sólidos suspendidos totales de las muestras de la microcuenca del caño La Lilbana en época de lluvia y época seca 276
Figura 3.2.5-194 Turbidez de las muestras de la microcuenca del caño La Lilbana en época de lluvia y época seca 276
Figura 3.2.5-195 Color de las muestras de la microcuenca del caño La Lilbana en época de lluvia y época seca 277
Figura 3.2.5-196 Nitratos de las muestras de la microcuenca del caño La Lilbana en época de lluvia y época seca 278
Figura 3.2.5-197 Carbono orgánico total de las muestras de la microcuenca del caño La Lilbana en época de lluvia y época seca 279
Figura 3.2.5-198 Hierro de las muestras de la microcuenca del caño La Lilbana en época de lluvia y época seca 280
Figura 3.2.5-199 Coliformes fecales termotolerantes de las muestras de la microcuenca del caño La Lilbana en época de lluvia y época seca 281
Figura 3.2.5-200 Coliformes totales de las muestras de la microcuenca del caño La Lilbana en época de lluvia y época seca 281
Figura 3.2.5-201 Caudal de las muestras de la microcuenca del caño La Lilbana en época de lluvia y época seca 282
Figura 3.2.5-202 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño La Victoria en época de lluvia y época seca 283
Figura 3.2.5-203 pH de las muestras de la microcuenca del caño La Victoria en época de lluvia y época seca 284
Figura 3.2.5-204 Oxígeno disuelto de las muestras de la microcuenca del caño La Victoria en época de lluvia y época seca 284
Figura 3.2.5-205 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño La Victoria en época de lluvia y época seca 285
Figura 3.2.5-206 Sólidos sedimentables de las muestras de la microcuenca del caño La Victoria en época de lluvia y época seca 286
Figura 3.2.5-207 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del caño La Victoria en época de lluvia y época seca 286
Figura 3.2.5-208 Turbidez de las muestras de la microcuenca del caño La Victoria en época de lluvia y época seca 287

Figura 3.2.5-209 Acidez, alcalinidad total y bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del caño La Victoria en época de lluvia y época seca 288
Figura 3.2.5-210 Color de las muestras de agua de la microcuenca del caño La Victoria en época de lluvia y época seca 289
Figura 3.2.5-211 Nitratos de las muestras de agua de la microcuenca del caño La Victoria en época de lluvia y época seca 290
Figura 3.2.5-212 Carbono orgánico total de las muestras de agua de la microcuenca del caño La Victoria en época de lluvia y época seca 291
Figura 3.2.5-213 Hierro total de las muestras de agua de la microcuenca del caño La Victoria en época de lluvia y época seca 292
Figura 3.2.5-214 Coliformes fecales de las muestras de agua de la microcuenca del caño La Victoria en época de lluvia y época seca 293
Figura 3.2.5-215 Coliformes totales de las muestras de agua de la microcuenca del caño La Victoria en época de lluvia y época seca 293
Figura 3.2.5-216 Aforo de caudal en L/s en la microcuenca del caño La Victoria en época de lluvia y época seca 294
Figura 3.2.5-217 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca 295
Figura 3.2.5-218 pH de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca 296
Figura 3.2.5-219 Oxígeno disuelto de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca 296
Figura 3.2.5-220 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca 297
Figura 3.2.5-221 Sólidos disueltos totales de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca 297
Figura 3.2.5-222 Sólidos sedimentables de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca 298
Figura 3.2.5-223 Sólidos suspendidos totales de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca 298
Figura 3.2.5-224 Turbidez de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca 299
Figura 3.2.5-225 Acidez, alcalinidad total y bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca 300
Figura 3.2.5-226 Dureza total y dureza cálcica de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca 300

Figura 3.2.5-227 Color de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca 301
Figura 3.2.5-228 Nitratos de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca 302
Figura 3.2.5-229 Nitritos de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca 302
Figura 3.2.5-230 Carbono orgánico total de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca 303
Figura 3.2.5-231 Hierro total de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca 304
Figura 3.2.5-232 Coliformes fecales termotolerantes de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca 305
Figura 3.2.5-233 Coliformes totales de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca 306
Figura 3.2.5-234 Caudal de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca 307
Figura 3.2.5-235 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca 308
Figura 3.2.5-236 pH de las muestras de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca 309
Figura 3.2.5-237 Oxígeno disuelto de las muestras de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca 309
Figura 3.2.5-238 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca 310
Figura 3.2.5-239 Sólidos disueltos totales de las muestras de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca 311
Figura 3.2.5-240 Sólidos Sedimentables de las muestras de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca 311
Figura 3.2.5-241 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca 312
Figura 3.2.5-242 Turbidez de las muestras de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca 313
Figura 3.2.5-243 Acidez, alcalinidad total y bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca 313
Figura 3.2.5-244 Dureza total y dureza cálcica de las muestras de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca 314

Figura 3.2.5-245 Color de las muestras de agua de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca 315

Figura 3.2.5-246 Nitratos de las muestras de agua de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca 316

Figura 3.2.5-247 Carbono orgánico total de las muestras de agua de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca 317

Figura 3.2.5-248 DBO_5 y DQO de las muestras de agua de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca 317

Figura 3.2.5-249 Aluminio de las muestras de agua de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca 318

Figura 3.2.5-250 Manganeso total de las muestras de agua de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca 319

Figura 3.2.5-251 Hierro total de las muestras de agua de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca 319

Figura 3.2.5-252 Coliformes fecales de las muestras de agua de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca 320

Figura 3.2.5-253 Coliformes totales de las muestras de agua de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca 321

Figura 3.2.5-254 Caudal de las muestras de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca 322

Figura 3.2.5-255 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca 323

Figura 3.2.5-256 pH de las muestras de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca 324

Figura 3.2.5-257 Oxígeno disuelto de las muestras de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca 324

Figura 3.2.5-258 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca 325

Figura 3.2.5-259 Sólidos disueltos totales de las muestras de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca 325

Figura 3.2.5-260 Sólidos sedimentables de las muestras de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca 326

Figura 3.2.5-261 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca 326

Figura 3.2.5-262 Turbidez de las muestras de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca 327

Figura 3.2.5-263 Acidez, alcalinidad total y bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca 328

Figura 3.2.5-264 Dureza cálcica y dureza total de las muestras de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca 328

Figura 3.2.5-265 Sulfatos de las muestras de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca 329

Figura 3.2.5-266 Color de las muestras de agua de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca 330

Figura 3.2.5-267 Nitratos de las muestras de agua de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca 331

Figura 3.2.5-268 Carbono orgánico total de las muestras de agua de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca 332

Figura 3.2.5-269 DBO_5 y DQO de las muestras de agua de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca 333

Figura 3.2.5-270 Aluminio de las muestras de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca 334

Figura 3.2.5-271 Manganeso de las muestras de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca 334

Figura 3.2.5-272 Hierro total de las muestras de agua de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca 335

Figura 3.2.5-273 Coliformes fecales de las muestras de agua de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca 336

Figura 3.2.5-274 Coliformes totales de las muestras de agua de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca 336

Figura 3.2.5-275 Aforo de caudal de las muestras de agua de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca 337

Figura 3.2.5-276 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño Navajitas en época de lluvia y época seca 338

Figura 3.2.5-277 pH de las muestras de la microcuenca del caño Navajitas en época de lluvia y época seca 339

Figura 3.2.5-278 Oxígeno Disuelto (OD) de las muestras de la microcuenca del caño Navajitas en época de lluvia y época seca 339

Figura 3.2.5-279 Conductividad Eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño Navajitas en época de lluvia y época seca 340

Figura 3.2.5-280 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del caño Navajitas en época de lluvia y época seca 341

Figura 3.2.5-281 Turbiedad de las muestras de la microcuenca del caño Navajitas en época de lluvia y época seca 341

Figura 3.2.5-282 Color en UPC de las muestras de la microcuenca del caño Navajitas en época de lluvia y época seca 343

Figura 3.2.5-283 Nitratos de las muestras de la microcuenca del caño Navajitas en época de lluvia y época seca 344

Figura 3.2.5-284 Carbono orgánico total (COT) de las muestras de la microcuenca del caño Navajitas en época de lluvia y época seca 345

Figura 3.2.5-285 Hierro de las muestras de la microcuenca del caño Navajitas en época de lluvia y época seca 346

Figura 3.2.5-286 Coliformes Fecales Termotolerantes de las muestras de la microcuenca del caño Navajitas en época de lluvia y época seca 346

Figura 3.2.5-287 Coliformes Totales de las muestras de la microcuenca del caño Navajitas en época de lluvia y época seca 347

Figura 3.2.5-288 Caudal de las muestras de la microcuenca del caño Navajitas en época de lluvia y época seca 348

Figura 3.2.5-289 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño Piedra Candela en época de lluvia y época seca 349

Figura 3.2.5-290 pH de las muestras de la microcuenca del caño Piedra Candela en época de lluvia y época seca 350

Figura 3.2.5-291 Oxígeno Disuelto de las muestras de la microcuenca del caño Piedra Candela en época de lluvia y época seca 350

Figura 3.2.5-292 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño Piedra Candela en época de lluvia y época seca 351

Figura 3.2.5-293 Sólidos Suspendidos Totales de las muestras de la microcuenca del caño Piedra Candela en época de lluvia y época seca 352

Figura 3.2.5-294 Turbidez de las muestras de la microcuenca del caño Piedra Candela en época de lluvia y época seca 352

Figura 3.2.5-295 Acidez, Alcalinidad Total y Bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del caño Piedra Candela en época de lluvia y época seca 353

Figura 3.2.5-296 Color de las muestras de la microcuenca del caño Piedra Candela en época de lluvia y época seca 354

Figura 3.2.5-297 Nitratos de las muestras de la microcuenca del caño Piedra Candela en época de lluvia y época seca 355

Figura 3.2.53.2.5-298 Hierro de las muestras de la microcuenca del caño Piedra Candela en época de lluvia y época seca 357

Figura 3.2.5-299 Coliformes fecales de las muestras de la microcuenca del caño Piedra Candela en época de lluvia y época seca 357
Figura 3.2.5-300 Coliformes totales de las muestras de la microcuenca del caño Piedra Candela en época de lluvia y época seca 358
Figura 3.2.5-301 Caudal de las muestras de la microcuenca del caño Piedra Candela en época de lluvia y época seca 359
Figura 3.2.5-302 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca 360
Figura 3.2.5-303 pH de las muestras de la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca 361
Figura 3.2.5-304 Oxígeno Disuelto de las muestras de la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca 361
Figura 3.2.5-305 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca 362
Figura 3.2.5-306 Sólidos Disueltos Totales de las muestras de la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca 363
Figura 3.2.5-307 Sólidos sedimentables de las muestras de la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca 363
Figura 3.2.5-308 Sólidos Suspendidos Totales de las muestras de la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca 364
Figura 3.2.5-309 Turbidez de las muestras de la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca 365
Figura 3.2.5-310 Acidez, alcalinidad total y bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca 366
Figura 3.2.5-311 Dureza cálcica y dureza total de las muestras de la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca 366
Figura 3.2.5-312 Sulfatos de las muestras de la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca 367
Figura 3.2.5-313 Cloruros de las muestras de la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca 368
Figura 3.2.5-314 Color de las muestras en la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca 368
Figura 3.2.5-315 Nitratos de las muestras en la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca 369
Figura 3.2.5-316 Carbono Orgánico total de las muestras en la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca 370

Figura 3.2.5-317 Hierro de las muestras en la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca 371
Figura 3.2.5-318 Coliformes Fecales Termotolerantes de las muestras en la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca 371
Figura 3.2.5-319 Coliformes totales de las muestras en la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca 372
Figura 3.2.5-320 Caudal de las muestras de la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca 373
Figura 3.2.5-321 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño Santoya en época de lluvia y época seca 374
Figura 3.2.5-322 pH de las muestras de la microcuenca del caño Santoya en época de lluvia y época seca 374
Figura 3.2.5-323 Oxígeno Disuelto (OD) de las muestras de la microcuenca del caño Santoya en época de lluvia y época seca 375
Figura 3.2.5-324 Conductividad Eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño Santoya en época de lluvia y época seca 376
Figura 3.2.5-325 Sólidos sedimentables de las muestras de la microcuenca del caño Santoya en época de lluvia y época seca 376
Figura 3.2.5-326 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del caño Santoya en época de lluvia y época seca 377
Figura 3.2.5-327 Turbiedad de las muestras de la microcuenca del caño Santoya en época de lluvia y época seca 378
Figura 3.2.5-328 Color de las muestras de la microcuenca del caño Santoya en época de lluvia y época seca 379
Figura 3.2.5-329 Nitratos de las muestras de la microcuenca del caño Santoya en época de lluvia y época seca 380
Figura 3.2.5-330 Carbono Orgánico Total de las muestras de la microcuenca del caño Santoya en época de lluvia y época seca 381
Figura 3.2.5-331 DBO5 y DQO de las muestras de la microcuenca del caño Santoya en época de lluvia y época seca 382
Figura 3.2.5-332 Hierro de las muestras de la microcuenca del caño Santoya en época de lluvia y época seca 383
Figura 3.2.5-333 Manganeso de las muestras de la microcuenca del caño Santoya en época de lluvia y época seca 383
Figura 3.2.5-334 Coliformes Fecales Termotolerantes de las muestras de la microcuenca del caño Santoya en época de lluvia y época seca 384

Figura 3.2.5-335 Coliformes Totales de las muestras de la microcuenca del caño Santoya en época de lluvia y época seca 385
Figura 3.2.5-336 Caudal de las muestras de la microcuenca del caño Santoya en época de lluvia y época seca 386
Figura 3.2.5-337 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño Venturosa en época de lluvia y época seca 387
Figura 3.2.5-338 pH de las muestras de la microcuenca del caño Venturosa en época de lluvia y época seca 388
Figura 3.2.5-339 Oxígeno Disuelto (OD) de las muestras de la microcuenca del caño Venturosa en época de lluvia y época seca 388
Figura 3.2.5-340 Conductividad Eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño Venturosa en época de lluvia y época seca 389
Figura 3.2.5-341 Sólidos sedimentables de las muestras de la microcuenca del caño Venturosa en época de lluvia y época seca 390
Figura 3.2.5-342 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del caño Venturosa en época de lluvia y época seca 390
Figura 3.2.5-343 Turbiedad de las muestras de la microcuenca del caño Venturosa en época de lluvia y época seca 391
Figura 3.2.5-344 Acidez, Alcalinidad Total y Bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del caño Venturosa en época de lluvia y época seca 392
Figura 3.2.5-345 Color de las muestras de la microcuenca del caño Venturosa en época de lluvia y época seca 393
Figura 3.2.5-346 Nitratos de las muestras de la microcuenca del caño Venturosa en época de lluvia y época seca 394
Figura 3.2.5-347 Carbono Orgánico Total de las muestras de la microcuenca del caño Venturosa en época de lluvia y época seca 395
Figura 3.2.5-348 DBO_5 y DQO de las muestras de la microcuenca del caño Venturosa en época de lluvia y época seca 396
Figura 3.2.5-349 Hierro de las muestras de la microcuenca del caño Venturosa en época de lluvia y época seca 397
Figura 3.2.5-350 Manganeso de las muestras de la microcuenca del caño Venturosa en época de lluvia y época seca 397
Figura 3.2.5-351 Coliformes Fecales Termotolerantes de las muestras de la microcuenca del caño Venturosa en época de lluvia y época seca 398
Figura 3.2.5-352 Coliformes Totales de las muestras de la microcuenca del caño Venturosa en época de lluvia y época seca 399

Figura 3.2.5-353 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca 400
Figura 3.2.5-354 pH de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca 401
Figura 3.2.5-355 Oxígeno Disuelto (OD) de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca 401
Figura 3.2.5-356 Conductividad Eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca 402
Figura 3.2.5-357 Sólidos disueltos totales de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca 403
Figura 3.2.5-358 Sólidos sedimentables de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca 403
Figura 3.2.5-359 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca 404
Figura 3.2.5-360 Turbidez de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca 405
Figura 3.2.5-361 Alcalinidad total y Bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca 406
Figura 3.2.5-362 Dureza Cálcica y Dureza Total de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca 406
Figura 3.2.5-363 Cloruros de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca 407
Figura 3.2.5-364 Color de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca 408
Figura 3.2.5-365 Nitratos de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca 409
Figura 3.2.5-366 DBO_5 y DQO de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca 410
Figura 3.2.5-367 Zinc de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca 411
Figura 3.2.5-368 Hierro de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca 412
Figura 3.2.5-369 Manganeso de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca 412
Figura 3.2.5-370 Coliformes Fecales Termotolerantes de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca 413

Figura 3.2.5-371 Coliformes Totales de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca 413
Figura 3.2.5-372 Caudal de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca 414
Figura 3.2.5-373 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño Yurimena en época de lluvia y época seca 415
Figura 3.2.5-374 pH de las muestras de la microcuenca del caño Yurimena en época de lluvia y época seca 416
Figura 3.2.5-375 Oxígeno Disuelto (OD) de las muestras de la microcuenca del caño Yurimena en época de lluvia y época seca 416
Figura 3.2.5-376 Conductividad Eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño Yurimena en época de lluvia y época seca 417
Figura 3.2.5-377 Sólidos suspendidos totales de las muestras de la microcuenca del caño Yurimena en época de lluvia y época seca 418
Figura 3.2.5-378 Turbidez de las muestras de la microcuenca del caño Yurimena en época de lluvia y época seca 418
Figura 3.2.5-379 Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del caño Yurimena en época de lluvia y época seca 419
Figura 3.2.5-380 Dureza total y dureza máxima de las muestras de la microcuenca del caño Yurimena en época de lluvia y época seca 420
Figura 3.2.5-381 Color de las muestras de la microcuenca del caño Yurimena en época de lluvia y época seca 421
Figura 3.2.5-382 Nitratos de las muestras de la microcuenca del caño Yurimena en época de lluvia y época seca 422
Figura 3.2.5-383 Carbono orgánico total de las muestras de la microcuenca del caño Yurimena en época de lluvia y época seca 423
Figura 3.2.5-384 Hierro de las muestras de la microcuenca del caño Yurimena en época de lluvia y época seca 424
Figura 3.2.5-385 Manganeso de las muestras de la microcuenca del caño Yurimena en época de lluvia y época seca 424
Figura 3.2.5-386 Coliformes fecales termotolerantes de las muestras de la microcuenca del caño Yurimena en época de lluvia y época seca 425
Figura 3.2.5-387 Coliformes totales de las muestras de la microcuenca del caño Yurimena en época de lluvia y época seca 426
Figura 3.2.5-388 Caudal de las muestras de la microcuenca del caño Yurimena en época de lluvia y época seca 427

Figura 3.2.5-389 Temperatura de las muestras de la microcuenca del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca 428
Figura 3.2.5-390 pH de las muestras de la microcuenca del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca 428
Figura 3.2.5-391 Oxígeno disuelto de las muestras de la microcuenca del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca 429
Figura 3.2.5-392 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca 429
Figura 3.2.5-393 Sólidos disueltos totales de las muestras de la microcuenca del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca 430
Figura 3.2.5-394 Sólidos sedimentables de las muestras de la microcuenca del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca 430
Figura 3.2.5-395 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca 431
Figura 3.2.5-396 Turbidez de las muestras de la microcuenca del caño río Cabuyarito en época de lluvia y época seca 431
Figura 3.2.5-397 Acidez, alcalinidad total y bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca 432
Figura 3.2.5-398 Dureza cálcica y dureza total de las muestras de la microcuenca del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca 433
Figura 3.2.5-399 Color de las muestras de agua de la microcuenca del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca 434
Figura 3.2.5-400 Nitratos de las muestras de agua de la microcuenca del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca 435
Figura 3.2.5-401 Carbono orgánico total de las muestras de agua de la microcuenca del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca 436
Figura 3.2.5-402 Aluminio de las muestras de agua de la microcuenca del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca 437
Figura 3.2.5-403 Hierro total de las muestras de agua de la microcuenca del del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca 437
Figura 3.2.5-404 Manganeso de las muestras de agua de la microcuenca del del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca 438
Figura 3.2.5-405 Coliformes fecales de las muestras de agua de la microcuenca del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca 438
Figura 3.2.5-406 Coliformes totales de las muestras de agua de la microcuenca del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca 439

Figura 3.2.5-407 Aforo de caudal en L/s en la microcuenca del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca 440
Figura 3.2.5-408 Temperatura de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca 441
Figura 3.2.5-409 pH de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca 442
Figura 3.2.5-410 Oxígeno Disuelto (OD) de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca 442
Figura 3.2.5-411 Conductividad Eléctrica de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca 443
Figura 3.2.5-412 Sólidos Disueltos Totales (SDT) de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca 444
Figura 3.2.5-413 Sólidos sedimentables de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca 444
Figura 3.2.5-414 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca 445
Figura 3.2.5-415 Turbidez de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca 446
Figura 3.2.5-416 Acidez, Alcalinidad Total y Bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca 447
Figura 3.2.5-417 Dureza Cálcica y Dureza Total de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca 447
Figura 3.2.5-418 Color de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca 448
Figura 3.2.5-419 Nitratos de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca 449
Figura 3.2.5-420 Carbono orgánico total de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca 450
Figura 3.2.5-421 DBO5 y DQO de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca 451
Figura 3.2.5-422 Aluminio de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca 452
Figura 3.2.5-423 Hierro de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca 453
Figura 3.2.5-424 Manganeso de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca 453

Figura 3.2.5-425 Coliformes Fecales Termotolerantes de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca 454
Figura 3.2.5-426 Coliformes Totales de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca 455
Figura 3.2.5-427 Caudal del punto de monitoreo HUMEA_CL_01A de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca 456
Figura 3.2.5-428 Temperatura de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca 457
Figura 3.2.5-429 pH de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca 458
Figura 3.2.5-430 Oxígeno disuelto de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca 458
Figura 3.2.5-431 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca 459
Figura 3.2.5-432 Sólidos disueltos totales de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca 460
Figura 3.2.5-433 Sólidos sedimentables de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca 460
Figura 3.2.5-434 Sólidos suspendidos totales de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca 461
Figura 3.2.5-435 Turbidez de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca 461
Figura 3.2.5-436 Acidez, alcalinidad total y bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca 462
Figura 3.2.5-437 Dureza total y dureza cálcica de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca 463
Figura 3.2.5-438 Color de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca 464
Figura 3.2.5-439 Nitratos de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca 465
Figura 3.2.5-440 Carbono orgánico total de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca 466
Figura 3.2.5-441 DBO_5 y DQO de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca 466
Figura 3.2.5-442 Aluminio de las muestras de agua de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca 467

Figura 3.2.5-443 Hierro total de las muestras de agua de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca 468
Figura 3.2.5-444 Manganeso de las muestras de agua de la microcuenca del del río Meta en época de lluvia y época seca 469
Figura 3.2.5-445 Coliformes fecales termotolerantes de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca 469
Figura 3.2.5-446 Coliformes totales de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca 470
Figura 3.2.5-447 Caudal de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca 471
Figura 3.2.5-448 Temperatura de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca 472
Figura 3.2.5-449 pH de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca 472
Figura 3.2.5-450 Oxígeno disuelto de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca 473
Figura 3.2.5-451 Conductividad eléctrica de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca 474
Figura 3.2.5-452 Sólidos sedimentables de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca 474
Figura 3.2.5-453 Sólidos suspendidos totales de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca 475
Figura 3.2.5-454 Turbidez de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca 476
Figura 3.2.5-455 Alcalinidad total y bicarbonatos de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca 477
Figura 3.2.5-456 Dureza total y dureza cálcica de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca 477
Figura 3.2.5-457 Color de las muestras de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca 478
Figura 3.2.5-458 Nitratos de las muestras de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca 479
Figura 3.2.5-459 Carbono orgánico total de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca 480
Figura 3.2.5-460 Zinc de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca 481
Figura 3.2.5-461 Hierro total de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca 482

Figura 3.2.5-462 Manganeso de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca 482
Figura 3.2.5-463 Coliformes fecales termotolerantes de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca 483
Figura 3.2.5-464 Coliformes totales de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca 484
Figura 3.2.5-465 Temperatura de las muestras de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca 485
Figura 3.2.5-466 pH de las muestras de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca 486
Figura 3.2.5-467 Oxígeno disuelto de las muestras de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca 486
Figura 3.2.5-468 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca 487
Figura 3.2.5-469 Sólidos disueltos totales de las muestras de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca 488
Figura 3.2.5-470 Sólidos Sedimentables de las muestras de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca 488
Figura 3.2.5-471 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca 489
Figura 3.2.5-472 Turbidez de las muestras de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca 490
Figura 3.2.5-473 Acidez, alcalinidad total y bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca 490
Figura 3.2.5-474 Dureza total y dureza cálcica de las muestras de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca 491
Figura 3.2.5-475 Sulfatos de las muestras de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca 492
Figura 3.2.5-476 Color de las muestras de agua de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca 493
Figura 3.2.5-477 Nitratos de las muestras de agua de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca 494
Figura 3.2.5-478 Carbono orgánico total de las muestras de agua de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca 495
Figura 3.2.5-479 DBO_5 y DQO de las muestras de agua de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca 495

Figura 3.2.5-480 Aluminio de las muestras de agua de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca 496
Figura 3.2.5-481 Zinc de las muestras de agua de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca 497
Figura 3.2.5-482 Manganeso total de las muestras de agua de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca 498
Figura 3.2.5-483 Hierro total de las muestras de agua de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca 498
Figura 3.2.5-484 Coliformes fecales de las muestras de agua de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca 499
Figura 3.2.5-485 Coliformes totales de las muestras de agua de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca 500
Figura 3.2.5-486 Caudal de las muestras de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca 501
Figura 3.2.5-487 Temperatura de las muestras de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca 502
Figura 3.2.5-488 pH de las muestras de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca 502
Figura 3.2.5-489 Oxígeno disuelto de las muestras de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca 503
Figura 3.2.5-490 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca 504
Figura 3.2.5-491 Sólidos disueltos totales de las muestras de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca 504
Figura 3.2.5-492 Sólidos sedimentables de las muestras de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca 505
Figura 3.2.5-493 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca 505
Figura 3.2.5-494 Turbidez de las muestras de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca 506
Figura 3.2.5-495 Acidez, alcalinidad total y bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca 507
Figura 3.2.5-496 Dureza cálcica y dureza total de las muestras de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca 507
Figura 3.2.5-497 Sulfatos de las muestras de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca 508

Figura 3.2.5-498 Color de las muestras de agua de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca 509
Figura 3.2.5-499 Nitratos de las muestras de agua de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca 510
Figura 3.2.5-500 Carbono orgánico total de las muestras de agua de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca 511
Figura 3.2.5-501 DBO_5 y DQO de las muestras de agua de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca 511
Figura 3.2.5-502 Aluminio de las muestras de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca 512
Figura 3.2.5-503 Manganeso de las muestras de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca 513
Figura 3.2.5-504 Hierro total de las muestras de agua de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca 513
Figura 3.2.5-505 Coliformes fecales de las muestras de agua de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca 514
Figura 3.2.5-506 Coliformes totales de las muestras de agua de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca 515
Figura 3.2.5-507 Aforo de caudal de las muestras de agua de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca 516
Figura 3.2.5-508 Temperatura de las muestras de la microcuenca del río Yucao en época de lluvia y época seca 517
Figura 3.2.5-509 pH de las muestras de la microcuenca del río Yucao en época de lluvia y época seca 517
Figura 3.2.5-510 Oxígeno Disuelto (OD) de las muestras de la microcuenca del río Yucao en época de lluvia y época seca 518
Figura 3.2.5-511 Conductividad Eléctrica de las muestras de la microcuenca del río Yucao en época de lluvia y época seca 519
Figura 3.2.5-512 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del río Yucao en época de lluvia y época seca 520
Figura 3.2.5-513 Turbiedad de las muestras de la microcuenca del río Yucao en época de lluvia y época seca 520
Figura 3.2.5-514 Color en UPC de las muestras de la microcuenca del río Yucao en época de lluvia y época seca 522
Figura 3.2.5-515 Nitratos de las muestras de la microcuenca del río Yucao en época de lluvia y época seca 523

Figura 3.2.5-516 Carbono orgánico total (COT) de las muestras de la microcuenca del río Yucao en época de lluvia y época seca 524
Figura 3.2.5-517 Hierro de las muestras de la microcuenca del río Yucao en época de lluvia y época seca 525
Figura 3.2.5-518 Coliformes Fecales Termotolerantes de las muestras de la microcuenca del río Yucao en época de lluvia y época seca 525
Figura 3.2.5-519 Coliformes Totales de las muestras de la microcuenca del río Yucao en época de lluvia y época seca 526
Figura 3.2.5-520 Caudal de las muestras de la microcuenca del río Yucao en época de lluvia y época seca 527

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 3.2.5-1 MADREVIEJA_NEGRO_02 en época de lluvia 80
Fotografía 3.2.5-2 MADREVIEJA_NEGRO_02 en época seca 80
Fotografía 3.2.5-3 NEGRO_CL_01 en época de lluvia 80
Fotografía 3.2.5-4 NEGRO_CL_01 en época seca 80
Fotografía 3.2.5-5 NEGRO_CL_02 en época de lluvia 81
Fotografía 3.2.5-6 NEGRO_CL_02 en época seca 81
Fotografía 3.2.5-7 BANDERAS_CLE_01 en época de lluvia 82
Fotografía 3.2.5-8 BANDERAS_CLE_01 en época seca 82
Fotografía 3.2.5-9 OCmn12 en época de lluvia 82
Fotografía 3.2.5-10 OCmn12 en época seca 82
Fotografía 3.2.5-11 OCmn13 en época de lluvia 83
Fotografía 3.2.5-12 OCmn13 en época seca 83
Fotografía 3.2.5-13 BARBASCOS_CL_01 en época de lluvia 83
Fotografía 3.2.5-14 BARBASCOS_CL_01 en época seca 83
Fotografía 3.2.5-15 ACEITE_CL_01 en época de lluvia 84
Fotografía 3.2.5-16 ACEITE_CL_01 en época seca 84
Fotografía 3.2.5-17 OCmn17 en época de lluvia 84
Fotografía 3.2.5-18 OCmn17 en época seca 84
Fotografía 3.2.5-19 BORAL _CL_01 en época de lluvia 85
Fotografía 3.2.5-20 BORAL _CL_01 en época seca 85

Fotografía 3.2.5-21 BORAL _CL_02 en época de lluvia 85
Fotografía 3.2.5-22 BORAL _CL_02 en época seca 85
Fotografía 3.2.5-23 BORAL _CL_03 en época de lluvia 86
Fotografía 3.2.5-24 Condiciones de ingreso al punto BORAL_CL_03 en época seca 86
Fotografía 3.2.5-25 BORAL _CLE_01 en época de lluvia 86
Fotografía 3.2.5-26 BORAL _CLE_01 en época seca 86
Fotografía 3.2.5-27 BORAL _CLE_02 en época de lluvia 87
Fotografía 3.2.5-28 BORAL _CLE_02 en época seca 87
Fotografía 3.2.5-29 OC11 en época de lluvia 87
Fotografía 3.2.5-30 OC11 en época seca 87
Fotografía 3.2.5-31 PMASUP _DS_13 en época de lluvia 88
Fotografía 3.2.5-32 PMASUP _DS_13 en época seca 88
Fotografía 3.2.5-33 OC14 en época de lluvia 88
Fotografía 3.2.5-34 OC14 en época seca 88
Fotografía 3.2.5-35 PMASUP _DS_15 en época de lluvia 89
Fotografía 3.2.5-36 PMASUP _DS_15 en época seca 89
Fotografía 3.2.5-37 OC17 en época de lluvia 89
Fotografía 3.2.5-38 PMASUP _DS_17 en época seca 89
Fotografía 3.2.5-39 PMASUP _DS_19 en época de lluvia 90
Fotografía 3.2.5-40 PMASUP _DS_19 en época seca 90
Fotografía 3.2.5-41 EL PASO_CL_01 en época de lluvia 91
Fotografía 3.2.5-42 EL PASO_CL_01 en época seca 91
Fotografía 3.2.5-43 TOTUMAL _CL_01 en época de lluvia 92
Fotografía 3.2.5-44 TOTUMAL _CL_01 en época seca 92
Fotografía 3.2.5-45 TOTUMAL _CLE_02 en época de lluvia 92
Fotografía 3.2.5-46 TOTUMAL _CLE_02 en época seca 92
Fotografía 3.2.5-47 TOTUMAL _CLE_03 en época de lluvia 93
Fotografía 3.2.5-48 TOTUMAL _CLE_03 en época seca 93
Fotografía 3.2.5-49 PMASUP _DS_12 en época de lluvia 93
Fotografía 3.2.5-50 PMASUP _DS_12 en época seca 93

Fotografía 3.2.5-51 EMMA _CL_03 en época de lluvia 94
Fotografía 3.2.5-52 EMMA _CL_03 en época seca 94
Fotografía 3.2.5-53 OCMY12 en época de lluvia 94
Fotografía 3.2.5-54 OCMY12 en época seca 94
Fotografía 3.2.5-55 OCMY13 en época de lluvia 95
Fotografía 3.2.5-56 OCMY13 en época seca 95
Fotografía 3.2.5-57 OCMY14 en época de lluvia 95
Fotografía 3.2.5-58 OCMY14 en época seca 95
Fotografía 3.2.5-59 OCMY15 en época de lluvia 96
Fotografía 3.2.5-60 OCMY15 en época seca 96
Fotografía 3.2.5-61 OCMY17 en época de lluvia 96
Fotografía 3.2.5-62 OCMY17 en época seca 96
Fotografía 3.2.5-63 GÜIO _CLE_01 en época de lluvia 97
Fotografía 3.2.5-64 GÜIO _CLE_01 en época seca 97
Fotografía 3.2.5-65 GÜIO _CLE_02 en época de lluvia 97
Fotografía 3.2.5-66 GÜIO _CLE_02 en época seca 97
Fotografía 3.2.5-67 GÜIO _CL_01 en época de lluvia 98
Fotografía 3.2.5-68 GÜIO _CL_01 en época seca 98
Fotografía 3.2.5-69 GÜIO _CL_02 en época de lluvia 98
Fotografía 3.2.5-70 GÜIO _CL_02 en época seca 98
Fotografía 3.2.5-71 IPAPA _CL_01 en época de lluvia 99
Fotografía 3.2.5-72 IPAPA _CL_01 en época seca 99
Fotografía 3.2.5-73 OCMY9 en época de lluvia 99
Fotografía 3.2.5-74 OCMY9 en época seca 99
Fotografía 3.2.5-75 OCmn19 en época de lluvia 100
Fotografía 3.2.5-76 OCmn19 en época seca 100
Fotografía 3.2.5-77 OCMY11 en época de lluvia 101
Fotografía 3.2.5-78 OCMY11 en época seca 101
Fotografía 3.2.5-79 OCmn14 en época de lluvia 102
Fotografía 3.2.5-80 OCmn14 en época seca 102

Fotografía 3.2.5-81 OCmn15 en época de lluvia 102
Fotografía 3.2.5-82 OCmn15 en época seca 102
Fotografía 3.2.5-83 MACAPAY _CL_01 en época de lluvia 103
Fotografía 3.2.5-84 MACAPAY _CL_01 en época seca 103
Fotografía 3.2.5-85 MACAPAY _CL_02 en época de lluvia 103
Fotografía 3.2.5-86 MACAPAY _CL_02 en época seca 103
Fotografía 3.2.5-87 MENEGUA _CL_02 en época de lluvia 104
Fotografía 3.2.5-88 MENEGUA _CL_02 en época seca 104
Fotografía 3.2.5-89 MENEGUA _CLE_02 en época de lluvia 104
Fotografía 3.2.5-90 MENEGUA _CLE_02 en época seca 104
Fotografía 3.2.5-91 OCMY18 en época de lluvia 105
Fotografía 3.2.5-92 OCMY18 en época seca 105
Fotografía 3.2.5-93 NAVAJAS_ SUR_CL_01 en época de lluvia 106
Fotografía 3.2.5-94 NAVAJAS_ SUR_CL_01 en época seca 106
Fotografía 3.2.5-95 NAVAJAS_ SUR_CL_02 en época de lluvia 106
Fotografía 3.2.5-96 NAVAJAS_ SUR_CL_02 en época seca 106
Fotografía 3.2.5-97 NAVAJAS_ SUR_CLE_01 en época de lluvia 107
Fotografía 3.2.5-98 NAVAJAS_ SUR_CLE_01 en época seca 107
Fotografía 3.2.5-99 NAVAJITAS_CL_01 en época de lluvia 108
Fotografía 3.2.5-100 NAVAJITAS_CL_01 en época seca 108
Fotografía 3.2.5-101 NAVAJITAS_CL_02 en época de lluvia 108
Fotografía 3.2.5-102 NAVAJITAS_CL_02 en época seca 108
Fotografía 3.2.5-103 OCMY10 en época de lluvia 109
Fotografía 3.2.5-104 OCMY10 en época seca 109
Fotografía 3.2.5-105 PIEDRA CANDELA_CL_01 en época de lluvia 109
Fotografía 3.2.5-106 PIEDRA CANDELA_CL_01 en época seca 109
Fotografía 3.2.5-107 OCmn1 en época de lluvia 110
Fotografía 3.2.5-108 OCmn1 en época seca 110
Fotografía 3.2.5-109 OCmn11 en época de lluvia 110
Fotografía 3.2.5-110 OCmn11 en época seca 110

Fotografía 3.2.5-111 OCmn2 en época de lluvia 111
Fotografía 3.2.5-112 OCmn2 en época seca 111
Fotografía 3.2.5-113 OCmn3 en época de lluvia 111
Fotografía 3.2.5-114 OCmn3 en época seca 111
Fotografía 3.2.5-115 OCMY1 en época de lluvia 112
Fotografía 3.2.5-116 OCMY1 en época seca 112
Fotografía 3.2.5-117 OCMY2 en época de lluvia 112
Fotografía 3.2.5-118 OCMY2 en época seca 112
Fotografía 3.2.5-119 OCMY6 en época de lluvia 113
Fotografía 3.2.5-120 OCMY6 en época seca 113
Fotografía 3.2.5-121 PIRIGUA _CL_02 en época de lluvia 113
Fotografía 3.2.5-122 PIRIGUA _CL_02 en época seca 113
Fotografía 3.2.5-123 PIRIGUA _CLE_01 en época de lluvia 114
Fotografía 3.2.5-124 PIRIGUA _CLE_01 en época seca 114
Fotografía 3.2.5-125 PIRIGUA _CLE_02 en época de lluvia 114
Fotografía 3.2.5-126 PIRIGUA _CLE_02 en época seca 114
Fotografía 3.2.5-127 SANTOYA _CL_01 en época de lluvia 115
Fotografía 3.2.5-128 SANTOYA _CL_01 en época seca 115
Fotografía 3.2.5-129 SANTOYA _CL_02 en época de lluvia 115
Fotografía 3.2.5-130 SANTOYA _CL_02 en época seca 115
Fotografía 3.2.5-131 SANTOYA _CLE_01 en época de lluvia 116
Fotografía 3.2.5-132 SANTOYA _CLE_01 en época seca 116
Fotografía 3.2.5-133 SANTOYA _CLE_02 en época de lluvia 116
Fotografía 3.2.5-134 SANTOYA _CLE_02 en época seca 116
Fotografía 3.2.5-135 VENTUROSA_CLE_01 en época de lluvia 117
Fotografía 3.2.5-136 VENTUROSA_CLE_01 en época seca 117
Fotografía 3.2.5-137 VENTUROSA_CLE_02 en época de lluvia 117
Fotografía 3.2.5-138 VENTUROSA_CLE_02 en época seca 117
Fotografía 3.2.5-139 VENTUROSA_CLE_03 en época de lluvia 118
Fotografía 3.2.5-140 VENTUROSA_CLE_03 en época seca 118

Fotografía 3.2.5-141 PMASUP _DS_18 en época de lluvia 119
Fotografía 3.2.5-142 PMASUP _DS_18 en época seca 119
Fotografía 3.2.5-143 YARICO _CLE_01 en época de lluvia 119
Fotografía 3.2.5-144 YARICO _CLE_01 en época seca 119
Fotografía 3.2.5-145 YARICO _CLE_02 en época de lluvia 120
Fotografía 3.2.5-146 YARICO _CLE_02 en época seca 120
Fotografía 3.2.5-147 YARICO _CL_01 en época de lluvia 120
Fotografía 3.2.5-148 YARICO _CL_01 en época seca 120
Fotografía 3.2.5-149 YARICO _CL_02 en época de lluvia 121
Fotografía 3.2.5-150 YARICO _CL_02 en época seca 121
Fotografía 3.2.5-151 YARICO _CL_03 en época de lluvia 121
Fotografía 3.2.5-152 YARICO _CL_03 en época seca 121
Fotografía 3.2.5-153 OCmn16 en época de lluvia 122
Fotografía 3.2.5-154 OCmn16 en época seca 122
Fotografía 3.2.5-155 OCmn18 en época de lluvia 122
Fotografía 3.2.5-156 OCmn18 en época seca 122
Fotografía 3.2.5-157 OCMY16 en época de lluvia 123
Fotografía 3.2.5-158 OCMY16 en época seca 123
Fotografía 3.2.5-159 YURIMENA_CL_03 en época de lluvia 123
Fotografía 3.2.5-160 YURIMENA_CL_03 en época seca 123
Fotografía 3.2.5-161 CABUYARITO_CL_01 en época de lluvia 124
Fotografía 3.2.5-162 CABUYARITO_CL_01 en época seca 124
Fotografía 3.2.5-163 CABUYARITO_CL_02 en época de lluvia 124
Fotografía 3.2.5-164 CABUYARITO_CL_02 124
Fotografía 3.2.5-165 OCmn10 en época de lluvia 125
Fotografía 3.2.5-166 OCmn10 en época seca 125
Fotografía 3.2.5-167 OCmn5 en época de lluvia 125
Fotografía 3.2.5-168 OCmn5 en época seca 125
Fotografía 3.2.5-169 OCmn6 en época de lluvia 126
Fotografía 3.2.5-170 OCmn6 en época seca 126

Fotografía 3.2.5-171 OCmn7 en época de lluvia 126
Fotografía 3.2.5-172 OCmn7 en época seca 126
Fotografía 3.2.5-173 OCmn8 en época de lluvia 127
Fotografía 3.2.5-174 OCmn8 en época seca 127
Fotografía 3.2.5-175 OCmn9 en época de lluvia 127
Fotografía 3.2.5-176 OCmn9 en época seca 127
Fotografía 3.2.5-177 MADREVIEJA_HUMEA_01 en época de lluvia 128
Fotografía 3.2.5-178 MADREVIEJA_HUMEA_01 en época seca 128
Fotografía 3.2.5-179 MADREVIEJA_HUMEA_02 en época de lluvia 128
Fotografía 3.2.5-180 MADREVIEJA_HUMEA_02 en época seca 128
Fotografía 3.2.5-181 HUMEA_CL_01A en época de lluvia 129
Fotografía 3.2.5-182 HUMEA_CL_01A en época seca 129
Fotografía 3.2.5-183 META_CL_01A en época de lluvia 130
Fotografía 3.2.5-184 META_CL_01A en época seca 130
Fotografía 3.2.5-185 META_CL_02 en época de lluvia 130
Fotografía 3.2.5-186 META_CL_02 en época seca 130
Fotografía 3.2.5-187 META_CL_03 en época de lluvia 131
Fotografía 3.2.5-188 META_CL_03 en época seca 131
Fotografía 3.2.5-189 MADREVIEJA META_01 en época de lluvia 131
Fotografía 3.2.5-190 MADREVIEJA META_01 en época seca 131
Fotografía 3.2.5-191 MADREVIEJA META_02 en época de lluvia 132
Fotografía 3.2.5-192 MADREVIEJA META_02 en época seca 132
Fotografía 3.2.5-193 META_CLE_01 en época de lluvia 132
Fotografía 3.2.5-194 META_CLE_01 en época seca 132
Fotografía 3.2.5-195 OCmn4 en época de lluvia 133
Fotografía 3.2.5-196 OCmn4 en época seca 133
Fotografía 3.2.5-197 OCMY7 en época de lluvia 133
Fotografía 3.2.5-198 OCMY7 en época seca 133
Fotografía 3.2.5-199 METICA_CL_01 en época de lluvia 134
Fotografía 3.2.5-200 METICA_CL_01 en época seca 134

Fotografía 3.2.5-201 METICA_CL_02 en época de lluvia 134
Fotografía 3.2.5-202 METICA_CL_02 en época seca 134
Fotografía 3.2.5-203 METICA_CL_03 en época de lluvia 135
Fotografía 3.2.5-204 METICA_CL_03 en época seca 135
Fotografía 3.2.5-205 UPIA_CL_01 en época de lluvia 136
Fotografía 3.2.5-206 UPIA_CL_01 en época seca 136
Fotografía 3.2.5-207 UPIA_CL_02 en época de lluvia 136
Fotografía 3.2.5-208 UPIA_CL_02 en época seca 136
Fotografía 3.2.5-209 YUCAO_CL_01 en época de lluvia 137
Fotografía 3.2.5-210 YUCAO_CL_01 en época seca 137
Fotografía 3.2.5-211 YUCAO_CL_02 en época de lluvia 137
Fotografía 3.2.5-212 YUCAO_CL_02 en época seca 137

3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

3.2 MEDIO ABIÓTICO

3.2.5 Calidad de agua

La calidad de agua, fundamental para la preservación de la integridad los ecosistemas y la salud humana, se refiere a la composición fisicoquímica y biológica del agua determinada de acuerdo con los estándares de calidad establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del decreto único 1076 de 2015 expedido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, según el uso para el cual el agua es destinada.

Con el fin de conocer la calidad del agua superficial de los cuerpos de agua susceptibles de intervención en el área de influencia del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para la modificación de la licencia ambiental de la fase exploratoria, a través de la obtención de licencia ambiental de desarrollo para el Bloque CPO-5, se evaluó la calidad fisicoquímica, bacteriológica e hidrobiológica de los cuerpos de agua superficial ubicados en jurisdicción de los municipios de Puerto López y Cabuyaro del departamento del Meta. La medición de parámetros In situ, los muestreos y el análisis de laboratorio fueron realizados por el laboratorio MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., acreditado ante el IDEAM mediante la Resolución 1849 del 26 de agosto del 2022 (ver **Anexo 3.2-5e_Res_acreditacion**).

A continuación, se presenta el análisis de los resultados obtenidos de los monitoreos y el cálculo del índice de calidad del agua (ICA) y los índices de contaminación del agua (ICOMO, ICOMI, ICOSUS e ICOTRO). Estos resultados proporcionan una visión integral del estado actual de la calidad del agua de los cuerpos de agua susceptibles de intervención o de ser impactados con la ejecución del proyecto, esencial para la toma de decisiones informadas y la gestión sostenible de este recurso vital.

3.2.5.1 Puntos de monitoreo

3.2.5.1.1 Selección de los puntos de monitoreo

La selección de los puntos de la campaña de monitoreo de calidad de agua del presente EIA para la modificación de licencia del Bloque CPO-5 responde a los criterios técnicos y normativos del Protocolo de Monitoreo y Seguimiento del Agua (IDEAM, 2021[1]), y la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales - MGEPEA (Resolución 1402 del 25 de julio de 2018 del MADS - ANLA). Por lo anterior, se generó una red de puntos de monitoreo que cubre las 28 microcuencas más representativas de las subzonas hidrográficas del área de influencia físico-biótica del proyecto. Las microcuencas monitoreadas fueron seleccionadas por su representatividad hidrológica considerando el porcentaje del área de la microcuenca al interior del AI físico-biótica del proyecto, así como la influencia potencial de las actividades proyectadas en el Bloque CPO-5, incluyendo la solicitud de uso y aprovechamiento de recursos como franjas de captación de agua superficial y permiso de ocupación de cauce.

[1] *IDEAM, INVEMAR (2021). Protocolo de Monitoreo y Seguimiento del Agua. Bogotá, D.C., 2021. 631 páginas.*

Los puntos de monitoreo se encuentran distribuidos a lo largo del gradiente de cada microcuenca (alta, media y baja), siguiendo los patrones de drenaje locales de cada microcuenca seleccionada (dendrítico con cauces meándricos, presencia de drenajes canalizados, dendrítico y pinnado).

Para la ubicación de los puntos de muestreo, se tuvo en cuenta los diversos patrones de drenaje de las microcuencas seleccionadas (Dendrítico con cauces meándricos, presencia de drenajes canalizados, modificado, rectilíneo, interrumpido, etc.); de esta manera, se ubicaron puntos de monitoreo a lo largo del drenaje principal de las microcuencas representativas, además de tramos típicos de los cuerpos de agua principales en la microcuenca, por ejemplo, en el caño Menegua, se ubicaron puntos aguas arriba donde inicia el drenaje dendrítico, en zonas de meandros abandonados (Madrevieja y Pantano), y en cauces en planicie aluvial. Esto con el fin de reforzar la representatividad hidrológica de las microcuencas, ya que, de esta forma se logra caracterizar la influencia del relieve y la erosión en las muestras de agua obteniendo una información hidrológica completa.

Los puntos seleccionados representan los principales ecosistemas acuáticos del área de influencia (sistemas lóticos y sistemas lénticos). En cada microcuenca se ubicaron puntos de monitoreo en ríos y caños (sistemas de corriente rápida), así como en cuerpos de agua lénticos donde el movimiento/ flujo de agua es casi nulo (Madreviejas, lagunas y pantanos); esto garantiza una representatividad ecológica dentro del análisis de calidad de agua, donde se monitorean los sistemas lóticos principales, y los cuerpos de agua lénticos asociados a estos. Por ejemplo, en la microcuenca del caño Pirigua, se monitoreo el caño Pirigua, drenajes intermitentes, canales, y las lagunas asociadas al patrón de drenaje.

Es importante señalar que dentro de la red de puntos de muestreo, se encuentran puntos que monitorearon la calidad de agua de las franjas de captación autorizadas por la Resolución 600 de 2012 (CAP_03: METICA_CL_01, CAP_07: CABUYARITO_CL_01, y CAP_12: YUCAO_CL_02) y de la Resolución 1690 de 2015 (CAP_05: BORAL_CL_02, y CAP_06: OCMY5, de las cuales se está solicitando actualización de las coordenadas en el sentido de ajustar las coordenadas de acuerdo con la actualización de la cartografía y la operatividad de la captación, y las nuevas solicitudes (CAP_01: METICA_CL_03, CAP_02: METICA_CL_02, CAP_08: META_CL_01A, CAP_09 y CAP_10: META_CL_03, CAP_11: META_CL_02).

Así mismo, se encuentran puntos de monitoreo en las ocupaciones de cauce que son objeto de solicitud en la presente modificación de licencia (OCMY1, OCMY2, OCMY4, OCMY5, OCMY6, OCMY7, OCMY9, OCMY10, OCMY11, OCMY12, OCMY13, OCMY14, OCMY15, OCMY16, OCMY17, OCMY18, OCmn1, OCmn2, OCmn3, OCmn4, OCmn5, OCmn6, OCmn7, OCmn8, OCmn9, OCmn10, OCmn11, OCmn12, OCmn13, Ocmn14, Ocmn14, Ocmn15, Ocmn16, Ocmn17, Ocmn18, Ocmn19).

3.2.5.1.2 Georreferenciación de los puntos de monitoreo

La caracterización fisicoquímica, bacteriológica e hidrobiológica de los puntos de monitoreo se realizó en los municipios de Cabuyaro y Puerto López del departamento del Meta, en dos épocas hidroclimáticas contrastantes: época de lluvia y época seca. Los monitoreos estuvieron a cargo del laboratorio MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.

Tanto para la época de lluvia como para la época seca, se ejecutó un total de 106 puntos de muestreo, así:

1. Época de lluvia:

- 26 puntos ejecutados del 4 al 19 de julio de 2024, en el municipio de Cabuyaro, Meta.
- 80 puntos ejecutados entre los días 11 a 17 de julio de 2024, en los municipios de Cabuyaro y Puerto López, Meta.

2. Época seca:

- 26 puntos del 22 al 30 de enero de 2025, en el municipio de Cabuyaro, Meta.
- 80 puntos entre los días 22 de enero al 03 de febrero de 2025, en los municipios de Cabuyaro y Puerto López, Meta.

Cabe resaltar que, durante el monitoreo de época seca no fue posible realizar el muestreo para los puntos OCMY1, OCmn1, OCmn7, OCmn6, OCmn5, OCmn3, OCmn4 y OCmn10, debido a que se reportaron como secos al momento de realizar el monitoreo; mientras que en el punto BORAL_CL_03 no fue posible realizar el monitoreo debido a que no se permitió el acceso al predio por parte de los propietarios, y al buscar rutas alternativas, debido a las zonas inundadas, no fue posible llegar al punto dadas las condiciones de seguridad del personal del laboratorio. (Ver **Anexo 3.2-5g_Permiso_ingreso_predios,** y, *Capítulo 1 numeral 1.4.2 Limitaciones y restricciones del proyecto*).

En la **Tabla 3.2.5-1** se presenta la georreferenciación de los puntos de monitoreo agrupados por microcuenca hidrográfica, al interior del AI fisicobiótica del Bloque CPO-5. Es importante destacar que, a pesar de que de los puntos NAVAJAS_SUR_CL_02 y NAVAJAS_SUR_CLE_01, cartográficamente se encuentran ubicados en la microcuenca del río Metica, para el análisis de calidad de agua superficial, estos puntos no se incluyeron en el análisis de la microcuenca del río Metica, y sus drenajes directos, ya que desde el punto de vista fisicoquímico e hidrobiológico sus características se encuentran ligadas al drenaje principal del Caño Navajas Sur. Dado lo anterior, los puntos NAVAJAS_SUR_CL_02 y NAVAJAS_SUR_CLE_01 son considerados para el análisis fisicoquímico e hidrobiológico de calidad de aguas, dentro de la microcuenca del caño Navajas Sur.

En el **Anexo Cartográfico**, se puede consultar la ubicación de los puntos y las respectivas coordenadas de los puntos, las cuales se reportan en coordenadas geográficas WGS 84 y en el sistema CTM12 Origen Nacional.

En la **Figura 3.2.5-1** se representa la ubicación espacial de los puntos de monitoreo realizados para el EIA para la modificación de licencia ambiental del Bloque CPO-5, por microcuenca hidrográfica, con respecto al polígono del Bloque CPO-5 y su AI físico-biótica.

Tabla 3.2.5-1 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en el AI fisicobiótica del Bloque CPO-5 durante época de lluvia y época seca

Microcuenca	ID punto	Coordenadas planas Magna Sirgas Origen Nacional		Tipo de ecosistema acuático	Nombre del cuerpo de agua	Observación monitoreo	
		Este	Norte			Época de lluvia	Época seca
BAJO RÍO NEGRO	NEGRO_CL_01	5.000.994,14	2.011.888,86	Lótico	Río Negro	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	NEGRO_CL_02	5.004.983,62	2.016.458,16	Lótico	Río Negro	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	MADREVIEJA_NEGRO_02	5.002.471,26	2.012.906,82	Léntico	Madrevieja río Negro	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
CAÑO BANDERAS	BANDERAS_CLE_01	5.001.881,30	2.006.937,81	Léntico	Laguna	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	OCmn12	5.020.088,04	2.038.130,22	Léntico	Jaguey	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	OCmn13	5.003.270,72	2.006.901,50	Lótico	Caño Bandera	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
CAÑO BARBASCOS	BARBASCOS_CL_01	5.045.746,45	2.011.879,70	Lótico	Caño Barbascos	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
CAÑO EL ACEITE	ACEITE_CL_01	5.026.712,57	2.023.240,48	Lótico	Caño El Aceite	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	OCmn17	5.026.296,29	2.024.759,82	Lótico	Caño El Aceite	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
CAÑO EL BORAL	BORAL_CL_01	5.001.759,78	2.028.080,00	Lótico	Caño El Boral	Monitoreo efectivo.	Punto seco al momento de realizar el monitoreo.
	BORAL_CL_02	5.004.914,17	2.025.457,39	Lótico	Caño El Boral	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	BORAL_CL_03	5.011.547,58	2.026.806,03	Lótico	Caño El Boral	Monitoreo efectivo.	Para el monitoreo de época seca, no se pudo ejecutar por imposibilidad de acceso al predio dado que no hubo permiso por parte de los propietarios, durante la jornada de campo.
	PMASup_DS_11 (OC11)	5.005.253,90	2.025.778,82	Lótico	Drenaje intermitente 11	Monitoreo efectivo.	Punto seco al momento de realizar el monitoreo.
	PMASup_DS_13 (OC13)	5.000.542,97	2.025.874,99	Lótico	Drenaje intermitente 13	Monitoreo efectivo.	Punto seco al momento de realizar el monitoreo.

Microcuenca	ID punto	Coordenadas planas Magna Sirgas Origen Nacional		Tipo de ecosistema acuático	Nombre del cuerpo de agua	Observación monitoreo	
		Este	Norte			Época de lluvia	Época seca
CAÑO EL BORAL	PMASup_DS_14 (OC14)	5.000.909,33	2.027.207,76	Lótico	Drenaje intermitente 14	Monitoreo efectivo.	Punto seco al momento de realizar el monitoreo.
	PMASup_DS_15 (OC15)	5.000.686,69	2.028.416,07	Lótico	Drenaje intermitente 15	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	PMASup_DS_17 (OC17)	5.000.907,22	2.029.542,43	Lótico	Drenaje intermitente 17	Monitoreo efectivo.	Punto seco al momento de realizar el monitoreo.
	PMASup_DS_19 (OC19)	5.002.576,75	2.027.573,94	Lótico	Caño El Boral	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	BORAL_CLE_01	5.009.839,34	2.026.352,80	Léntico	Laguna Boral 01	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	BORAL_CLE_02	5.011.083,37	2.025.978,98	Léntico	Laguna Boral 02	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
CAÑO EL PASO	EL PASO_CL_01	5.010.917,88	2.005.956,14	Lótico	Caño El Paso	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
CAÑO EL TOTUMAL	TOTUMAL_CL_01	5.005.810,63	2.023.251,53	Lótico	Caño El Totumal	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	TOTUMAL_CLE_02	5.008.246,83	2.022.989,28	Léntico	Laguna Totumal 02	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	TOTUMAL_CLE_03	5.009.136,26	2.022.944,77	Léntico	Laguna Totumal 03	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	PMASup_DS_12 (OC12)	5.004.392,34	2.024.565,52	Lótico	Drenaje intermitente 12	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
CAÑO EMMA	EMMA_CL_03	5.059.190,11**	2.019.118,97**	Lótico	Caño Emma	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	OCMY12	5.042.156,63**	2.016.833,15**	Lótico	Caño Emma	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	OCMY13	5.039.382,27	2.015.581,68	Lótico	Caño El Viento	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	OCMY14	5.038.594,34	2.015.832,19	Lótico	Caño Emma	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	OCMY15	5.032.336,60	2.015.485,92	Lótico	Caño Emma	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	OCMY17	5.026.651,51	2.013.047,46	Lótico	Caño Emma	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
CAÑO GÜIO	GÜIO_CL_01	5.005.446,12	2.033.589,63	Lótico	Caño Güio	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	OCMY4 (GÜIO_CL_02)	5.010.648,40	2.032.076,38	Lótico	Caño Güio	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	GÜIO_CLE_01	5.008.699,26	2.033.418,64	Léntico	Laguna Güio 01	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	GÜIO_CLE_02	5.009.329,12	2.032.903,35	Léntico	Laguna Güio 02	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.

Microcuenca	ID punto	Coordenadas planas Magna Sirgas Origen Nacional		Tipo de ecosistema acuático	Nombre del cuerpo de agua	Observación monitoreo	
		Este	Norte			Época de lluvia	Época seca
CAÑO IPAPA	IPAPA_CL_01	5.022.641,77	2.021.526,69	Lótico	Caño Ipapa	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	OCMY9	5.024.860,64	2.024.951,61	Lótico	Caño Ipapa	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
CAÑO LA LILBANA	OCmn19	5.017.482,99	2.018.432,27	Lótico	Caño La Lilbana	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
CAÑO LA VICTORIA	OCmn14	5.042.119,76	2.028.150,14	Lótico	Caño La Victoria	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	OCmn15	5.039.987,70	2.027.750,92	Lótico	Caño La Victoria	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	OCMY11	5.045.024,21	2.030.120,42	Lótico	Caño La Victoria	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
CAÑO MACAPAY	MACAPAY_CL_01	5.003.797,63	2.037.226,19	Lótico	Caño Macapay	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	MACAPAY_CL_02	5.009.196,30	2.037.884,07	Lótico	Caño Macapay	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	OCMY18	5.020.913,92	2.010.020,04	Lótico	Drenaje intermitente	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
CAÑO MENEGUA	MENEGUA_CLE_02	5.007.363,51	2.003.946,87	Léntico	Pantano	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	MENEGUA_CL_02	5.014.789,72	2.008.741,09	Lótico	Caño Menegua	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
CAÑO NAVAJAS SUR	NAVAJAS_SUR_CL_01	5.008.810,82	1.994.873,63	Lótico	Caño Navajas Sur	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	NAVAJAS_SUR_CL_02***	5.005.825,37	2.001.569,16	Lótico	Caño Navajas Sur	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	NAVAJAS_SUR_CLE_01***	5.006.588,55	2.000.208,48	Léntico	Laguna Navajas	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
CAÑO NAVAJITAS	NAVAJITAS_CL_01	5.013.470,81	1.999.327,00	Lótico	Caño Navajitas	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	NAVAJITAS_CL_02	5.007.893,97	1.999.763,75	Lótico	Caño Navajitas	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
PIEDRA CANDELA	PIEDRA CANDELA_CL_01	5.048.566,10	2.024.156,05	Lótico	Caño Piedra Candela	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	OCMY10	5.049.347,40	2.030.513,86	Lótico	Caño Piedra Candela	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
CAÑO PIRIGUA	OCmn1	5.024.333,04	2.031.122,77	Lentico	Área anegada OCmn1	Monitoreo efectivo.	Punto seco al momento de realizar el monitoreo.
	OCmn2	5.021.621,15	2.038.876,91	Lótico	Caño La Palmita	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	OCmn3	5.020.796,72	2.038.550,28	Lótico	Canal	Monitoreo efectivo.	Punto seco al momento de realizar el monitoreo.
	OCmn11	5.020.088,04	2.038.130,22	Lótico	Canal	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.

Microcuenca	ID punto	Coordenadas planas Magna Sirgas Origen Nacional		Tipo de ecosistema acuático	Nombre del cuerpo de agua	Observación monitoreo	
		Este	Norte			Época de lluvia	Época seca
CAÑO PIRIGUA	OCMY1	5.024.401,79	2.030.849,97	Lótico	Drenaje intermitente	Monitoreo efectivo.	Punto seco al momento de realizar el monitoreo.
	OCMY2	5.017.800,63	2.038.235,15	Lótico	Caño Pirigüa	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	OCMY6	5.019.188,41	2.038.932,02	Lótico	Drenaje intermitente	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	PIRIGUA_CL_02	5.019.897,95	2.037.525,33	Lótico	Caño Pirigua	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	PIRIGUA_CLE_01	5.022.884,86	2.037.074,35	Léntico	Laguna Pirigua	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	PIRIGUA_CLE_02	5.023.004,15	2.036.858,11	Léntico	Laguna Pirigua	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
CAÑO SANTOYA	SANTOYA_CL_01	5.014.033,50	2.019.757,00	Lótico	Caño Santoya	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	SANTOYA_CL_02	5.014.909,51	2.022.044,33	Lótico	Caño Santoya	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	SANTOYA_CLE_01	5.019.214,19	2.025.833,38	Léntico	Laguna Santaya	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	SANTOYA_CLE_02	5.020.738,38	2.025.533,19	Léntico	Laguna Santaya	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
CAÑO VENTUROSA	VENTUROSA_CLE_01	4.996.426,51	2.002.131,52	Léntico	Laguna Venturosa	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	VENTUROSA_CLE_02	5.003.960,83	2.011.181,81	Léntico	Laguna Venturosa	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	VENTUROSA_CLE_03	4.998.204,51	2.003.483,55	Léntico	Laguna Venturosa	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
CAÑO YARICO	YARICO_CL_01	4.998.558,07	2.034.219,27	Lótico	Caño Yarico	Monitoreo efectivo.	Punto seco al momento de realizar el monitoreo.
	OCMY5 (YARICO_CL_02)	5.007.326,03	2.027.982,83	Lótico	Caño Yarico	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	YARICO_CL_03	5.001.475,26	2.031.247,04	Lótico	Caño Yarico	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	YARICO_CLE_01	5.004.109,21	2.032.181,46	Lótico	Laguna Yarico 01	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	YARICO_CLE_02	5.004.062,38	2.032.793,04	Lótico	Laguna Yarico 02	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	PMASup_DS_18 (OC18)	5.000.503,23	2.031.139,21	Lótico	Drenaje intermitente 18	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
CAÑO YURIMENA	OCmn16	5.034.254,63	2.022.753,15	Lótico	Caño Yurimena	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	OCmn18	5.028.266,06	2.016.558,20	Lótico	Caño Yurimena	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	OCMY16	5.030.085,21	2.020.402,80	Lótico	Caño Yurimena	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	YURIMENA_CL_03	5.031.002,86	2.031.064,83	Lótico	Caño Yurimena	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.

Microcuenca	ID punto	Coordenadas planas Magna Sirgas Origen Nacional		Tipo de ecosistema acuático	Nombre del cuerpo de agua	Observación monitoreo	
		Este	Norte			Época de lluvia	Época seca
RÍO CABUYARITO	CABUYARITO_CL_01	5.014.818,94	2.032.607,37	Lótico	Río Cabuyarito	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	CABUYARITO_CL_02	5.020.653,71	2.031.194,29	Lótico	Río cabuyarito	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	OCmn10	5.011.688,75	2.036.942,04	Lótico	Drenaje intermitente	Monitoreo efectivo.	Punto seco al momento de realizar el monitoreo.
	OCmn5	5.010.248,35	2.034.271,88	Lótico	Drenaje intermitente	Monitoreo efectivo.	Punto seco al momento de realizar el monitoreo.
	OCmn6	5.010.043,91	2.034.863,82	Lótico	Drenaje intermitente	Monitoreo efectivo.	Punto seco al momento de realizar el monitoreo.
	OCmn7	5.009.938,37	2.035.363,64	Lótico	Canal	Monitoreo efectivo.	Punto seco al momento de realizar el monitoreo.
	OCmn8	5.009.473,08	2.036.682,16	Lótico	Drenaje intermitente	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	OCmn9	5.013.995,67	2.034.453,98	Lótico	Caño Gualdronera	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
RÍO HUMEA	HUMEA_CL_01A	5.000.460,60	2.019.120,19	Lótico	Rio Humea	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	MADREVIEJA_HUMEA_01	5.002.597,18	2.019.675,37	Léntico	Laguna Humea*	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	MADREVIEJA_HUMEA_02	5.001.572,24	2.020.511,45	Léntico	Laguna Humea*	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
RÍO META	META_CL_01A	5.022.983,45	2.031.024,15	Lótico	Río Meta	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	META_CL_02	5.059.485,38	2.035.400,40	Lótico	Rio Meta	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	META_CL_03	5.024.514,96	2.029.029,98	Lótico	Rio Meta	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	META_CLE_01	5.011.481,86	2.020.426,71	Léntico	Pantano	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	MADREVIEJA META_01	5.025.912,31	2.028.345,01	Léntico	Madrevieja Meta 01	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	MADREVIEJA META_02	5.029.062,99	2.027.296,34	Léntico	Madrevieja Meta 02	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	OCmn4	5.011.403,09	2.030.473,08	Lótico	Caño Santa Marta	Monitoreo efectivo.	Punto seco al momento de realizar el monitoreo.
	OCMY7	5.024.309,84	2.027.381,66	Lótico	Caño NN	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
RÍO METICA	METICA_CL_01	5.009.108,16	2.016.087,36	Lótico	Rio Metica	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	METICA_CL_02	5.007.067,35	2.011.281,45	Lótico	Rio Metica	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	METICA_CL_03	5.001.509,10	1.998.431,04	Lótico	Río Metica	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.

Microcuenca	ID punto	Coordenadas planas Magna Sirgas Origen Nacional		Tipo de ecosistema acuático	Nombre del cuerpo de agua	Observación monitoreo	
		Este	Norte			Época de lluvia	Época seca
RÍO UPIA	UPIA_CL_01	5.020.810,44**	2.044.509,38**	Lótico	Río Upía	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	UPIA_CL_02	5.025.850,17**	2.036.167,82**	Lótico	Río Upía	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
RÍO YUCAO	YUCAO_CL_01	5.027.604,97**	2.004.005,24**	Lótico	Río Yucao	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.
	YUCAO_CL_02	5.040.081,64**	2.004.349,16**	Lótico	Río Yucao	Monitoreo efectivo.	Monitoreo efectivo.

Nota: las siglas CL hacen referencia a cuerpos de agua lóticos, las siglas CLE hacen referencia a cuerpos de agua lénticos. Los ID de color rojo entre paréntesis, se refiere a la codificación dada a los puntos de muestreo durante el monitoreo de época de lluvia de 2024 (OC11, OC12, OC13, OC14, OC15, OC17, OC18, OC19, GÜIO_CL_02 y YARICO_CL_02), pero para la temporada seca toman los siguientes ID y así se encuentran en la GDB respectiva: PMASup_DS_11, PMASup_DS_12, PMASup_DS_13, PMASup_DS_14, PMASup_DS_15, PMASup_DS_17, PMASup_DS_18, PMASup_DS_19, OCMY4 y OCMY5. Para mayor detalle, consultar el Anexo 3.2-5_Calidad_ASUP.

*Para los ID MADREVIEJA_HUMEA_01 y MADREVIEJA_HUMEA_02, aun cuando en el atlas de humedales de Cabuyaro este cuerpo de agua es identificado como "Laguna Vieja" de acuerdo con sus características geomorfológicas y de cobertura, este corresponde a una Madrevieja. Sin embargo, para el almacenamiento del cuerpo de agua en la GDB de cartografía base, se conserva el nombre suministrado desde el atlas de humedales.

** La ubicación de los puntos de monitoreo con ID_PUNTO_M "UPIA_CL_01", y "UPIA_CL_02", corresponde al límite del drenaje doble (Río Upía); "EMMA_CL_03", corresponde a la margen interna del lecho seco del caño Emma; "YUCAO_CL_01" y "YUCAO_CL_02", corresponde al límite del drenaje doble (Río Yucao); que a su vez delimita el área de influencia físico-biótica del Bloque CPO-5; sin embargo, las coordenadas de estos puntos expuestas en el documento y GDB, se diferencian de las coordenadas presentadas por el laboratorio en los anexos de calidad de aguas (5a_Informe_Lab, 5b_Reportes_Lab, y, 5c_Soportes_campo), debido a posibles errores en navegación de GPS, así como condiciones particulares en la fecha de la toma de la muestra.

*** Aunque los puntos con ID NAVAJAS_SUR_CL_02 y NAVAJAS_SUR_CLE_01, cartográficamente se encuentran ubicados en la microcuenca del río Metica, no se incluyeron en el análisis de la microcuenca del río Metica, y sus drenajes directos, ya que desde el punto de vista fisicoquímico e hidrobiológico sus características se encuentran ligadas al Caño navajas Sur.

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

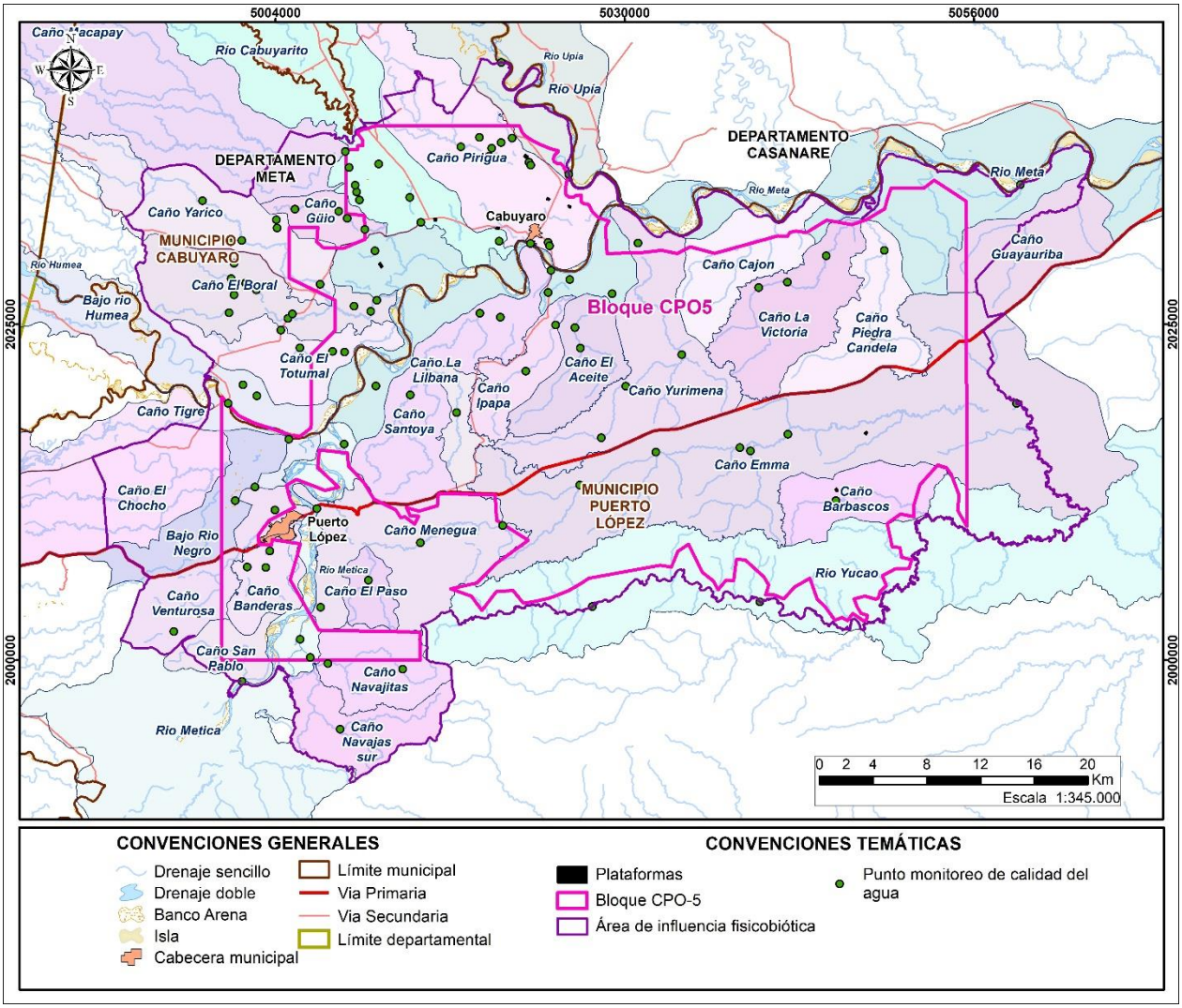


Figura 3.2.5-1 Ubicación espacial de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en el AI físico-biótica del Bloque CPO-5 durante época de lluvia y época seca

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

A continuación, de la **Figura 3.2.5-2** a la **Figura 3.2.5-29**, se presentan con mayor detalle la ubicación espacial de los puntos monitoreados por microcuenca durante las dos épocas climáticas analizadas.

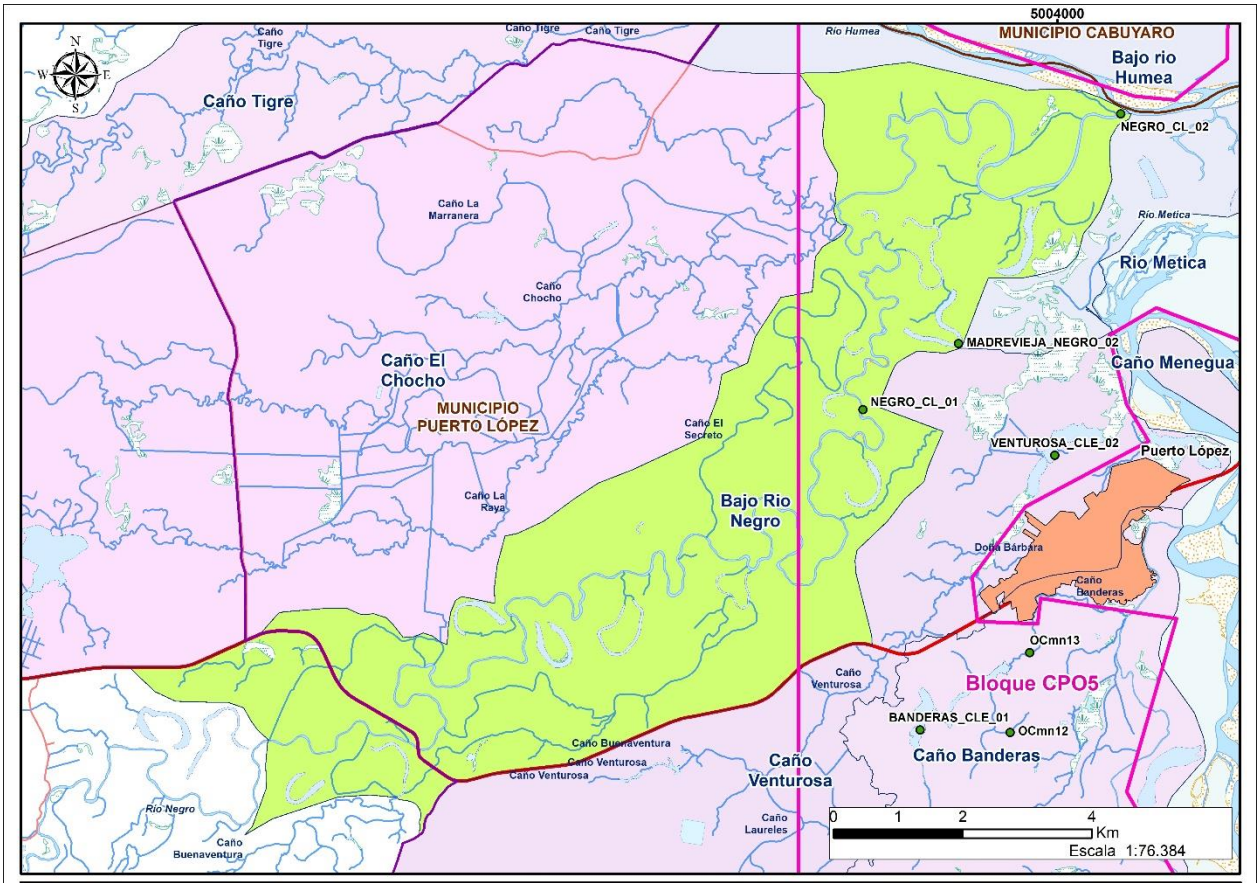


Figura 3.2.5-2 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca Bajo río Negro durante época de lluvia y época seca

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

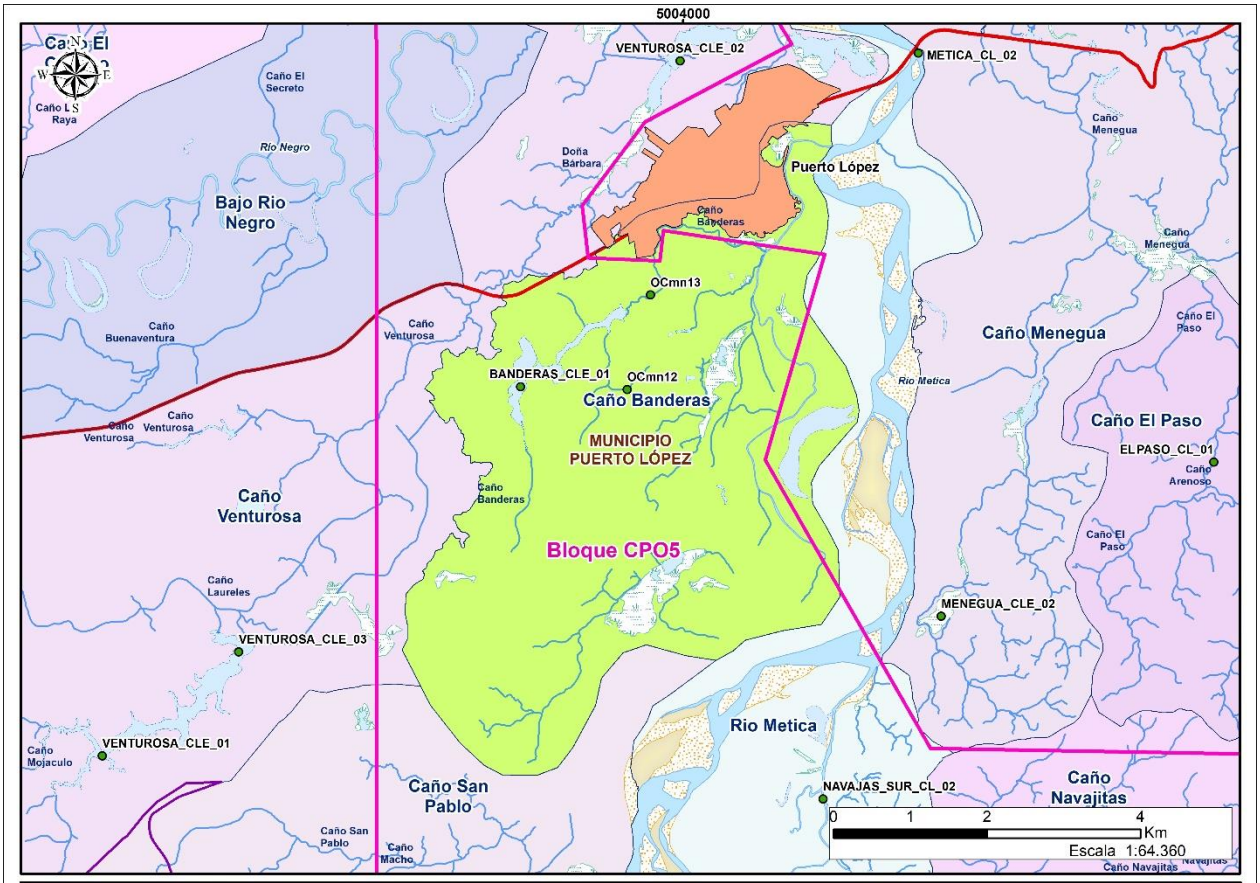


Figura 3.2.5-3 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño Banderas durante época de lluvia y época seca

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

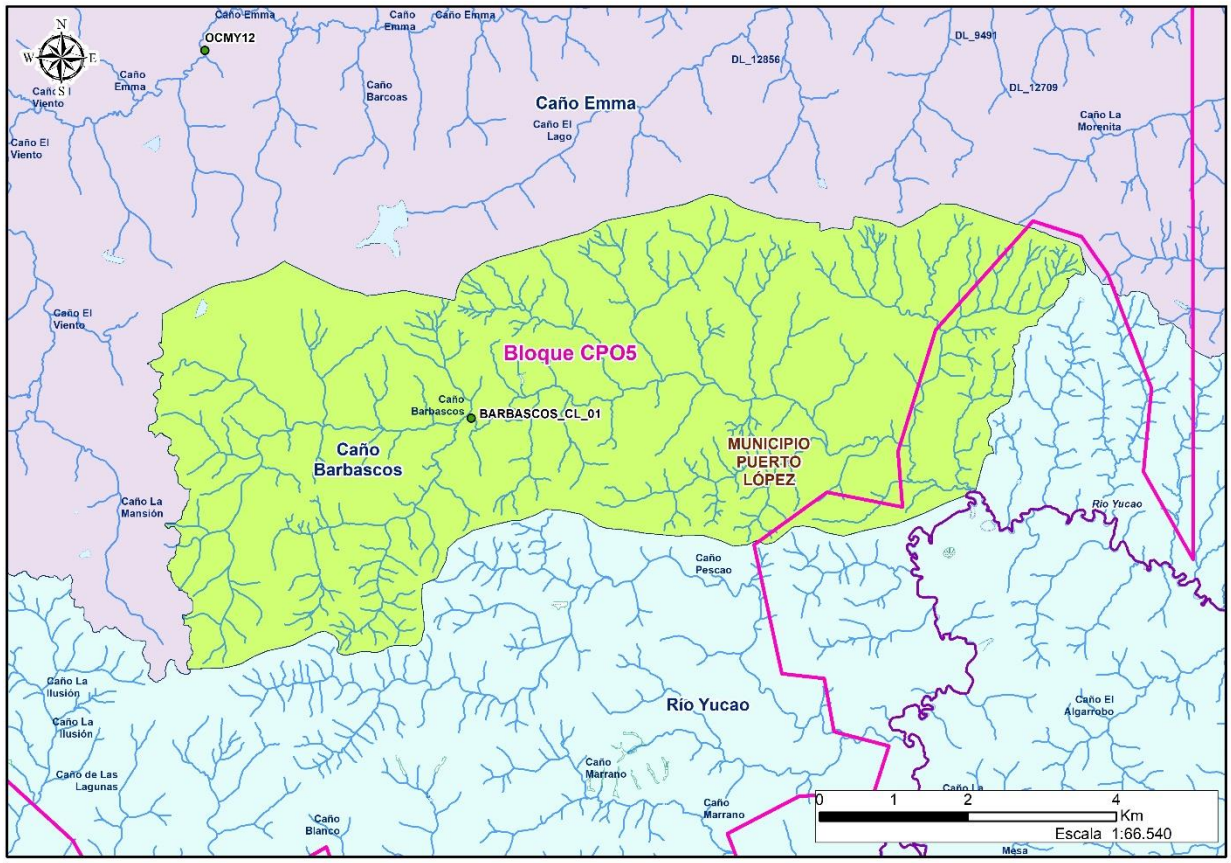


Figura 3.2.5-4 Georreferenciación del punto de monitoreo de agua superficial caracterizado en la cuenca del caño Barbascos durante época de lluvia y época seca

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

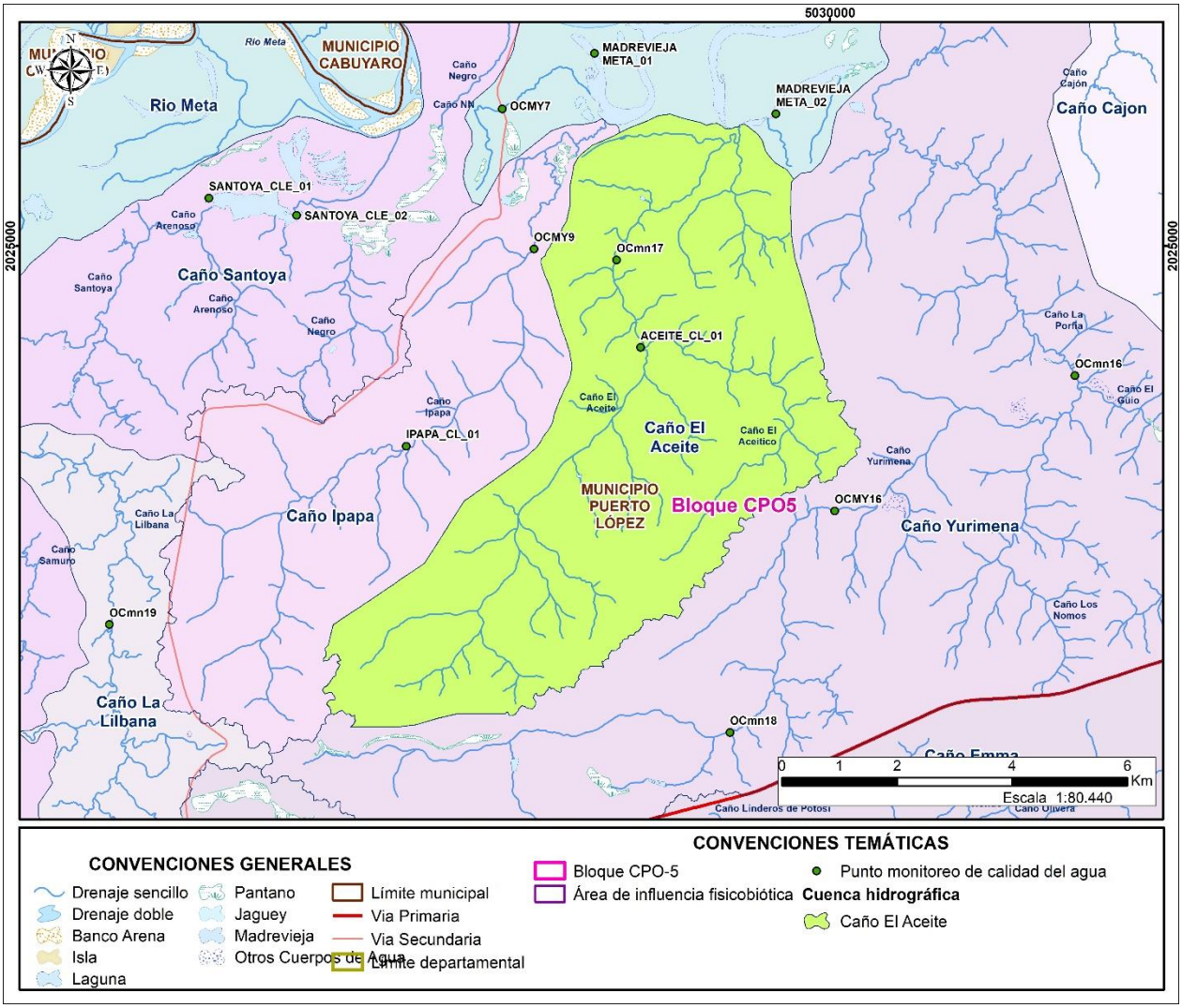


Figura 3.2.5-5 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño El Aceite durante época de lluvia y época seca

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

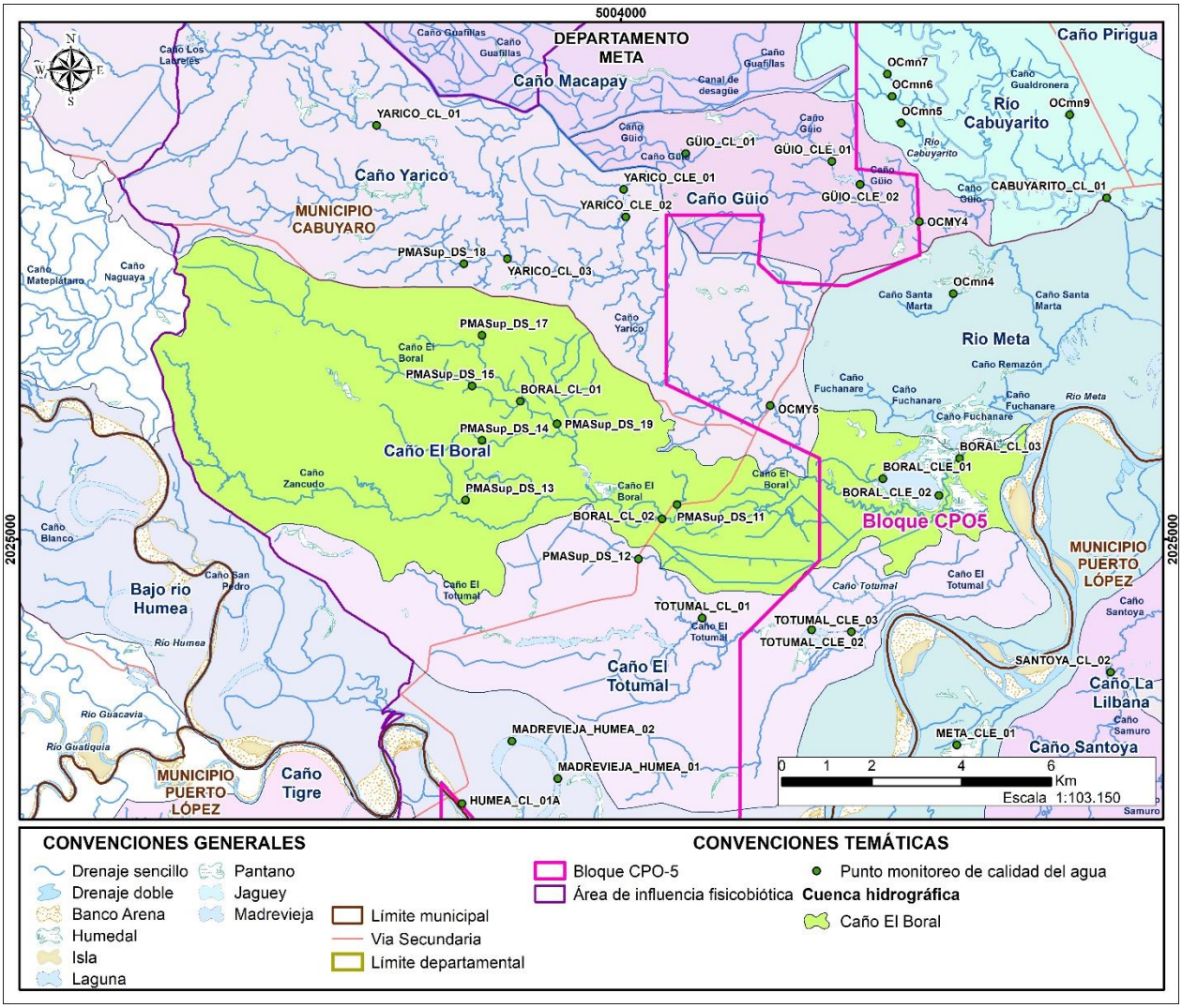


Figura 3.2.5-6 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño El Boral durante época de lluvia y época seca

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

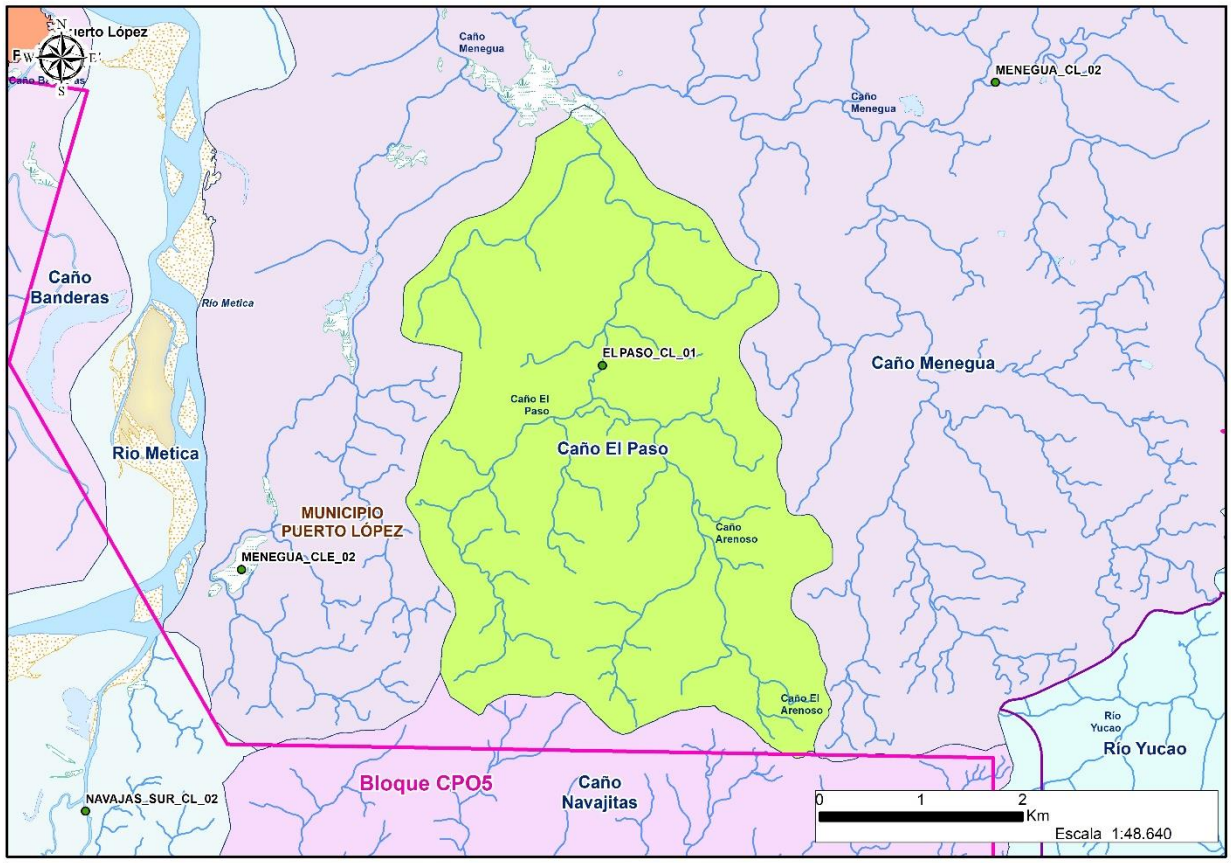


Figura 3.2.5-7 Georreferenciación del punto de monitoreo de agua superficial caracterizado en la cuenca del caño El Paso durante época de lluvia y época seca

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

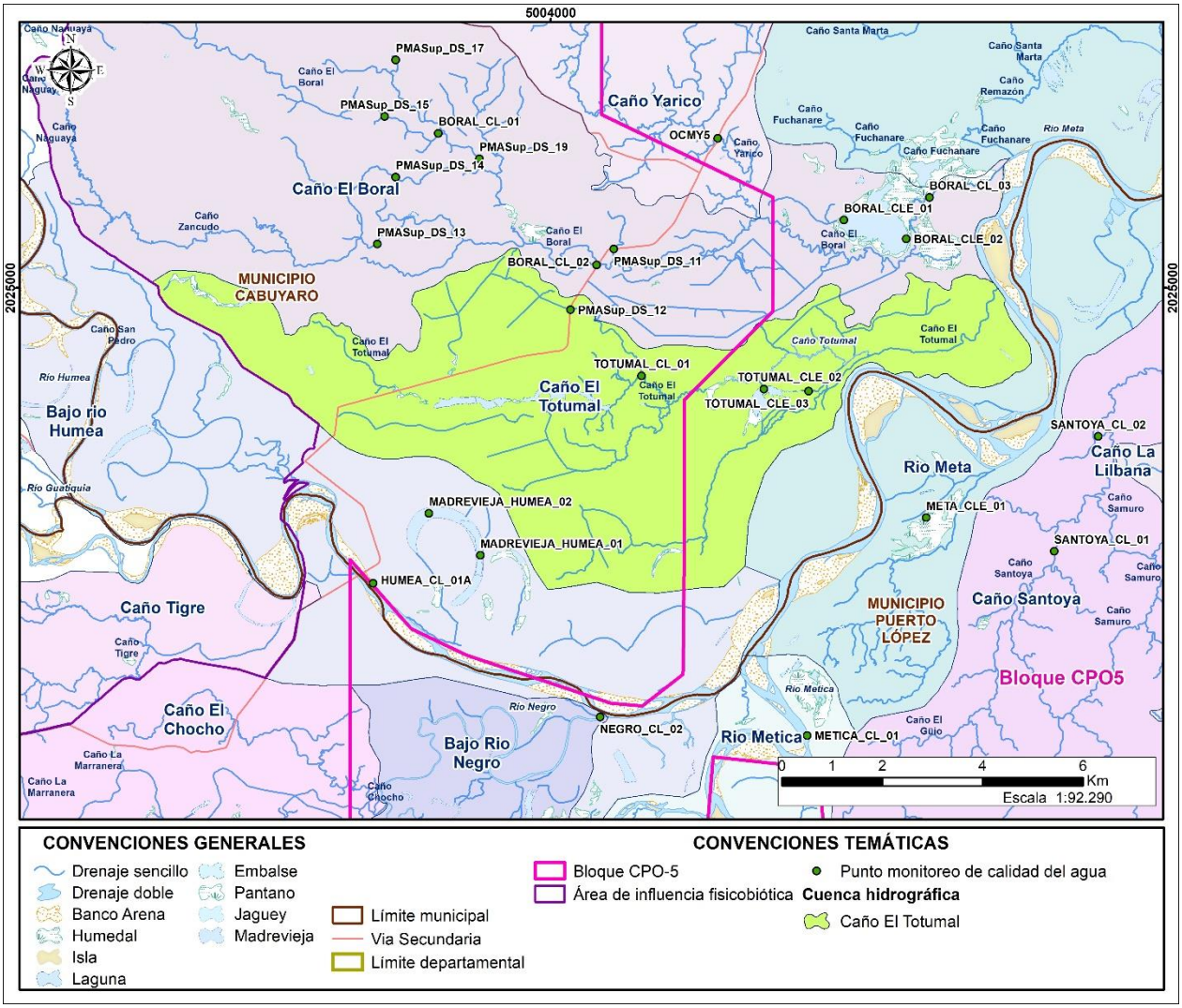


Figura 3.2.5-8 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño El Totumal durante época de lluvia y época seca

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

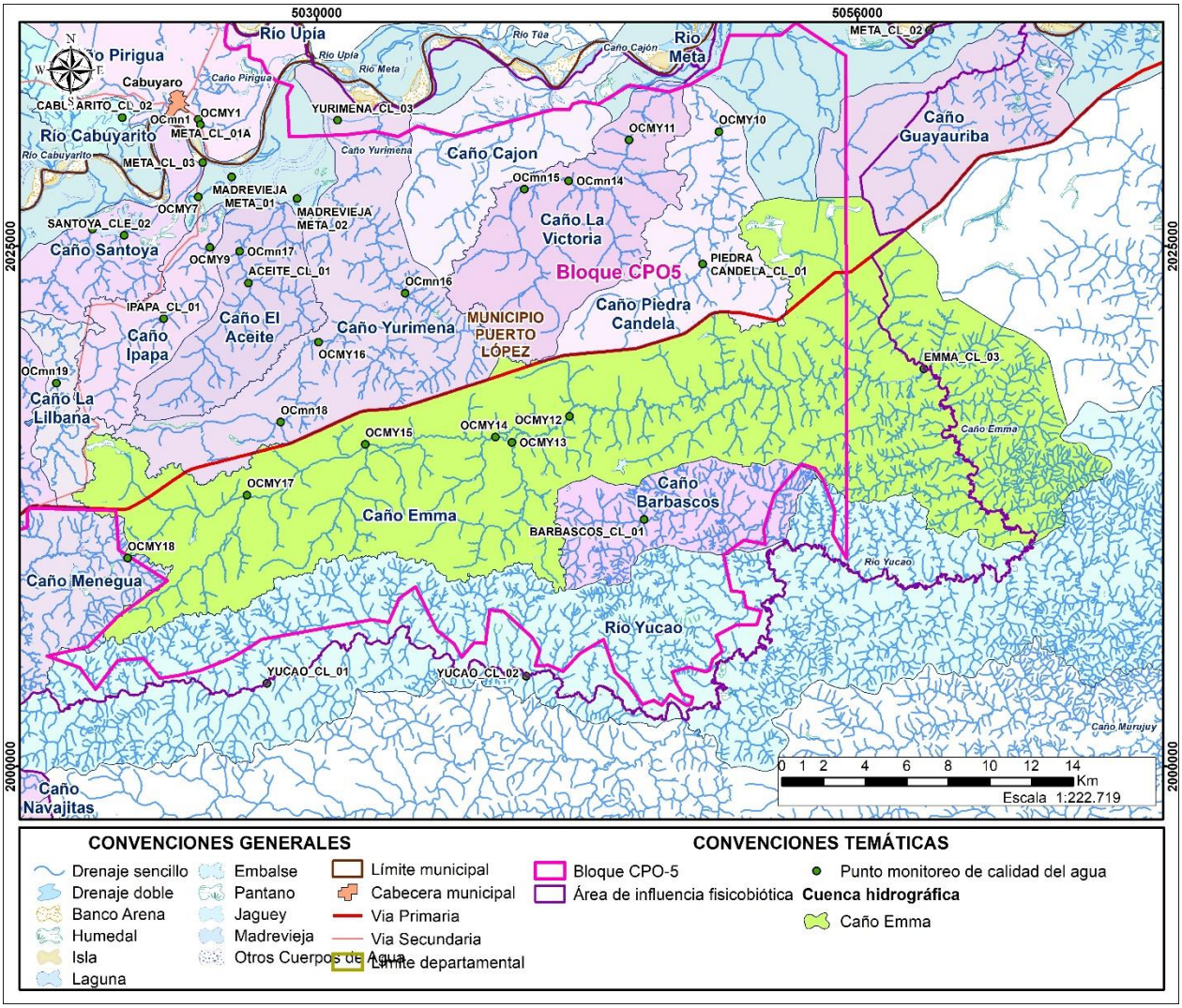


Figura 3.2.5-9 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño Emma durante época de lluvia y época seca

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

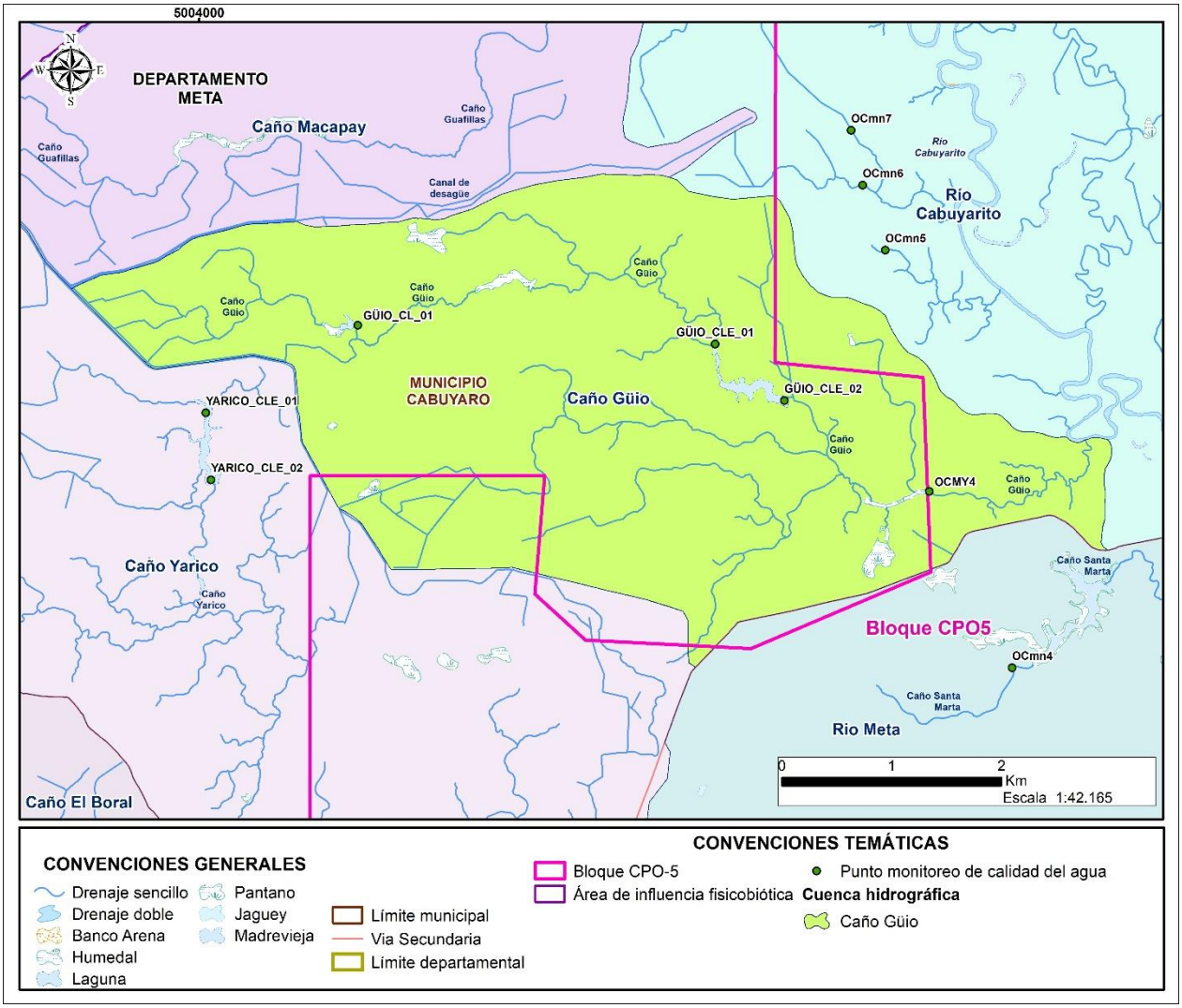


Figura 3.2.5-10 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño Güio durante época de lluvia y época seca

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

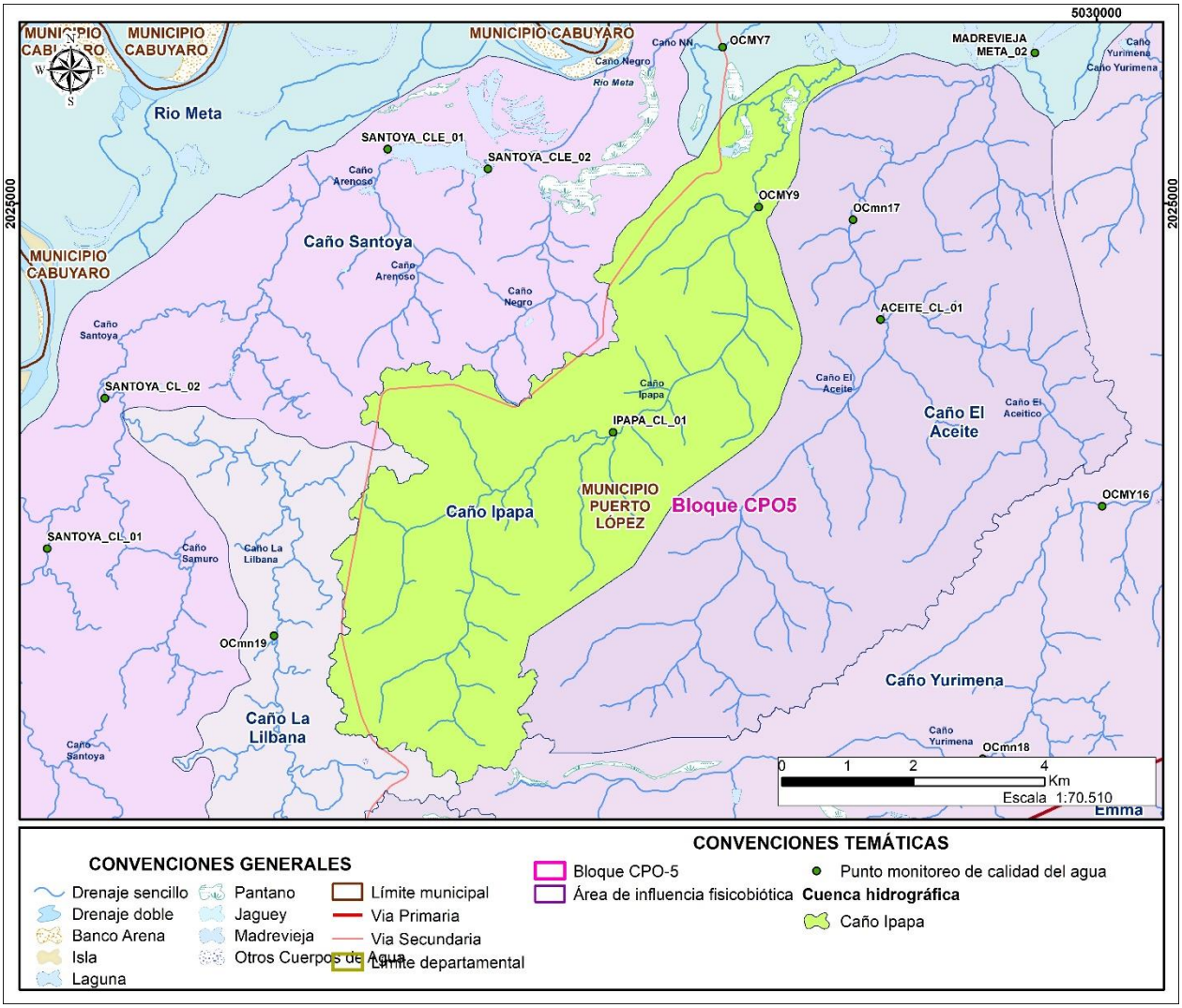


Figura 3.2.5-11 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño Ipapa durante época de lluvia y época seca

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

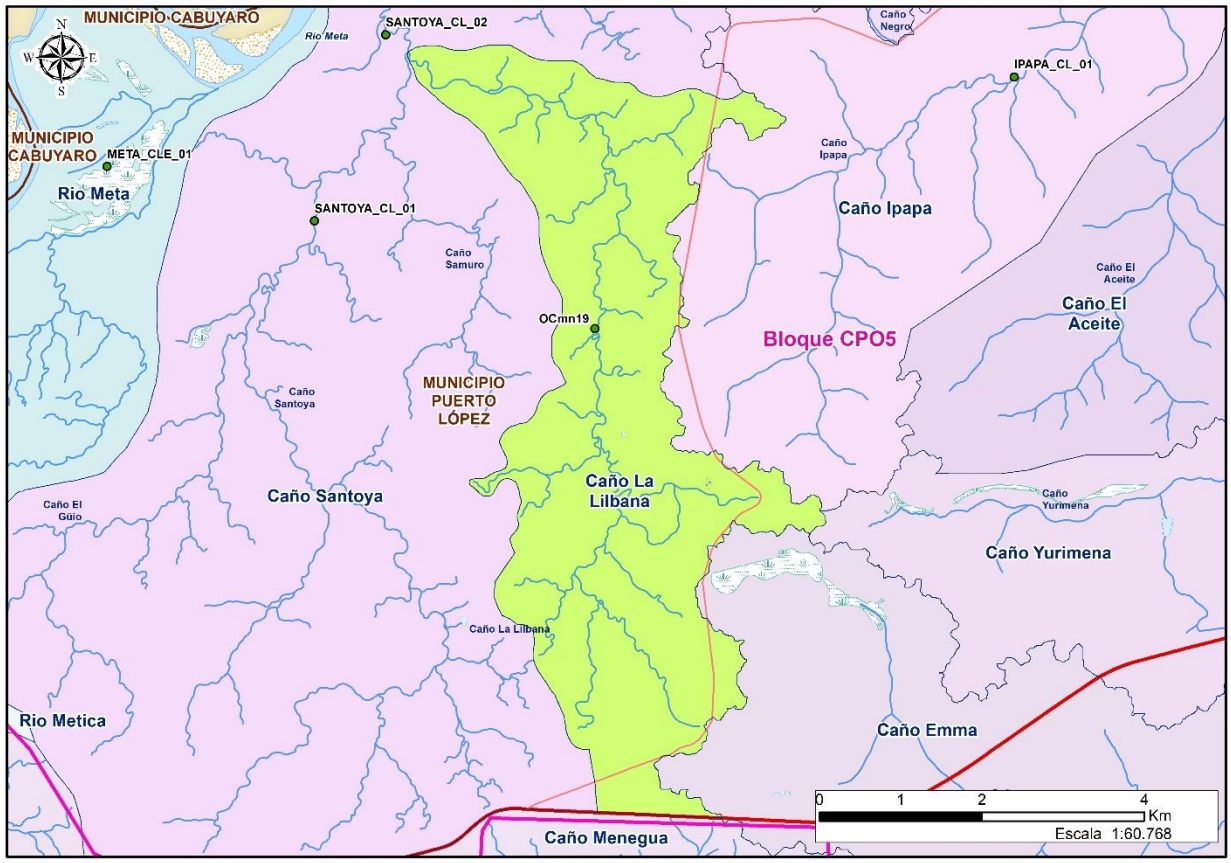


Figura 3.2.5-12 Georreferenciación del punto de monitoreo de agua superficial caracterizado en la cuenca del caño La Lilbana durante época de lluvia y época seca

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

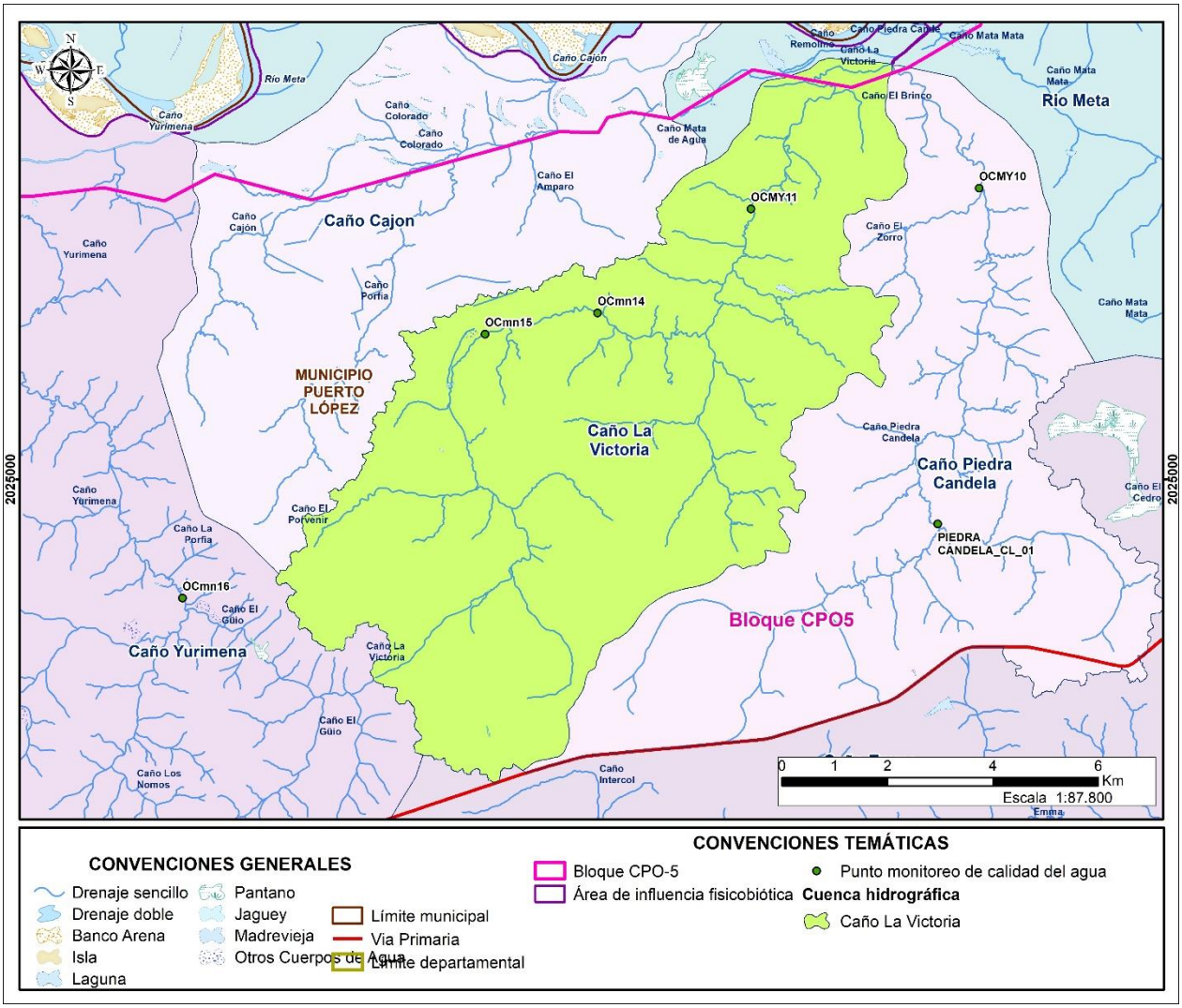


Figura 3.2.5-13 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño La Victoria durante época de lluvia y época seca

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

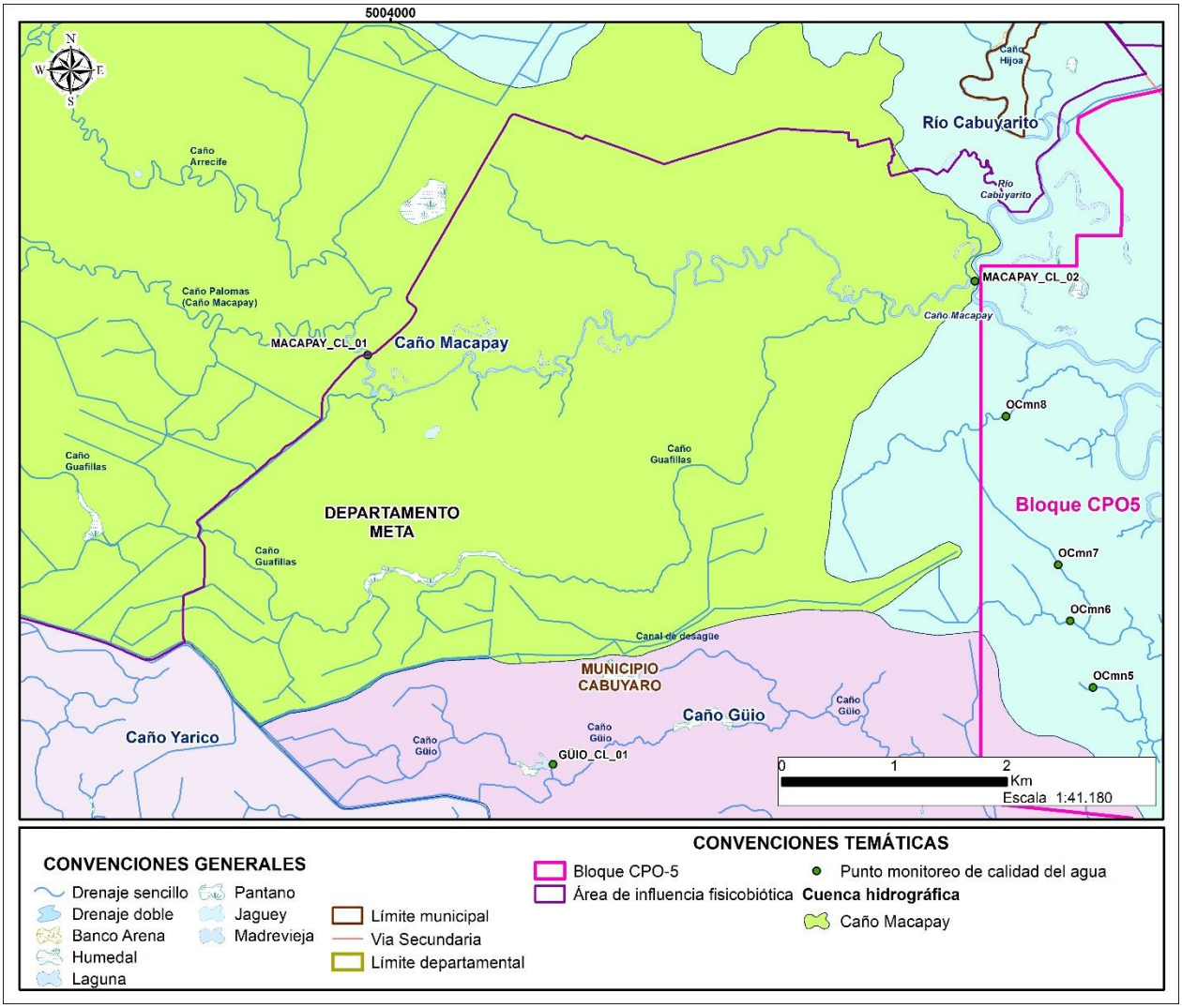


Figura 3.2.5-14 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño Macapay durante época de lluvia y época seca

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

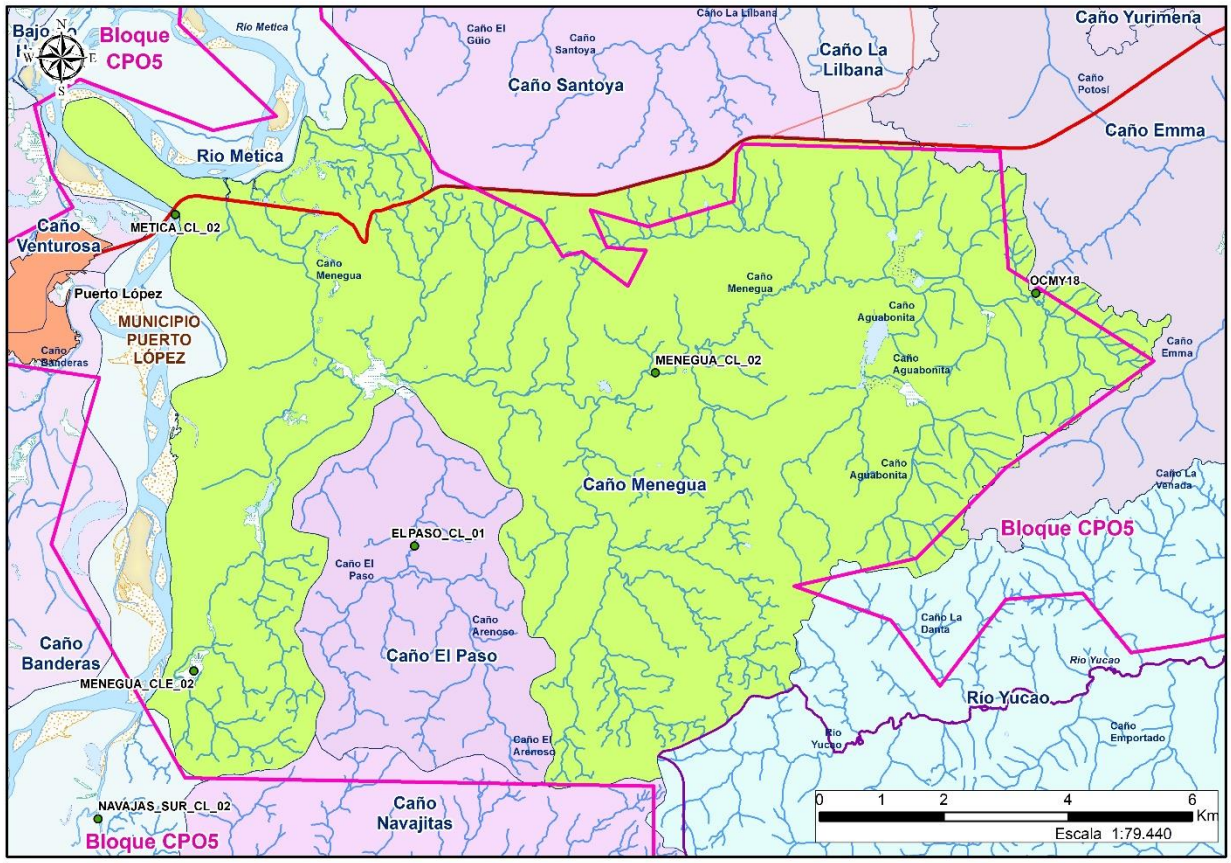


Figura 3.2.5-15 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño Menegua durante época de lluvia y época seca

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

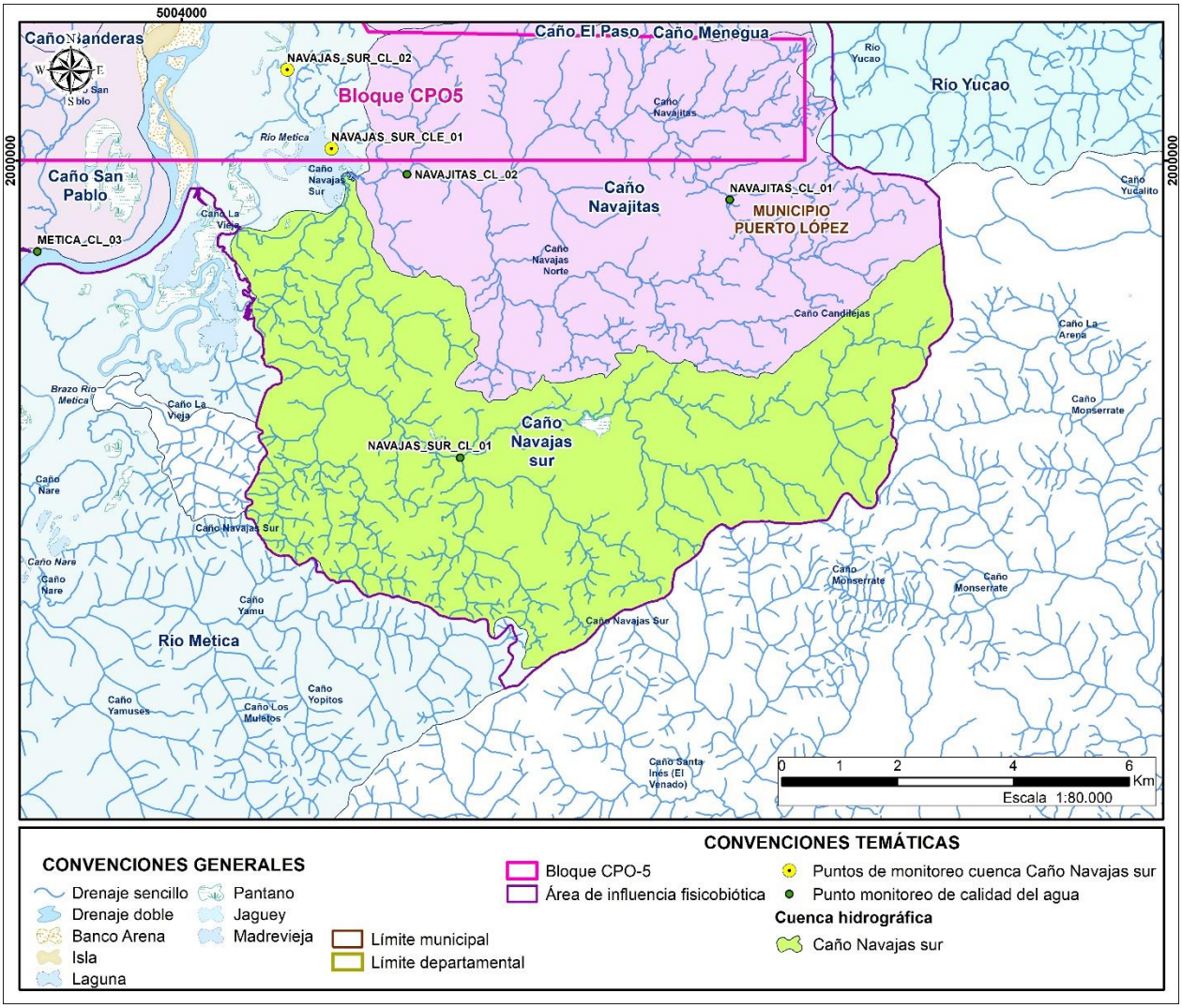


Figura 3.2.5-16 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño Navajas Sur durante época de lluvia y época seca

Nota: A pesar de que los puntos NAVAJAS_SUR_CL_02 y NAVAJAS_SUR_CLE_01, cartográficamente se encuentran ubicados en la microcuenca del río Metica, estos puntos no se incluyeron en el análisis de la microcuenca del río Metica, y sus drenajes directos, ya que desde el punto de vista fisicoquímico e hidrobiológico sus características se encuentran ligadas al Caño Navajas Sur, permitiendo su caracterización aguas arriba (NAVAJAS_SUR_CL_01), aguas medias (NAVAJAS_SUR_CLE_01, que corresponde a un cuerpo de agua lentico tipo laguna), y aguas abajo (NAVAJAS_SUR_CL_02).
Fuente: GessiG S.A.S., 2026

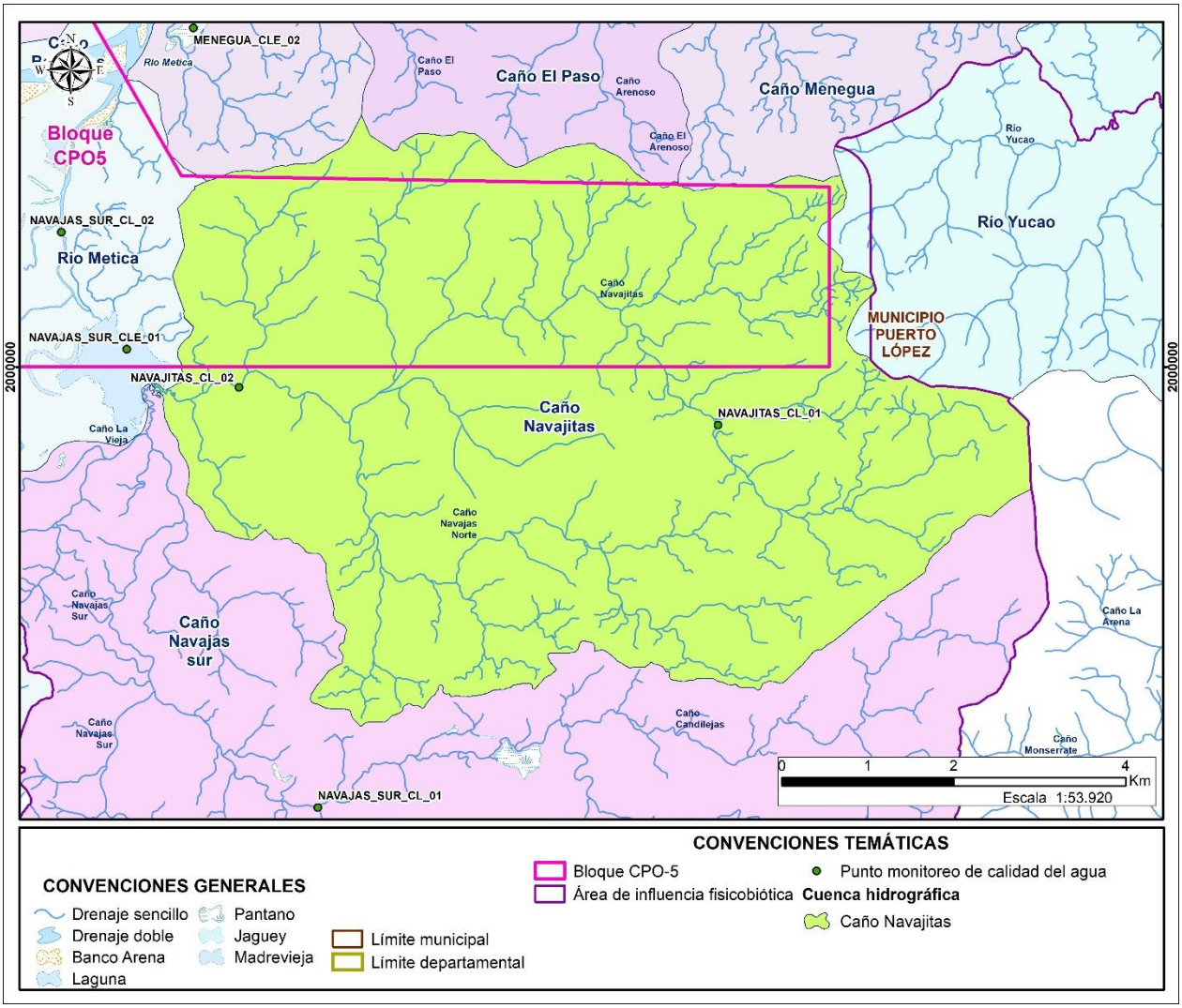


Figura 3.2.5-17 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño Navajitas durante época de lluvia y época seca

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

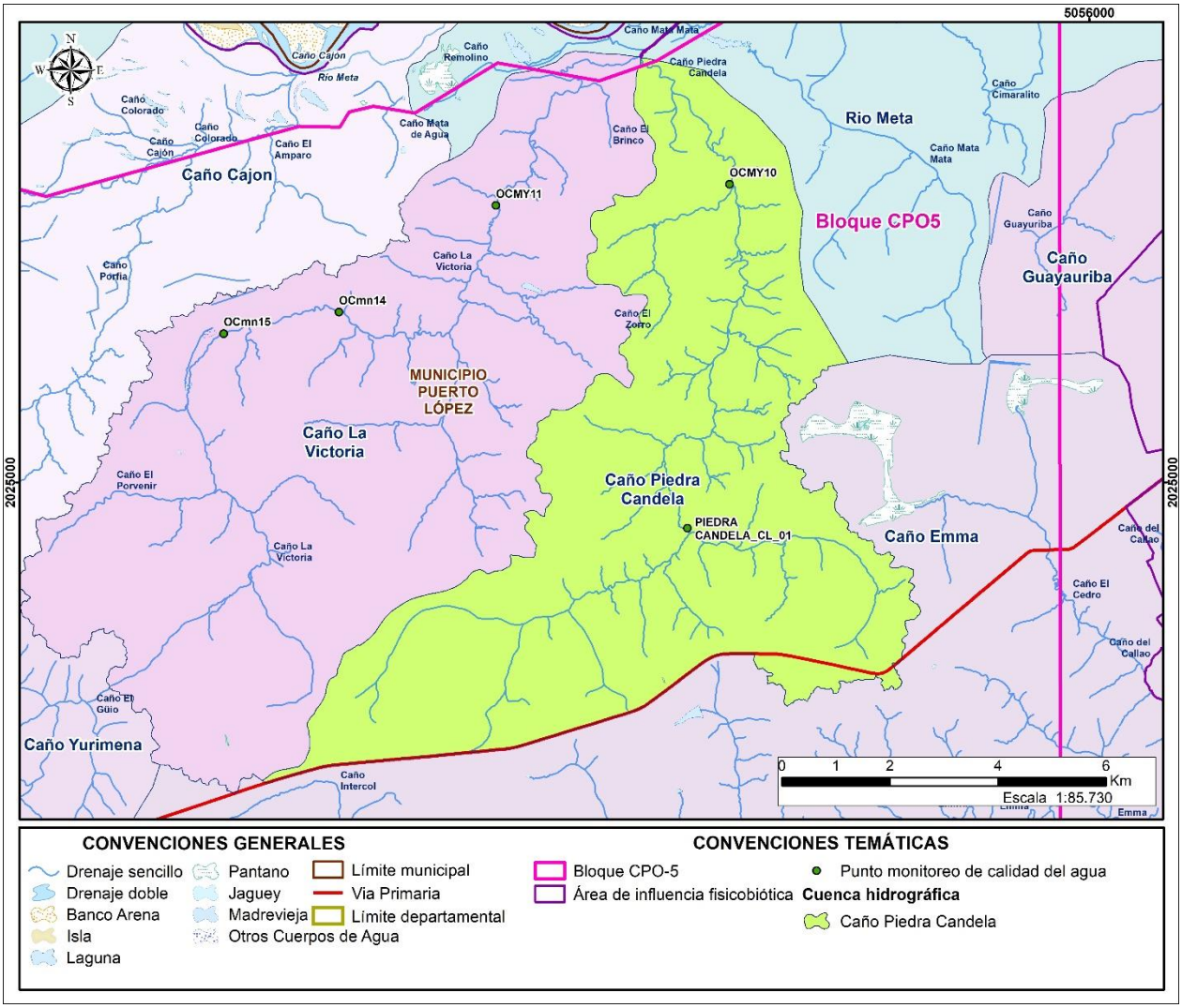


Figura 3.2.5-18 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño Piedra Candela durante época de lluvia y época seca

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

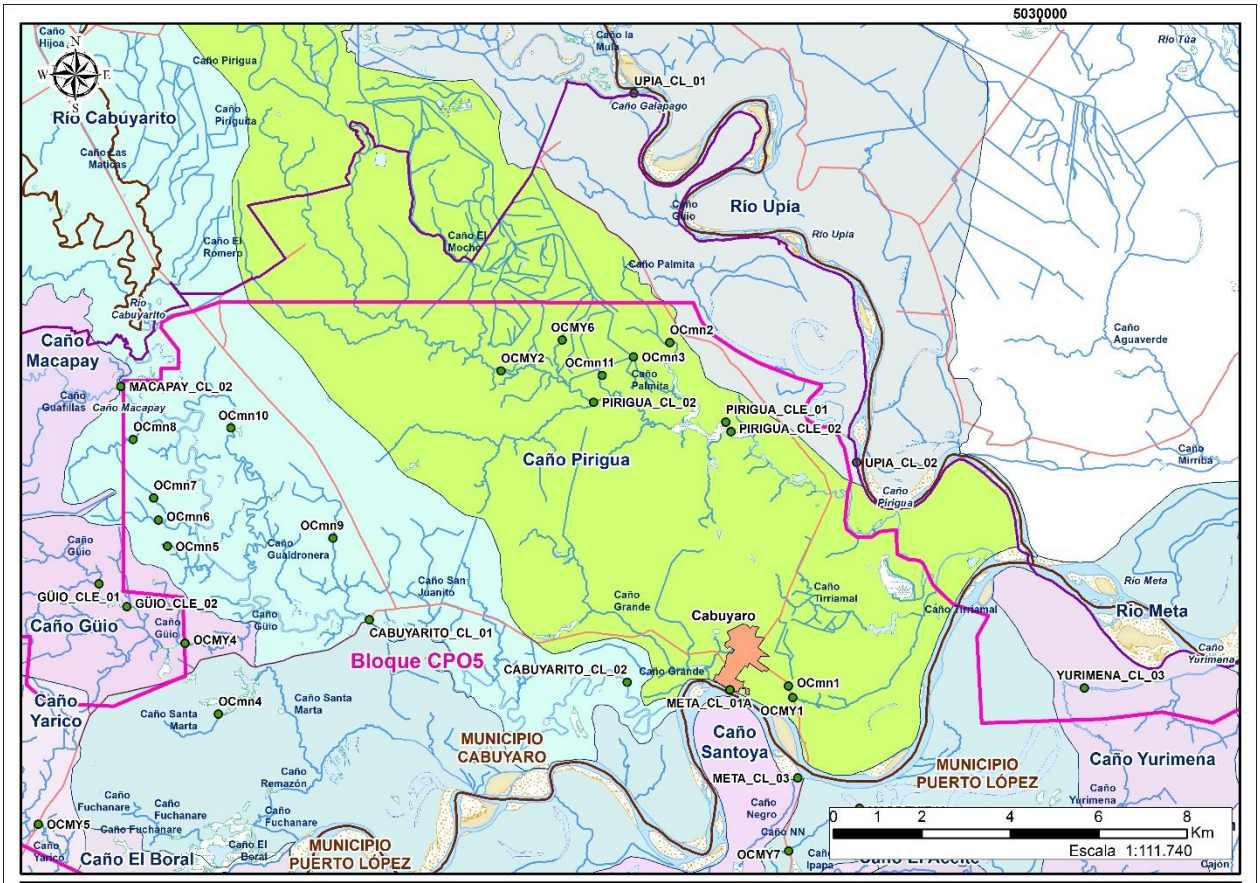


Figura 3.2.5-19 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño Pirigua durante época de lluvia y época seca

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

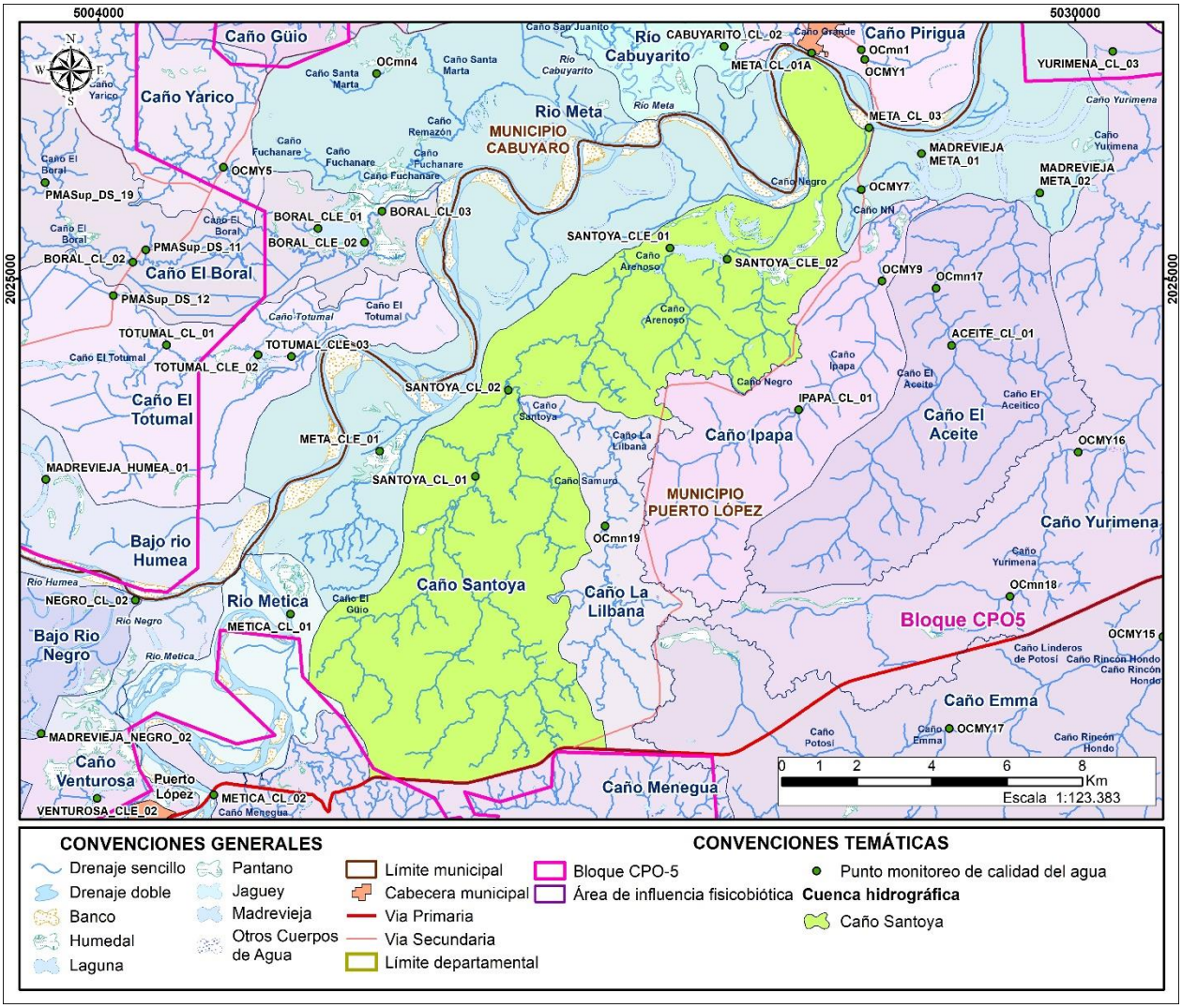


Figura 3.2.5-20 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño Santoya durante época de lluvia y época seca

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

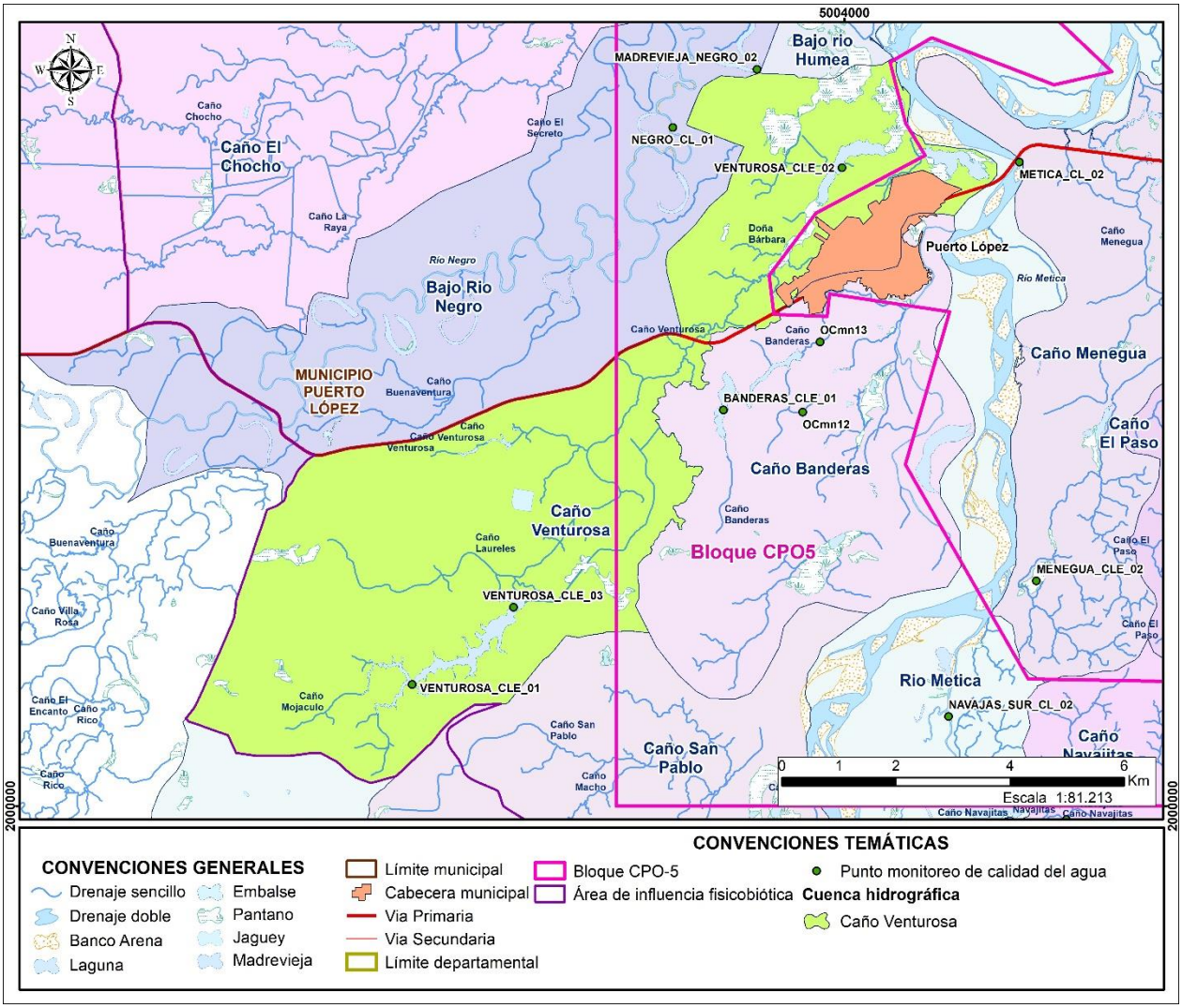


Figura 3.2.5-21 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño Venturosa durante época de lluvia y época seca

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

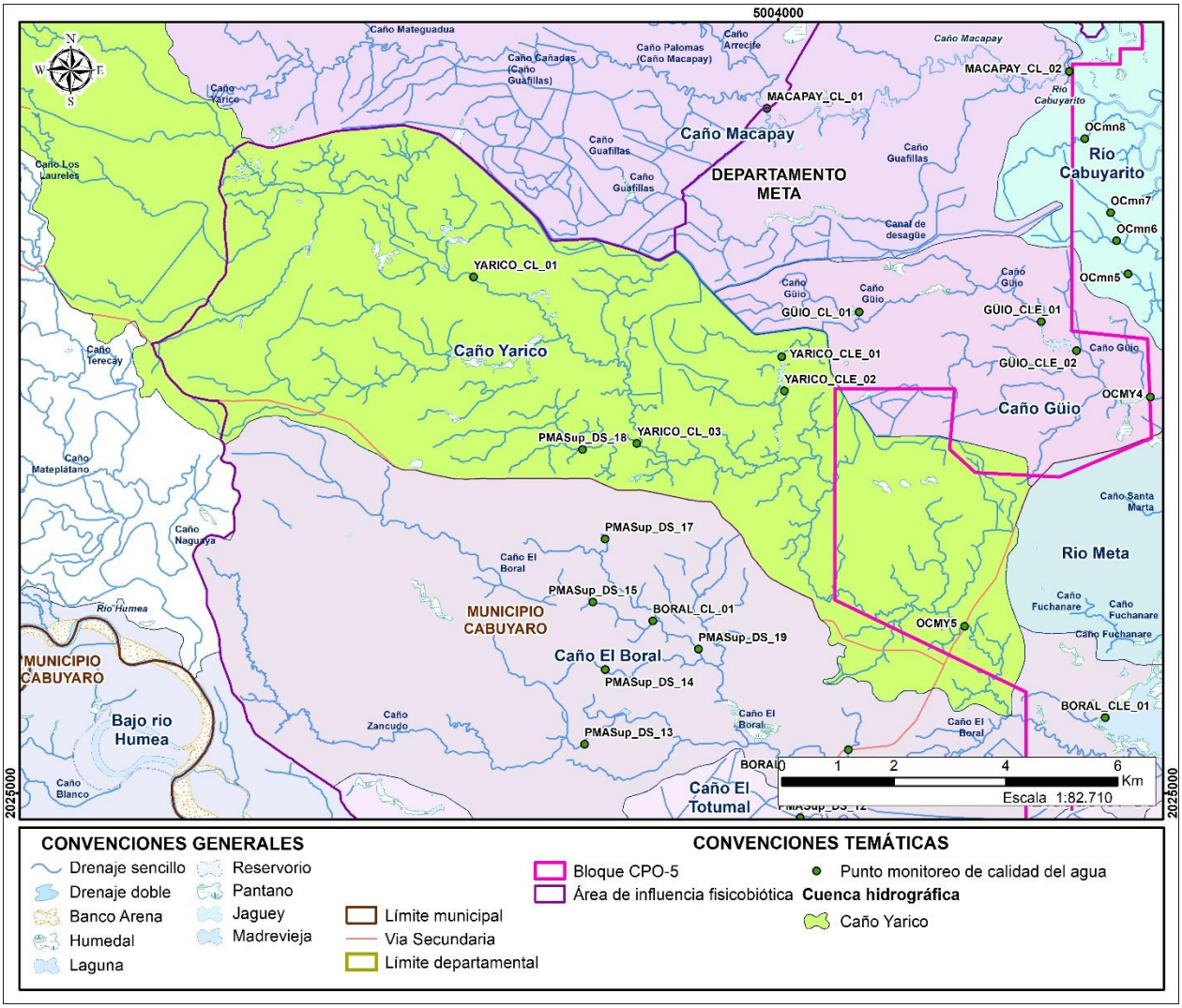


Figura 3.2.5-22 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño Yarico durante época de lluvia y época seca

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

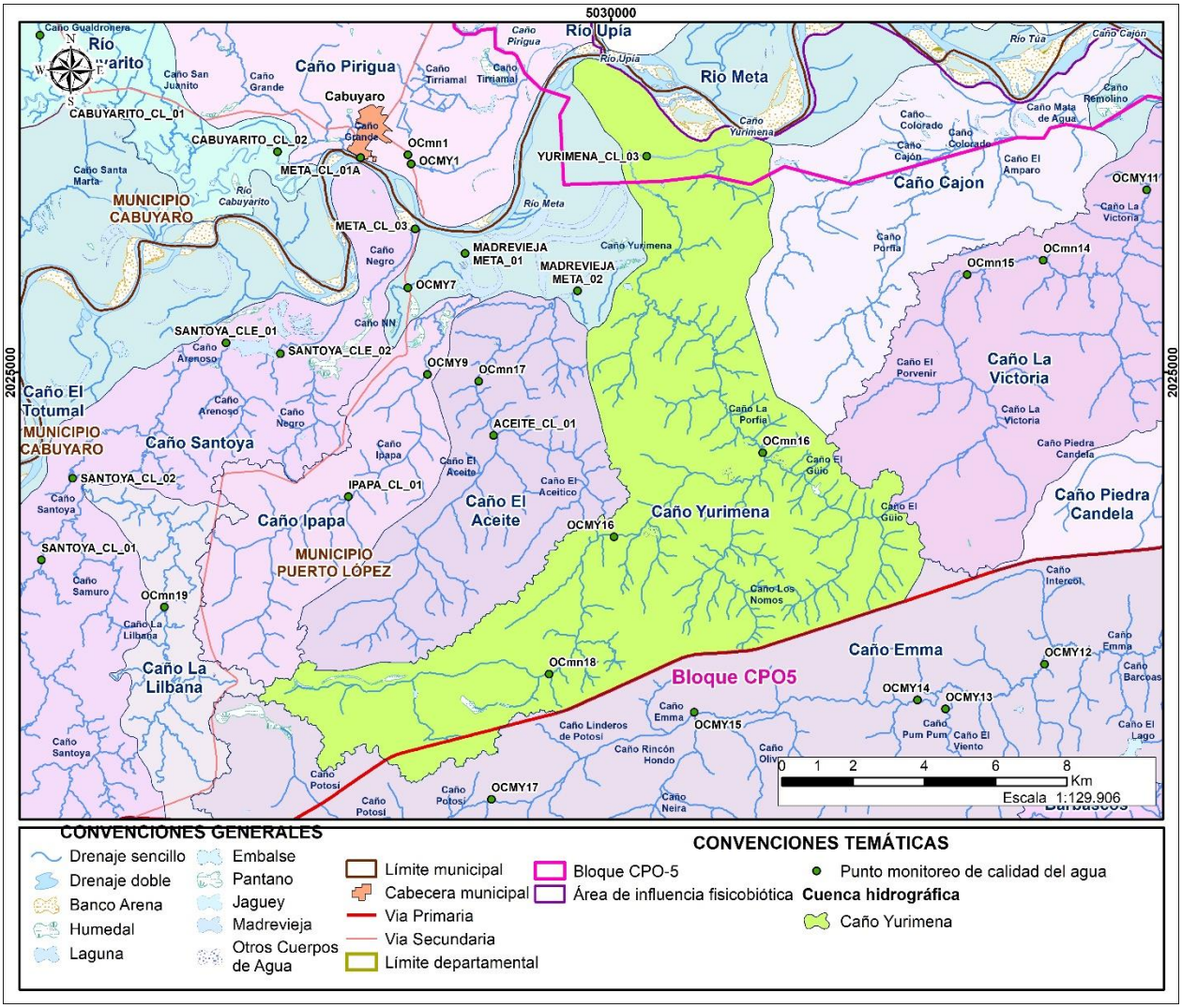


Figura 3.2.5-23 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del caño Yurimena durante época de lluvia y época seca

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

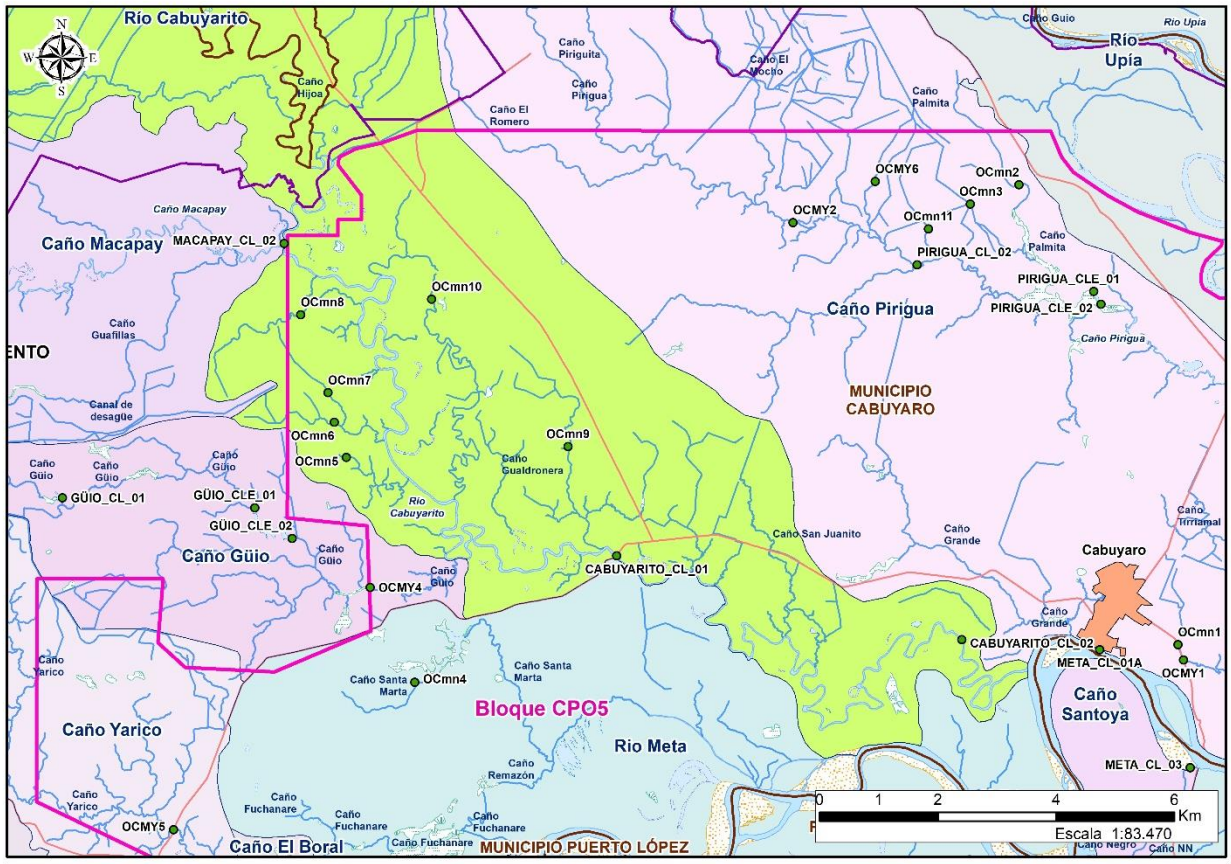


Figura 3.2.5-24 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del río Cabuyarito durante época de lluvia y época seca

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

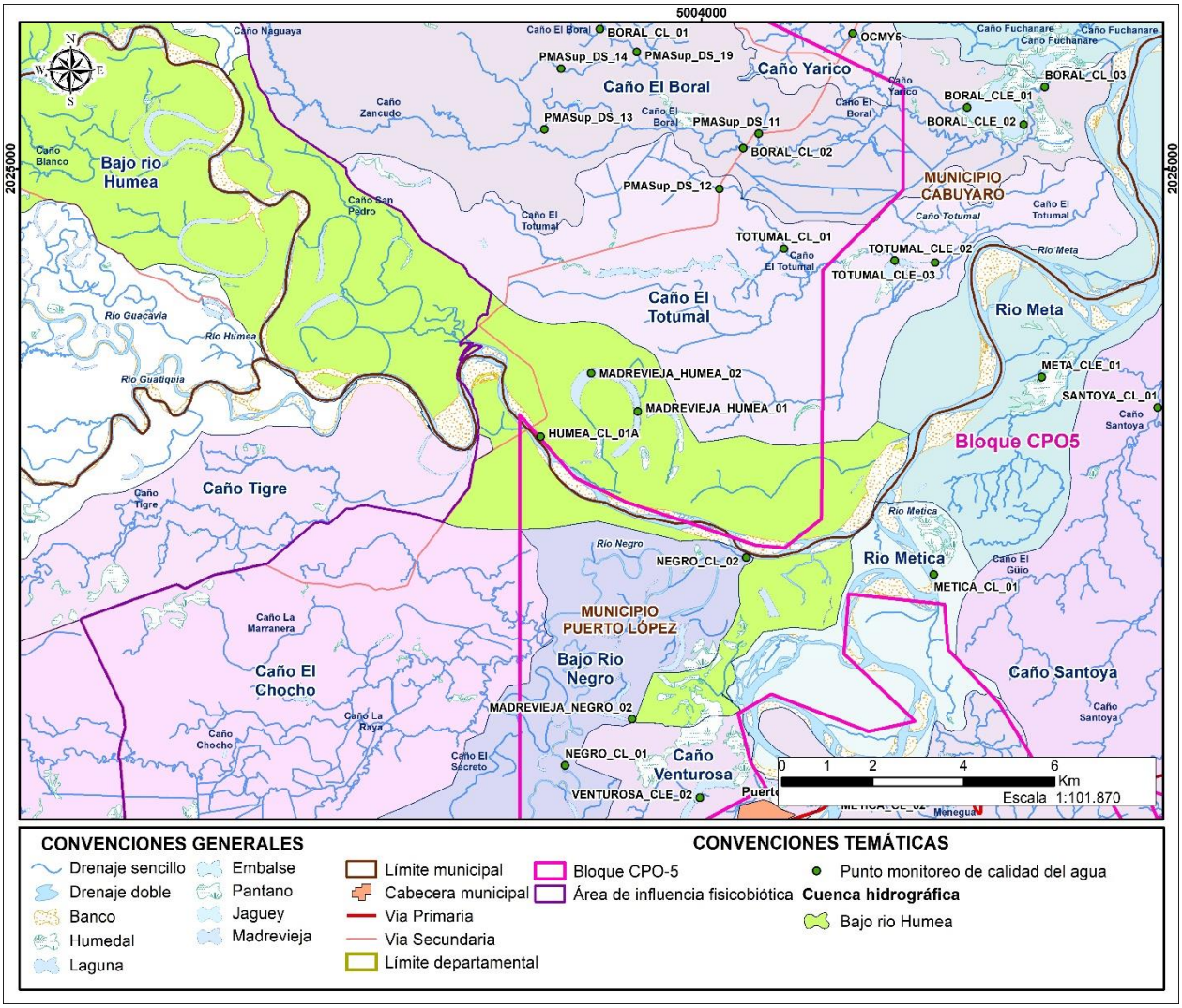


Figura 3.2.5-25 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca Bajo río Humea durante época de lluvia y época seca

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

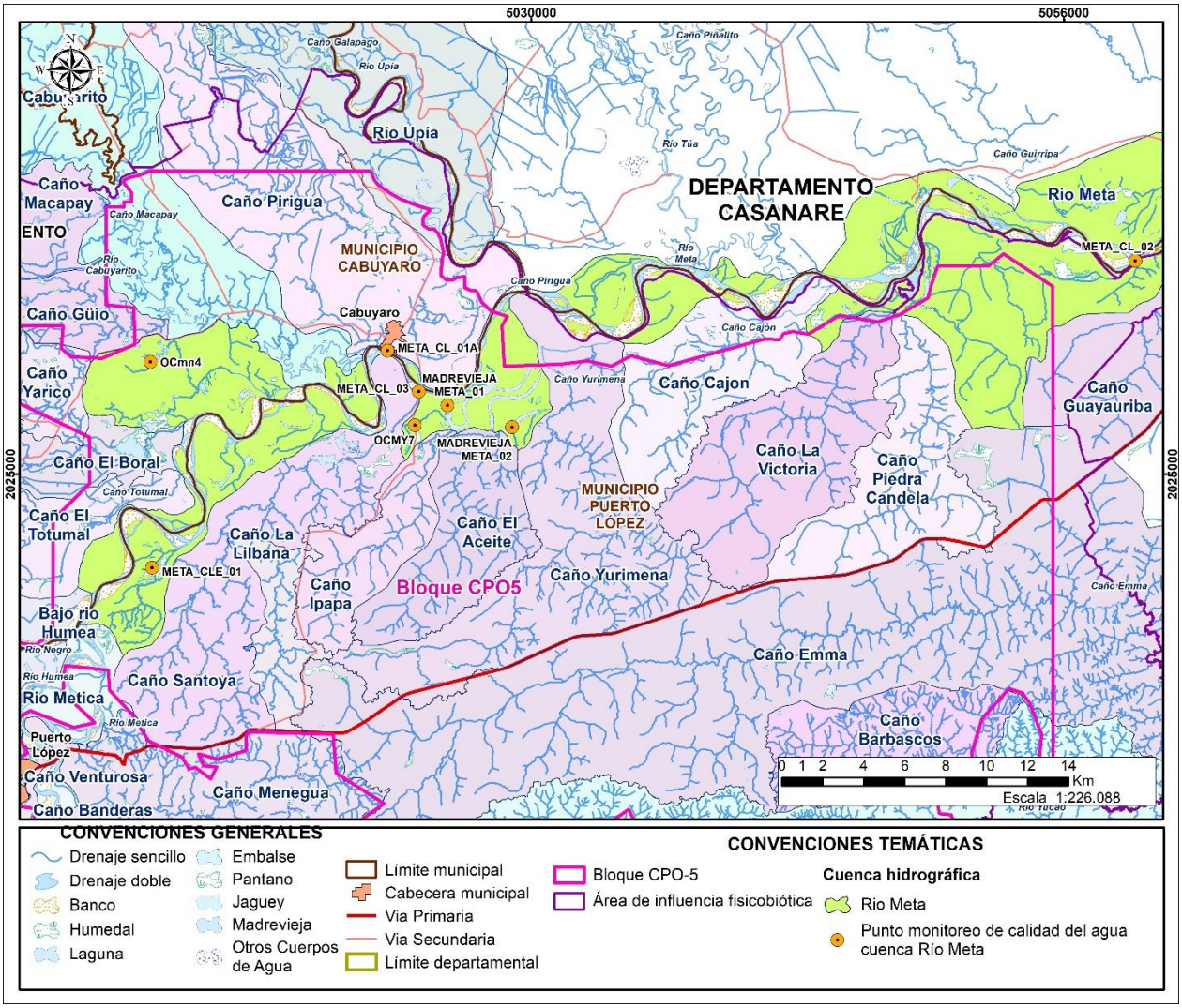


Figura 3.2.5-26 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del río Meta durante época de lluvia y época seca

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

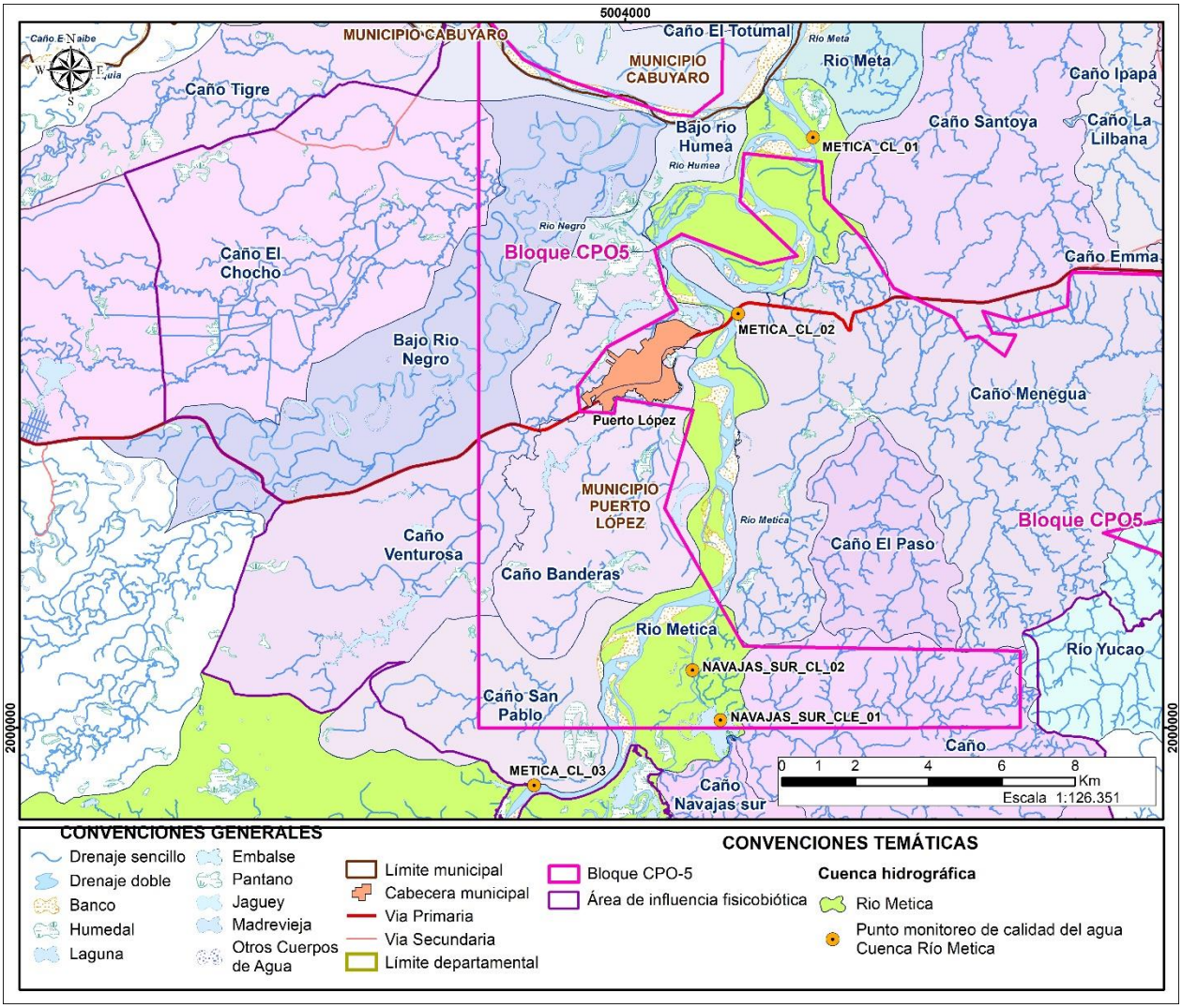


Figura 3.2.5-27 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del río Metica durante época de lluvia y época seca

Nota: A pesar de que los puntos NAVAJAS_SUR_CL_02 y NAVAJAS_SUR_CLE_01, cartográficamente se encuentran ubicados en la microcuenca del río Metica, estos puntos no se incluyeron en el análisis de la microcuenca del río Metica, y sus drenajes directos, ya que desde el punto de vista fisicoquímico e hidrobiológico sus características se encuentran ligadas al Caño Navajas Sur.
Fuente: GessiG S.A.S., 2026

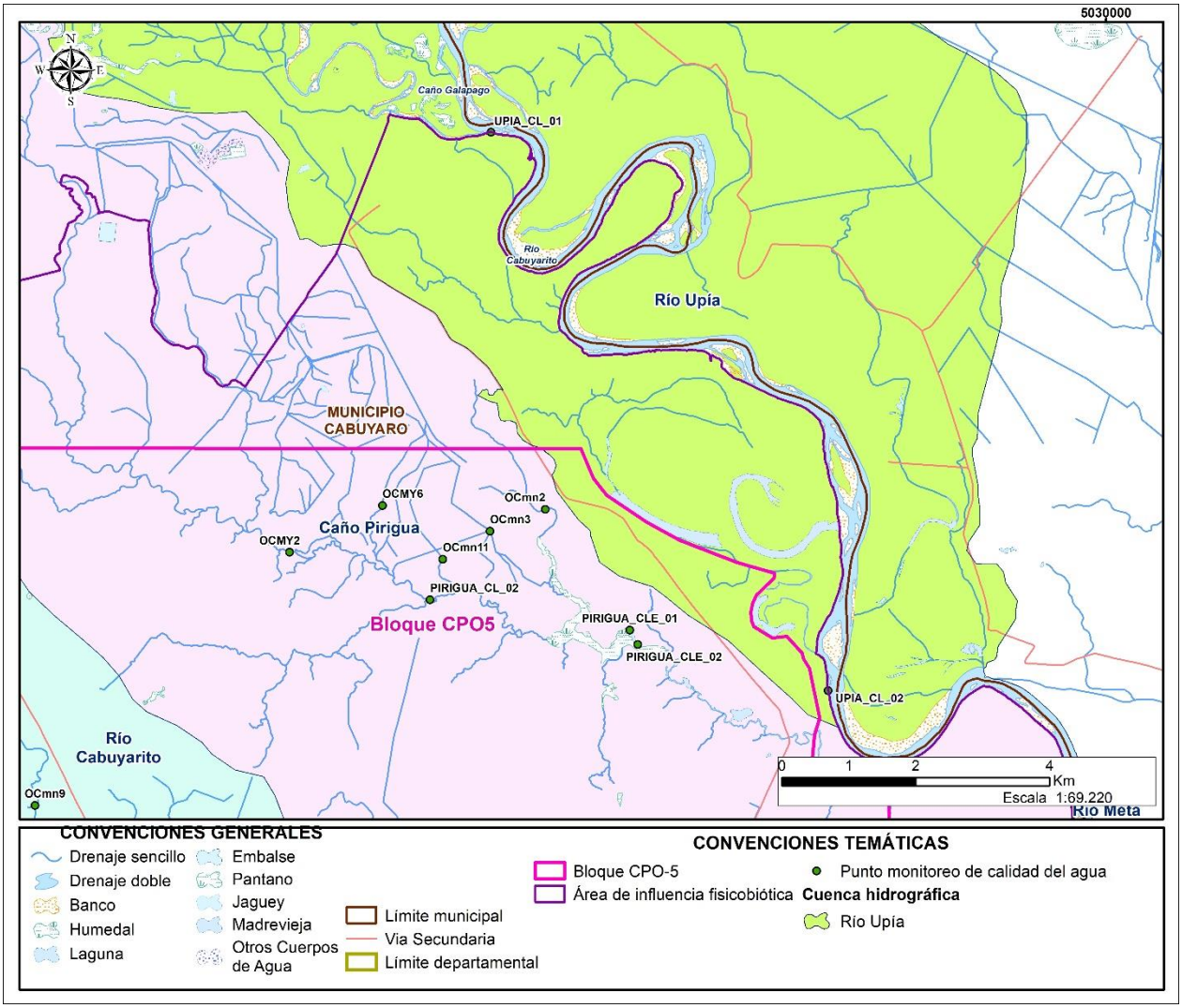


Figura 3.2.5-28 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del río Upía durante época de lluvia y época seca

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

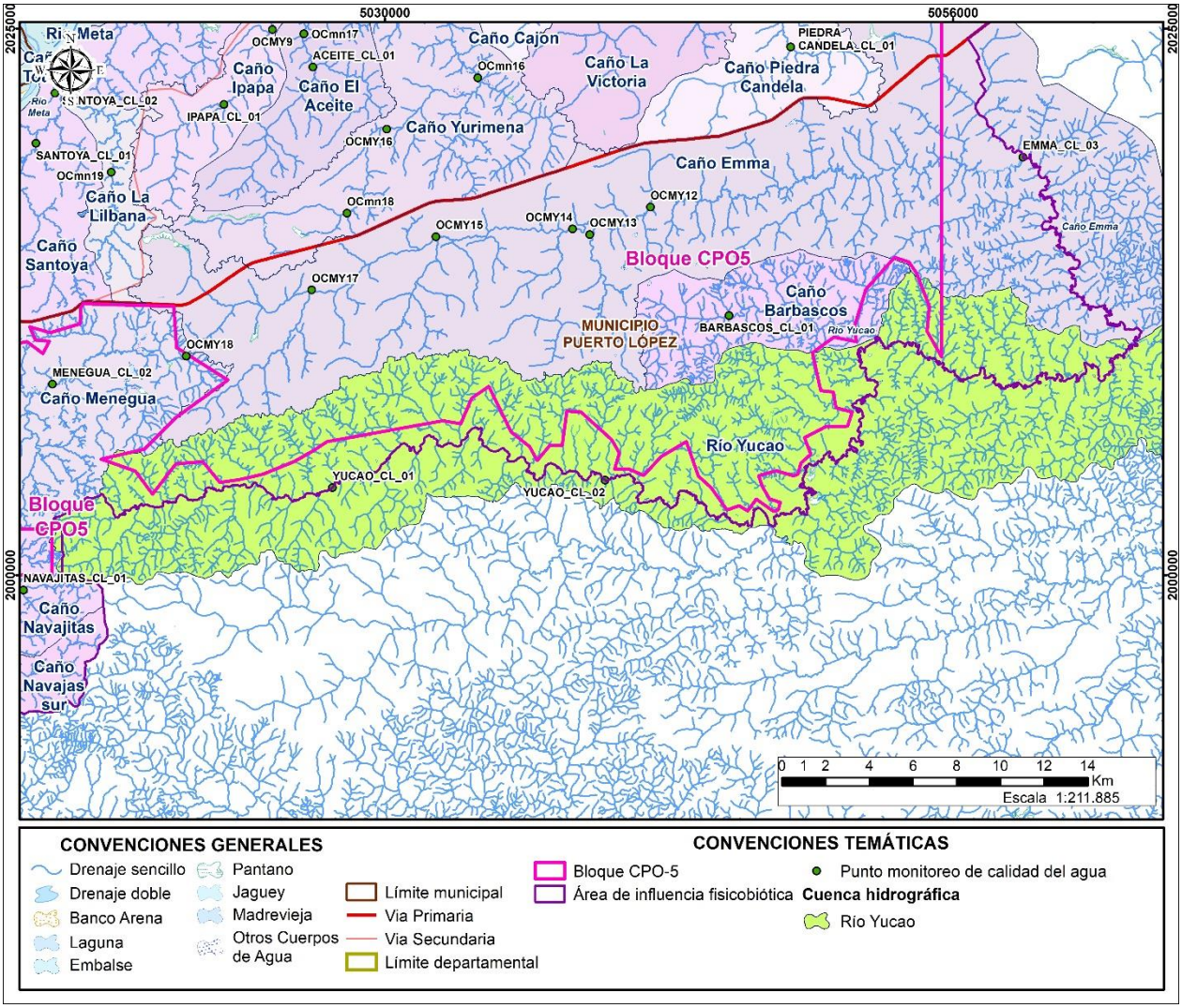


Figura 3.2.5-29 Georreferenciación de los puntos de monitoreo de agua superficial caracterizados en la cuenca del río Yucao durante época de lluvia y época seca

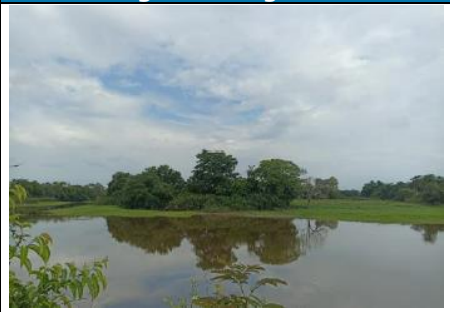
Fuente: GessiG S.A.S., 2026

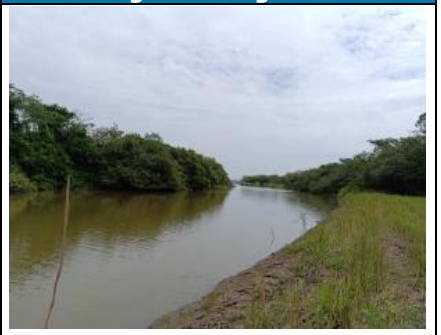
3.2.5.1.3 Descripción de los puntos de monitoreo de agua superficial

En la **Tabla 3.2.5-2** a la **Tabla 3.2.5-29** se describen las principales características morfológicas e hidrológicas de los puntos de monitoreo de calidad de agua a analizar durante las dos épocas hidroclimáticas caracterizadas, los puntos están agrupados por microcuenca hidrográfica.

✓ *Microcuenca Bajo río Negro*

Tabla 3.2.5-2 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca Bajo río Negro

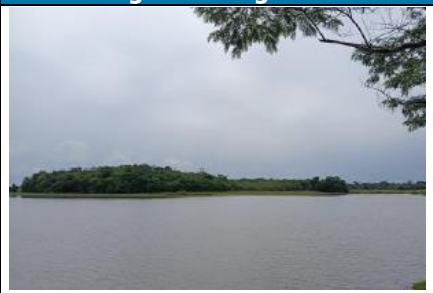
	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto MADREVIEJA_NEGRO_02	Cuerpo de agua léntico, tipo madrevieja asociada al río Negro, con un lecho formado por arcilla, que presenta un grado de perturbación moderado. La actividad frecuente en este sistema es la pesca, adicionalmente se han reportado viviendas adyacentes. Durante el monitoreo, no se detectaron olores ni material flotante.	 **Fotografía 3.2.5-1 MADREVIEJA_NEGRO_02 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua léntico, tipo madre vieja, se observa la actividad de pesca y a su alrededor la ganadería, adicionalmente se han reportado viviendas adyacentes. Durante el monitoreo, no se detectaron olores ni material flotante.	**Fotografía 3.2.5-2 MADREVIEJA_NEGRO_02 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto NEGRO_CL_01	Cuerpo de agua lótico, tipo río, con corrientes, donde se observan meandros y un lecho moderadamente erosionado, compuesto por limo, arcilla y arena. No se han detectado modificaciones en el canal. La vegetación circundante se compone de un 40% de árboles, 30% de arbustos, 20% de hierba y 10% de pastos. Durante el monitoreo, el nivel del agua se situó en un punto medio, sin olores, trazas de aceites, ni material flotante; sin embargo, se observó coloración por turbidez.	**Fotografía 3.2.5-3 NEGRO_CL_01 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico, tipo río, con corriente moderada. El uso local del suelo corresponde a ganadería y cultivos. La vegetación circundante se compone principalmente de árboles y de arbustos. Durante el monitoreo, el nivel del agua se situó en un punto medio, sin olor, color, trazas de aceites, ni material flotante.	**Fotografía 3.2.5-4 NEGRO_CL_01 en época seca** Fuente: MCS, 2025

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto NEGRO_CL_02	Cuerpo de agua lótico, tipo río, con corriente y un canal meándrico. Su lecho, moderadamente erosionado, está compuesto por limo, arcilla y arena. El uso local del suelo se destina a cultivos y ganadería, lo que genera impactos en la corriente debido al pastoreo. La cobertura vegetal se distribuye en un 30% de árboles, 30% de arbustos, 30% de hierba y 10% de pastos. No se evidencian trazas de aceites, ni olores; sin embargo, el sistema presenta coloración debido a la turbidez.	**Fotografía 3.2.5-5 NEGRO_CL_02 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico, tipo río, con corriente moderada y un canal meándrico. El uso local del suelo se destina a cultivos y ganadería, lo que genera impactos en la corriente debido a descargas. La cobertura vegetal se constituye principalmente de hierba. No se evidencia olor, color, ni material flotante.	 **Fotografía 3.2.5-6 NEGRO_CL_02 en época seca** Fuente: MCS, 2025

Fuente: GessiG S.A.S., 2025 adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

✓ *Microcuenca del caño Banderas*

Tabla 3.2.5-3 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Banderas

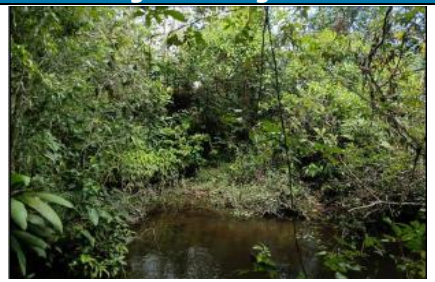
	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto BANDERAS_CLE_01	Cuerpo de agua léntico, tipo laguna, con un lecho compuesto por arcilla y arena. Las actividades asociadas a este sistema incluyen la pesca, la agricultura, la ganadería y usos domésticos. Además, se observaron viviendas cercanas al punto de muestreo. Durante el monitoreo, no se detectaron olores.	 **Fotografía 3.2.5-7 BANDERAS_CLE_01 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua léntico, tipo laguna, con un lecho compuesto por arcilla y arena. Las actividades asociadas a este sistema incluyen la pesca, la agricultura, la ganadería y usos domésticos. Además, se observaron viviendas cercanas al punto de muestreo. Durante el monitoreo, no se observaron grasas y aceites, color, ni material flotante, no se detectaron olores.	**Fotografía 3.2.5-8 BANDERAS_CLE_01 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto OCmn12	Cuerpo de agua léntico, tipo Jagüey, se caracteriza por tener un lecho arcilloso y un bajo grado de perturbación. Las actividades vinculadas a este sistema incluyen la ganadería, la agricultura y usos domésticos, debido a las viviendas cercanas. Durante el monitoreo, no se detectaron olores.	**Fotografía 3.2.5-9 OCmn12 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua léntico, tipo jagüey, se caracteriza por tener un lecho arcilloso y un bajo grado de perturbación. Se evidenció presencia de un Box Coulvert. Durante el monitoreo, no se detectaron olores, ni material flotante.	**Fotografía 3.2.5-10 OCmn12 en época seca** Fuente: MCS, 2025

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto OCmn13	Cuerpo de agua lótico tipo caño con corrientes moderadas, que presenta un canal meándrico y un lecho de limo y arcilla. El uso local del suelo incluye cultivos, ganadería y asentamientos urbanos, lo que genera impactos en la corriente, como el pastoreo y el paso de animales. Durante el monitoreo, no se registraron olores, aceites ni material flotante; sin embargo, se observó coloración debido a la turbidez del sistema.	**Fotografía 3.2.5-11 OCmn13 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico tipo caño con corriente interrumpida, que presenta un lecho de limo, arcilla y arena. El uso local del suelo incluye cultivos y ganadería, lo que genera impactos en la corriente, como el pastoreo y el paso de animales. Durante el monitoreo, no se registraron olores, aceites, ni material flotante.	**Fotografía 3.2.5-12 OCmn13 en época seca** Fuente: MCS, 2025

Fuente: GessiG S.A.S., 2025 adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

✓ *Microcuenca del caño Barbascos*

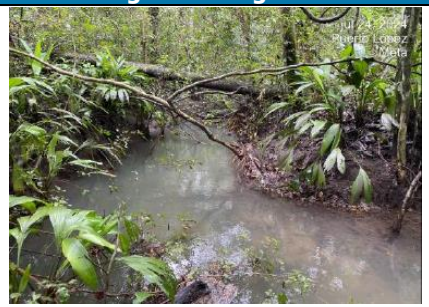
Tabla 3.2.5-4 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Barbascos

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto BARBASCOS_CL_01	Cuerpo de agua lótico, tipo caño, que presenta meandros y una corriente moderada. Su lecho está compuesto por limo y arcilla. El uso del suelo en la zona se destina a actividades ganaderas, cultivos y asentamientos urbanos, lo que genera impactos en la corriente por pastoreo, recreación y paso de animales. Durante el monitoreo, no se evidenciaron olores ni color, ya que la turbidez es clara.	 **Fotografía 3.2.5-13 BARBASCOS_CL_01 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico, tipo caño. Su lecho está compuesto por grava. El uso del suelo en la zona se destina a actividades de cultivos, lo que genera impactos en la corriente por captación y recreación. Durante el monitoreo, la vegetación se distribuye principalmente por macrófitas flotantes, árboles y arbustos, no se evidenciaron olores ni color, sin embargo, hay presencia de turbidez.	**Fotografía 3.2.5-14 BARBASCOS_CL_01 en época seca** Fuente: MCS, 2025

Fuente: GessiG S.A.S., 2025 adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

✓ *Microcuenca del caño El Aceite*

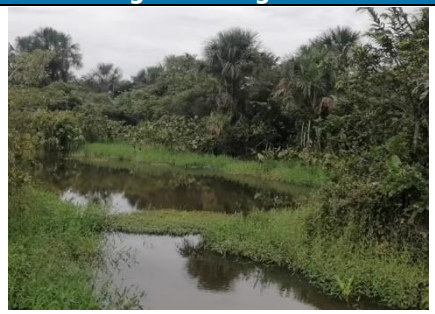
Tabla 3.2.5-5 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño El Aceite

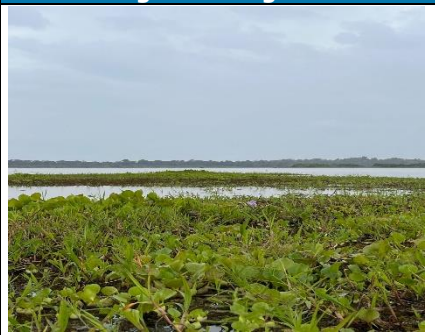
	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto ACEITE_CL_01	Cuerpo de agua lótico tipo caño, con un canal conformado por meandros. Su lecho presenta una erosión moderada, compuesto por limo y arcilla. El uso local del suelo está destinado principalmente a la ganadería, lo que genera impactos en la corriente debido al pastoreo. La vegetación circundante se distribuye en un 30% de árboles, 30% de arbustos, 25% de hierbas y 15% de pastos. No se observan olores, aceites, material flotante, ni color en el agua.	 **Fotografía 3.2.5-15 ACEITE_CL_01 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico tipo caño. Su lecho está compuesto por limo y arcilla. El uso local del suelo tiene cobertura de bosque nativo, sin embargo, se ha generado impactos en la corriente debido a las descargas. La vegetación circundante esta principalmente conformada por macrófitas flotantes y sumergidas, vegetación riparia de árboles, arbustos y hierbas. No se observan olores, aceites, material flotante, ni color en el agua.	**Fotografía 3.2.5-16 ACEITE_CL_01 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto OCmn17	Cuerpo de agua lótico tipo caño con corrientes moderadas, cuyo canal presenta características meándricas y un lecho moderadamente erosionado, compuesto por limo, arcilla y cantos rodados. El uso local del suelo está destinado a la ganadería, lo que genera un impacto en la corriente, especialmente por el pastoreo. Durante el monitoreo, el nivel del agua se registró en un punto medio, y la cobertura vegetal se distribuyó entre árboles (20%), arbustos (20%) y herbazales (30%). No se evidenció color, olor, trazas de aceites ni material flotante.	**Fotografía 3.2.5-17 OCmn17 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico tipo caño con corriente, y un grado de perturbación muy bajo, lecho compuesto por limo, arcilla y arena. El uso local del suelo está destinado a bosque nativo. Durante el monitoreo, el nivel del agua se registró en un punto medio, y la cobertura vegetal se distribuyó entre árboles (20%), arbustos (20%) y hierba (30%). No se evidenció color, olor, trazas de aceites ni material flotante.	**Fotografía 3.2.5-18 OCmn17 en época seca** Fuente: MCS, 2025

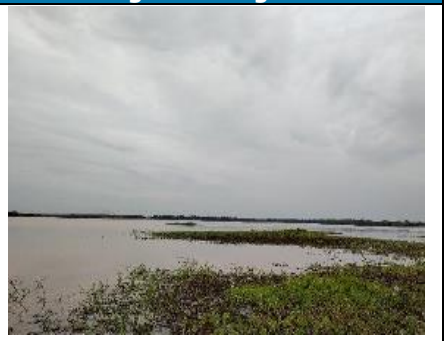
Fuente: GessiG S.A.S., 2025 adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

✓ *Microcuenca del caño El Boral*

Tabla 3.2.5-6 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño El Boral

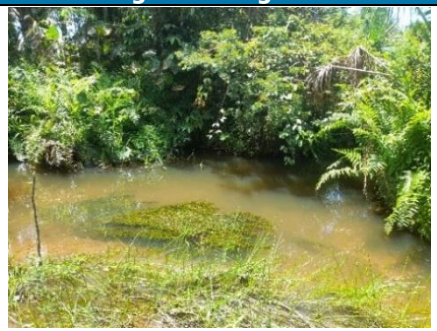
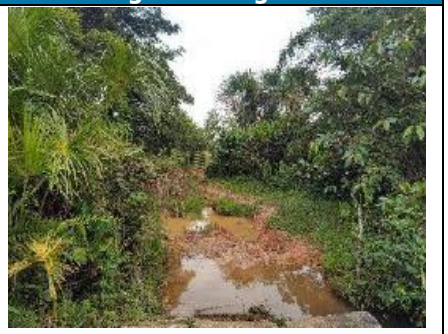
	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto BORAL_CL_01	Cuerpo de agua lotico tipo caño, con lecho de limo y arcilla. El agua presenta un nivel bajo, vegetación riparia compuesta por gramíneas, hierba, arbustos y árboles. Se evidencia material flotante. Así mismo, no se presentaron olores ofensivos, ni trazas de aceites y grasas, durante la toma de muestra.	 **Fotografía 3.2.5-19 BORAL _CL_01 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lotico tipo caño, con lecho de limo y arcilla, El punto de monitoreo se presenta seco, vegetación compuesta por gramíneas, hierba, arbustos y árboles.	**Fotografía 3.2.5-20 BORAL _CL_01 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto BORAL_CL_02	Cuerpo de agua lotico tipo caño, cercano al puente cruce de vehículos, lecho compuesto por limo, arcilla y arena con un alto nivel del agua, con vegetación ripariá compuesta por arbustos, arboles, hierba y pastos, no se evidencia material flotante y presencia de olores o grasas y aceites.	**Fotografía 3.2.5-21 BORAL _CL_02 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lotico tipo caño, cercano al puente cruce de vehículos, lecho compuesto por limo, arcilla y arena con un nivel medio de agua y ligera turbidez, con vegetación riparia compuesta por arbustos, arboles, hierba y pastos, no se evidencia material flotante, no presenta olores, grasas ni aceites.	**Fotografía 3.2.5-22 BORAL _CL_02 en época seca** Fuente: MCS, 2025

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto BORAL_CL_03	Cuerpo de agua lotico tipo caño, con lecho de limo y arcilla, El agua presenta un nivel flujo base, presenta turbidez, vegetación riparía compuesta por gramíneas, hierba, arbustos y árboles, no se evidencia material flotante. No se evidenciaron olores ofensivos, ni trazas de aceites y grasas.	**Fotografía 3.2.5-23 BORAL _CL_03 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Punto de monitoreo no efectivo debido a que el propietario del predio no permitió el acceso al mismo.	 **Fotografía 3.2.5-24 Condiciones de ingreso al punto BORAL_CL_03 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto BORAL_CLE_01	Cuerpo de agua lentico de tipo laguna, el lecho está compuesto por arena, limo y arcilla, no presenta olores, ni se evidencia material flotante, presencia de actividades de pesca, grado moderado de perturbación. Presenta proceso de eutroficación. El cuerpo léntico se encuentra rodeado de cultivos transitorios y tierras dedicadas al pastoreo intensivo.	**Fotografía 3.2.5-25 BORAL _CLE_01 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lentico de tipo laguna no presenta olores, ni se evidencia material flotante, se evidencia ligera turbidez. Se observó la presencia de macrófitas emergentes y flotantes tipo "buchones" en las orillas de la laguna. En la zona perimetral se evidenciaron actividades agrícolas y de ganadería.	**Fotografía 3.2.5-26 BORAL _CLE_01 en época seca** Fuente: MCS, 2025

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto BORAL_CLE_02	Cuerpo de agua lentico de tipo laguna, el lecho está compuesto por arena, limo y arcilla, no presenta olores, ni se evidencia material flotante, presencia de actividades de pesca, grado moderado de perturbación. Presenta proceso de eutroficación. La laguna está rodeada de áreas destinadas recreación y a la conservación y/o recuperación de la naturaleza.	**Fotografía 3.2.5-27 BORAL _CLE_02 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lentico de tipo laguna, el lecho está compuesto por suelo limo arcilloso, no presenta olores, ni se evidencia material flotante. En la zona perimetral se evidencia presencia de actividades agrícolas y de ganadería.	 **Fotografía 3.2.5-28 BORAL _CLE_02 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto PMASup_DS_11	Cuerpo de agua lotico tipo caño, lecho compuesto por arena y rocas grandes, nivel de agua bajo, se evidencia vegetación riparia compuesta por pastos, hierba, arbustos y árboles, no presenta material flotante. Se evidenciaron olores, no presenta color ni trazas de aceites y grasas.	**Fotografía 3.2.5-29 OC11 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	El punto se encontró seco al momento de hacer el monitoreo.	**Fotografía 3.2.5-30 OC11 en época seca** Fuente: MCS, 2025

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto PMASUP_DS_13	Cuerpo de agua lótico tipo drenaje sencillo intermitente, con lecho rocoso, no presenta ni color ni olores, ni se evidencia material flotante, presenta un grado de perturbación moderado.	**Fotografía 3.2.5-31 PMASUP _DS_13 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lotico tipo drenaje intermitente que al momento del monitoreo se encontró seco.	**Fotografía 3.2.5-32 PMASUP _DS_13 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto PMASUP_DS_14	Cuerpo de agua lótico tipo drenaje sencillo intermitente, que presenta un lecho compuesto por arena, limo y arcilla, referente al suelo Typic Hapludox, bien drenado de textura media a moderadamente gruesa. Nivel de agua bajo, se evidencia vegetación ripariá compuesta por pastos, hierba, arbustos y árboles, no presenta material flotante, No se evidenciaron olores ofensivos, color ni trazas de aceites y grasas.	**Fotografía 3.2.5-33 OC14 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lotico tipo drenaje intermitente que al momento del monitoreo se encontró seco.	**Fotografía 3.2.5-34 OC14 en época seca** Fuente: MCS, 2025

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto PMASUP_DS_15	Cuerpo de agua lotico tipo caño con un lecho compuesto por limo y arcilla, con un bajo nivel del agua, con vegetación ripariá compuesta por arbustos, arboles, hierba y pastos, se evidencia material flotante. No presenta olores, grasas ni aceites.	**Fotografía 3.2.5-35 PMASUP _DS_15 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lotico tipo caño, con drenaje intermitente, lecho compuesto por limo y arcilla, con un bajo nivel del agua. Vegetación riparia compuesta por arbustos, arboles, hierba y pastos, no se evidencia material flotante. No presenta olores, grasas ni aceites. Se evidencia paso de ganado por el cuerpo de agua.	**Fotografía 3.2.5-36 PMASUP _DS_15 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto PMASUP_DS_17	Cuerpo de agua lotico, lecho compuesto por limo y arcilla, con un bajo nivel del agua, presenta turbidez, con vegetación ripariá compuesta por arbustos, arboles, hierba y pastos, no se evidencia material flotante, ni presenta olores, grasas ni aceites.	**Fotografía 3.2.5-37 OC17 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lotico que al momento del monitoreo se encontró seco.	**Fotografía 3.2.5-38 PMASUP _DS_17 en época seca** Fuente: MCS, 2025

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto PMASUP_DS_19	Cuerpo de agua lotico tipo caño, lecho compuesto por arena, limo y arcilla, unidad de suelo tipo B conformada por suelos Typic Hapludox. Nivel de agua medio, se evidencia vegetación riparía compuesta por pastos, hierba, arbustos y árboles, no presenta material flotante, No se evidenciaron olores ofensivos, color ni trazas de aceites y grasas.	 **Fotografía 3.2.5-39 PMASUP _DS_19 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lotico tipo caño, semi continuo, lecho compuesto por arena, limo y arcilla, nivel de agua medio, se evidencia vegetación riparia compuesta por pastos, hierba, arbustos y árboles, no presenta material flotante, No se evidenciaron olores ofensivos, color ni trazas de aceites y grasas. Cerca al punto de monitoreo se evidencia actividades de ganadería.	 **Fotografía 3.2.5-40 PMASUP _DS_19 en época seca** Fuente: MCS, 2025

Fuente: GessiG S.A.S., 2025 adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

✓ *Microcuenca del caño El Paso*

Tabla 3.2.5-7 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño El Paso

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto EL PASO_CL_01	Cuerpo de agua lótico, tipo caño, con corriente moderada. Su lecho estable está compuesto por arena y grava. La vegetación circundante se distribuye en un 30% de árboles, 30% de arbustos, 20% de hierba y 10% de gramíneas. El uso del suelo en la zona se destina a cultivos. Durante el monitoreo, no se evidenciaron olores, aceites ni material flotante, y el agua no mostró color, ya que presentó una turbidez clara.	**Fotografía 3.2.5-41 EL PASO_CL_01 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico, tipo caño, con corriente moderada. Su canal presenta características rectas, con un nivel de agua medio. La vegetación circundante se distribuye principalmente de macrófitas flotantes, vegetación riparia de árboles y arbustos. El uso del suelo en la zona se destina a ganadería y cultivos, teniendo en cuenta que los impactos sobre la corriente son dados por carreteras por paso vehicular y/o animal. Durante el monitoreo, no se evidenciaron olores, colores, aceites ni material flotante.	**Fotografía 3.2.5-42 EL PASO_CL_01 en época seca** Fuente: MCS, 2025

Fuente: GessiG S.A.S., 2025 adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

✓ *Microcuenca del caño Totumal*

Tabla 3.2.5-8 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Totumal

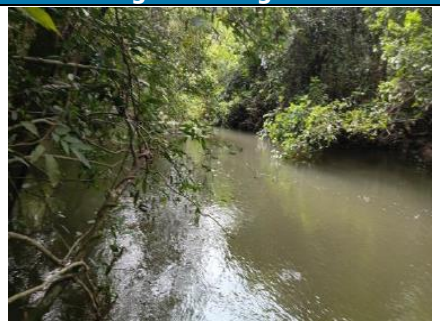
	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto TOTUMAL_CL_01	Cuerpo de agua lotico tipo caño con lecho de limo y arcilla, El agua presenta un nivel medio, presenta turbidez, vegetación riparía compuesta por gramíneas, hierba, arbustos y árboles, no se evidencia material flotante. No se evidenciaron olores ofensivos, ni trazas de aceites y grasas.	**Fotografía 3.2.5-43 TOTUMAL _CL_01 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lotico tipo caño correspondiente al caño Totumal, lecho de limo y arcilla, El agua presenta un nivel bajo, presenta turbidez, vegetación riparia compuesta por gramíneas, hierba, arbustos y árboles, no se evidencia material flotante. El agua se presenta turbia. No se evidenciaron olores ofensivos, ni trazas de aceites y grasas. Se evidencia paso animal sobre el punto de monitoreo.	**Fotografía 3.2.5-44 TOTUMAL _CL_01 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto TOTUMAL_CLE_02	Cuerpo de agua lentico de tipo laguna, el lecho está compuesto por limo y arcilla, no presenta color, olores ni material flotante, se realizan actividades asociadas de ganadería y pesca, con un grado moderado de perturbación.	**Fotografía 3.2.5-45 TOTUMAL _CLE_02 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lentico de tipo laguna, el lecho está compuesto por limo y arcilla, no presenta color, olores ni material flotante, es posible apreciar ligera turbidez. Cerca al punto se realizan actividades asociadas de ganadería y pesca, con un grado bajo de perturbación	**Fotografía 3.2.5-46 TOTUMAL _CLE_02 en época seca** Fuente: MCS, 2025

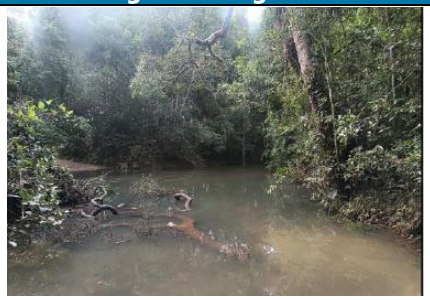
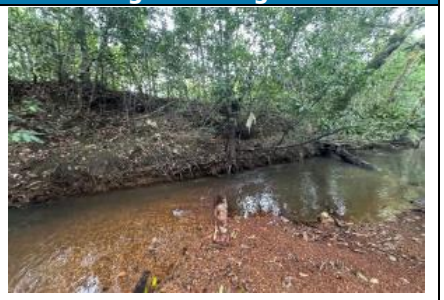
	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto TOTUMAL_CLE_03	Cuerpo de agua lentico de tipo laguna, el lecho está compuesto por arcilla, no presenta color, olores ni material flotante, se realizan actividades de agricultura con un grado moderado de perturbación.	**Fotografía 3.2.5-47 TOTUMAL _CLE_03 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lentico de tipo laguna, el lecho está compuesto por arcilla, no presenta color, olores ni material flotante. El agua se presenta con ligera turbidez. Se realizan actividades de agricultura cerca al punto de monitoreo con un grado bajo de perturbación-	**Fotografía 3.2.5-48 TOTUMAL _CLE_03 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto PMASUP_DS_12	Cuerpo de agua lotico tipo drenaje sencillo intermitente, con lecho compuesto por arena, limo y arcilla, suelo Oxic Dystrudepts de clase 6, profundo, bien drenado y de texturas francas en los primeros horizontes. Nivel de agua alto, se evidencia vegetación riparía compuesta por pastos, hierba, arbustos y árboles, no presenta material flotante, No se evidenciaron olores ofensivos, color ni trazas de aceites y grasas.	**Fotografía 3.2.5-49 PMASUP _DS_12 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lotico tipo drenaje intermitente, lecho compuesto por arena, limo y arcilla, nivel de agua medio, se evidencia vegetación riparia compuesta por pastos, hierba, arbustos y árboles, no presenta material flotante, No se evidenciaron olores ofensivos, color ni trazas de aceites y grasas. Cercano al punto de monitoreo se evidencia cultivos de arroz.	**Fotografía 3.2.5-50 PMASUP _DS_12 en época seca** Fuente: MCS, 2025

Fuente: GessiG S.A.S., 2025 adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

✓ *Microcuenca del caño Emma*

Tabla 3.2.5-9 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Emma

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto EMMA_CL_03	Cuerpo de agua lótico, tipo caño, con corriente moderada. Su lecho, estable, está compuesto por arena. El uso del suelo en la zona incluye diversas actividades, como ganadería, cultivos y asentamientos urbanos, lo que genera impactos en la corriente por pastoreo y recreación. Durante el monitoreo, se observó un nivel medio en el sistema. No se detectaron olores, aunque se presentó coloración debido a la turbidez.	 **Fotografía 3.2.5-51 EMMA _CL_03 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico, tipo caño, con corriente moderada. El uso del suelo en la zona incluye diversas actividades, como ganadería y cultivos, lo que genera impactos en la corriente por pastoreo y recreación. Durante el monitoreo, se observó un nivel medio en el sistema. No se detectaron olor, ni color, aunque se presentó coloración debido a la turbidez.	**Fotografía 3.2.5-52 EMMA _CL_03 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto OCMY12	Cuerpo de agua lótico tipo caño, con canal meándrico y corrientes, su lecho está compuesto por limo, arcilla y arena, la vegetación aledaña está conformada por Macrófitas emergentes (50%), flotantes y sumergidas (20% cada una). Durante el monitoreo se observó un nivel medio del cuerpo de agua, sin la presencia de olor, material flotante, ni aceites, en cuanto al color no presento coloración debido a la turbidez clara.	**Fotografía 3.2.5-53 OCMY12 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico tipo caño, presencia de puente y corrientes moderadas, su lecho tiene un bajo grado de perturbación relacionada con el uso del suelo, donde se evidencia viviendas y fincas aledañas, tienen cultivos extensivos de caucho y caña. Durante el monitoreo se observó un nivel bajo del cuerpo de agua y presencia de turbidez, sin embargo, no hubo presencia de olor, material flotante, ni aceites.	**Fotografía 3.2.5-54 OCMY12 en época seca** Fuente: MCS, 2025

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto OCMY13	Cuerpo de agua lótico tipo caño, con un lecho moderadamente erosionado compuesto por arena; así mismo, se evidencia un canal meándrico con corrientes y turbidez leve, por otra parte, la vegetación predominante es arbórea y arbustiva, con la presencia de árboles y arbustos. No se evidencia color, olor, trazas de aceites, ni material flotante.	 **Fotografía 3.2.5-55 OCMY13 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico tipo caño, evidencia una corriente moderada, turbidez leve y un grado de perturbación bajo, por otra parte, la vegetación predominante está compuesta de árboles y arbustos. No se evidencia color, olor, trazas de aceites, ni material flotante.	 **Fotografía 3.2.5-56 OCMY13 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto OCMY14	Cuerpo de agua lótico tipo caño, con un lecho estable compuesto por arena. Su canal presenta meandros y un nivel medio durante el monitoreo. El uso del suelo en la zona corresponde a bosque nativo, aunque se han registrado impactos en el canal debido a la construcción de una alcantarilla. La cobertura vegetal se distribuye en mayor proporción entre árboles y arbustos, seguido de hierbas y gramíneas. No presenta olor, trazas de aceite, material flotante, ni color.	**Fotografía 3.2.5-57 OCMY14 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico tipo caño, con un lecho con deposición severa, compuesto por arena y rocas grandes. Presentó un nivel de agua bajo durante el monitoreo. El uso del suelo en la zona corresponde a bosque nativo, aunque se han registrado impactos en el canal debido a la presencia de un puente para el paso vehicular y animal. La cobertura vegetal se distribuye en mayor proporción de macrófitas flotantes y árboles. No presenta olor, trazas de aceite, material flotante, ni color, sin embargo, presente turbidez clara.	**Fotografía 3.2.5-58 OCMY14 en época seca** Fuente: MCS, 2025

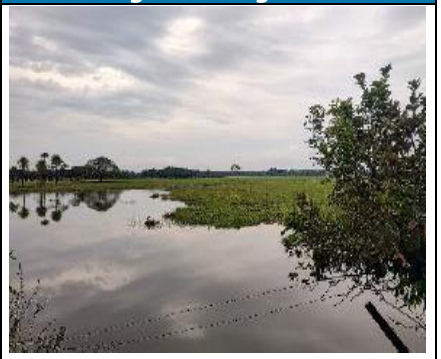
	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto OCMY15	Cuerpo de agua lótico tipo caño, con meandros y corriente moderada, presenta turbidez clara, con un lecho limo/arcilloso, el uso local del suelo se da principalmente para cultivos; en cuanto a los impactos sobre la corriente se observó un puente para paso vehicular y/o animal. Durante el monitoreo no se presenta olor, trazas de aceites, color, ni material flotante, en cuanto a la cobertura vegetal para el punto se reportó macrófitas acuáticas, árboles, arbustos y pastos, siendo estos los que tienen una mayor cobertura.	**Fotografía 3.2.5-59 OCMY15 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico tipo caño, con canal meándrico y corriente moderada, presenta turbidez leve, con lecho arenoso, uso local del suelo principalmente de cultivos y ganadería; los impactos son la recreación como actividad antrópica y la presencia de un puente para paso vehicular y/o animal. Durante el monitoreo no se presenta olor, trazas de aceites, color, ni material flotante, en cuanto cobertura vegetal, se reportó macrófitas flotantes y vegetación riparia de árboles.	**Fotografía 3.2.5-60 OCMY15 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto OCMY17	Cuerpo de agua lótico, tipo drenaje sencillo intermitente con meandros y lecho estable; el uso local del suelo es para actividades ganaderas y cultivos, así mismo, se evidencia impactos sobre la corriente por pastoreo y elevación de infraestructura vial para paso vehicular y/o animal. En cuanto a la vegetación aledaña se observa en mayor proporción macrófitas emergentes, árboles y arbustos. Durante el monitoreo no se percibió olor, aceites, ni color, ya que la turbidez reportada es clara.	**Fotografía 3.2.5-61 OCMY17 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico, tipo drenaje sencillo intermitente con lecho estable; el uso local del suelo es para actividades ganaderas y cultivos, así mismo, se evidencia impactos sobre la corriente por pastoreo y presencia de un puente para paso vehicular y/o animal. Durante el monitoreo no se percibió olor, aceites, ni color.	**Fotografía 3.2.5-62 OCMY17 en época seca** Fuente: MCS, 2025

Fuente: GessiG S.A.S., 2025 adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

✓ *Microcuenca del caño Güio*

Tabla 3.2.5-10 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Güio

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto GÜIO_CLE_01	Cuerpo de agua lentico cuyo lecho está compuesto por arena, limo y arcilla, no presenta color ni olores, se evidencia material flotante debido a actividades de agricultura asociadas, grado moderado de perturbación.	**Fotografía 3.2.5-63 GÜIO _CLE_01 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lentico de tipo laguna, no presenta color ni olores, no se evidencia material flotante. Bajo grado de perturbación.	**Fotografía 3.2.5-64 GÜIO _CLE_01 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto GÜIO_CLE_02	Cuerpo de agua lentico de tipo laguna, el lecho está compuesto por limo y arcilla, no presenta color, olores ni material flotante, se realizan actividades de agricultura y tránsito de vehículos con un grado moderado de perturbación.	**Fotografía 3.2.5-65 GÜIO _CLE_02 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lentico de tipo laguna, el lecho está compuesto por limo y arcilla, no presenta color, olores ni material flotante, se realizan actividades de agricultura y tránsito de vehículos con un grado bajo de perturbación	**Fotografía 3.2.5-66 GÜIO _CLE_02 en época seca** Fuente: MCS, 2025

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto GÜIO_CL_01	Cuerpo de agua lotico tipo caño con lecho de limo, arcilla y arena, El agua presenta un nivel medio, grado leve de turbidez, presencia de vegetación ripariá; gramíneas, hierba arbustos y árboles, se evidencia material flotante debido a actividades de ganadería y pastoreo. No se evidenciaron olores ofensivos, color ni trazas de aceites y grasas.	**Fotografía 3.2.5-67 GÜIO _CL_01 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lotico tipo caño con lecho de limo, arcilla y arena, El agua presenta un nivel y corriente medios, presencia de vegetación riparia; gramíneas, hierba arbustos y árboles, no se evidencia material flotante debido a actividades de ganadería y pastoreo. No se evidenciaron olores ofensivos, color ni trazas de aceites y grasas.	 **Fotografía 3.2.5-68 GÜIO _CL_01 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto OCMY4 / GÜIO_CL_02	Cuerpo de agua lotico tipo caño, lecho compuesto por arena, limo y arcilla, suelo Typic Hapludox, tipo B, clase 4 afectado por escurrimiento difuso generalizado. No se evidencia olores ni trazas de aceite, no presenta material flotante, grado de perturbación moderado. Al momento del muestreo se observó flujo suave, intermitente.	**Fotografía 3.2.5-69 GÜIO _CL_02 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lotico tipo caño, lecho compuesto por arena, limo y arcilla, no se evidencia olores ni trazas de aceite, no presenta material flotante, grado de perturbación moderado. Al momento del muestreo se observó corriente media y nivel de agua bajo. Se evidencia paso animal sobre el cuerpo de agua.	**Fotografía 3.2.5-70 GÜIO _CL_02 en época seca** Fuente: MCS, 2025

Fuente: GessiG S.A.S., 2025 adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

✓ *Microcuenca del caño Ipapa*

Tabla 3.2.5-11 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Ipapa

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto IPAPA_CL_01	Cuerpo de agua lótico tipo caño, el lecho está compuesto por limo y arcilla, presentando meandros y corrientes moderadas, el uso local del suelo corresponde a varias actividades antrópicas tales como ganadería, cultivos y asentamientos urbanos. Durante el monitoreo el nivel del agua fue medio, donde no se reportaron trazas de aceites, olor, ni color.	**Fotografía 3.2.5-71 IPAPA _CL_01 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico tipo caño, el lecho está compuesto por limo, arcilla y grava, presentando corrientes moderadas, el uso local del suelo corresponde a actividades antrópicas tales como la ganadería. Durante el monitoreo el nivel del agua fue bajo, donde no se reportaron trazas de aceites, olor, ni color, sin embargo, hubo presencia de turbidez leve.	**Fotografía 3.2.5-72 IPAPA _CL_01 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto OCMY9	Cuerpo de agua lótico tipo caño, con un lecho moderadamente erosionado compuesto por limo y arcilla. Su canal presenta meandros y no muestra modificaciones significativas. Sin embargo, las actividades ganaderas en el área generan un impacto en la corriente debido al pastoreo. La cobertura vegetal circundante corresponde principalmente a árboles y arbustos. Durante el monitoreo, se observó un flujo base en el cuerpo de agua, con leve turbidez y sin presencia de aceites, olores, color, ni materiales flotantes.	**Fotografía 3.2.5-73 OCMY9 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico ubicado sobre el caño Ipapa. Su canal presenta meandros y muestra modificación por la presencia de un puente. El uso local del suelo corresponde a cultivos. La cobertura vegetal circundante corresponde principalmente a árboles, arbustos y hierba. Durante el monitoreo, se observó un nivel de agua medio, con leve turbidez y sin presencia de olores, color, ni materiales flotantes.	**Fotografía 3.2.5-74 OCMY9 en época seca** Fuente: MCS, 2025

Fuente: GessiG S.A.S., 2025 adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

✓ *Microcuenca del caño La Lilbana*

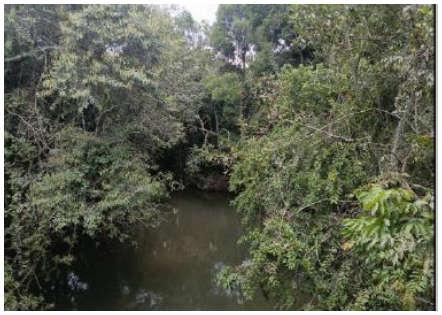
Tabla 3.2.5-12 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño La Lilbana

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto OCmn19	Cuerpo de agua lótico tipo caño, con un nivel bajo en el sistema y corrientes moderadas. El uso local del suelo incluye ganadería, cultivos y asentamientos urbanos, lo que genera impactos en la corriente debido al pastoreo y al paso animal. Se observó una coloración leve, atribuida a la turbidez; sin embargo, durante el monitoreo no se detectaron aceites, ni olores.	**Fotografía 3.2.5-75 OCmn19 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico tipo caño, con corrientes moderadas. El uso local del suelo incluye ganadería, cultivos y urbano, lo que genera impactos en la corriente debido al pastoreo y recreación. Durante el monitoreo no se detectaron aceites, ni olores.	**Fotografía 3.2.5-76 OCmn19 en época seca** Fuente: MCS, 2025

Fuente: GessiG S.A.S., 2025 adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

✓ *Microcuenca del caño La Victoria*

Tabla 3.2.5-13 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño La Victoria

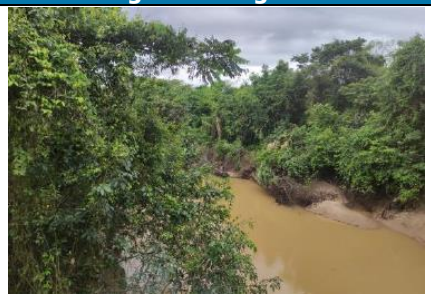
	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto OCMY11	Cuerpo de agua lótico tipo caño, con el cual se observó en su canal características trenzadas con un lecho moderadamente erosionado compuesto por arena. Durante el monitoreo se evidenció modificaciones sobre el canal por infraestructura vial (puente); su cobertura vegetal se distribuye principalmente entre árboles (50%), arbustos (30%) y pastos (10%), no se evidencia trazas de aceites, olor, ni color.	 **Fotografía 3.2.5-77 OCMY11 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico tipo caño con nivel de agua medio, en el cual se observa un lecho estable compuesto por arena. Durante el monitoreo se evidenció modificaciones sobre el canal por infraestructura vial (puente), y uso del suelo en cultivos, con corriente moderada y con impactos sobre estas por descargas y recreación en la zona; su cobertura vegetal se distribuye principalmente entre árboles y herbáceos, no se evidencia trazas de aceites, olor, ni color.	**Fotografía 3.2.5-78 OCMY11 en época seca** Fuente: MCS, 2025

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto OCmn14	Cuerpo de agua lótico tipo caño, con corrientes moderadas y un canal formado por meandros. Su lecho está compuesto por limo y arcilla, presentando una erosión moderada. La actividad predominante en la zona de muestreo es la ganadería, lo que genera un impacto en la corriente debido al pastoreo. La cobertura vegetal se caracteriza por una distribución de 30% de árboles, 40% de arbustos, 20% de hierba y 10% de pastos. No se observaron olores, trazas de aceite ni material flotante; sin embargo, se notó una coloración tenue, atribuida a una leve turbidez en el sistema.	**Fotografía 3.2.5-79 OCmn14 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico tipo caño, con un nivel de agua medio, corrientes. Su lecho está compuesto por limo, arcilla y grava, presentando una erosión moderada. La actividad predominante en la zona de muestreo es la ganadería también se evidenció la presencia de un pontón, una finca aledaña aguas abajo, y, el paso vehicular y de animales, lo que genera un impacto en la corriente. La cobertura vegetal se caracteriza por una distribución principalmente por macrófitas flotantes, árboles, y arbustos. No se observaron olores, trazas de aceite ni material flotante; sin embargo, se notó una coloración tenue, atribuida a una leve turbidez en el sistema.	**Fotografía 3.2.5-80 OCmn14 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto OCmn15	Cuerpo de agua lótico tipo caño, compuesto por meandros y un lecho arenoso con cantos rodados, moderadamente erosionado, así mismo, se evidenció turbidez leve; con relación a los impactos locales sobre la corriente se registra pastoreo y la edificación de un pontón. La cobertura vegetal se distribuye entre árboles (60%), arbustos (20%), herbazales y pastos (10% cada uno). No se reporta olor, trazas de aceite, color, ni material flotante.	**Fotografía 3.2.5-81 OCmn15 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico tipo caño, con un lecho limo-arcilloso y arenoso, con lecho estable y perturbación alta, se evidenció turbidez leve; con relación a los impactos locales sobre la corriente se registra la edificación de un pontón, en el cual hay paso vehicular, animal y actividad antrópica de cultivos. La cobertura vegetal se distribuye entre árboles, arbustos y herbáceos. No se reporta olor, trazas de aceite, color, ni material flotante.	**Fotografía 3.2.5-82 OCmn15 en época seca** Fuente: MCS, 2025

Fuente: GessiG S.A.S., 2025 adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

✓ *Microcuenca del caño Macapay*

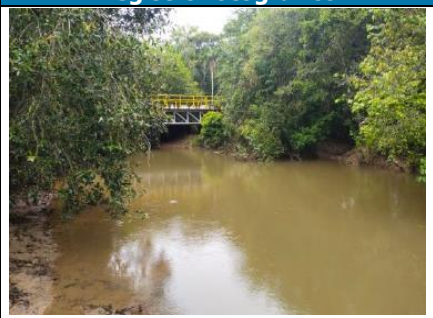
Tabla 3.2.5-14 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Macapay

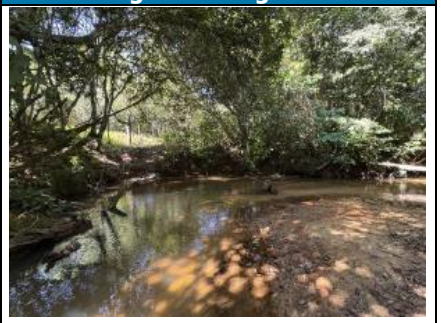
	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto MACAPAY_CL_01	Cuerpo de agua lótico, tipo caño, su canal es de característica meándrica con sustrato limoso, arcilloso y arenoso; el uso local del suelo corresponde a bosque nativo con presencia de ganadería y un puente elevado para paso vehicular. La vegetación circundante se encuentra compuesta por herbazales (10%), gramíneas (20%), arbustos (30%) y árboles (40%). Durante el monitoreo no se presenta olor, ni trazas de acetite, pero si hay coloración a causa de la turbidez.	 **Fotografía 3.2.5-83 MACAPAY _CL_01 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico, tipo caño, su canal es de característica meándrico con sustrato limo-arcilloso y arenoso, con lecho que tiene perturbación y erosión moderada; el uso local del suelo corresponde a ganadería y cultivos con presencia de un puente elevado para paso vehicular. Durante el monitoreo no se presenta olor, ni trazas de acetite, pero presenta turbidez.	**Fotografía 3.2.5-84 MACAPAY _CL_01 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto MACAPAY_CL_02	Cuerpo de agua lótico, correspondiente al caño Macapay, compuesto por un lecho limo/arcilloso, este sistema presenta un canal meándrico, con perturbación y erosión moderada. La vegetación circundante corresponde a gramíneas (30%), herbazales (20%), arbustos (20%) y arboles (20%). Durante el monitoreo se observó un nivel de agua medio con coloración por la turbidez presente, así mismo, no se evidenció aceites, material flotante, ni olor.	**Fotografía 3.2.5-85 MACAPAY _CL_02 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico, correspondiente al caño Macapay, compuesto por un lecho limo-arcilloso y arenoso, este sistema presenta un canal meándrico, con perturbación y erosión moderada. La vegetación circundante corresponde a gramíneas (30%), herbazales (20%), arbustos (20%) y arboles (20%). Durante el monitoreo se observó un nivel de agua medio, se presentó coloración y turbidez, así mismo, no se evidenció aceites, material flotante, ni olor.	**Fotografía 3.2.5-86 MACAPAY _CL_02 en época seca** Fuente: MCS, 2025

Fuente: GessiG S.A.S., 2025 adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

✓ *Microcuenca del caño Menegua*

Tabla 3.2.5-15 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Menegua

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto MENEGUA_CL_02	Cuerpo de agua lótico tipo caño con corrientes moderadas. Se evidencian modificaciones e impactos sobre su canal debido a la construcción de un puente para paso vehicular o animal, por otro lado, este sistema presenta un canal meándrico con un lecho compuesto de limo, arcilla y arena. La vegetación aledaña se distribuye en un 30% de árboles, 40% de arbustos y 10% de hierbas y gramíneas cada uno. Durante el monitoreo, no se detectaron aceites ni olores; no obstante, se observó coloración debido a la turbidez del sistema.	 **Fotografía 3.2.5-87 MENEGUA _CL_02 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico tipo caño con corrientes moderadas, donde se evidencian modificaciones e impactos sobre su canal debido a descargas y la construcción de un puente. La vegetación aledaña se distribuye principalmente de macrófitas sumergidas y flotantes, vegetación riparia como árboles y herbáceos. Durante el monitoreo, no se detectaron aceites ni olores; no obstante, se observó coloración debido a las descargas del sistema de aguas abajo.	**Fotografía 3.2.5-88 MENEGUA _CL_02 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto MENEGUA_CLE_02	Cuerpo de agua léntico tipo pantano, cuyo lecho se encuentra compuesto por arena, presenta una perturbación moderada. Las actividades asociadas incluyen la agricultura. No se presenta material flotante, ni olor.	**Fotografía 3.2.5-89 MENEGUA _CLE_02 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua léntico tipo pantano, cuyo lecho se encuentra compuesto por limo y arcilla, presenta una perturbación alta. Las actividades asociadas incluyen la pesca y descargas. No se presenta material flotante, tampoco se observaron aceites, color y olor.	**Fotografía 3.2.5-90 MENEGUA _CLE_02 en época seca** Fuente: MCS, 2025

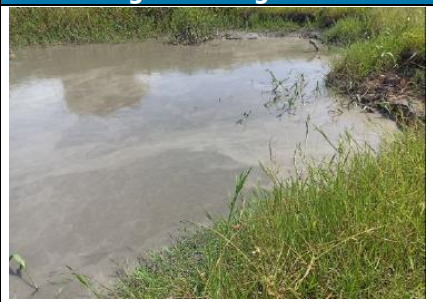
	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto OCMY18	Cuerpo de agua lótico, corresponde un drenaje intermitente, con presencia de meandros, lecho moderadamente erosionado compuesto por arena. En el momento de realizar el monitoreo, se evidenció una corriente moderada, con una turbidez leve; por otro lado, se observó impactos sobre la corriente y el suelo a causa del pastoreo. En cuanto a la vegetación circundante predomina principalmente árboles (50%) y arbustos (30%), seguido se encuentra herbazales y pastos (10% cada uno). No hay presencia de color, color ni aceites.	**Fotografía 3.2.5-91 OCMY18 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico, tipo drenaje intermitente. En el momento de realizar el monitoreo, se evidenció una corriente moderada; por otro lado, se observó impactos sobre la corriente de actividades antrópicas de recreación local, por la presencia de un puente, fincas y casas aledañas, ganadería y agricultura. En cuanto a la vegetación circundante predomina principalmente árboles. No hay presencia de color, olor, ni aceites.	 **Fotografía 3.2.5-92 OCMY18 en época seca** Fuente: MCS, 2025

Fuente: GessiG S.A.S., 2025 adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

✓ *Microcuenca del caño Navajas Sur*

Tabla 3.2.5-16 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Navajas Sur

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto NAVAJAS_SUR_CL_01	Cuerpo de agua lótico tipo caño, cuyo suelo se encuentra destinado para diferentes actividades tales como ganadería, cultivos y asentamientos urbanos; en lo que respecta a los impactos sobre la corriente se observó pastoreo y paso animal. Durante el monitoreo se observó un nivel medio en el cuerpo de agua, con el cual no se evidenció trazas de aceite, ni olor, sin embargo, presentó una coloración tenue debido a la turbidez reportada siendo leve.	**Fotografía 3.2.5-93 NAVAJAS_ SUR_CL_01 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico tipo caño, con lecho limo-arcilloso y de grava, cuyo suelo se encuentra destinado para diferentes actividades tales como ganadería y cultivos; en lo que respecta a los impactos sobre la corriente moderadas se observó pastoreo. Durante el monitoreo se observó un nivel medio en el cuerpo de agua, con el cual no se evidenció trazas de aceite, ni olor, ni color, sin embargo, presentó una turbidez reportada siendo leve, una cobertura vegetal principalmente de macrófitas sumergidas, árboles y arbustos.	**Fotografía 3.2.5-94 NAVAJAS_ SUR_CL_01 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto NAVAJAS_SUR_CL_02	Cuerpo de agua lótico tipo caño, caracterizado por un canal trenzado y una erosión moderada. Su lecho está compuesto de limo, arcilla y arena. En las áreas adyacentes, se desarrolla la ganadería, lo que genera impactos en la corriente debido al paso de animales. La vegetación circundante incluye árboles, arbustos, hierbas y pastos. No se observan material flotante, olores, ni aceites, aunque sí se presenta coloración debido a la turbidez.	**Fotografía 3.2.5-95 NAVAJAS_ SUR_CL_02 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico tipo caño, En las áreas adyacentes, se desarrolla los cultivos, lo que genera impactos en la corriente debido a la captación de agua y las carreteras por paso vehicular y/o paso de animales. La vegetación circundante incluye macrófitas flotantes. No se observan material flotante, olores, ni aceites, aunque sí se presenta turbidez opaca por sedimentación.	**Fotografía 3.2.5-96 NAVAJAS_ SUR_CL_02 en época seca** Fuente: MCS, 2025

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto NAVAJAS_SUR_CLE_01	Cuerpo de agua léntico de tipo laguna, caracterizado por un lecho arenoso y un grado de perturbación moderada. Las actividades asociadas a este sistema incluyen la pesca, influenciada por la infraestructura cercana, que comprende viviendas. No se observan materiales flotantes ni olores en la superficie.	 **Fotografía 3.2.5-97 NAVAJAS_ SUR_CLE_01 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua léntico de tipo laguna, caracterizado por un lecho limo-arcilloso y un grado de perturbación bajo. Las actividades asociadas a este sistema incluyen la pesca y las descargas, influenciada por la infraestructura cercana, que comprende viviendas. No se observan materiales flotantes ni olores en la superficie.	**Fotografía 3.2.5-98 NAVAJAS_ SUR_CLE_01 en época seca** Fuente: MCS, 2025

Fuente: GessiG S.A.S., 2025 adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

✓ *Microcuenca del caño Navajitas*

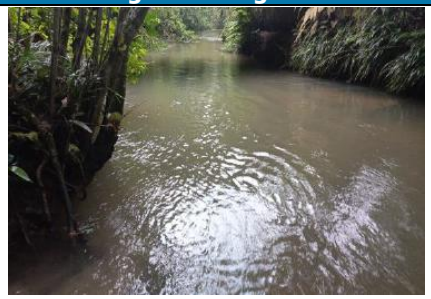
Tabla 3.2.5-17 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Navajitas

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto NAVAJITAS_CL_01	Cuerpo de agua lótico tipo caño con corrientes; este sistema posee un lecho estable compuesto por limo, arcilla y arena. El uso local del suelo corresponde a bosque nativo, aunque se han registrado impactos en la corriente debido al paso de animales. La vegetación circundante se distribuye desde árboles (30%), arbustos (30%), pastos (10%) y herbazales (10%). Durante el monitoreo se presenció un nivel bajo del cuerpo de agua, sin presentar coloración, olor, aceites y material flotante.	**Fotografía 3.2.5-99 NAVAJITAS_CL_01 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico tipo caño con corrientes. El uso local del suelo corresponde a bosque nativo, también se han registrado descargas directas a la corriente. La vegetación circundante se distribuye principalmente de macrófitas flotantes, árboles y arbustos. Durante el monitoreo se presentó un nivel medio del cuerpo de agua, sin presentar coloración, olor, aceites, ni material flotante; presento turbidez clara.	**Fotografía 3.2.5-100 NAVAJITAS_CL_01 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto NAVAJITAS_CL_02	Cuerpo de agua lótico tipo caño, con canal meándrico y corriente moderada, su lecho arenoso presentó una erosión leve; su vegetación se distribuye entre árboles (60%), gramíneas (20%), arbustos y herbazales (10% cada uno). No se evidencia trazas de aceite, olor, ni color ya que la turbidez reportada fue leve.	**Fotografía 3.2.5-101 NAVAJITAS_CL_02 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico tipo caño, con corriente moderada, lecho limo-arcilloso y de grava con perturbación moderada, cuyo suelo se encuentra destinado para diferentes actividades tales como ganadería y cultivos; en lo que respecta a los impactos sobre la corriente moderada se observó carretera para paso vehicular y animal; su vegetación se distribuye principalmente entre árboles y arbustos. No se evidencia trazas de aceite, olor, ni color.	**Fotografía 3.2.5-102 NAVAJITAS_CL_02 en época seca** Fuente: MCS, 2025

Fuente: GessiG S.A.S., 2025 adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

✓ *Microcuenca del caño Piedra Candela*

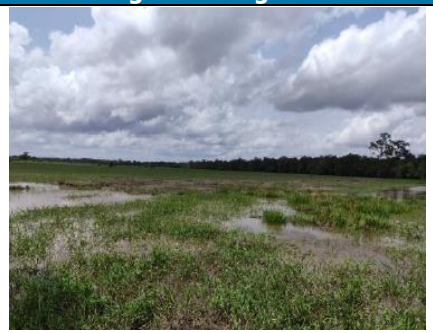
Tabla 3.2.5-18 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Piedra Candela

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto OCMY10	Cuerpo de agua lótico corresponde al caño Piedra Candela; se observa presencia de cultivos, su canal contiene meandros y corrientes, con un nivel bajo de agua, compuesto por un lecho arenoso, la cobertura vegetal para este punto se distribuye entre árboles (40%), pastos (30%), arbustos (20%) y herbazales (10%), no se evidencia trazas de aceite, olor, ni color.	 **Fotografía 3.2.5-103 OCMY10 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico, tipo caño; el punto de monitoreo se encuentra en presencia de cultivos, su canal con presencia de corrientes tiene impactos por la construcción de un puente, donde hay paso animal y vehicular, con un nivel medio de agua, compuesto por un lecho limo-arcilla y arenoso, la cobertura vegetal para este punto se distribuye entre árboles y arbustos, no se evidencia trazas de aceite, olor, ni color.	**Fotografía 3.2.5-104 OCMY10 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto PIEDRA CANDELA_CL_01	Cuerpo de agua lótico tipo caño, con meandros y corrientes, su lecho moderadamente erosionado está compuesto por limo y arcilla, adicionalmente presentó turbidez generando así coloración al cuerpo de agua; por otro lado, tanto el uso del suelo como los impactos sobre la corriente se le atribuyen a las actividades antrópicas de la zona como la ganadería. La vegetación corresponde a coberturas razantes, arbustivas y arbóreas, no se evidencia olor, trazas de aceites ni material flotante.	**Fotografía 3.2.5-105 PIEDRA CANDELA_CL_01 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico tipo caño, con corrientes moderadas, su lecho tiene una perturbación moderada y está compuesto por limo, arcilla y grava, adicionalmente presentó turbidez; por otro lado, tanto el uso del suelo como los impactos sobre la corriente se le atribuyen a las actividades antrópicas de la zona como la ganadería y cultivos. La vegetación corresponde a coberturas principalmente de arbustos y árboles, no se evidencia olor, trazas de aceites, ni material flotante.	**Fotografía 3.2.5-106 PIEDRA CANDELA_CL_01 en época seca** Fuente: MCS, 2025

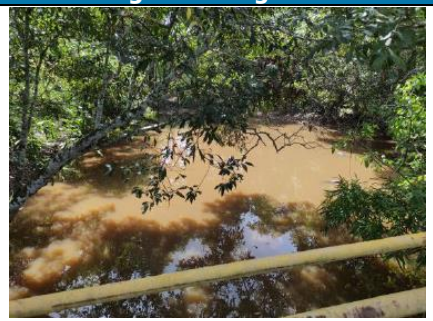
Fuente: GessiG S.A.S., 2025 adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

✓ *Microcuenca del caño Pirigua*

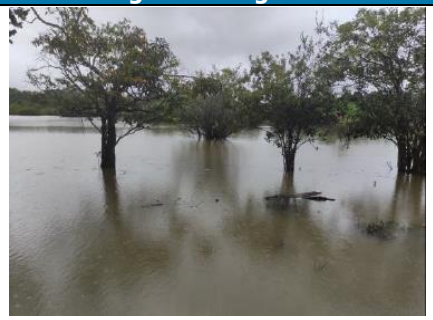
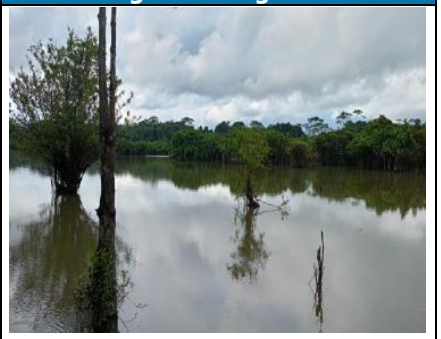
Tabla 3.2.5-19 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Pirigua

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto OCmn1	En el momento de la toma de la muestra era un área anegada. Presenta un lecho compuesto principalmente por limo, arcilla y arena, por granos de diferentes tamaños, tanto finos como gruesos. Su grado de perturbación es moderado, influenciado por la presencia de caminos vehiculares y actividades ganaderas en sus alrededores.	 **Fotografía 3.2.5-107 OCmn1 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Este cuerpo de agua fue clasificado como un punto seco durante el monitoreo de época seca.	**Fotografía 3.2.5-108 OCmn1 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto OCmn11	Cuerpo de agua lótico, tipo canal de acuerdo con la naturaleza del cuerpo de agua presenta canal meándrico y corrientes, moderadamente erosionado compuesto por limo y arcilla; en cuanto a los impactos sobre el canal y el suelo se evidenció un pontón y ganadería, respectivamente. La cobertura vegetal se distribuye entre pastos (35%), hierba (35%), arbustos (15%) y árboles (10%). Durante el monitoreo se presentó turbidez con coloración blanca, no obstante, no se presentaron trazas de aceite y olor.	**Fotografía 3.2.5-109 OCmn11 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico, tipo canal, de acuerdo con la naturaleza del cuerpo de agua presenta canal meándrico y corrientes, tiene lecho con perturbación y erosión moderada, compuesta por lecho limo-arcilloso y arenoso; en cuanto a los impactos sobre el canal y el suelo se encuentra la ganadería con el pastoreo, cultivos y un pontón respectivamente. La cobertura vegetal presente se encuentra principalmente de pastos (70%). Durante el monitoreo se presentó turbidez, no obstante, no se presentaron trazas de aceite, material flotante, color, ni olor.	**Fotografía 3.2.5-110 OCmn11 en época seca** Fuente: MCS, 2025

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto OCmn2	Cuerpo de agua lótico, tipo caño, con características sobre su canal que alterna entre tramos rectos y meandros. Su lecho muestra una erosión moderada y está compuesto por un sustrato limo-arcilloso. A nivel general, se evidencian impactos en la corriente debido a la presencia de ganadería y paso vehicular a través de un Box Coulvert. La vegetación circundante está compuesta por gramíneas (25%), hierbas (25%), arbustos (30%) y árboles (20%). Durante el monitoreo, el nivel del agua fue bajo no se observa olor, trazas de aceite ni material flotante; sin embargo, se notó una coloración debido a la turbidez.	**Fotografía 3.2.5-111 OCmn2 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico, tipo caño, con canal recto. Su lecho estable está compuesto por un sustrato limo-arcilloso. A nivel general, se evidencian impactos en la corriente debido a la presencia de un Box Coulvert, actividades de ganadería y cultivos. La vegetación circundante está compuesta por hierbas (10%), arbustos (20%) y árboles (50%). Durante el monitoreo, el nivel del agua fue bajo no se observa olor, trazas de aceite ni material flotante.	**Fotografía 3.2.5-112 OCmn2 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto OCmn3	Cuerpo de agua lótico tipo canal, ya que presenta un canal recto con barras laterales por canalización para las aguas de los cultivos; el uso local del suelo es principalmente por ganadería y agricultura intensiva, por esta razón, su cobertura vegetal corresponde en mayor proporción a pastos y herbazales (80%) seguido de arbustos y árboles (20%). No presenta olor, ni aceites, sin embargo, se observa coloración por la turbidez.	**Fotografía 3.2.5-113 OCmn3 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Este cuerpo de agua lótico fue clasificado como un punto seco durante el monitoreo; el uso local del suelo es principalmente por ganadería, por esta razón, su cobertura vegetal corresponde en mayor proporción arbustos (20%) y ausencia vegetativa (80%).	**Fotografía 3.2.5-114 OCmn3 en época seca** Fuente: MCS, 2025

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto OCMY1	Este cuerpo de agua lótico tipo drenaje intermitente, presenta lecho compuesto principalmente por limo y arcilla, presentando un grado de erosión moderada. El canal se caracteriza por su naturaleza meándrica, aunque ha sufrido modificaciones debido a la presencia de un pontón. En las cercanías, se observa actividad de pastoreo. En la zona de estudio, la vegetación se compone de gramíneas (20%), hierbas (10%), arbustos (40%) y árboles (20%). No se detectó olor ni trazas de aceites, sin embargo, se observó coloración atribuida a la turbidez del agua.	 **Fotografía 3.2.5-115 OCMY1 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Este cuerpo de agua lótico se encontró sin flujo, siendo este un punto seco, en el cual se observa que tiene todo tipo de residuos, donde históricamente es un afluente del río Meta. Su lecho está compuesto principalmente por limo y arcilla, presentando un grado de erosión moderada. En las cercanías, se observa actividad de pastoreo. En la zona de estudio, la vegetación se compone de hierbas (5%), arbustos (25%), árboles (60%) y ausencia (10%).	**Fotografía 3.2.5-116 OCMY1 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto OCMY2	Cuerpo de agua lótico tipo caño, con el cual se encuentra canalizado para captación y riego de cultivos; así mismo, posee un canal meándrico con un lecho limo - arcilloso. Por otro lado, su cobertura vegetal se encuentra compuesto por árboles (40%), arbustos (30%), pastizales (20%) y herbazales (10%). Se presenta coloración marrón en el cuerpo de agua a causa de la turbidez, no se evidencia olor, aceite, ni material flotante.	**Fotografía 3.2.5-117 OCMY2 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico tipo caño, que se encuentra canalizado, presenta impactos locales sobre la corriente moderada por presencia de puente, y uso local para riego de cultivos. Tiene un grado de perturbación y erosión es moderada. Se presenta turbidez opaca en el cuerpo de agua, sin embargo, no se evidencia presencia de color, olor, aceite, ni material flotante.	**Fotografía 3.2.5-118 OCMY2 en época seca** Fuente: MCS, 2025

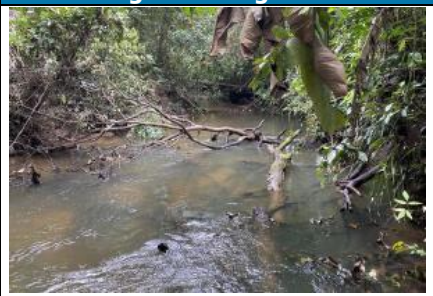
	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto OCMY6	Cuerpo de agua lótico, corresponde a un drenaje intermitente; dicho sistema se encuentra canalizado para captación y riego de cultivos; su lecho se encuentra compuesto por limo, arcilla y arena. La vegetación circundante predomina principalmente pastos (70%), seguido de arbustos y árboles (15% cada uno). Durante el monitoreo se observó un nivel de agua medio, con presencia de coloración marrón a causa de la turbidez, sin embargo, no se evidenció olor, ni trazas de aceite.	**Fotografía 3.2.5-119 OCMY6 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico, se encuentra canalizado para captación y riego de cultivos, además se evidenció la presencia de un pontón. Durante el monitoreo se observó corrientes interrumpidas, con presencia de turbidez leve, sin embargo, no se evidenció color, olor, ni trazas de aceite.	**Fotografía 3.2.5-120 OCMY6 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto PIRIGUA_CL_02	Se trata de un cuerpo de agua lótico, tipo caño, caracterizado por la presencia de meandros y corrientes moderadas. Su lecho, estable, está compuesto por limo y arcilla. La vegetación se compone en un 80% de árboles, 10% de pastos y 5% de hierbas y arbustos, cada uno. Durante el monitoreo, el nivel del agua se situó en un punto medio, sin presencia de material flotante, trazas de aceite, ni olores. Sin embargo, se observó coloración por turbidez.	**Fotografía 3.2.5-121 PIRIGUA _CL_02 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Se trata de un cuerpo de agua lótico, tipo caño, caracterizado por presencia de canal meándrico y corrientes moderadas. Su lecho de erosión moderada, compuesto por limo y arcilla. El uso del suelo corresponde a bosque nativo, cultivos y ganadería, lo que genera impactos en la corriente debido al paso de animales y pastoreo. La vegetación se compone en un 75% de árboles, y 10% de arbustos. Durante el monitoreo, el nivel del agua se situó en un punto alto, sin presencia de material flotante, trazas de aceite, ni olores. Sin embargo, hubo presencia de olores de material en descomposición de materia orgánica y turbidez.	**Fotografía 3.2.5-122 PIRIGUA _CL_02 en época seca** Fuente: MCS, 2025

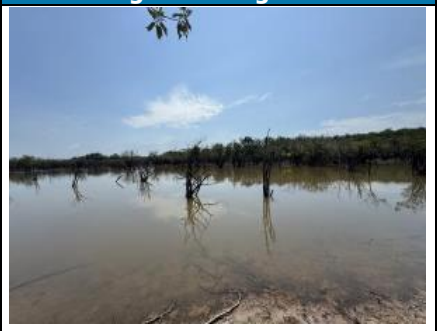
	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto PIRIGUA_CLE_01	Se identificó un cuerpo de agua léntico, de tipo laguna, con un lecho compuesto por granos de diversos tamaños, desde finos hasta gruesos. La actividad asociada al sistema es la ganadería, al igual que la infraestructura aledaña se observa viviendas y una planta petrolera. Sin embargo, no se encontró material flotante, ni olor.	 **Fotografía 3.2.5-123 PIRIGUA _CLE_01 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Se identificó un cuerpo de agua léntico, de tipo laguna, compuesto de lecho limo-arcilloso. Con un grado de perturbación moderado, por la actividad asociada al sistema de ganadería, al igual que la infraestructura aledaña, se observa viviendas y una planta petrolera en su cercanía. Durante el monitoreo se evidencia presencia de turbidez leve, sin embargo, no se encontró olor, color, aceites, ni presencia de material flotante.	 **Fotografía 3.2.5-124 PIRIGUA _CLE_01 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto PIRIGUA_CLE_02	Se identificó un cuerpo de agua léntico, de tipo laguna, con un lecho compuesto por granos de diversos tamaños, desde finos hasta gruesos. La actividad asociada al sistema es la ganadería, al igual que la infraestructura aledaña se observa viviendas y una planta petrolera. Sin embargo, no se encontró material flotante, ni olor.	**Fotografía 3.2.5-125 PIRIGUA _CLE_02 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Se identificó un cuerpo de agua léntico, tipo laguna, con un lecho limo-arcilloso, y un grado de perturbación moderado, relacionado con la actividad asociada al sistema, que es la ganadería, al igual que la infraestructura aledaña domésticas, donde se observa viviendas y una planta petrolera. Durante el monitoreo hubo turbidez leve presente, sin embargo, no se encontró olores, color, aceites, ni material flotante.	**Fotografía 3.2.5-126 PIRIGUA _CLE_02 en época seca** Fuente: MCS, 2025

Fuente: GessiG S.A.S., 2025 adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

✓ *Microcuenca del caño Santoya*

Tabla 3.2.5-20 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Santoya

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto SANTOYA_CL_01	Se trata de un cuerpo de agua lótico, tipo caño, cuyo lecho está compuesto por limo y arcilla, presentando una erosión moderada. Su canal contiene meandros y muestra una turbidez clara. La cobertura vegetal se distribuye en un 20% de árboles, 20% de hierba y 15% de arbustos. Durante el monitoreo registró flujo base, sin presencia de aceites, material flotante, ni color.	 **Fotografía 3.2.5-127 SANTOYA _CL_01 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico, tipo caño, cuyo lecho es estable. Muestra una turbidez leve. El punto se evidenció poco afectado por la actividad humana, la única actividad cercana evidenciada corresponde a la hidratación del ganado, encontrando heces al fondo del caño. Durante el monitoreo registró un nivel de agua bajo, sin presencia de aceites, material flotante, ni color.	**Fotografía 3.2.5-128 SANTOYA _CL_01 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto SANTOYA_CL_02	Cuerpo de agua lótico, tipo caño, con corrientes moderadas y un lecho estable compuesto por arena y vegetación alóctona. El uso del suelo en la zona abarca diversas actividades, como la ganadería, los cultivos y los asentamientos urbanos, lo que impacta en la corriente debido al pastoreo y el paso de animales. Además, se lleva a cabo la captación de este recurso. En cuanto a la vegetación circundante, predomina la cobertura arbórea y arbustiva, seguida de la rasante. Durante el monitoreo, no se evidenció color debido a su leve turbidez ni olor.	**Fotografía 3.2.5-129 SANTOYA _CL_02 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico tipo caño con corriente interrumpida, que presenta un canal recto y un lecho de limo, arcilla y arena. El uso local del suelo incluye cultivos y ganadería, lo que genera impactos en la corriente, como el pastoreo y el paso de animales. Durante el monitoreo, no se registraron olores, ni material flotante.	**Fotografía 3.2.5-130 SANTOYA _CL_02 en época seca** Fuente: MCS, 2025

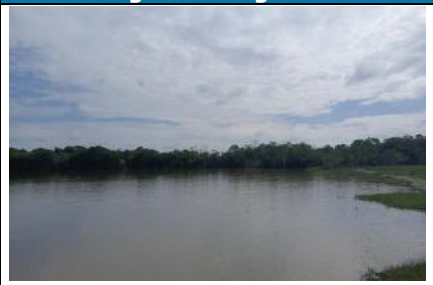
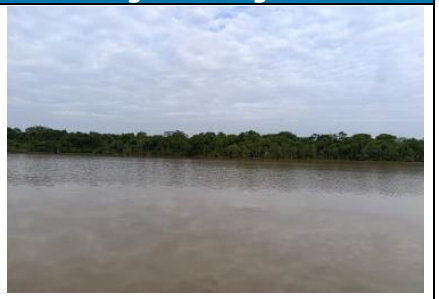
	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto SANTOYA_CLE_01	Cuerpo de agua léntico, tipo laguna, con un lecho compuesto por arena y arcilla. Este sistema presenta actividades aledañas, que incluyen la pesca, la ganadería, la agricultura y usos tanto domésticos como recreativos. Durante el monitoreo, no se detectaron olores ni material flotante.	**Fotografía 3.2.5-131 SANTOYA _CLE_01 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua léntico, tipo laguna, con un lecho compuesto por limo y arcilla, y un grado de perturbación bajo. Este sistema presenta actividades asociadas a la ganadería, la agricultura y usos tanto domésticos como recreativos. Durante el monitoreo, no se detectaron olores ni material flotante.	 **Fotografía 3.2.5-132 SANTOYA _CLE_01 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto SANTOYA_CLE_02	Cuerpo de agua léntico, tipo laguna, con un lecho arenoso y arcilloso. Este sistema presenta actividades aledañas, que incluyen la pesca, la ganadería, la agricultura y usos tanto domésticos como recreativos. Durante el monitoreo, no se detectaron olores ni material flotante.	**Fotografía 3.2.5-133 SANTOYA _CLE_02 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua léntico, tipo laguna. Este sistema presenta actividades aledañas, que incluyen la ganadería, la agricultura y usos tanto domésticos como recreativos. Durante el monitoreo, no se detectaron olores ni material flotante.	**Fotografía 3.2.5-134 SANTOYA _CLE_02 en época seca** Fuente: MCS, 2025

Fuente: GessiG S.A.S., 2025 adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

✓ *Microcuenca del caño Venturosa*

Tabla 3.2.5-21 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Venturosa

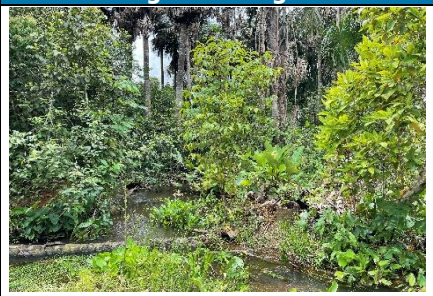
	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto VENTUROSA_CLE_01	Cuerpo de agua léntico tipo laguna, con un lecho compuesto por limo y arcilla. Las actividades asociadas a este ecosistema incluyen la pesca, la captación de agua y la recreación. La infraestructura adyacente consiste en puertos, canales y viviendas. No se observan olores ni material flotante en la superficie.	**Fotografía 3.2.5-135 VENTUROSA_CLE_01 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua léntico con un lecho compuesto por limo y arcilla, con un grado de perturbación moderado. Las actividades asociadas a este ecosistema incluyen la pesca, la captación de agua y la recreación. La infraestructura adyacente consiste en puertos, canales y viviendas. No se observan olores ni material flotante en la superficie.	**Fotografía 3.2.5-136 VENTUROSA_CLE_01 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto VENTUROSA_CLE_02	Cuerpo de agua léntico, tipo laguna, con un lecho compuesto por arcilla. Las actividades asociadas a este sistema incluyen la pesca, la captación de agua, la recreación y el paso de vehículos. En cuanto a la infraestructura aledaña se observa puertos, canales y viviendas. Durante el monitoreo, no se detectaron olores, ni material flotante.	**Fotografía 3.2.5-137 VENTUROSA_CLE_02 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua léntico, tipo laguna, con un lecho con un grado de perturbación alto compuesto por limo, arcilla y arena. Las actividades antrópicas asociadas a este sistema incluyen la pesca, la recreación y las descargas. En cuanto a la infraestructura aledaña se observa viviendas. Durante el monitoreo, no se detectaron olores.	**Fotografía 3.2.5-138 VENTUROSA_CLE_02 en época seca** Fuente: MCS, 2025

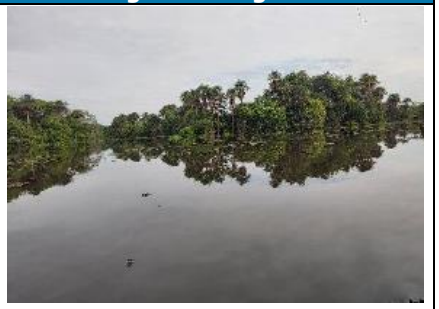
	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto VENTUROSA_CLE_03	Cuerpo de agua léntico tipo laguna, con un lecho compuesto por limo y arcilla. Las actividades asociadas a este ecosistema son la pesca, la captación de agua y la recreación. Por otro lado, la infraestructura aledaña consiste en puertos, canales y viviendas. No se evidenciaron olores, ni material flotante en la superficie.	 **Fotografía 3.2.5-139 VENTUROSA_CLE_03 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua léntico tipo laguna, con un lecho compuesto por limo y arcilla, con un grado de perturbación moderado. Las actividades asociadas a este ecosistema son la pesca, la captación de agua y la recreación. Por otro lado, la infraestructura aledaña consiste en puertos, canales y viviendas. No se evidenciaron olores, ni material flotante en la superficie.	 **Fotografía 3.2.5-140 VENTUROSA_CLE_03 en época seca** Fuente: MCS, 2025

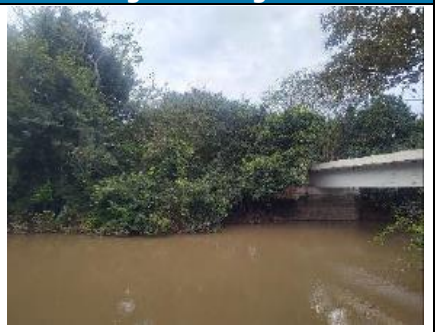
Fuente: GessiG S.A.S., 2025 adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

✓ *Microcuenca del caño Yarico*

Tabla 3.2.5-22 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Yarico

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto PMASUP_DS_18	Cuerpo de agua lotico con lecho de limo y arcilla, El agua presenta un nivel flujo base, vegetación ripariá compuesta por gramíneas, hierba arbustos y árboles, se evidencia material flotante. No se evidenciaron olores ofensivos, ni trazas de aceites y grasas.	 **Fotografía 3.2.5-141 PMASUP _DS_18 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lotico tipo caño, con suelo de características limo arcillosas, se evidencia una velocidad de flujo baja. En el punto se evidencia la perturbación por la construcción de un puente usado para el paso vehicular y de animales. No se evidencia material flotante. No se evidenciaron olores ofensivos, ni trazas de aceites y grasas.	**Fotografía 3.2.5-142 PMASUP _DS_18 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto YARICO_CLE_01	Cuerpo de agua lentico de tipo laguna, el lecho está compuesto por arena, limo y arcilla, presenta olor, no se evidencia material flotante, grado moderado de perturbación.	**Fotografía 3.2.5-143 YARICO _CLE_01 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lentico de tipo laguna, el lecho está compuesto por arena, limo y arcilla, presenta olor, no se evidencia material flotante, con ligera turbidez, grado bajo de perturbación. Cerca al punto de monitoreo se evidencia actividades asociadas a la agricultura.	**Fotografía 3.2.5-144 YARICO _CLE_01 en época seca** Fuente: MCS, 2025

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto YARICO_CLE_02	Cuerpo de agua lentico de tipo laguna, el lecho está compuesto por grano fino, no presenta color ni olores, no se evidencia material flotante, grado moderado de perturbación.	**Fotografía 3.2.5-145 YARICO _CLE_02 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lentico de tipo laguna, el lecho está compuesto por grano fino, no presenta color ni olores, no se evidencia material flotante, grado bajo de perturbación. El agua presenta ligera turbidez. Cerca al punto de monitoreo se evidencia actividades asociadas a la agricultura.	 **Fotografía 3.2.5-146 YARICO _CLE_02 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto YARICO_CL_01	Cuerpo de agua lotico con lecho compuesto por limo, se evidencia presencia de olores ofensivos por material en descomposición, no presenta material flotante, grado de perturbación moderado.	**Fotografía 3.2.5-147 YARICO _CL_01 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lotico que al momento del monitoreo se encontró seco.	**Fotografía 3.2.5-148 YARICO _CL_01 en época seca** Fuente: MCS, 2025

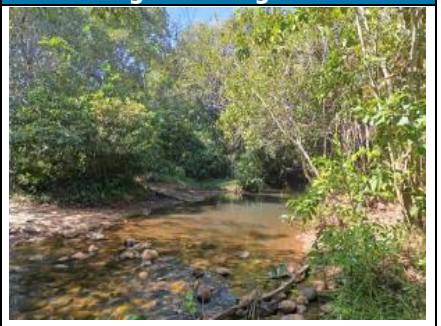
	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto OCMY5 / YARICO_CL_02	Cuerpo de agua lotico tipo caño, cercano al puente cruce de vehículos, lecho compuesto por, limo, arcilla y arena con un alto nivel del agua, con vegetación ripariá compuesta por arbustos, arboles, hierba y pastos, no se evidencia material flotante. No presenta olores, grasas ni aceites.	**Fotografía 3.2.5-149 YARICO _CL_02 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lotico tipo caño con nivel de agua medio, cercano al puente cruce de vehículos, lecho compuesto por, limo, arcilla y arena, con vegetación riparia compuesta por arbustos, arboles, hierba y pastos, no se evidencia material flotante más si ligera turbidez. No presenta olores, grasas ni aceites.	 **Fotografía 3.2.5-150 YARICO _CL_02 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto YARICO_CL_03	Cuerpo de agua lotico tipo caño, lecho compuesto por arena, limo y arcilla, nivel de agua medio, se evidencia vegetación riparia; hierba, arbustos y árboles, no presenta material flotante, no se evidenciaron olores ofensivos, color ni trazas de aceites y grasas.	**Fotografía 3.2.5-151 YARICO _CL_03 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lotico tipo caño, meándrico, con suelo de característica arenosa, se evidencia una velocidad de flujo baja, cerca al punto se evidencia uso para el paso animal y bebedero de los mismos. No presenta material flotante, no se evidenciaron olores ofensivos, color ni trazas de aceites y grasas.	**Fotografía 3.2.5-152 YARICO _CL_03 en época seca** Fuente: MCS, 2025

Fuente: GessiG S.A.S., 2025 adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

✓ *Microcuenca del caño Yurimena*

Tabla 3.2.5-23 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Yurimena

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto OCmn16	Cuerpo de agua lótico tipo caño, con un lecho estable compuesto de limo, arcilla y arena. Su canal presenta meandros con corrientes; se registró un nivel bajo en el sistema durante el monitoreo. En cuanto al uso del suelo en la zona, se destina principalmente a cultivos. La vegetación circundante está compuesta por árboles y arbustos (30% cada uno), seguido de pastos y herbazales (10% cada uno). No se observaron olores, aceites, color, ni material flotante.	**Fotografía 3.2.5-153 OCmn16 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico tipo caño, con un lecho estable compuesto de limo, arcilla y grava. Canal con corriente moderada. En cuanto al uso del suelo en la zona, se destina principalmente a cultivos y ganadería. La vegetación circundante está compuesta por árboles, arbustos y hierba. No se observaron olores, aceites, color, ni material flotante.	**Fotografía 3.2.5-154 OCmn16 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto OCmn18	Cuerpo de agua lótico tipo caño, donde se evidencia un canal meándrico con corriente rápida, un lecho moderadamente erosionado y rocas grandes, el uso local del suelo corresponde a la actividad ganadera. Durante el monitoreo la turbidez registró coloraciones claras, sin la presencia de olores, ni aceites.	**Fotografía 3.2.5-155 OCmn18 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico tipo caño con corriente moderada, un lecho con perturbación baja, deposición moderada y limo-arcilloso, el uso local del suelo corresponde a la actividad de la presa, y los impactos se vieron evidenciados por la presencia de un Box Coulvert y de pastoreo. Durante el monitoreo presento turbidez leve, sin la presencia de olores, ni aceites.	**Fotografía 3.2.5-156 OCmn18 en época seca** Fuente: MCS, 2025

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto OCMY16	Cuerpo de agua lótico tipo caño; este sistema se caracteriza por poseer meandros presentando un lecho estable conformado por arena; en cuanto a los impactos antrópicos tanto en el suelo como en la corriente se observó ganadería y un puente, respectivamente. La cobertura vegetal corresponde principalmente por árboles (50%), seguido de arbustos (35%), pastos (10%) y herbazales (5%). Durante el monitoreo el nivel del agua fue medio con una turbidez leve, sin presentar olor, ni aceites.	**Fotografía 3.2.5-157 OCMY16 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico, ubicado en el caño Yurimena; este sistema se caracteriza por poseer canal recto, presentando un lecho estable conformado por limo y arcilla; en el punto se observó un puente, utilizado para el paso de vehículos y animales. La cobertura vegetal corresponde principalmente a árboles y herbazales. Durante el monitoreo el nivel del agua fue bajo con una turbidez presente, sin presentar olor, ni aceites.	 **Fotografía 3.2.5-158 OCMY16 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto YURIMENA_CL_03	Cuerpo de agua lótico tipo caño, compuesto por meandros, su lecho moderadamente erosionado se encuentra compuesto por un sustrato limo/arcilloso, así mismo, presentó un nivel de agua alto con poca corriente o charcas; el uso del suelo corresponde a actividades como cultivos y ganadería. La vegetación circundante se distribuye entre árboles (50), arbustos (20%), hierba (20%) y pastos (10%). Durante el monitoreo no se presenció olor, ni aceites, sin embargo, se evidenció coloración a causa de la turbidez.	**Fotografía 3.2.5-159 YURIMENA_CL_03 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico tipo caño, durante la época seca se evidencia un lecho más estable a comparación de la época seca, presentó un nivel de agua medio; el uso del suelo corresponde a actividades como cultivos y ganadería. La vegetación circundante se distribuye principalmente entre árboles y arbustos. Durante el monitoreo no se presenció olor, color, ni aceites.	**Fotografía 3.2.5-160 YURIMENA_CL_03 en época seca** Fuente: MCS, 2025

Fuente: GessiG S.A.S., 2025 adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

✓ *Microcuenca del río Cabuyarito*

Tabla 3.2.5-24 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del río Cabuyarito

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto CABUYARITO_CL_01	Cuerpo de agua lótico tipo río; este sistema se caracteriza por su canal meándrico, lecho moderadamente erosionado compuesto por limo, arena y arcilla; en cuanto al impacto sobre la corriente y el suelo, se observa un puente elevado para paso vehicular y ganadería. La cobertura vegetal presenta una perturbación moderada donde predomina árboles y arbustos (40% cada uno), seguido se encuentra herbazales y pastos (10% cada uno). Presenta coloración marrón por la turbidez, no obstante, no hay trazas de aceite, ni olor.	**Fotografía 3.2.5-161 CABUYARITO_CL_01 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico tipo río; este sistema se caracteriza por su canal meándrico, lecho compuesto por limo, arcilla y arena; en cuanto al impacto sobre la corriente y el suelo, se observa un puente elevado para paso vehicular y ganadería. La cobertura vegetal presenta una perturbación moderada donde predomina árboles (65%) y arbustos (20%). La muestra no presenta olor, color, ni trazas de aceite.	**Fotografía 3.2.5-162 CABUYARITO_CL_01 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto CABUYARITO_CL_02	Cuerpo de agua lótico tipo río, con presencia de meandros y corrientes, su lecho moderadamente erosionado se encuentra compuesto por limo, arcilla y arena, en cuanto al uso del suelo corresponde a bosque nativo donde no se evidencia modificaciones sobre el canal, ni impactos sobre la corriente. La vegetación circundante se distribuye entre arbustos (40%), árboles (35%), pastos (15%) y herbazales (10%), sin presencia de olor, material flotante, aceites, sin embargo, se presentó coloración a raíz de la turbidez.	**Fotografía 3.2.5-163 CABUYARITO_CL_02 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico tipo río, con corriente moderada, su lecho se encuentra compuesto por limo, arcilla y arena, en cuanto al uso del suelo corresponde a ganadería donde no se evidencia modificaciones sobre el canal. La muestra no presenta olor, color, material flotante, ni aceites.	**Fotografía 3.2.5-164 CABUYARITO_CL_02** Fuente: MCS, 2025

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto OCmn10	Cuerpo de agua lótico tipo drenaje intermitente compuesto por un sustrato estable de tipo limo/arcilloso, presenta un canal recto debido a la modificación que se realizó sobre este. En cuanto a la vegetación se evidencia pastos (40%), árboles (30%), hierba (10%) y arbustos (10%). A lo largo del monitoreo no se presentó olores, material flotante, ni trazas de aceite, no obstante, presentó coloración a causa de la turbidez.	**Fotografía 3.2.5-165 OCmn10 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Este cuerpo de agua lótico tipo drenaje intermitente, fue clasificado como un punto seco durante el monitoreo de época seca; el uso local del suelo es principalmente por ganadería, se evidencia impactos sobre la corriente por carretera, que permite el paso animal y vehicular.	**Fotografía 3.2.5-166 OCmn10 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto OCmn5	Cuerpo de agua lótico tipo drenaje intermitente; este sistema se encuentra conformado por un lecho limo/arcilloso, presentando una erosión moderada; se evidencia impactos sobre la corriente por pastoreo, así mismo su cobertura vegetal corresponde a gramíneas (15%), hierba (15%), arbustos (35%) y árboles (35%). Durante el monitoreo se presenta flujo base en su nivel de agua, con turbidez leve presentando coloración clara; no presenta olor, ni trazas de aceite.	**Fotografía 3.2.5-167 OCmn5 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Este cuerpo de agua lótico, clasificado como un punto seco durante el monitoreo de época seca.	**Fotografía 3.2.5-168 OCmn5 en época seca** Fuente: MCS, 2025

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto OCmn6	Cuerpo de agua lótico, caracterizado por su canal meándrico y corrientes; con un lecho moderadamente erosionado conformado por arcilla y limo, se evidenció presencia de una alcantarilla en el lugar de monitoreo, y actividades de ganadería. En cuanto a la cobertura vegetal se distribuye entre gramíneas (15%), hierba (15%), arbustos (35%) y árboles (35%), por otro lado, durante el monitoreo son se evidencia olor, aceites, ni coloración.	**Fotografía 3.2.5-169 OCmn6 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Este cuerpo de agua lótico corresponde a un drenaje intermitente, y fue clasificado como un punto seco durante el monitoreo de época seca.	**Fotografía 3.2.5-170 OCmn6 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto OCmn7	Cuerpo de agua lótico, conformado por un lecho limo-arcilloso donde se observa impactos sobre el sistema por canalización y edificación de un puente, que permite el paso animal y vehicular, así mismo, se observa vegetación riparia distribuida en gramíneas (15%), arbustos (30%), herbazales y árboles (20% cada uno). Durante el monitoreo no presente olor, ni aceites, no obstante, presenta coloración a causa de la turbidez.	**Fotografía 3.2.5-171 OCmn7 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Este cuerpo de agua lótico fue clasificado como un punto seco durante el monitoreo de época seca.	**Fotografía 3.2.5-172 OCmn7 en época seca** Fuente: MCS, 2025

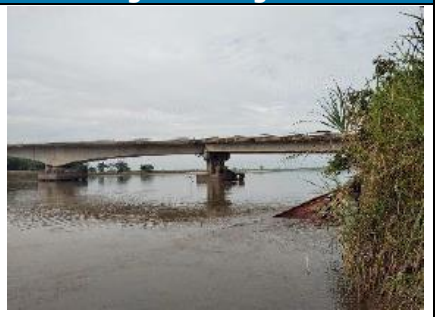
	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto OCmn8	Cuerpo de agua lótico, corresponde a un drenaje intermitente; compuesto por un lecho limo/arcilloso, y un canal de naturaleza meándrica con corrientes; así mismo, se evidencia impactos sobre el cuerpo de agua con la presencia de pastoreo e infraestructura (pontón). Durante el desarrollo del monitoreo se presenta flujo base al nivel del sistema, con un grado de turbidez leve de coloración clara; no se presenta olor, ni trazas de aceite.	**Fotografía 3.2.5-173 OCmn8 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico, compuesto por un lecho limo-arcilloso, y un canal de naturaleza meándrica con corrientes moderadas; se evidencia impactos sobre el cuerpo de agua con la presencia de pastoreo e infraestructura (pontón). Se presenta flujo bajo, perturbación vegetativa moderada, estabilidad de lecho con erosión severa, macrófitas emergente (5%), y vegetación compuesta por arbustos y árboles (40% cada una). No presenta olor, ni trazas de aceite.	**Fotografía 3.2.5-174 OCmn8 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto OCmn9	Cuerpo de agua lótico, tipo caño, se caracteriza por tener canal trenzado, y corriente moderada, se observa presencia de ganadería e intervención sobre el canal con la construcción de un box coulvert, en cuanto a la vegetación circundante, se observa en mayor proporción árboles y arbustos Durante el monitoreo, se observó un nivel de agua bajo, así mismo, se evidencia una turbidez leve, sin coloración, olor, ni aceites.	**Fotografía 3.2.5-175 OCmn9 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico corresponde a un caño, afluente del río Meta. Este sistema se caracteriza por tener canal trenzado, compuesto por arena y corriente moderada. Se observa presencia de ganadería y cultivos, e intervención sobre el canal con la construcción de un Box Coulvert, en cuanto a la vegetación circundante, se observa en mayor proporción árboles (70%) y arbustos (15%). Durante el monitoreo, se observó un nivel de agua medio, así mismo, se evidencia una turbidez presente, sin coloración, olor, ni aceites.	**Fotografía 3.2.5-176 OCmn9 en época seca** Fuente: MCS, 2025

Fuente: GessiG S.A.S., 2025 adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

✓ *Microcuenca del río Humea*

Tabla 3.2.5-25 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del río Humea

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto MADREVIEJA_HUMEA_01	Cuerpo de agua lentico de tipo madre vieja con un lecho de limo y arcilla, el agua no presenta color ni olores, se evidencia material flotante debido a las actividades asociadas que se realizan (ganadería y agricultura), grado moderado de perturbación.	**Fotografía 3.2.5-177 MADREVIEJA_HUMEA_01 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lentico de tipo madre vieja, el agua no presenta color ni olores, no se evidencia material flotante. Grado bajo de perturbación. Cercano al punto de monitoreo se evidencian viviendas.	**Fotografía 3.2.5-178 MADREVIEJA_HUMEA_01 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto MADREVIEJA_HUMEA_02	Cuerpo de agua lentico de tipo madre vieja, el lecho está compuesto por limo y arcilla, no presenta olor, se evidencia material flotante debido a actividades asociadas de agricultura y ganadería, grado moderado de perturbación.	**Fotografía 3.2.5-179 MADREVIEJA_HUMEA_02 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lentico de tipo madre vieja, el lecho está compuesto por limo y arcilla, presenta olor asociado a descomposición de materia orgánica. Cerca al punto de monitoreo se evidencia actividades asociadas de agricultura y ganadería, grado bajo de perturbación	**Fotografía 3.2.5-180 MADREVIEJA_HUMEA_02 en época seca** Fuente: MCS, 2025

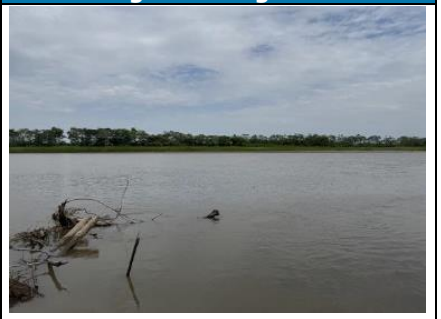
	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto HUMEA_CL_01A	Cuerpo de agua lotico tipo rio con lecho de limo, arcilla y arena, Tipo de suelo Typic Tropofluvents, clase agrológica 8. El agua presenta un nivel alto, presenta turbidez, vegetación ripariá compuesta por gramíneas, hierba arbustos y árboles, no se evidencia material flotante, no se evidenciaron olores ofensivos, ni trazas de aceites y grasas.	**Fotografía 3.2.5-181 HUMEA_CL_01A en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lotico tipo rio, de canal meándrico, con lecho de limo, arcilla y arena, El agua presenta un nivel medio, presenta turbidez leve, vegetación riparia compuesta por gramíneas, hierba arbustos y árboles, no se evidencia material flotante, no se evidenciaron olores ofensivos, ni trazas de aceites y grasas.	 **Fotografía 3.2.5-182 HUMEA_CL_01A en época seca** Fuente: MCS, 2025

Fuente: GessiG S.A.S., 2025 adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

✓ *Microcuenca del río Meta*

Tabla 3.2.5-26 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del río Meta

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto META_CL_01A	Cuerpo de agua lótico, tipo río, con presencia principalmente de árboles y arbustos (40% cada uno), seguido de pastos y herbazales, su canal presenta una erosión moderada con meandros compuesto por arena, arcilla y limo, el uso local del suelo corresponde a ganadería y asentamientos humanos. Al momento de realizar el monitoreo no se evidenció olor, ni aceites, sin embargo, presentó coloración marrón a raíz de la turbidez.	**Fotografía 3.2.5-183 META_CL_01A en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Este cuerpo de agua lótico se encuentra con flujo alto, tipo río, con presencia principalmente de árboles (50%), seguido de arbustos (10%) y hierbas (5%), su canal presenta una erosión moderada con meandros compuesto por arena, el uso local del suelo corresponde a ganadería y asentamientos humanos. Al momento de realizar el monitoreo no se evidenció olor, ni aceites, sin embargo, presentó leve turbidez.	**Fotografía 3.2.5-184 META_CL_01A en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto META_CL_02	Cuerpo de agua lótico, tipo río, con corriente y un canal meándrico. Su lecho, moderadamente erosionado, tiene un sustrato compuesto por limo, arcilla y arena. La vegetación circundante se distribuye en un 30% de árboles, y un 20% de arbustos, hierbas y pastos, cada uno. Durante el monitoreo, se observó un nivel de agua en un punto medio, sin evidencias de olor, aceites ni material flotante; sin embargo, se presentó coloración debido a la turbidez reportada.	**Fotografía 3.2.5-185 META_CL_02 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico, tipo río. Su lecho está compuesto por arena. Se observa impactos sobre la corriente por descargas y recreación. La vegetación circundante se distribuye en un 30% de árboles, y un 20% de arbustos, hierbas y pastos, cada uno. Durante el monitoreo, se observó un nivel de agua alto, sin evidencias de olor, color, ni material flotante.	**Fotografía 3.2.5-186 META_CL_02 en época seca** Fuente: MCS, 2025

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto META_CL_03	Cuerpo de agua lótico, tipo río, con corrientes y un canal que presenta meandros sin modificaciones. Su lecho muestra una erosión moderada y está compuesto por limo y arcilla. El uso del suelo en la zona se destina a la ganadería, lo que genera impactos en la corriente debido al pastoreo. La vegetación se distribuye en un 30% de árboles, 20% de arbustos y herbazales, cada uno. Durante el monitoreo, no se detectaron olores, aceites, ni material flotante, aunque se observó coloración debido a la turbidez.	**Fotografía 3.2.5-187 META_CL_03 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico, tipo río, con corriente moderada. Su lecho muestra una erosión moderada y está compuesto por limo, arcilla y arena. El uso del suelo en la zona se destina a la ganadería y cultivos, lo que genera impactos en la corriente. La vegetación se distribuye principalmente en árboles y arbustos. Durante el monitoreo, no se detectaron olores, aceites, ni material flotante.	 **Fotografía 3.2.5-188 META_CL_03 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto MADREVIEJA META_01	Cuerpo de agua léntico, tipo madrevieja, con un lecho arcilloso. Las actividades asociadas a este sistema incluyen principalmente la ganadería, con un grado de perturbación es moderado. Durante el monitoreo, no se detectaron olores ni material flotante.	**Fotografía 3.2.5-189 MADREVIEJA META_01 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua léntico, tipo madrevieja, con un lecho compuesto por limo y arcilla. Las actividades asociadas a este sistema incluyen principalmente la ganadería, pesca y agricultura, aunque el grado de perturbación es bajo. Durante el monitoreo, no se detectaron olores ni material flotante.	**Fotografía 3.2.5-190 MADREVIEJA META_01 en época seca** Fuente: MCS, 2025

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto MADREVIEJA META_02	Cuerpo de agua léntico de tipo madrevieja; este sistema se caracteriza por presentar un lecho rocoso, donde registró un grado de perturbación bajo; así mismo, se observaron actividades antrópicas asociadas a este cuerpo de agua como la pesca, la ganadería y viviendas aledañas. Durante el monitoreo no se evidenció material flotante, ni olor.	**Fotografía 3.2.5-191 MADREVIEJA META_02 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua léntico de tipo madrevieja; este sistema se caracteriza por presentar un lecho rocoso, con uso del suelo mayoritariamente de bosque nativo; donde se registró impactos locales correspondiente a descarga y recreación cerca al punto, se observó estabilidad del lecho con deposición moderada. Durante el monitoreo no se evidenció material flotante, aceites, ni olor.	**Fotografía 3.2.5-192 MADREVIEJA META_02 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto META_CLE_01	Se trata de un cuerpo de agua léntico, tipo pantano, caracterizado por un lecho de limo y arcilla. Las actividades asociadas a este sistema incluyen la pesca, posiblemente a las viviendas cercanas. Durante el monitoreo, no se detectaron material flotante ni olores.	**Fotografía 3.2.5-193 META_CLE_01 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Se trata de un cuerpo de agua léntico, caracterizado por un lecho de limo y arcilla, con un grado de perturbación bajo. Las actividades asociadas a este sistema incluyen la pesca, posiblemente a las viviendas cercanas. Durante el monitoreo, no se detectó material flotante, sin embargo, se presentaron olores posiblemente asociados a la cantidad de materia orgánica presente.	**Fotografía 3.2.5-194 META_CLE_01 en época seca** Fuente: MCS, 2025

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto OCmn4	Cuerpo de agua lótico, tipo caño, con canal meándrico y sustrato limo-arcilloso; el uso local del suelo corresponde entre bosque nativo y urbano con presencia de actividades antrópicas como lo son la ganadería, minería y la construcción de una alcantarilla. Durante el monitoreo se evidenció herbazales (10%), arbustos (20%), árboles (30%) y gramíneas (40%), sin la presencia de olores ni aceites, pero si coloración de color marrón a causa de la turbidez.	**Fotografía 3.2.5-195 OCmn4 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Este cuerpo de agua lótico tipo caño, fue clasificado como un punto seco durante el monitoreo de época seca.	**Fotografía 3.2.5-196 OCmn4 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto OCMY7	Cuerpo de agua lótico tipo caño, con presencia de meandros y un lecho estable compuesto por limo y arcilla. Durante el monitoreo se registró un nivel alto de agua. Se observaron impactos sobre el canal y la corriente debido a la construcción de un puente elevado para paso vehicular y/o animal, y pastoreo. La cobertura vegetal se distribuye principalmente entre pastos (25%), hierba (15%), arbustos (30%), y árboles (20%). No registra olor ni trazas de aceites, la coloración del agua se debe a la turbidez.	**Fotografía 3.2.5-197 OCMY7 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico tipo caño, con presencia de canal meándrico, corrientes moderadas y un lecho estable compuesto por limo, arcilla y grava. Durante el monitoreo, se registró un nivel medio de agua. Se observaron impactos sobre el canal y la corriente debido a la construcción de un puente elevado para paso vehicular y/o animal, y recreación. La cobertura vegetal se distribuye principalmente entre macrófitas flotantes, arbustos y árboles. No se registra olor, color, ni aceites, sin embargo, presenta turbidez en el cuerpo de agua.	**Fotografía 3.2.5-198 OCMY7 en época seca** Fuente: MCS, 2025

Fuente: GessiG S.A.S., 2025 adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

✓ *Microcuenca del río Metica*

Tabla 3.2.5-27 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del río Metica

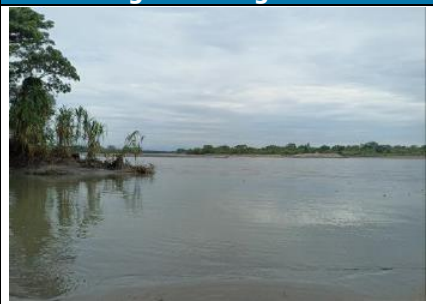
	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto METICA_CL_01	Cuerpo de agua lótico, tipo río, con corrientes moderadas. Su lecho presenta una erosión moderada y está compuesto por limo y arcilla. El canal muestra meandros y una turbidez opaca que da coloración al sistema. En cuanto a la vegetación, se distribuye en un 30% de árboles, 20% de hierba y 20% de arbustos. El uso local del suelo se destina a la ganadería, lo que genera impactos en la corriente por pastoreo. Durante el monitoreo, no se detectaron olores, aceites, ni material flotante.	**Fotografía 3.2.5-199 METICA_CL_01 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico, tipo río, con tipo de corriente rápidos. Su lecho estable está compuesto por limo, arcilla y arena. El canal presentó alto nivel de turbidez. En cuanto a la vegetación, hay mayor presencia de árboles. El uso local del suelo se destina a urbano, lo que genera impactos en la corriente por captación y carretera o paso animal. Durante el monitoreo, no se detectaron olores, aceites, ni material flotante.	**Fotografía 3.2.5-200 METICA_CL_01 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto METICA_CL_02	Cuerpo de agua lótico, tipo río, con corrientes y meandros en el canal. Su lecho presenta una leve erosión y está compuesto por limo, arcilla y arena. El uso del suelo en la zona se destina a cultivos. Durante el monitoreo, el nivel del agua se situó en un punto medio. La cobertura vegetal se distribuye entre un 40% de árboles, 30% de arbustos y un 10% de gramíneas y herbazales, cada uno. No se detectaron aceites ni olores, aunque el sistema presentó coloración debido a la turbidez.	**Fotografía 3.2.5-201 METICA_CL_02 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico, tipo río. Su lecho estable está compuesto por limo, arcilla y arena. El uso del suelo en la zona se destina a cultivos y ganadería. Durante el monitoreo, el nivel del agua se situó en un punto medio. La cobertura vegetal se distribuye entre un arbustos y herbazales. No se detectaron aceites, color, ni olores.	**Fotografía 3.2.5-202 METICA_CL_02 en época seca** Fuente: MCS, 2025

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto METICA_CL_03	Cuerpo de agua lótico, tipo río, con corriente. Su canal presenta una forma meándrica y un lecho moderadamente erosionado, compuesto por limo, arcilla y arena. El nivel de agua se reportó en un punto medio. El uso del suelo está asociado a actividades como la ganadería, lo que genera impactos en la corriente debido al paso de animales. La cobertura vegetal se distribuye en un 30% de pastos, 20% de árboles, 20% de arbustos y 20% de herbazales. Durante el monitoreo, no se evidenciaron olores, aceites ni material flotante; sin embargo, se presentó turbidez, asociada a la coloración observada.	**Fotografía 3.2.5-203 METICA_CL_03 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico, tipo río, con corriente. Su canal presenta una forma meándrica y un lecho estable con perturbación moderada compuesto por limo y arcilla. El nivel de agua se reportó en un punto bajo. El uso del suelo está asociado a actividades como la ganadería, y los impactos locales en la corriente debido a las descargas. La cobertura vegetal estuvo ausente en la cobertura de la zona. Durante el monitoreo, no se evidenciaron olores, aceites ni material flotante; sin embargo, se presentó turbidez, asociada a la coloración observada por sedimentación.	**Fotografía 3.2.5-204 METICA_CL_03 en época seca** Fuente: MCS, 2025

Fuente: GessiG S.A.S., 2025 adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

✓ *Microcuenca del río Upía*

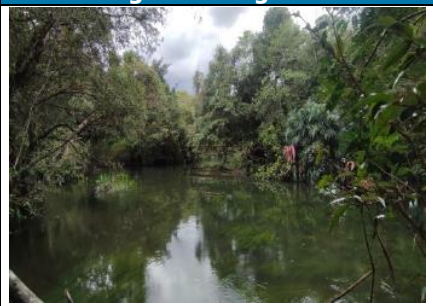
Tabla 3.2.5-28 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del río Upía

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto UPIA_CL_01	Cuerpo de agua lótico tipo río, donde su cobertura vegetal se distribuye principalmente entre árboles y arbustos, seguido se puede encontrar pastos y herbazales; su canal es meándrico con un lecho moderadamente erosionado compuesto por arena, arcilla y limo. Durante el monitoreo no se presentó olor, ni aceites, pero si coloración a raíz de la turbidez.	 **Fotografía 3.2.5-205 UPIA_CL_01 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico tipo río, su cobertura vegetal se distribuye principalmente en árboles (70%), arbustos (10%) y pastos (5%); canal meándrico, compuesto de lecho con rocas grandes, perturbación y erosión moderada, influenciado por uso local del suelo de actividades ganaderas y cultivos, teniendo en cuenta la presencia de corriente y sus impactos como son el pastoreo y recreación en la zona y a sus alrededores. Durante el monitoreo hubo leve turbidez, sin embargo, no se presentó olor, ni aceites.	**Fotografía 3.2.5-206 UPIA_CL_01 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto UPIA_CL_02	Cuerpo de agua lótico tipo río, con corrientes moderadas y canal meándrico, su lecho moderadamente erosionado se encuentra compuesto por limo, arcilla y arena; el uso principal sobre el sistema corresponde a la pesca. La vegetación aledaña se distribuye entre macrófitas y vegetación riparia, no se evidencia olor, material flotante, ni trazas de aceite, pero si presenta coloración a raíz de la turbidez.	**Fotografía 3.2.5-207 UPIA_CL_02 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico tipo río, con presencia de corrientes y canal meándrico, su lecho con perturbación y erosión moderada se encuentra compuesto por rocas grandes; el uso principal sobre el sistema corresponde a ganadería y cultivos. La vegetación riparia aledaña se distribuye en pastos (35%), árboles (30%), y arbustos (15%), no se evidencia olor, material flotante, ni trazas de aceite, pero si presenta turbidez leve.	**Fotografía 3.2.5-208 UPIA_CL_02 en época seca** Fuente: MCS, 2025

Fuente: GessiG S.A.S., 2025 adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

✓ *Microcuenca del río Yucao*

Tabla 3.2.5-29 Descripción de los puntos de monitoreo en la microcuenca del río Yucao

	Época de lluvia		Época Seca	
	Descripción	**Registro fotográfico**	**Descripción**	**Registro fotográfico**
Punto YUCAO_CL_01	Cuerpo de agua lótico tipo río, con un nivel de agua alto presentando meandros y corrientes, su lecho arenoso con presencia de vegetación alóctona, y deposición moderada; el uso local del suelo corresponde a actividades como ganadería y cultivos. La cobertura vegetal predominante son árboles y herbazales, seguido de los arbustos y las gramíneas. No se presentó olor, trazas de aceite, ni color ya que se presentó una turbidez clara.	 **Fotografía 3.2.5-209 YUCAO_CL_01 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico tipo río, con un nivel de agua medio, presenta corrientes, su lecho está compuesto por vegetación alóctona, y deposición moderada; el uso local del suelo corresponde a bosque nativo. La cobertura vegetal predominante son árboles, arbustos y hierba. No se presentó olor, trazas de aceite, ni color.	**Fotografía 3.2.5-210 YUCAO_CL_01 en época seca** Fuente: MCS, 2025
Punto YUCAO_CL_02	Cuerpo de agua lótico correspondiente al río Yucao; durante el monitoreo se observó desbordamiento del sistema por lluvias, sin embargo, su cobertura vegetal se distribuye entre árboles, arbustos y gramíneas.	**Fotografía 3.2.5-211 YUCAO_CL_02 en época de lluvia** Fuente: MCS, 2024	Cuerpo de agua lótico, correspondiente al río Yucao; donde el nivel de agua es medio, uso para riego de cultivos, su canal recto presenta corrientes moderadas, presenta impactos en la captación, compuesto por un lecho arenoso, la cobertura vegetal para este punto se distribuye principalmente de árboles, presenta turbidez leve, sin embargo, no se evidencia trazas de aceite, olor, ni color.	**Fotografía 3.2.5-212 YUCAO_CL_02 en época seca** Fuente: MCS, 2025

Fuente: GessiG S.A.S., 2025 adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

3.2.5.2 Caracterización de calidad de agua

Los parámetros de calidad de agua considerados para el monitoreo realizado en época de lluvia y época seca, fueron los establecidos por los Términos de Referencia HI-TER-1-03 para proyectos de explotación de Hidrocarburos aprobados bajo la Resolución 1543 del 06 de agosto de 2010, la MGEPEA (Resolución 1402 del 25 de julio de 2018 del MADS - ANLA), y los lineamientos del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 emitido por el MADS y sus modificatorias.

Con el fin de evaluar el estado de la calidad de agua en los 106 puntos de monitoreo, distribuidos a lo largo de las microcuencas hidrográficas más representativas del AI fisicobiótica del Bloque CPO-5. Los resultados obtenidos fueron comparados con los criterios establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3 "Tratamiento convencional y criterios de calidad para consumo humano y doméstico", 2.2.3.3.9.4 "Desinfección y criterios de calidad para consumo humano y doméstico", 2.2.3.3.9.5 "Criterios de calidad para uso agrícola", 2.2.3.3.9.6 "Criterios de calidad para uso pecuario", 2.2.3.3.9.7 "Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto primario", 2.2.3.3.9.8 "Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto secundario", 2.2.3.3.9.9 "Criterios de calidad para uso estético" y 2.2.3.3.9.10 "Criterios de calidad para la preservación de flora y fauna" del Decreto 1076 de 2015 expedido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Se realizó la comparación con el artículo de referencia (2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015) que presenta el límite máximo permisible más restrictivo, para tener una mayor certeza del cumplimiento de lo establecido en la normatividad ambiental.

Las muestras de agua se ejecutaron de forma puntual, realizando medición de parámetros *In situ* y análisis de laboratorio, siguiendo los procedimientos tomados del Standard Methods y acreditados ante el IDEAM. En el **Anexo 3.2-5a_Informe_Lab**, se amplía la descripción de los parámetros monitoreados, y, en el **Anexo 1.8_Metodologías >> 1.8-10_Calidad y Usos del agua** se describe el procedimiento para la recolección, preservación y análisis de muestras, junto con los métodos de análisis de cada parámetro.

A continuación, se presenta un análisis de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos por microcuencas y época hidroclimática, de los puntos de agua superficial monitoreados durante la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para la modificación de licencia ambiental de la fase exploratoria, a través de la obtención de la licencia ambiental de desarrollo para el Bloque CPO-5.

Los resultados de la caracterización hidrobiológica de los puntos de monitoreo de calidad de agua se presentan en el *capítulo 3.2.3 Ecosistemas acuáticos continentales numeral 3.2.3.2 Caracterización de los ecosistemas acuáticos*, donde se presentan y analizan los resultados de las comunidades hidrobiológicas: fitoplancton, zooplancton e ictioplancton, Perifiton, Macroinvertebrados acuáticos, Macrófitas acuáticas e Ictiofauna con la finalidad de conocer su comportamiento, dinámica en diferentes períodos pluviométricos (temporada de lluvias y temporada seca) y sus usos potenciales como herramientas de bioindicación, dadas sus cualidades (autoecología y sinecología), y representatividad dentro de los cuerpos de agua, siendo

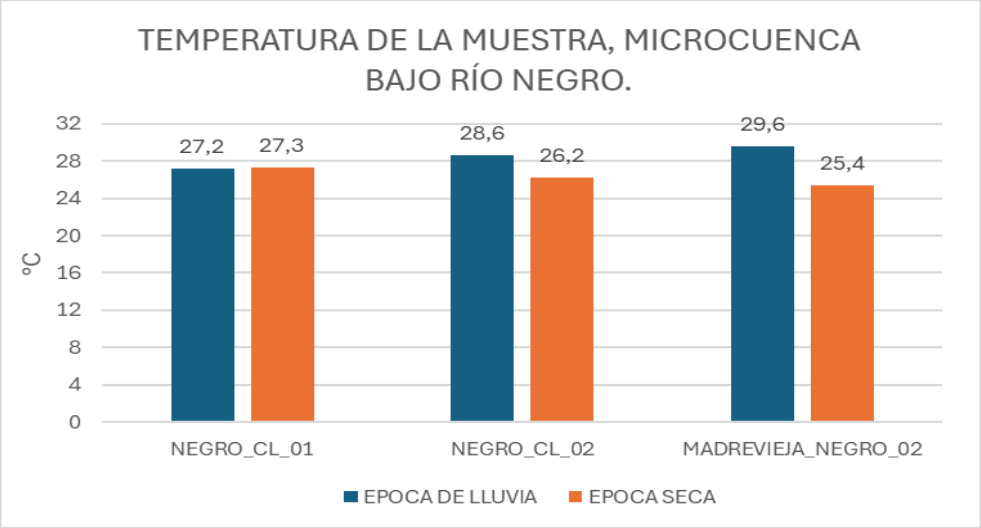
complementarios para establecer los niveles de perturbación paralelamente con las variables fisicoquímicas analizadas en el presente documento.

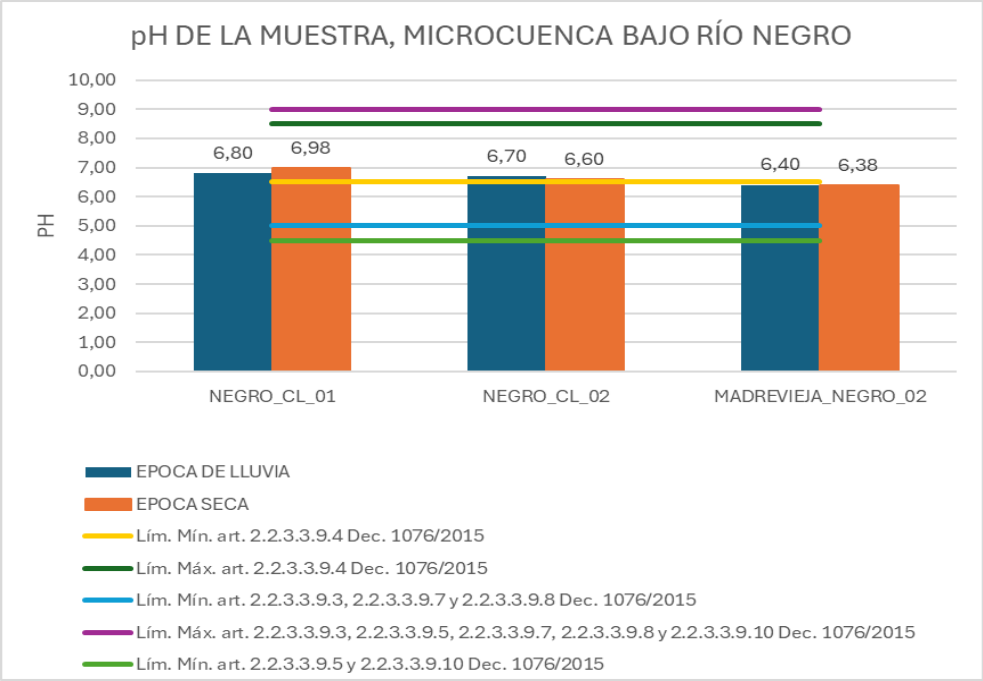
3.2.5.2.1 Caracterización de los parámetros Fisicoquímicos & Bacteriológicos

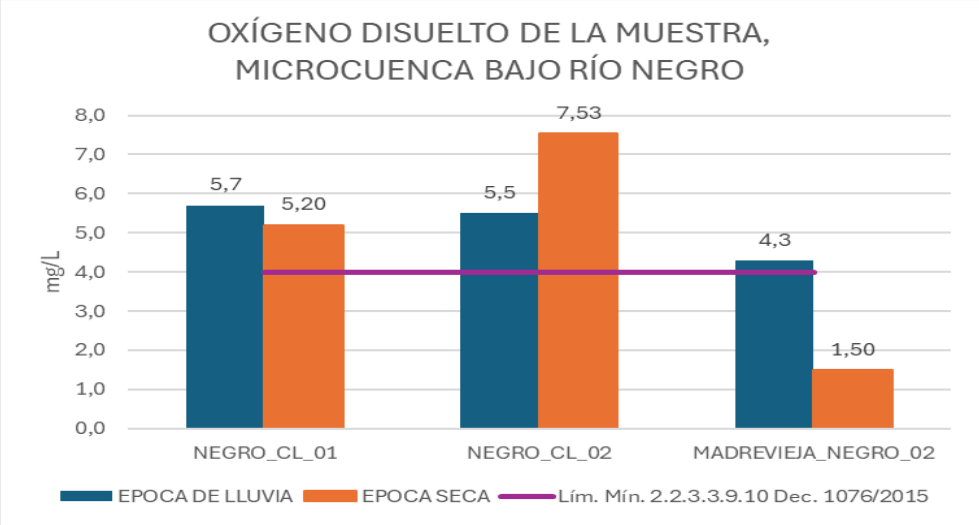
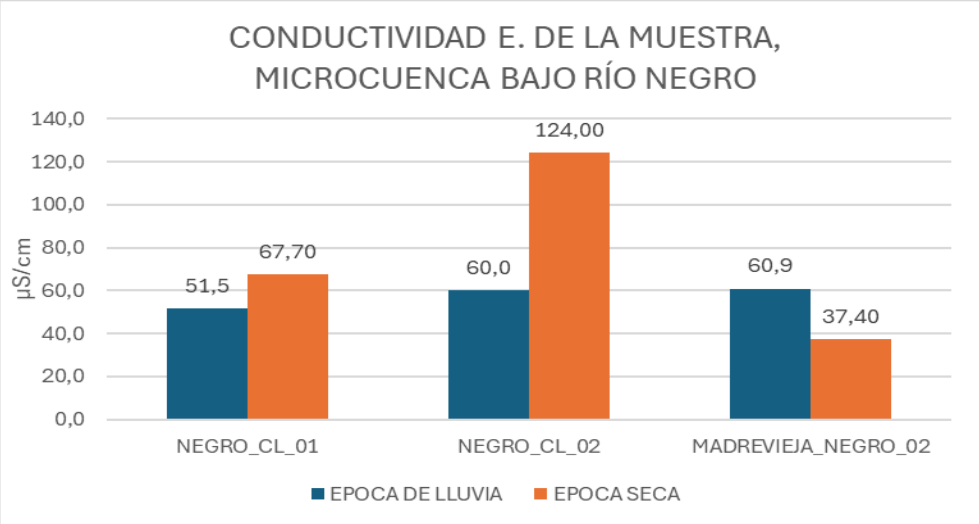
- *Microcuenca Bajo río Negro*

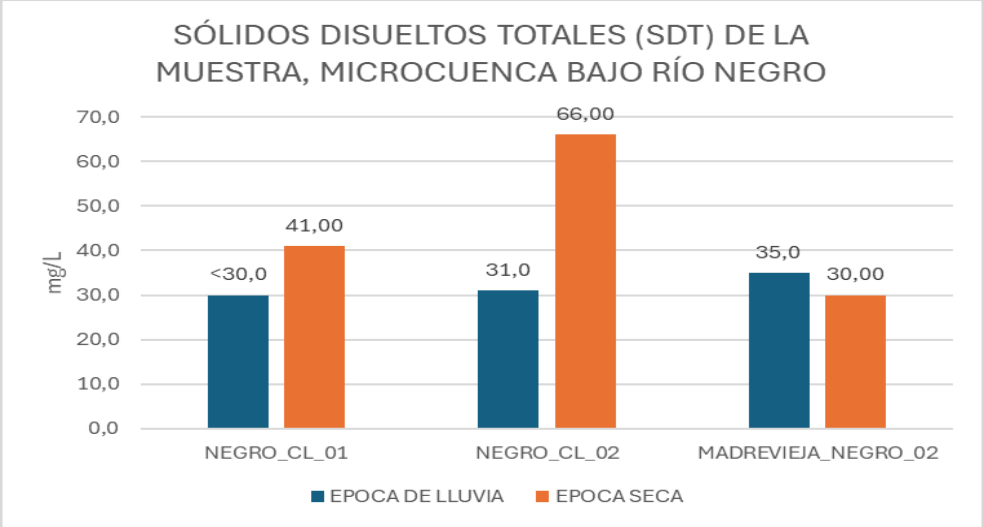
En la microcuenca Bajo río Negro se realizó el monitoreo de calidad de agua en los puntos MADREVIEJA_NEGRO_02, NEGRO_CL_01, y NEGRO_CL_02, durante la época de lluvia y la época seca. En la **Tabla 3.2.5-30** se presenta el análisis de cada parámetro caracterizado. Para ver más información, detallada y en forma gráfica, remitirse al **Anexo 3.2-5_Calidad_ASUP** donde se presentan los informes de laboratorio, reportes de laboratorio, soportes de campo, certificados de calibración, resoluciones de acreditación y registro fotográfico.

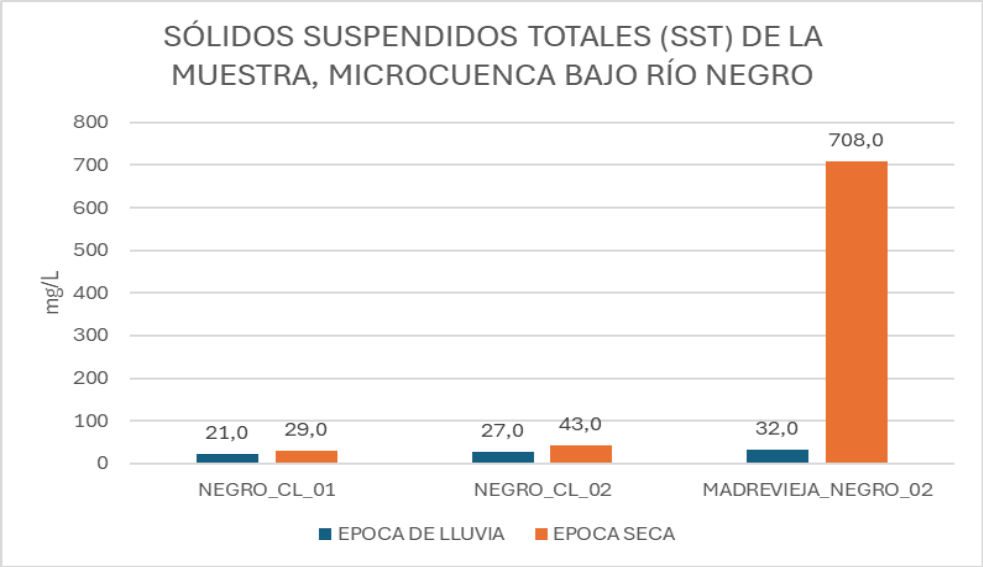
Tabla 3.2.5-30 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca Bajo río Negro durante la época de lluvia y época seca

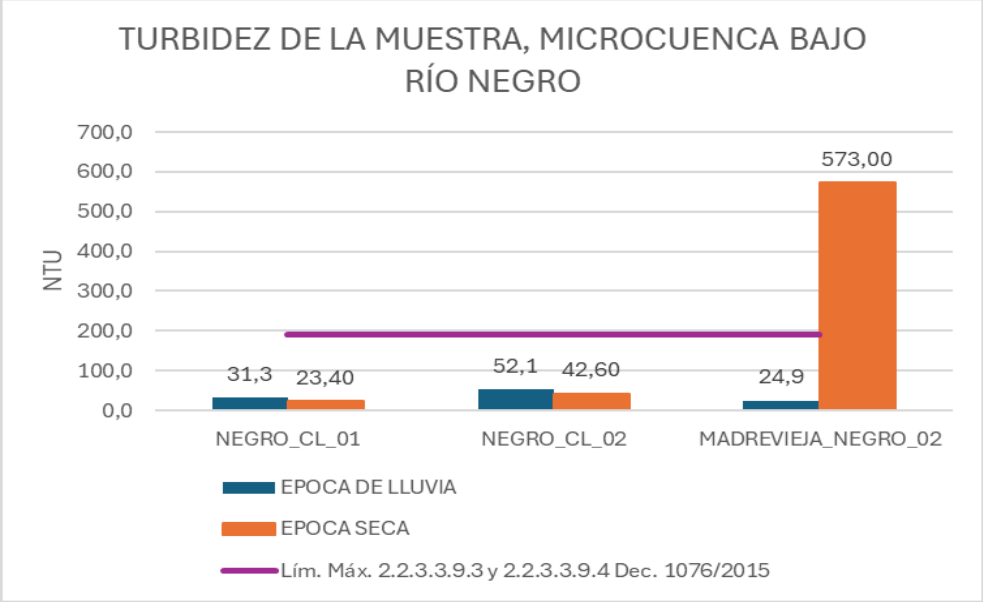
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Bajo río Negro
Temperatura	En la microcuenca Bajo río Negro, durante la época de lluvia se reportaron valores de temperatura entre 27,2 °C y 29,6°C, tal y como se observa en la figura. Durante la época seca, se reportaron valores de temperatura entre 25,4 °C y 27,3°C, reflejando una variación frente a la época de lluvia, esta diferencia se debe a variables climatológicas que para el periodo en el cual se realizó el monitoreo.  **Figura 3.2.5-30 Temperatura de las muestras de la microcuenca Bajo río negro en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

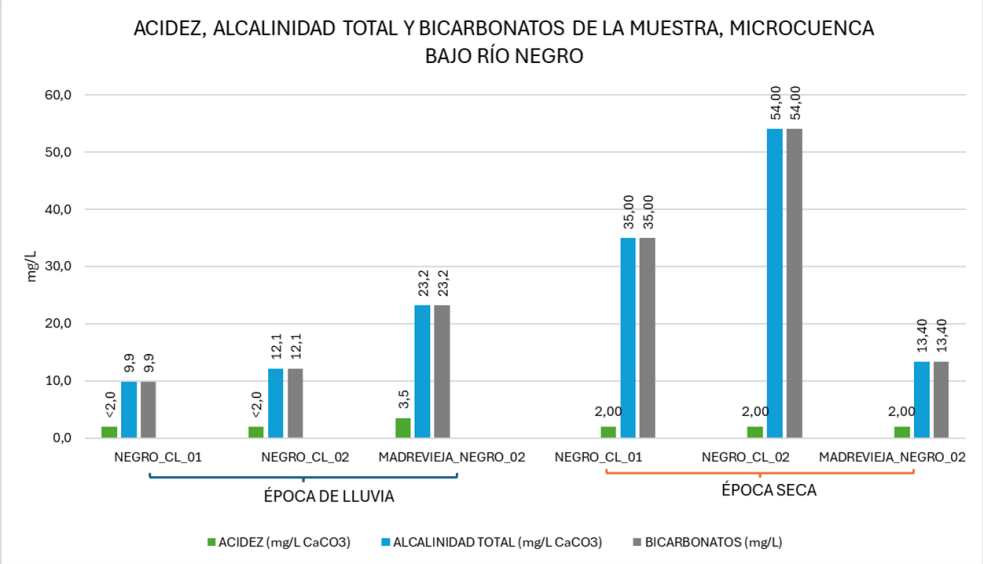
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Bajo río Negro
pH	Durante la época de lluvia, el río Negro presentó un pH promedio igual a 6,8, mientras que el punto MADREVIEJA_NEGRO_02 registró un pH de 6,4 catalogado como ligeramente ácido que incumple el límite mínimo del art. 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015. Los valores de pH de la época de lluvia se mantienen para la época seca. Los puntos muestreados en el río negro registraron un pH promedio de 6,79, mientras que la Madrevieja registró un pH ligeramente ácido que incumple el límite mín. del art. 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015. En cuanto a los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.8, los valores de pH reportados son acordes con los límites establecidos en la norma.  **Figura 3.2.5-31 pH de las muestras de la microcuenca Bajo río Negro en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Oxígeno Disuelto (OD)	Las concentraciones de oxígeno disuelto en la microcuenca Bajo río Negro durante la época de lluvia, registró valores entre 5,5 mg/L y 5,7 mg/L para el río Negro, y, 4,3 mg/L en la MADREVIEJA_NEGRO_02. Todos los valores registrados cumplieron el límite mínimo permisible de 4 mg O2/L establecido en el artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015. Durante la época seca, se evidencia una variación significativa frente a los valores registrados en la época de lluvia; en el punto sobre la madrevieja del río negro (MADREVIEJA_NEGRO_02) registró una reducción significativa a 1,50 incumpliendo con el límite mín. del art. 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, mientras que, aguas arriba del río Negro se registró una disminución a 5,20 mg/L (punto NEGRO_CL_01), y aguas abajo, se registró un aumento de la concentración a 7,53 mg/L (punto NEGRO_CL_02). El valor registrado en el punto MADREVIEJA_NEGRO_02 se explica considerando la dinámica de la Madrevieja, en donde el agua se encuentra contenida en un área mucho menor a la de los cuerpos lóticos y, no se presentan corrientes que puedan aportar oxígeno al medio.

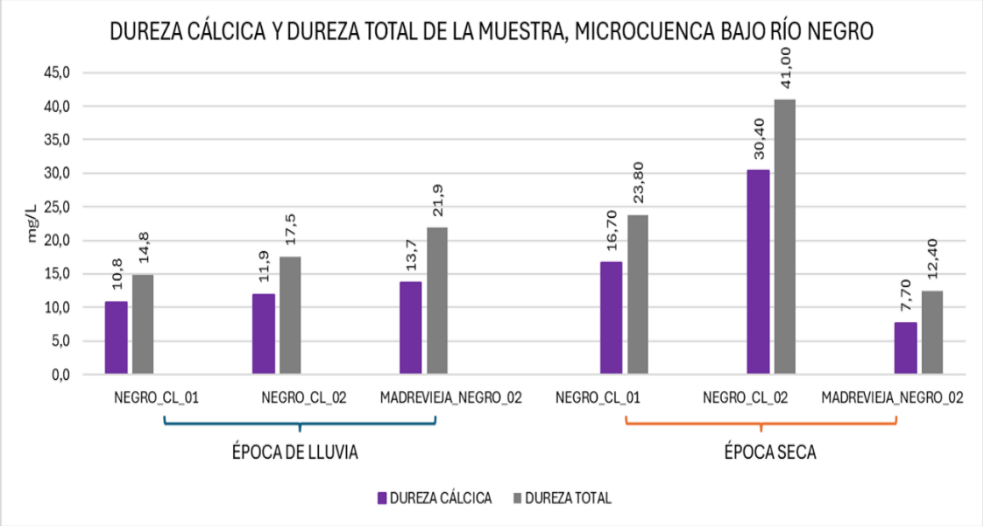
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Bajo río Negro
Oxígeno Disuelto (OD)	 **Figura 3.2.5-32 Oxígeno disuelto de las muestras de la microcuenca Bajo río Negro en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Conductividad Eléctrica	Durante la época de lluvia, se registró una mayor conductividad eléctrica aguas abajo del río Negro en el punto NEGRO_CL_02 a comparación del punto NEGRO_CL_01, indicando un aumento de las sustancias disueltas ionizadas en el agua a medida que la corriente del cuerpo lótico se desplaza de la parte alta a la parte baja de la microcuenca. Por su parte, el punto MADREVIEJA_NEGRO_02 registró un valor igual a 60,9 µS/cm.  **Figura 3.2.5-33 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca Bajo río Negro en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

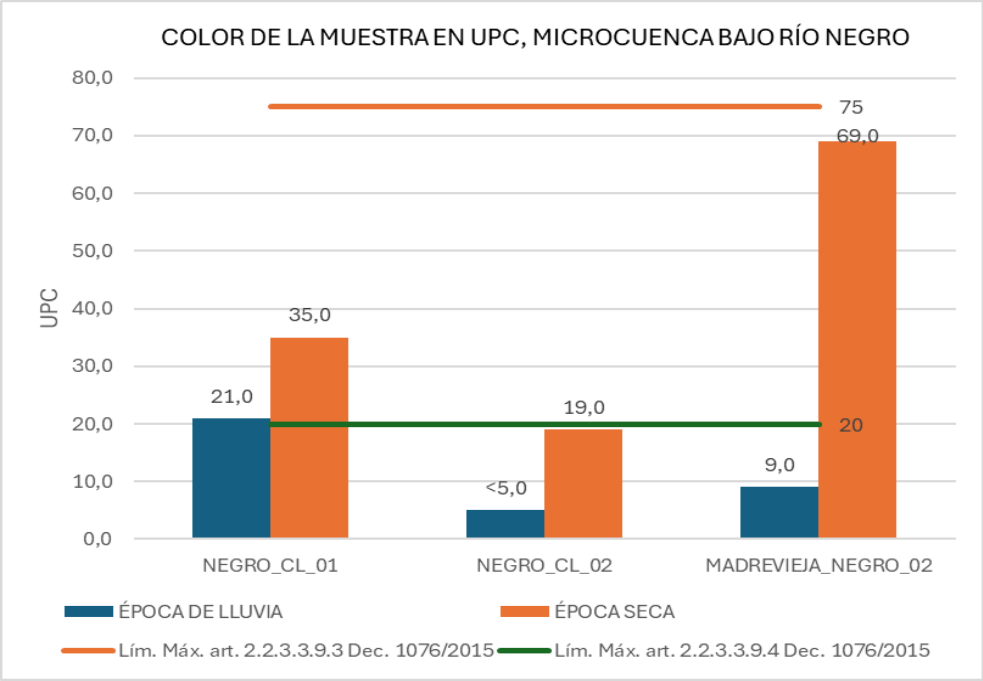
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Bajo río Negro
Conductividad Eléctrica	Frente a la época seca, la conductividad eléctrica registró un aumento en los puntos ubicados sobre el río Negro, NEGRO_CL_01 con un valor de 67,7 µS/cm y NEGRO_CL_02 a 124 µS/cm; señalando el paso de un grado de mineralización "muy débil" (<100 µS/cm; 45 puntos) a "débil" (100 µS/cm - 200 µs/cm). En el caso del punto MADREVIEJA_NEGRO_02 se observa una reducción del valor de conductividad a 37,4 µS/cm, relacionado con la disminución en la concentración de sólidos suspendidos totales.
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	Los sólidos disueltos determinados en las muestras tomadas en la microcuenca del Bajo río Negro se presentan en la figura a continuación, indicando valores moderados de la presencia de sales disueltas ocasionado principalmente por la poca disolución del sustrato rocoso y el suelo por donde discurren dichas aguas (Von, 2007). En el caso del punto MADREVIEJA_NEGRO_02 durante la época de lluvia, las precipitaciones influyeron en el aumento de concentración de sales disueltas. Se observa una variabilidad de la concentración de SDT entre la época de lluvia y la época seca, lo cual está asociado al comportamiento que registró la conductividad en el mismo periodo, de forma que la disminución presentada en el punto MADREVIEJA_NEGRO_02 puede estar asociada a que los procesos de dilución y transporte en los cuerpos de agua lénticos son menos frecuentes en estos cuerpos de agua, lo que resulta en una baja concentración de sales disueltas.  **Figura 3.2.5-34 Sólidos Disueltos Totales (SDT) de las muestras de la microcuenca Bajo río Negro en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Sólidos Sedimentables (SSD)	Durante la época de lluvia, todos los puntos muestreados en la microcuenca Bajo río Negro registraron una concentración inferior al límite de cuantificación del método implementado por el laboratorio (<0,1 mL/L-h). En la época seca, los puntos NEGRO_CL_01, y NEGRO_CL_02 sobre el río Negro continuaron presentando concentraciones inferiores al límite de cuantificación del método implementado por el laboratorio (<0,1 mL/L-h). Sin embargo, el punto MADREVIEJA_NEGRO_02 registró una concentración de 0,70 mg/L. El decreto 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro.

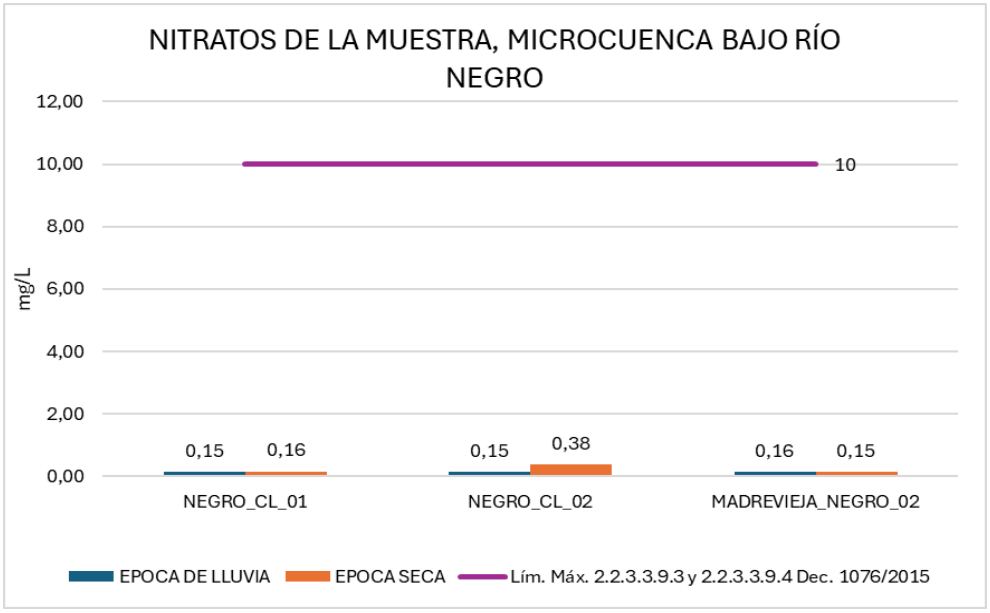
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Bajo río Negro
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	Con respecto a los SST, en la microcuenca Bajo río Negro durante la época de lluvia se registraron concentraciones entre 21 mg/L a 32 mg/L, el valor más alto se registró en el punto MADREVIEJA_NEGRO_02 tal y como se observa en la figura a continuación. Durante la época seca se evidencia un aumento significativo en la concentración de SST, especialmente en el punto MADREVIEJA_NEGRO_02, donde la concentración registrada fue igual a 708 mg/l indicando un aumento en 676 unidades, lo cual es congruente con el valor de turbiedad y materia orgánica registrado.  **Figura 3.2.5-35 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca Bajo río Negro en época de lluvia y época seca** **Fuente: Gessig S.A.S., 2025**
Turbiedad	Durante la época lluvia, la turbiedad en la microcuenca Bajo río Negro presentó concentraciones entre 24,9 NTU en el punto MADREVIEJA_NEGRO_02 hasta 52,1 NTU en el punto NEGRO_CL_02, tal y como se observa en la siguiente figura. En cuanto a la norma ambiental de referencia, en todos los puntos la turbidez registrada cumple el límite máximo establecido en el Articulo 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (10 UJT). Durante la época seca se observa que la turbidez evidenció un comportamiento proporcional a la concentración de los sólidos suspendidos totales (SST) encontrados, ya que esta aumenta a razón de la cantidad de partículas en suspensión en el agua (Romero, 2009). De forma que el valor registrado para el punto MADREVIEJA_NEGRO_02 supera el límite máximo establecido en el Articulo 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (10 UJT).

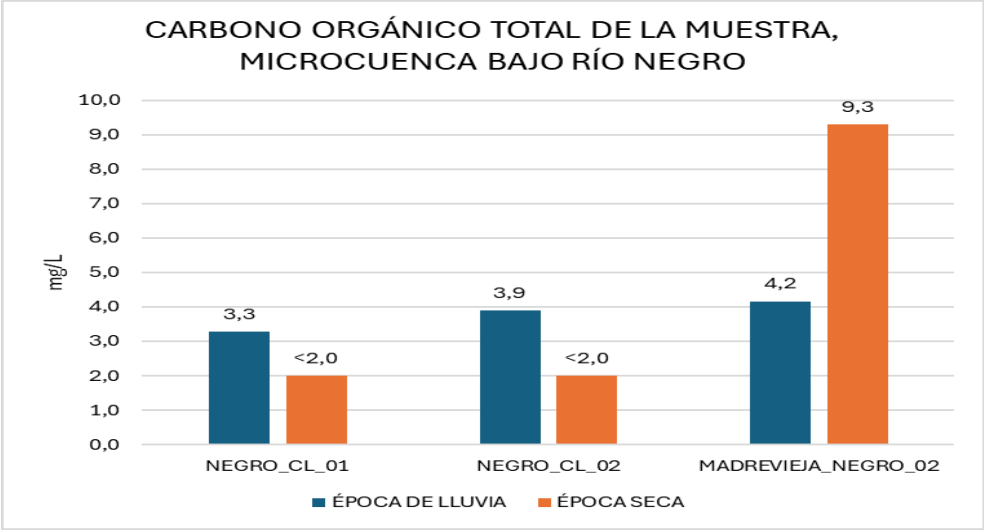
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Bajo río Negro
Turbiedad	 **Figura 3.2.5-36 Turbidez de las muestras de la microcuenca Bajo río Negro en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	En la época de lluvia, los puntos NEGRO_CL_01, y NEGRO_CL_02 registraron un valor de acidez inferior al límite de detección utilizado por el laboratorio (<2,00 mg CaCO3/L), mientras que el punto MADREVIEJA_NEGRO_02 registró una concentración de 3,5 mg/L. Para la época seca, en la microcuenca bajo río negro, todos los puntos registraron un valor de acidez inferior al límite de detección utilizado por el laboratorio (<2,00 mg CaCO3/L). Con respecto a los parámetros de alcalinidad total y bicarbonatos, estos presentaron la misma concentración, en la microcuenca bajo río Negro en la época de lluvia, el punto MADREVIEJA_NEGRO_02 evidenció la mayor concentración de estos dos parámetros con un valor de 23,2 mg/L. Para la época seca, los parámetros de alcalinidad total y bicarbonatos evidencian un aumento en la concentración respecto a la época de lluvia en los puntos NEGRO_CL_01, y NEGRO_CL_02, y, el punto MADREVIEJA_NEGRO_02 evidenció una reducción a 13,40 mg/L. Los valores registrados en la microcuenca evidencian que los procesos de neutralización de ácidos son permanentes evitando cambios bruscos en el pH.

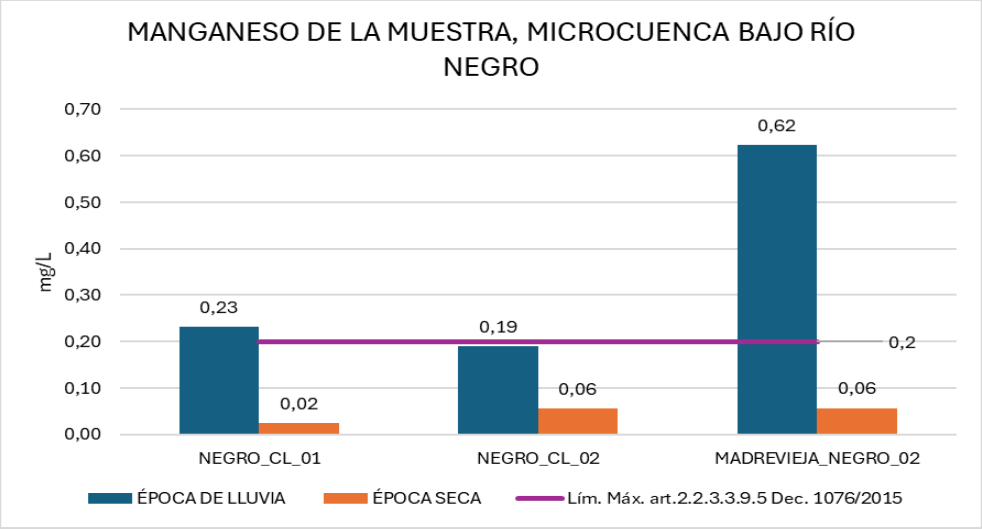
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Bajo río Negro
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	 **Figura 3.2.5-37 Acidez, alcalinidad total y bicarbonatos de las muestras de la microcuenca Bajo río Negro en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Dureza Total y Dureza Cálcica	En la época de lluvia, los valores de dureza cálcica en las muestras tomadas en la microcuenca bajo río Negro presentan una media de 12,1 mg/L, por otro lado, los valores de dureza total registraron una media de 18,1 mg/L. Los valores más altos se registraron en el punto MADREVIEJA_ NEGRO_02. Los resultados de dureza del monitoreo en época de lluvia clasifican a los cuerpos de agua como aguas "blandas" (0 – 75 mg/L) según la clasificación de Romero, 1996. En la época seca, los resultados evidencian una en las concentraciones de dureza para los puntos muestreados en la microcuenca bajo río Negro frente a lo reportado en la época de lluvia. La dureza cálcica y dureza total presentó un aumento significativo en el punto NEGRO_CL_02 y un aumento leve en el punto NEGRO_CL_01. Por otro lado, el punto MADREVIEJA_ NEGRO_02 registró una reducción en la concentración de la dureza cálcica y total. El menor nivel de dureza para la madrevieja se debe a que en la época seca hay una reducción considerable en el flujo de agua que ingresa al cuerpo léntico, lo que reduce el arrastre de minerales provenientes de las rocas y el suelo.

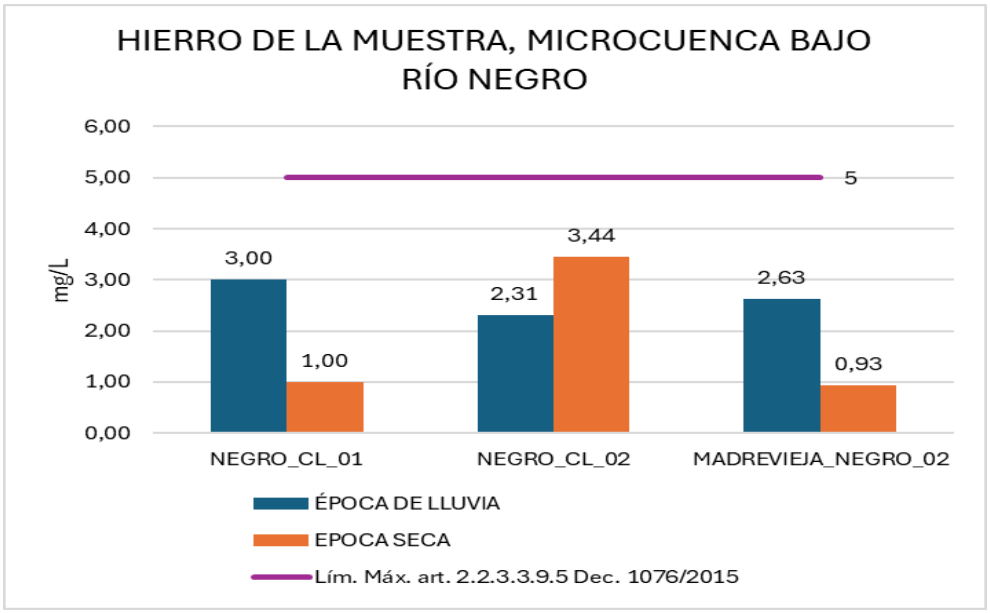
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Bajo río Negro
Dureza Total y Dureza Cálcica	 **Figura 3.2.5-38 Dureza cálcica y dureza total de las muestras de la microcuenca Bajo río Negro en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Grasas y Aceites e Hidrocarburos totales	Todos los puntos muestreados en la microcuenca bajo río Negro durante la época de lluvia y la época seca registraron concentraciones inferiores al límite de detección del método analítico utilizado por el laboratorio MCS (<1,40 mg/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, establecen que no se deben presentar películas visibles de grasas y aceites flotantes. Durante el monitoreo no se observó película de grasas visibles sobre los puntos caracterizados.
Sulfatos	En la época de lluvia y la época seca, todos los puntos de la microcuenca bajo río Negro registraron concentraciones inferiores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<5 mg SO42-/L). Los resultados evidencian cumplimiento a nivel normativo al límite establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (400 mg SO42-/L), es decir que cumple con los criterios para uso doméstico.
Cloruros	Las concentraciones de todos los puntos muestreados en la microcuenca bajo río Negro durante la época de lluvia presentaron concentraciones inferiores a 4,00 mg Cl-/L (límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio). Dando cumplimiento al límite máximo permisible (250 mg/L) establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015. En la época seca, los puntos NEGRO_CL_01, y MADREVIEJA_ NEGRO_02, registraron concentraciones inferiores a 4,00 mg Cl-/L (límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio), mientras que el punto NEGRO_CL_02 registró una concentración igual a 4,57 mg/L. Todos los puntos cumplen con el límite máximo permisible (250 mg/L) establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015.

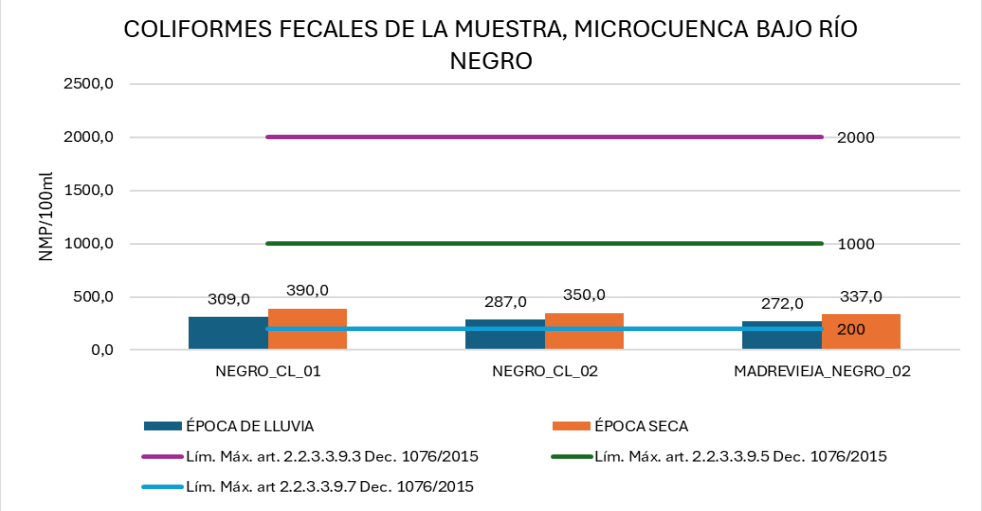
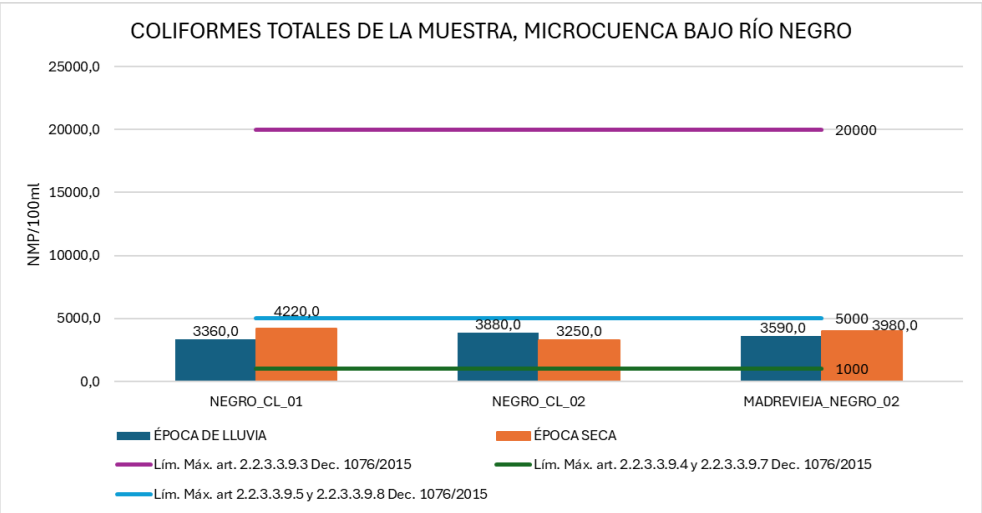
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Bajo río Negro
Color de la muestra en UPC	En la época de lluvia se registraron valores entre <5,0 UPC a 21 UPC en el punto NEGRO_CL_01, el cual es el único que supera el límite máximo establecido en el artículo 2.2.3.3.9.4. del Decreto 1076 de 2015, que trata de la desinfección y criterios de calidad de agua para consumo humano y doméstico (20 UPC), todos los puntos cumplen con el límite máximo del artículo 2.2.3.3.9.3. (75 UPC). En la época seca, sólo se evidencia el cumplimiento del punto NEGRO_CL_02 para el límite máximo del art. 2.2.3.3.9.4. del Decreto 1076 de 2015, evidenciando un aumento significativo para el punto MADREVIEJA_ NEGRO_02, esto está relacionado con la alta concentración de sólidos suspendidos totales (SST) y turbidez registrada para este punto durante la época seca.  **Figura 3.2.5-39 Color de las muestras de agua de la microcuenca Bajo río Negro en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Fenoles totales	Para época de lluvia y la época seca, todos los puntos de la microcuenca bajo río Negro registraron concentraciones inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio MCS para su determinación (<0,002 mg/L), es importante señalar que, según el Decreto 1076 de 2015, en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 se establece como límite máximo permisible 0,002 mg/L, lo cual indica cumplimiento.
Material Flotante	Para época de lluvia y la época seca, todos los puntos de la microcuenca bajo río Negro registraron ausencia de material flotante.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Bajo río Negro
Olor y sabor	Para época de lluvia y la época seca, todos los puntos de la microcuenca bajo río Negro reportaron "aceptable" para el olor y sabor, tanto en los sistemas lóticos como lénticos caracterizados.
Nitratos y Nitritos	Para los nitratos se registraron concentraciones detectables entre 0,15 mg/L y 0,16 mg/L en los puntos monitoreados en la microcuenca bajo río Negro durante la época de lluvia, las concentraciones se consideran bajas descartando algún tipo de contaminación por este compuesto. Asimismo, se presenta total cumplimiento con respecto al límite máximo permisible (10 mg N-NO3/L) contemplado en los Artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015. Se observa una variabilidad baja en la concentración de nitratos entre las épocas climáticas evaluadas, el punto NEGRO_CL_02 registró un aumento en su concentración pasando de 0,15 mg/L (época de lluvia) a 0,38 mg/L (época seca). Se presenta cumplimiento del límite máximo de los art. 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015.  **Figura 3.2.5-40 Nitratos de las muestras de agua de la microcuenca Bajo río Negro en época de lluvia y época seca** **Fuente: Gessig S.A.S., 2025** Con respecto a los nitritos, en la época de lluvia todos los puntos muestreados en la microcuenca bajo río Negro registraron concentraciones inferiores al límite de detección del método analítico utilizado por el laboratorio MCS (<0,0100 N-NO2/L). A nivel normativo, el Decreto 1076 de 2015 estipula un límite máximo permisible de 1 N-NO2/L en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 10 N-NO2/L en el artículo 2.2.3.3.9.6. Estos límites se cumplen en todos los puntos. En la época seca los nitritos registraron concentraciones inferiores al límite de detección del método analítico utilizado por el laboratorio MCS (<0,0100 N-NO2/L) en los puntos NEGRO_CL_01, y MADREVIEJA_ NEGRO_02, mientras que el punto NEGRO_CL_02 registró un valor de 0,0149 mg/L. Todos los puntos indican cumplimiento de la normatividad ambiental.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Bajo río Negro
Nitrógeno Amoniacal y Nitrógeno total Kjeldahl	Los parámetros nitrógeno amoniacal y nitrógeno total Kjeldahl reportaron concentraciones equivalentes al límite de detección de la técnica analítica usada en el laboratorio <1,00 mg NH3-N/L para nitrógeno amoniacal y <5,00 mg N/L para nitrógeno Kjeldahl, para todos los puntos de la microcuenca bajo río Negro durante la época de lluvia y la época seca, cumpliendo con el límite máximo permisible de acuerdo con la norma ambiental (1 mg NH3-N/L) para nitrógeno amoniacal de acuerdo con los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015.
Compuestos de Fósforo: Orgánico, inorgánico, ácido hidrolizable total, fósforo Total, y fósforo reactivo total - Ortofosfatos	En las dos épocas hidroclimáticas monitoreadas, todos los puntos de la microcuenca bajo río Negro registraron concentraciones inferiores a 0,150 mg/L (límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio) para los compuestos fósforo orgánico total, acido-hidrolizable total, fósforo total, y fósforo reactivo total. El fósforo inorgánico también registró concentraciones inferiores al límite de la técnica analítica (<0,1 mg P/L). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites.
Carbono Orgánico Total	En la época de lluvia, los puntos de la microcuenca bajo río Negro registraron concentraciones promedio de 3,8 mg/L, y evidencia una relación con los Sólidos suspendidos totales (SST) registrados durante el monitoreo. El Decreto 1076 de 2015 no establece límites permisibles para este parámetro. En la época seca, los puntos sobre el río negro evidencian una disminución en su concentración respecto a la concentración registrada en el periodo de lluvias, el único punto que registro una concentración mayor al límite de detección usada por el laboratorio (<2,00 mg C/L) fue el MADREVIEJA_ NEGRO_02 con un valor de 9,3 mg/L.  **Figura 3.2.5-41 Carbono orgánico total de las muestras de agua de la microcuenca Bajo río Negro en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
DBO_5 y DQO	En la época de lluvia y la época seca, todos los puntos muestreados en la microcuenca bajo río Negro reportaron concentraciones de DBO_5 y DQO inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica usado por el laboratorio, <2 mg O2/L para DBO_5, y, <20 mg O2/L para DQO. El Decreto 1075 de 2015 no presenta límites restrictivos para estos parámetros.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Bajo río Negro
Metales, no metales y Metaloides	En la época de lluvia y la época seca, para los puntos muestreados en la microcuenca bajo río Negro se registraron para los siguientes parámetros concentraciones equivalentes al límite de detección de la técnica analítica usada por el laboratorio: **Aluminio total** (<0,500 mg Al/L), **Arsénico total** (<0,005 mg As/L), **Bario total** (<0,100 mg Ba/L), **Berilio total** (<0,0200 mg Be/L), **Cadmio total** (<0,0100 mg Cd/L), **Cobalto total** (<0,0300 mg Co/L), **Cromo total** (<0,100 mg Cr/L), **Cobre total** (<0,0400 mg Cu/L), **Níquel total** (<0,0400 mg Ni/L), **Mercurio total** (<0,001 mg Hg/L), **Plata total** (<0,0200 mg Ag/L), **Plomo total** (<0,0500 mg Pb/L), **Selenio total** (<0,005 mg Se/L), **Estaño total** (<1,00 mg Sn/L), **Litio total** (<0,0200 mg Li/L), **Molibdeno total** (<0,0100 mg Mo/L), y **Vanadio total** (<0,100 mg V/L). De acuerdo con lo anterior, no se presenta contaminación en los cuerpos de agua evaluados respecto a dichos elementos. En cuanto a la normatividad ambiental vigente, se tiene total cumplimiento respecto a los límites de concentración permisibles en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4. y 2.2.3.3.9.5. para aquellos parámetros en donde aplica. El Zinc total registró concentraciones inferiores al límite de detección de la técnica analítica del laboratorio en todos los puntos durante la época de lluvia (<0,0200 mg/L), y en los puntos NEGRO_CL_01, y MADREVIEJA_ NEGRO_02, en la época seca, mientras que el punto NEGRO_CL_02 registró un valor de 0,03 mg/L, en la época seca, este cumple con los límites establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3. y 2.2.3.3.9.4. de 15 mg Zn/L y el art. 2.2.3.3.9.5. de 2 mg Zn/L, del Decreto 1076 de 2015. Respecto a la concentración de otros metales de transición como el Manganeso total, en la época de lluvia registró una concentración promedio de 0,35 mg/L en la microcuenca bajo río Negro. En cuanto al cumplimiento de la normativa ambiental, el punto MADREVIEJA_ NEGRO_02 superó el límite máximo permisible por el art. 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015. En la época seca, el Manganeso total registró una concentración promedio de 0,35 mg/L en la microcuenca bajo río Negro. Todos los puntos cumplieron con el límite del art. 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015.  **Figura 3.2.5-42 Manganeso total de las muestras de agua de la microcuenca Bajo río Negro en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Bajo río Negro
Metales, no metales y Metaloides	Por otro lado, el Hierro total durante la época de lluvia registró la mayor concentración en el punto NEGRO_CL_01 igual a 3,0 mg/L. Todos los puntos de la microcuenca bajo río Negro cumplen con el límite máximo permisible del art. 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015. En la época seca, el Hierro total, este presentó una concentración promedio de 1,79 mg/L, donde el punto NEGRO_CL_02 registró el valor más alto igual a 3,44 mg/L. Todos los puntos de la microcuenca bajo río Negro cumplen con el límite máximo permisible del art. 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015.  **Figura 3.2.5-43 Hierro total de las muestras de agua de la microcuenca Bajo río Negro en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Coliformes Fecales Termotolerantes	En todos los puntos de la microcuenca bajo río Negro se reportó la presencia de coliformes fecales termotolerantes, tanto en la época de lluvia como en la época seca el punto NEGRO_CL_01 registró la mayor concentración. En cuanto a la normatividad ambiental, todos los puntos cumplen con los límites permisibles establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3. y 2.2.3.3.9.5. del Decreto 1076 de 2015 (2000 NMP/100 mL y 1000 NMP/100 mL respectivamente), sin embargo, sobrepasan el límite máximo del art. 2.2.3.3.9.7 del Decreto 1076 de 2015.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Bajo río Negro
Coliformes Fecales Termotolerantes	 **Figura 3.2.5-44 Coliformes fecales de las muestras de agua de la microcuenca Bajo río Negro en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Coliformes totales	En la época de lluvia se registró una media de 3610 NMP/100 ml, y en la época seca, una media de 3816,7 NMP/100 ml, es decir que hubo un aumento en la concentración de coliformes totales. Los datos son acordes a las concentraciones de coliformes termotolerantes registradas para las dos épocas hidroclimáticas analizadas. Además, es posible afirmar que todos los puntos se encuentran por encima del límite permisible establecido en la norma de referencia (Decreto 1076 de 2015) en su Artículo 2.2.3.3.9.4. de 1000 NMP/100 mL, mientras que, dichas concentraciones cumplen con los criterios determinados en los Artículos 2.2.3.3.9.3. y 2.2.3.3.9.5. (20000 NMP/100 mL y 5000 NMP/100 mL).  **Figura 3.2.5-45 Coliformes totales de las muestras de agua de la microcuenca Bajo río Negro en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Bajo río Negro
Huevos de Helmintos	Este tipo de microrganismos registro tanto en la época de lluvia como seca, concentraciones equivalentes al límite de detección de la técnica usada por el laboratorio, siendo este de <1 huevos/L, lo que sugiere que en los cuerpos de agua evaluados en la microcuenca bajo río Negro no se presenta contaminación por parte de dichos parásitos y se descartan afectaciones sobre los cuerpos de agua superficial derivados de los posibles vertimientos de aguas domésticas.
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	El parámetro de tensoactivos presentó valores por debajo de la técnica analítica empleada para su determinación (<0,200 mg/L) indicando que los cuerpos de agua monitoreados en la microcuenca bajo río Negro no han sido afectados por parte de este tipo de compuestos.
Pesticidas órgano-fosforados	Los pesticidas organofosforados analizados por el laboratorio incluyen sustancias como Metil Tolclofos, Metil Pirimipos, Malation, Protiofos (Tukution), Etion, Diclorvos, Dimetoato, Clorpirifos (Etil Clorpirifos), Metidation, Profenofos, Metil Azinfos (Glution), y, Pirazofos. Todos los puntos de la microcuenca bajo río Negro registraron valores inferiores al límite de la técnica analítica usada por el laboratorio (<0,00001 mg/L en época de lluvia, y, <0,00020 mg/L en época seca).
Caudal	Se realizó el aforo de caudal aguas arriba (punto NEGRO_CL_01) y aguas abajo (NEGRO_CL_02) del río Negro, los resultados evidencian que en el punto NEGRO_CL_02 hay un mayor flujo de caudal, así como una mayor variación entre la época de lluvia y la época seca, también evidencia un comportamiento normal frente al volumen de agua registrado según la época climática en la cual la época de lluvia registra caudales mayores que la época seca. Los aforos de caudal se presentan en el **anexo 3.2-5b_Reportes_Lab** >> Caudales.

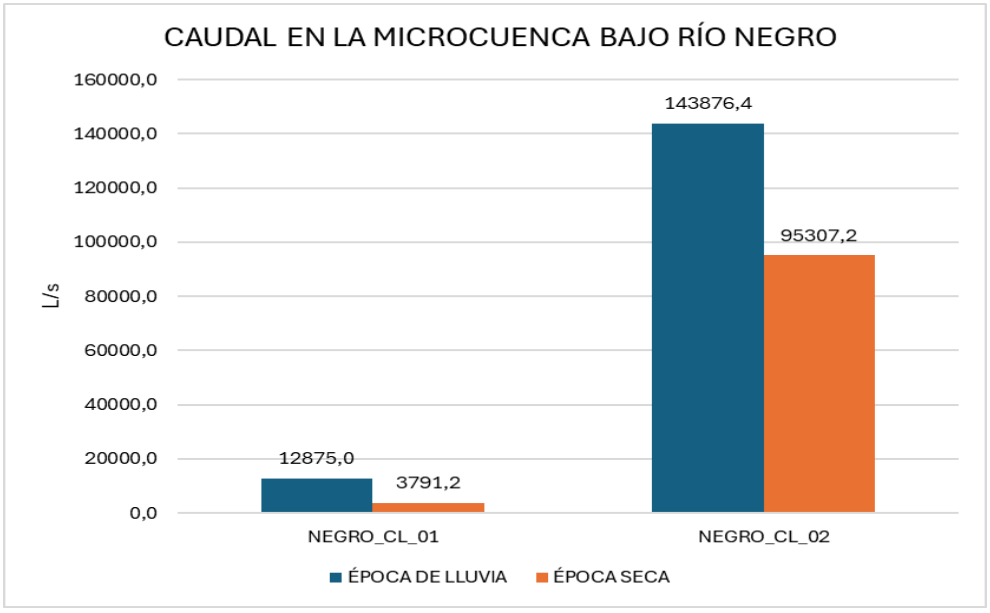


Figura 3.2.5-46 Aforo de caudal en L/s en el río Negro en época de lluvia y época seca

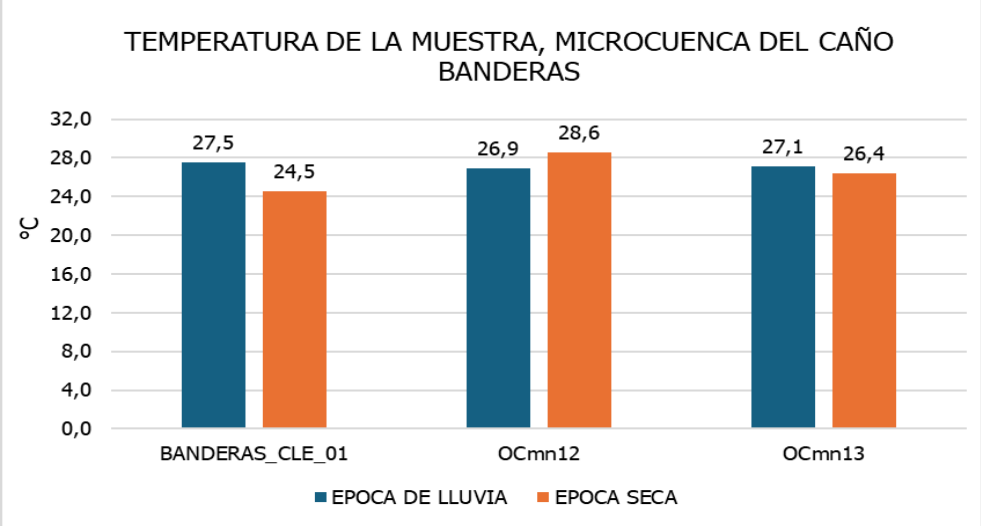
Fuente: Gessig S.A.S., 2025

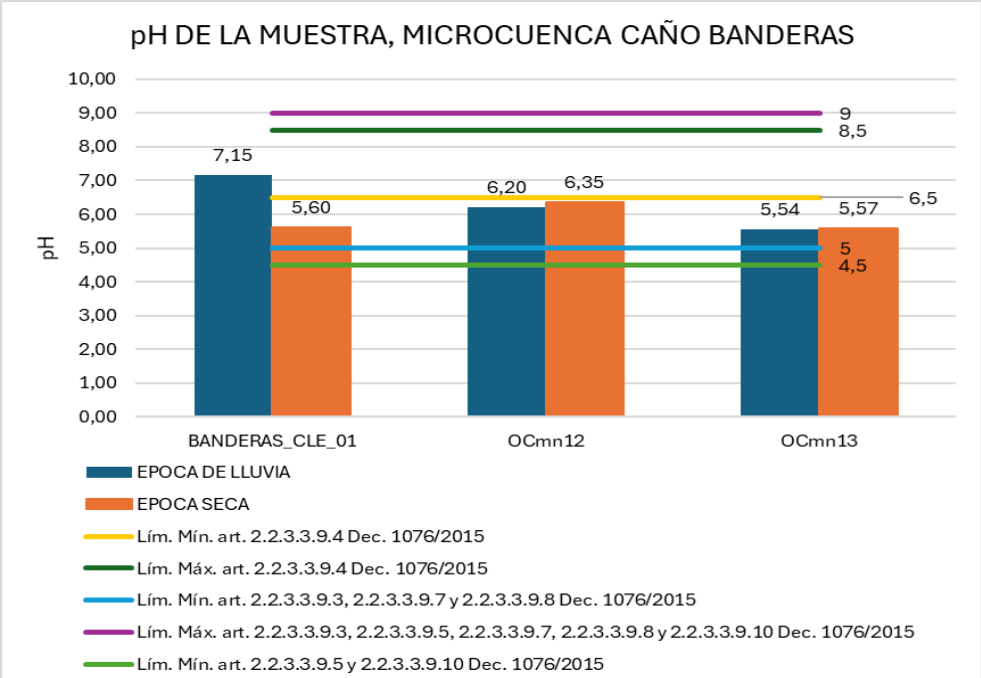
Fuente: Gessig S.A.S., 2025, adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

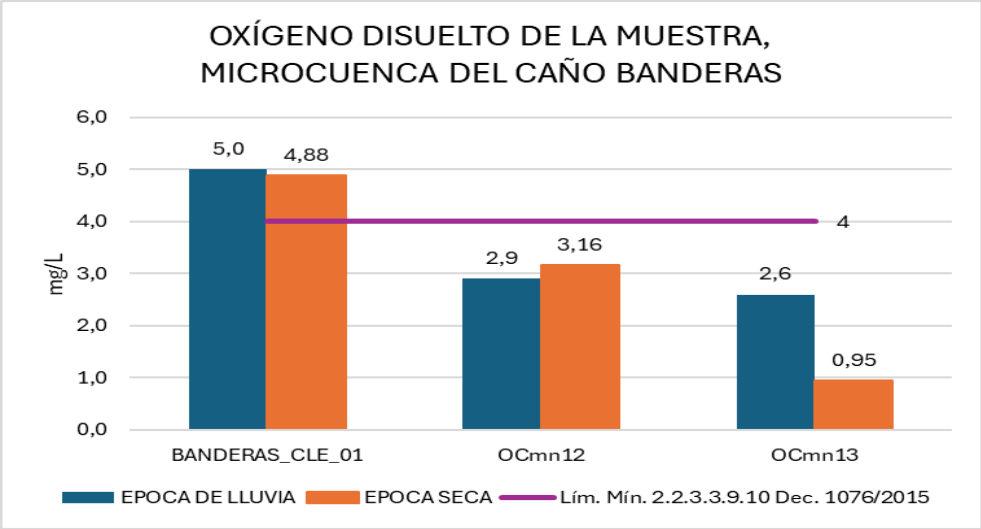
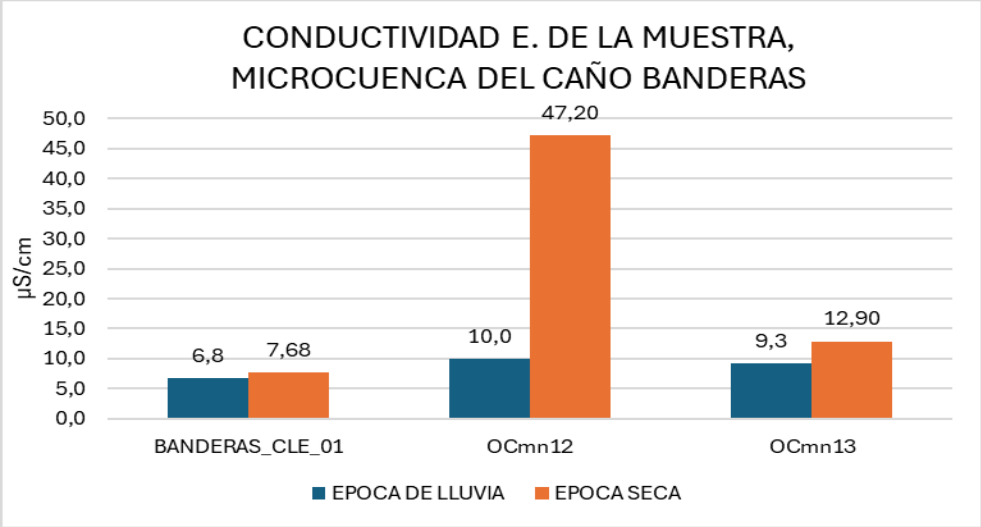
➢ *Microcuenca del caño Banderas*

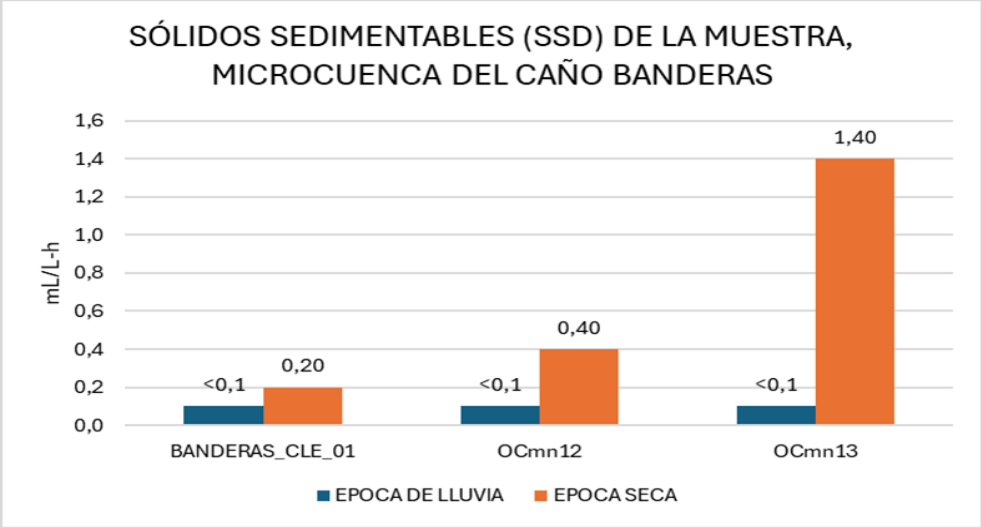
En la microcuenca del caño Banderas se realizó el monitoreo de calidad de agua durante dos épocas hidroclimáticas contrastantes: época de lluvia y época seca, en dos cuerpos de agua lénticos: puntos BANDERAS_CLE_01 y OCmn12; y en el caño Bandera: punto OCmn13. En la **Tabla 3.2.5-31** se presenta el análisis de cada parámetro caracterizado. Para ver más información, detallada y en forma gráfica, remitirse al **Anexo 3.2-5_Calidad_ASUP** donde se presentan los informes de laboratorio, reportes de laboratorio, soportes de campo, certificados de calibración, resoluciones de acreditación y registro fotográfico.

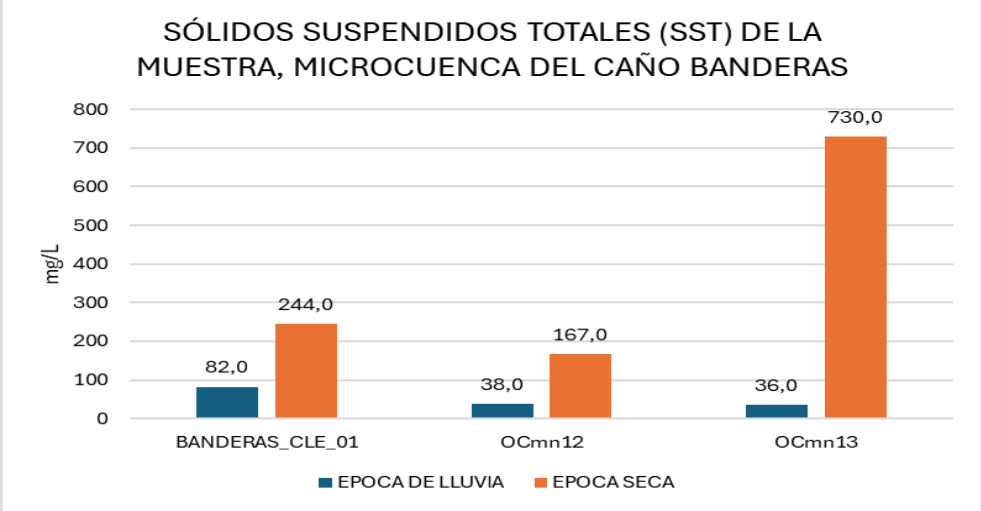
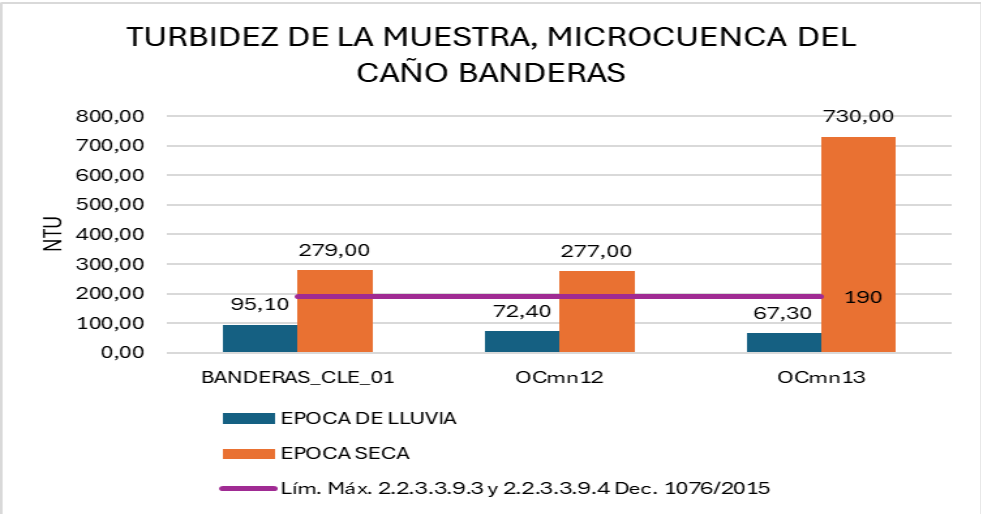
Tabla 3.2.5-31 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca del caño Banderas durante la época de lluvia y época seca

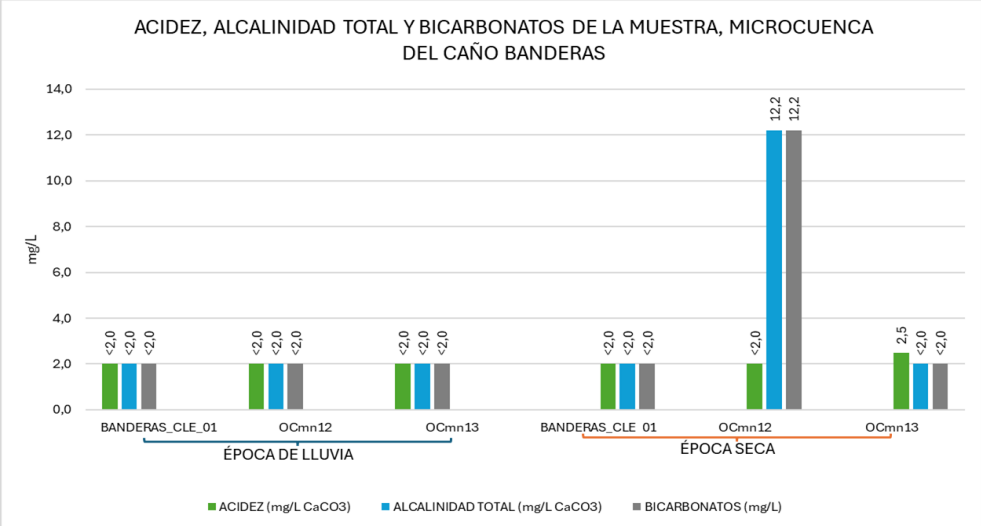
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Banderas
Temperatura	En la época de lluvia se registraron temperaturas entre 26,9 °C y 27,5 °C; en la época seca la temperatura registró el valor máximo en el punto OCmn12 igual a 28,6 °C. Los valores de temperatura de las muestras de agua estuvieron acordes a la temperatura ambiente registrada en cada punto.  **Figura 3.2.5-47 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño Banderas en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
pH	El punto OCmn13 sobre el caño Banderas presentó un pH promedio igual a 5,56 que se mantuvo estable durante las dos épocas climáticas, y al mismo tiempo fue el menor registrado en la microcuenca del caño Banderas, catalogado como ligeramente ácido. Por otro lado, el punto BANDERAS_CLE_01 fue el que presentó mayor variación en el pH entre la época de lluvia y seca, variando de un pH neutro en la época de lluvia (7,15) a uno ligeramente ácido en la época seca (5,60). En cuanto al cumplimiento del límite mínimo del art. 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, todos los puntos muestreados lo incumplen durante la época seca, y sólo lo cumple el punto BANDERAS_CLE_01 en la época de lluvia. En cuanto a los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.8, los valores de pH reportados son acordes con los límites establecidos en la norma.

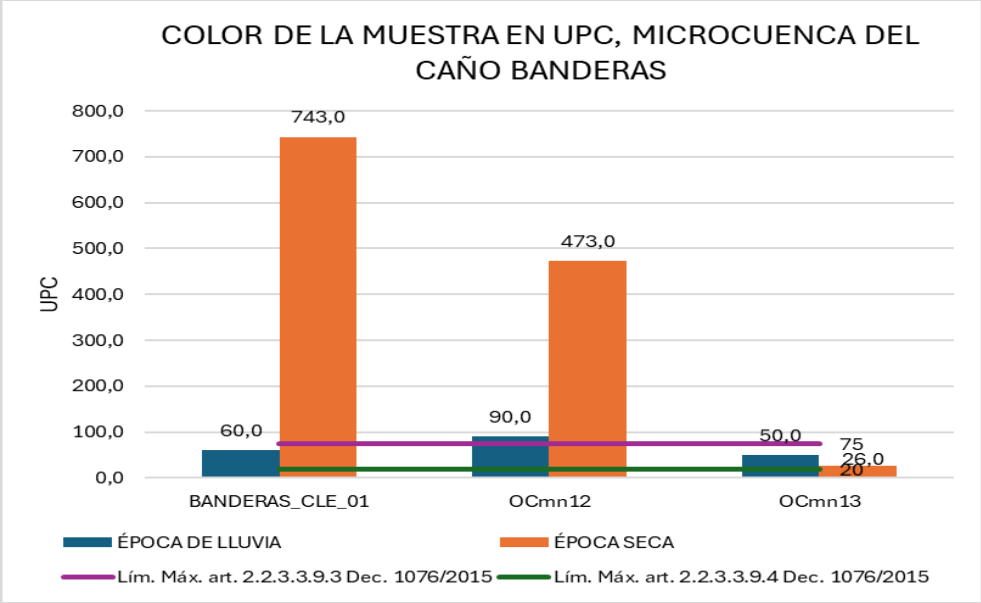
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Banderas
pH	 **Figura 3.2.5-48 pH de las muestras de la microcuenca del caño Banderas en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Oxígeno Disuelto (OD)	En la microcuenca del caño Banderas, los puntos OCmn12 y OCmn13 registraron concentraciones muy bajas de oxígeno disuelto, inferiores a 4 mg O2/L, límite mínimo para que el agua sea considerada aceptable para la vida acuática, establecido por el artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015. El punto OCmn13 registró el valor más bajo igual a 0,95 mg/L, en la época seca, lo cual indica un estado de hipoxia severa, posiblemente por la ausencia de caudal registrado. Por otro lado, el punto BANDERAS_CLE_01 cumple con el límite mínimo permisible de 4 mg O2/L en las dos épocas climáticas monitoreadas.

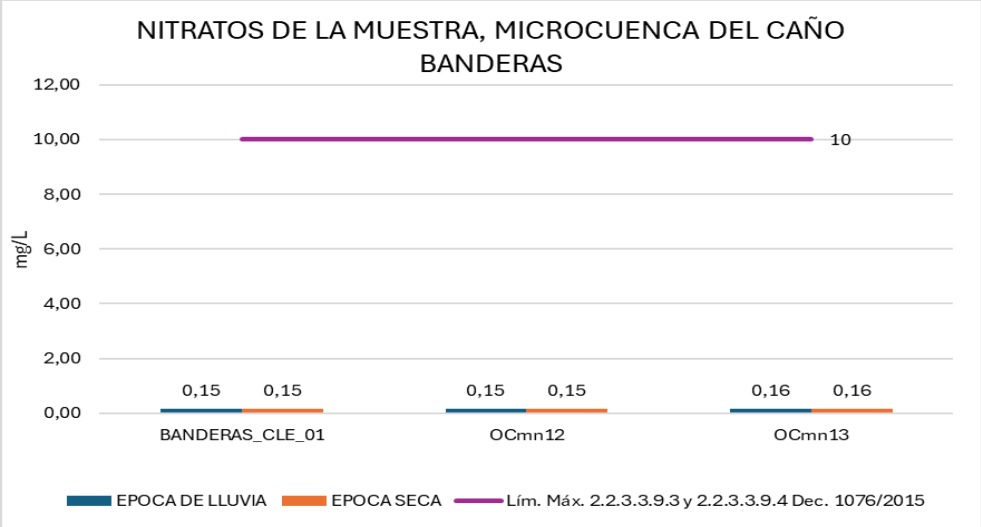
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Banderas
Oxígeno Disuelto (OD)	 **Figura 3.2.5-49 Oxígeno disuelto de las muestras de la microcuenca del caño Banderas en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Conductividad Eléctrica	La conductividad eléctrica en la microcuenca del caño Banderas registró el valor más alto durante la época seca en el punto OCmn12 igual a 47,20 µS/cm, mientras que el valor más bajo registrado corresponde a la época de lluvia en el punto BANDERAS_CLE_01 igual a 6,8 µS/cm. Los valores evidencian un grado de mineralización "Muy débil" al registrar conductividades menores a los 100 µS/cm según los rangos propuestos por Rodier (1996). En los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del decreto único reglamentario 1076 del 2015, no se estipulan máximos permisibles para este parámetro.  **Figura 3.2.5-50 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño Banderas en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

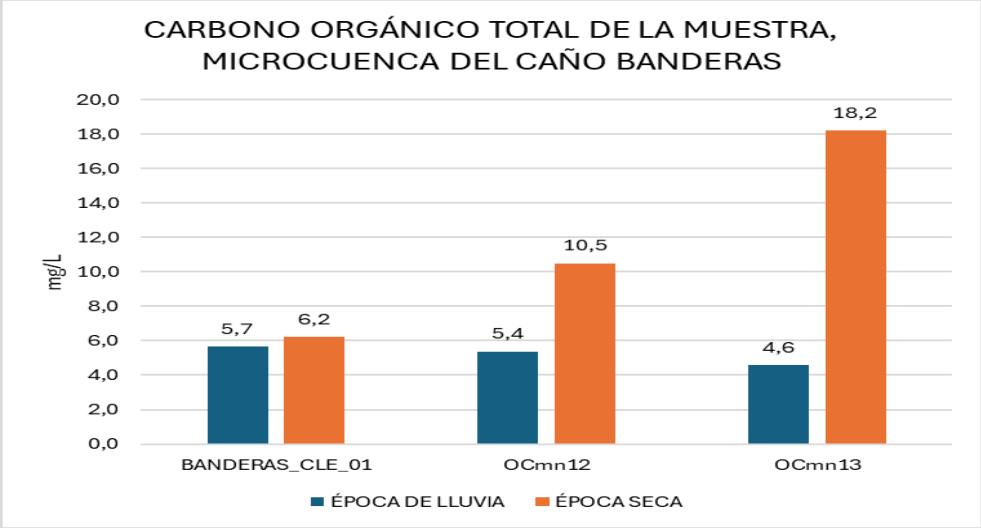
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Banderas
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	Todos los puntos muestreados en la microcuenca del caño Banderas registraron valores inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada para su determinación (<30 mg/L). Lo anterior puede estar asociado a los sistemas hídricos lénticos monitoreados (BANDERAS_CLE_01 y OCmn12), dado a que los procesos de dilución y transporte son menos frecuentes en estos cuerpos de agua, lo que resulta en una baja concentración de sales disueltas.
Sólidos Sedimentables (SSD)	En la época de lluvia, todos los puntos muestreados en la microcuenca del caño Banderas registraron una concentración inferior al límite de cuantificación del método implementado por el laboratorio (<0,1 mL/L-h). En la época seca, se registraron concentraciones de sólidos sedimentables en los puntos monitoreados, el punto OCmn13 registró la mayor concentración con 1,40 mL/L-h. El decreto 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro.  **Figura 3.2.5-51 Sólidos Sedimentables de las muestras de la microcuenca del caño Banderas en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	El parámetro de sólidos suspendidos totales presentó concentraciones bajas en la época de lluvia que varían entre 36 mg/L a 82 mg/L, mientras que en la época seca se observa un aumento significativo en la concentración que sobrepasa los 100 mg/L en los tres puntos muestreados, el punto con la concentración más alta registrada fue el OCmn13.

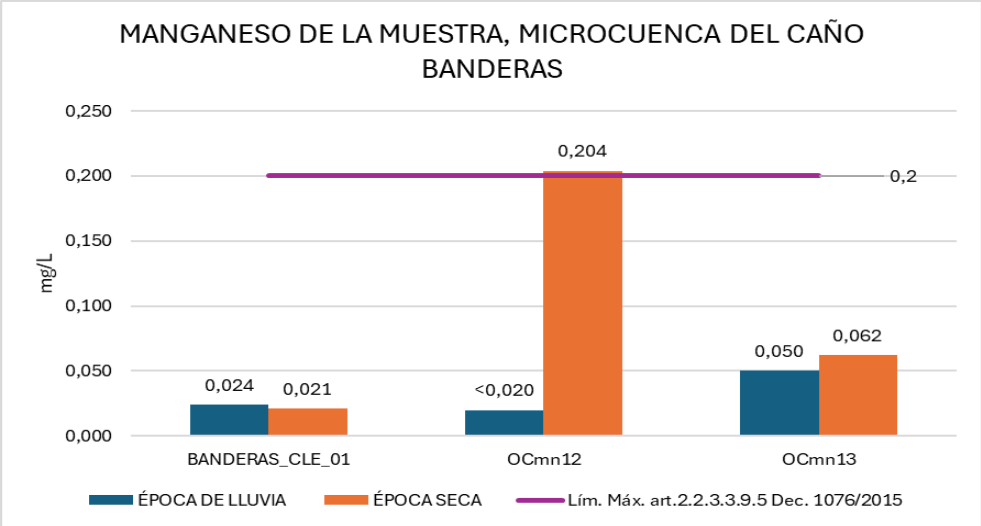
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Banderas
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	 **Figura 3.2.5-52 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del caño Banderas en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Turbiedad	La turbiedad en la microcuenca del caño Banderas refleja la incidencia directa de la concentración de sólidos suspendidos totales sobre este parámetro, de forma que se aprecia el mismo patrón que los SST, donde el punto OCmn13 registró la mayor turbidez en época seca igual a 730 NTU, un valor muy alto en comparación con los registrados en época de lluvia. A nivel normativo, el artículo 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 establece un límite máximo permisible de 10 UJT (Unidades de turbidez Jackson) basadas en el antiguo método Jackson equivalentes a 190 NTU, por lo cual, como se observa en la figura, todos los puntos superan el límite máximo durante la época seca, y lo cumplen en la época de lluvia.  **Figura 3.2.5-53 Turbidez de las muestras de la microcuenca del caño Banderas en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

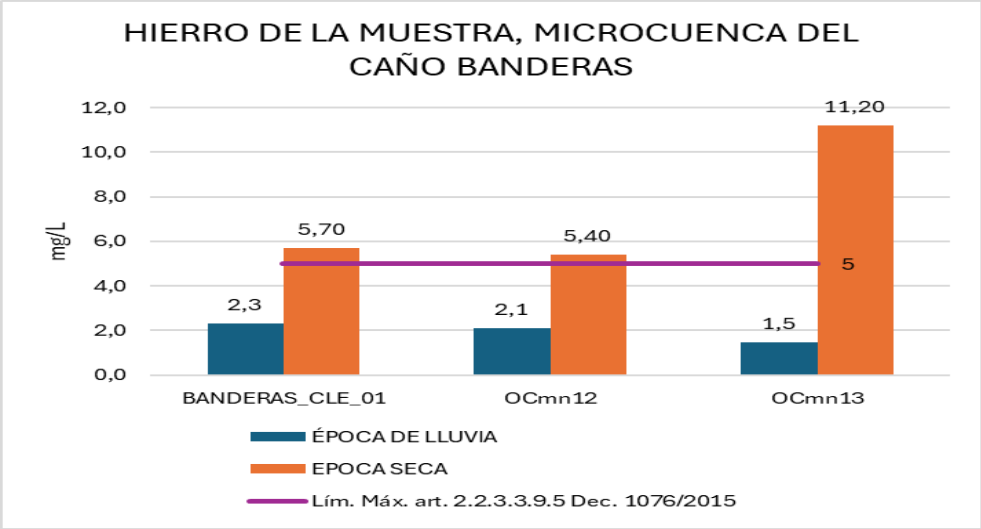
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Banderas
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	En la época de lluvia, todos los puntos de la microcuenca del caño Banderas registraron valores inferiores al límite de detección utilizado por el laboratorio (<2,00 mg CaCO3/L), para los parámetros de acidez, alcalinidad total y bicarbonatos. En la época seca, solo se registró concentración mayor a 2,00 mg CaCO3/L en el punto OCmn13, mientras que, los parámetros alcalinidad total y bicarbonatos sólo registraron concentraciones superiores al límite de detección en el punto OCmn12. Este comportamiento indica que, en la época seca, el punto de muestreo sobre el caño Banderas presentó una baja capacidad amortiguadora de acidez, lo cual también se ve reflejado en las unidades de pH que tienden hacia lo ácido.  **Figura 3.2.5-54 Acidez, alcalinidad total y bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del caño Banderas en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Dureza Total y Dureza Cálcica	En la época de lluvia y época seca, todos los puntos de la microcuenca del caño Banderas registraron valores de dureza cálcica y dureza total inferiores al límite de cuantificación del método de análisis, evidenciando una muy baja concentración de minerales en el agua de las muestras.
Grasas y Aceites e Hidrocarburos totales	En los monitoreos realizados durante la época de lluvia y la época seca, todos los puntos muestreados en la microcuenca del caño Banderas presentaron concentraciones inferiores al límite de detección de los dos parámetros (grasas y aceites e hidrocarburos totales) del método analítico utilizado por el laboratorio MCS (<1,40 mg/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, establecen que no se deben presentar películas visibles de grasas y aceites flotantes. Durante el monitoreo no se observó película de grasas visibles sobre los puntos caracterizados.
Sulfatos	Los sulfatos en las dos épocas climáticas monitoreadas en los puntos de la microcuenca del caño Banderas registraron valores inferiores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio (<5,0 mg SO42-/L). Los resultados evidencian cumplimiento a nivel normativo al límite establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015 (400 mg SO42-/L).

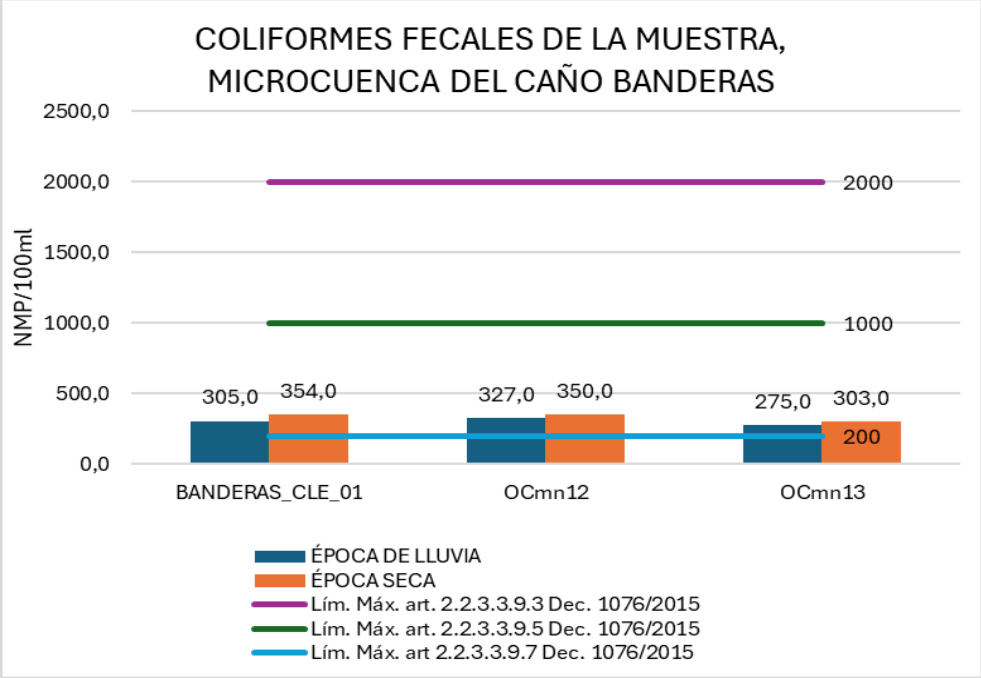
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Banderas
Cloruros	En los puntos de monitoreo de la microcuenca del caño Banderas se registró una presencia casi nula de cloruros en las dos épocas climáticas caracterizadas, lo anterior debido a que los puntos registraron concentraciones inferiores a 4,00 mg Cl-/L (límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio). A nivel normativo, se cumple con el límite máximo permisible (250 mg/L) establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015.
Color de la muestra en UPC	En la época de lluvia, los puntos de la microcuenca del caño Banderas registraron valores entre 50,0 UPC hasta 90 UPC en el punto OCmn12, el cual es el único que supera el límite máximo establecido en el artículo 2.2.3.3.9.3. del Decreto 1076 de 2015, los demás puntos superan el límite máximo del artículo 2.2.3.3.9.4. En la época seca, se evidencia que el color de la muestra registró unidades superiores a las de la época de lluvia, sobrepasando en los cuerpos de agua lenticos (BANDERAS_CLE_01 y OCmn12) el límite de los art. 2.2.3.3.9.3. y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, por su parte, el punto sobre el caño Banderas (OCmn13) sólo superó el límite de 20 UPC del art. 2.2.3.3.9.4.  **Figura 3.2.5-55 Color de las muestras de agua de la microcuenca del caño Banderas en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Fenoles totales	Para este parámetro, los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Banderas registraron concentraciones inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio MCS para su determinación (<0,002 mg/L), es importante señalar que, según el Decreto 1076 de 2015, en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 se establece como límite máximo permisible 0,002 mg/L, lo cual indica cumplimiento.
Material Flotante	Para época de lluvia y la época seca, todos los puntos de la microcuenca del caño Banderas registraron ausencia de material flotante. A nivel normativo, los artículos comparables en este estudio del decreto 1076 de 2015 no fijan límites máximos permisibles para este parámetro, pero si establecen que no se deben presentar materiales flotantes, criterio que se cumple en los puntos monitoreados.

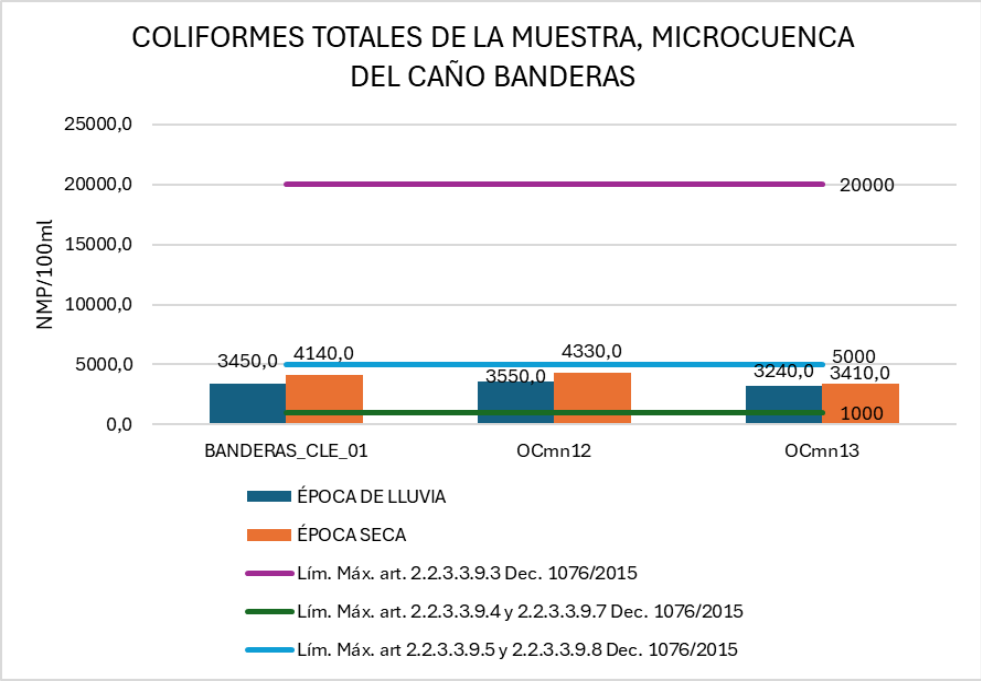
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Banderas
Olor y sabor	Para época de lluvia y la época seca, todos los puntos de la microcuenca del caño Banderas reportaron "aceptable" para el olor y sabor, tanto en los sistemas lóticos como lénticos caracterizados.
Nitratos y Nitritos	Para los nitratos se registraron concentraciones detectables entre 0,15 mg/L y 0,16 mg/L en los puntos monitoreados en la microcuenca del caño Banderas durante la época de lluvia y seca, las concentraciones se consideran bajas descartando algún tipo de contaminación por este compuesto. Asimismo, se presenta total cumplimiento con respecto al límite máximo permisible (10 mg N-NO3/L) contemplado en los Artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015.  **Figura 3.2.5-56 Nitratos de las muestras de agua de la microcuenca del caño Banderas en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025 Por otro lado, los Nitritos registraron concentraciones inferiores al límite de detección del método analítico utilizado por el laboratorio MCS (<0,0100 N-NO2/L) en ambas épocas y en todos los puntos muestreados. A nivel normativo, el Decreto 1076 de 2015 estipula un límite máximo permisible de 1 N-NO2/L en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 10 N-NO2/L en el artículo 2.2.3.3.9.6. Estos límites se cumplen en todos los puntos.
Nitrógeno Amoniacal y Nitrógeno total Kjeldahl	En las dos épocas climáticas caracterizadas, los parámetros nitrógeno amoniacal y nitrógeno total Kjeldahl reportaron concentraciones equivalentes al límite de detección de la técnica analítica usada en el laboratorio <1,00 mg NH3-N/L para nitrógeno amoniacal y <5,00 mg N/L para nitrógeno Kjeldahl, para todos los puntos de la microcuenca del caño Banderas durante la época de lluvia y la época seca, cumpliendo con el límite máximo permisible de acuerdo con la norma ambiental (1 mg NH3-N/L) para nitrógeno amoniacal de acuerdo con los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015.

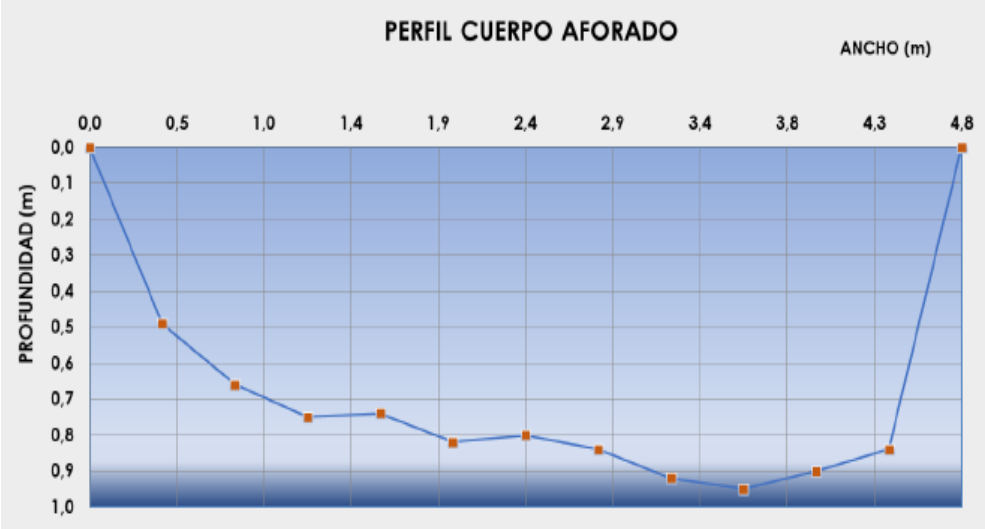
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Banderas
Compuestos de Fósforo: Orgánico, inorgánico, ácido hidrolizable total, fósforo Total, y fósforo reactivo total - Ortofosfatos	Todos los puntos de la microcuenca del caño Banderas registraron concentraciones inferiores a 0,150 mg/L (límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio) para los compuestos fósforo orgánico total, acido-hidrolizable total, fósforo total, y fósforo reactivo total. El fósforo inorgánico también registró concentraciones inferiores al límite de la técnica analítica (<0,1 mg P/L). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites.
Carbono Orgánico Total (COT)	En la época de lluvia, los puntos de la microcuenca del caño Banderas registraron concentraciones que oscilaron entre 4,6 mg/L hasta 5,7 mg/L. En la época seca, los valores registrados estuvieron entre 6,2 mg/L y 18,2 mg/L, siendo este último el valor más alto registrado en el punto OCmn13. Los valores de carbono orgánico registrados son acordes a los de sólidos suspendidos totales.  **Figura 3.2.5-57 Carbono orgánico total de las muestras de agua de la microcuenca del caño Banderas en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
DBO_5 y DQO	En la época de lluvia y la época seca, todos los puntos muestreados en la microcuenca del caño Banderas reportaron concentraciones de DBO_5 y DQO inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica usada por el laboratorio, <2 mg O2/L para DBO_5, y, <20 mg O2/L para DQO. El Decreto 1075 de 2015 no presenta límites restrictivos para estos parámetros.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Banderas
Metales, no metales y Metaloides	En la época de lluvia y la época seca, para los puntos muestreados en la microcuenca del caño banderas se registraron para los siguientes parámetros concentraciones equivalentes al límite de detección de la técnica analítica usada por el laboratorio: **Arsénico total** (<0,005 mg As/L), **Bario total** (<0,100 mg Ba/L), **Berilio total** (<0,0200 mg Be/L), **Cadmio total** (<0,0100 mg Cd/L), **Cobalto total** (<0,0300 mg Co/L), **Cromo total** (<0,100 mg Cr/L), **Cobre total** (<0,0400 mg Cu/L), **Níquel total** (<0,0400 mg Ni/L), **Mercurio total** (<0,001 mg Hg/L), **Plata total** (<0,0200 mg Ag/L), **Plomo total** (<0,0500 mg Pb/L), **Selenio total** (<0,005 mg Se/L), **Estaño total** (<1,00 mg Sn/L), **Litio total** (<0,0200 mg Li/L), **Molibdeno total** (<0,0100 mg Mo/L), y **Vanadio total** (<0,100 mg V/L). De acuerdo con lo anterior, no se presenta contaminación en los cuerpos de agua evaluados respecto a dichos elementos. En cuanto a la normatividad ambiental vigente, se tiene total cumplimiento respecto a los límites de concentración permisibles en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4. y 2.2.3.3.9.5. para aquellos parámetros en donde aplica. El Aluminio en la época de lluvia registró un valor <0,500 mg Al/L en todos los puntos muestreados en el caño Banderas, para la época seca, los puntos BANDERAS_CLE_01 y OCmn12, registraron la misma concentración que en época de lluvia mientras que el punto OCmn13 registró un valor de 1,40 mg/L. El Zinc total registró concentraciones inferiores al límite de detección de la técnica analítica del laboratorio en casi todos los puntos durante la época de lluvia y seca (<0,0200 mg/L), a excepción del punto OCmn13, el cual en la época de lluvia registró una concentración de 0,029 mg/L, y en época seca un valor de 0,060 mg/L, evidenciando cumplimento de los límites establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3. y 2.2.3.3.9.4. de 15 mg Zn/L y el art. 2.2.3.3.9.5. de 2 mg Zn/L, del Decreto 1076 de 2015.  **Figura 3.2.5-58 Manganeso total de las muestras de agua de la microcuenca del caño Banderas en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Banderas
Metales, no metales y Metaloides	El Manganeso total, presentó una concentración que osciló entre <0,020 mg/L (límite de cuantificación del método analítico) a 0,050 mg/L en época de lluvia, y, de 0,021 mg/L hasta 0,204 mg/L en época seca. Aunque la mayoría de los puntos cumplen con el límite establecido por el artículo 2.2.3.3.9.5 del decreto 1076 de 2015 (0,2 mg/L), el punto OCmn12 supera mínimamente el límite durante la época seca. El Hierro total presentó una concentración en un rango de 1,5 mg/L a 2,3 mg/L en época de lluvia, y, de 5,40 mg/L a 11,20 mg/L en época seca. La totalidad de los puntos durante la época de lluvia cumplen con el límite establecido en el artículo 2.2.3.3.9.5 del decreto 1076 de 2015 (5 mg/L), referente a los criterios de calidad del agua para uso agrícola, sin embargo, en la época seca todos superan el límite máximo permisible.  **Figura 3.2.5-59 Hierro total de las muestras de agua de la microcuenca del caño Banderas en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Coliformes Fecales Termotolerantes	La concentración de coliformes totales termotolerantes se presentó en un rango que va de 275 NMP/100mL hasta 327 NMP/100mL en época de lluvia y, hasta 354 NMP/100mL en época seca. A nivel normativo, los puntos cumplen con los límites permisibles establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3. y 2.2.3.3.9.5. del Decreto 1076 de 2015 (2000 NMP/100 mL y 1000 NMP/100mL respectivamente), sin embargo, sobrepasan el límite máximo del art. 2.2.3.3.9.7 del Decreto 1076 de 2015.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Banderas
Coliformes Fecales Termotolerantes	 **Figura 3.2.5-60 Coliformes fecales de las muestras de agua de la microcuenca del caño Banderas en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Coliformes totales	Los valores de concentración de coliformes totales estuvieron en un rango de 3240 NMP/100 ml hasta 3550 NMP/100 ml en época de lluvia, y hasta 4330 NMP/100 ml en época seca. Los valores más altos registrados en los dos periodos caracterizados fueron en el punto OCmn12, lo que evidencia que se está presentando un alto aporte de materia orgánica al cuerpo de agua. A nivel normativo, se observó que la mayoría de los puntos cuentan con concentraciones que cumplen con los límites máximos de los artículos 2.2.3.3.9.3 (20000 NMP/100ml), 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.8 (5000 NMP/100ml) del decreto 1076 de 2015. Mientras que todas las concentraciones registradas superan el límite de los artículos 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 (1000 NMP/100ml).

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Banderas
Coliformes totales	 **Figura 3.2.5-61 Coliformes totales de las muestras de agua de la microcuenca del caño Banderas en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Huevos de Helmintos	Los Huevos de Helmintos presentaron para la totalidad de los puntos de monitoreo microcuenca del caño Banderas durante la época de lluvia y seca concentraciones menores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio (<1 huevos/L). Adicionalmente, en la normativa de referencia no se estipula ningún límite permisible en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 aplicables al presente estudio.
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	Todos los puntos muestreados en la microcuenca del caño Banderas presentaron para las dos épocas climáticas evaluadas, concentraciones por debajo de la técnica analítica empleada para su determinación (<0,200 mg/L) indicando que los cuerpos de agua no han sido afectados por parte de este tipo de compuestos.
Pesticidas órgano-fosforados	Los pesticidas organofosforados analizados por el laboratorio incluyen sustancias como Metil Tolclofos, Metil Pirimipos, Malation, Protiofos (Tukution), Etion, Diclorvos, Dimetoato, Clorpirifos (Etil Clorpirifos), Metidation, Profenofos, Metil Azinfos (Glution), y, Pirazofos. Todos los puntos de la microcuenca del caño Banderas registraron valores inferiores al límite de la técnica analítica usada por el laboratorio (<0,00001 mg/L en época de lluvia, y, <0,00020 mg/L en época seca).
Caudal	Se realizó la toma del aforo en el punto OCmn13 sobre el caño Banderas durante la época de lluvia, registrando un caudal de 122,74 L/s, sin embargo, no se pudo realizar el aforo durante la época seca debido a que el cuerpo de agua no presentó un flujo continuo. Para ver más información remitirse al **anexo 3.2-5b_Reportes_Lab** >> Caudales.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Banderas
Caudal	 **Figura 3.2.5-62 Perfil del cuerpo aforado (punto OCmn13) en época de lluvia** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

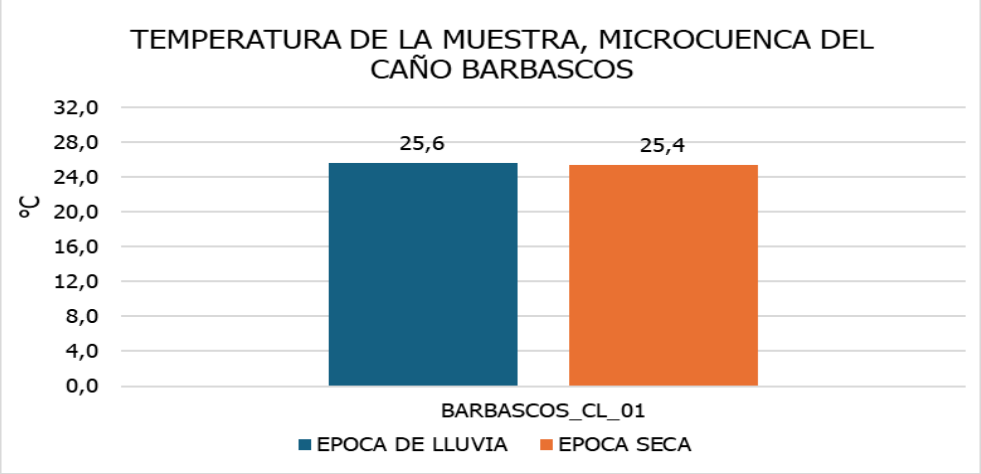
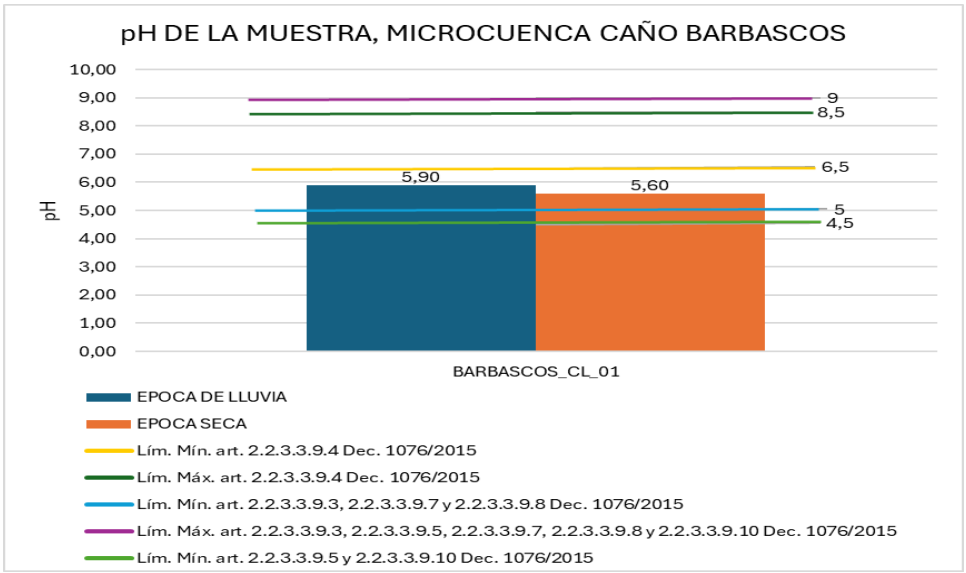
Fuente: Gessig S.A.S., 2025, adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

- *Microcuenca del caño Barbascos*

En la microcuenca del caño Barbascos se realizó el monitoreo de calidad de agua en el punto BARBASCOS_CL_01 durante la época de lluvia y la época seca. En la **Tabla 3.2.5-32** se presenta el análisis de cada parámetro monitoreado. Para ver más información, detallada y en forma gráfica, remitirse al **Anexo 3.2-5_Calidad_ASUP** donde se presentan los informes de laboratorio, reportes de laboratorio, soportes de campo, certificados de calibración, resoluciones de acreditación y registro fotográfico.

Tabla 3.2.5-32 Parámetros FQ y B muestreados en la microcuenca del caño Barbascos durante la época de lluvia y época seca

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Barbascos
Temperatura	En el punto de monitoreo sobre el caño Barbascos la temperatura promedio en las dos épocas climáticas monitoreadas fue igual a 25,5 °C. Los valores registrados son acordes a la temperatura ambiente al momento de la toma de las muestras.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Barbascos
Temperatura	 **Figura 3.2.5-63 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño Barbascos en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
pH	El punto BARBASCOS_CL_01 registró un valor de pH igual a 5,90 unidades en la época de lluvia, y 5,60 unidades en la época seca, demostrando cumplimiento de los límites establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8 y 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, los cuales establecen un rango entre 4,5 a 9,0 unidades. Sin embargo, el punto BARBASCOS_CL_01 se encuentra debajo del límite permisible del artículo 2.2.3.3.9.4 (6,5 a 8,5 unidades) que trata los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico. El pH registrado se considera "Ligeramente ácido".  **Figura 3.2.5-64 pH de las muestras de la microcuenca del caño Barbascos en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Barbascos
Oxígeno Disuelto (OD)	El oxígeno disuelto sobre el punto muestreado en el caño Barbascos presentó un promedio de O.D igual a 5,1 mg/L. Tanto en la época de lluvia como en la época seca, los valores de concentración superaron el límite mínimo permisible de 4 mg O2/L establecido en el artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, evidenciando niveles aceptables de O.D en la época de lluvia, que mejora a bueno en la época seca.
Conductividad Eléctrica	Durante la época de lluvia, el punto BARBASCOS_CL_01 registró un valor igual a 8,0 µS/cm, valor que aumenta para la época seca a 15,45 µS/cm. Lo anterior indica que la mayoría de los puntos de monitoreo presentaron valores que se relacionan con un grado de mineralización "Muy débil" al registrar conductividades menores a los 100 µS/cm según los rangos propuestos por Rodier (1996).

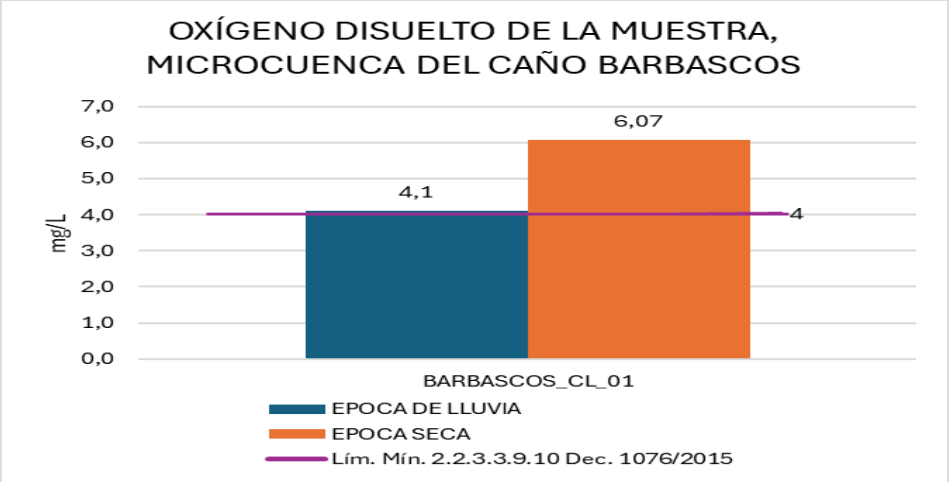


Figura 3.2.5-65 Oxígeno disuelto de las muestras de la microcuenca del caño Barbascos en época de lluvia y época seca

Fuente: Gessig S.A.S., 2025

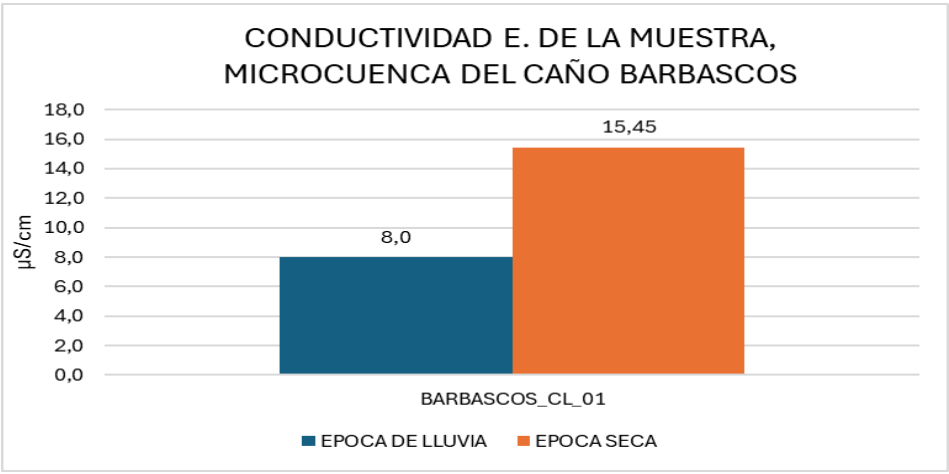
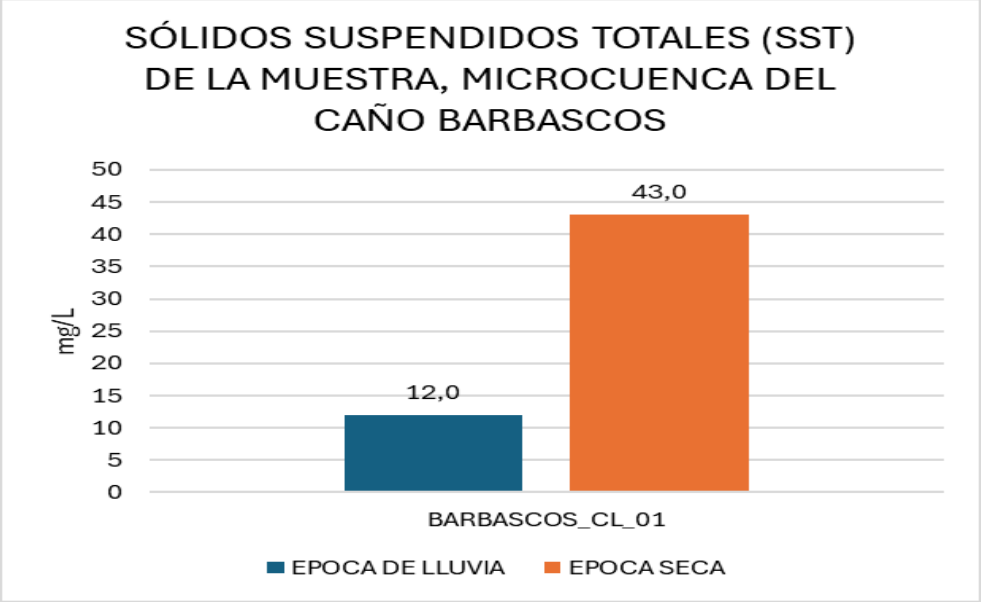
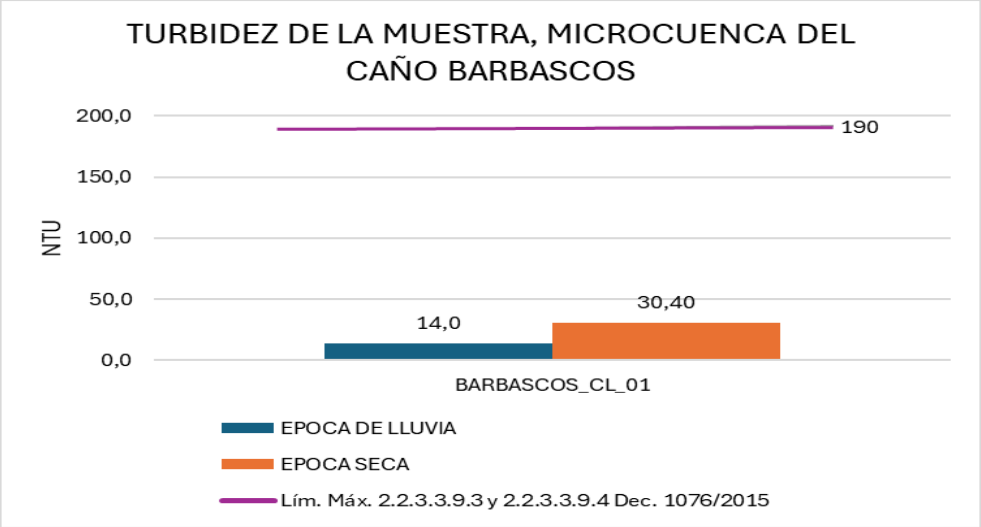
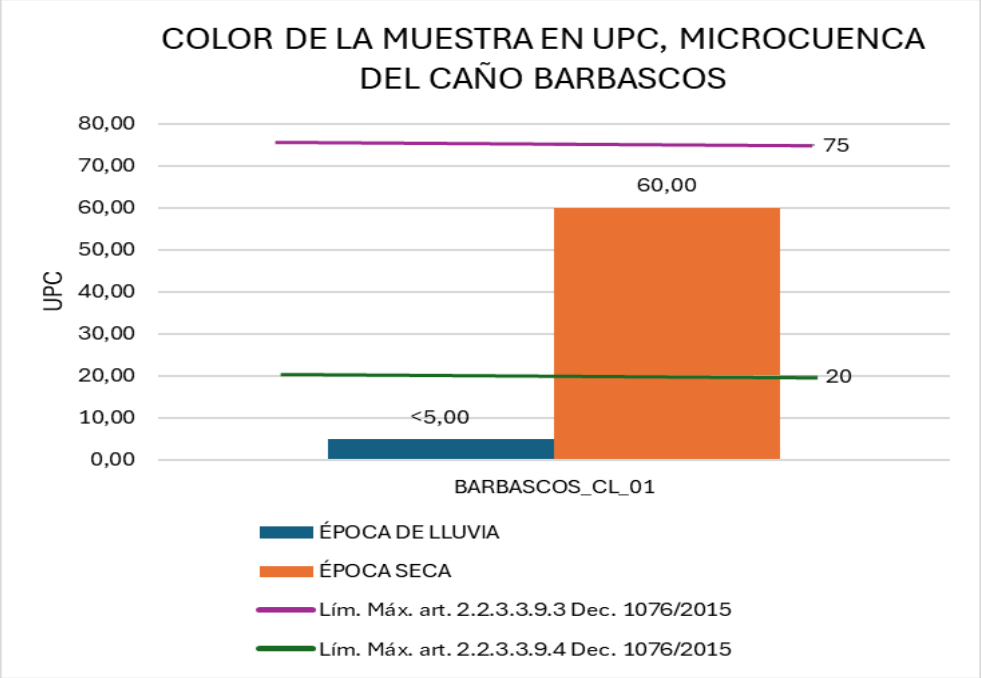


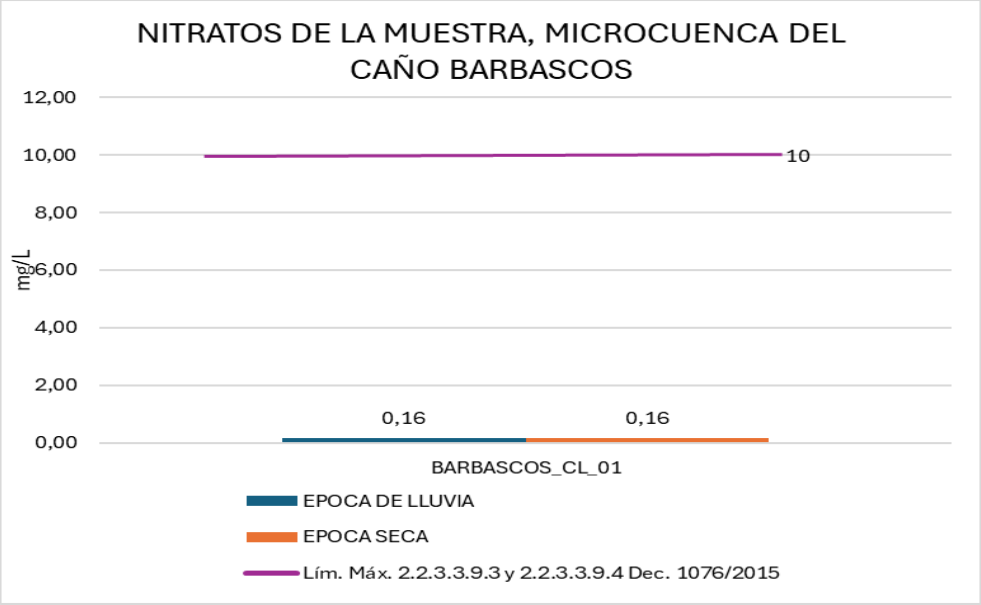
Figura 3.2.5-66 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño Barbascos en época de lluvia y época seca

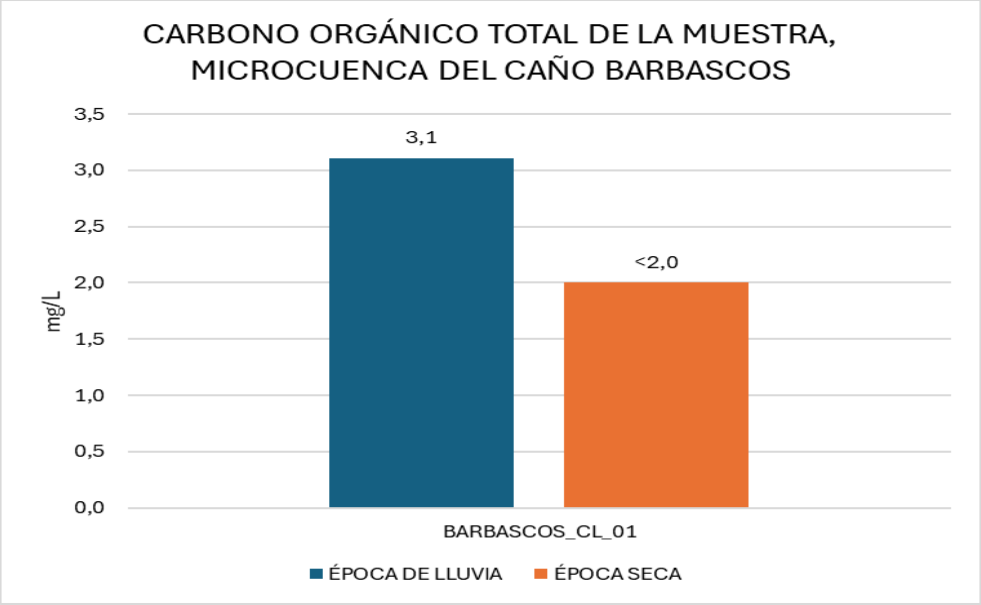
Fuente: Gessig S.A.S., 2025

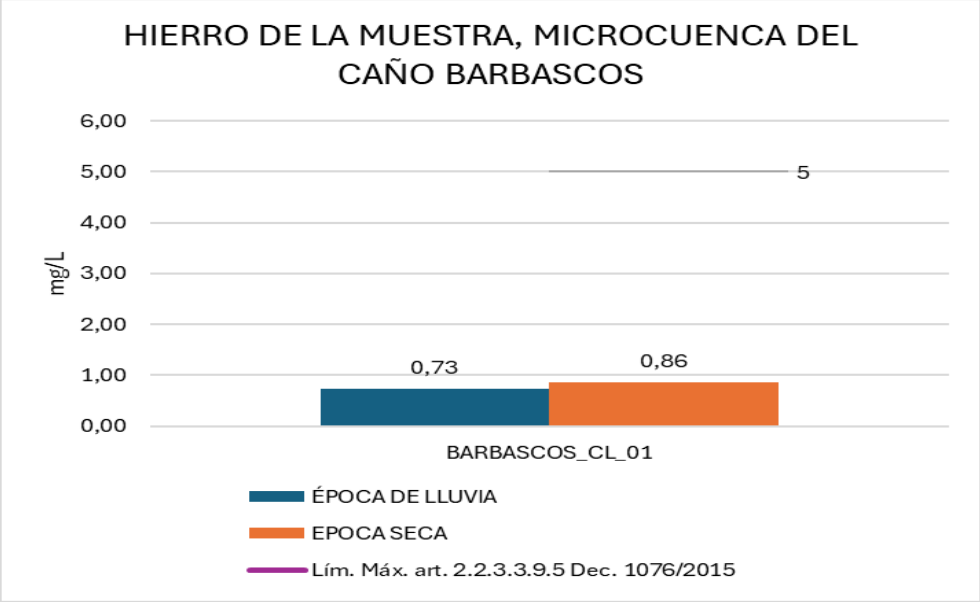
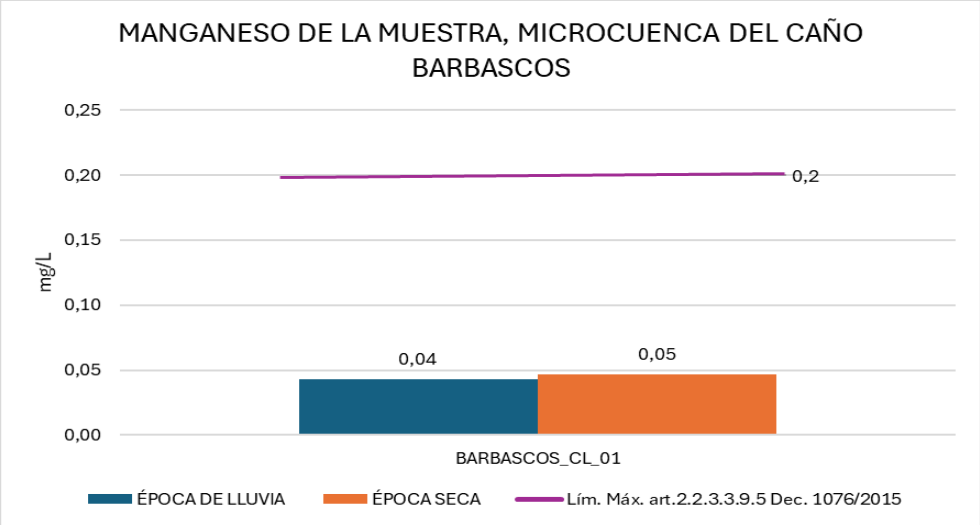
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Barbascos
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	El punto BARBASCOS_CL_01 registró valores inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada para su determinación (<30 mg/L) tanto en la época de lluvia como en la época seca. El decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente estudio (2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.5).
Sólidos Sedimentables (SSD)	El punto BARBASCOS_CL_01 registró una concentración igual al límite de cuantificación del método implementado por el laboratorio (<0,1 mL/L-h) durante las dos épocas climáticas monitoreadas. El decreto 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro.
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	El punto BARBASCOS_CL_01 registró una concentración de 12 mg/L en la época de lluvia, y una concentración de 43 mg/L en la época seca. El decreto único reglamentario 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro de calidad de agua.  **Figura 3.2.5-67 Sólidos suspendidos totales de las muestras de la microcuenca del caño Barbascos en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Turbiedad	El punto BARBASCOS_CL_01 registró un valor de turbidez igual a 14 NTU en la época de lluvia, y, igual a 30,40 en la época seca. A nivel normativo, el artículo 2.2.3.3.9.4 establece un límite máximo permisible de 10 UJT (Unidades de turbidez Jackson) basadas en el antiguo método Jackson que equivale a 190 NTU, de forma que en las dos épocas monitoreadas cumple con el límite del art. 2.2.3.3.9.4. Adicionalmente, el artículo 2.2.3.3.9.10 referente a los criterios de calidad para la preservación de flora y fauna, determina que no debe presentarse turbiedad en el cuerpo de agua que interfiera con la actividad fotosintética, el punto BARBASCOS_CL_01 cumple con este criterio.

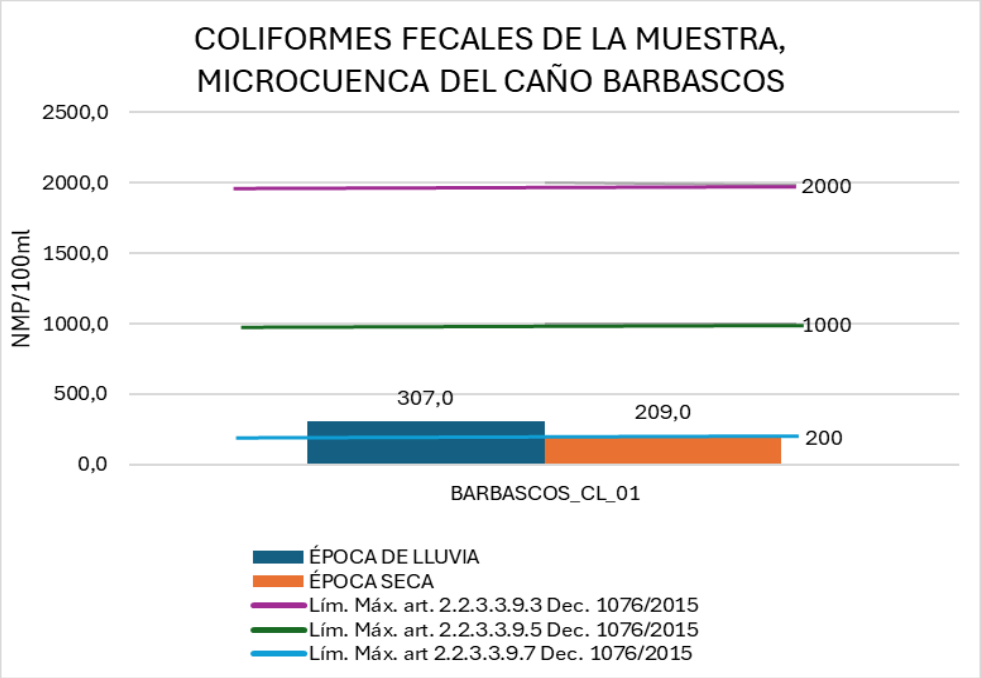
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Barbascos
Turbiedad	 **Figura 3.2.5-68 Turbidez de las muestras de la microcuenca del caño Barbascos en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	La acidez, alcalinidad total y bicarbonatos registraron para la época de lluvia y la época seca, un valor inferior al límite de cuantificación del método de análisis implementado por el laboratorio MCS (<2 mg/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no estipula límites máximos permisibles para estos parámetros. No obstante, según lo establecido en la Resolución 2115 de 2007, se admite una alcalinidad máxima de 200 mg/L y una acidez no mayor a 60 mg/L para agua para consumo humano. Criterios cumplidos por el punto BARBASCOS_CL_01.
Dureza Total y Dureza Cálcica	Para el punto BARBASCOS_CL_01, los parámetros de dureza total y dureza cálcica registraron el mismo valor, inferior al límite de cuantificación del método de análisis implementado por el laboratorio MCS (<3 mg/L). Estos valores permiten clasificar el agua de la microcuenca del caño como "Blanda". A nivel normativo, el Decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente complemento del EIA (2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10).
Grasas y Aceites e Hidrocarburos totales	En las dos épocas climáticas monitoreadas, el punto BARBASCOS_CL_01 registró concentraciones inferiores al límite de detección del método analítico utilizado por el laboratorio MCS (<1,40 mg/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, establecen que no se deben presentar películas visibles de grasas y aceites flotantes. Durante el monitoreo no se observó película de grasas visibles sobre el punto.
Sulfatos	En época de lluvia y seca, el punto BARBASCOS_CL_01 registró un valor igual al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<5 mg SO42-/L). Los resultados evidencian cumplimiento a nivel normativo al límite establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (400 mg SO42-/L), es decir que cumple con los criterios para uso doméstico.
Cloruros	Durante la época de lluvia y seca, se registró concentraciones inferiores al límite del laboratorio MCS (<4 mg/L) en el punto BARBASCOS_CL_01, demostrando cumplimiento del límite máximo permisible (250 mg/L) establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015.

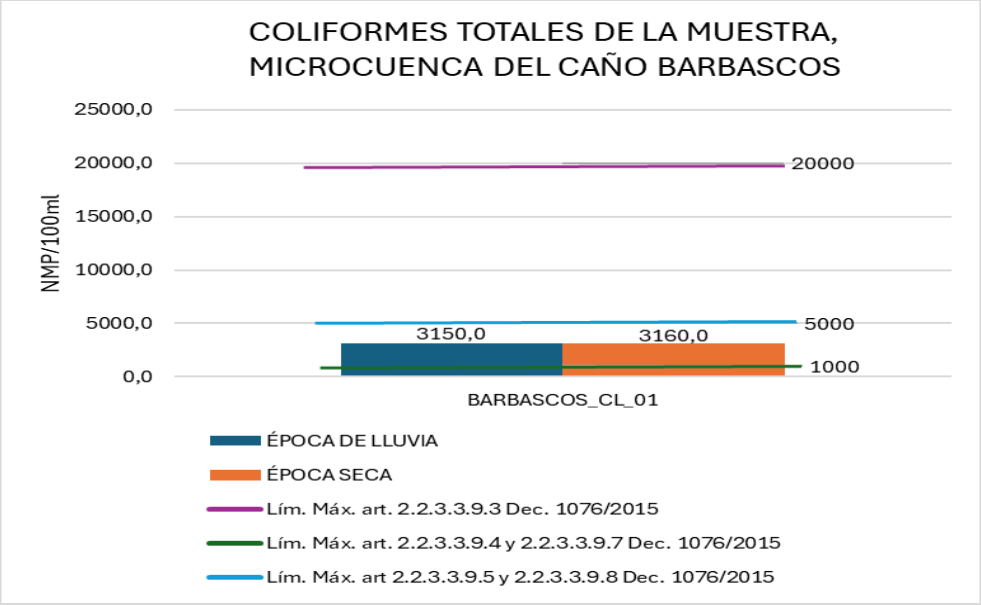
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Barbascos
Color de la muestra en UPC	Para la época de lluvia, el color de la muestra en el punto BARBASCOS_CL_01 fue inferior a 5 UPC, reflejando cumplimiento del límite permisible establecido en el artículo 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4. En la época seca aumentan las unidades de color de la muestra del punto a 60 UPC, sobrepasando el límite del art. 2.2.3.3.9.4. del Decreto 1076 de 2015.  **Figura 3.2.5-69 Color de las muestras de la microcuenca del caño Barbascos en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Fenoles totales	Para época de lluvia y seca, el punto BARBASCOS_CL_01 reportó concentraciones inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio MCS para su determinación (<0,002 mg/L), es importante señalar que, según el Decreto 1076 de 2015, en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 se establece como límite máximo permisible 0,002 mg/L, lo cual indica cumplimiento.
Material Flotante	El punto BARBASCOS_CL_01 reportó ausencia de material flotante en las dos épocas climáticas monitoreadas.
Olor y sabor	En cuanto a olor y sabor, el punto BARBASCOS_CL_01 fue reportado como "Aceptable" en ambas épocas hidroclimáticas, indicando que no existe una presencia alta de sustancias o compuestos orgánicos que alteren las propiedades organolépticas del agua. Los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros.
Nitratos y Nitritos	En la época de lluvia y seca, el punto BARBASCOS_CL_01 registró un valor de Nitratos igual a 0,16 mg NO3-N/L. Con respecto a los Nitritos, registró un valor inferior a 0,0100 mg NO2-/L (límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio). En ambos casos existe cumplimiento frente a los límites estipulados en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto único reglamentario 1076 de 2015 (1 mg/L para nitritos y 10 mg/L para nitratos).

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Barbascos
Nitratos y Nitritos	 **Figura 3.2.5-70 Nitratos de las muestras de la microcuenca del caño Barbascos en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Nitrógeno Amoniacal y Nitrógeno total Kjeldahl	El punto BARBASCOS_CL_01 para las dos épocas climáticas registró una concentración de Nitrógeno amoniacal <1,00 mg/L. Por su parte se registró un valor <5,00 mg/L para el Nitrógeno total Kjeldahl. Lo que permite inferir una muy baja presencia de estos compuestos sobre el caño Barbascos. A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para estos parámetros.
Compuestos de Fósforo: Orgánico, inorgánico, ácido hidrolizable total, fósforo Total, y fósforo reactivo total - Ortofosfatos	La concentración de fósforo orgánico, fósforo acido hidrolizable total, fósforo total, y, fósforo reactivo total, en el punto BARBASCOS_CL_01 fue inferior a 0,150 mg/L (límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio). Las concentraciones registradas para los parámetros de fósforo inorgánico y, fueron inferiores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio (<0,1 mg/L) Cabe señalar que, a nivel normativo los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del decreto 1076 de 2015 contemplados en el presente estudio no presentan límites máximos permisibles para estos parámetros.
Carbono Orgánico Total	Durante la época de lluvia, se registró una concentración de 3,1 mg/L, mientras que en la época seca la concentración disminuye a <2 mg/L (límite de cuantificación de la técnica analítica empleada en el laboratorio). El Decreto 1075 de 2015 no presenta límites restrictivos para este parámetro.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Barbascos
Carbono Orgánico Total	 **Figura 3.2.5-71 Carbono orgánico total de las muestras de la microcuenca del caño Barbascos en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
DBO_5 y DQO	La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) para la época de lluvia en el punto BARBASCOS_CL_01 registró un valor <2 mg/L (límite de cuantificación de la técnica analítica empleada en el laboratorio). El Decreto 1075 de 2015 no presenta límites restrictivos para este parámetro. La DQO para la época de lluvia registró un valor de <20 mg/L (límite de cuantificación de la técnica analítica empleada en el laboratorio). El Decreto 1075 de 2015 no presenta límites restrictivos para este parámetro.
Metales, no metales y Metaloides	Los parámetros arsénico total, aluminio total, bario total, berilio total, cadmio total, cobre total, cobalto total, cromo total, níquel total, mercurio, plata total, plomo total, selenio total, estaño total, litio total, molibdeno total, zinc total, y vanadio; presentaron en el punto BARBASCOS_CL_01 concentraciones inferiores a los límites de cuantificación de los respectivos métodos analíticos empleados por el laboratorio MCS en las dos épocas hidroclimáticas caracterizadas; estos parámetros cumplen a su vez con los límites normativos establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015. En cuanto al calcio total, magnesio total, potasio y sodio totales, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros, estos iones no representan algún tipo de riesgo, pues se considera como normal su presencia en los ecosistemas acuáticos debido al lavado del suelo, las rocas y el lecho de los cuerpos de agua. El hierro total presentó una concentración igual a 0,73 mg/L en época seca, y aumentó a 0,86 mg/L en la época seca, en el punto BARBASCOS_CL_01. Presenta cumplimiento del límite establecido en el artículo 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Barbascos
Metales, no metales y Metaloides	 **Figura 3.2.5-72 Hierro total de las muestras de la microcuenca del caño Barbascos en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025 El manganeso durante la época de lluvia registró una concentración de 0,04 mg/L, y de 0,05 mg/L en el punto BARBASCOS_CL_01. El punto BARBASCOS_CL_01 cumple con el límite establecido por el artículo 2.2.3.3.9.5 del decreto 1076 de 2015 (0,2 mg/L).  **Figura 3.2.5-73 Manganeso total de las muestras de la microcuenca del caño Barbascos en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Barbascos
Coliformes Fecales Termotolerantes	La concentración de coliformes fecales termotolerantes en el punto BARBASCOS_CL_01 registró un valor de 307 NMP/100 mL en época de lluvia, para la época seca reporta una disminución en la concentración de coliformes fecales con un valor de 209 NMP/100 mL. A nivel normativo, se cumple con los límites del artículo 2.2.3.3.9.3 (2000 NMP/100ml) y 2.2.3.3.9.5 (1000 NMP/100ml), sin embargo, supera el límite del artículo 2.2.3.3.9.7 (200 NMP/100ml).  **Figura 3.2.5-74 Coliformes fecales termotolerantes de las muestras de la microcuenca del caño Barbascos en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Coliformes totales	El valor de concentración de coliformes totales para el punto BARBASCOS_CL_01 fue de 3150 NMP/100ml en época de lluvia, y 3160 NMP/100ml en época seca. Es decir, que la concentración de coliformes totales se mantuvo acorde a la concentración de coliformes fecales reportada para cada época. A nivel normativo, supera el límite máximo del artículo 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 (1000 NMP/100ml), y, cumplen con el criterio de calidad establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 (20000 NMP/100mL), 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.8 (5000 NMP/100mL) del Decreto 1076 de 2015.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Barbascos
Coliformes totales	 **Figura 3.2.5-75 Coliformes totales de las muestras de la microcuenca del caño Barbascos en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Huevos de Helmintos	Los huevos de Helmintos en el punto BARBASCOS_CL_01 para las dos épocas climáticas presentaron concentraciones menores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio (<1 huevos/L). Adicionalmente, en la normativa de referencia no se estipula ningún límite permisible en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 aplicables.
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	La concentración registrada el punto BARBASCOS_CL_01 es igual al límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio para su determinación (<0,200 mg LAS/L), los resultados indican que no se presenta ningún tipo de afectación derivada de la presencia de vertimientos sobre los cuerpos de agua monitoreados en el área de influencia. De igual forma, se cumple a cabalidad con el límite máximo permisible contemplado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.8 del Decreto 1076 de 2015 (0,5 mg LAS/L).
Pesticidas organofosforados	En las dos épocas climáticas monitoreadas el punto BARBASCOS_CL_01 presentó una concentración inferior al límite mínimo de cuantificación establecida por la respectiva técnica analítica empleada en el laboratorio para su determinación (<0,00001 mg/L en época de lluvia, y, <0,00020 mg/L en época seca). Por lo anterior, es posible afirmar que hay ausencia de dichos compuestos en la muestra de agua analizada.
Caudal	Se realizó el aforo de caudal en el punto BARBASCOS_CL_01 durante la época de lluvia, obteniendo un caudal de 493,175L/s. No fue posible tomar el aforo ya que el cuerpo de agua no presentó un flujo continuo.

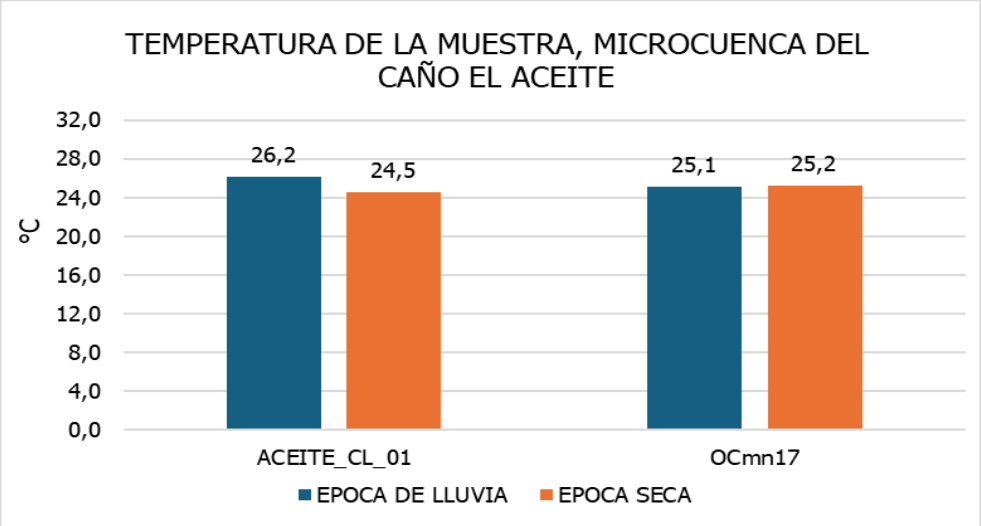
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Barbascos
Caudal	 **Figura 3.2.5-76 Perfil del cuerpo aforado (punto BARBASCOS_CL_01) en época de lluvia** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

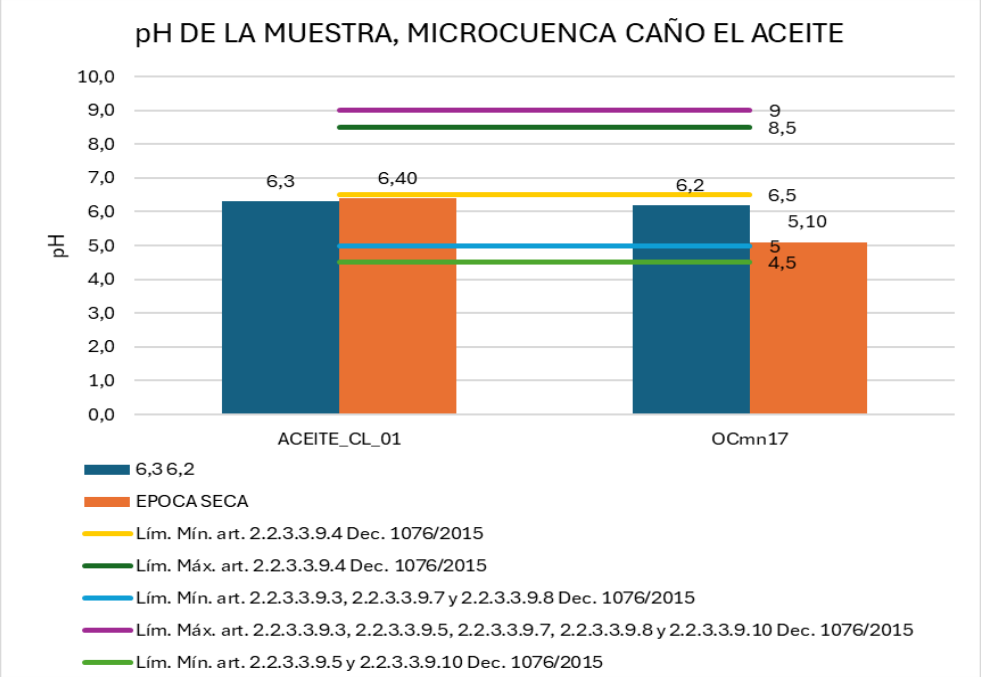
Fuente: Gessig S.A.S., 2025, adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

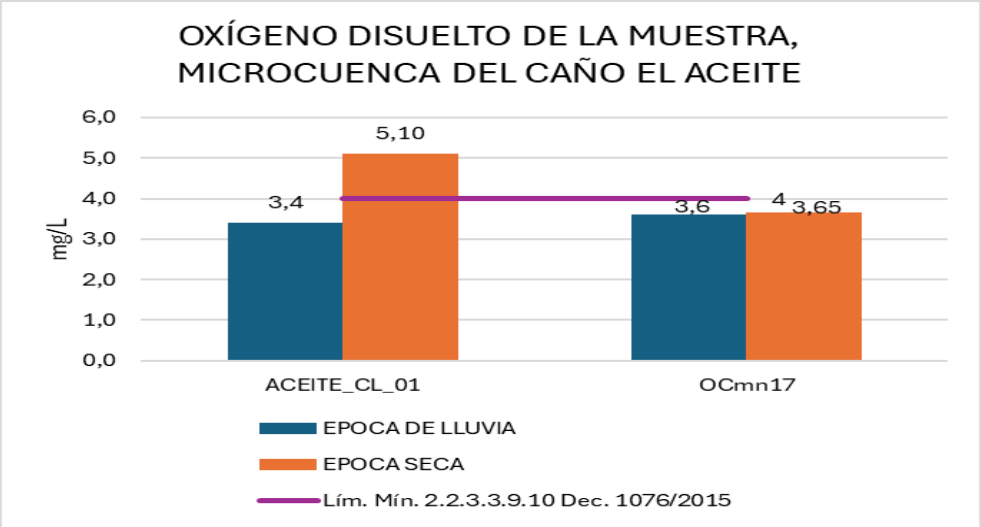
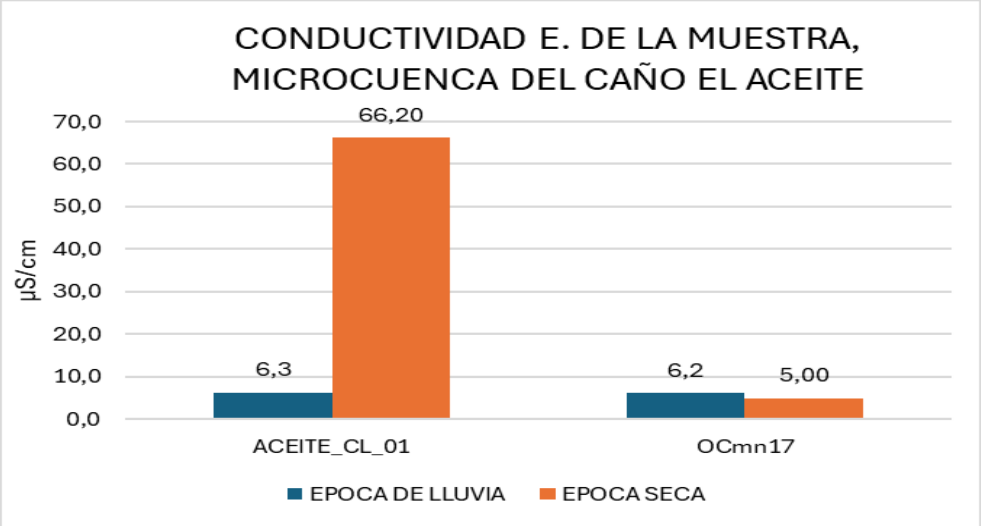
- *Microcuenca del caño El Aceite*

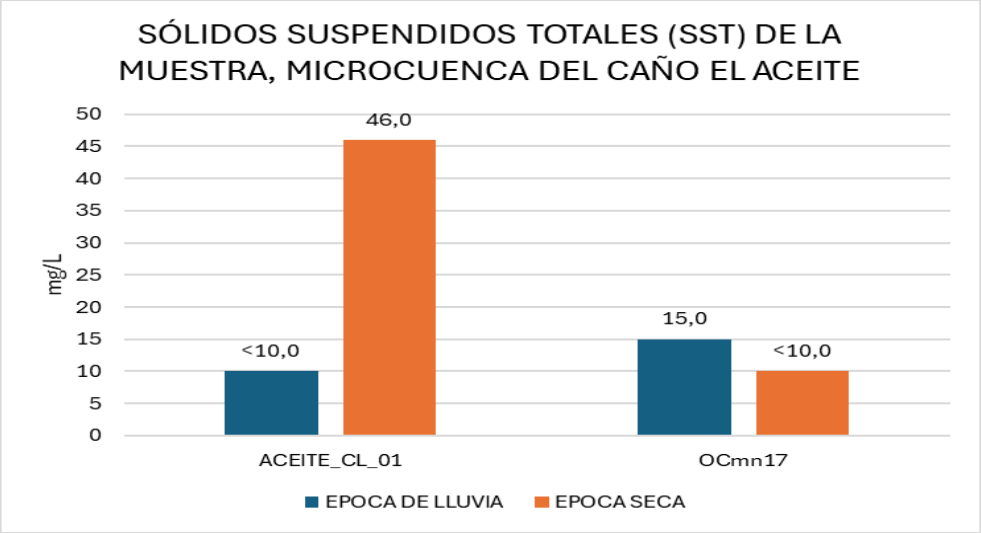
En la microcuenca del caño El Aceite se realizó el monitoreo de calidad de agua en los puntos ACEITE_CL_01 y OCmn17 durante la época de lluvia y la época seca. En la **Tabla 3.2.5-33** se presenta el análisis de cada parámetro monitoreado. Para ver más información, detallada y en forma gráfica, remitirse al **Anexo 3.2-5_Calidad_ASUP** donde se presentan los informes de laboratorio, reportes de laboratorio, soportes de campo, certificados de calibración, resoluciones de acreditación y registro fotográfico.

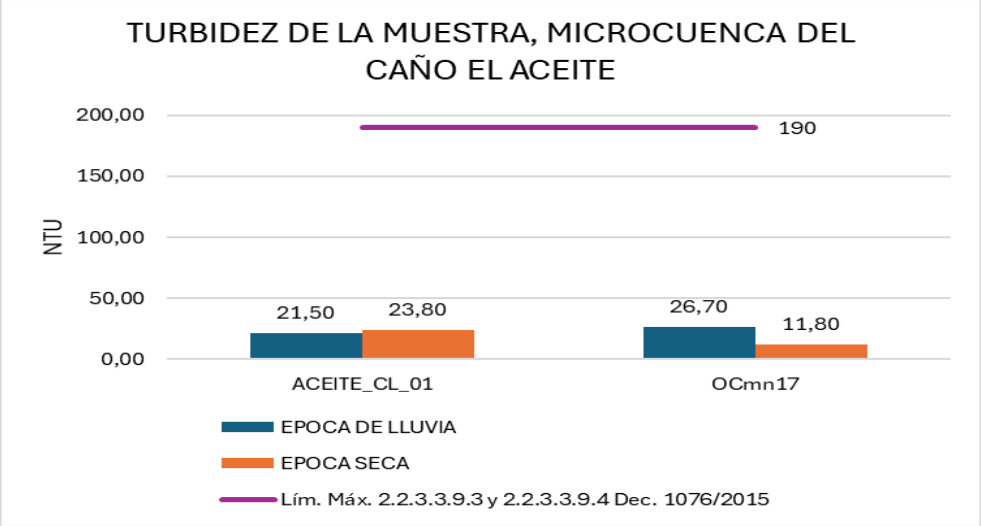
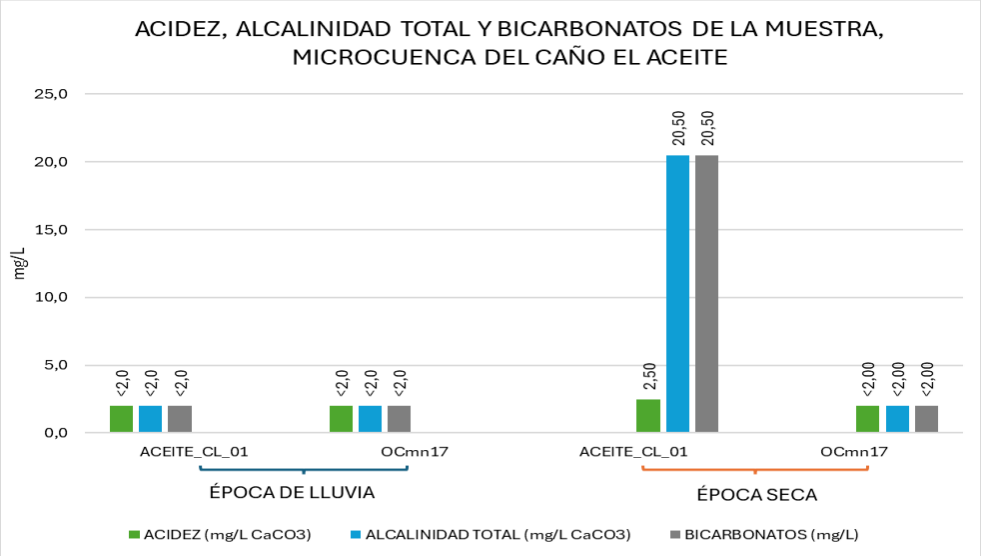
Tabla 3.2.5-33 Parámetros FQ y B muestreados en la microcuenca del caño El Aceite durante la época de lluvia y época seca

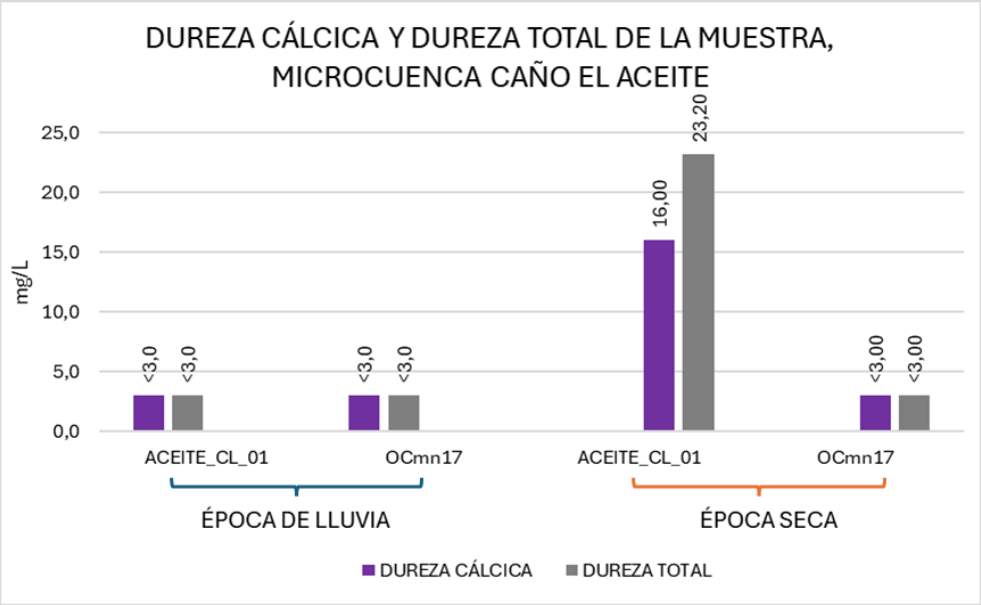
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño El Aceite
Temperatura	Los resultados de temperatura en los puntos muestreados sobre el caño El Aceite presentó valores entre 25,1 °C a 26,2°C en época de lluvia, y, entre 24,5°C y 25,2°C en época seca. Los resultados obtenidos no evidenciaron alteraciones importantes en los cuerpos de agua evaluados.  **Figura 3.2.5-77 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño El Aceite en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
pH	El potencial de Hidrógeno determinado para la microcuenca del caño El Aceite presenta una tendencia a la acidez al registrar valores de pH inferiores a 6,5, por lo tanto, las muestras no cumplen con el límite mínimo del art. 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 que trata sobre los criterios de desinfección y calidad para consumo humano y doméstico. Sin embargo, los valores de pH cumplen con los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.8, establecidos en la normatividad ambiental. El valor mínimo registrado fue 5,10 durante la época seca en el punto OCmn17.

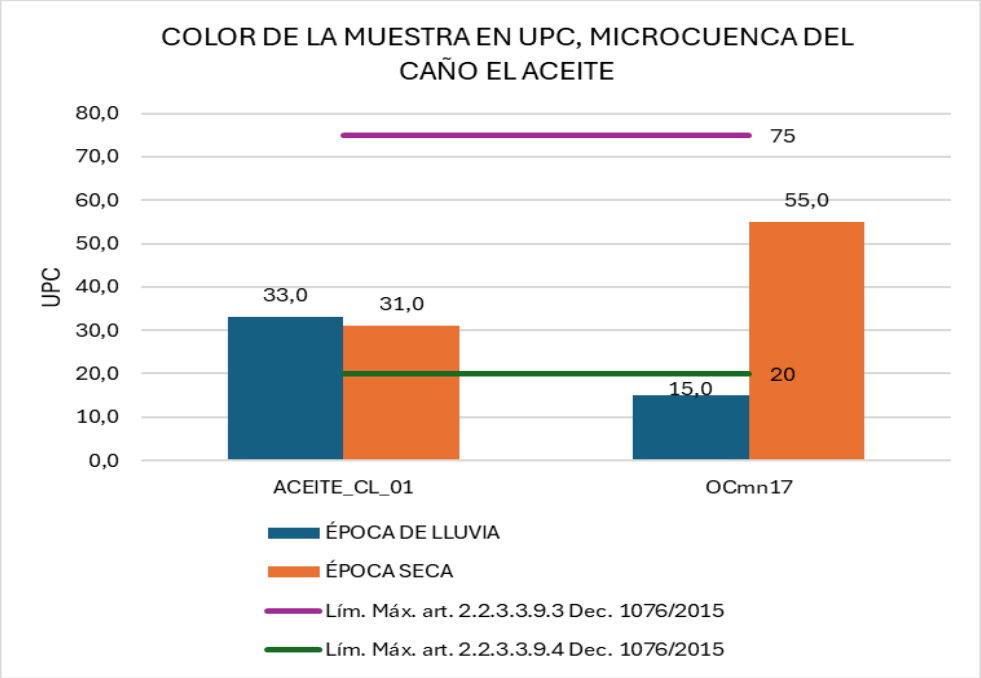
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño El Aceite
pH	 **Figura 3.2.5-78 pH de las muestras de la microcuenca del caño El Aceite en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Oxígeno Disuelto (OD)	Los resultados del monitoreo realizado en la microcuenca del caño El Aceite, reportó para la época de lluvia un promedio de 3,5 mg/L de O.D, el cual es inferior al límite mínimo para que el agua sea considerada aceptable para la hidrobiota (4 mg O2/L), establecido en el artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015. En la época seca, el punto ACEITE_CL_01 ubicado aguas arriba del caño El Aceite, es superior a 4 mg/L indicando cumplimiento de la normatividad ambiental, mientras que el punto OCmn17 registró un valor igual al de la época de lluvia por debajo de la concentración mínima para favorecer la subsistencia de biodiversidad acuática.

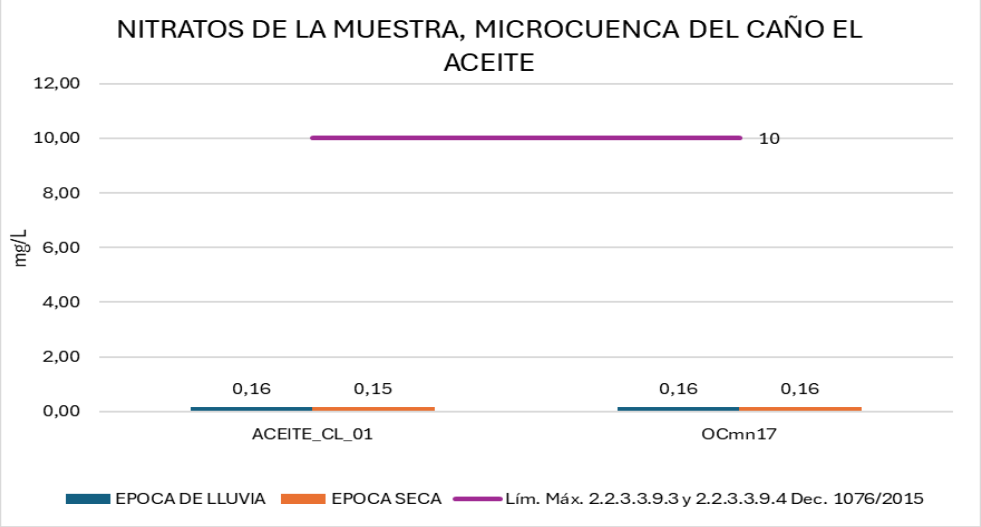
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño El Aceite
Oxígeno Disuelto (OD)	 **Figura 3.2.5-79 Oxígeno disuelto de las muestras de la microcuenca del caño El Aceite en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Conductividad Eléctrica	La conductividad eléctrica de las muestras de agua tomadas en el caño El Aceite registran en su mayoría un valor entre los 6,3 µS/cm a 5 µS/cm, indicando un grado de mineralización "Muy débil". Sin embargo, en la época seca el punto ACEITE_CL_01 registró un aumento significativo en la capacidad de intercambio catiónico entre las partículas disueltas en el agua, esto relacionado con el aumento en la concentración registrada para los sólidos disueltos totales.  **Figura 3.2.5-80 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño El Aceite en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

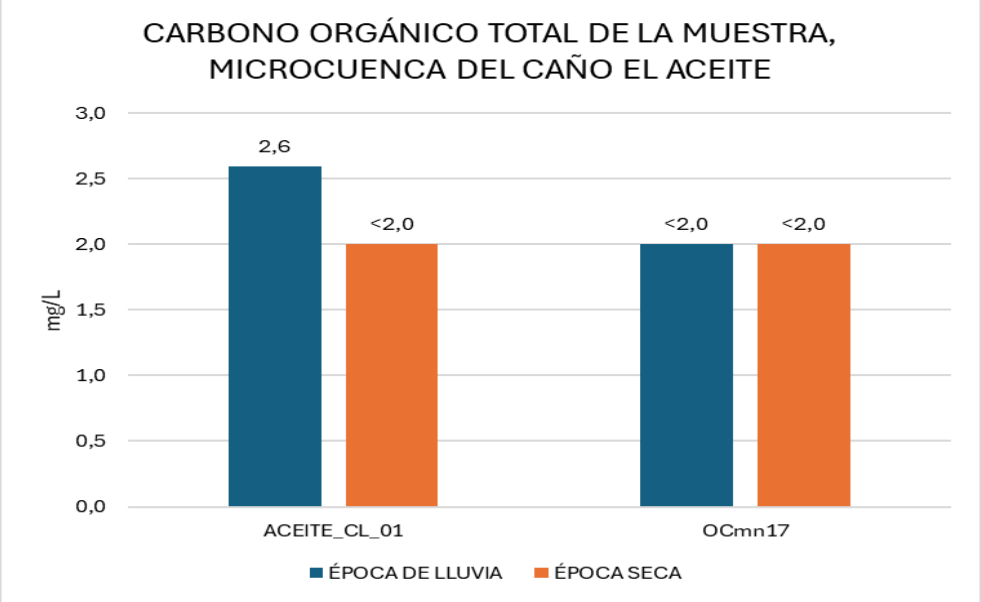
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño El Aceite
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	La microcuenca del caño El Aceite, en la época de lluvia y la época seca, los puntos registraron concentraciones de sólidos disueltos totales inferiores a 30 mg/L (límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio para su determinación), a excepción del punto ACEITE_CL_01, el cual registró un aumento en la concentración de SDT para la época seca, reportando un valor igual a 39 mg/L, el cual influyó sobre la conductividad eléctrica registrada para este mismo periodo.
Sólidos Sedimentables (SSD)	Las concentraciones de SSD en los cuerpos de agua monitoreados en la microcuenca del caño El Aceite para las dos épocas climáticas se presentaron en un rango inferior al límite de cuantificación del método implementado por el laboratorio (<0,1 mL/L). En cuanto a la normatividad ambiental, el decreto 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro de calidad de aguas, destacando que la concentración de los sólidos sedimentables reportados es casi nula.
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	La concentración de SST para la época seca y la época de lluvia presentó concentraciones que oscilaron entre el límite inferior de detección del método implementado por el laboratorio (<10,0 mg/L), hasta 46 mg/L, valor máximo registrado en época seca en el punto ACEITE_CL_01.  **Figura 3.2.5-81 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del caño El Aceite en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Turbiedad	La turbiedad en la época de lluvia reportó valores en un rango de 21,50 NTU a 26,70 NTU. Para la época seca se registraron valores de 11,8 NTU y 23,80 NTU. Al comparar los resultados de turbiedad frente a las concentraciones reportadas para los sólidos suspendidos totales (SST), se comprueba la relación directa existente entre ambos parámetros. Todos los puntos cumplen con el límite máximo permisible del artículo 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño El Aceite
Turbiedad	 **Figura 3.2.5-82 Turbidez de las muestras de la microcuenca del caño El Aceite en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	Los parámetros de acidez, alcalinidad total y bicarbonatos reportaron valores inferiores al límite de cuantificación del método de análisis implementado por el laboratorio (<2,0 mg/L) en la época de lluvia y seca, a excepción del punto ACEITE_CL_01 en época seca, el cual registró un valor igual a 2,5 mg/L para acidez, y, 20,50 mg/L para alcalinidad total y bicarbonatos. Lo anterior permite inferir un efecto amortiguador, donde los ácidos funcionan como reactivo limitante en la manifestación de compuestos alcalinos.  **Figura 3.2.5-83 Acidez, alcalinidad total y bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del caño El Aceite en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño El Aceite
Dureza Total y Dureza Cálcica	La mayoría de los puntos de monitoreo de la microcuenca del caño El Aceite, presentó concentraciones de dureza total y dureza cálcica inferiores al límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio. El único punto que registró concentraciones mayores a 3,0 mg/L fue el ACEITE_CL_01 en época seca, evidenciando un valor máximo de 23,20 mg/L para el parámetro de dureza total. Teniendo en cuenta la clasificación del agua de acuerdo con la dureza realizada por Roldán y Ramírez (2008), es posible clasificar el nivel de dureza del agua como "blanda".  **Figura 3.2.5-84 Dureza cálcica y dureza total de las muestras de la microcuenca del caño El Aceite en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Grasas y Aceites e Hidrocarburos totales	En la época seca, se mantienen los valores registrados en la época de lluvia, todos los puntos caracterizados en la microcuenca del caño El Aceite registraron concentraciones inferiores al límite de detección del método analítico utilizado por el laboratorio MCS (<1,40 mg SO42-/L). Los resultados evidencian cumplimiento a nivel normativo.
Sulfatos	La concentración de sulfatos en la época de lluvia y la época seca registró concentraciones inferiores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<5 mg SO42-/L) en todos los puntos de la microcuenca del caño El Aceite. A nivel normativo, se evidencia cumplimiento del límite establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (400 mg SO42-/L).
Cloruros	Las concentraciones en la totalidad de puntos de la microcuenca del caño El Aceite, en ambas épocas, registraron concentraciones inferiores al límite de cuantificación del método implementado por el laboratorio (<4,0 mg/L), de forma que, cumplen con el límite máximo permisible (250 mg/L) establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño El Aceite
Color de la muestra en UPC	En la época de lluvia se registraron valores entre 5,0 UPC a 21 UPC en el punto NEGRO_CL_01, el cual es el único que supera el límite máximo establecido en el artículo 2.2.3.3.9.4. del Decreto 1076 de 2015, que trata de la desinfección y criterios de calidad de agua para consumo humano y doméstico (20 UPC), todos los puntos cumplen con el límite máximo del artículo 2.2.3.3.9.3. (75 UPC). En la época seca, sólo se evidencia el cumplimiento del punto NEGRO_CL_02 para el límite máximo del art. 2.2.3.3.9.4. del Decreto 1076 de 2015, evidenciando un aumento significativo para el punto MADREVIEJA_ NEGRO_02, esto está relacionado con la alta concentración de sólidos suspendidos totales (SST) y turbidez registrada para este punto durante la época seca.  **Figura 3.2.5-85 Color de las muestras de agua de la microcuenca del caño El Aceite en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Fenoles totales	No se registró la presencia de fenoles totales en los puntos muestreados en la microcuenca del caño El Aceite, en las dos épocas climáticas los valores fueron inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio MCS para su determinación (<0,002 mg/L), es importante señalar que, según el Decreto 1076 de 2015, en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 se establece como límite máximo permisible 0,002 mg/L, lo cual indica cumplimiento.
Material Flotante	Para época de lluvia y la época seca, todos los puntos de la microcuenca del caño El Aceite registraron ausencia de material flotante.
Olor y sabor	Para época de lluvia y la época seca, todos los puntos de la microcuenca del caño El Aceite reportaron "aceptable" para el olor y sabor, tanto en los sistemas lóticos como lénticos caracterizados.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño El Aceite
Nitratos y Nitritos	Los nitratos registraron una concentración promedio de 0,16 mg/L, el valor más bajo registrado fue igual a 0,15 mg/L en el punto ACEITE_CL_01. Estos resultados permiten afirmar que los cuerpos de agua no presentan un contenido importante de nitratos, lo que indica que no existirían afectaciones en el recurso hídrico. En cuanto a los nitritos, reportaron concentraciones inferiores al límite de detección del método analítico utilizado por el laboratorio MCS (<0,0100 N-NO2/L). Al comparar estas concentraciones frente a los límites estipulados en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto único reglamentario 1076 de 2015 (1 mg/L para nitritos y 10 mg/L para nitratos), se comprueba que en los dos casos existe cumplimiento frente a la normatividad ambiental.  **Figura 3.2.5-86 Nitratos de las muestras de agua de la microcuenca del caño El Aceite en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Nitrógeno Amoniacal y Nitrógeno total Kjeldahl	Los parámetros nitrógeno amoniacal y nitrógeno total Kjeldahl reportaron concentraciones equivalentes al límite de detección de la técnica analítica usada en el laboratorio <1,00 mg NH3-N/L para nitrógeno amoniacal y <5,00 mg N/L para nitrógeno Kjeldahl, para todos los puntos de la microcuenca del caño El Aceite durante la época de lluvia y la época seca, cumpliendo con el límite máximo permisible de acuerdo con la norma ambiental (1 mg NH3-N/L) para nitrógeno amoniacal de acuerdo con los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015.
Compuestos de Fósforo: Orgánico, inorgánico, ácido hidrolizable total, fósforo Total, y fósforo reactivo total - Ortofosfatos	Al igual que en la época de lluvia, para la época seca, los compuestos: fósforo orgánico, fósforo acido-hidrolizable total, fósforo total, fósforo reactivo total (<0,150 mg/L), y fósforo inorgánico (<0,1 mg P/L) registraron en cada caso los respectivos límites de cuantificación de la técnica analítica usada por el laboratorio. Es importante señalar que los parámetros referidos anteriormente no tienen límites restrictivos en la normativa ambiental de referencia (Decreto 1076 de 2015.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño El Aceite
Carbono Orgánico Total	El carbono orgánico total en la mayoría de los puntos de la microcuenca del caño El Aceite registró un valor <2,0 mg/L (límite de cuantificación de la técnica analítica empleada para su determinación) en la época de lluvia y seca. El único punto que registró una concentración mayor fue el ACEITE_CL_01 en la época de lluvia con un valor de 2,6 mg/L. En cuanto a lo normativo, ninguno de los artículos del decreto 1075 de 2015 contemplados en el presente estudio presenta límites restrictivos para este parámetro.  **Figura 3.2.5-87 Carbono orgánico total de las muestras de agua de la microcuenca del caño El Aceite en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
DBO_5 y DQO	En la época de lluvia y la época seca, todos los puntos muestreados en la microcuenca del caño El Aceite reportaron concentraciones de DBO_5 y DQO inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica usado por el laboratorio, <2 mg O2/L para DBO_5, y, <20 mg O2/L para DQO. El Decreto 1075 de 2015 no presenta límites restrictivos para estos parámetros.
Metales, no metales y Metaloides	En la época de lluvia y la época seca, para los puntos muestreados en la microcuenca del caño El Aceite se registraron para los siguientes parámetros concentraciones equivalentes al límite de detección de la técnica analítica usada por el laboratorio: **Aluminio total** (<0,500 mg Al/L), **Arsénico total** (<0,005 mg As/L), **Bario total** (<0,100 mg Ba/L), **Berilio total** (<0,0200 mg Be/L), **Cadmio total** (<0,0100 mg Cd/L), **Cobalto total** (<0,0300 mg Co/L), **Cromo total** (<0,100 mg Cr/L), **Cobre total** (<0,0400 mg Cu/L), **Níquel total** (<0,0400 mg Ni/L), **Mercurio total** (<0,001 mg Hg/L), **Plata total** (<0,0200 mg Ag/L), **Plomo total** (<0,0500 mg Pb/L), **Selenio total** (<0,005 mg Se/L), **Estaño total** (<1,00 mg Sn/L), **Litio total** (<0,0200 mg Li/L), **Manganeso** (<0,0200 mg Mn/L), **Molibdeno total** (<0,0100 mg Mo/L), **Vanadio total** (<0,100 mg V/L), y **Zinc total** (<0,0200 mg/L). De acuerdo con lo anterior, no se presenta contaminación en los cuerpos de agua evaluados respecto a dichos elementos. En cuanto a la normatividad ambiental vigente, se tiene total cumplimiento respecto a los límites de concentración permisibles en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4. y 2.2.3.3.9.5. para aquellos parámetros en donde aplica.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño El Aceite
Metales, no metales y Metaloides	Respecto a la concentración de Hierro total en los puntos muestreados en la microcuenca del caño El Aceite presentaron una concentración de hierro promedio de 0,4 mg/L durante la época de lluvia, y de 0,24 mg/L en época seca. La mayor concentración se registró en el punto ACEITE_CL_01 en ambas épocas. Todos los puntos cumplen con el límite máximo permisible del art. 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015.
Coliformes Fecales Termotolerantes	El parámetro de coliformes fecales termotolerantes, reportó concentraciones entre 243 NMP/100 mL y 259 NMP/100 mL en la época de lluvia, y, entre 266 NMP/100 mL y 317 NMP/100 mL en la época seca. El punto OCmn17 registró la mayor concentración en la época seca. En cuanto a la normatividad ambiental, todos los puntos cumplen con los límites permisibles establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3. y 2.2.3.3.9.5. del Decreto 1076 de 2015 (2000 NMP/100 mL y 1000 NMP/100 mL respectivamente), sin embargo, sobrepasan el límite máximo del art. 2.2.3.3.9.7 del Decreto 1076 de 2015.

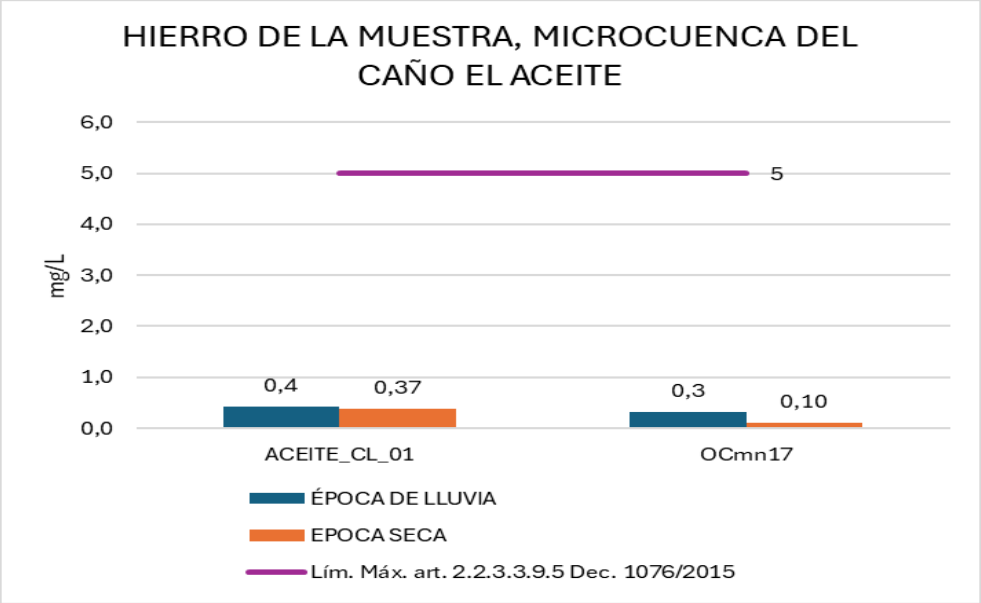
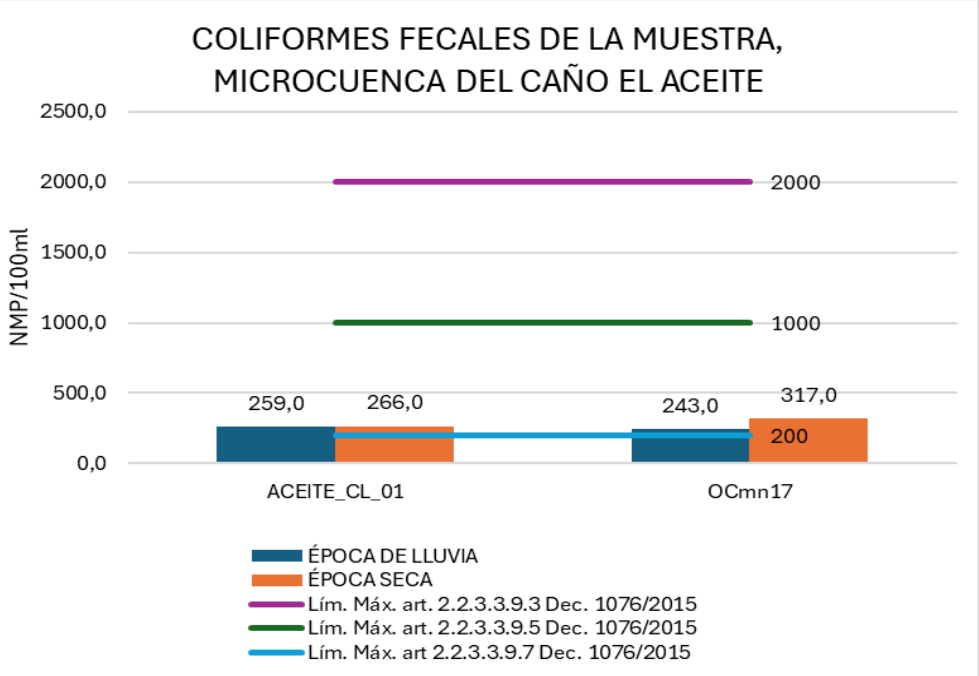
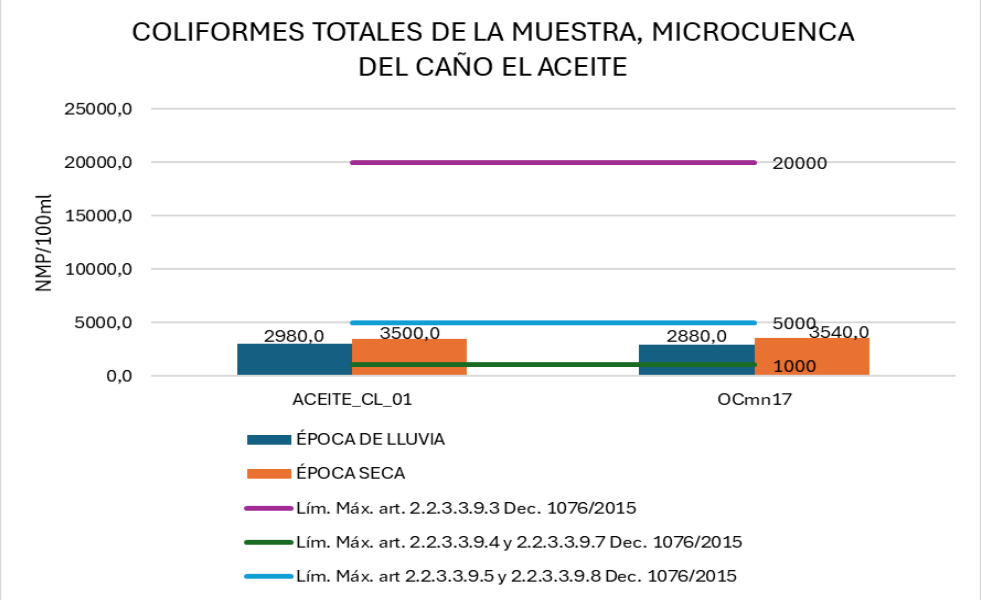
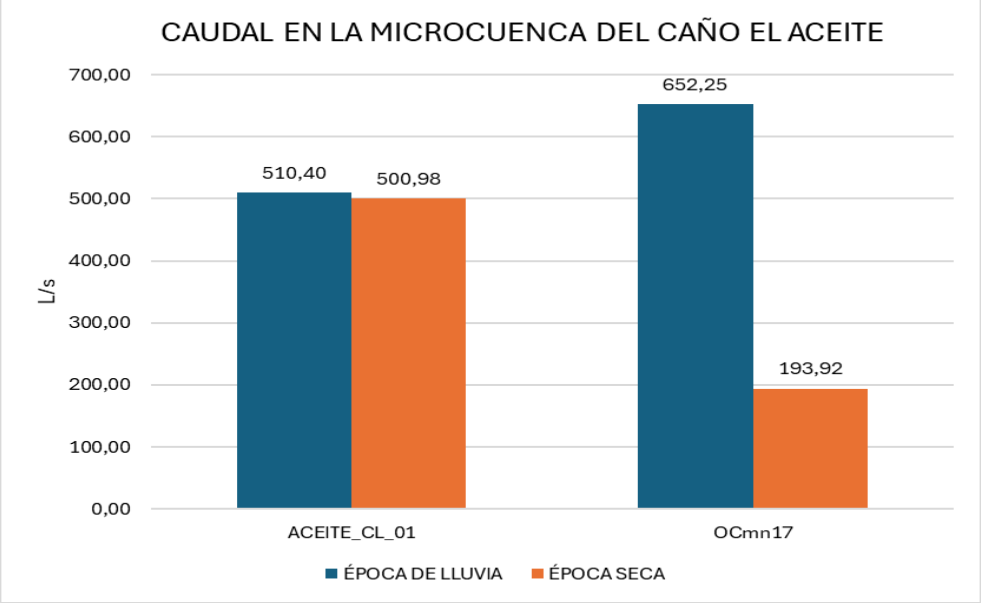


Figura 3.2.5-88 Hierro total de las muestras de agua de la microcuenca del caño El Aceite en época de lluvia y época seca

Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño El Aceite
Coliformes Fecales Termotolerantes	 **Figura 3.2.5-89 Coliformes fecales de las muestras de agua de la microcuenca del caño El Aceite en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Coliformes totales	En la época de lluvia se registró una media de 2930 NMP/100 ml, y en la época seca, una media de 3520 NMP/100 ml, es decir que hubo un aumento en la concentración de coliformes totales para la época seca. Los datos son acordes a las concentraciones de coliformes termotolerantes registradas para las dos épocas hidroclimáticas analizadas, en donde el punto OCmn17 presentó la concentración más alta en época seca. A nivel normativo, todos los puntos se encuentran por encima del límite permisible establecido en la norma de referencia (Decreto 1076 de 2015) en su Artículo 2.2.3.3.9.4. de 1000 NMP/100 mL, mientras que, dichas concentraciones cumplen con los criterios determinados en los Artículos 2.2.3.3.9.3. y 2.2.3.3.9.5. (20000 NMP/100 mL y 5000 NMP/100 mL).

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño El Aceite
Coliformes totales	 **Figura 3.2.5-90 Coliformes totales de las muestras de agua de la microcuenca del caño El Aceite en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Huevos de Helmintos	Se registraron concentraciones de huevos de Helmintos inferiores al límite de detección de la técnica usada por el laboratorio (<1 huevos/L), lo que sugiere que en los cuerpos de agua evaluados en la microcuenca del caño El Aceite, en las dos épocas climáticas caracterizadas no se presenta contaminación por parte de dichos parásitos.
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	El parámetro de tensoactivos presentó valores por debajo de la técnica analítica empleada para su determinación (<0,200 mg/L) indicando que los cuerpos de agua monitoreados en la microcuenca del caño El Aceite no han sido afectados por parte de este tipo de compuestos.
Pesticidas organofosforados	Los pesticidas organofosforados analizados por el laboratorio incluyen sustancias como Metil Tolclofos, Metil Pirimipos, Malation, Protiofos (Tukution), Etion, Diclorvos, Dimetoato, Clorpirifos (Etil Clorpirifos), Metidation, Profenofos, Metil Azinfos (Glution), y, Pirazofos. Todos los puntos de la microcuenca del caño El Aceite registraron valores inferiores al límite de la técnica analítica usada por el laboratorio (<0,00020 mg/L).
Caudal	Se realizó el aforo de caudal en el caño El Aceite, aguas arriba (punto ACEITE_CL_01), y aguas abajo (punto OCmn17), los resultados evidencian que en el punto OCmn17 se evidenció una reducción significativa del nivel de caudal en la época seca, mientras que aguas arriba del caño El Aceite se mantiene un caudal promedio de 505,69 L/s. Los aforos de caudal se presentan en el **anexo 3.2-5b_Reportes_Lab** >> Caudales.

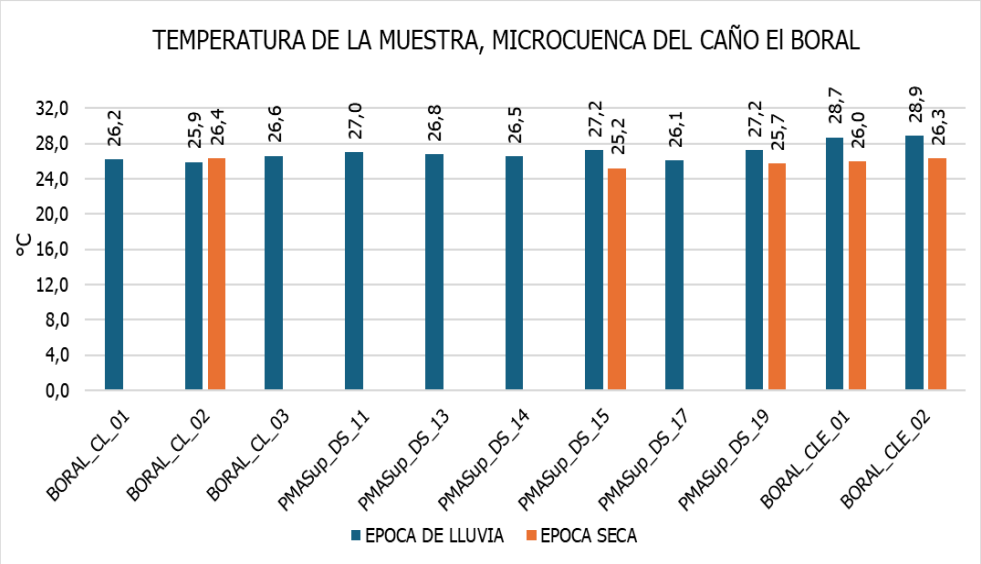
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño El Aceite
Caudal	 **Figura 3.2.5-91 Aforo de caudal en L/s en el río Negro en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

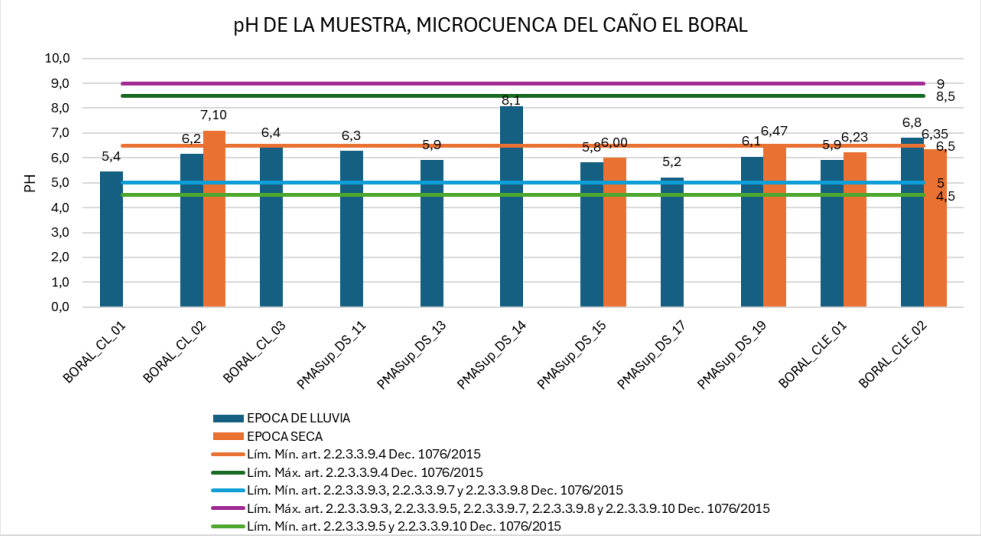
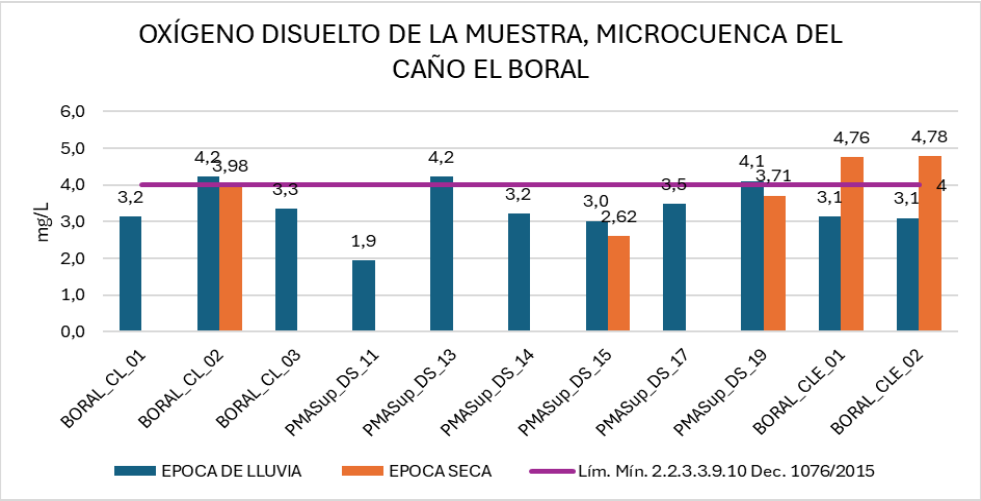
Fuente: Gessig S.A.S., 2025, adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

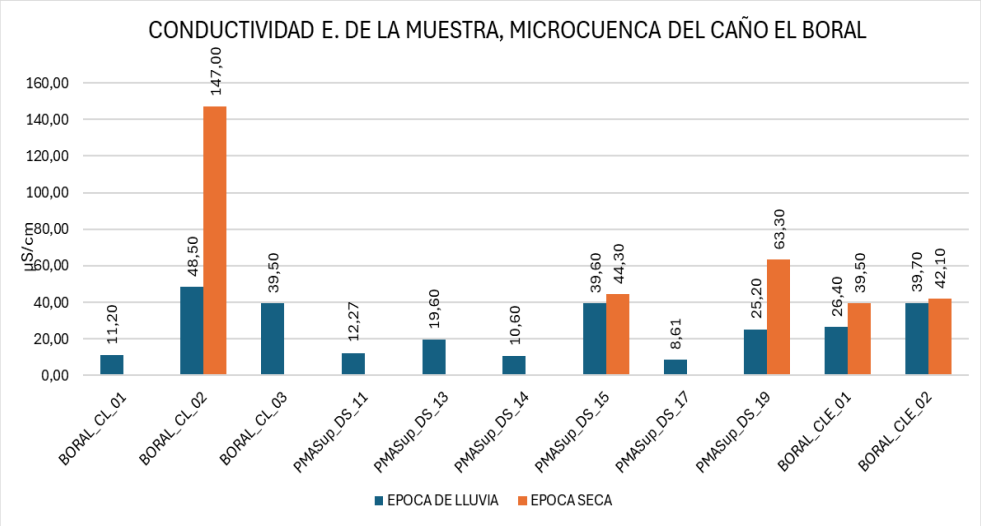
- *Microcuenca del caño El Boral*

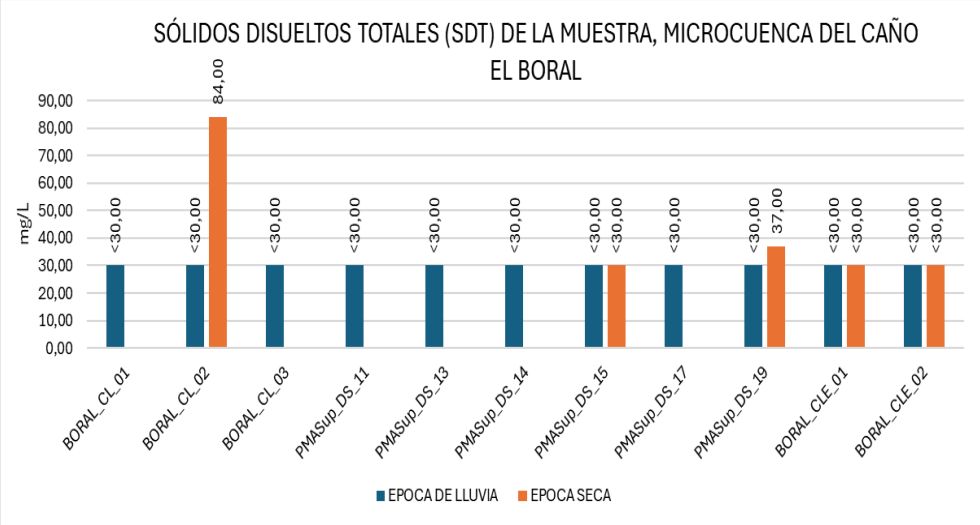
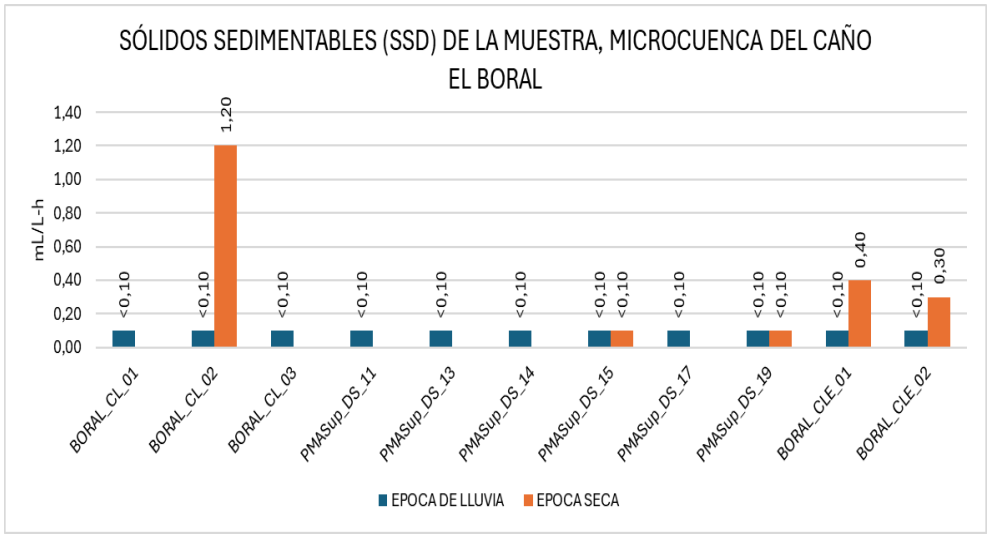
Esta microcuenca está conformada por los puntos BORAL_CL_01, BORAL_CL_02, BORAL_CL_03, PMASup_DS_11, PMASup_DS_13, PMASup_DS_14, PMASup_DS_15, PMASup_DS_17, PMASup_DS_19, BORAL_CLE_01, y, BORAL_CLE_02 (ver **Tabla 3.2.5-1**). A continuación, en la **Tabla 3.2.5-34** se presenta el análisis de cada parámetro monitoreado durante la época de lluvia y época seca. Vale la pena resaltar que, durante la época seca, los puntos BORAL_CL_01, PMASup_DS_11, PMASup_DS_13, PMASup_DS_14, y PMASup_DS_17 se encontraban secos al momento de realizar el monitoreo; así mismo, el punto BORAL_CL_03 no se pudo monitorear por dificultad de acceso. Para ver más información, detallada y en forma gráfica, remitirse al **Anexo 3.2-5_Calidad_ASUP** donde se presentan los informes de laboratorio, reportes de laboratorio, soportes de campo, certificados de calibración, resoluciones de acreditación y registro fotográfico.

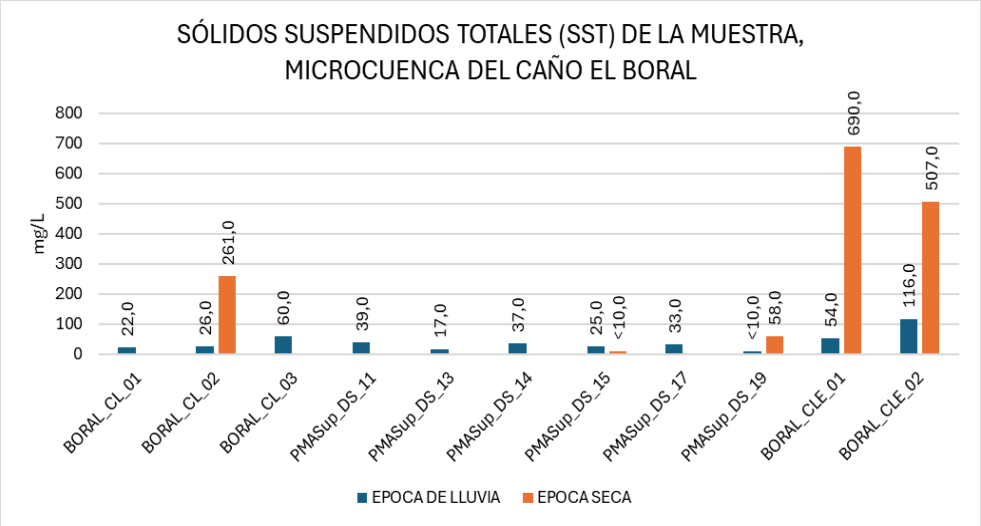
Tabla 3.2.5-34 Parámetros FQ y B muestreados en la microcuenca del caño El Boral durante la época de lluvia y época seca

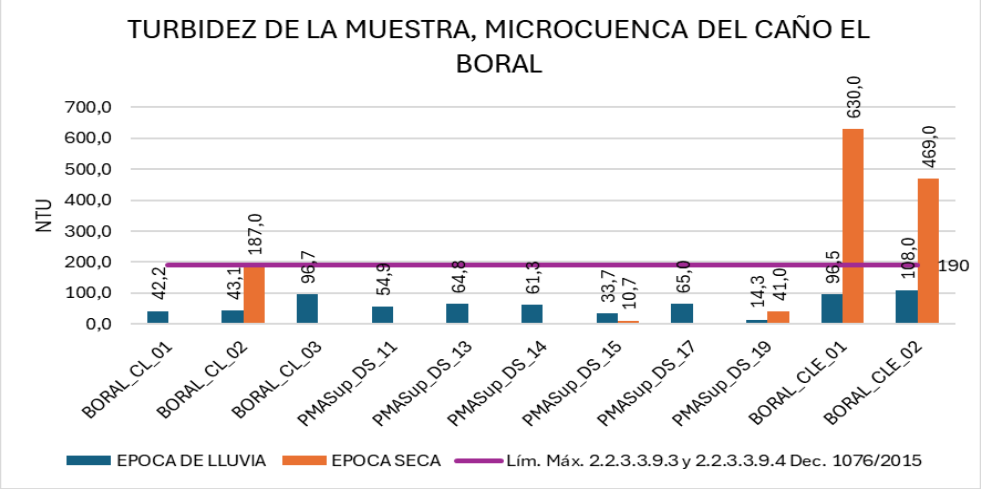
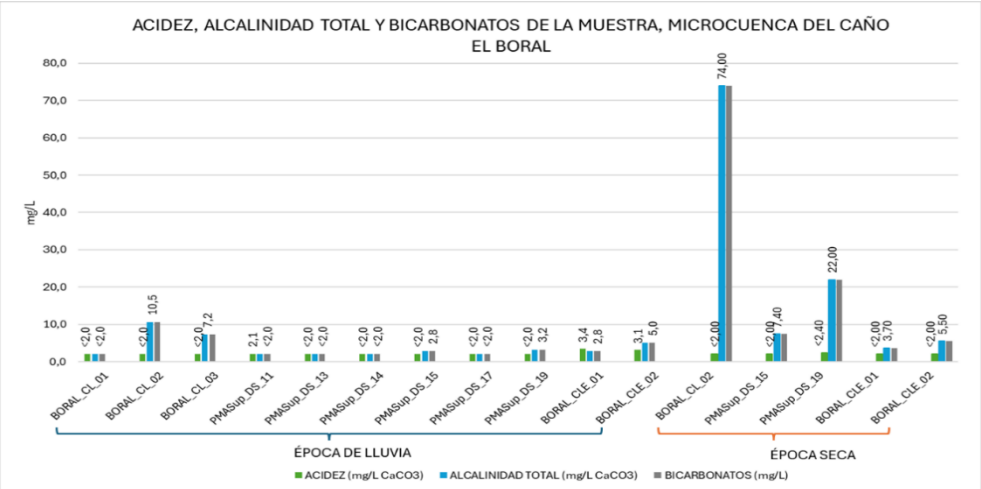
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – caño El Boral
Temperatura	La microcuenca del caño El Boral se caracteriza por presentar una temperatura promedio de 27°C en época de lluvia, y de 25,6°C en época seca. Como se observa en la figura, la temperatura a lo largo de la microcuenca es constante y evidencia un comportamiento normal que permite el mantenimiento de los procesos biológicos.  **Figura 3.2.5-92 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
pH	El pH promedio la microcuenca del caño El Boral durante la época de lluvia fue igual a 6,2 unidades, mientras que, en la época seca fue de 6,4 unidades, es decir que el pH se mantuvo estable entre épocas climáticas. Se evidencia que la totalidad de los puntos de monitoreo refieren cumplimiento respecto a los límites establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8 y 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, los cuales establecen un rango entre 4,5 a 9,0 unidades. Sin embargo, para el límite permisible del artículo 2.2.3.3.9.4 (6,5 a 8,5 unidades) que trata los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico, los puntos BORAL_CLE_02, y PMASup_DS_14 fueron los únicos en cumplir el límite durante la época de lluvia, y el punto BORAL_CL_02 en época seca.

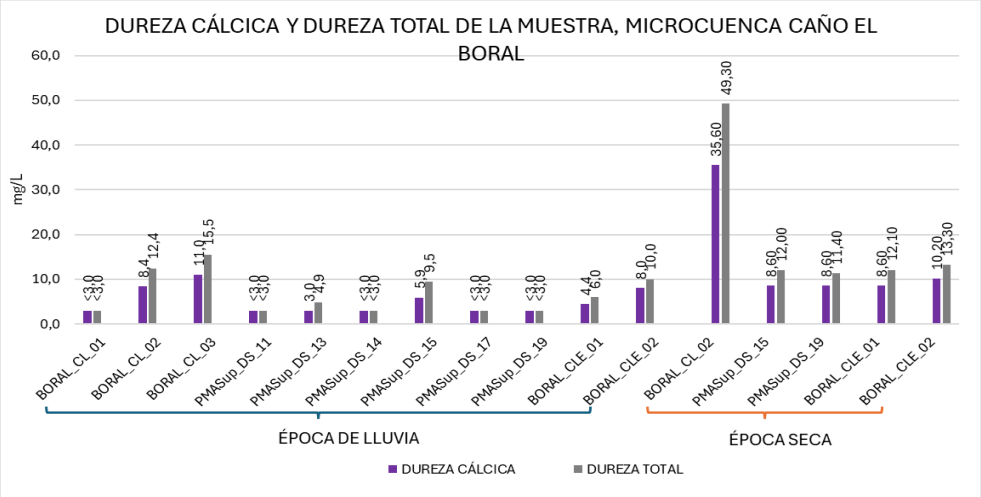
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – caño El Boral
pH	 **Figura 3.2.5-93 pH de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Oxígeno Disuelto (OD)	La mayoría de los puntos de la microcuenca del caño El Boral presentaron niveles de OD inferiores a 4 mg/L, límite establecido por el Artículo 2.2.3.3.10 del Decreto 1076 de 2015, referente a los criterios de calidad para la preservación de flora y fauna en aguas cálidas dulces. De forma que los únicos puntos en cumplir este límite fueron los puntos BORAL_CL_02, PMASUP_DS_13 y PMASUP_DS_19 durante la época de lluvia, y los puntos BORAL_CLE_01 y BORAL_CLE_02 en época seca. El déficit de oxígeno presentado especialmente en los puntos PMASup_DS_11 y PMASup_DS_15, ambos drenajes intermitentes, puede llevar a una menor biodiversidad y/o migración de organismos.  **Figura 3.2.5-94 Oxígeno Disuelto (OD) de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

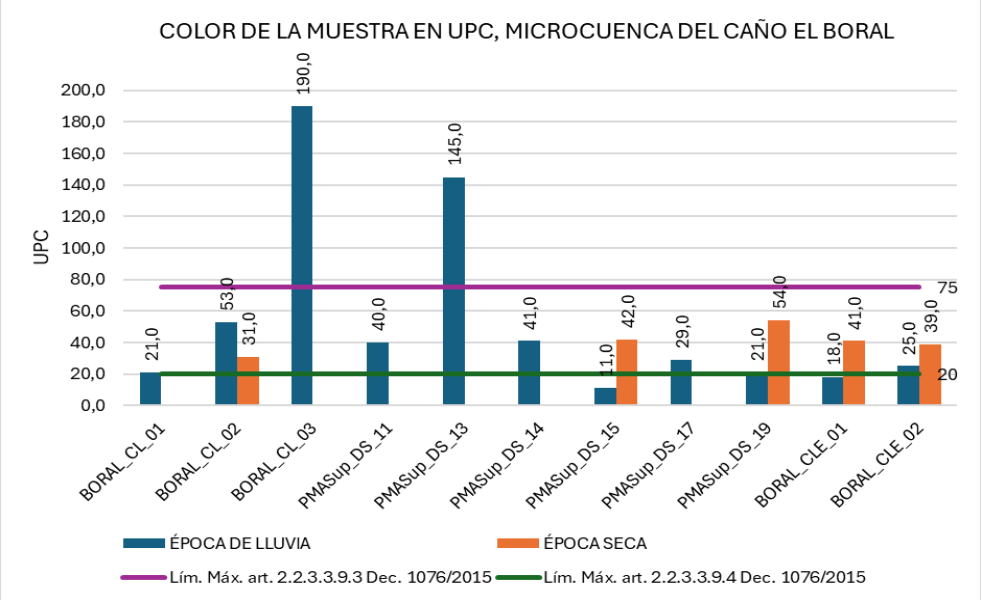
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – caño El Boral
Conductividad Eléctrica	Durante la época de lluvia la conductividad eléctrica en los puntos de monitoreo presentó concentraciones entre 8,61 µS/cm en el punto PMASUP_DS_17 hasta 48,5 µS/cm en el punto BORAL_CL_02. En la época seca, la conductividad eléctrica estuvo en un rango de 39,50 µS/cm en el punto BORAL_CLE_01 hasta 147 µS/cm en el punto BORAL_CL_02. Los valores se relacionan con un grado de mineralización "Muy débil" al registrar conductividades menores a los 100 µS/cm, a excepción del punto BORAL_CL_02 el cual presenta un grado de mineralización "Débil", según los rangos propuestos por Rodier (1996). Es importante aclarar que en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del decreto único reglamentario 1076 del 2015, no se estipulan máximos permisibles para este parámetro.  **Figura 3.2.5-95 Conductividad Eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	En la microcuenca del caño El Boral todos los puntos muestreados en época de lluvia reportaron concentraciones inferiores a 30 mg/L el cual es el límite de detección del método de cuantificación utilizado por el laboratorio, para la época seca se repite esta concentración en la mayoría de los puntos a excepción del punto PMASup_DS_19 que registró una concentración de 37 mg/L, y el punto BORAL_CL_02, el cual registró la máxima concentración igual a 84 mg/L. El decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente estudio (2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.5).

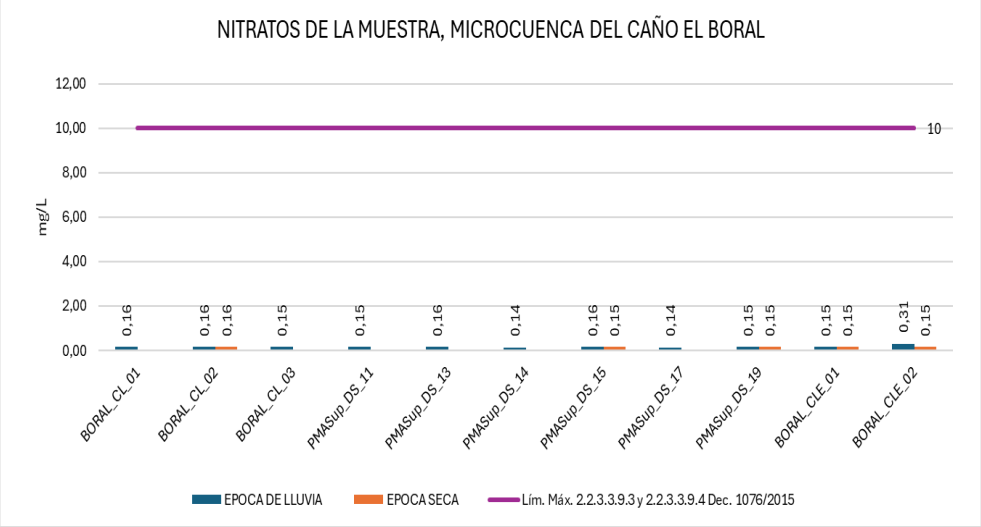
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – caño El Boral
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	 **Figura 3.2.5-96 Sólidos disueltos totales (SDT) de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Sólidos Sedimentables (SSD)	Para la época de lluvia, todos los puntos de la microcuenca del caño El Boral reportaron concentraciones inferiores a 0,10 mL/L-h (límite de detección del método de cuantificación utilizado por el laboratorio MCS). En la época seca, se registraron concentraciones entre <0,10 mL/L-h hasta 1,20 mL/L-h en el punto OBRAL_CL_02, siendo esta la concentración máxima registrada en la microcuenca. La normatividad ambiental, el Decreto 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro.  **Figura 3.2.5-97 Sólidos sedimentables (SSD) de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

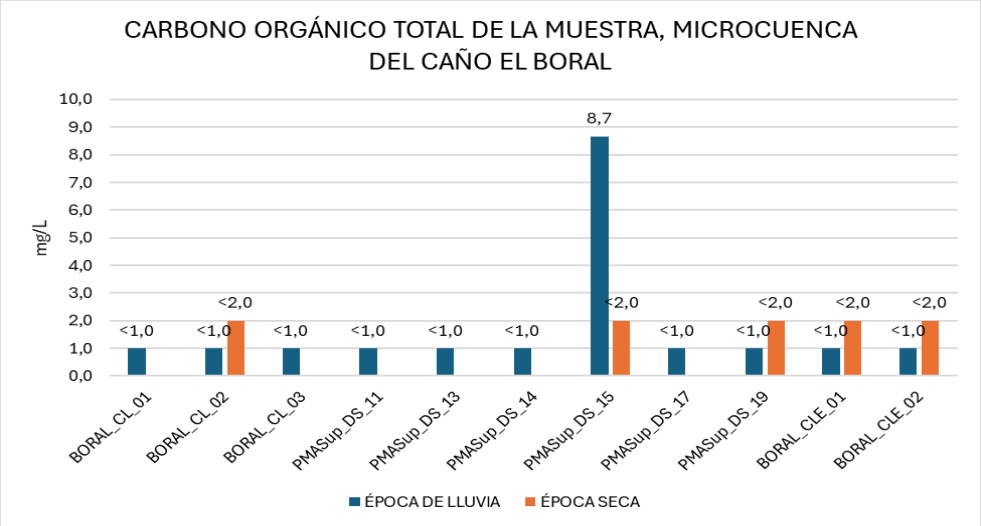
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – caño El Boral
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	En la microcuenca del caño El Boral durante la época de lluvia se registraron valores desde <10 mg/L (límite de cuantificación de la técnica analítica usada por el laboratorio MCS) en el punto PMASUP_DS_19, hasta 116 mg/L en el punto BORAL_CLE_02; durante la época seca se registraron valores entre 58 mg/L en el punto PMASup_DS_19 hasta 690 mg/L en el punto BORAL_CLE_01. Las concentraciones más altas fueron registradas en los puntos ubicados sobre la laguna El Boral (BORAL_CLE_01 y BORAL_CLE_02), está relacionado con la deposición de sedimentos y materia orgánica en el cuerpo de agua léntico, donde la velocidad del agua es casi nula. El decreto único reglamentario 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro de calidad de agua.  **Figura 3.2.5-98 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Turbiedad	Para la época de lluvia, en la microcuenca del caño El Boral se obtuvieron concentraciones desde 14,3 NTU en el punto PMASUP_DS_19 hasta 108 NTU en el punto BLORAL_CLE_02; en la época seca el rango estuvo entre 41 NTU en el punto PMASUP_DS_19 a 630 NTU en el punto BORAL_CLE_01. Lo anterior demuestra coherencia con los resultados de Sólidos Suspendidos Totales. A nivel normativo, todos los puntos durante la época de lluvia cumplen con el límite del art. 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, sin embargo, en la época seca, los puntos sobre la laguna El Boral (BORAL_CLE_01 y BORAL_CLE_02), superan este límite máximo permisible. Adicionalmente, el artículo 2.2.3.3.9.10 referente a los criterios de calidad para la preservación de flora y fauna, determina que no debe presentarse turbiedad en el cuerpo de agua que interfiera con la actividad fotosintética, los puntos monitoreados cumplen con este criterio.

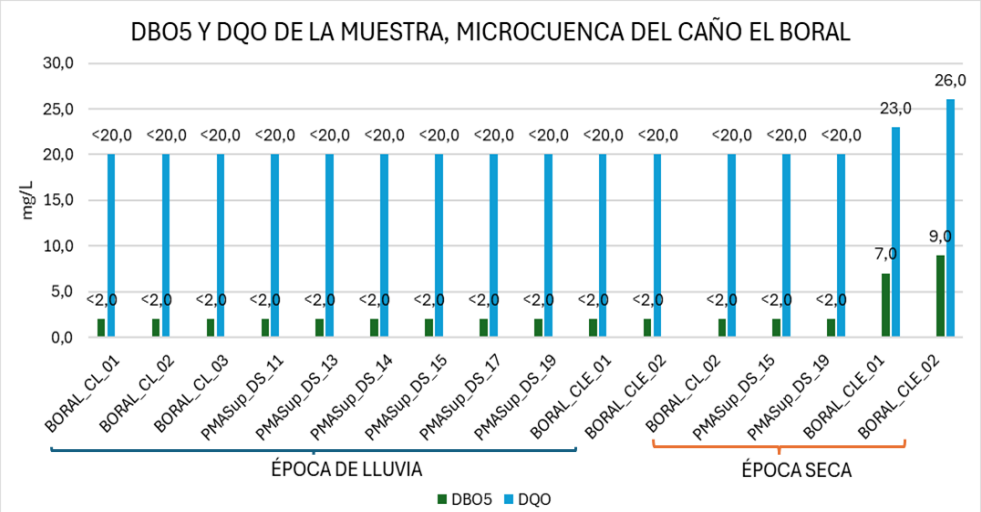
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – caño El Boral
Turbiedad	 **Figura 3.2.5-99 Turbiedad de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	El parámetro de acidez registró valores en un rango inferior al límite de cuantificación del método de análisis implementado por el laboratorio MCS (<2 mg $CaCO_3$/L) hasta 3,40 mg $CaCO_3$/L en el punto léntico BORAL_CLE_01 en época de lluvia, y, 2,40 mg/L en época seca en el punto PMASup_DS_19. Por otro lado, los parámetros de alcalinidad total y bicarbonatos reportaron las mismas concentraciones tal y como se observa en la gráfica, el valor más alto registrado fue en el punto BORAL_CL_02 en ambas épocas climáticas, (lluvia igual a 10,5 mg/L, y, seca igual a 74,0 mg/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no estipula límites máximos permisibles para estos parámetros, No obstante, según lo establecido en la Resolución 2115 de 2007, se admite una alcalinidad máxima de 200 mg/L y una acidez no mayor a 60 mg/L para agua para consumo humano. Criterios cumplidos por los cuerpos de agua monitoreados.  **Figura 3.2.5-100 Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

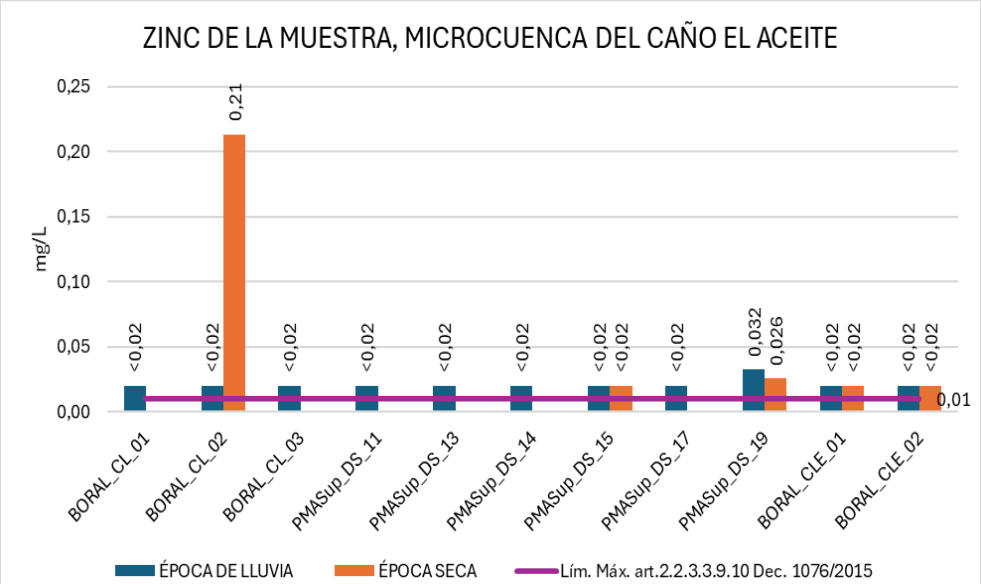
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – caño El Boral
Dureza total y Dureza Cálcica	Para la época de lluvia, la mayoría de los puntos muestreados de la microcuenca del caño El Boral registraron tanto para el parámetro de dureza cálcica como para dureza total, valores inferiores al límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio MCS (<3 mg/L $CaCo_3$). Los puntos que registraron valores superiores son PMASUP_DS_15, PMASUP_DS_13, BORAL_CLE_02, BORAL_CLE_01, BORAL_CL_02, y BORAL_CL_03, siendo este último punto el que registró las concentraciones más altas de la microcuenca iguales a 11 mg/L para dureza cálcica y 15,5 mg/L. Por otro lado, en la época seca se registraron valores de dureza total en un rango de 8,60 mg/L hasta 35,60 mg/L en el punto BORAL_CL_02, en el caso de dureza cálcica se registró un rango de 11,40 mg/L a 49,30 mg/L, nuevamente los valores más altos se registran en el punto BORAL_CL_02. Estos valores permiten clasificar el agua de la microcuenca del caño como "Blanda". A nivel normativo, el Decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente complemento del EIA (2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10).  **Figura 3.2.5-101 Dureza Cálcica y Dureza Total de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Grasas y Aceites e Hidrocarburos totales	La totalidad de los puntos registraron concentraciones inferiores al límite de detección de los métodos analíticos utilizados por el laboratorio MCS (<1,40 mg/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, no fijan límites para estos parámetros, pero si establecen que no se deben presentar películas visibles de grasas y aceites flotantes criterio que se cumple en los puntos monitoreados en la microcuenca del caño El Boral.
Sulfatos	Para la época de lluvia y seca, la totalidad de los puntos muestreados en la microcuenca del caño El Boral registró valores inferiores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<5 mg SO_4^{2-}/L). Los resultados evidencian cumplimiento a nivel normativo al límite establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (400 mg SO_4^{2-}/L), es decir que cumple con los criterios para uso doméstico.
Cloruros	Las concentraciones en los puntos muestreados en la microcuenca del caño El Boral durante la época de lluvia y seca presentaron concentraciones inferiores a 4,00 mg Cl-/L (límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio), a excepción del punto PMASUP_DS_15, el cual registró un valor de 4,52 mg/L durante la época de lluvia. Todos los puntos cumplen con el límite máximo permisible (250 mg/L) establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – caño El Boral
Color de la muestra en UPC	Para la época de lluvia, los resultados oscilaron entre 11 UPC hasta 190 UPC en el punto BORAL_CL_03. En la época seca, los resultados presentaron concentraciones en un rango entre 31 UPC y 54 UPC. De acuerdo con los resultados reportados únicamente los puntos BORAL_CLE_01, y PMASUP_DS_15, en época de lluvia cumplen el límite permisible del artículo 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (20 UPC), a su vez, los puntos BORAL_CL_03, OCmn4, y PMASUP_DS_13 superan el límite permisible establecido en el artículo 2.2.3.3.9.3 (75 UPC).  **Figura 3.2.5-102 Color en UPC de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Fenoles totales	Los fenoles totales, registraron en la totalidad de puntos muestreados en la microcuenca del caño El Boral valores inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio MCS para su determinación (<0,002 mg/L). cumpliendo plenamente con el criterio de calidad estipulado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 del Decreto 1076 de 2015, e indicando que los cuerpos de agua no presentan afectación por parte de estos compuestos.
Material Flotante	Se registró material flotante en el punto PMASUP_DS_15, y el punto de muestreo sobre el cuerpo de agua lótico BORAL_CL_01 durante la época de lluvia, los demás puntos no reportaron presencia de materiales flotantes en las dos épocas climáticas evaluadas. A nivel normativo, los artículos comparables del Decreto 1076 de 2015 no fijan límites máximos permisibles para este parámetro, pero si establecen que no se deben presentar materiales flotantes.
Olor y sabor	La totalidad de puntos de monitoreo en la microcuenca del caño El Boral se han reportado como "Aceptable". Los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – caño El Boral
Nitratos y Nitritos	Para el parámetro Nitratos, en época de lluvia, los puntos muestreados presentaron concentraciones comprendidas entre 0,14 mg N-NO3/L (PMASUP_DS_14 y PMASup_DS_17), hasta 0,31 mg N-NO3/L (BORAL_CLE_02); en época seca se registró una concentración promedio igual a 0.15 mg/L. En cuanto a los Nitritos este parámetro reportó en época de lluvia una concentración de 0,0114 mg N-NO2/L en el punto BORAL_CLE_02 (cuerpo de agua léntico), los demás puntos muestreados, para las dos épocas climáticas analizadas, registraron concentraciones en el límite de cuantificación de la técnica analítica empleada para su determinación por el laboratorio MCS (<0,0100 mg N-NO2/L). Al comparar estas concentraciones frente a los límites estipulados en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto único reglamentario 1076 de 2015 (1 mg/L para nitritos y 10 mg/L para nitratos), se comprueba que en los dos casos existe cumplimiento frente a la norma.  **Figura 3.2.5-103 Nitratos de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Nitrógeno Amoniacal y Nitrógeno total Kjeldahl	En las dos épocas climáticas caracterizadas, la totalidad de los puntos en la microcuenca del caño El Boral registró valores <1 mg/L, valor correspondiente al límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio MCS. A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. La concentración de Nitrógeno total Kjeldahl, registró una concentración igual al límite cuantificable establecido por la técnica de análisis empleada por el laboratorio MCS (<5,00 mg N/L) en la totalidad de puntos de monitoreo evaluados. Es importante mencionar que el parámetro descrito no se encuentra regulado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.6, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8, 2.2.3.3.9.9 y 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – caño El Boral
Compuestos de Fósforo: Orgánico, inorgánico, ácido hidrolizable total, fósforo Total, y fósforo reactivo total - Ortofosfatos	La totalidad de puntos en la microcuenca del caño El Boral registraron una concentración de fósforo orgánico, fósforo ácido hidrolizable total, fósforo total, y fósforo reactivo total, <0,150 mg/L (límite de cuantificación de la técnica analítica empleada en el laboratorio MCS). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. Para el fósforo inorgánico, en las dos épocas hidroclimáticas, la totalidad de puntos en la microcuenca del caño El Boral reportaron valores menores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<0,1 mg/L). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro.
Carbono Orgánico Total	Para la época de lluvia, la totalidad de los puntos monitoreados registraron concentraciones inferiores al límite utilizado por el laboratorio para su análisis (<1 mg/L) por el método ASTM D7573-18 AE1 ED 1-2019, a excepción del punto PMASUP_DS_15 que registró una concentración igual a 8,67 mg/L. En la época seca todos los puntos registraron concentraciones inferiores al límite del método de detección del COT usado por el laboratorio, que en este caso fue el método EPA 415.1.  **Figura 3.2.5-104 Carbono orgánico total (COT) de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
DBO_5 y DQO	Para la época de lluvia, la totalidad de puntos en la microcuenca del caño El Boral reportaron valores menores al límite de cuantificación del parámetro DBO_5 (<2 mg/L), y el parámetro demanda química de oxígeno (<20 mg/L). Para la época seca, sólo los puntos ubicados sobre la laguna El Boral (BORAL_CLE_01 y BORAL_CLE_02), reportaron concentraciones superiores a los límites de detección de laboratorio, la mayor concentración se evidenció en el punto BORAL_CLE_02 con una DBO5 igual a 9,0 mg/L, y una DQO igual a 26 mg/L. A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no presentan límites permisibles para estos parámetros, por lo cual no es posible compararlo con la normatividad.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – caño El Boral
DBO_5 y DQO	 **Figura 3.2.5-105 DBO5 Y DQO de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Metales, no metales y Metaloides	Los parámetros arsénico total, bario total, cadmio total, cobre total, cromo total, níquel total, plata total, selenio total, berilio, cobalto, estaño, litio, molibdeno, mercurio, plomo, y vanadio presentaron en la totalidad de los puntos de monitoreo de la microcuenca del caño El Boral para las dos épocas, concentraciones inferiores a los límites de cuantificación de los respectivos métodos analíticos empleados por el laboratorio; la totalidad de los puntos monitoreados cumplen con los límites normativos establecidos para cada metal y metaloide en los artículos aplicables del 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.6 del Decreto 1076 de 2015. En el caso del zinc, únicamente el punto PMASUP_DS_19 (0,03 mg/L) en época de lluvia, y los puntos BORAL_CL_02 (0,21 mg/L), y PMASup_DS_14 (0,02 mg/L) en época seca, reportaron concentraciones mayores al límite de cuantificación (0,02 mg/L). Estos puntos superan el límite máximo permisible por el artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 (0,01 mg/L), los demás resultados son catalogados como "indeterminados", ya que no es posible determinar si existe un incumplimiento de la normatividad.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – caño El Boral
Metales, no metales y Metaloides	 **Figura 3.2.5-106 Zinc de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025 En cuanto al calcio total, magnesio total, potasio y sodio totales, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros, además estos iones no representan algún tipo de riesgo, pues se considera como normal su presencia en los ecosistemas acuáticos debido al lavado del suelo, las rocas y el lecho de los cuerpos de agua. El aluminio total registro concentraciones que oscilan desde <0,5 mg/L (límite de detección utilizado por el laboratorio) a 2,94 mg/L en época de lluvia en el punto BORAL_CLE_01, y hasta 2,11 mg/L en época seca en el punto BORAL_CLE_01. Los artículos 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.6 del Decreto 1076 de 2015 establecen cómo límite normativo una concentración de 5,0 mg/L, por lo tanto, los valores registrados en la mayoría de los puntos dan cumplimiento al límite establecido en la normatividad.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – caño El Boral
Metales, no metales y Metaloides	

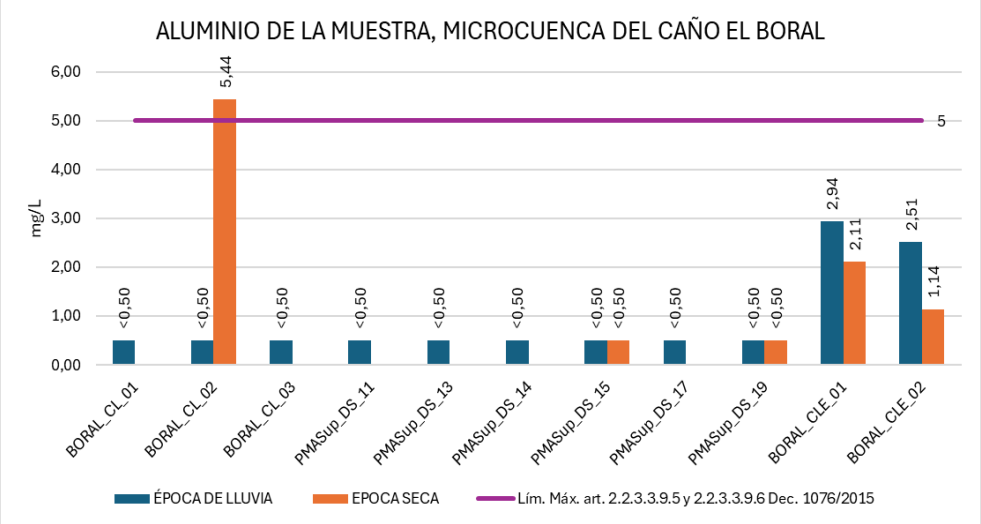


Figura 3.2.5-107 Aluminio de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca

Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Otros metales en el agua como el hierro y el manganeso reportaron concentraciones que superan el límite establecido en el artículo 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015. En cuanto al parámetro hierro, en época seca en los puntos BORAL_CL_02, BORAL_CLE_01, Y, BORAL_CLE_02 como se observa en las figuras a continuación.

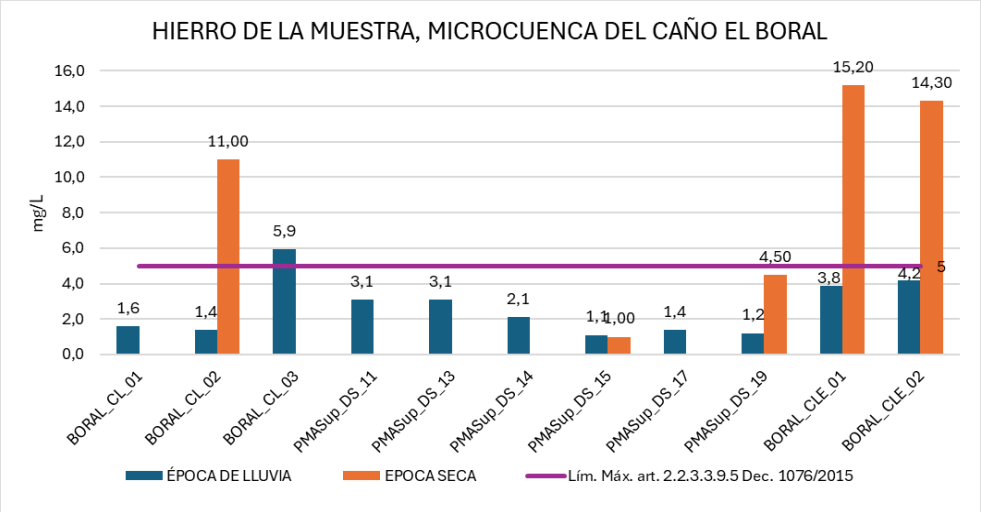
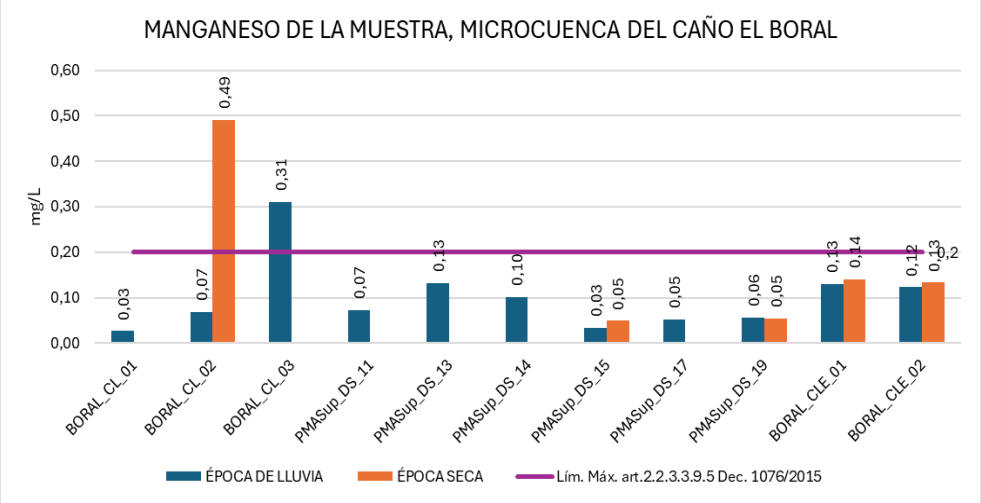
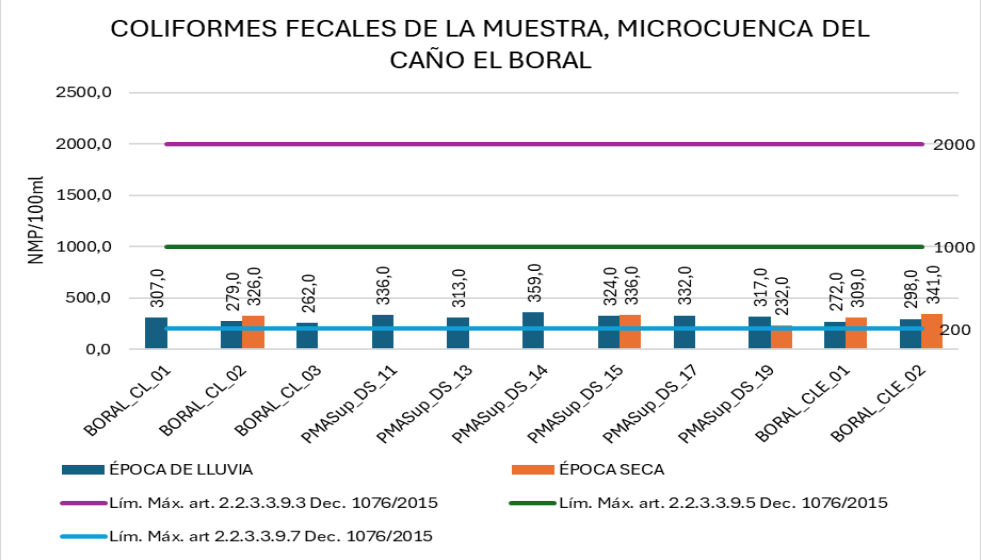


Figura 3.2.5-108 Hierro de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca

Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Para el parámetro manganeso en época seca por el punto BORAL_CL_02, y, en época de lluvia por el punto BORAL_CL_03.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – caño El Boral
Metales, no metales y Metaloides	 **Figura 3.2.5-109 Manganeso de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Coliformes Fecales Termotolerantes	En la época de lluvia, las coliformes termotolerantes registraron en los cuerpos de la microcuenca del caño El Boral concentraciones entre 262 NMP/100mL en el punto BORAL_CL_03, y, 359 NMP/100mL en el punto PMASup_DS_14. En la época seca, las concentraciones se encuentran en un rango entre 232 NMP/100mL hasta 341 NMP/100mL en el punto BORAL_CLE_02. A nivel normativo, se reporta cumplimiento de los límites de los artículos 2.2.3.3.9.3 (2000 NMP/100ml), y, 2.2.3.3.9.5 (1000 NMP/100ml), sin embargo, todos los puntos en ambas épocas superan el límite del art.2.2.3.3.9.7 (200 NMP/100ml).  **Figura 3.2.5-110 Coliformes Fecales Termotolerantes de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – caño El Boral
Coliformes totales	Los valores de concentración para coliformes totales estuvieron en un rango de 3090 NMP/100mL (BORAL_CL_02) hasta 3770 NMP/100mL (PMASup_DS_14) en época de lluvia, y, 4140 NMP/100mL (BORAL_CLE_02) en época seca. A nivel normativo, se observó cumplimiento de los límites máximos permisibles del Decreto 1076 de 2015 establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 (20000 NMP/100mL), 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.8 (5000 NMP/100mL), mientras que todos los puntos superan el límite máximo del artículo 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 (1000 NMP/100ml).

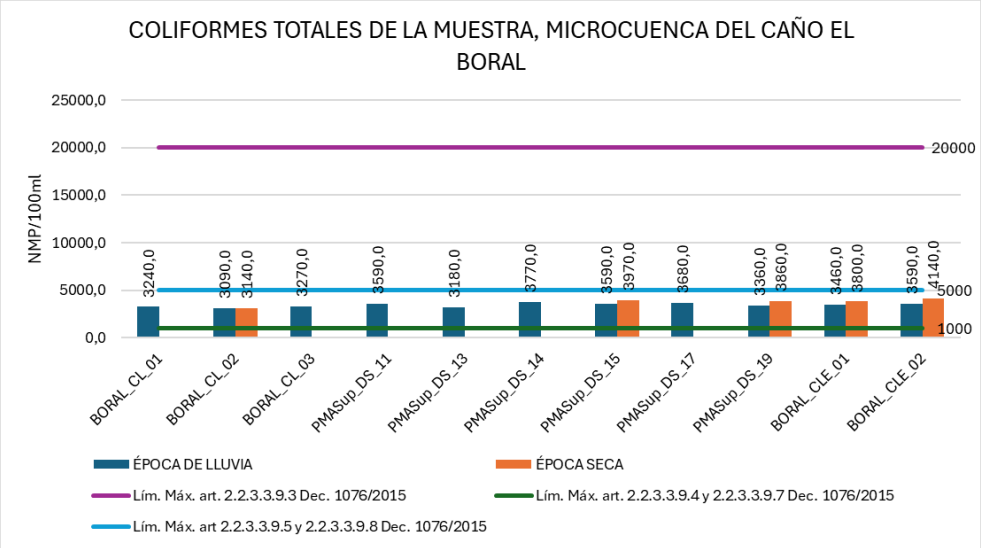


Figura 3.2.5-111 Coliformes Totales de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca

Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Huevos de Helmintos	Los huevos de Helmintos presentaron para la totalidad de los puntos de monitoreo durante las dos épocas hidroclimáticas analizadas concentraciones menores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio (<1 huevos/L). Adicionalmente, en la normativa de referencia no se estipula ningún límite permisible en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 aplicables.
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	Para el monitoreo realizado en la microcuenca del caño El Boral se obtuvieron concentraciones en el límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio para su determinación (<0,200 mg LAS/L), en la totalidad de los puntos evaluados, los resultados indican que no se presenta ningún tipo de afectación derivada de la presencia de vertimientos sobre los cuerpos de agua monitoreados en el área de influencia. De igual forma, se cumple a cabalidad con el límite máximo permisible contemplado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.8 del Decreto 1076 de 2015 (0,5 mg LAS/L).
Pesticidas organofosforados	Para el monitoreo en las dos épocas climáticas, la totalidad de puntos muestreados en la microcuenca del caño El Boral presentaron concentraciones inferiores al límite mínimo de cuantificación establecida por la respectiva técnica analítica empleada en el laboratorio para su determinación (<0,00001 mg/L en época de lluvia, y, <0,00020 mg/L en época seca). Por lo anterior, es posible afirmar que hay ausencia de dicho compuesto en las muestras de agua analizadas, concluyendo así que la calidad del agua de estos ecosistemas acuáticos no ha sido afectada por vertimientos de fuentes exógenas que contengan este tipo de compuesto.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – caño El Boral
Caudal	Se realizó el aforo de caudal en la época de lluvia en los puntos BORAL_CL_02 (7.068,6 L/s), BORAL_CL_03 (1.506,3 L/s), PMASUP_DS_15 (58,3 L/s), PMASUP_DS_17 (1,8 L/s), y, PMASUP_DS_19 (233,4 L/s), en cuanto al punto BORAL_CL_1, el laboratorio reportó que no fue posible la toma de caudal en época de lluvia debido a condiciones de seguridad del cuerpo de agua. En la época seca, sólo se logró hacer el aforo de caudal en el punto BORAL_CL_02 (2.750 L/s) y PMASup_DS_19 (226 L/s), ya que los demás puntos se encontraron secos o sin flujo continuo al momento de realizar el monitoreo.

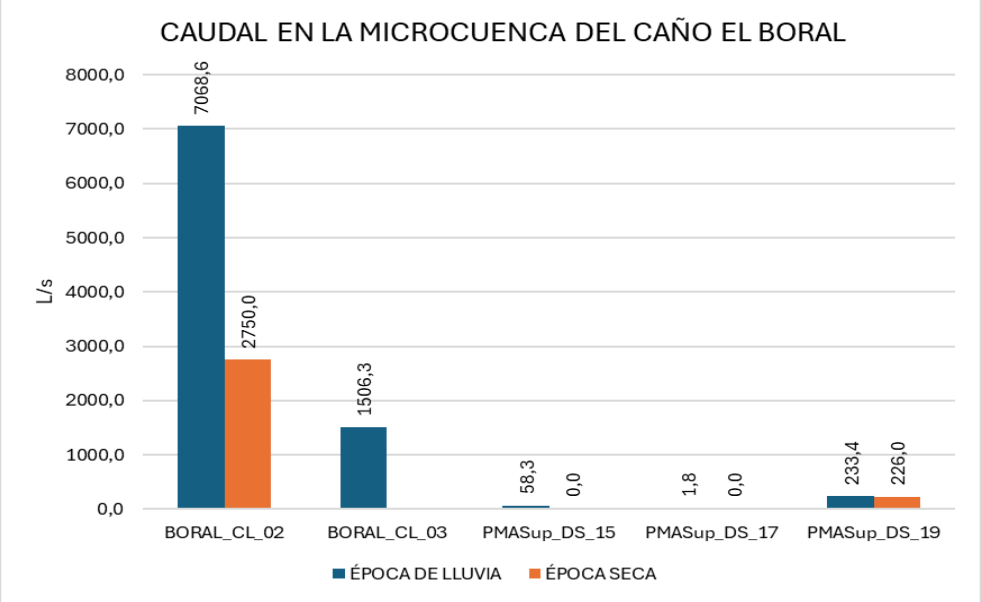


Figura 3.2.5-112 Caudal de las muestras de la microcuenca del caño El Boral en época de lluvia y época seca

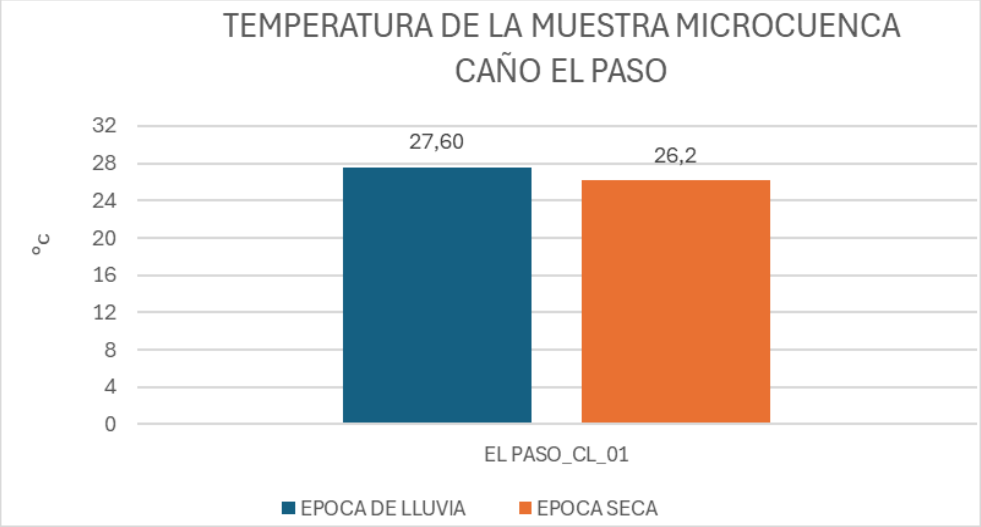
Fuente: Gessig S.A.S., 2025

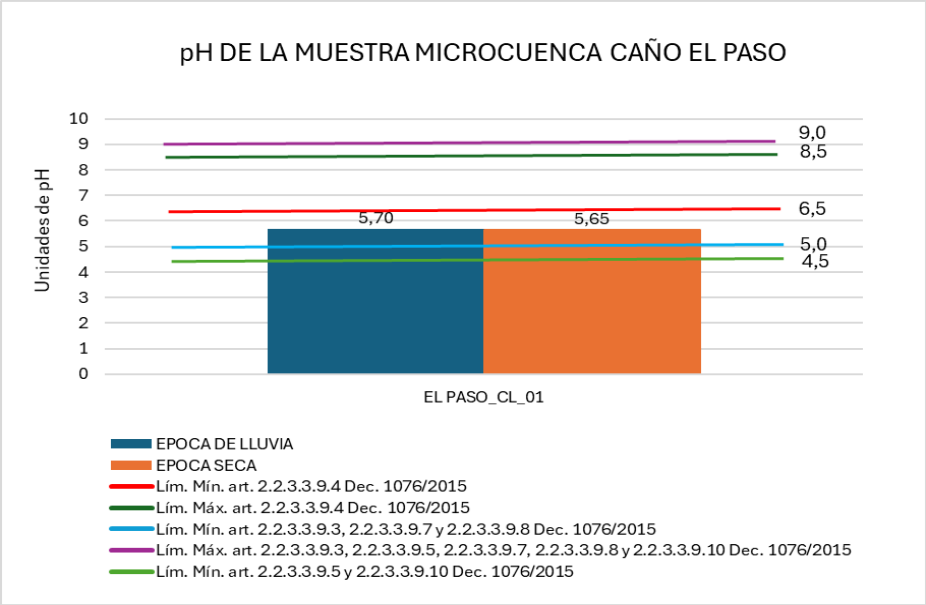
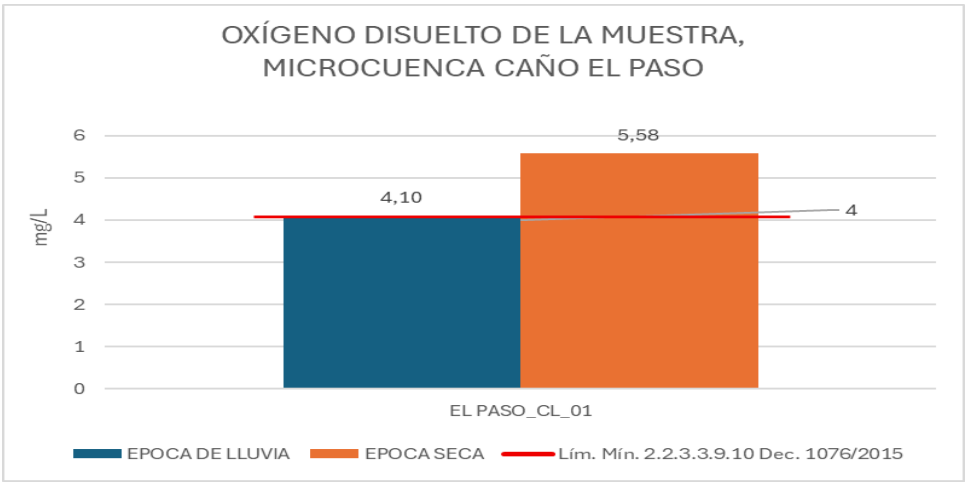
Fuente: Gessig S.A.S., 2025, adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

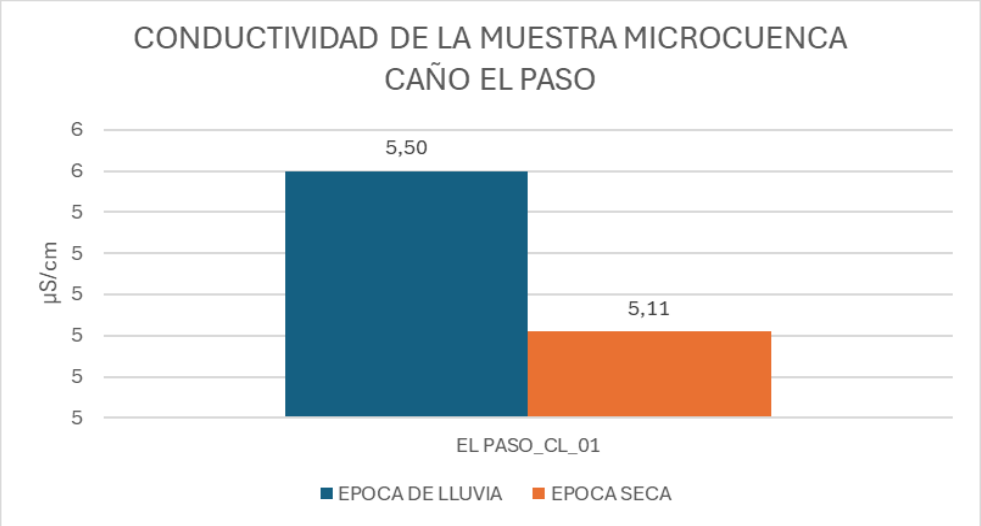
- *Microcuenca del caño El Paso*

En la microcuenca del caño El Paso se realizó el monitoreo de calidad de agua en el punto EL PASO_CL_01 durante la época de lluvia y la época seca. En la **Tabla 3.2.5-35** se presenta el análisis de cada parámetro caracterizado. Para ver más información, detallada y en forma gráfica, remitirse al **Anexo 3.2-5_Calidad_ASUP** donde se presentan los informes de laboratorio, reportes de laboratorio, soportes de campo, certificados de calibración, resoluciones de acreditación y registro fotográfico.

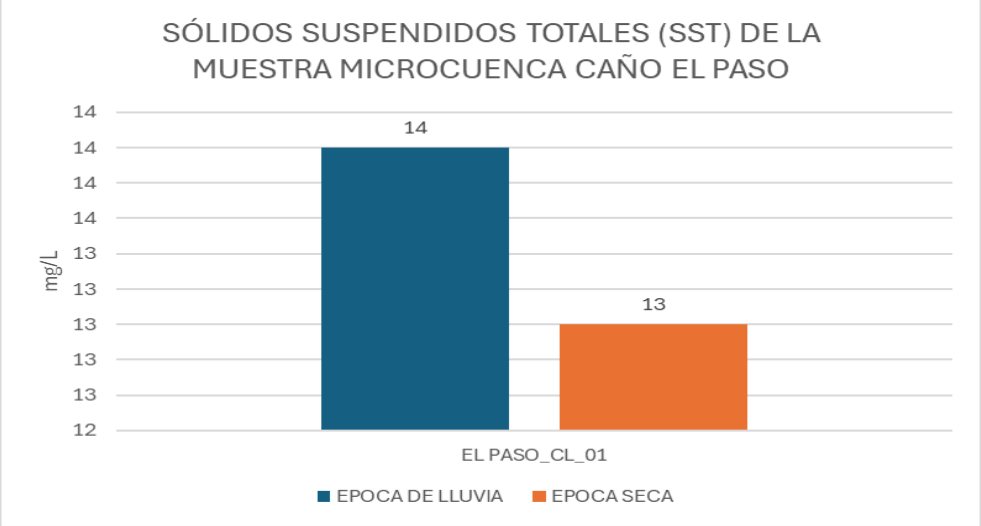
Tabla 3.2.5-35 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca del caño El Paso durante la época de lluvia y época seca

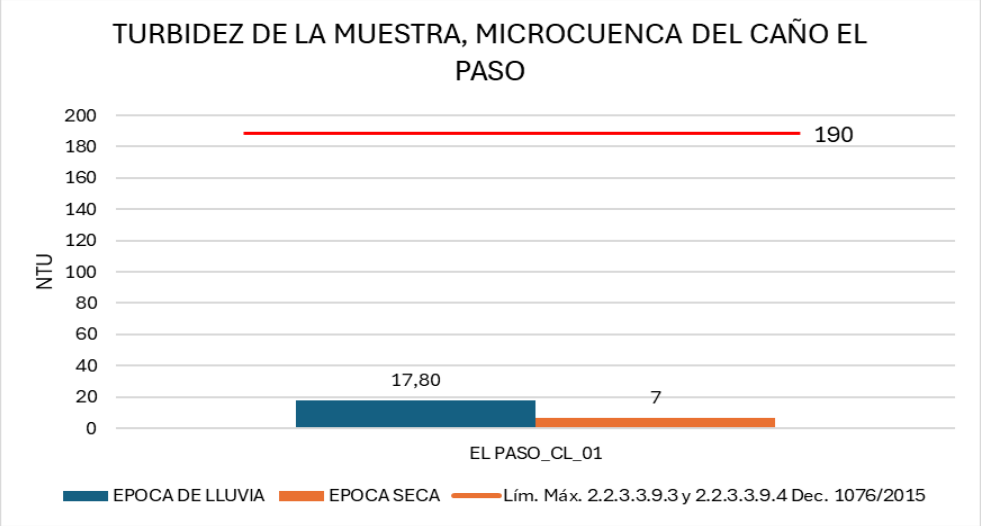
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño El Paso
Temperatura	El punto EL PASO_CL_01 registró una temperatura del agua igual a 27,6°C para la época de lluvia, mientras que en la época seca la temperatura registrada fue de 2,2 °C. Lo cual evidencia un comportamiento de temperatura normal acorde a los valores de temperatura ambiente del municipio de Cabuyaro. Este comportamiento térmico favorece el mantenimiento de procesos biológicos esenciales, como la disolución adecuada del oxígeno, que es crucial para la supervivencia de las especies acuáticas. Además, las temperaturas observadas están dentro de rangos que permiten el desarrollo y la reproducción de organismos acuáticos, sin evidenciar condiciones de estrés térmico que pudieran comprometer la biodiversidad o la calidad del ecosistema. En el Decreto único reglamentario 1076 del 2015, no se estipulan límites máximos permisibles para este parámetro.  **Figura 3.2.5-113 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño El Paso en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
pH	El pH es crucial para los ecosistemas acuáticos, ya que influye en la solubilidad y disponibilidad de nutrientes y metales pesados, la toxicidad de las sustancias químicas, y la salud y desarrollo de los organismos acuáticos. Un pH fuera del rango óptimo puede afectar negativamente la fisiología de los peces, alterar los ciclos de vida de las plantas acuáticas y microorganismos, y provocar cambios en la biodiversidad del ecosistema. El punto EL PASO_CL_01 registró un valor de pH igual a 5,70 unidades de pH en época de lluvias, para la época seca registró 5,65 unidades de pH, demostrando cumplimiento de los límites establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8 y 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, los cuales establecen un rango entre 4,5 a 9,0 unidades. Sin embargo, el punto EL PASO_CL_01 se encuentra debajo del límite permisible del artículo 2.2.3.3.9.4 (6,5 a 8,5 unidades) que trata los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico. El pH registrado se considera "Ligeramente ácido".

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño El Paso
pH	 **Figura 3.2.5-114 pH de las muestras de la microcuenca del caño El Paso en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Oxígeno Disuelto (OD)	El valor reportado en el punto EL PASO_CL_01 fue igual a 4,10 mg/L para época de lluvia, en la época seca el valor incrementó registrando 5,58 mg/L, indicando una condición "estable o bien oxigenado", donde los niveles de oxígeno disueltos son suficientemente altos para mantener procesos metabólicos como la respiración celular y asegurar un funcionamiento ecológico óptimo para las especies acuáticas. Ambos valores cumplen con el límite establecido por el Artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, referente a los criterios de calidad para la preservación de flora y fauna en aguas cálidas dulces.  **Figura 3.2.5-115 Oxígeno disuelto de las muestras de la microcuenca del caño El Paso en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

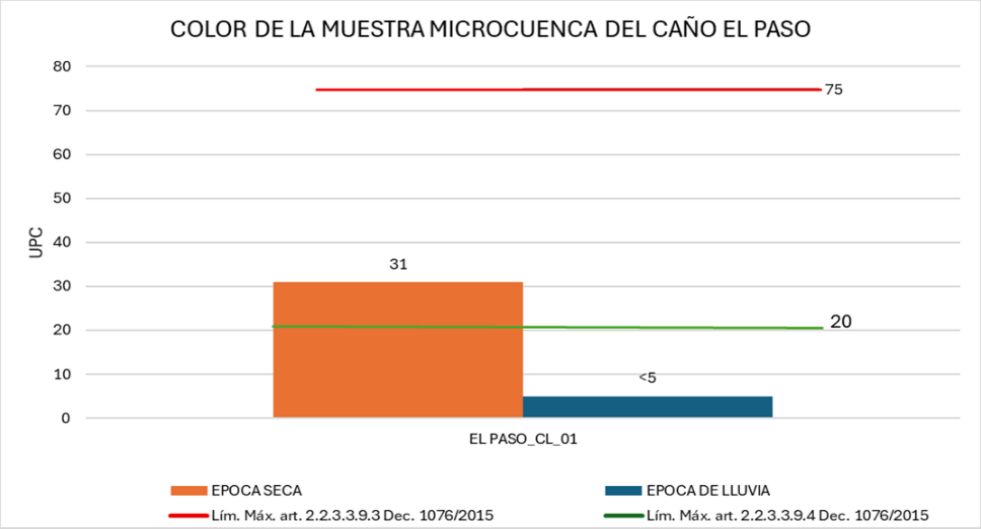
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño El Paso
Conductividad Eléctrica	La conductividad se refiere a la capacidad del agua para conducir electricidad, que depende del intercambio catiónico entre las partículas disueltas. Esta propiedad está estrechamente relacionada con la cantidad de sólidos disueltos totales (SST) y se utiliza para evaluar la habilidad del agua para transmitir corriente eléctrica. La conductividad es un indicador del grado de mineralización del agua, ya que refleja la presencia y concentración de cationes como sodio, potasio, calcio y magnesio, así como de aniones como carbonatos, bicarbonatos, sulfatos y cloruros[2]. Durante la época de lluvia la conductividad eléctrica en el punto EL PASO_CL_01 fue de 5,50 µS/cm y para la época seca fue de 5,11 mg/L, es decir que cuenta con un grado de mineralización "Muy débil" al registrar conductividades menores a los 100 µS/cm según los rangos propuestos por Rodier (1996). En los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del decreto único reglamentario 1076 del 2015, no se estipulan máximos permisibles para este parámetro.  **Figura 3.2.5-116 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño El Paso en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	La concentración de sólidos disueltos totales (SDT) en el agua abarca una amplia gama de compuestos, incluidos sales, minerales, metales, y otros compuestos orgánicos e inorgánicos con un tamaño inferior a 1,5 µm. Estos sólidos se encuentran completamente disueltos en el agua y no pueden ser separados por métodos de filtración comunes, lo que los convierte en un indicador clave de la calidad del agua. Los SDT son importantes tanto desde el punto de vista ecológico como desde el de los usos humanos, ya que influyen en la potabilidad del agua, su sabor, y su idoneidad para el riego, la industria y otros usos. El punto EL PASO_CL_01 registró una concentración menor a 30 mg/L para las dos épocas climáticas. El decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente estudio (2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10).

[2] Guillot Monro, G., & Marquéz C., G. (2011}. Ecología y efecto ambiental de embalses: Aproximación con casos colombianos. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Minas, Instituto de Estudios Ambientales.

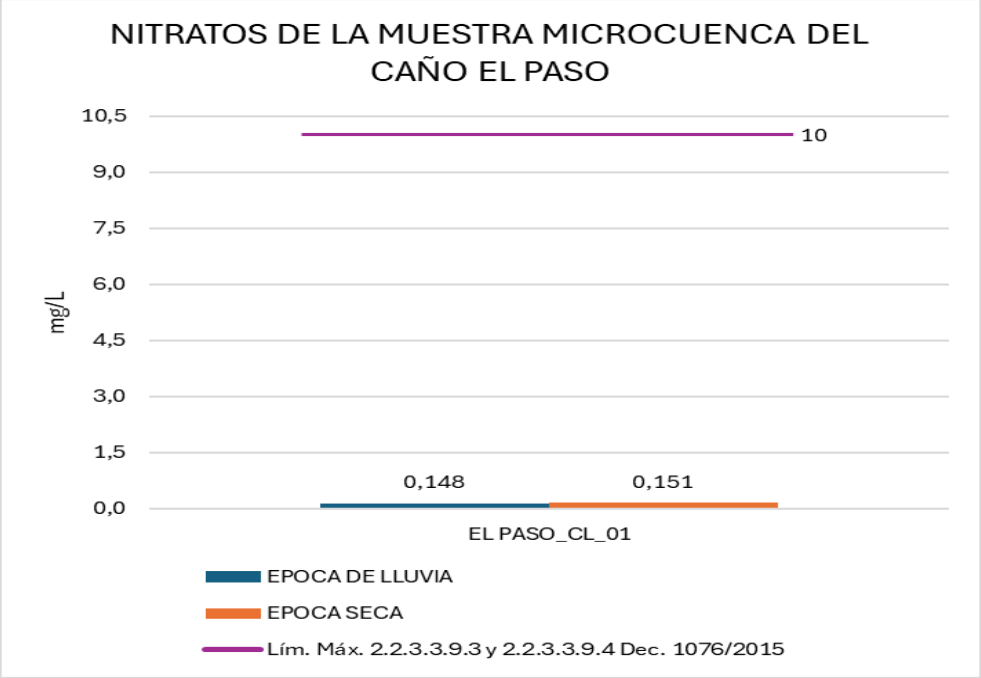
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño El Paso
Sólidos Sedimentables (SSD)	Se refiere a los sólidos mayores de 0,01 mm que se sedimentan de una suspensión en un periodo de tiempo definido debido a la influencia de la gravedad. El punto EL PASO_CL_01 registró una concentración igual al límite de cuantificación del método implementado por el laboratorio MCS (<0,10 mL/L-h) en las dos épocas climáticas analizadas. El decreto 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro.
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	La presencia de los SST en los cuerpos de agua tiene una relación directa con la turbiedad y está relacionada con el aporte de sólidos a las vertientes de corrientes superficiales, con origen natural (arrastre debido a la precipitación), y origen antrópico (erosión del suelo por labores agrícolas de labranza y arado, remoción de cobertura vegetal con fines de urbanización y la realización de obras de infraestructura). El punto EL PASO_CL_01 registró una concentración de 14 mg/L para la época de lluvia y disminuyó 1 mg/L para la época seca. El decreto único reglamentario 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro de calidad de agua, el IDEAM.  **Figura 3.2.5-117 Sólidos Suspendidos Totales de las muestras de la microcuenca del caño El Paso en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Turbiedad	El parámetro de turbidez se refiere a la opacidad o falta de transparencia del agua debido a la presencia de partículas suspendidas en el agua que interfieren con la transmisión de la luz, por lo que incide directamente en la productividad primaria de biomasa y el flujo de energía dentro del ecosistema. El punto EL PASO_CL_01 registró un valor de turbidez igual a 17,8 NTU para la época de lluvias, para la época seca se evidencia una disminución de 10,8 puntos reportando 7 NTU. A nivel normativo, el artículo 2.2.3.3.9.4 establece un límite máximo permisible de 10 UJT (Unidades de turbidez Jackson) basadas en el antiguo método Jackson que equivale a 190 NTU, de forma que ambas épocas se encuentran muy por debajo de este valor y cumplen con el límite del art. 2.2.3.3.9.4. Adicionalmente, el artículo 2.2.3.3.9.10 referente a los criterios de calidad para la preservación de flora y fauna, determina que no debe presentarse turbiedad en el cuerpo de agua que interfiera con la actividad fotosintética, el punto EL PASO_CL_01 en época de lluvia cumple con este criterio.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño El Paso
Turbiedad	 **Figura 3.2.5-118 Turbiedad de las muestras de la microcuenca del caño El Paso en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	La acidez del agua corresponde a la presencia de dióxido de carbono, ácidos minerales y cationes que al hidrolizarse generan un medio ácido; aunque la acidez al igual que la alcalinidad tiene funciones amortiguadoras, los ácidos no se producen en reacción a la presencia de bases por lo que su presencia se infiere de eventos contaminantes. Por su parte, la alcalinidad hace referencia a la capacidad del agua para neutralizar ácidos o aceptar protones, y está determinada por el contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos[3]. Los bicarbonatos presentes en cuerpos de agua dulce se generan principalmente del desgaste y disolución de rocas en la microcuenca que contienen carbonatos, tales como la piedra caliza, cuya disolución es promovida por la presencia de CO2 (atmosférico o generado en sedimentos ricos en materia orgánica). La acidez, alcalinidad total y bicarbonatos registraron un valor inferior al límite de cuantificación del método de análisis implementado por el laboratorio MCS (<2 mg/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no estipula límites máximos permisibles para estos parámetros. No obstante, según lo establecido en la Resolución 2115 de 2007, se admite una alcalinidad máxima de 200 mg/L y una acidez no mayor a 60 mg/L para agua para consumo humano. Criterios cumplidos por los cuerpos de agua monitoreados.
Dureza Total y Dureza Cálcica	Para el punto EL PASO_CL_01, los parámetros de dureza total y dureza cálcica registraron el mismo valor, inferior al límite de cuantificación del método de análisis implementado por el laboratorio MCS (<3 mg/L) tanto para la época de lluvias como para la época seca. Estos valores permiten clasificar el agua de la microcuenca del caño como "Blanda". A nivel normativo, el Decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente complemento del EIA (2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10).

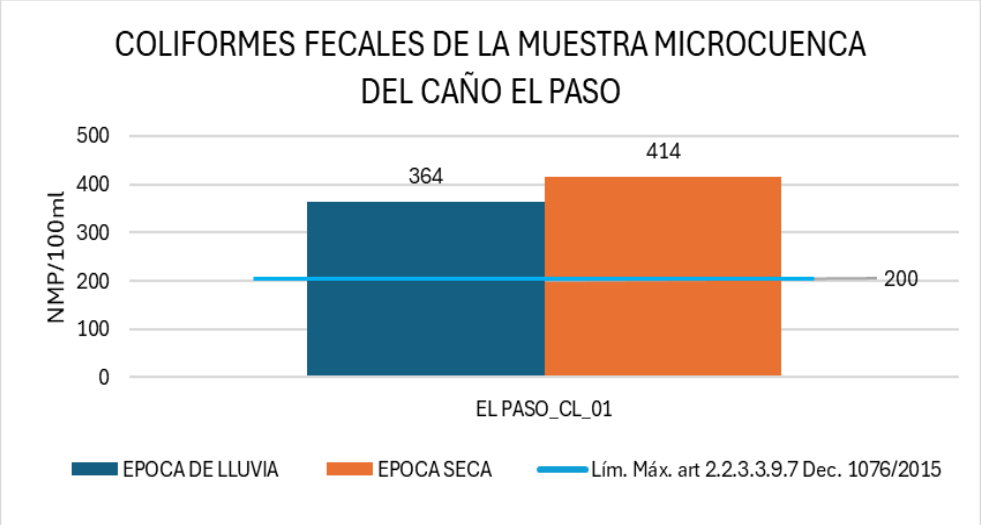
[3] Kevern, N., Elliot, R., Flaherty, M., Jennings, H., & Zaft, D. (1989). A limnological survey of Paradise Lake, Emmett and Cheboygan counties. Michigan Satate University.

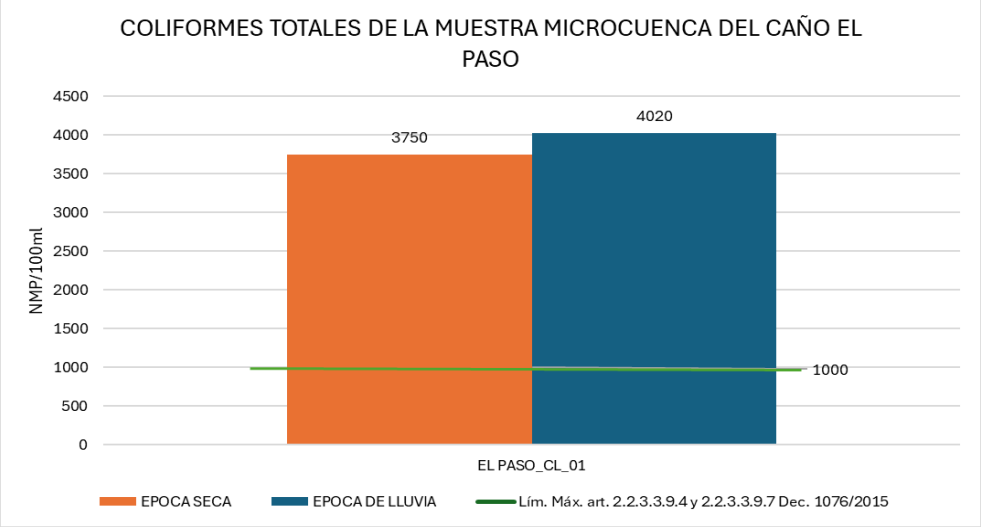
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño El Paso
Grasas y Aceites e Hidrocarburos totales	Las grasas y aceites son compuestos orgánicos de alto peso molecular, constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, así como hidrocarburos del petróleo. Correspondiendo a sustancias contaminantes que al ser insolubles en el agua permanecen en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas[4]. EL punto EL PASO_CL_01 registró concentraciones inferiores al límite de detección del método analítico utilizado por el laboratorio MCS (<1,40 mg/L) tanto para época de lluvia como para época seca. A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, establecen que no se deben presentar películas visibles de grasas y aceites flotantes. Durante el monitoreo no se observó película de grasas visibles sobre el punto.
Sulfatos	En época de lluvia y en época seca, el punto EL PASO_CL_01 registró un valor inferior al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<5 mg SO42-/L). Los resultados evidencian cumplimiento a nivel normativo al límite establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (400 mg SO42-/L), es decir que cumple con los criterios para uso doméstico.
Cloruros	Durante la época de lluvia y la épica seca se registraron concentraciones inferiores al límite del laboratorio MCS (<4 mg/L) en EL PASO_CL_01, demostrando cumplimiento del límite máximo permisible (250 mg/L) establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015.
Color de la muestra en UPC	Para la época de lluvia, el color de la muestra en el punto EL PASO_CL_01 fue inferior a 5 UPC, reflejando cumplimiento del límite permisible establecido en el artículo 2.2.3.3.9.3 (75 UPC). Para la época seca el valor registrado fue de 31 UPC, aún por debajo del límite máximo permisible.  **Figura 3.2.5-119 Color de las muestras de la microcuenca del caño El Paso en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

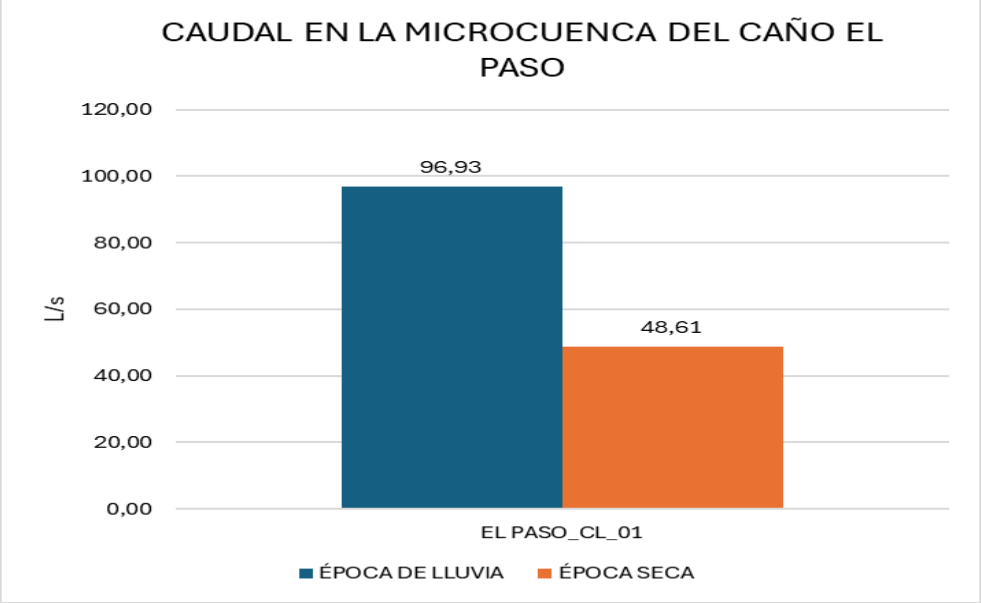
[4] Corbitt, R. A. (2003). Manual de referencia de la Ingeniería Ambiental. Capítulo 5: Abastecimiento de Agua (2nd ed.). Mc Graw Hill.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño El Paso
Fenoles totales	Para época de lluvia y la época seca, EL PASO_CL_01 reportó concentraciones inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio MCS para su determinación (<0,002 mg/L), es importante señalar que, según el Decreto 1076 de 2015, en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 se establece como límite máximo permisible 0,002 mg/L, lo cual indica cumplimiento.
Material Flotante	El punto EL PASO_CL_01 reportó ausencia de material flotante para ambas épocas.
Olor y sabor	En cuanto a olor y sabor, el punto EL PASO_CL_01 fue reportado como "Aceptable" tanto para la época seca como la época de lluvia, indicando que no existe una presencia alta de sustancias o compuestos orgánicos que alteren las propiedades organolépticas del agua. Los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros.
Nitratos y Nitritos	En la época de lluvia, el punto EL PASO_CL_01 registró un valor de Nitratos 0,148 mg NO3-N/L. Con respecto a los Nitritos, registró un valor inferior a 0,0100 mg NO2-/L (límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio). En la época seca, registró un valor de Nitratos de 0,151 mg NO3-N/L. Con respecto a los Nitritos, registró un valor inferior a 0,0100 mg NO2-/L (límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio). En ambos casos existe cumplimiento frente a los límites estipulados en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto único reglamentario 1076 de 2015 (1 mg/L para nitritos y 10 mg/L para nitratos).  **Figura 3.2.5-120 Nitratos de las muestras de la microcuenca del caño El Paso en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño El Paso
Nitrógeno Amoniacal y Nitrógeno total Kjeldahl	El punto EL PASO_CL_01 para época de lluvia registró una concentración de Nitrógeno amoniacal <1,00 mg/L. Por su parte se registró un valor <5,00 mg/L para el Nitrógeno total Kjeldahl. Para la época seca se reportó un valor de 7.42 mg/L para el Nitrógeno total Kjeldahl. Lo anterior permite inferir una muy baja presencia de estos compuestos sobre el caño El Paso. A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para estos parámetros.
Compuestos de Fósforo: Orgánico, inorgánico, ácido hidrolizable total, fósforo Total, y fósforo reactivo total - Ortofosfatos	La concentración de fósforo orgánico en el punto EL PASO_CL_01 fue inferior a 0,150 mg/L (límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio) para ambos periodos climáticos. A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites. Las concentraciones registradas para los parámetros de fósforo inorgánico y fósforo acido hidrolizable total, fueron inferiores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio (<0,1 mg/L para fósforo inorgánico y <0,150 mg/L para fósforo ácido hidrolizable total) para la época de lluvias, en cuanto a la época seca reportó un valor <0,1 mg/L de fósforo inorgánico. A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. En cuanto al fósforo total, se reportó una concentración de <0,150 mg/L para ambos periodos climáticos. A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. En la época de lluvia el laboratorio MCS tomó el parámetro fósforo reactivo total que es equivalente al parámetro de ortofosfatos, registrando un valor de <0,150 mg P/L (límite de cuantificación de la técnica analítica empleada en el laboratorio). Cabe señalar que, a nivel normativo los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del decreto 1076 de 2015 contemplados en el presente estudio no presentan límites máximos permisibles para estos parámetros.
Carbono Orgánico Total	Durante la época de lluvia y la época seca, se registró una concentración <2 mg/L (límite de cuantificación de la técnica analítica empleada en el laboratorio). El Decreto 1075 de 2015 no presenta límites restrictivos para este parámetro.
DBO_5 Y DQO	La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) para ambas épocas climáticas en el punto EL PASO_CL_01 registraron un valor <2 mg/L (límite de cuantificación de la técnica analítica empleada en el laboratorio). El Decreto 1075 de 2015 no presenta límites restrictivos para este parámetro. La DQO para la época de lluvia y la época seca registró un valor de <20 mg/L (límite de cuantificación de la técnica analítica empleada en el laboratorio). El Decreto 1075 de 2015 no presenta límites restrictivos para este parámetro.
Metales, no metales y Metaloides	Los parámetros arsénico total, aluminio total, bario total, berilio total, cadmio total, cobre total, cobalto total, cromo total, potasio, manganeso, mercurio, níquel total, plata total, plomo total, selenio total, estaño total, litio total, molibdeno total, zinc total, y vanadio; presentaron en el punto EL PASO_CL_01 concentraciones inferiores a los límites de cuantificación de los respectivos métodos analíticos empleados por el laboratorio MCS para ambas épocas climáticas; estos parámetros cumplen a su vez con los límites normativos establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015. En cuanto al calcio, magnesio y sodio totales, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros, estos iones no representan algún tipo de riesgo, pues se considera como normal su presencia en los ecosistemas acuáticos debido al lavado del suelo, las rocas y el lecho de los cuerpos de agua. El hierro total presentó una concentración igual a 0,641 mg/L en el punto EL PASO_CL_01 en la época de lluvias, para la época seca registró un valor < 0.1 mg/L. Presenta cumplimiento del límite establecido en el artículo 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño El Paso
Coliformes Fecales Termotolerantes	La concentración de coliformes fecales termotolerantes en el punto EL PASO_CL_01 registró un valor de 364 NMP/100 mL para la época de lluvia, siendo esta la concentración de coliformes fecales más alta registrada en los cuerpos lóticos monitoreados en el área de influencia físico-biótica del Bloque CPO-5. Para la época seca se evidencia un incremento en la concentración de este parámetro alcanzado los 414 NMP/100 mL. A nivel normativo, se cumple con los límites del artículo 2.2.3.3.9.3 (2000 NMP/100ml) y 2.2.3.3.9.5 (1000 NMP/100ml), mientras que supera el límite del artículo 2.2.3.3.9.7 (200 NMP/100ml).  **Figura 3.2.5-121 Coliformes Fecales de las muestras de la microcuenca del caño El Paso en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Coliformes totales	El valor de concentración de coliformes totales para el punto EL PASO_CL_01 fue de 4020 NMP/100ml para la época de lluvias, de manera contraria al parámetro anterior, se evidencia una disminución para la época seca registrando un valor de 3750 NMP/100ml. A nivel normativo, supera el límite máximo del artículo 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 (1000 NMP/100ml), y, cumplen con el criterio de calidad establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 (20000 NMP/100mL), 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.8 (5000 NMP/100mL) del Decreto 1076 de 2015.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño El Paso
Coliformes totales	 **Figura 3.2.5-122 Coliformes Totales de las muestras de la microcuenca del caño El Paso en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Huevos de Helmintos	Para ambas épocas climáticas los huevos de Helmintos presentaron concentraciones menores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio (<1N° org/L). Adicionalmente, en la normativa de referencia no se estipula ningún límite permisible en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 aplicables.
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	La concentración registrada el punto EL PASO_CL_01 en la época de lluvias es igual al límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio para su determinación (<0,200 mg LAS/L), los resultados indican que no se presenta ningún tipo de afectación derivada de la presencia de vertimientos sobre los cuerpos de agua monitoreados en el área de influencia. De igual forma, se cumple a cabalidad con el límite máximo permisible contemplado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.8 del Decreto 1076 de 2015 (0,5 mg LAS/L).
Pesticidas organofosforados	Para el monitoreo en época de lluvia el punto EL PASO_CL_01 presentó una concentración inferior al límite mínimo de cuantificación establecida por la respectiva técnica analítica empleada en el laboratorio para su determinación (<0,00001 mg/L). Para época seca reportó <0,0002 mg/L. Por lo anterior, es posible afirmar que hay ausencia de dichos compuestos en la muestra de agua analizada.
Caudal	Durante la época de lluvia se realizó el aforo de caudal en el punto EL PASO_CL_01 que fue igual a 96,93 L/s. En la época seca, el caudal del punto de muestreo sobre el caño El Paso presentó una reducción a 48,61 L/s. (Ver **Anexo 3.2-5b_Reportes_Lab** >> Caudales).

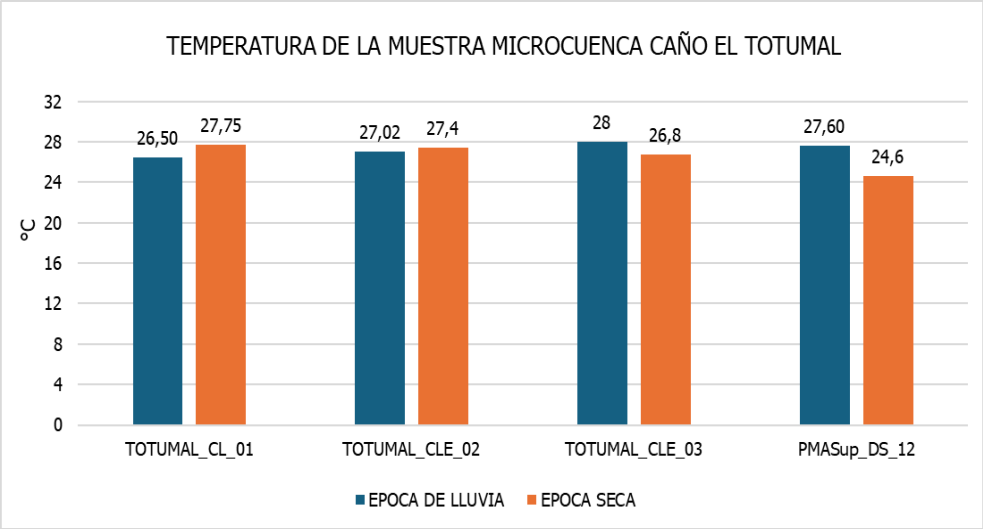
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño El Paso
Caudal	 **Figura 3.2.5-123 Caudal del punto EL PASO_CL_01 en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

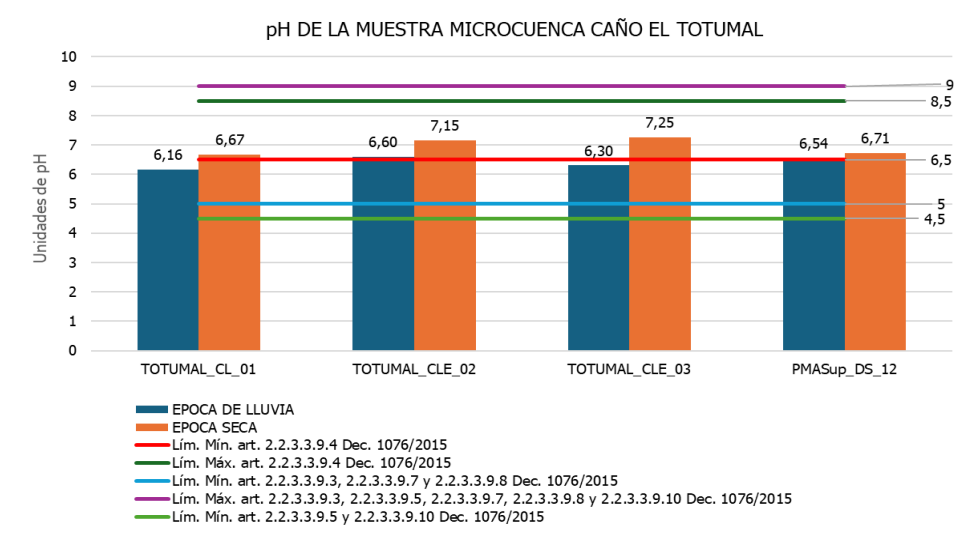
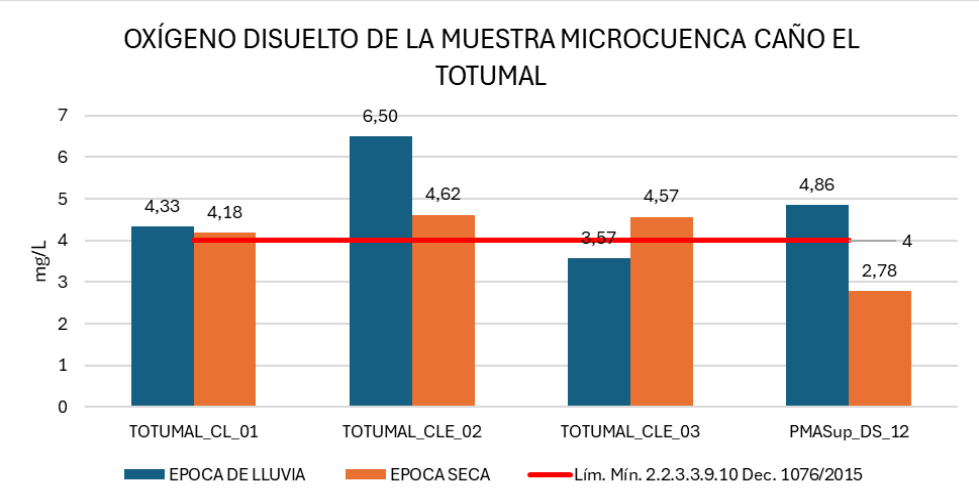
Fuente: Gessig S.A.S., 2025, adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

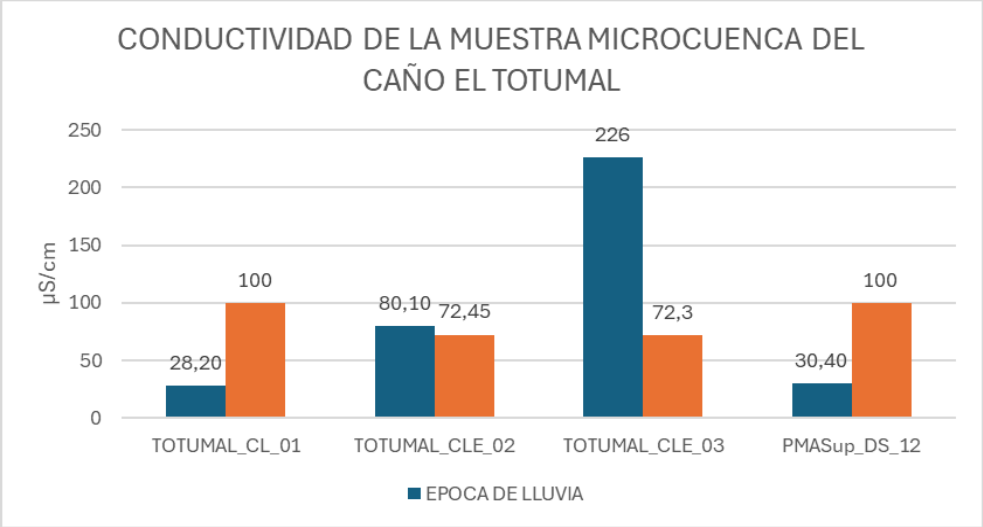
- *Microcuenca del caño Totumal*

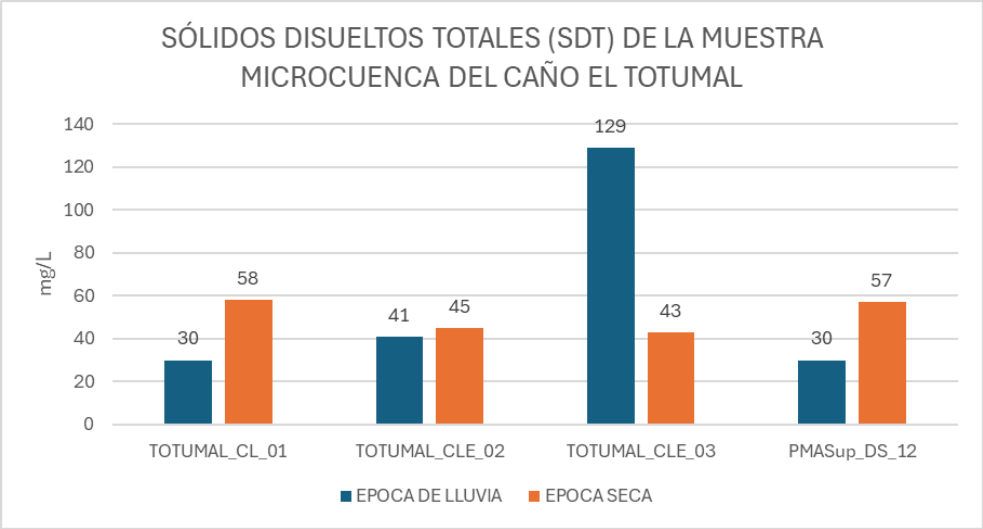
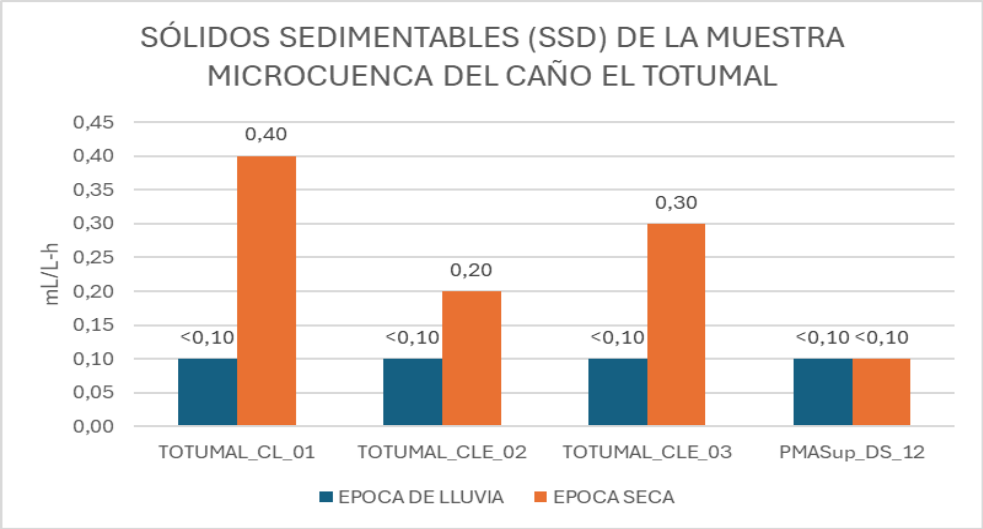
En la microcuenca del caño Totumal se realizó el monitoreo de calidad de agua en los puntos TOTUMAL_CL_01, TOTUMAL_CLE_02, TOTUMAL_CLE_03 y PMASUP_DS_12 durante la época de lluvia y la época seca. En la **Tabla 3.2.5-36** se presenta el análisis de cada parámetro monitoreado. Para ver más información, detallada y en forma gráfica, remitirse al **Anexo 3.2-5_Calidad_ASUP** donde se presentan los informes de laboratorio, reportes de laboratorio, soportes de campo, certificados de calibración, resoluciones de acreditación y registro fotográfico.

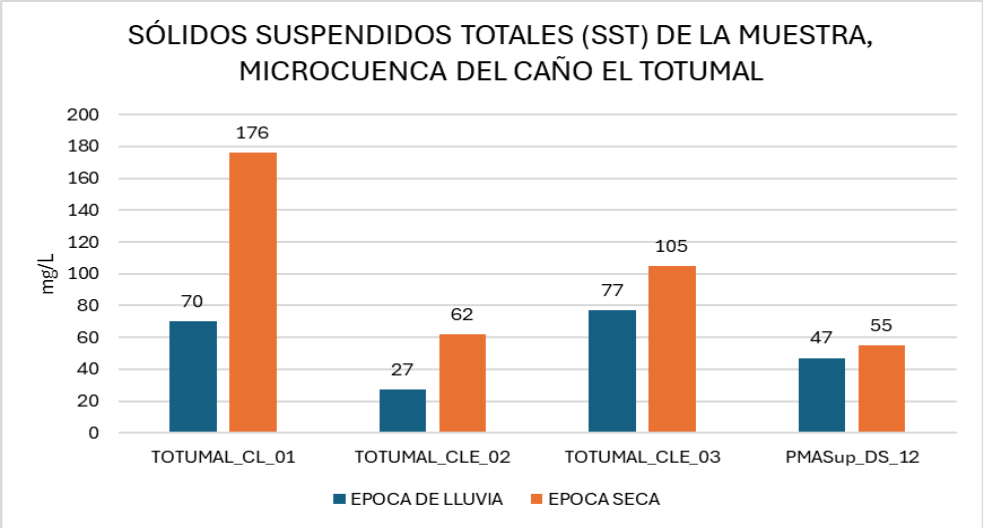
Tabla 3.2.5-36 Parámetros FQ y B muestreados en la microcuenca del caño Totumal durante la época de lluvia y época seca

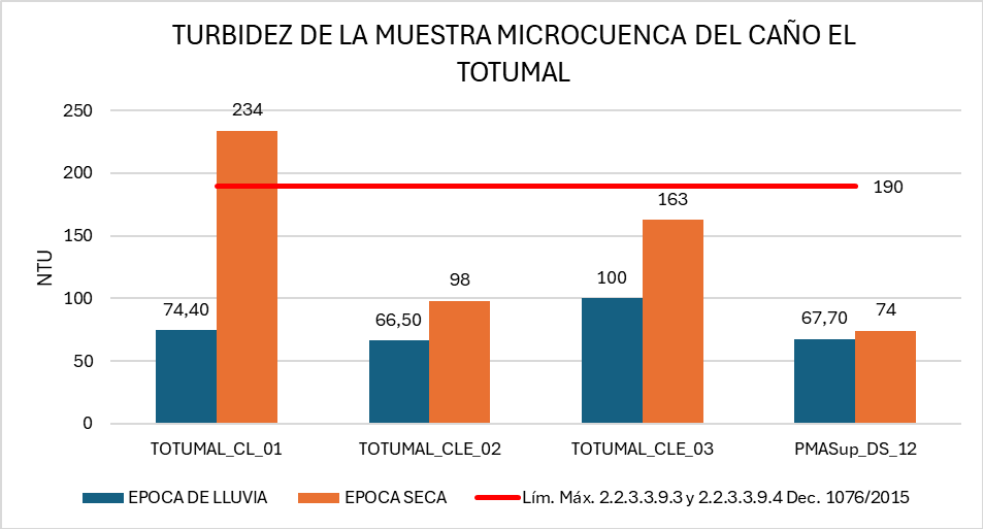
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Totumal
Temperatura	Esta microcuenca se caracteriza por presentar una temperatura promedio de 27,28°C en época de lluvia, y una temperatura promedio de 26,64 °C e época seca, como se observa en la figura, la temperatura a lo largo de la microcuenca es constante y evidencia un comportamiento normal que permite el mantenimiento de los procesos biológicos. Este comportamiento térmico favorece el mantenimiento de procesos biológicos esenciales, como la disolución adecuada del oxígeno, que es crucial para la supervivencia de las especies acuáticas. Además, las temperaturas observadas están dentro de rangos que permiten el desarrollo y la reproducción de organismos acuáticos, sin evidenciar condiciones de estrés térmico que pudieran comprometer la biodiversidad o la calidad del ecosistema. En el Decreto único reglamentario 1076 del 2015, no se estipulan límites máximos permisibles para este parámetro.  **Figura 3.2.5-124 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
pH	Los monitoreos realizados en la microcuenca del caño Totumal para época de lluvias, reportaron concentraciones entre 6,16 unidades en el punto TOTUMAL_CL_01 y 6,6 unidades en el punto TOTUMAL_CL_02. Para la época seca estas concentraciones oscilaron entre 6,675 unidades en el punto TOTUMAL_CL_01 y 7,25 TOTUMAL_CL_03. Se evidencia que la totalidad de los puntos de monitoreo refieren cumplimiento respecto a los límites establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8 y 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, los cuales establecen un rango entre 4,5 a 9,0 unidades. Sin embargo, para el límite permisible del artículo 2.2.3.3.9.4 (6,5 a 8,5 unidades) que trata los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico, los puntos TOTUMAL_CL_02 y PMASUP_DS_12 son los únicos en cumplir el límite durante la época de lluvia, para la época seca la totalidad de los puntos cumplen con este límite superior e inferior.

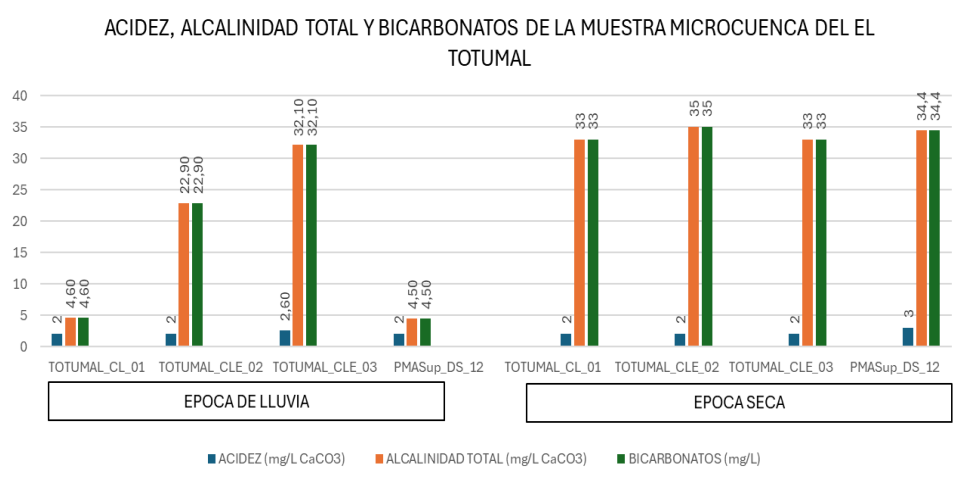
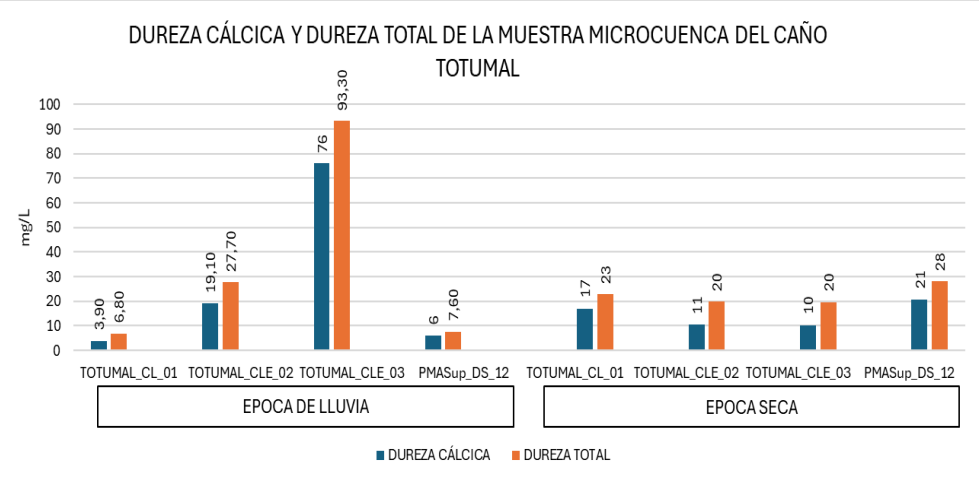
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Totumal
pH	 **Figura 3.2.5-125 pH de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Oxígeno Disuelto (OD)	La mayoría de los puntos de la microcuenca del caño Totumal presentaron niveles de OD superiores a 4 mg/L tanto para época de lluvia como para época seca, límite establecido por el Artículo 2.2.3.3.10 del Decreto 1076 de 2015, referente a los criterios de calidad para la preservación de flora y fauna en aguas cálidas dulces. De manera que, los únicos puntos en no cumplir fueron TOTUMAL_CL_03 (3,57 mg/L) en época de lluvia, y PMASUP_DS_12 (2,78 mg/L) en época seca. Lo anterior puede deberse al comportamiento de velocidad de flujo lento asociado al patrón de drenaje de tipo distribuitario de la microcuenca del caño Totumal. Además, este déficit de oxígeno puede llevar a una menor biodiversidad y/o migración de organismos.  **Figura 3.2.5-126 Oxígeno Disuelto de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

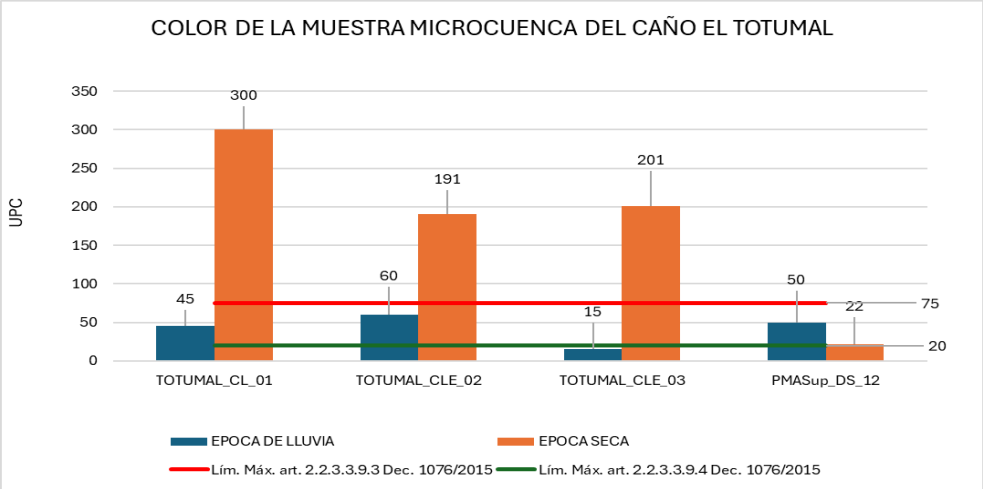
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Totumal
Conductividad Eléctrica	Para la época de lluvia el punto TOTUMAL_CLE_03 registró la concentración más alta igual a 226 µS/cm, indicando un grado de mineralización "Débil", al registrar conductividades entre 100 µS/cm y 200 µS/cm. Para la época seca el mayor valor registrado fue 100 µS/cm tanto en el punto TOTUMAL_CLE_01 como en el punto PMASUP_DS_12. En los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del decreto único reglamentario 1076 del 2015, no se estipulan máximos permisibles para este parámetro.  **Figura 3.2.5-127 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	Para la época de lluvia se reportaron concentraciones que oscilaron entre <30 mg/L el cual es el límite de detección del método de cuantificación utilizado por el laboratorio y 129 mg/L para cuerpos lénticos en el punto TOTUMAL_CLE_03. En época seca, el punto TOTUMAL_CLE_01 registró el valor más elevado con 58 mg/L seguido de PMASup_DS_12 con 57 mg/L. El decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente estudio (2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.5).

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Totumal
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	 **Figura 3.2.5-128 Sólidos Disueltos Totales de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Sólidos Sedimentables (SSD)	En cuanto a la normatividad ambiental, el Decreto 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro. Todos los puntos muestreados en época de lluvia reportaron concentraciones inferiores a 0,10 mL/L el cual es el límite de detección del método de cuantificación utilizado por el laboratorio. En época seca, se observa un aumento en la concentración de SSD en todos los puntos a excepción del punto PMASup_DS_12 que reportó un valor <0,10 mL/L.  **Figura 3.2.5-129 Sólidos Sedimentables de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Totumal
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	En la microcuenca del caño Totumal durante la época de lluvia se registraron valores desde 27 mg/L en el punto TOTUMAL_CLE_02, hasta 77 mg/L en el punto TOTUMAL_CLE_03, este último valor está relacionado con la deposición de sedimentos y materia orgánica en el cuerpo de agua lentico donde la velocidad del agua es casi nula. Para los monitoreos realizados en época seca, estos valores incrementaron, registrando 176 mg/L TOTUMAL_CL_01 y 105 mg/L TOTUMAL_CLE_03. El decreto único reglamentario 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro de calidad de agua.  **Figura 3.2.5-130 Sólidos Suspendidos Totales de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Turbiedad	A nivel normativo, el Decreto 1076 de 2015 en su artículo 2.2.3.3.9.4 establece un límite máximo permisible de 10 UJT (Unidades de turbidez Jackson) basadas en el antiguo método Jackson que equivale a 190 NTU, para la época de lluvia todos los puntos cumplen con el límite del art. 2.2.3.3.9.4. Adicionalmente, el artículo 2.2.3.3.9.10 referente a los criterios de calidad para la preservación de flora y fauna, determina que no debe presentarse turbiedad en el cuerpo de agua que interfiera con la actividad fotosintética, los puntos monitoreados cumplen con este criterio. Sin embargo, para la época seca el punto TOTUMAL_CL_01 reporta una concentración de 234 NTU, asociado al comportamiento de sólidos suspendidos totales y por tanto superando el límite establecido.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Totumal
Turbiedad	 **Figura 3.2.5-131 Turbidez de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	Tanto para la época de lluvia como para la época seca, los valores de acidez fueron <2 mg/L para la mayoría de los puntos, en cuanto a las concentraciones de alcalinidad total y bicarbonatos, en la época de lluvias estos valores fueron menores que en época seca para la totalidad de los puntos, pues en época de lluvia el mayor valor registrado fue para el punto TOTUMAL_CLE_03 con 32,10 mg/L y el menor para época seca fue 33 mg/L en el punto TOTUMAL_CLE_02 y TOTUMAL_CLE_03. A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no estipula límites máximos permisibles para estos parámetros. No obstante, según lo establecido en la Resolución 2115 de 2007, se admite una alcalinidad máxima de 200 mg/L y una acidez no mayor a 60 mg/L para agua para consumo humano. Criterios cumplidos por los cuerpos de agua monitoreados.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Totumal
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	 **Figura 3.2.5-132 Acidez, Alcalinidad Total y Bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Dureza total y Dureza Cálcica	En la época de lluvia se reportaron valores de dureza cálcica desde 3,9 mg/L CaCo3 en el punto TOTUMAL_CL_01 hasta 76 en el punto TOTUMAL_CLE_03 (cuerpo de agua léntico). Los valores de dureza total, para la época de lluvia fueron reportados en un rango de 6,8 mg/L y 93,3 mg/L de CaCO3. En la época seca los valores oscilan entre 10 mg/L de CaCO3 y 21 mg/L de CaCO3 para dureza cálcica y entre 20 mg/L de CaCO3 y 28 mg/L de CaCO3 para dureza total. Se evidencia una disminución considerable del valor máximo reportado.  **Figura 3.2.5-133 Dureza Cálcica y Dureza Total de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Totumal
Dureza total y Dureza Cálcica	Estos valores permiten clasificar el agua de la microcuenca del caño como "Blanda". A nivel normativo, el Decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente complemento del EIA (2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10).
Grasas y Aceites e Hidrocarburos totales	Las grasas y aceites son compuestos orgánicos de alto peso molecular, constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, así como hidrocarburos del petróleo. Correspondiendo a sustancias contaminantes que al ser insolubles en el agua permanecen en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas. La totalidad de los puntos tanto como para época de lluvia como para época seca registraron concentraciones inferiores al límite de detección de los métodos analíticos utilizados por el laboratorio MCS (<1,40 mg/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, no fijan límites para estos parámetros, pero si establecen que no se deben presentar películas visibles de grasas y aceites flotantes. Teniendo en cuenta lo anterior, los puntos de monitoreo evidenciaron cumplimiento durante la época de lluvia.
Sulfatos	Para ambos periodos climáticos este parámetro registró valores inferiores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<5 mg SO42-/L) en todos los puntos monitoreados. Los resultados evidencian cumplimiento a nivel normativo al límite establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (400 mg SO42-/L), es decir que cumple con los criterios para uso doméstico.
Cloruros	Para la época de lluvia se registró valores de cloruros inferiores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<4 mg SO42-/L) en todos los puntos monitoreados. Para la época seca el único punto que no mantuvo las condiciones de la época de lluvia fue TOTUMAL_CL_01 que reportó 7,2 mg SO42-/L. Las concentraciones en la totalidad de puntos cumplen con el límite máximo permisible (250 mg/L) establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015.
Color de la muestra en UPC	Para la época de lluvia, los resultados oscilaron entre 15 UPC en el punto TOTUMAL_CLE_03 hasta 60 UPC en el punto TOTUMAL_CLE_02. Para la época seca, las concentraciones oscilaron entre 300 UPC (TOTUMAL_CL_01) y 22 UPC (PMASup_DS_12). A nivel normativo, el Decreto 1076 de 2015 fija un límite de 20 UPC para este parámetro en su artículo 2.2.3.3.9.3 y un límite de 75 UPC en el artículo 2.2.2.3.9.4 para el cual la totalidad de los puntos en época de lluvias se encuentran en cumplimiento presentando valores inferiores.  **Figura 3.2.5-134 Color de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Totumal
Fenoles totales	Los fenoles totales, durante la época de lluvia y la época seca registraron en la totalidad de puntos muestreados valores inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio MCS para su determinación (<0,002 mg/L). cumpliendo plenamente con el criterio de calidad estipulado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 del Decreto 1076 de 2015, e indicando que los cuerpos de agua no presentan afectación por parte de estos compuestos.
Material Flotante	No se registró material flotante en ningún punto de muestreo para ambos periodos climáticos de la microcuenca del caño Totumal cumpliendo con lo dispuesto en el Decreto 1076 de 2015, frente a no presentar materiales flotantes.
Olor y sabor	La totalidad de puntos de monitoreo se han reportado como "Aceptable" para la época de lluvias y la época seca. Los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros.
Nitratos y Nitritos	Para época de lluvia, los cuerpos de agua lénticos obtuvieron concentraciones comprendidas entre 0,144 mg N-NO3/L (TOTUMAL_CLE_02) y 0,158 mg N-NO3/L en el punto de ocupación de cauce PMASUP_DS_12. En cuanto a los nitritos este parámetro reportó concentraciones en el límite de cuantificación de la técnica analítica empleada para su determinación por el laboratorio MCS (<0,0100 mg N-NO2/L) en la totalidad de puntos muestreados. Para la época seca las concentraciones de nitratos obtenidas oscilaron entre 0,148 en el punto TOTUMAL_CLE_03 y 0,442 en el punto PMASUP_DS_12. Para nitritos en la época seca la mayoría de los puntos registró concentraciones <0,0100 mg N-NO2/L, sólo el punto PMASUP_DS_12 superó este valor con 0,0258 N-NO2/L. Al comparar estas concentraciones frente a los límites estipulados en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto único reglamentario 1076 de 2015 (1 mg/L para nitritos y 10 mg/L para nitratos), se comprueba que en los dos casos existe cumplimiento frente a la norma y, por lo tanto, el agua proveniente de estos puntos podría ser destinada para consumo humano y doméstico sin que ocurran afectaciones a la salud.

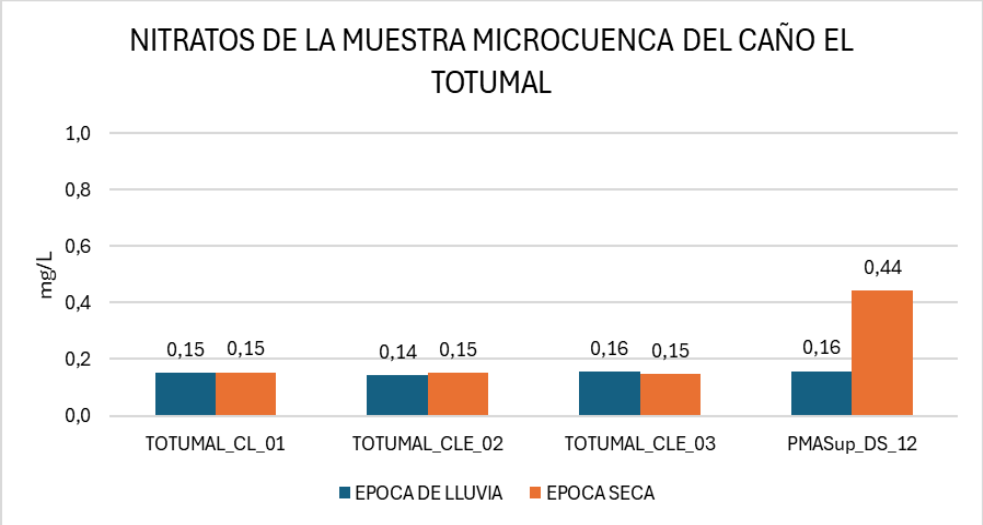
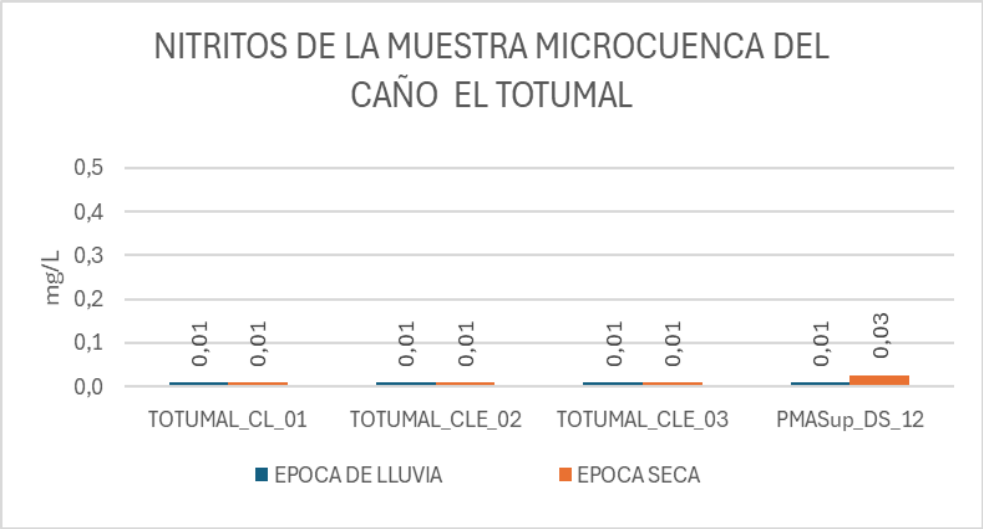
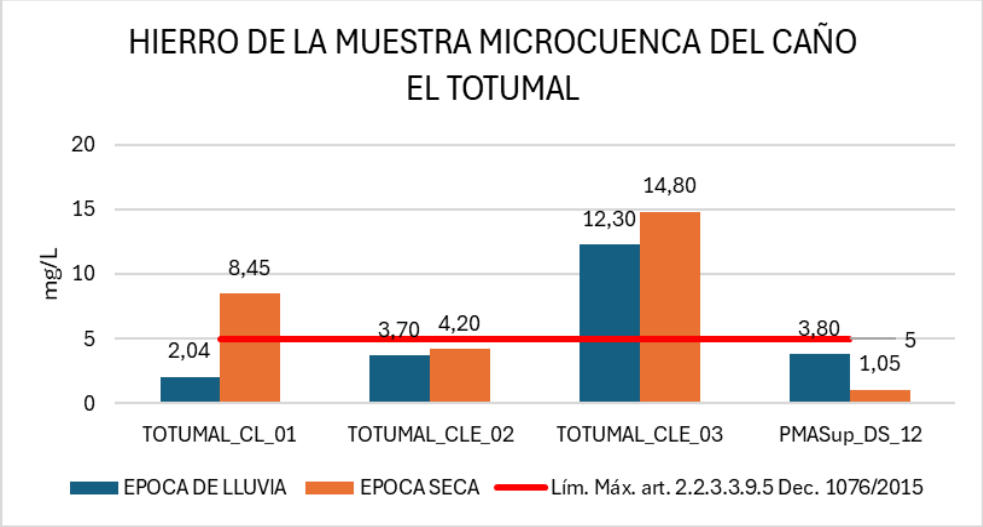
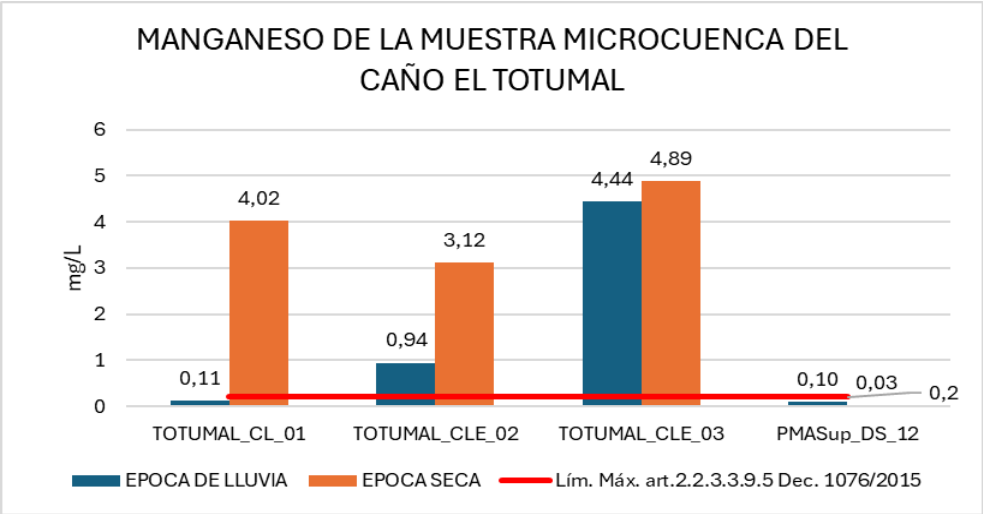


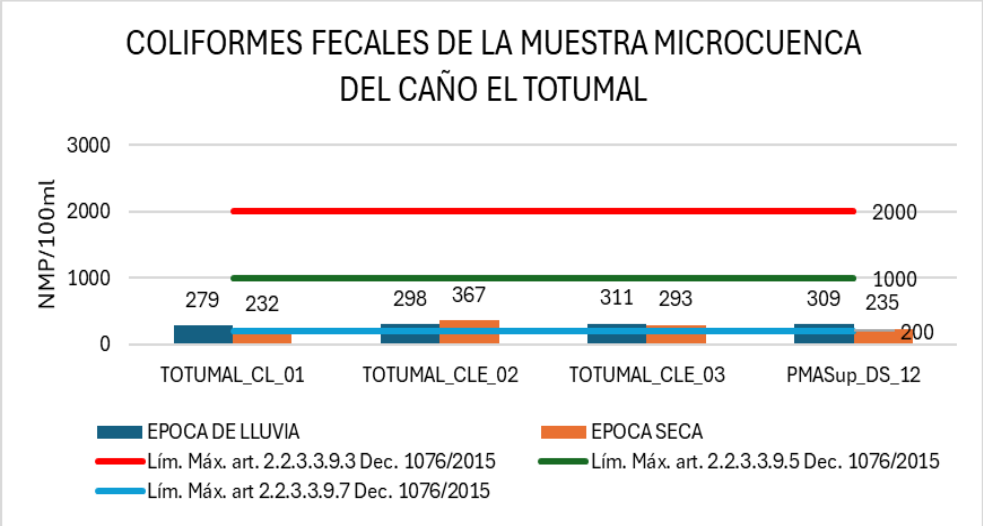
Figura 3.2.5-135 Nitratos de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca

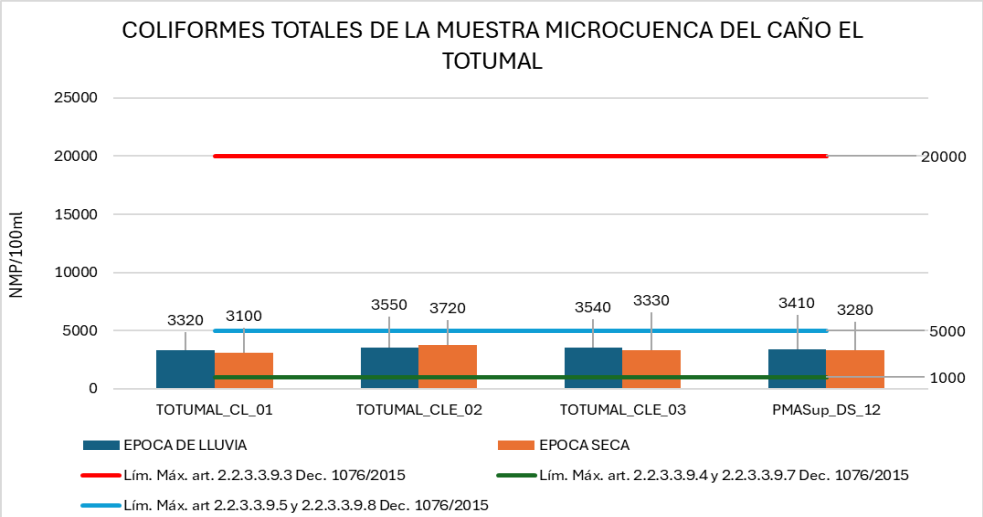
Fuente: GessiG S.A.S 2025

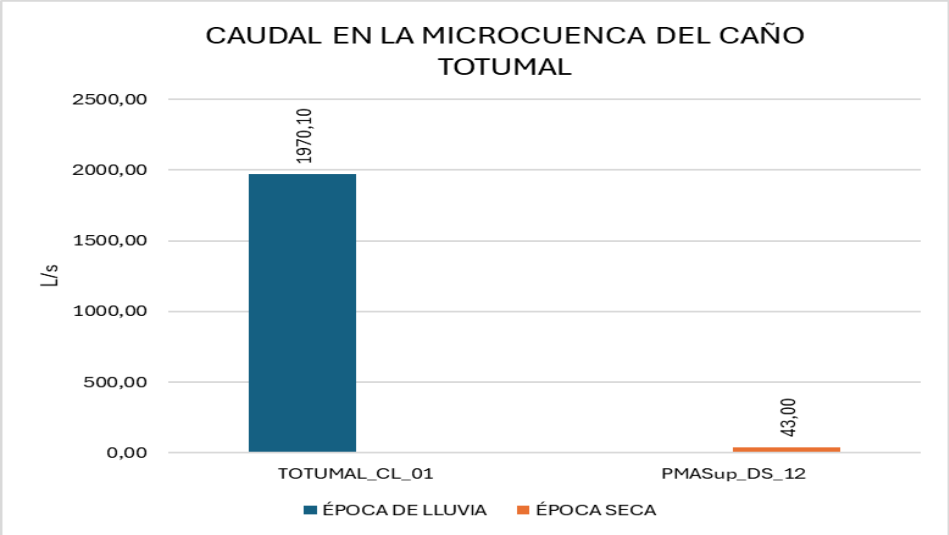
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Totumal
Nitratos y Nitritos	 **Figura 3.2.5-136 Nitritos de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S., 2025
Nitrógeno Amoniacal y Nitrógeno total Kjeldahl	En la época de lluvia y en la época seca, la totalidad de los puntos registró valores <1 mg/L, valor correspondiente al límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio MCS. A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. También se monitoreo durante ambas épocas la concentración de Nitrógeno total Kjeldahl, que registró una concentración igual al límite cuantificable establecido por la técnica de análisis empleada por el laboratorio MCS (<5,00 mg N/L) en la totalidad de puntos de monitoreo evaluados. Es importante mencionar que el parámetro descrito no se encuentra regulado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.6, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8, 2.2.3.3.9.9 y 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015.
Compuestos de Fósforo: Orgánico, inorgánico, ácido hidrolizable total, fósforo Total, y fósforo reactivo total - Ortofosfatos	Para ambas épocas, tanto de lluvias como seca, la totalidad de puntos registraron una concentración de fósforo orgánico en el límite de cuantificación de la técnica analítica empleada en el laboratorio MCS (<0,150 mg/L). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. Con respecto al fósforo inorgánico se reportaron valores menores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<0,1 mg/L) en la totalidad de los puntos tomados en época de lluvia y para tres de los cuatro puntos en época seca, en el punto PMASup_DS_12 reportó 0,376 mg/L. A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. En cuanto al fósforo total, la totalidad de los puntos en época de lluvia se registraron valores inferiores a 0,150 mg/L (límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS). Para la época seca tres de los cuatro puntos reportaron el valor <0,150 mg/L en el punto PMASup_DS_12 reportó 0,442 mg/L. A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Totumal
Compuestos de Fósforo: Orgánico, inorgánico, ácido hidrolizable total, fósforo Total, y fósforo reactivo total - Ortofosfatos	Finalmente, en la época de lluvia el laboratorio encargado MCS tomó el parámetro fósforo reactivo total que es equivalente a ortofosfatos, registrando valores en el límite de cuantificación de la técnica analítica empleada en el laboratorio (<0,150 mg P/L). Los resultados de concentraciones detectables de fósforo en el punto PMASup_DS_12 sugieren la posible existencia de una fuente puntual o acumulación localizada de estos nutrientes en condiciones de bajo caudal. Cabe señalar que, a nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 contemplados en el presente estudio no presentan límites máximos permisibles para este parámetro.
Carbono Orgánico Total	Para ambos periodos climáticos, la totalidad de los puntos monitoreados registraron concentraciones inferiores al límite utilizado por el laboratorio para su análisis, en el caso de la época de lluvia (<1 mg/L) y para la época seca (<2 mg/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 contemplados en el presente estudio no presentan límites máximos permisibles para el parámetro.
DBO_5 Y DQO	Para la época de lluvia y para la época seca, la totalidad de los puntos monitoreados registraron concentraciones inferiores al límite utilizado por el laboratorio para su análisis (<2 mg/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no presentan límites permisibles para estos parámetros, por lo cual no es posible compararlo con la normatividad. Ahora bien, para la época seca, la totalidad de los puntos monitoreados registraron concentraciones inferiores al límite utilizado por el laboratorio para su análisis (<20 mg/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no presentan límites permisibles para estos parámetros, por lo cual no es posible compararlo con la normatividad.
Metales, no metales y Metaloides	Los parámetros plomo, aluminio, arsénico total, bario total, cadmio total, cobre total, cromo total, níquel total, plata total, selenio total, mercurio, berilio, cobalto, estaño, litio, molibdeno, zinc y vanadio presentaron en la totalidad de los puntos de monitoreo de la microcuenca del caño Totumal para la época de lluvia y para la época seca, concentraciones inferiores a los límites de cuantificación de los respectivos métodos analíticos empleados por el laboratorio; la totalidad de los puntos monitoreados cumplen con los límites normativos establecidos para cada metal y metaloide en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015. En época de lluvia el calcio presentó valores que oscilaron entre 1,45 mg/L en el punto TOTUMAL_CL_01 hasta 28,1 mg/L en el punto TOTUMAL_CLE_03, el decreto 1076 de 2015 no establece ningún límite máximo permisible para este parámetro por lo que no es posible compararlo. Para época seca, los valores oscilaron entre 8,6 mg/L (PMASup_DS_12) y 3,7 mg/L (TOTUMAL_CLE_03). Se debe tener en cuenta que estos iones no representan algún tipo de riesgo, pues se considera como normal su presencia en ecosistemas acuáticos debido al lavado del suelo, las rocas y el lecho de los cuerpos de agua. El hierro total para época de lluvia presentó concentraciones entre 2,04 mg/L en el punto TOTUMAL_CL_01 y 12,30 mg/L en el punto TOTUMAL_CL_03, este último es el único punto que sobrepasa el límite normativo establecido por el artículo 2.2.3.3.9.5. del Decreto 1076 de 2015. Ahora bien, para la época seca presentó concentraciones entre 1,05 mg/L en el punto PMASup_DS_12 y 14,8 mg/L en el punto TOTUMAL_CL_03.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Totumal
Metales, no metales y Metaloides	 **Figura 3.2.5-137 Hierro de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S., 2025 En la época de lluvia, el manganeso registró su máxima concentración en el punto TOTUMAL_CL_03 con un valor de 4,4 mg Mn/L. Con respecto al límite establecido por el artículo 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015 (0,2 mg/L), la mitad de los puntos (TOTUMAL_CL_01 y PMASUP_DS_12) cumplen con el límite para el periodo climático monitoreado. Así mismo, para la época seca el punto TOTUMAL_CLE_03 registró el valor máximo con 4,89 mg/L, sólo el punto PMASup_DS_12 registró un valor por debajo del límite establecido por la normatividad ambiental.  **Figura 3.2.5-138 Manganeso de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Totumal
Coliformes Fecales Termotolerantes	En la época de lluvia, las coliformes fecales termotolerantes registraron en los cuerpos lénticos concentraciones entre 279 NMP/100mL en el punto TOTUMAL_CL_01 y 311 NMP/100mL en el punto TOTUMAL_CLE_03. En época seca, los valores oscilaron entre 232 NMP/100mL (TOTUMAL_CL_01) y 367 NMP/100mL (TOTUMAL_CLE_02). A nivel normativo todos los puntos monitoreados cumplen con el límite establecido con los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.5, sin embargo, ninguno de los 4 puntos cumple con el límite establecido en el artículo 2.2.3.3.9.7 del Decreto 1076 de 2015 para ambas épocas climáticas, por lo cual la calidad del agua respecto a los coliformes fecales no es óptima para fines recreativos mediante contacto primario.  **Figura 3.2.5-139 Coliformes fecales de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025
Coliformes totales	Para la época climática de lluvia, los valores de concentración para coliformes totales estuvieron en un rango de 3320 NMP/100mL (TOTUMAL_CL_01) hasta 3550 NMP/100mL (TOTUMAL_CLE_02). Las concentraciones en la época seca se comportaron de manera similar, oscilaron entre 3100 NMP/100mL (TOTUMAL_CL_01) y 3720 NMP/100mL (TOTUMAL_CLE_02). A nivel normativo, se observó cumplimiento de los límites máximos permisibles del Decreto 1076 de 2015 establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 (20000 NMP/100mL), 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.8 (5000 NMP/100mL), mientras que todos los puntos superan el límite máximo del artículo 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 (1000 NMP/100ml).

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Totumal
Coliformes totales	 **Figura 3.2.5-140 Coliformes totales de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025
Huevos de Helmintos	Los huevos de Helmintos presentaron para la totalidad de los puntos de monitoreo durante ambas épocas concentraciones menores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio (<1N°org/L). Adicionalmente, en la normativa de referencia no se estipula ningún límite permisible en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 aplicables.
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	Para el monitoreo realizado en época de lluvia y seca se obtuvieron concentraciones en el límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio para su determinación (<0,200 mg LAS/L), en la totalidad de los puntos evaluados, los resultados indican que no se presenta ningún tipo de afectación derivada de la presencia de vertimientos sobre los cuerpos de agua monitoreados en el área de influencia. De igual forma, se cumple a cabalidad con el límite máximo permisible contemplado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.8 del Decreto 1076 de 2015 (0,5 mg LAS/L).
Pesticidas órgano-fosforados	Para el monitoreo en época de lluvia y seca la totalidad de puntos muestreados en la microcuenca del caño Totumal para ambas épocas presentaron concentraciones inferiores al límite mínimo de cuantificación establecida por la respectiva técnica analítica empleada en el laboratorio para su determinación (<0,00001 mg/L en época de lluvia, y, <0,00020 mg/L en época seca). Por lo anterior, es posible afirmar que hay ausencia de dicho compuesto en las muestras de agua analizadas.
Caudal	Durante la época de lluvia se realizó el aforo de caudal en el punto TOTUMAL_CL_01, el cual registró un valor de 1970,1 L/s, un área de la sección de 9,42 m2, un ancho de 6 m y una profundidad máxima de 2 m. En la época seca sólo se pudo hacer el aforo de caudal en el punto PMASup_DS_12 donde se registró un caudal igual a 43 L/s.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Totumal
Caudal	 **Figura 3.2.5-141 Caudal de las muestras de la microcuenca del caño Totumal en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025

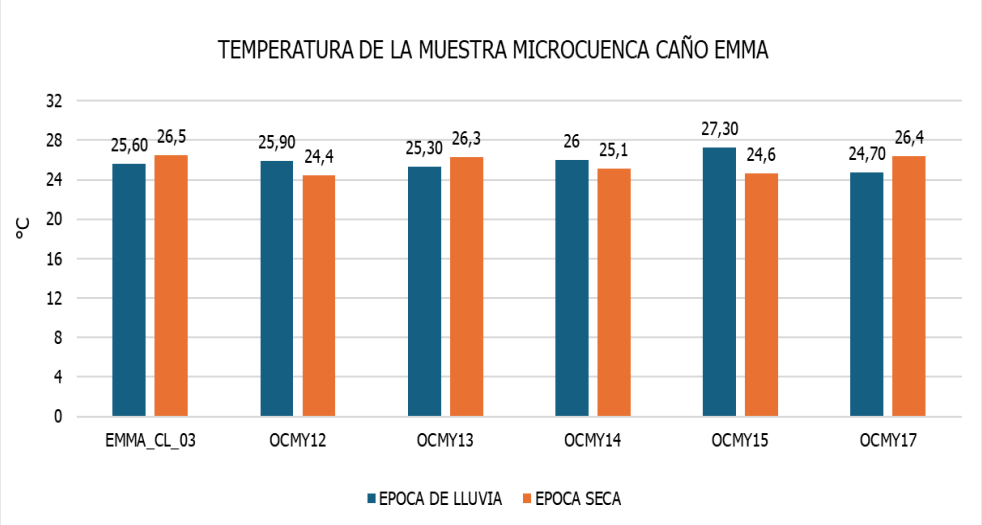
Fuente: Gessig S.A.S., 2025, adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

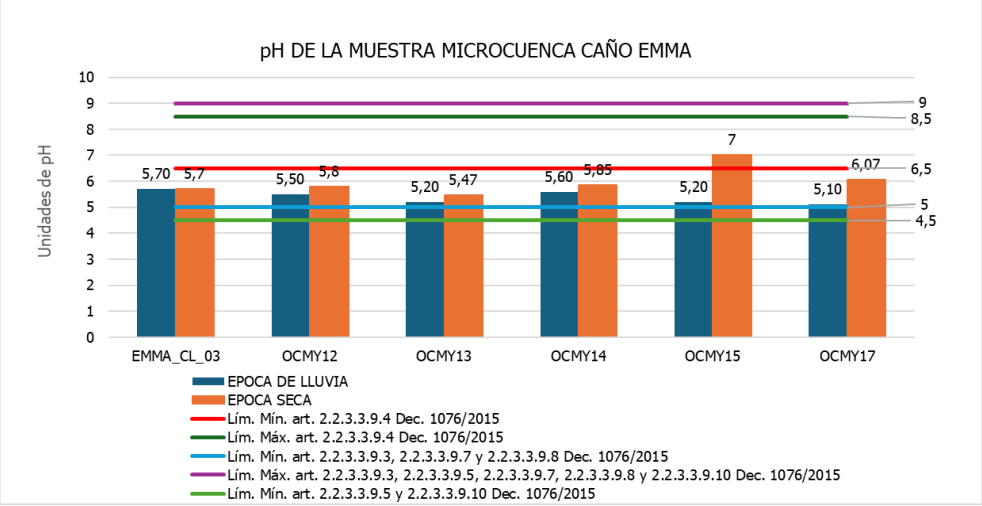
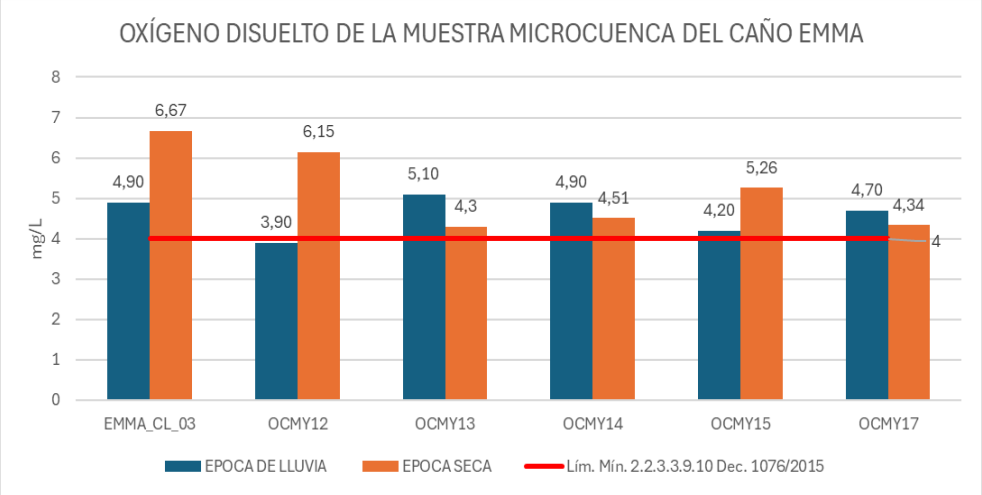
- *Microcuenca del caño Emma*

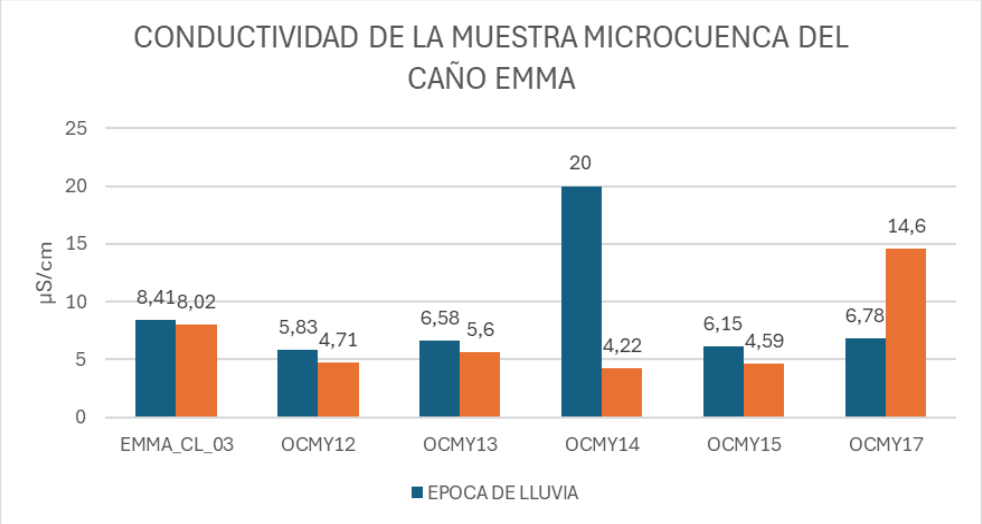
En la microcuenca del caño Emma se realizó el monitoreo de calidad de agua en el punto EMMA_CL_03, y las ocupaciones de cauce mayores OCMY12, OCMY13, OCMY14, OCMY15, OCMY17, durante la época de lluvia y la época seca. En la **Tabla 3.2.5-37** se presenta el análisis de cada parámetro monitoreado. Para ver más información, detallada y en forma gráfica, remitirse al **Anexo 3.2-5_Calidad_ASUP** donde se presentan los informes de laboratorio, reportes de laboratorio, soportes de campo, certificados de calibración, resoluciones de acreditación y registro fotográfico.

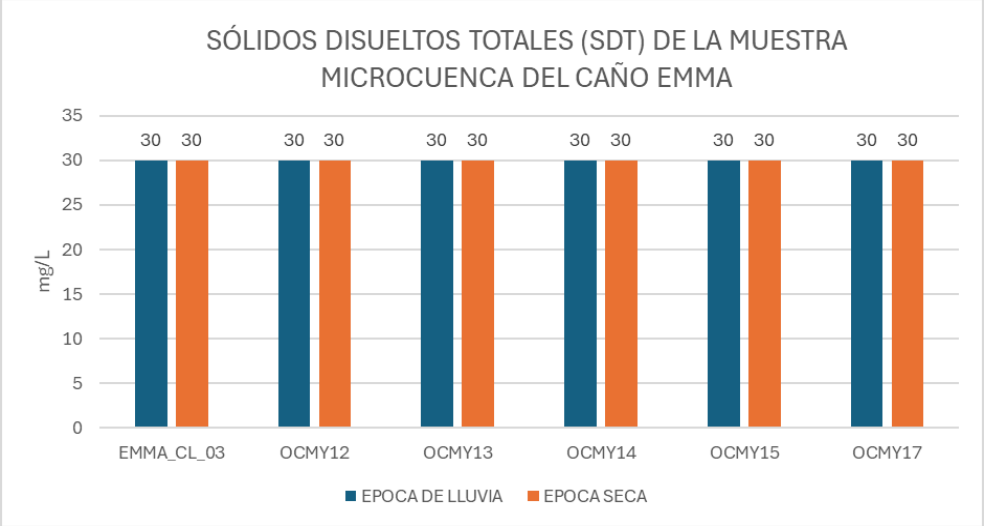
Tabla 3.2.5-37 Parámetros FQ y B muestreados en la microcuenca del caño Emma durante la época de lluvia y época seca

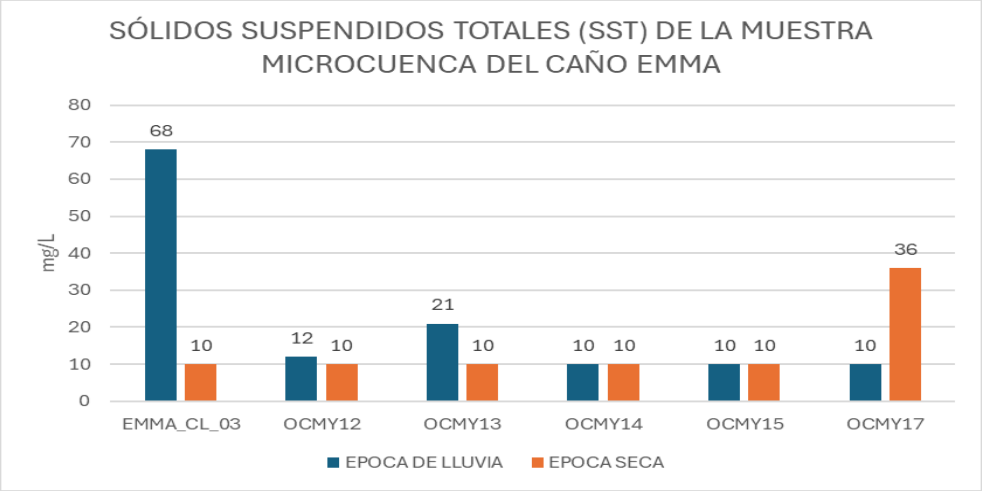
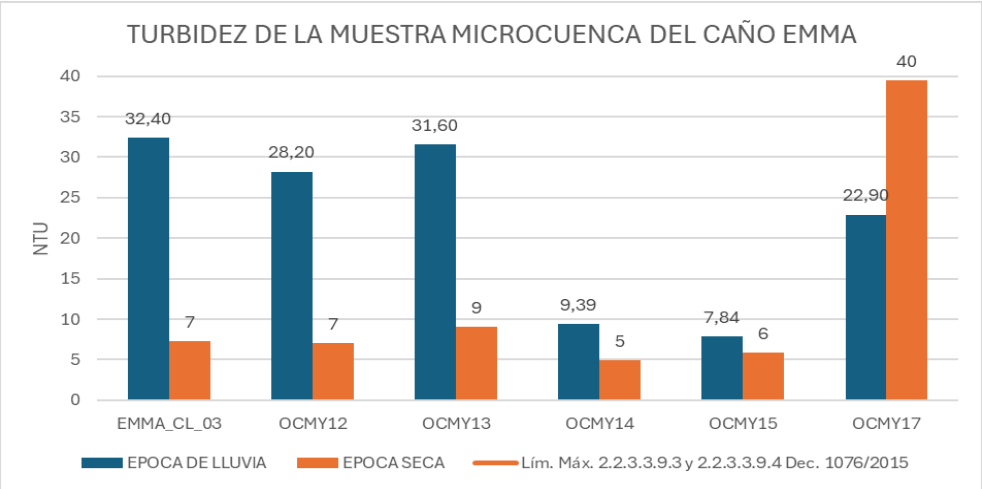
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Emma
Temperatura	La temperatura en las masas de agua superficiales es un factor determinante que influye tanto en los procesos físicos como en los químicos y biológicos. En el ámbito físico, la temperatura regula la solubilidad de las sales y gases (como el oxígeno), y tiene un impacto directo en la estratificación térmica de los cuerpos de agua, un fenómeno que afecta la mezcla vertical y la distribución de nutrientes. En términos químicos, la temperatura influye en la velocidad de las reacciones químicas, los procesos de oxidación-reducción, la foto degradación de compuestos, así como en la variación del pH, que a su vez afecta la disponibilidad de nutrientes y contaminantes. Además, la temperatura del agua impacta la fisiología de los organismos acuáticos. Un aumento o disminución en la temperatura puede alterar significativamente el metabolismo, crecimiento, reproducción y otras funciones vitales de los organismos, dado que muchos de ellos tienen rangos específicos de tolerancia térmica. Esto hace que la temperatura sea un indicador clave para evaluar la salud de un ecosistema acuático.

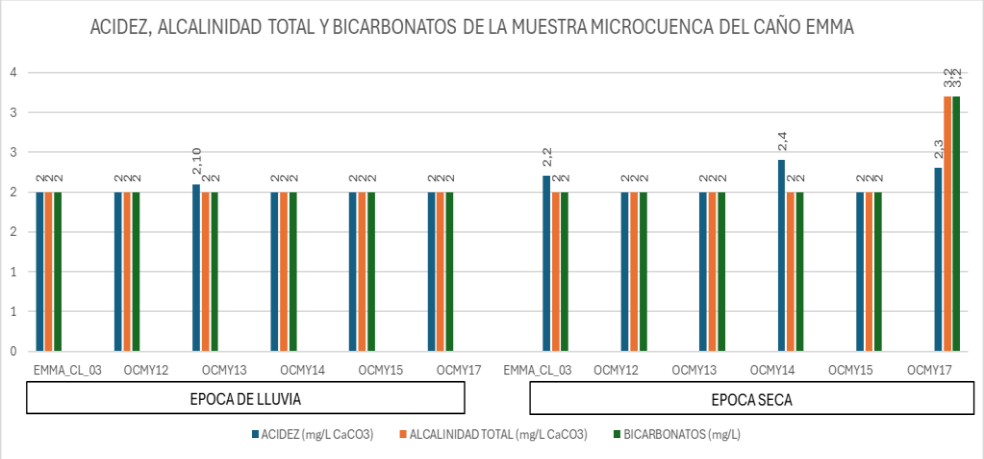
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Emma
Temperatura	Para la época de lluvias la temperatura de la muestra para los puntos de monitoreo presentó valores en un rango de 24,70 °C en el punto OCMY17 y 27,30 °C en el punto OCMY15, en cambio, para la época seca se monitorearon valores entre 24,4 °C en el punto OCMY12 a 26,5 °C en el punto EMMA_CL_03. En el Decreto único reglamentario 1076 del 2015, no se estipulan límites máximos permisibles para este parámetro. Los valores de temperatura obtenidos, por tanto, no sugieren la presencia de alteraciones térmicas derivadas de actividades antropogénicas o fenómenos naturales fuera de lo esperado para el contexto climático  **Figura 3.2.5-142 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño Emma en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025
pH	Para ambas épocas climáticas la totalidad de los puntos de monitoreo refieren cumplimiento respecto a los criterios establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8 y 2.2.3.3.9.10 del decreto 1076 de 2015, los cuales establecen un rango entre 4,5 a 9,0 unidades. Mientras que, para el límite permisible en el artículo 2.2.3.3.9.4 (6,5 a 8,5 unidades) que trata los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico, la totalidad de los puntos en época de lluvias presentaron valores de pH inferiores, y para la época seca únicamente el punto OCMY15 presentó un valor entre este rango. Por lo anterior, si se desea destinar el recurso de estos cuerpos de agua para consumo humano y/o doméstico es necesario realizar un tratamiento de tipo convencional al recurso hídrico.

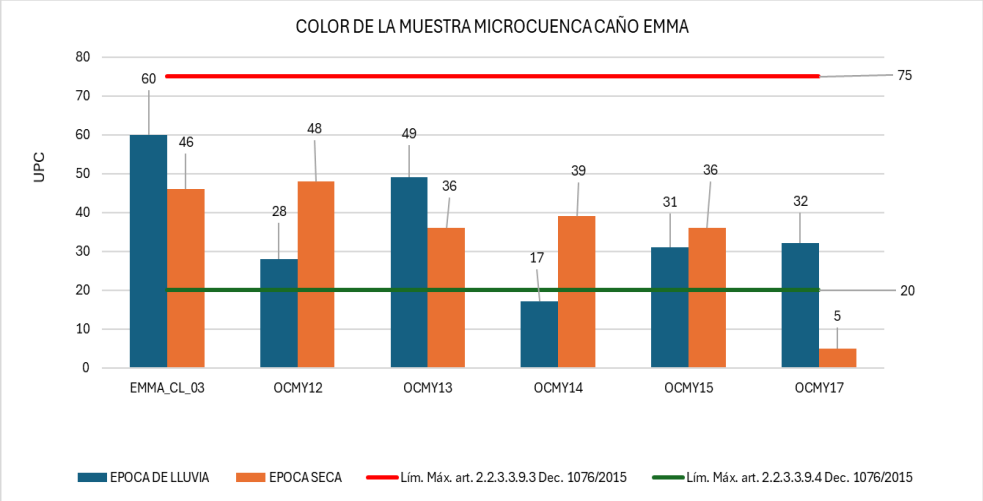
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Emma
Ph	 **Figura 3.2.5-143 pH de las muestras de la microcuenca del caño Emma en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025
Oxígeno Disuelto (OD)	El oxígeno disuelto es un indicador muy importante de la calidad de agua ya que, permite detectar el grado de contaminación del agua y condiciona la presencia de organismos aeróbicos. Los valores para época de lluvias oscilan entre 3,90 mg/L en el punto OCMY12 y 5,10 mg/L en el punto OCMY13, de estos puntos únicamente el OCMY12 se encuentra por debajo del límite mínimo, ahora bien, para la época seca la totalidad de los puntos registran concentraciones mayores al límite mínimo encontrándose entre los 4.3 mg/L en el punto OCMY13 y 6.67 mg/L en el punto EMMA_CL_03, cumpliendo con el límite establecido por el Artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, referente a los criterios de calidad para la preservación de flora y fauna en aguas cálidas dulces.  **Figura 3.2.5-144 Oxígeno Disuelto de las muestras de la microcuenca del caño Emma en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025

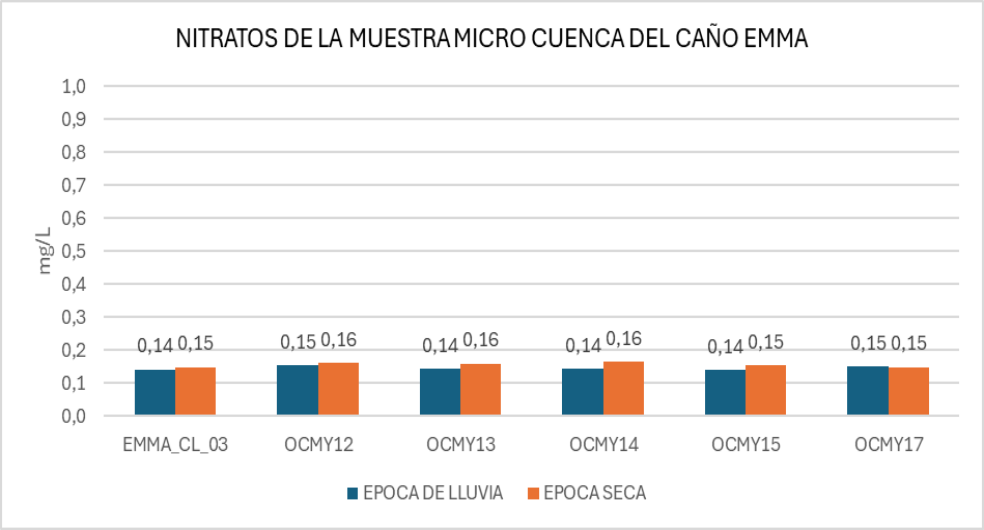
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Emma
Conductividad Eléctrica	La conductividad se refiere a la capacidad del agua para conducir electricidad, que depende del intercambio catiónico entre las partículas disueltas. Esta propiedad está estrechamente relacionada con la cantidad de sólidos disueltos totales (TDS) y se utiliza para evaluar la habilidad del agua para transmitir corriente eléctrica. La conductividad es un indicador del grado de mineralización del agua, ya que refleja la presencia y concentración de cationes como sodio, potasio, calcio y magnesio, así como de aniones como carbonatos, bicarbonatos, sulfatos y cloruros. Durante la época de lluvia la conductividad eléctrica con mayor concentración reportada fue en el punto OCMY14 fue de 20 µS/cm, es decir que cuenta con un grado de mineralización "Muy débil" al registrar conductividades menores a los 100 µS/cm según los rangos propuestos por Rodier (1996). Para la época seca el máximo reportado fue de 14,6 en el punto OCMY17. La totalidad de los puntos se encuentran por debajo de estos valores en su respectiva época climática. En los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del decreto único reglamentario 1076 del 2015, no se estipulan máximos permisibles para este parámetro.  **Figura 3.2.5-145 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño Emma en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	La concentración de sólidos disueltos totales (SDT) en el agua abarca una amplia gama de compuestos, incluidos sales, minerales, metales, y otros compuestos orgánicos e inorgánicos con un tamaño inferior a 1,5 µm. Estos sólidos se encuentran completamente disueltos en el agua y no pueden ser separados por métodos de filtración comunes, lo que los convierte en un indicador clave de la calidad del agua. Los SDT son importantes tanto desde el punto de vista ecológico como desde el de los usos humanos, ya que influyen en la potabilidad del agua, su sabor, y su idoneidad para el riego, la industria y otros usos. Para ambas épocas climáticas, tanto lluvias como seca, la totalidad de los monitoreos realizados registraron una concentración menor a 30 mg/L. El decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente estudio (2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10).

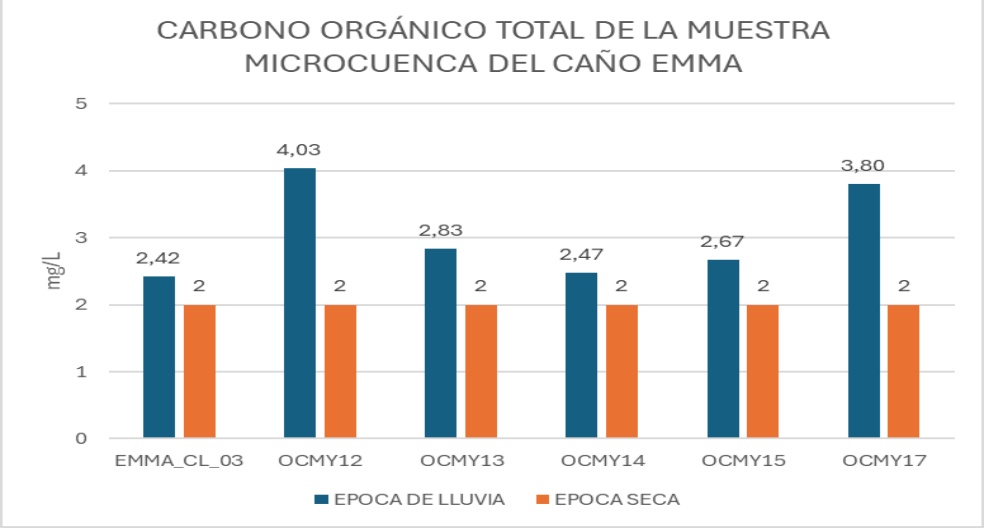
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Emma
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	 **Figura 3.2.5-146 Sólidos Disueltos Totales de las muestras de la microcuenca del caño Emma en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025
Sólidos Sedimentables (SSD)	Se refiere a los sólidos mayores de 0,01 mm que se sedimentan de una suspensión en un periodo de tiempo definido debido a la influencia de la gravedad, es decir, se sedimentan los sólidos más gruesos y que tienen una gravedad específica mayor a la del agua. La totalidad de los puntos muestreados reportaron una concentración <0,10 mL/L-h en ambas épocas climáticas. En cuanto a la normatividad ambiental, el decreto 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro de calidad de aguas, destacando que la concentración de los sólidos sedimentables reportados para la mayoría de los puntos es muy baja o prácticamente nula.
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	El parámetro de sólidos suspendidos totales se refiere a las partículas más densas que se encuentran en el agua con un tamaño mayor a 0,2 µm, y que se mantienen suspendidas dentro de ella; aquellos sólidos pueden incluir material orgánico como microorganismos o algas, y principalmente material inorgánico como limos, arcillas, entre otros. La presencia de los SST en los cuerpos de agua tiene una relación directa con la turbiedad y está relacionada con el aporte de sólidos a las vertientes de corrientes superficiales, con origen natural (arrastre debido a la precipitación), y origen antrópico (erosión del suelo por labores agrícolas de labranza y arado, remoción de cobertura vegetal con fines de urbanización y la realización de obras de infraestructura). El valor máximo reportado en época de lluvia corresponde a 68 mg/L en el punto EMMA_CL_03 y para época seca es 36 mg/L en OCMY17, para los demás puntos evaluados la concentración es considerablemente menor, alcanzando concentraciones < 10mg/L en varios de ellos. Si bien el decreto único reglamentario 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro de calidad de agua, el IDEAM establece que valores por encima de 340 mg/l son calificados con muy alta contaminación por sólidos suspendidos, pues pueden llagar a afectar los procesos fotosintéticos que realizan las plantas acuáticas.

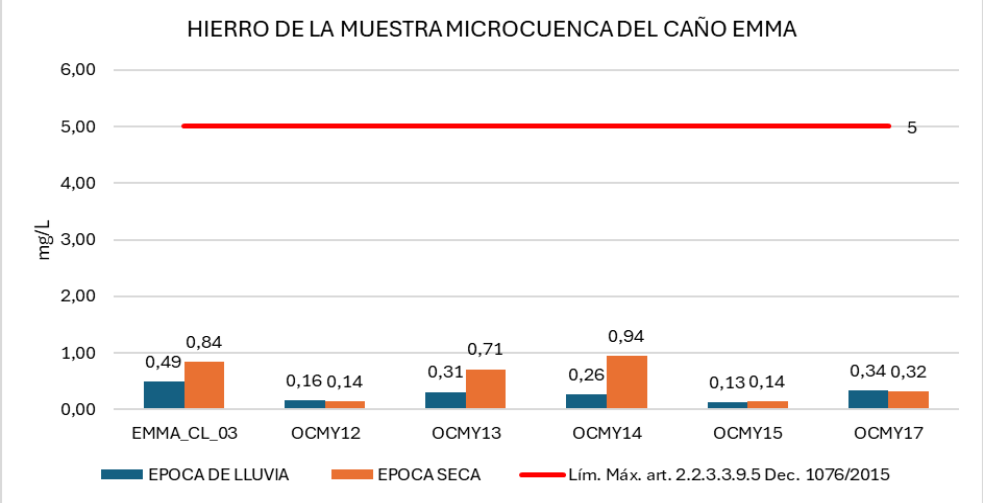
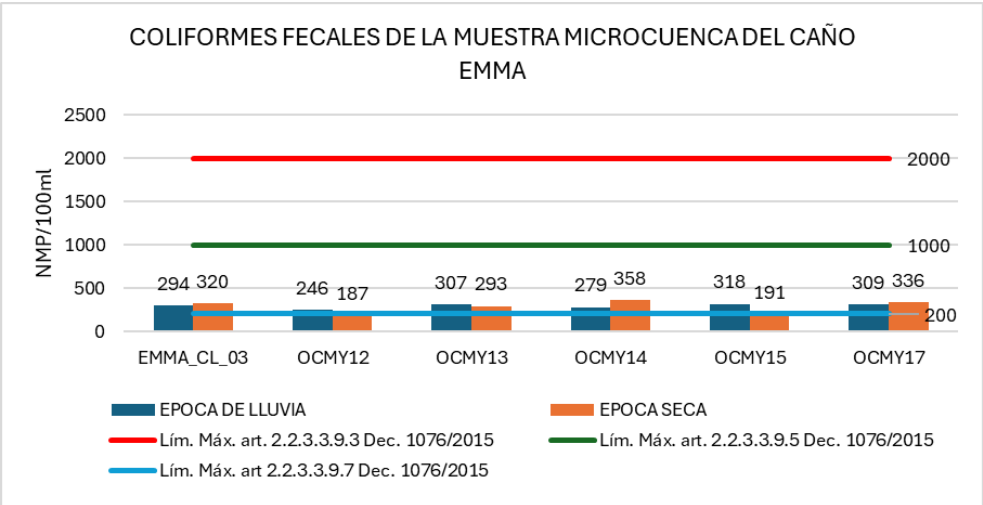
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Emma
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	 **Figura 3.2.5-147 Sólidos Suspendidos Totales de las muestras de la microcuenca del caño Emma en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025
Turbiedad	El parámetro de turbidez se refiere a la opacidad o falta de transparencia del agua debido a la presencia de partículas suspendidas en el agua que interfieren con la transmisión de la luz, por lo que incide directamente en la productividad primaria de biomasa y el flujo de energía dentro del ecosistema. A nivel normativo, el artículo 2.2.3.3.9.4 establece un límite máximo permisible de 10 UJT (Unidades de turbidez Jackson) basadas en el antiguo método Jackson que equivale a 190 NTU. Los seis puntos monitoreados cumplen con el límite del art. 2.2.3.3.9.4 presentando valores considerablemente inferiores pues el mayor valor registrado en época de lluvia es 32,40 en el punto EMMA_CL_03 y en época seca es de 40 en el punto OCMY17.  **Figura 3.2.5-148 Turbidez microcuenca del caño Emma en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025

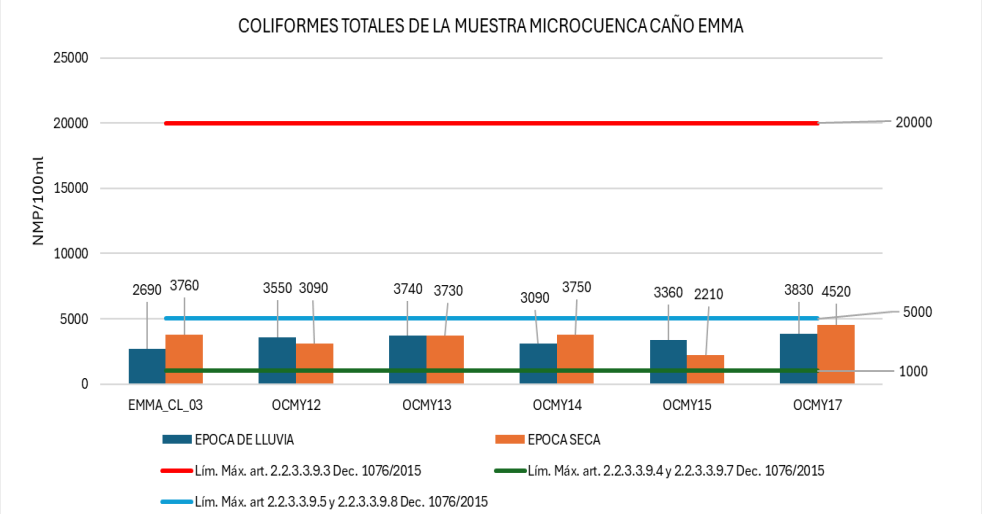
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Emma
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	La acidez del agua corresponde a la presencia de dióxido de carbono, ácidos minerales y cationes que al hidrolizarse generan un medio ácido; aunque la acidez al igual que la alcalinidad tiene funciones amortiguadoras, los ácidos no se producen en reacción a la presencia de bases por lo que su presencia se infiere de eventos contaminantes. Por su parte, la alcalinidad hace referencia a la capacidad del agua para neutralizar ácidos o aceptar protones, y está determinada por el contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos. Los bicarbonatos presentes en cuerpos de agua dulce se generan principalmente del desgaste y disolución de rocas en la microcuenca que contienen carbonatos, tales como la piedra caliza, cuya disolución es promovida por la presencia de CO2 (atmosférico o generado en sedimentos ricos en materia orgánica). Para la época de lluvia, la totalidad de los puntos reportaron valores < 2 mg/L para alcalinidad y bicarbonatos; para acidez sólo un punto superó este valor con 2,10 mg/L (OCMY13). Ahora bien, para la época seca el punto OCMY17 presenta los valores atípicos en los tres parámetros, reportando 3,2 mg/L en alcalinidad y bicarbonatos y 2.3 mg/L en acidez. Debido a que las concentraciones de compuestos alcalinos en relación con la acidez son más altas en este último punto, es posible inferir un efecto amortiguador, donde los ácidos funcionan como reactivo limitante en la manifestación de compuestos alcalino tales como los bicarbonatos, los cuales reportaron una concentración proporcional a la alcalinidad.  **Figura 3.2.5-149 Acidez, alcalinidad total y bicarbonatos microcuenca del caño Emma en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025
Dureza total y Dureza Cálcica	Para ambos parámetros la totalidad de los puntos reportó una concentración < 3 mg/L en ambas épocas climáticas. Estos valores permiten clasificar el agua de la microcuenca del caño como "Blanda". A nivel normativo, el Decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente complemento del EIA (2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10).
Grasas y Aceites e Hidrocarburos totales	La totalidad de los puntos registraron concentraciones inferiores al límite de detección de los métodos analíticos utilizados por el laboratorio MCS (<1,40 mg/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, no fijan límites para estos parámetros, pero si establecen que no se deben presentar películas visibles de grasas y aceites flotantes criterio que se cumple en los puntos monitoreados del caño Emma.

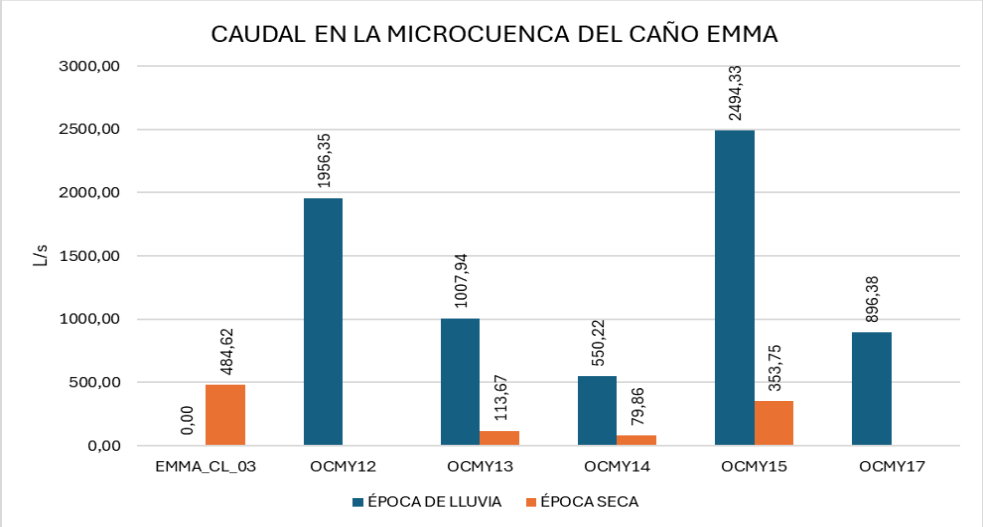
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Emma
Sulfatos	Para la época de lluvia y la época seca la totalidad de los puntos muestreados en la microcuenca del caño Emma registraron valores inferiores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<5 mg SO_4^{2-}/L). Los resultados evidencian cumplimiento a nivel normativo al límite establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (400 mg SO_4^{2-}/L), es decir que cumple con los criterios para uso doméstico.
Cloruros	Para la época de lluvia y la época seca se registró valores de cloruros inferiores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<4 mg SO42-/L) en todos los puntos monitoreados. Las concentraciones en la totalidad de puntos cumplen con el límite máximo permisible (250 mg/L) establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015.
Color de la muestra en UPC	Para la época de lluvia, los resultados oscilaron entre 17 UPC en el punto OCMY14 hasta 60 UPC en el punto EMMA_CL_03. Para la época seca, las concentraciones oscilaron entre <5 UPC (OCMY17) y 48 UPC (OCMY12). A nivel normativo, el Decreto 1076 de 2015 fija un límite de 20 UPC para este parámetro en su artículo 2.2.3.3.9.3, únicamente un punto en la época de lluvias se encuentra por debajo siendo el OCMY14 y únicamente un punto en la época seca se encuentra por debajo siendo OCMY17, coincidiendo estos con los mínimos de sus épocas respectivas; así mismo, se fija un límite de 75 UPC en el artículo 2.2.2.3.9.4 para el cual la totalidad de los puntos en época de lluvias se encuentran en cumplimiento presentando valores inferiores.  **Figura 3.2.5-150 Color de las muestras en la microcuenca del caño Emma en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S., 2025
Fenoles totales	Los fenoles totales, durante la época de lluvia y la época seca registraron en la totalidad de puntos muestreados valores inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio MCS para su determinación (<0,002 mg/L). cumpliendo plenamente con el criterio de calidad estipulado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 del Decreto 1076 de 2015, e indicando que los cuerpos de agua no presentan afectación por parte de estos compuestos.
Material Flotante	No se registró material flotante en ningún punto de muestreo para ambos periodos climáticos de la microcuenca del caño Totumal cumpliendo con lo dispuesto en el Decreto 1076 de 2015, frente a no presentar materiales flotantes.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Emma
Olor y sabor	La totalidad de puntos de monitoreo se han reportado como "Aceptable". Los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros.
Nitratos y Nitritos	Para los nitratos los puntos monitoreados evidencian concentraciones muy bajas con respecto al límite establecido por el Decreto 1076 en su Art 2.2.3.3.9.3 (10 mg/L), pues en ambas épocas climáticas reportan concentraciones inferiores a los 0,16 mg/L  **Figura 3.2.5-151 Nitratos microcuenca del caño Emma en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025 Para el parámetro de nitritos la totalidad de los puntos monitoreados reportó valores < 0,01 mg/L, estando muy por debajo del límite establecido por el Decreto 1076 de 1 mg/L en su Art. 2.2.3.3.9.3.
Nitrógeno Amoniacal y Nitrógeno total Kjeldahl	Durante la época de lluvia y la época seca, todos los puntos de la microcuenca del caño Emma registraron concentraciones equivalentes al límite de detección de la técnica analítica usada en el laboratorio <1,00 mg NH3-N/L para nitrógeno amoniacal y <5,00 mg N/L para nitrógeno Kjeldahl, demostrando cumplimiento de la normatividad ambiental.
Compuestos de Fósforo: Orgánico, inorgánico, ácido hidrolizable total, fósforo Total, y fósforo	Tanto para la época de lluvia como para época seca, todos los puntos de la microcuenca del Caño Emma registraron concentraciones inferiores a 0,150 mg/L (límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio) para los compuestos fósforo orgánico total, acido-hidrolizable total, fósforo total, y fósforo reactivo total. El fósforo inorgánico también registró concentraciones inferiores al límite de la técnica analítica (<0,1 mg P/L). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites.
Carbono Orgánico Total	En la época de lluvia, los puntos de la microcuenca del caño Emma registraron concentraciones entre 2,42 mg/L a 4,03 mg/L; en la época seca, todos los puntos registraron concentraciones <2,00 mg/L (límite de detección usada por el laboratorio). El Decreto 1076 de 2015 no establece límites permisibles para este parámetro.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Emma
Carbono Orgánico Total	 **Figura 3.2.5-152 Carbono Orgánico total microcuenca del caño Emma en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025
DBO_5 y DQO	Para la época de lluvia y para la época seca, la totalidad de los puntos monitoreados registraron concentraciones inferiores al límite utilizado por el laboratorio para su análisis (<2 mg/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no presentan límites permisibles para estos parámetros, por lo cual no es posible compararlo con la normatividad. Ahora bien, para la época seca, la totalidad de los puntos monitoreados registraron concentraciones inferiores al límite utilizado por el laboratorio para su análisis (<20 mg/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no presentan límites permisibles para estos parámetros, por lo cual no es posible compararlo con la normatividad.
Metales, no metales y Metaloides	Los parámetros arsénico total, aluminio total, bario total, berilio total, cadmio total, cobre total, cobalto total, cromo total, potasio, manganeso, mercurio, níquel total, plata total, plomo total, selenio total, estaño total, litio total, molibdeno total, zinc total, y vanadio; presentaron en la microcuenca del caño Emma concentraciones inferiores a los límites de cuantificación de los respectivos métodos analíticos empleados por el laboratorio MCS para ambas épocas climáticas; estos parámetros cumplen a su vez con los límites normativos establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015. En cuanto al calcio, magnesio y sodio totales, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros, estos iones no representan algún tipo de riesgo, pues se considera como normal su presencia en los ecosistemas acuáticos debido al lavado del suelo, las rocas y el lecho de los cuerpos de agua. El hierro total presentó una concentración igual a 0,49 mg/L en el punto EMMA_CL_03 en la época de lluvias, para la época seca registró un valor 0,94 mg/L en el punto OCMY14. Presenta cumplimiento del límite establecido en el artículo 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Emma
Metales, no metales y Metaloides	 **Figura 3.2.5-153 Hierro microcuenca del caño Emma en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025
Coliformes Fecales Termotolerantes	En la época de lluvia, las coliformes fecales termotolerantes registraron en los puntos de monitoreo concentraciones entre 246 NMP/100mL en el punto OCMY12 y 311 NMP/100mL en el punto OCMY15. En época seca, los valores oscilaron entre 187 NMP/100mL (OCMY12) y 358 NMP/100mL (OCMY14). A nivel normativo todos los puntos monitoreados cumplen con el límite establecido con los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.5, sin embargo, ninguno de los 4 puntos cumple con el límite establecido en el artículo 2.2.3.3.9.7 del Decreto 1076 de 2015 para ambas épocas climáticas, por lo cual la calidad del agua respecto a los coliformes fecales no es óptima para fines recreativos mediante contacto primario.  **Figura 3.2.5-154 Coliformes Fecales Termotolerantes microcuenca del caño Emma en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Emma
Coliformes totales	Para la época climática de lluvia, los valores de concentración para coliformes totales estuvieron en un rango de 2690 NMP/100mL (EMMA_CL_03) hasta 3830 NMP/100mL (OCMY17). Las concentraciones en la época seca se comportaron de manera similar, oscilaron entre 2210 NMP/100mL (OCMY15) y 4520 NMP/100mL (OCMY17). A nivel normativo, se observó cumplimiento de los límites máximos permisibles del Decreto 1076 de 2015 establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 (20000 NMP/100mL), 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.8 (5000 NMP/100mL), mientras que todos los puntos superan el límite máximo del artículo 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 (1000 NMP/100ml).  **Figura 3.2.5-155 Coliformes totales microcuenca del caño Emma en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025
Huevos de Helmintos	Los huevos de Helmintos presentaron para la totalidad de los puntos de monitoreo durante la época de lluvia concentraciones menores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio (< 1huevos/L). Adicionalmente, en la normativa de referencia no se estipula ningún límite permisible en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 aplicables.
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	Para el monitoreo realizado en época de lluvia se obtuvieron concentraciones en el límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio para su determinación (<0,200 mg LAS/L), en la totalidad de los puntos evaluados, los resultados indican que no se presenta ningún tipo de afectación derivada de la presencia de vertimientos sobre los cuerpos de agua monitoreados en el área de influencia. De igual forma, se cumple a cabalidad con el límite máximo permisible contemplado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.8 del Decreto 1076 de 2015 (0,5 mg LAS/L).
Pesticidas organofosforados	Para el monitoreo en época de lluvia la totalidad de puntos muestreados en la microcuenca del caño Emma para ambas épocas presentaron concentraciones inferiores al límite mínimo de cuantificación establecida por la respectiva técnica analítica empleada en el laboratorio para su determinación (<0,00001 mg/L en época de lluvia, y, <0,00020 mg/L en época seca). Por lo anterior, es posible afirmar que hay ausencia de dicho compuesto en las muestras de agua analizadas, concluyendo así que la calidad del agua de estos ecosistemas acuáticos no ha sido afectada por vertimientos de fuentes exógenas que contengan este tipo de compuesto.

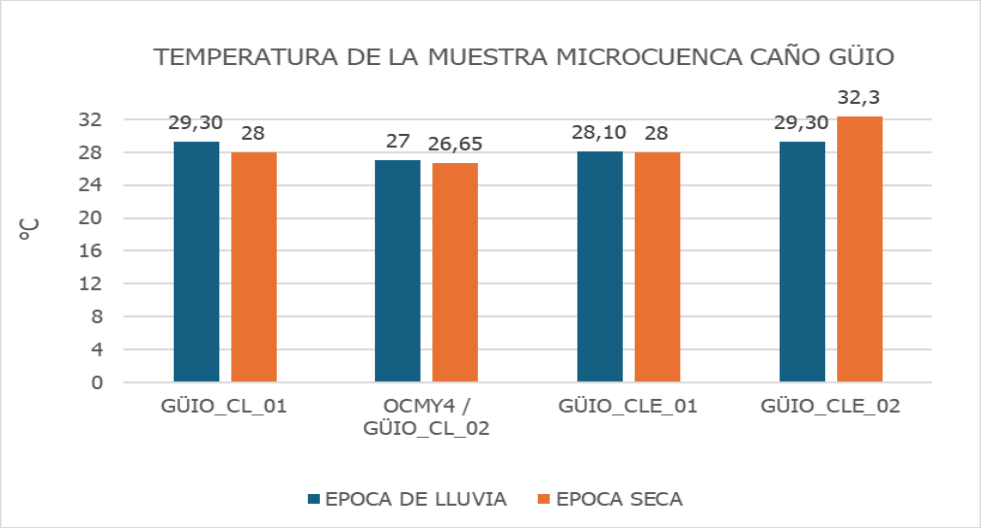
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Emma
Caudal	Se realizó el aforo de caudal en los puntos de ocupación de cauce sobre el caño Emma EMMA_CL_03, OCMY12, OCMY14, OCMY15, y OCMY17; y, sobre el caño El Viento (OCMY13), en época de lluvia y seca, los resultados evidencian una reducción considerable de los caudales de los cuerpos de agua en la época seca frente a la época de lluvia, lo cual tiene repercusiones en los parámetros de calidad de agua evaluados tales como sólidos disueltos totales, turbiedad, entre otros.  **Figura 3.2.5-156 Caudal de las muestras de la microcuenca del caño Emma en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

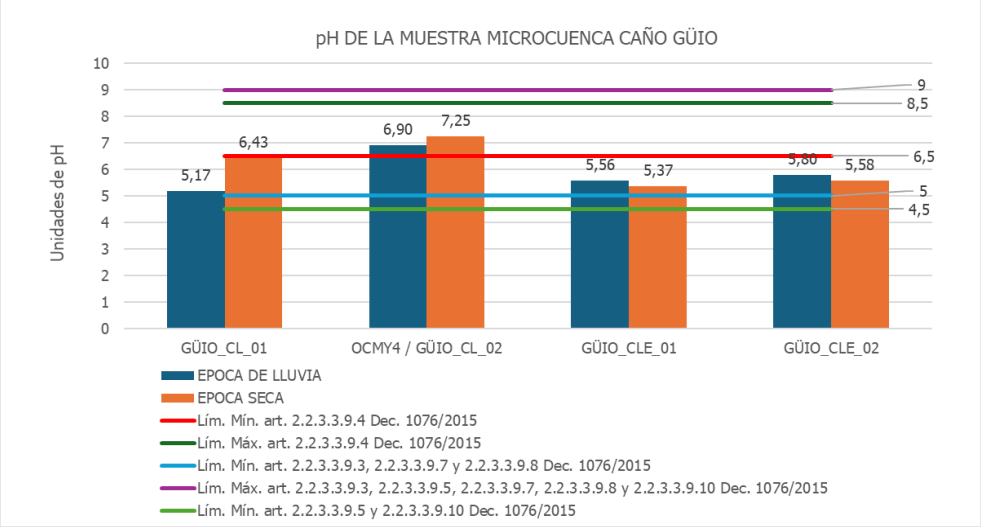
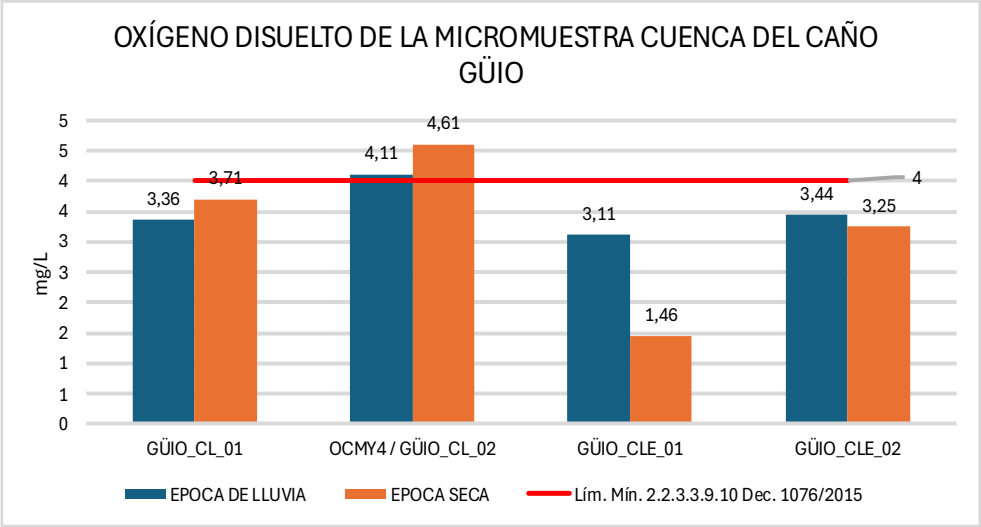
Fuente: Gessig S.A.S., 2025, adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

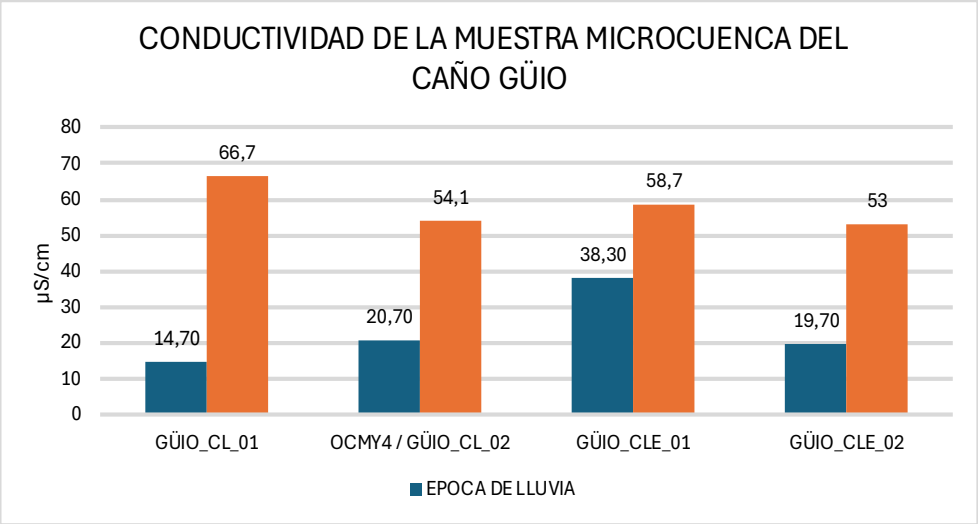
- *Microcuenca del caño Güio*

Esta microcuenca está conformada por los puntos GÜIO_CL_01, GÜIO_CL_02 o punto de ocupación de cauce mayor OCMY4, GÜIO_CLE_01 y GÜIO_CLE_02, los cuales fueron monitoreados durante dos épocas hidroclimáticas contrastantes: época de lluvia y época seca. En la **Tabla 3.2.5-38** se presenta el análisis de cada parámetro caracterizado. Para ver más información, detallada y en forma gráfica, remitirse al **Anexo 3.2-5_Calidad_ASUP** donde se presentan los informes de laboratorio, reportes de laboratorio, soportes de campo, certificados de calibración, resoluciones de acreditación y registro fotográfico.

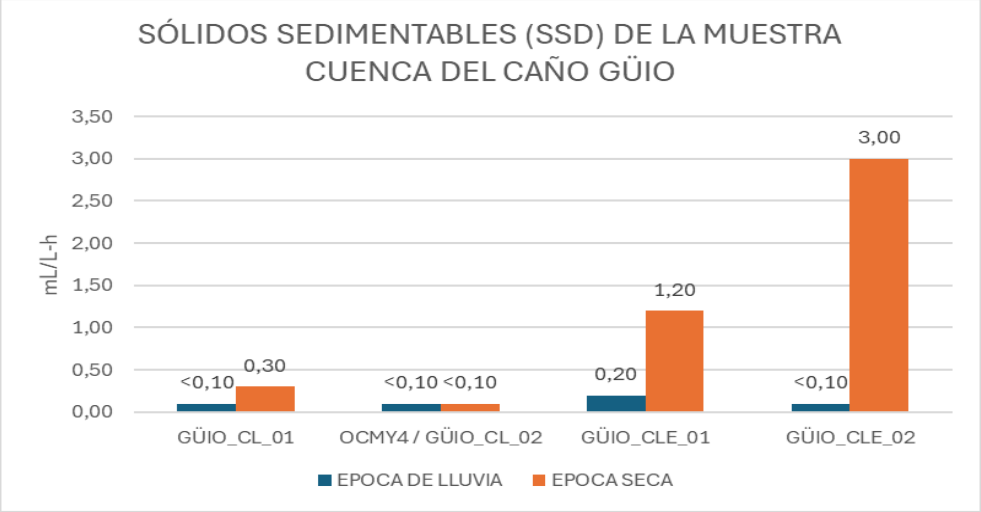
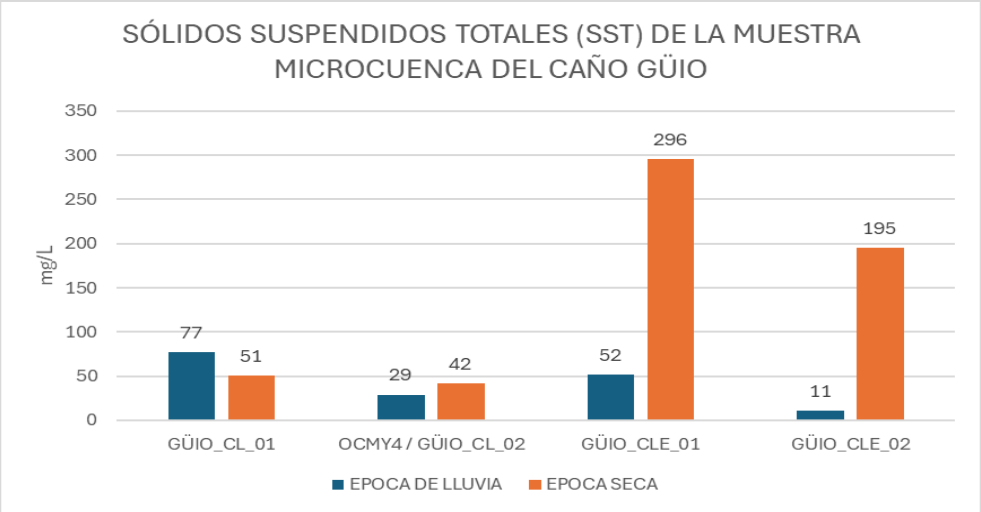
Tabla 3.2.5-38 Parámetros FQ y B muestreados en la microcuenca del caño Güio durante la época de lluvia y época seca

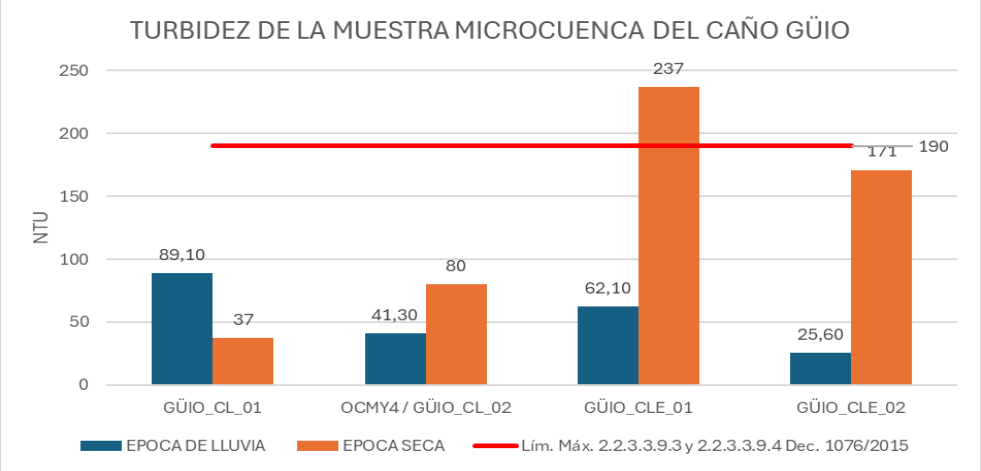
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Güio
Temperatura	Durante la época de lluvia, los puntos GÜIO_CL_01 y GÜIO_CLE_02 registraron el valor de temperatura más alto igual a 29,3°C. Para la época seca el valor aumento en el punto GÜIO_CLE_02 reportando 32,3 °C; el menor valor reportado corresponde a la época seca con 26,65 °C en el punto OCMY4. Los resultados de temperatura de la muestra evidencian un comportamiento térmico normal donde el intercambio de energía entre el sistema atmosférico y el cuerpo de agua se regula, debido a que la temperatura ambiente fue superior a la temperatura del agua.  **Figura 3.2.5-157 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
pH	Para La época de lluvia los puntos muestreados en la microcuenca del caño Güio presentaron un pH con valores que oscilan entre 6,9 unidades (GÜIO_CL_02) y 5,2 unidades (GÜIO_CL_01), reflejando un estado de neutro a ligeramente ácido del agua. Para la época seca el máximo registrado fue en el punto OCMY4 con 7,25 unidades de pH y el mínimo en el punto GÜIO_CL_01 con 5,37 unidades de pH Se evidencia que la totalidad de los puntos de monitoreo refieren cumplimiento respecto a los límites establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8 y 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, los cuales establecen un rango entre 4,5 a 9,0 unidades. Sin embargo, para el límite permisible del artículo 2.2.3.3.9.4 (6,5 a 8,5 unidades) que trata los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico, sólo cumple el punto GÜIO _CL_02.

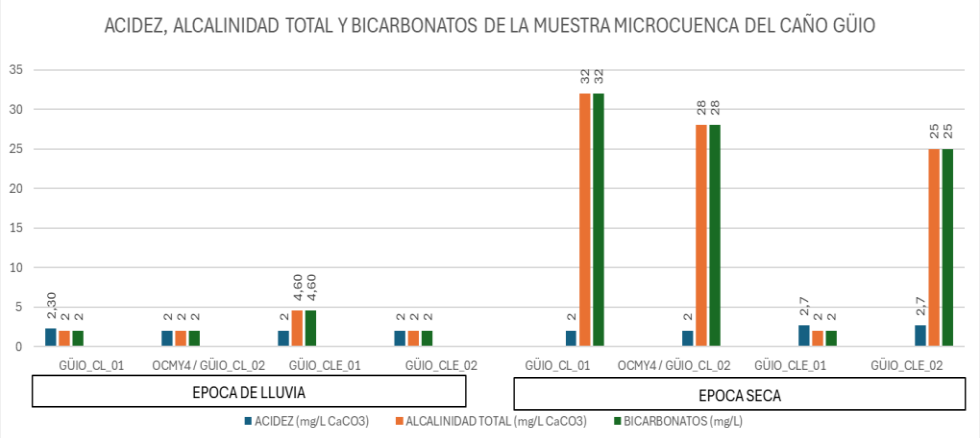
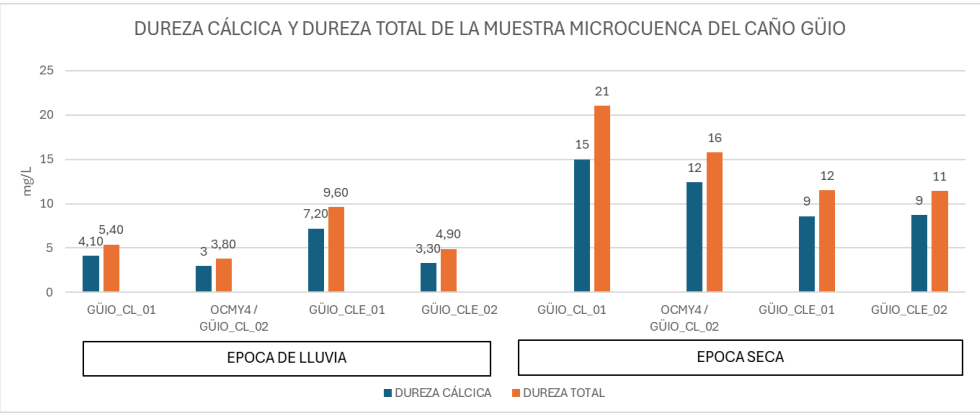
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Güio
pH	 **Figura 3.2.5-158 pH de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Oxígeno Disuelto (OD)	Los puntos GÜIO_CL_01, GÜIO_CLE_01 y GÜIO_CLE_02 evidenciaron un estado de déficit de oxígeno durante ambas épocas climáticas al presentar una concentración de OD menor a 4 mg/L, límite establecido por el Artículo 2.2.3.3.10 del Decreto 1076 de 2015, referente a los criterios de calidad para la preservación de flora y fauna en aguas cálidas dulces. Únicamente el punto OCMY4 presenta valores superiores a este límite mínimo.  **Figura 3.2.5-159 Oxígeno Disuelto (OD) de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025

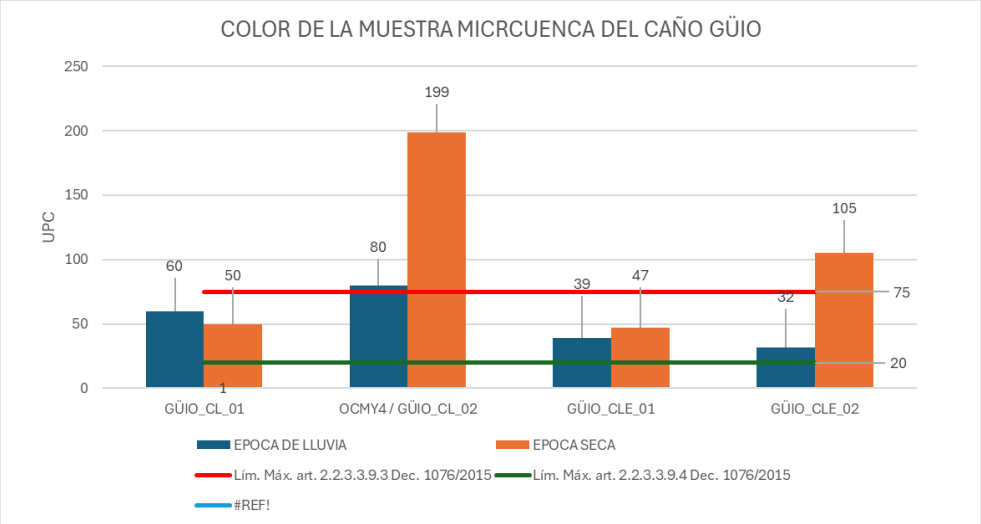
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Güio
Conductividad Eléctrica	Durante la época de lluvia la conductividad eléctrica en los puntos de monitoreo del caño Güio osciló entre 14,7 µS/cm en el punto GÜIO_CL_01, a 38,3 en el punto GÜIO_CLE_01. Para la época seca, las concentraciones incrementaron en todos los puntos registrando el mayor valor en el punto GÜIO_CL_01 con 66 µS/cm y el menor con 53 µS/cm en el punto GÜIO_CLE_02. Los valores se relacionan con un grado de mineralización "Muy débil" al registrar conductividades menores a los 100 µS/cm según los rangos propuestos por Rodier (1996)[5]. Es importante aclarar que en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del decreto único reglamentario 1076 del 2015, no se estipulan máximos permisibles para este parámetro.  **Figura 3.2.5-160 Conductividad Eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	En la microcuenca del caño Güio todos los puntos muestreados en época de lluvia y en la época seca reportaron concentraciones inferiores a 30 mg/L el cual es el límite de detección del método de cuantificación utilizado por el laboratorio. El decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente estudio (2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.5).
Sólidos Sedimentables (SSD)	Para la época de lluvia, la mayoría de los puntos de la microcuenca del caño Güio reportaron concentraciones inferiores a 0,10 mL/L-h (límite de detección del método de cuantificación utilizado por el laboratorio MCS). En la época seca se reportaron mayores concentraciones de SSD, el punto con mayor concentración fue el GÜIO_CLE_02 (3,0 mL/L-h). La normatividad ambiental, el Decreto 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro.

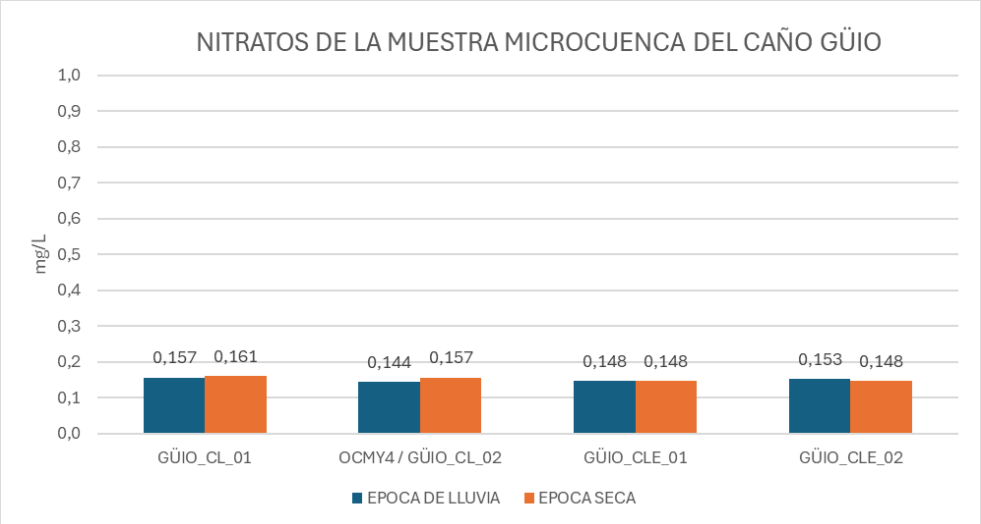
[5] Rodier, J. (1996). Análisis de las aguas naturales, aguas de mar: Física, Química, Bacteriológica y Biología (1st ed.).

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Güio
Sólidos Sedimentables (SSD)	 **Figura 3.2.5-161 Sólidos sedimentables de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	Para la época de lluvia, en la microcuenca del caño Güio se registraron concentraciones entre 11 mg/L (GÜIO_CLE_02) y 77 mg/L (GÜIO_CL_01). Para la época seca estos valores aumentaron considerablemente en dos de los cuatro puntos reportando 296 mg/L y 195 mg/L en los puntos GÜIO_CLE_01 y GÜIO_CLE_02 respectivamente. En un sistema detrítico como el caño Güio se generan cargas de sedimentos producto de las actividades agrícolas, domésticas e industriales cercanas al caño. El decreto único reglamentario 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro.  **Figura 3.2.5-162 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025

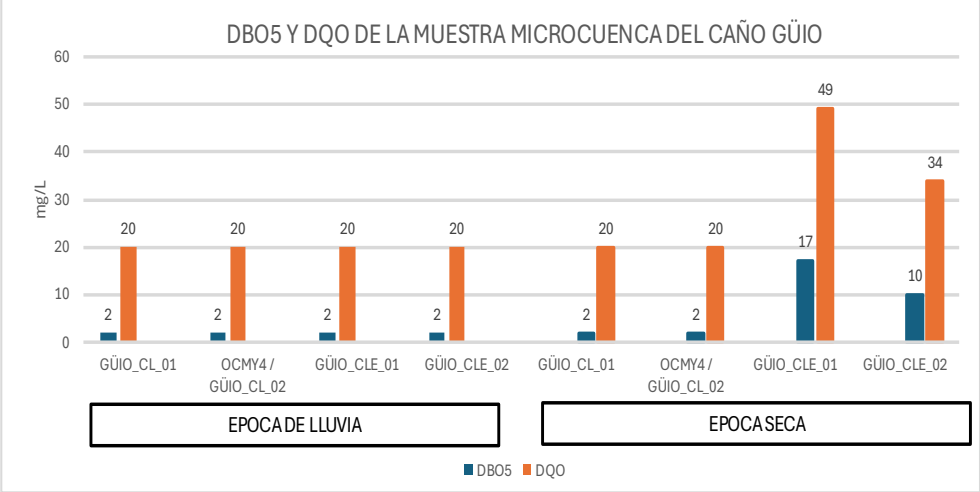
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Güio
Turbiedad	Para la época de lluvia, en la microcuenca del caño Güio se obtuvieron concentraciones desde 25,6 NTU en el punto GÜIO_CLE_02, hasta 89,1 NTU en el punto GÜIO_CL_01. Ahora bien, para la época seca, al igual que el comportamiento evidenciado en el parámetro anterior, los valores incrementaron considerablemente en el punto GÜIO_CLE_01 y GÜIO_CLE_02, siendo el primero de estos el único punto que supera el límite estipulado de 190 NTU, esto evidencia una condición particular en este punto y una afinidad a retener sólidos en suspensión y aumentar así sus nivele de turbiedad. Estos valores son coherentes con la concentración de SST registrada. A nivel normativo, casi todos los puntos cumplen con el límite del art. 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, que establece un límite máximo permisible de 10 UJT (Unidades de turbidez Jackson) basadas en el antiguo método Jackson que equivale a 190 NTU. Adicionalmente, el artículo 2.2.3.3.9.10 referente a los criterios de calidad para la preservación de flora y fauna, determina que no debe presentarse turbiedad en el cuerpo de agua que interfiera con la actividad fotosintética, los puntos monitoreados cumplen con este criterio.  **Figura 3.2.5-163 Turbiedad de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	Durante la época de lluvia la acidez registró para la mayoría para los puntos monitoreados en la microcuenca del caño Güio valores inferiores al límite de cuantificación del método de análisis implementado por el laboratorio MCS (<2 mg $CaCO_3$/L) a excepción del punto GÜIO_CL_01, el cual presentó un valor igual a 2,3 mg/L Por otro lado, los parámetros de alcalinidad total y bicarbonatos reportaron las mismas concentraciones (<2 mg/L), a excepción del punto GÜIO_CLE_01 donde se registró un valor de 4,6 mg/L para ambos parámetros. Para la época seca, los valores de alcalinidad total y bicarbonatos aumentaron reportando la mayor concentración en el punto GÜIO_CL_01 con 32 mg/L para ambos parámetros, en cuanto al punto GÜIO_CLE_01, este presentó lo valores mínimos para estos parámetros. A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no estipula límites máximos permisibles para estos parámetros. No obstante, según lo establecido en la Resolución 2115 de 2007, se admite una alcalinidad máxima de 200 mg/L y una acidez no mayor a 60 mg/L para agua para consumo humano. Criterios cumplidos por los cuerpos de agua monitoreados.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Güio
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	 **Figura 3.2.5-164 Acidez, Alcalinidad Total y Bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Dureza total y Dureza Cálcica	La dureza cálcica en la época de lluvia para los puntos de muestreo del caño Güio reportaron valores con un límite inferior al de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio MCS (<3 mg/L $CaCo_3$) hasta 7,2 mg/L en el punto GÜIO_CLE_01. Por otro lado, los valores de dureza total, para la época de lluvia fueron reportados en un rango de 3,8 mg/L (GÜIO_CL_02) a 9,6 mg/L de $CaCO_3$ (GÜIO_CLE_01). En cuanto a la época seca, los valores incrementaron en la totalidad de los puntos. El punto que registró los valores más elevados para ambos parámetros fue GÜIO_CL_01 con 15 mg/L para Dureza Cálcica y 21 mg/L para Dureza Total. Estos valores permiten clasificar el agua de la microcuenca del caño como "Blanda". A nivel normativo, el Decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente complemento del EIA (2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10).  **Figura 3.2.5-165 Dureza Cálcica y Dureza Total de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Güio
Grasas y Aceites e Hidrocarburos totales	La totalidad de los puntos monitoreados en la microcuenca del caño Güio durante la época de lluvia y la época seca registraron concentraciones inferiores al límite de detección de los métodos analíticos utilizados por el laboratorio MCS (<1,40 mg/L) tanto para el parámetro de grasas y aceites como para hidrocarburos totales. A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, no fijan límites para estos parámetros, pero si establecen que no se deben presentar películas visibles de grasas y aceites flotantes. Teniendo en cuenta lo anterior, los puntos monitoreados cumplen con este criterio.
Sulfatos	Para la época de lluvia y la época seca, todos los puntos monitoreados en la microcuenca del caño Güio registraron valores inferiores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<5 mg SO_4^{2-}/L). Los resultados evidencian cumplimiento a nivel normativo al límite establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (400 mg SO_4^{2-}/L), es decir que cumple con los criterios para uso doméstico.
Cloruros	Las concentraciones de cloruros en la totalidad de los puntos en la microcuenca del caño Güio en ambas épocas climáticas presentaron concentraciones inferiores a 4,00 mg Cl-/L (límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio). Todos cumplen con el límite máximo permisible (250 mg/L) establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015.
Color de la muestra en UPC	Para la época de lluvia, los resultados oscilaron entre 32 UPC en el punto GÜIO_CLE_02 hasta 80 UPC en el punto GÜIO_CL_02. Para la época seca los valores incrementan considerablemente, en especial en el punto OCMY4 que reportó 199 UPC y en el punto GÜIO_CLE_02 que reportó 105 UPC. De acuerdo con los resultados reportados todos los puntos se encuentran encima del límite permisible del artículo 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (20 UPC), a su vez el punto de ocupación de cauce OCMY4 para ambas épocas climáticas y el punto GÜIO_CLE_02 en época seca superan el límite permisible establecido en el artículo 2.2.3.3.9.3 (75 UPC).  **Figura 3.2.5-166 Color de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Güio
Fenoles totales	Los fenoles totales, durante ambas épocas climáticas registraron en la totalidad de puntos muestreados valores inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio MCS para su determinación (<0,002 mg/L), cumpliendo plenamente con el criterio de calidad estipulado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 del Decreto 1076 de 2015, e indicando que los cuerpos de agua no presentan afectación por parte de estos compuestos.
Material Flotante	Se registró material flotante en el punto léntico GÜIO_CLE_01, y el punto de muestreo sobre el cuerpo de agua lótico GÜIO_CL_01, los demás puntos no reportaron presencia de materiales flotantes. A nivel normativo, los artículos comparables del Decreto 1076 de 2015 no fijan límites máximos permisibles para este parámetro, pero si establecen que no se deben presentar materiales flotantes.
Olor y sabor	La totalidad de puntos de monitoreo se han reportado como "Aceptable". Los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros.
Nitratos y Nitritos	Para época de lluvia, los Nitratos registraron concentraciones comprendidas entre 0,144 mg/L (GÜIO_CL_02) y 0,157 mg/L (GÜIO_CL_01). Del mismo modo, para la época seca las concentraciones estuvieron en un rango entre 0,161 mg/L (GÜIO_CL_01) y 0,148 mg/L (GÜIO_CLE_01 Y GÜIO_CLE_02). En cuanto a los Nitritos este parámetro reportó concentraciones inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada para su determinación por el laboratorio MCS (<0,0100 mg N-NO2/L) en la totalidad de puntos muestreados tanto para época de lluvia como para época seca. Al comparar estas concentraciones frente a los límites estipulados en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto único reglamentario 1076 de 2015 (1 mg/L para nitritos y 10 mg/L para nitratos), se comprueba que en los dos casos existe cumplimiento frente a la norma y, por lo tanto, el agua proveniente de estos puntos podría ser destinada para consumo humano y doméstico sin que ocurran afectaciones a la salud.  **Figura 3.2.5-167 Nitratos de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Güio
Nitrógeno Amoniacal y Nitrógeno total Kjeldahl	En la época de lluvia y en época seca, la totalidad de los puntos registró valores <1 mg/L, valor correspondiente al límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio MCS. A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. También se monitoreo durante ambas épocas la concentración de Nitrógeno total Kjeldahl, que registró una concentración igual al límite cuantificable establecido por la técnica de análisis empleada por el laboratorio MCS (<5,00 mg N/L) en la totalidad de puntos de monitoreo evaluados. Es importante mencionar que el parámetro descrito no se encuentra regulado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.6, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8, 2.2.3.3.9.9 y 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015.
Compuestos de Fósforo: Orgánico, inorgánico, ácido hidrolizable total, fósforo Total, y fósforo reactivo total - Ortofosfatos	Para las ambas épocas, la totalidad de puntos en la microcuenca del caño Güio registraron una concentración de fósforo orgánico de <0,150 mg/L (límite de cuantificación de la técnica analítica empleada en el laboratorio MCS). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. Para el fósforo inorgánico, la totalidad de puntos en la microcuenca del caño Güio reportaron valores menores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<0,1 mg/L). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. En cuanto al fósforo total, la totalidad de los puntos en la microcuenca del caño Güio registraron valores inferiores a 0,150 mg/L (límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. En la época de lluvia el laboratorio encargado MCS tomó el parámetro fósforo reactivo total que es equivalente a ortofosfatos, registrando valores de <0,150 mg P/L (límite de cuantificación de la técnica analítica empleada en el laboratorio) en la totalidad de puntos de la microcuenca del caño Güio. Cabe señalar que, a nivel normativo los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del decreto 1076 de 2015 contemplados en el presente estudio no presentan límites máximos permisibles para estos parámetros.
Carbono Orgánico Total	Para la época de lluvia, la totalidad de los puntos monitoreados en la microcuenca del caño Güio registraron concentraciones inferiores al límite utilizado por el laboratorio para su análisis (<1 mg/L). De la misma manera para la época seca los valores reportados fueron <2 mg/L. El Decreto 1076 de 2015 no presenta límites permisibles para estos parámetros, por lo cual no es posible compararlo con la normatividad.
DBO_5 y DQO	Para la época de lluvia, la totalidad de puntos en la microcuenca del caño Güio reportaron valores menores al límite de cuantificación del parámetro DBO_5 (<2 mg/L), mientras que para época seca el punto GÜIO_CLE_01 y el punto GÜIO_CLE_02 reportaron 17 mg/L y 10 mg/L respectivamente. En cuanto al parámetro DQO, el comportamiento es el mismo, para toda la época de lluvias registra concentraciones inferiores a 20 mg/L mientras que en los mismos dos puntos anteriores registra 49 mg/L y 34 mg/l respectivamente. A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no presentan límites permisibles para estos parámetros, por lo cual no es posible compararlo con la normatividad. La Demanda Química de Oxígeno para la época de lluvia en la microcuenca del caño Güio, presentó concentraciones inferiores al límite de cuantificación utilizado por el laboratorio para su análisis (<20 mg/L) en la totalidad de los puntos. A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no presentan límites permisibles para estos parámetros, por lo cual no es posible compararlo con la normatividad.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Güio
DBO$_5$ y DQO	 **Figura 3.2.5-168 DBO5 y DQO de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Metales, no metales y Metaloides	Los parámetros arsénico total, bario total, cadmio total, cobre total, cromo total, níquel total, plata total, selenio total, berilio, cobalto, estaño, litio, molibdeno, mercurio y vanadio presentaron en la casi la mayoría de los puntos de monitoreo en época de lluvia y en época seca concentraciones inferiores a los límites de cuantificación de los respectivos métodos analíticos empleados por el laboratorio; por lo cual la totalidad de los puntos monitoreados cumplen con los límites normativos establecidos para cada metal y metaloide en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015. En el caso del zinc, en la mayoría de los puntos tomados en época de lluvia se reportan concentraciones inferiores al límite de cuantificación (0,02 mg/L), a excepción del punto GÜIO_CLE_01 que reporta un valor de 0,09 mg/L. Ahora bien, para la época seca, el punto GÜIO_CLE_01 y el punto GÜIO_CLE_02 reportar valores iguales a 0,1 mg/L y 0,0312 mg/L respectivamente. Al comparar los resultados contra el límite máximo permisible por el artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 (0,01 mg/L), se observa que el punto GÜIO_CLE_01 sobrepasa el límite, además los demás valores registrados son catalogados como "indeterminados", ya que no es posible determinar si existe un incumplimiento de la normatividad pues el límite de cuantificación es mayor al límite máximo permisible. En cuanto al calcio total, magnesio total, potasio y sodio totales, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros, además estos iones no representan algún tipo de riesgo, pues se considera como normal su presencia en los ecosistemas acuáticos debido al lavado del suelo, las rocas y el lecho de los cuerpos de agua. El aluminio total registro concentraciones <0,5 mg/L (límite de detección utilizado por el laboratorio) en la totalidad de los puntos tomados en época de lluvia y en la mayoría de los puntos en época seca, sólo para el punto GÜIO_CLE_01 se reportó un valor mayor siendo este de 14,2 mg/L. Los artículos 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.6 del Decreto 1076 de 2015 establecen cómo límite normativo una concentración de 5,0 mg/L, por lo tanto, los valores registrados en la mayoría de los puntos dan cumplimiento al límite establecido en la normatividad.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Güio
Metales, no metales y Metaloides	El hierro total presentó una concentración en un rango de 1,53 mg/L (GÜIO_CLE_02) a 5,70 mg/L (GÜIO_CLE_01), siendo este último valor superior al límite establecido en el artículo 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015. Situación similar se presenta en la época seca, donde el mismo punto reportó una concentración de 20 mg/L. Y adicionalmente, el punto GÚIO_CLE_02 alcanzó una concentración de 9,50 mg/L. En la época de lluvia, el manganeso registró el valor más alto en el punto GÜIO_CLE_01 con un valor de 0,22 mg Mn/L, mientras que para la época seca este mismo punto registró un valor casi tres veces más al de época de lluvia, alcanzando 0,62 mg/L. Con respecto al límite establecido por el artículo 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015 (0,2 mg/L), la totalidad de los puntos cumplen con el límite a excepción del punto GÜIO_CLE_01.

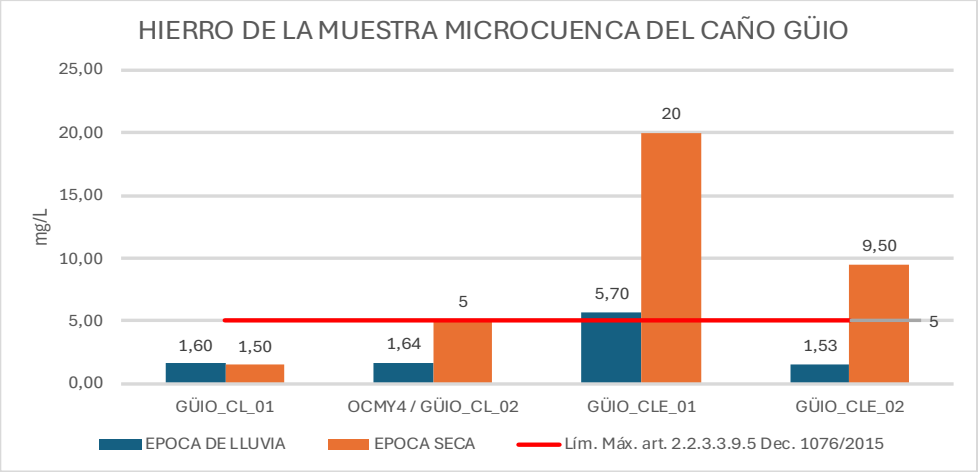


Figura 3.2.5-169 Hierro de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca

Fuente: Gessig S.A.S 2025

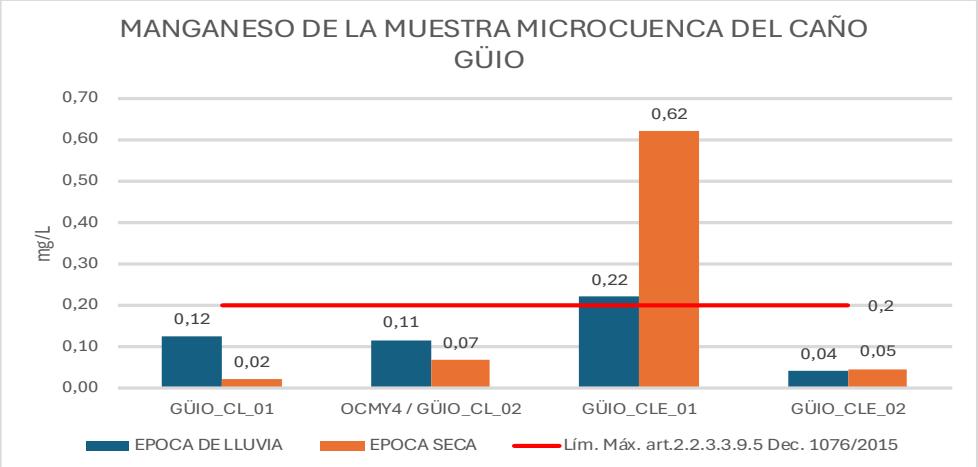
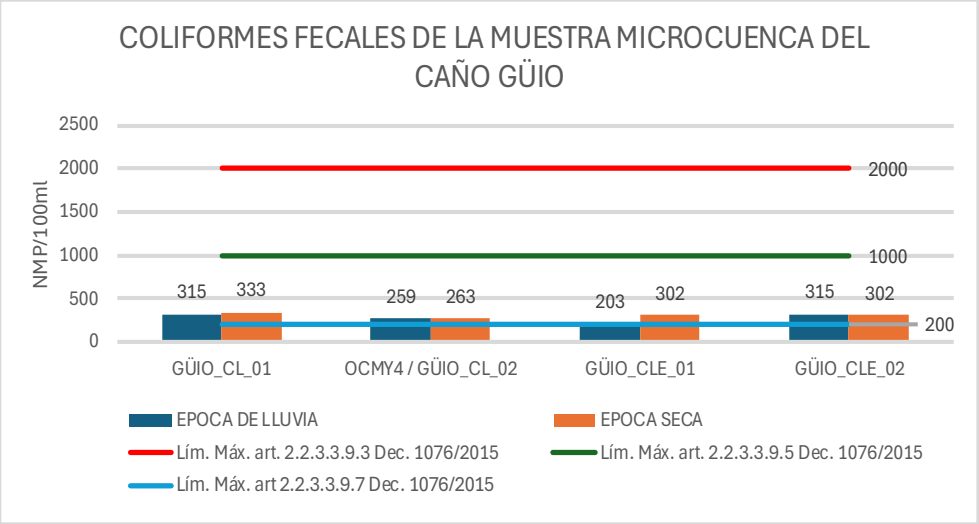
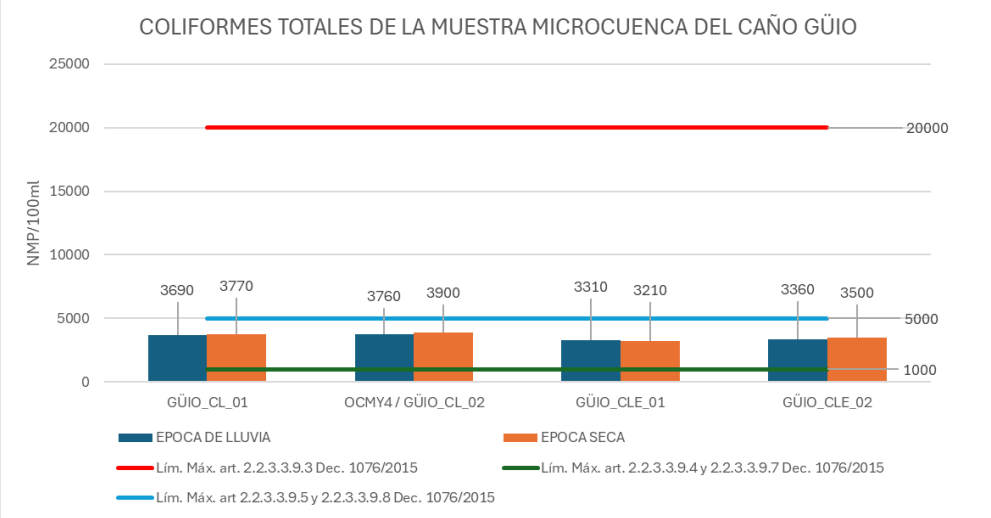
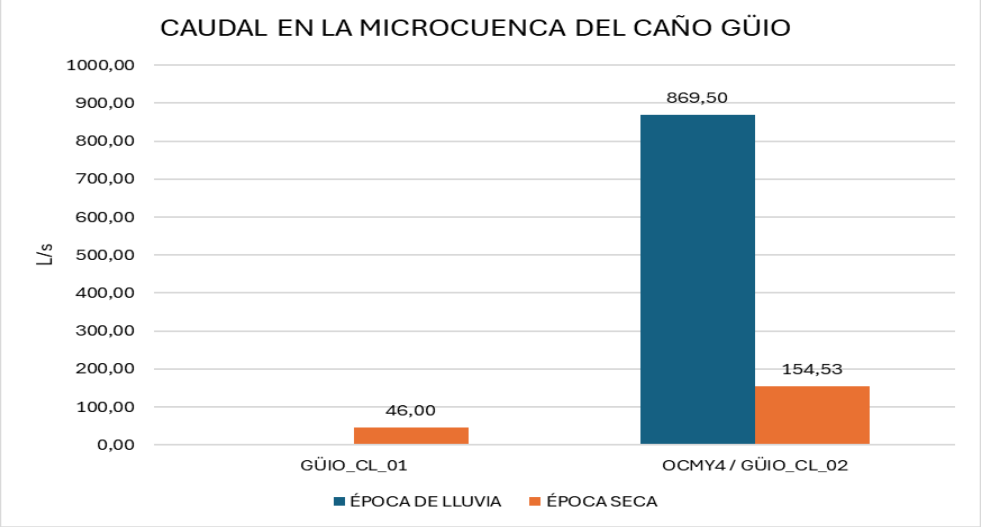


Figura 3.2.5-170 Manganeso de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca

Fuente: Gessig S.A.S 2024

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Güio
Metales, no metales y Metaloides	Finalmente, el plomo total presentó una concentración de <0,05 mg/L (límite de cuantificación del método analítico) en la totalidad de los puntos monitoreados durante la época de lluvia en la microcuenca del caño Güio. La totalidad de los puntos cumplen con los límites establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.6 del Decreto 1076 de 2015.
Coliformes Fecales Termotolerantes	En la época de lluvia, las coliformes termotolerantes registraron en los cuerpos lénticos concentraciones entre 203 NMP/100mL en el punto GÜIO_CLE_01 y 315 NMP/100mL en el punto GÜIO_CLE_02 a su vez, los cuerpos de agua lóticos presentaron concentraciones entre 259 NMP/100mL en el punto GÜIO_CL_01 y 315 NMP/100mL en el punto GÜIO_CL_02. Para la época seca las concentraciones obtenidas se mantuvieron en un rango entre los 263 NMP/100mL y los 333 NMP/100mL, en los puntos GÜIO_CLE_01 y GÚIO_CL_01. A nivel normativo, todos los puntos de la microcuenca del caño Güio cumplen con los límites de los artículos 2.2.3.3.9.3 (2000 NMP/100ml), y, 2.2.3.3.9.5 (1000 NMP/100ml), sin embargo, todos superan el límite del art. 2.2.3.3.9.7 (200 NMP/100ml).  **Figura 3.2.5-171 Coliformes Fecales Termotolerantes de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Coliformes totales	Los valores de concentración para coliformes totales en la microcuenca del caño Güio estuvieron en un rango de 3310 NMP/100mL (GÜIO_CLE_01) hasta 3760 NMP/100mL (GÜIO_CL_02) para la época de lluvia. Para la época seca el punto denominado GÜIO_CLE_01 obtuvo 3210 NMP/100ML, el mayor valor registrado para la época fue de 3900 NMP/100mL en el punto OCMY4. A nivel normativo, se observó cumplimiento de los límites máximos permisibles del Decreto 1076 de 2015 establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 (20000 NMP/100mL), 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.8 (5000 NMP/100mL), mientras que todos los puntos superan el límite máximo del artículo 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 (1000 NMP/100ml).

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Güio
Coliformes totales	 **Figura 3.2.5-172 Coliformes Totales de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Huevos de Helmintos	Los huevos de Helmintos presentaron para la totalidad de los puntos de monitoreo durante la época de lluvia y la época seca concentraciones menores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio (<1 huevos/L). Adicionalmente, en la normativa de referencia no se estipula ningún límite permisible en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 aplicables.
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	Para los monitoreos realizado en época de lluvia y en época seca se obtuvieron concentraciones en el límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio para su determinación (<0,200 mg LAS/L), en la totalidad de los puntos evaluados, los resultados indican que no se presenta ningún tipo de afectación derivada de la presencia de vertimientos sobre los cuerpos de agua monitoreados en el área de influencia. De igual forma, se cumple a cabalidad con el límite máximo permisible contemplado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.8 del Decreto 1076 de 2015 (0,5 mg LAS/L).
Pesticidas organofosforados	Para los monitoreos en época de lluvia y época seca la totalidad de puntos muestreados en la microcuenca del caño Güio presentaron concentraciones inferiores al límite mínimo de cuantificación establecida por la respectiva técnica analítica empleada en el laboratorio para su determinación (<0,00001 mg/L en época de lluvia, y, <0,00020 mg/L en época seca). Por lo anterior, es posible afirmar que hay ausencia de dicho compuesto en las muestras de agua analizadas, concluyendo así que la calidad del agua de estos ecosistemas acuáticos no ha sido afectada por vertimientos de fuentes exógenas que contengan este tipo de compuesto.
Caudal	Durante la época de lluvia se realizó el aforo de caudal en el punto de ocupación de cauce OCMY4 registrando un caudal igual a 869,5 L/s para una sección con un área de 6,69 m^2, un ancho de 6 m y una profundidad máxima de 1,690 m. En la época seca se realizó el aforo de caudal de los puntos GÜIO_CL_01 y el punto de ocupación de cauce mayor OCMY4 / GÜIO_CL_02.

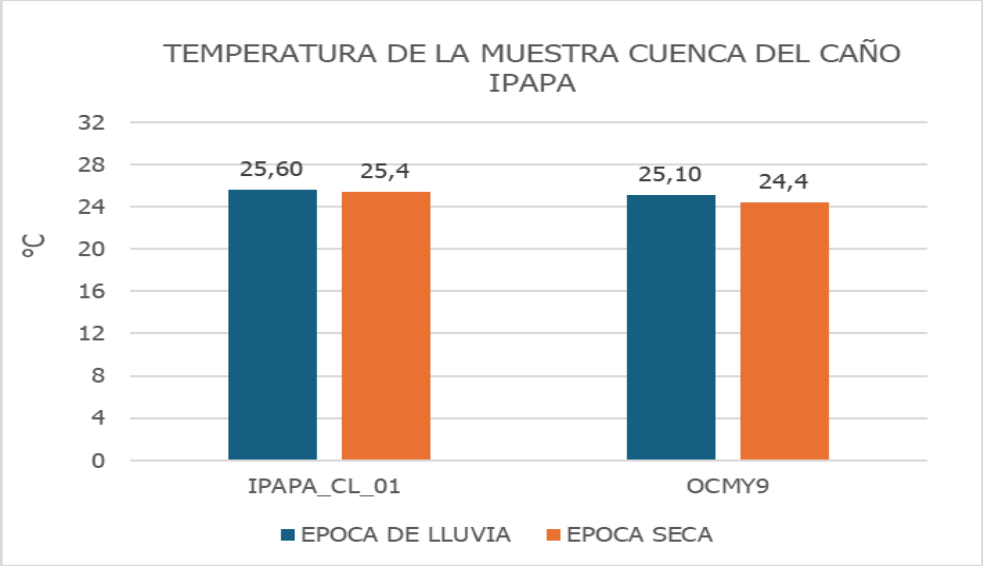
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Güio
Caudal	 **Figura 3.2.5-173 Caudal de las muestras de la microcuenca del caño Güio en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

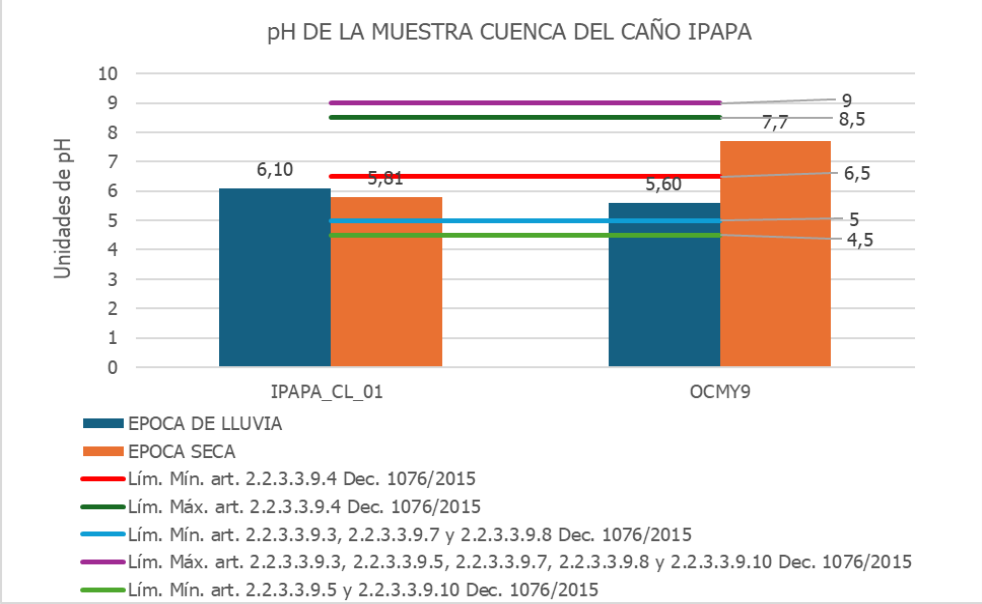
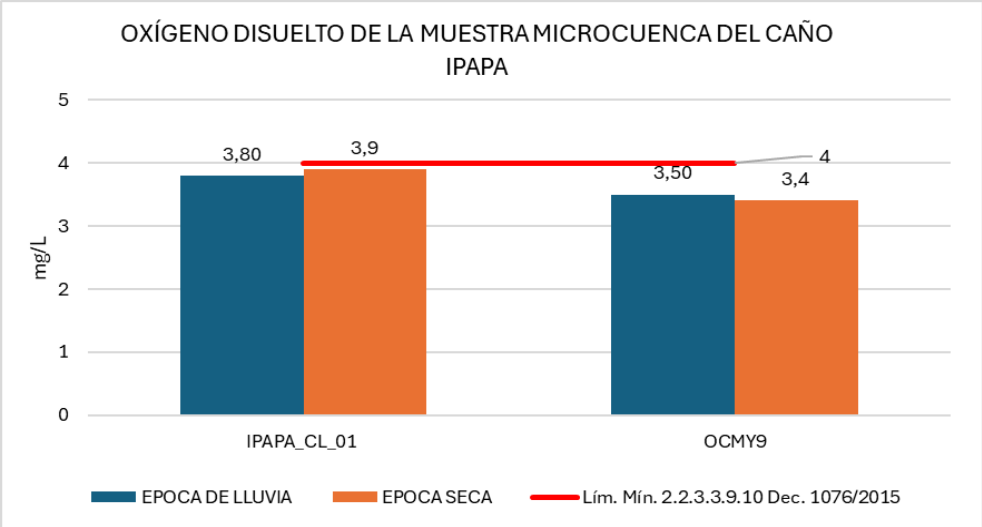
Fuente: Gessig S.A.S., 2025, adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

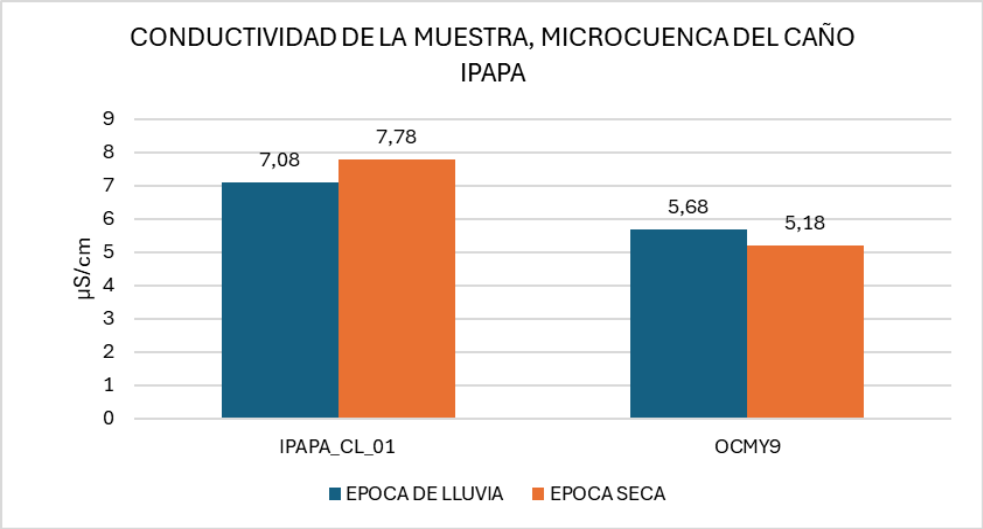
- *Microcuenca del caño Ipapa*

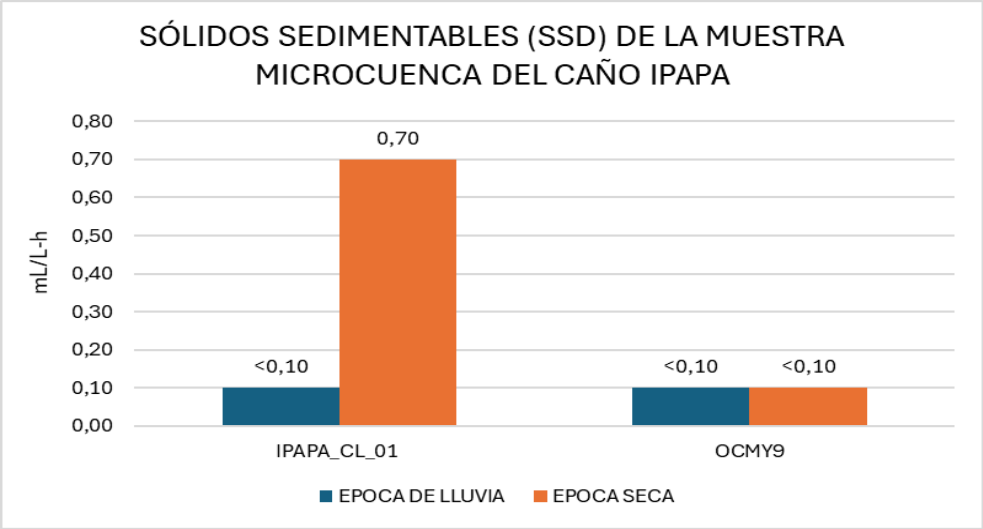
En la microcuenca del caño Ipapa se realizó el monitoreo de calidad de agua en los puntos IPAPA_CL_01 y OCMY9 durante la época de lluvia y la época seca. En la **Tabla 3.2.5-39** se presenta el análisis de cada parámetro monitoreado. Para ver más información, detallada y en forma gráfica, remitirse al **Anexo 3.2-5_Calidad_ASUP** donde se presentan los informes de laboratorio, reportes de laboratorio, soportes de campo, certificados de calibración, resoluciones de acreditación y registro fotográfico.

Tabla 3.2.5-39 Parámetros FQ y B muestreados en la microcuenca del caño Ipapa durante la época de lluvia y época seca

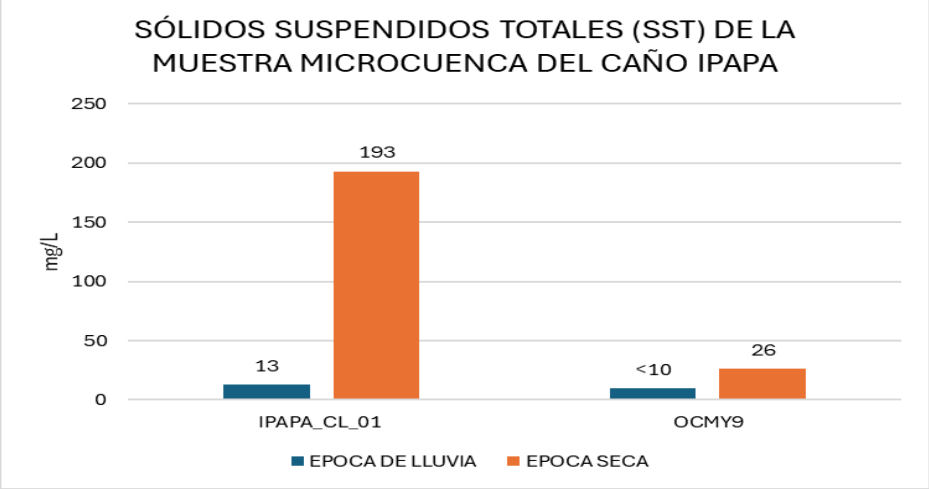
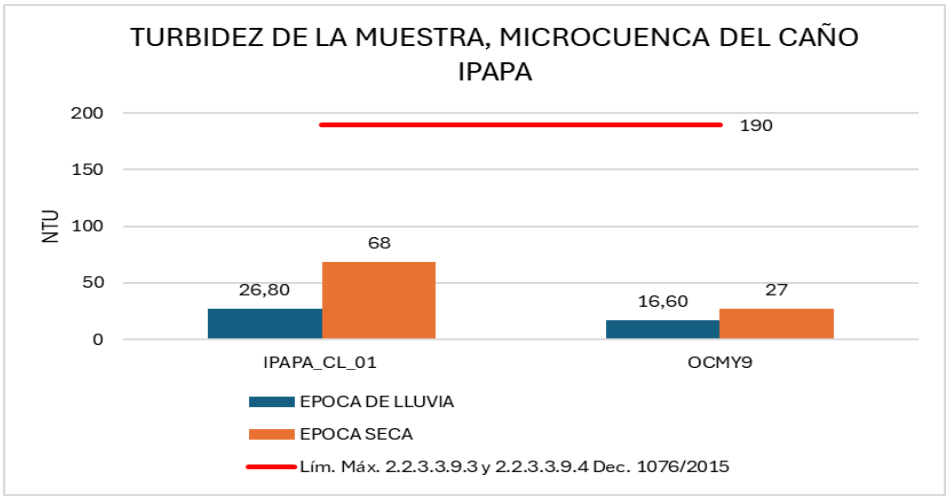
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Ipapa
Temperatura	Durante la época de lluvia el punto OCMY9 registró el menor valor con 25,1 °C y para la época seca nuevamente el mismo punto registra el mínimo con 24,4 °C, en cuestión de máximos el comportamiento es el mismo, el punto IPAPA_CL_01 presentó los máximos registrados con 25,60 °C para la época de lluvia, y 25,4 °C para la época seca. Los resultados de temperatura de la muestra evidencian un comportamiento térmico normal donde el intercambio de energía entre el sistema atmosférico y el cuerpo de agua se regula, debido a que la temperatura ambiente fue superior a la temperatura del agua.  **Figura 3.2.5-174 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño Ipapa en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
pH	Para La época de lluvia los puntos muestreados en la microcuenca del caño Ipapa presentaron un pH con valores que oscilan entre 5,6 unidades (OCMY9) y 6,10 unidades (IPAPA_CL_01), reflejando un estado de neutro a ligeramente ácido del agua. Para la época seca el máximo registrado fue en el punto OCMY9 con 7,7 unidades de pH y el mínimo en el punto IPAPA_CL_01 con 5,81 unidades de pH Se evidencia que la totalidad de los puntos de monitoreo refieren cumplimiento respecto a los límites establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8 y 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, los cuales establecen un rango entre 4,5 a 9,0 unidades. Sin embargo, para el límite permisible del artículo 2.2.3.3.9.4 (6,5 a 8,5 unidades) que trata los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico, sólo cumple el punto OCMY9 en época seca.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Ipapa
pH	 **Figura 3.2.5-175 pH de las muestras de la microcuenca del caño Ipapa en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Oxígeno Disuelto (OD)	La totalidad de los puntos en época de lluvia y dos en época seca evidenciaron un estado de déficit de oxígeno presentar una concentración de OD menor a 4 mg/L, límite establecido por el Artículo 2.2.3.3.10 del Decreto 1076 de 2015, referente a los criterios de calidad para la preservación de flora y fauna en aguas cálidas dulces.  **Figura 3.2.5-176 Oxígeno Disuelto (OD) de las muestras de la microcuenca del caño Ipapa en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025

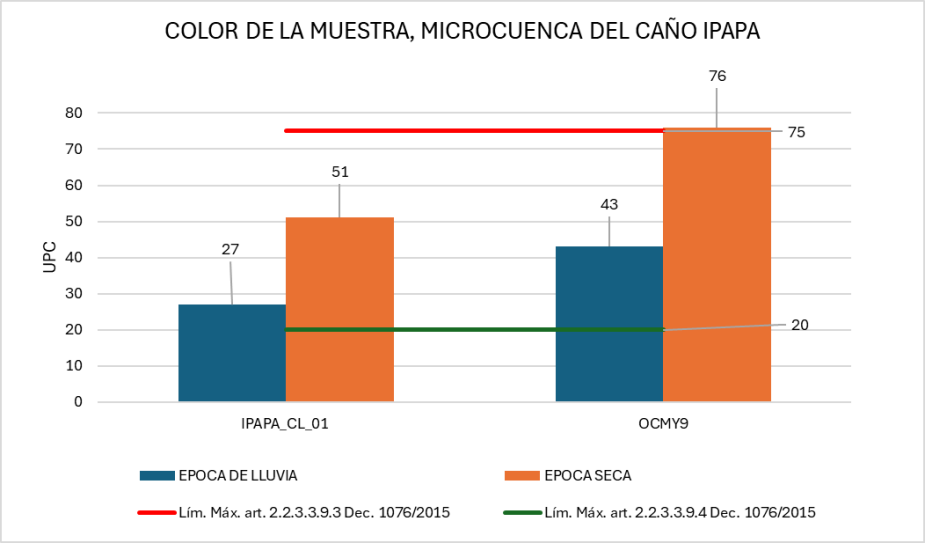
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Ipapa
Conductividad Eléctrica	Durante la época de lluvia, la conductividad eléctrica en los puntos de monitoreo del caño Ipapa osciló entre 5,68 µS/cm en el punto OCMY9, a 7,08 µS/cm en el punto IPAPA_CL_01. Para la época seca, las concentraciones incrementaron en el punto IPAPA_CL_01 hasta 7,78 µS/cm, mientras que en el punto de ocupación de cauce mayor OCMY9 disminuyó a 5,18 µS/cm. Los valores se relacionan con un grado de mineralización "Muy débil" al registrar conductividades menores a los 100 µS/cm según los rangos propuestos por Rodier (1996). Es importante aclarar que en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del decreto único reglamentario 1076 del 2015, no se estipulan máximos permisibles para este parámetro.  **Figura 3.2.5-177 Conductividad Eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño Ipapa en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	En la microcuenca del caño Ipapa todos los puntos muestreados en época de lluvia y en la época seca reportaron concentraciones inferiores a 30 mg/L el cual es el límite de detección del método de cuantificación utilizado por el laboratorio. El decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente estudio (2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.5).
Sólidos Sedimentables (SSD)	Para la época de lluvia y la época seca, la totalidad de los puntos de la microcuenca del caño Ipapa reportaron concentraciones inferiores a 0,10 mL/L-h (límite de detección del método de cuantificación utilizado por el laboratorio MCS). El punto IPAPA_CL_01 fue el único que registró una concentración de SSD, en época seca con un valor de 0,70 mL/L-h. En cuanto a la normatividad ambiental, el Decreto 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para SSD.

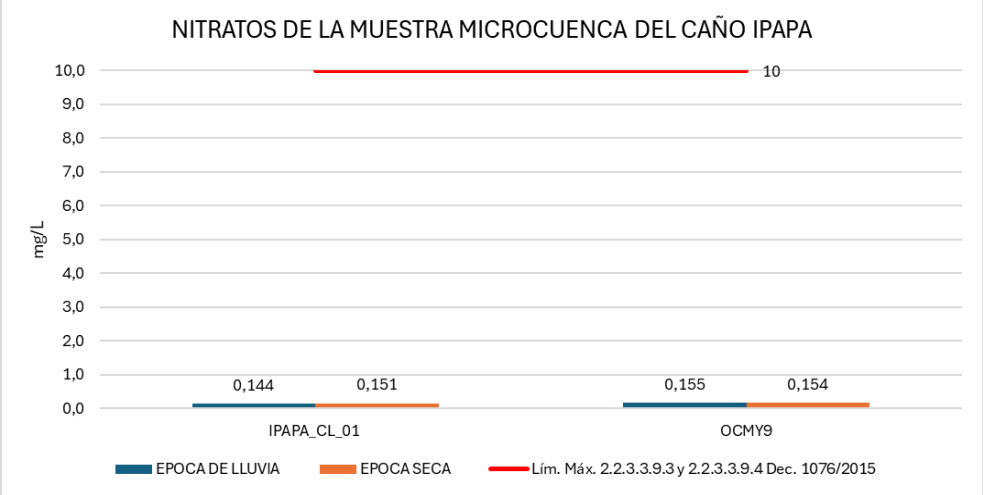
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Ipapa
Sólidos Sedimentables (SSD)	 **Figura 3.2.5-178 Sólidos sedimentables de las muestras de la microcuenca del caño Ipapa en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	El parámetro de sólidos suspendidos totales se refiere a las partículas más densas que se encuentran en el agua con un tamaño mayor a 0,2 µm, y que se mantienen suspendidas dentro de ella; aquellos sólidos pueden incluir material orgánico como microorganismos o algas, y principalmente material inorgánico como limos, arcillas, entre otros[6]. La presencia de los SST en los cuerpos de agua tiene una relación directa con la turbiedad y está relacionada con el aporte de sólidos a las vertientes de corrientes superficiales, con origen natural (arrastre debido a la precipitación), y origen antrópico (erosión del suelo por labores agrícolas de labranza y arado, remoción de cobertura vegetal con fines de urbanización y la realización de obras de infraestructura). Para la época de lluvia, en la microcuenca del caño Ipapa se registraron concentraciones entre <10 mg/L (OCMY9) y 13 mg/L (IPAPA_CL_01). Para la época seca estos valores aumentaron considerablemente en el punto IPAPA_CL_01 reportando 193 mg/L. El decreto único reglamentario 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro.

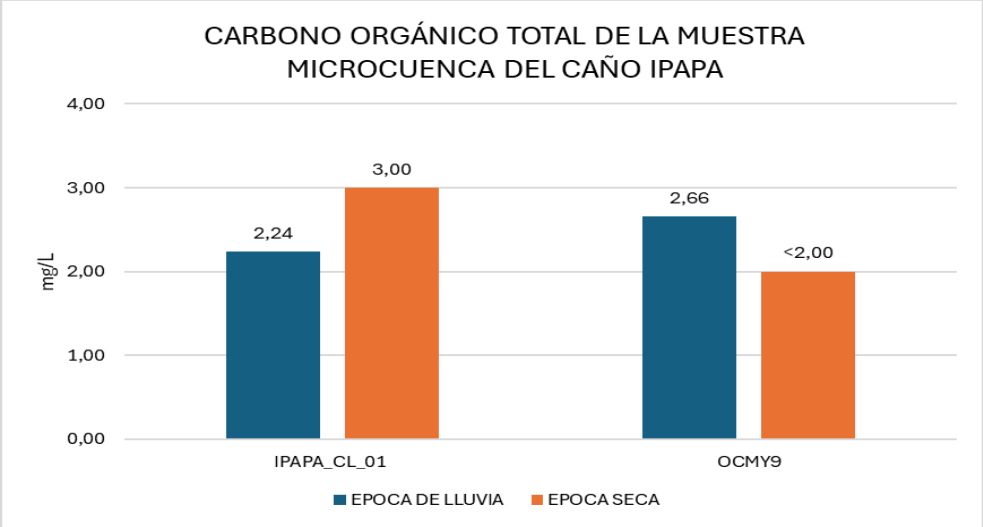
[6] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. (2007). Determinación de Sólidos Suspendidos Totales en agua secados a 103 – 105 °C. Bogotá: Subdirección de hidrología – grupo laboratorio calidad ambiental.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Ipapa
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	 **Figura 3.2.5-179 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del caño Ipapa en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Turbiedad	Para la época de lluvia, en la microcuenca del caño Ipapa se obtuvieron concentraciones desde 16,6 NTU en el punto OCMY9, hasta 26,80 NTU en el punto IPAPA_CL_01. Ahora bien, para la época seca, en el punto IPAPA_CL_01 se registró el máximo con 68 NTU y en OCMY9 se registró el mínimo con 27 NTU. Estos valores son coherentes con la concentración de SST registrada. A nivel normativo, casi todos los puntos cumplen con el límite del art. 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, que establece un límite máximo permisible de 10 UJT (Unidades de turbidez Jackson) basadas en el antiguo método Jackson que equivale a 190 NTU. Adicionalmente, el artículo 2.2.3.3.9.10 referente a los criterios de calidad para la preservación de flora y fauna, determina que no debe presentarse turbiedad en el cuerpo de agua que interfiera con la actividad fotosintética, los puntos monitoreados cumplen con este criterio.  **Figura 3.2.5-180 Turbiedad de las muestras de la microcuenca del caño Ipapa en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Ipapa
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	Durante la época de lluvia y seca, la acidez, alcalinidad total y bicarbonatos registraron para la totalidad de los puntos monitoreados en la microcuenca del caño Ipapa, valores inferiores al límite de cuantificación del método de análisis implementado por el laboratorio MCS (<2 mg $CaCO_3$/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no estipula límites máximos permisibles para estos parámetros. No obstante, según lo establecido en la Resolución 2115 de 2007, se admite una alcalinidad máxima de 200 mg/L y una acidez no mayor a 60 mg/L para agua para consumo humano. Criterios cumplidos por los cuerpos de agua monitoreados.
Dureza total y Dureza Cálcica	La dureza cálcica en la época de lluvia y seca para los puntos de muestreo del caño Ipapa reportaron valores con un límite inferior al de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio MCS (<3 mg/L $CaCo_3$). Estos valores permiten clasificar el agua de la microcuenca del caño como "Blanda". A nivel normativo, el Decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente complemento del EIA (2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10).
Grasas y Aceites e Hidrocarburos totales	La totalidad de los puntos monitoreados en la microcuenca del caño Ipapa durante la época de lluvia y la época seca registraron concentraciones inferiores al límite de detección de los métodos analíticos utilizados por el laboratorio MCS (<1,40 mg/L) tanto para el parámetro de grasas y aceites como para hidrocarburos totales. A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, no fijan límites para estos parámetros, pero si establecen que no se deben presentar películas visibles de grasas y aceites flotantes. Teniendo en cuenta lo anterior, los puntos monitoreados cumplen con este criterio.
Sulfatos	Para la época de lluvia y la época seca, todos los puntos monitoreados en la microcuenca del caño Ipapa registraron valores inferiores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<5 mg SO_4^{2-}/L). Los resultados evidencian cumplimiento a nivel normativo al límite establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (400 mg SO_4^{2-}/L), es decir que cumple con los criterios para uso doméstico.
Cloruros	Las concentraciones de cloruros en la totalidad de los puntos en la microcuenca del caño Ipapa en ambas épocas climáticas presentaron concentraciones inferiores a 4,0 mg Cl-/L (límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio). Todos cumplen con el límite máximo permisible (250 mg/L) establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015.
Color de la muestra en UPC	Para la época de lluvia, los resultados oscilaron entre 27 UPC en el punto IPAPA_CL_01 hasta 43 UPC en el punto OCMY9. Para la época seca los valores reportados fueron de 51 UPC (IPAPA_CL_01) y de 76 UPC en el punto OCMY9 aumentando con respecto a la época de lluvias. De acuerdo con los resultados reportados todos los puntos se encuentran encima del límite permisible del artículo 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (20 UPC), a su vez el punto OCMY9 época seca supera el límite permisible establecido en el artículo 2.2.3.3.9.3 (75 UPC).

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Ipapa
Color de la muestra en UPC	 **Figura 3.2.5-181 Color de las muestras de la microcuenca del caño Ipapa en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Fenoles totales	Los fenoles totales, durante ambas épocas climáticas registraron en la totalidad de puntos muestreados valores inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio MCS para su determinación (<0,002 mg/L), cumpliendo plenamente con el criterio de calidad estipulado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 del Decreto 1076 de 2015, e indicando que los cuerpos de agua no presentan afectación por parte de estos compuestos.
Material Flotante	Los puntos no reportaron presencia de materiales flotantes. A nivel normativo, los artículos comparables del Decreto 1076 de 2015 no fijan límites máximos permisibles para este parámetro, pero si establecen que no se deben presentar materiales flotantes.
Olor y sabor	La totalidad de puntos de monitoreo se han reportado como "Aceptable". Los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros.
Nitratos y Nitritos	Para época de lluvia, los Nitratos registraron concentraciones comprendidas entre 0,155mg/L (OCMY9) y 0,144 mg/L (IPAPA_CL_01). Del mismo modo, para la época seca las concentraciones estuvieron en un rango entre 0,154 mg/L (OCMY9), y 0,151 mg/L (IPAPA_CL_01). En cuanto a los Nitritos este parámetro reportó concentraciones inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada para su determinación por el laboratorio MCS (<0,0100 mg N-NO2/L) en la totalidad de puntos muestreados para época de lluvia y seca. Al comparar estas concentraciones frente a los límites estipulados en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto único reglamentario 1076 de 2015 (1 mg/L para nitritos y 10 mg/L para nitratos), se comprueba que en los dos casos existe cumplimiento frente a la norma y, por lo tanto, el agua proveniente de estos puntos podría ser destinada para consumo humano y doméstico sin que ocurran afectaciones a la salud.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Ipapa
Nitratos y Nitritos	 **Figura 3.2.5-182 Nitratos de las muestras de la microcuenca del caño Ipapa en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Nitrógeno Amoniacal y Nitrógeno total Kjeldahl	En la época de lluvia y en época seca, la totalidad de los puntos registró valores <1 mg/L, valor correspondiente al límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio MCS. A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. También se monitoreo durante ambas épocas la concentración de Nitrógeno total Kjeldahl, que registró una concentración igual al límite cuantificable establecido por la técnica de análisis empleada por el laboratorio MCS (<5,00 mg N/L) en la totalidad de puntos de monitoreo evaluados. Es importante mencionar que el parámetro descrito no se encuentra regulado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.6, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8, 2.2.3.3.9.9 y 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015.
Compuestos de Fósforo: Orgánico, inorgánico, ácido hidrolizable total, fósforo Total, y fósforo reactivo total - Ortofosfatos	Para ambas épocas, la totalidad de puntos en la microcuenca del caño Ipapa registraron una concentración de fósforo orgánico de <0,150 mg/L (límite de cuantificación de la técnica analítica empleada en el laboratorio MCS). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. Para el fósforo inorgánico, la totalidad de puntos en la microcuenca del caño Ipapa reportaron valores menores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<0,1 mg/L). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. En cuanto al fósforo total, la totalidad de los puntos en la microcuenca del caño Ipapa registraron valores inferiores a 0,150 mg/L (límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. Para la microcuenca del caño Ipapa la totalidad de los puntos en el parámetro fósforo reactivo total que es equivalente a ortofosfatos, registraron valores de <0,150 mg P/L (límite de cuantificación de la técnica analítica empleada en el laboratorio). Cabe señalar que, a nivel normativo los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del decreto 1076 de 2015 contemplados en el presente estudio no presentan límites máximos permisibles para estos parámetros.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Ipapa
Carbono Orgánico Total	Para la época de lluvia, los puntos monitoreados en la microcuenca del caño Ipapa registraron concentraciones entre 2,24 mg/L en el punto IPAPA_CL_01, y 2,66 mg/L en el punto OCMY9. Para la época seca los valores reportados fueron <2 mg/L en el punto de ocupación de cauce mayor OCMY9, para el punto IPAPA_CL_01 se reportó el máximo de la época con 3 mg/L. El Decreto 1076 de 2015 no presenta límites permisibles para estos parámetros, por lo cual no es posible compararlo con la normatividad.  **Figura 3.2.5-183 Carbono Orgánico Total de las muestras de la microcuenca del caño Ipapa en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
DBO_5 y DQO	Para la época de lluvia y la época seca, la totalidad de puntos en la microcuenca del caño Ipapa reportaron valores menores al límite de cuantificación del parámetro DBO_5 (<2 mg/L). En cuanto al parámetro DQO, el comportamiento es el mismo, para toda la época de lluvia y la época seca se registran concentraciones inferiores a 20 mg/. A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no presentan límites permisibles para estos parámetros, por lo cual no es posible compararlo con la normatividad.
Metales, no metales y Metaloides	Los parámetros aluminio total, arsénico total, bario total, cadmio total, cobre total, cromo total, níquel total, plata total, selenio total, berilio, cobalto, estaño, litio, molibdeno, mercurio, zinc, y vanadio presentaron en la totalidad de los puntos de monitoreo en época de lluvia y en época seca concentraciones inferiores a los límites de cuantificación de los respectivos métodos analíticos empleados por el laboratorio; por lo cual la totalidad de los puntos monitoreados cumplen con los límites normativos establecidos para cada metal y metaloide en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015. En cuanto al calcio total, magnesio total, potasio y sodio totales, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros, además estos iones no representan algún tipo de riesgo, pues se considera como normal su presencia en los ecosistemas acuáticos debido al lavado del suelo, las rocas y el lecho de los cuerpos de agua.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Ipapa
Metales, no metales y Metaloides	Para la época de lluvia el hierro total presentó una concentración en un rango de 0,81 mg/L (OCMY9) a 1,95 mg/L (IPAPA_CL_01), en la época seca las concentraciones registradas fueron de <0,10 mg/L (OCMY9) hasta 2,11 mg/L (IPAPA_CL_01), todos los registros cumplieron el límite establecido en el artículo 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015.

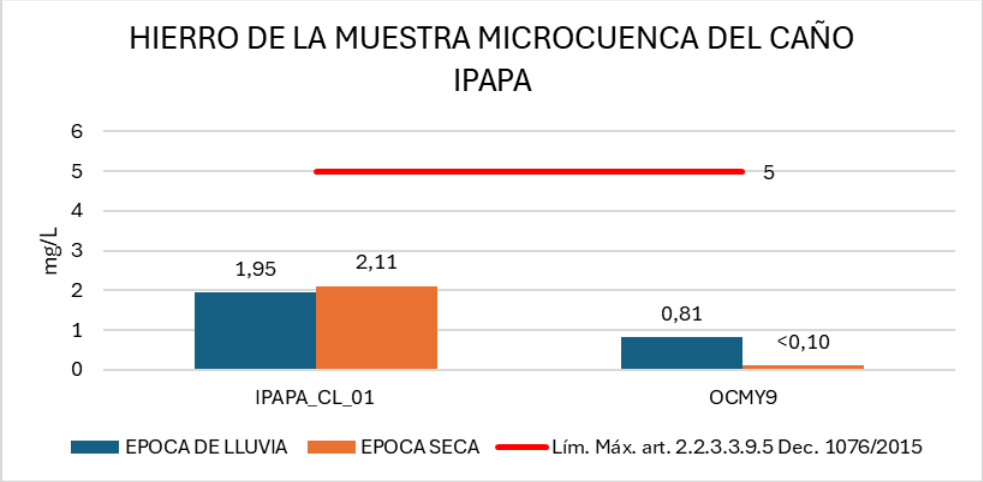


Figura 3.2.5-184 Hierro de las muestras de la microcuenca del caño Ipapa en época de lluvia y época seca

Fuente: Gessig S.A.S 2025

En la época de lluvia, el manganeso registró el valor más alto en el punto IPAPA_CL_01 con un valor de 0,024 mg Mn/L, mientras que para la época seca el punto IPAPA_CL_01 reportó un valor < 0,02 mg/L, y la ocupación de cauce OCMY9 registró la concentración mayor igual a 0.024 mg/L. Con respecto al límite establecido por el artículo 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015 (0,2 mg/L), la totalidad de los puntos cumplen con el límite.

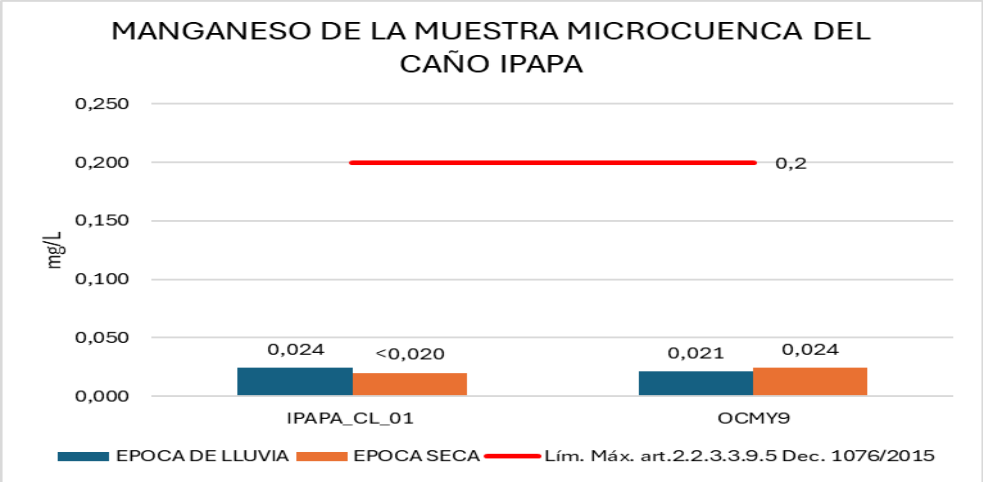
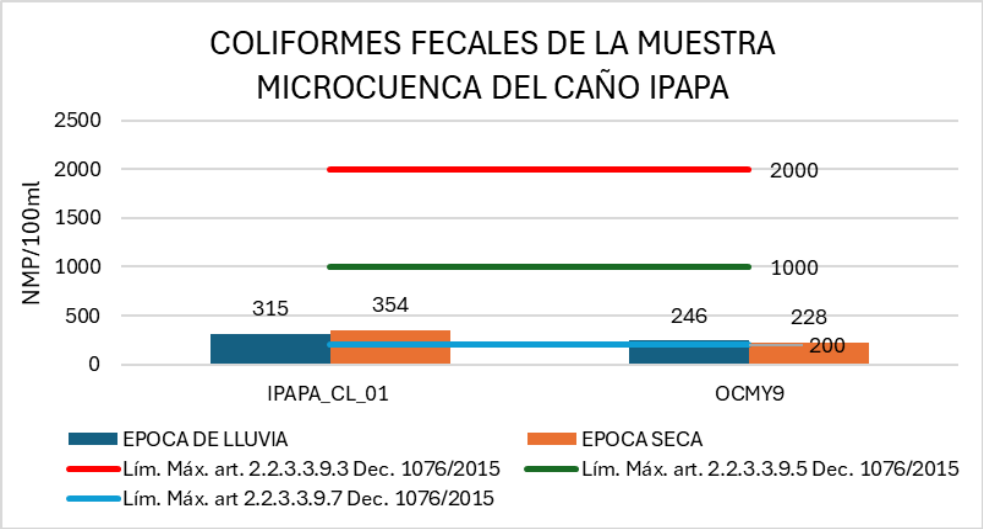
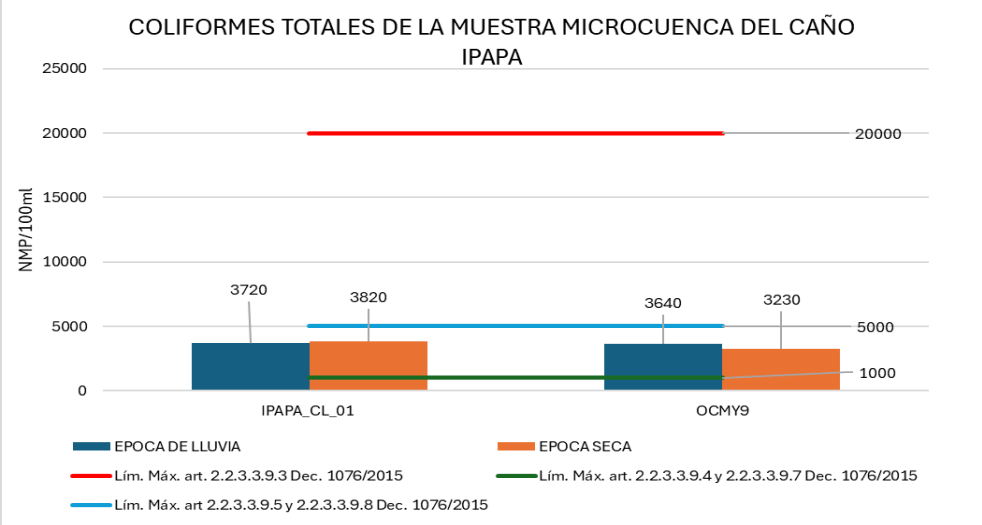
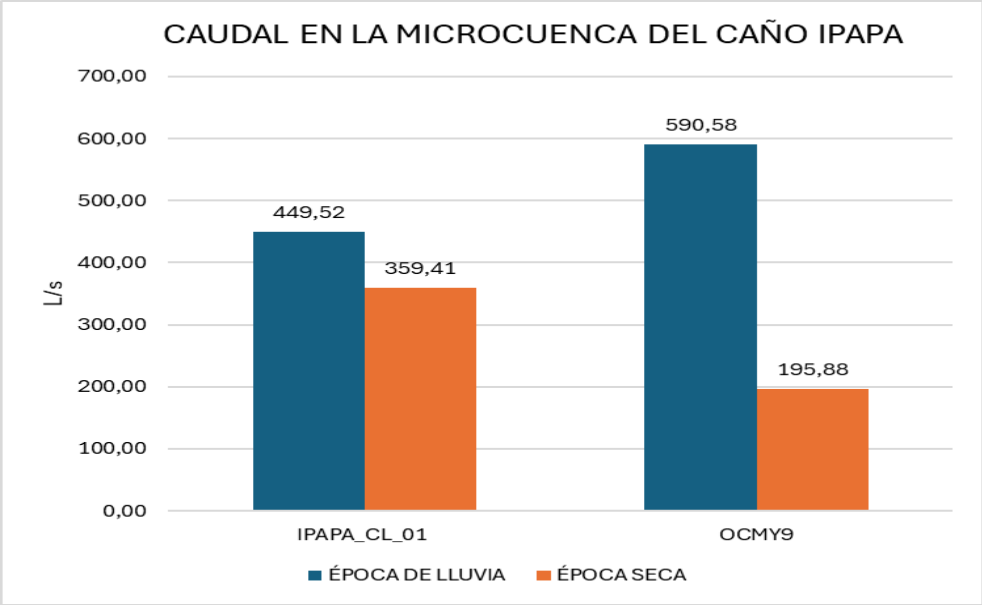


Figura 3.2.5-185 Manganeso de las muestras de la microcuenca del caño Ipapa en época de lluvia y época seca

Fuente: Gessig S.A.S 2024

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Ipapa
Metales, no metales y Metaloides	Finalmente, el plomo total presentó una concentración de <0,05 mg/L (límite de cuantificación del método analítico) en la casi totalidad de los puntos monitoreados durante ambas épocas, sólo en el punto OCMY9 época de lluvia reporto un valor < 0,02 mg/L. La totalidad de los puntos cumplen con los límites establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.6 del Decreto 1076 de 2015.
Coliformes Fecales Termotolerantes	En la época de lluvia, las coliformes termotolerantes registraron concentraciones entre 246 NMP/100mL en el punto OCMY9 y 315 NMP/100mL en el punto IPAPA_CL_01. Para la época seca las concentraciones obtenidas se mantuvieron en un rango entre los 228 NMP/100mL y los 354 NMP/100mL, en los puntos OCMY9 e IPAPA_CL_01, respectivamente. A nivel normativo, todos los puntos de la microcuenca del caño Ipapa cumplen con los límites de los artículos 2.2.3.3.9.3 (2000 NMP/100ml), y, 2.2.3.3.9.5 (1000 NMP/100ml), sin embargo, todos superan el límite del art. 2.2.3.3.9.7 (200 NMP/100ml).  **Figura 3.2.5-186 Coliformes Fecales Termotolerantes de las muestras de la microcuenca del caño Ipapa en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Coliformes totales	Los valores de concentración para coliformes totales en la microcuenca del caño Ipapa estuvieron en un rango de 3640 NMP/100mL (OCMY9) hasta 3720 NMP/100mL (IPAPA_CL_01) para la época de lluvia. Para la época seca el punto denominado OCMY9 obtuvo 3230 NMP/100ML, y el mayor valor registrado para la época fue de 3820 NMP/100mL en el punto IPAPA_CL_01. A nivel normativo, se observó cumplimiento de los límites máximos permisibles del Decreto 1076 de 2015 establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 (20000 NMP/100mL), 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.8 (5000 NMP/100mL), mientras que todos los puntos superan el límite máximo del artículo 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 (1000 NMP/100ml).

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Ipapa
Coliformes totales	 **Figura 3.2.5-187 Coliformes Totales de las muestras de la microcuenca del caño Ipapa en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Huevos de Helmintos	Los huevos de Helmintos presentaron para la totalidad de los puntos de monitoreo durante la época de lluvia y la época seca concentraciones menores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio (<1N° org/L). Adicionalmente, en la normativa de referencia no se estipula ningún límite permisible en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 aplicables.
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	Para los monitoreos realizado en época de lluvia y en época seca se obtuvieron concentraciones en el límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio para su determinación (<0,200 mg LAS/L), en la totalidad de los puntos evaluados, los resultados indican que no se presenta ningún tipo de afectación derivada de la presencia de estos compuestos. De igual forma, se cumple a cabalidad con el límite máximo permisible contemplado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.8 del Decreto 1076 de 2015 (0,5 mg LAS/L).
Pesticidas órgano-fosforados	Para los monitoreos en época de lluvia y época seca la totalidad de puntos muestreados en la microcuenca del caño Ipapa presentaron concentraciones inferiores al límite mínimo de cuantificación establecida por la respectiva técnica analítica empleada en el laboratorio para su determinación (<0,00001 mg/L en época de lluvia, y, <0,00020 mg/L en época seca). Por lo anterior, es posible afirmar que hay ausencia de dicho compuesto en las muestras de agua analizadas, concluyendo así que la calidad del agua de estos ecosistemas acuáticos no ha sido afectada por vertimientos de fuentes exógenas que contengan este tipo de compuesto.
Caudal	Durante la época de lluvia se realizó el aforo de caudal en los puntos IPAPA_CL_01 y OCMY9 ubicados sobre el caño Ipapa, el mayor caudal en la microcuenca del caño Ipapa se evidenció en el punto de ocupación de cauce mayor OCMY9 durante la época de lluvia, así mismo, es este punto el que registra el menor caudal en época seca, evidenciando una reducción en su caudal de 394 L/s.

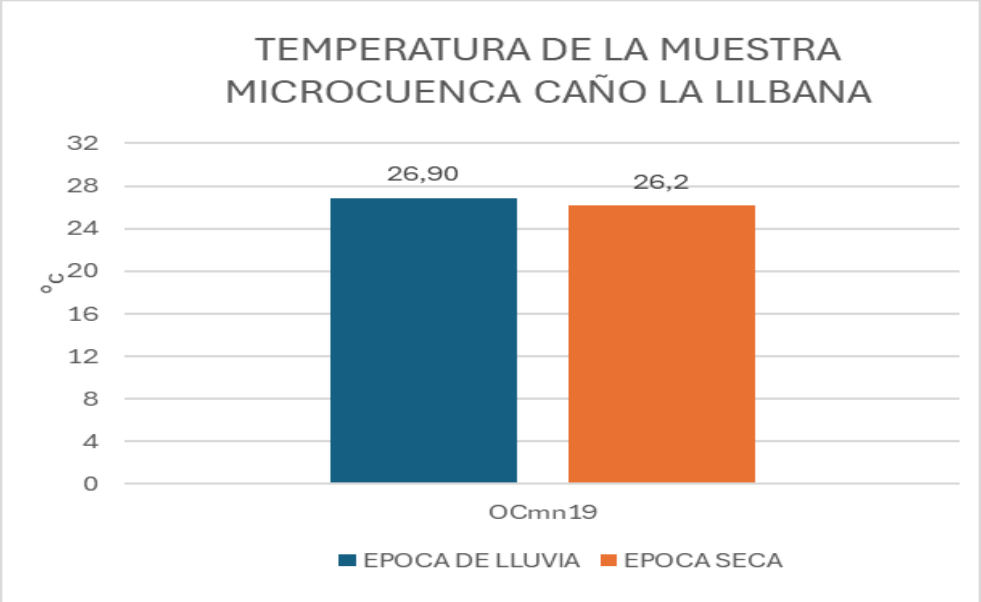
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Ipapa
Caudal	 **Figura 3.2.5-188 Caudal de las muestras en la microcuenca del caño Ipapa en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

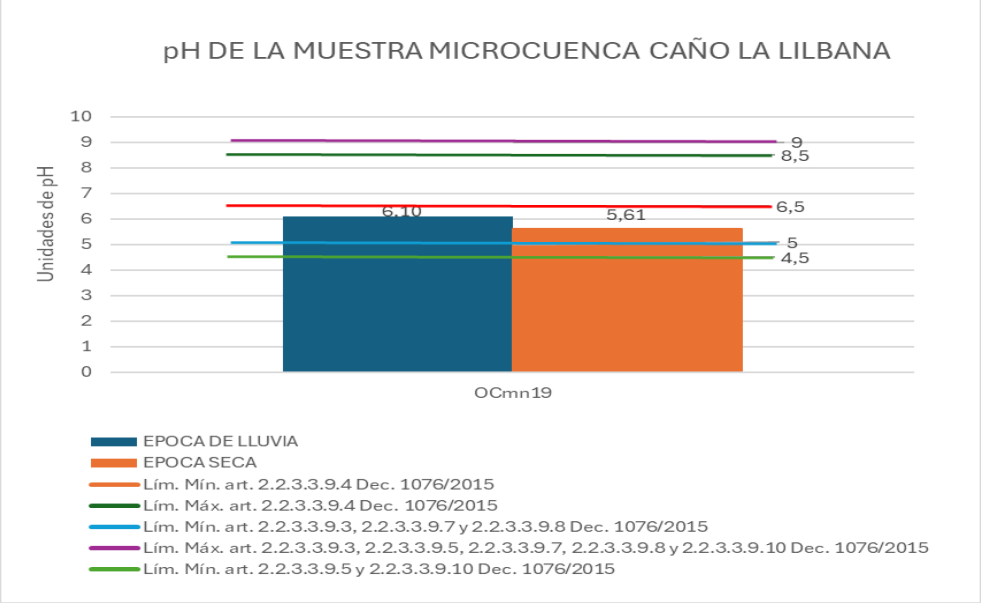
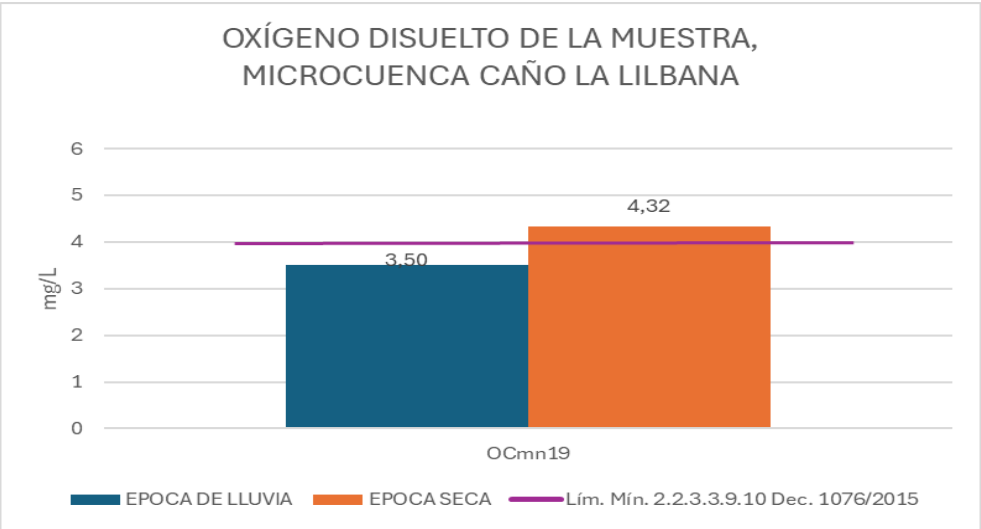
Fuente: Gessig S.A.S., 2025, adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

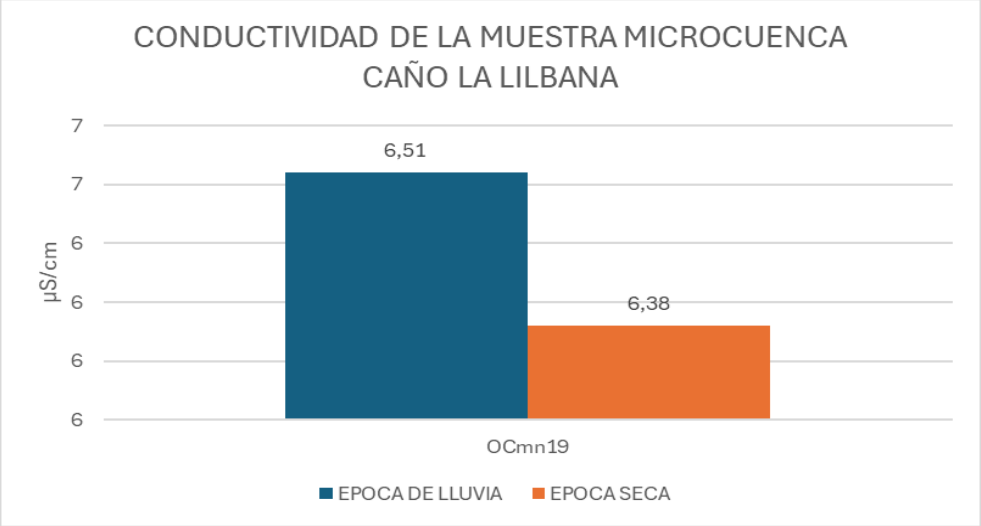
- *Microcuenca del caño La Lilbana*

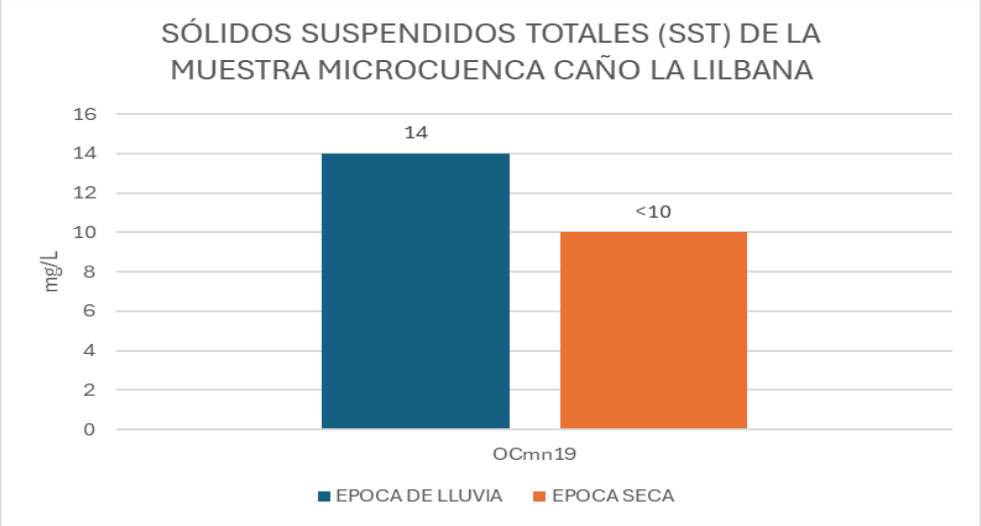
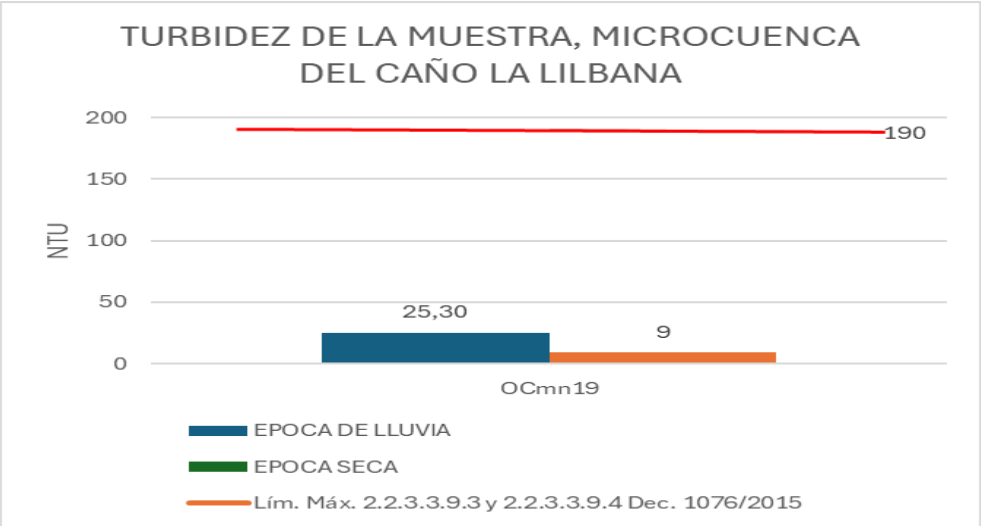
En la microcuenca del caño La Lilbana se realizó el monitoreo de calidad de agua en el punto de ocupación de cauce OCmn19 durante la época de lluvia y la época seca. En la **Tabla 3.2.5-40** se presenta el análisis de cada parámetro monitoreado. Para ver más información, detallada y en forma gráfica, remitirse al **Anexo 3.2-5_Calidad_ASUP** donde se presentan los informes de laboratorio, reportes de laboratorio, soportes de campo, certificados de calibración, resoluciones de acreditación y registro fotográfico.

Tabla 3.2.5-40 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca del caño La Lilbana durante la época de lluvia y época seca

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño La Lilbana
Temperatura	El punto OCmn19 registró una temperatura del agua promedio igual a 26,5°C, mientras que la temperatura ambiente promedio registrada fue de 28 °C. Lo cual evidencia un comportamiento de temperatura normal acorde a los valores de temperatura ambiente del municipio de Cabuyaro.  **Figura 3.2.5-189 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño La Lilbana en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
pH	El punto OCmn19 registró un valor de pH igual a 6,10 unidades en época de lluvia, y, 5,61 unidades en época seca, demostrando cumplimiento de los límites establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8 y 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, los cuales establecen un rango entre 4,5 a 9,0 unidades. Sin embargo, el punto OCmn19 se encuentra debajo del límite permisible del artículo 2.2.3.3.9.4 (6,5 a 8,5 unidades) que trata los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico. El pH registrado se considera "Neutro".

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño La Lilbana
pH	 **Figura 3.2.5-190 pH de las muestras de la microcuenca del caño La Lilbana en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Oxígeno Disuelto (OD)	El valor de oxígeno disuelto reportado en el punto OCmn19 fue igual a 3,50 mg/L en época de lluvia, y, 4,32 en época seca. El valor de OD en la época de lluvia es inferior al límite mínimo establecido por el Artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 (4 mg/L), indicando una calidad regular del nivel de OD, el cual puede afectar la actividad biológica en el agua.  **Figura 3.2.5-191 Oxígeno Disuelto (OD) de las muestras de la microcuenca del caño La Lilbana en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño La Lilbana
Conductividad Eléctrica	Durante la época de lluvia la conductividad eléctrica en el punto OCmn19 fue de 6,51 µS/cm, y, en la época seca fue igual a 6,38 µS/cm; es decir que, cuenta con un grado de mineralización "Muy débil" al registrar conductividades menores a los 100 µS/cm según los rangos propuestos por Rodier (1996). En los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del decreto único reglamentario 1076 del 2015, no se estipulan máximos permisibles para este parámetro.  **Figura 3.2.5-192 Conductividad Eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño La Lilbana en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	El punto OCmn19 registró una concentración <30 mg/L para las dos épocas climáticas. El decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente estudio (2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10).
Sólidos Sedimentables (SSD)	El punto OCmn19 registró una concentración inferior al límite de cuantificación del método implementado por el laboratorio MCS (<0,1 mL/L-h) para las dos épocas climáticas analizadas. El decreto 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro.
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	El punto OCmn19 registró una concentración de 14 mg/L en época de lluvia, y en la época seca registró una concentración inferior al límite de cuantificación del método implementado por el laboratorio MCS (<10 mg/L). El decreto único reglamentario 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro de calidad de agua.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño La Lilbana
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	 **Figura 3.2.5-193 Sólidos suspendidos totales de las muestras de la microcuenca del caño La Lilbana en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Turbiedad	El punto OCmn19 registró un valor de turbidez igual a 25,3 NTU en época de lluvia, y, 9 NTU en época seca. A nivel normativo, el artículo 2.2.3.3.9.4 establece un límite máximo permisible de 10 UJT (Unidades de turbidez Jackson) basadas en el antiguo método Jackson que equivale a 190 NTU, de forma que se cumple con el límite del art. 2.2.3.3.9.4. Adicionalmente, el punto OCmn19 en época de lluvia presenta una coloración asociada a turbidez que no afecta la actividad fotosintética cumpliendo con el criterio del artículo 2.2.3.3.9.10.  **Figura 3.2.5-194 Turbidez de las muestras de la microcuenca del caño La Lilbana en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño La Lilbana
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	La acidez, alcalinidad total y bicarbonatos registraron un valor inferior al límite de cuantificación del método de análisis implementado por el laboratorio MCS (<2 mg/L), en todos los puntos de la microcuenca del caño La Lilbana. A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no estipula límites máximos permisibles para estos parámetros. No obstante, según lo establecido en la Resolución 2115 de 2007, se admite una alcalinidad máxima de 200 mg/L y una acidez no mayor a 60 mg/L para agua para consumo humano. Criterios cumplidos por los cuerpos de agua monitoreados.
Dureza total y Dureza Cálcica	Para el punto OCmn19, los parámetros de dureza total y dureza cálcica, en ambas épocas climáticas, registraron el mismo valor, inferior al límite de cuantificación del método de análisis implementado por el laboratorio MCS (<3 mg/L). Estos valores permiten clasificar el agua de la microcuenca del caño como "Blanda". A nivel normativo, el Decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente complemento del EIA (2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10).
Grasas y Aceites e Hidrocarburos totales	EL punto OCmn19 registró para las dos épocas climáticas analizadas, concentraciones inferiores al límite de detección del método analítico utilizado por el laboratorio MCS (<1,40 mg/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, establecen que no se deben presentar películas visibles de grasas y aceites flotantes. Durante el monitoreo no se observó película de grasas visibles sobre el punto.
Sulfatos	En época de lluvia y seca, el punto OCmn19 registró un valor inferior al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<5 mg SO42-/L). Los resultados evidencian cumplimiento a nivel normativo al límite establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (400 mg SO42-/L), es decir que cumple con los criterios para uso doméstico.
Cloruros	Durante la época de lluvia y seca, se registró en el punto OCmn19 una concentración inferior al límite del laboratorio MCS (<4 mg/L), demostrando cumplimiento del límite máximo permisible (250 mg/L) establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015.
Color de la muestra en UPC	Para la época de lluvia, el color de la descarga en el punto OCmn19 fue Igual a 29 UPC, acorde con la turbiedad registrada producto del arrastre de material por las lluvias, el punto refleja cumplimiento del límite permisible establecido en el artículo 2.2.3.3.9.3 (75 UPC).

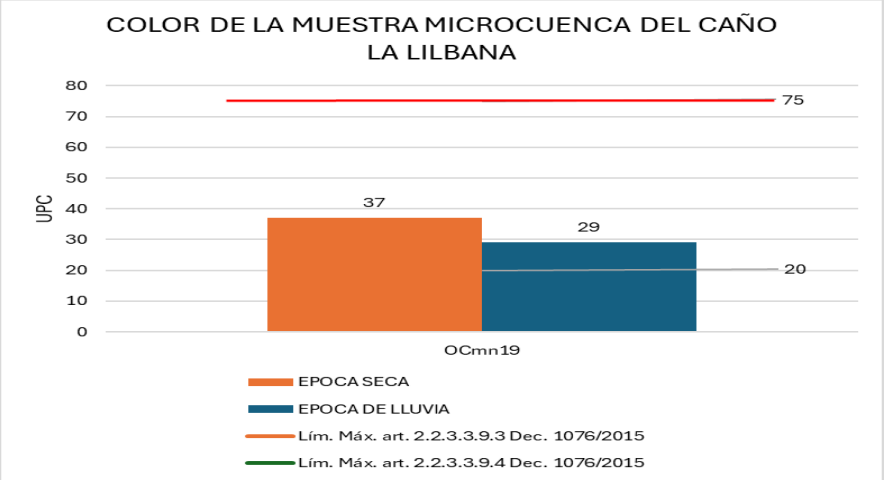
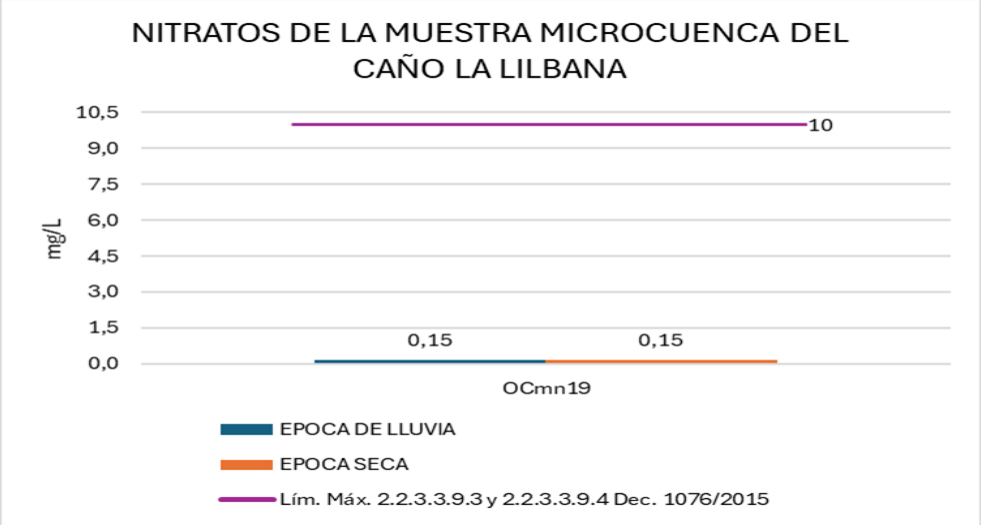
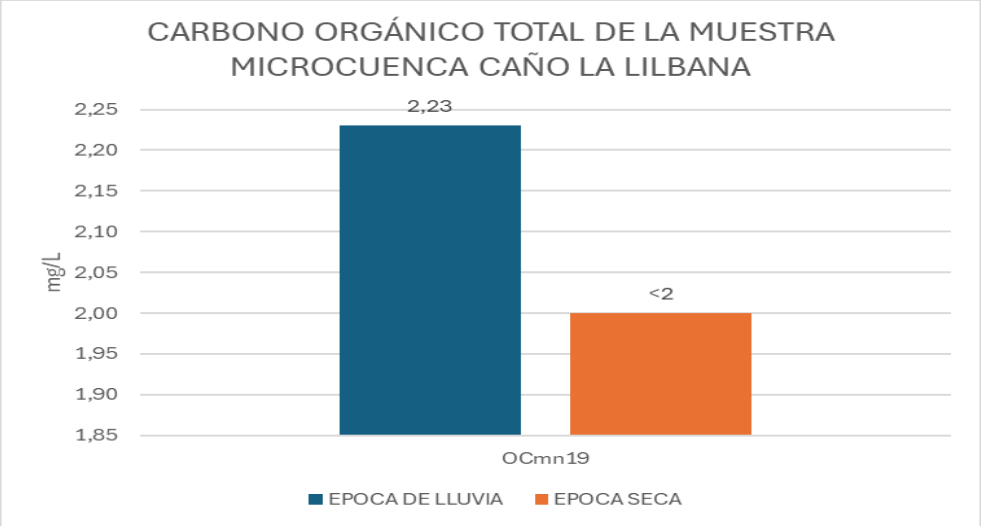
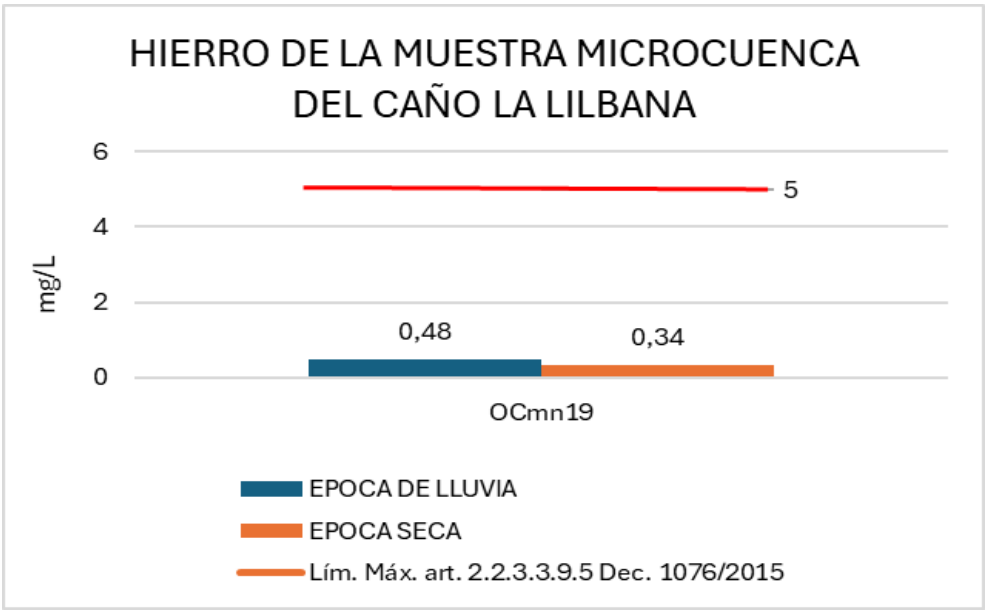


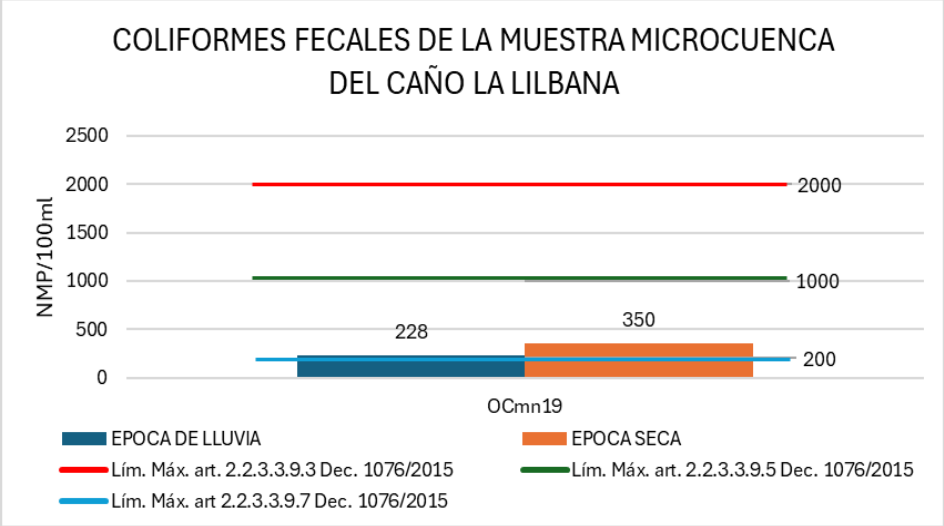
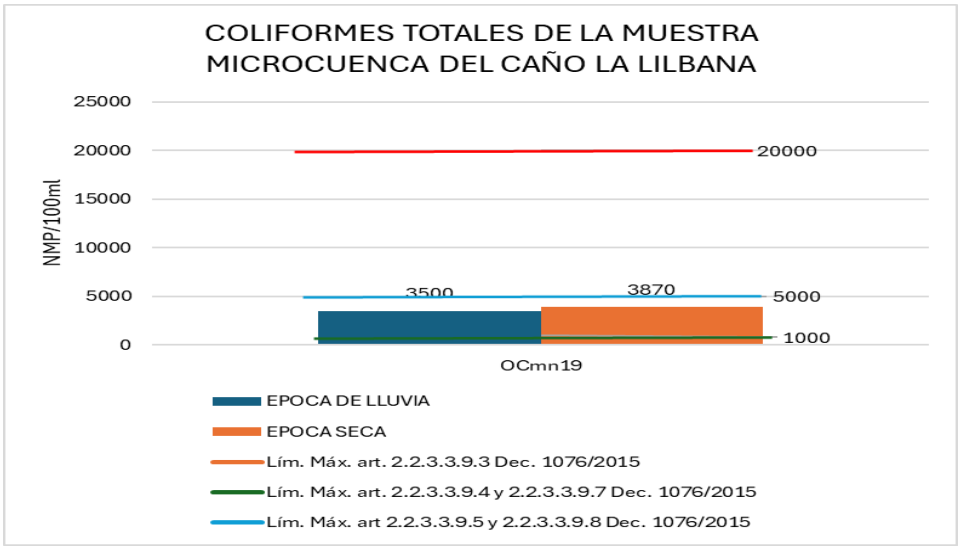
Figura 3.2.5-195 Color de las muestras de la microcuenca del caño La Lilbana en época de lluvia y época seca

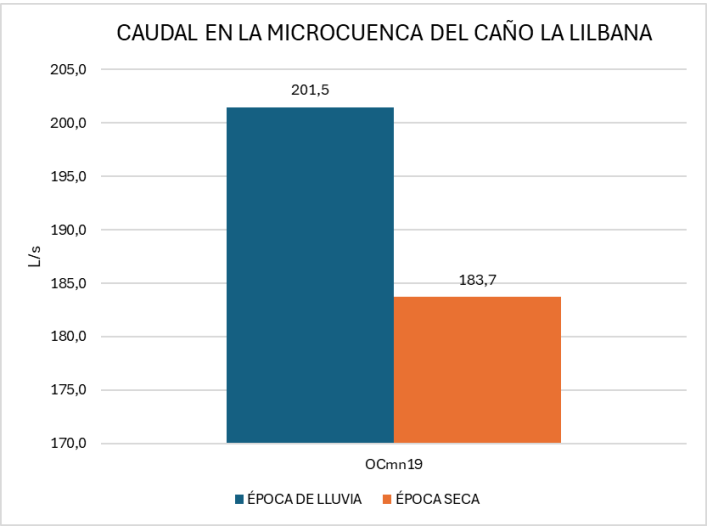
Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño La Lilbana
Fenoles totales	Para época de lluvia y seca, el punto OCmn19 reportó concentraciones inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio MCS para su determinación (<0,002 mg/L), es importante señalar que, según el Decreto 1076 de 2015, en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 se establece como límite máximo permisible 0,002 mg/L, lo cual indica cumplimiento.
Material Flotante	El punto OCmn19 reportó ausencia de material flotante en las dos épocas climáticas analizadas.
Olor y sabor	En cuanto a olor y sabor, el punto OCmn19 fue reportado como "Aceptable", indicando que no existe una presencia alta de sustancias o compuestos orgánicos que alteren las propiedades organolépticas del agua. Los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros.
Nitratos y Nitritos	En la época de lluvia y seca, el punto OCmn19 registró un valor de Nitratos de 0,15 mg NO3-N/L. Con respecto a los Nitritos, registró en ambas épocas hidroclimáticas, un valor inferior a 0,0100 mg NO2-/L (límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio). En ambos casos existe cumplimiento frente a los límites estipulados en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto único reglamentario 1076 de 2015 (1 mg/L para nitritos y 10 mg/L para nitratos).  **Figura 3.2.5-196 Nitratos de las muestras de la microcuenca del caño La Lilbana en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Nitrógeno Amoniacal y Nitrógeno total Kjeldahl	El punto OCmn19 para las dos épocas climáticas, registró una concentración de Nitrógeno amoniacal <1,00 mg/L. Por su parte se registró un valor <5,00 mg/L para el Nitrógeno total Kjeldahl. Lo que permite inferir una muy baja presencia de estos compuestos sobre el caño La Lilbana. A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para estos parámetros.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño La Lilbana
Compuestos de Fósforo: Orgánico, inorgánico, ácido hidrolizable total, fósforo Total, y fósforo reactivo total - Ortofosfatos	La concentración de fósforo orgánico, fósforo acido hidrolizable total, fósforo total, y, fósforo reactivo total, en el punto OCmn19 fue inferior a 0,150 mg/L (límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites. Las concentraciones registradas para el parámetro de fósforo inorgánico fueron inferiores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio (<0,1 mg/L). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro.
Carbono Orgánico Total	Durante la época de lluvia, se registró una concentración de 2,23 mg/L en el punto OCmn19, mientras que en la época seca se registró una concentración inferior a 2 mg/L. Los resultados influyen sobre las concentraciones de OD registradas, en las cuales el punto OCmn19 al registrar una mayor concentración de carbono orgánico total en época de lluvia presentó un mayor consumo de oxígeno que en época seca, y por ende un OD más bajo. El Decreto 1075 de 2015 no presenta límites restrictivos para este parámetro.  **Figura 3.2.5-197 Carbono orgánico total de las muestras de la microcuenca del caño La Lilbana en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
DBO_5 y DQO	La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO), para la época de lluvia en el punto OCmn19 registraron un valor inferior al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada en el laboratorio (<2 mg/L para DBO_5, y <20 mg/L para DQO). El Decreto 1075 de 2015 no presenta límites restrictivos para este parámetro.
Metales, no metales y Metaloides	Los parámetros arsénico total, aluminio total, bario total, berilio total, cadmio total, cobre total, cobalto total, cromo total, potasio, manganeso, níquel total, mercurio, plata total, plomo total, selenio total, estaño total, litio total, molibdeno total, manganeso total, zinc total, y vanadio; presentaron en el punto OCmn19 concentraciones inferiores a los límites de cuantificación de los respectivos métodos analíticos empleados por el laboratorio MCS; estos parámetros cumplen a su vez con los límites normativos establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño La Lilbana
Metales, no metales y Metaloides	En cuanto al calcio, magnesio y sodio totales, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros, estos iones no representan algún tipo de riesgo, pues se considera como normal su presencia en los ecosistemas acuáticos debido al lavado del suelo, las rocas y el lecho de los cuerpos de agua. El hierro total presentó una concentración igual a 0,482 mg/L en la época de lluvia, y 0,34 mg/L en época seca. Presentando cumplimiento del límite establecido en el artículo 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015.  **Figura 3.2.5-198 Hierro de las muestras de la microcuenca del caño La Lilbana en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Coliformes Fecales Termotolerantes	La concentración de coliformes fecales termotolerantes en el punto OCmn19 registró un valor de 228 NMP/100 ml en época de lluvia, y 350 NMP/100 ml en época seca, siendo esta última la concentración de coliformes fecales más alta registrada en la microcuenca del caño La Lilbana. A nivel normativo, se cumple con los límites del artículo 2.2.3.3.9.3 (2000 NMP/100ml) y 2.2.3.3.9.5 (1000 NMP/100ml), mientras que supera el límite del artículo 2.2.3.3.9.7 (200 NMP/100ml).

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño La Lilbana
Coliformes Fecales Termotolerantes	 **Figura 3.2.5-199 Coliformes fecales termotolerantes de las muestras de la microcuenca del caño La Lilbana en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Coliformes totales	El valor de concentración de coliformes totales para el punto EL OCmn19 fue de 3500 NMP/100ml en época de lluvia, y 3870 NMP/100ml en época seca. Al igual que el parámetro de coliformes fecales termotolerantes, la máxima concentración se registró en la época seca. La concentración supera el límite máximo del artículo 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 (1000 NMP/100ml), y, cumplen con el criterio de calidad establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 (20000 NMP/100mL), 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.8 (5000 NMP/100mL) del Decreto 1076 de 2015.  **Figura 3.2.5-200 Coliformes totales de las muestras de la microcuenca del caño La Lilbana en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

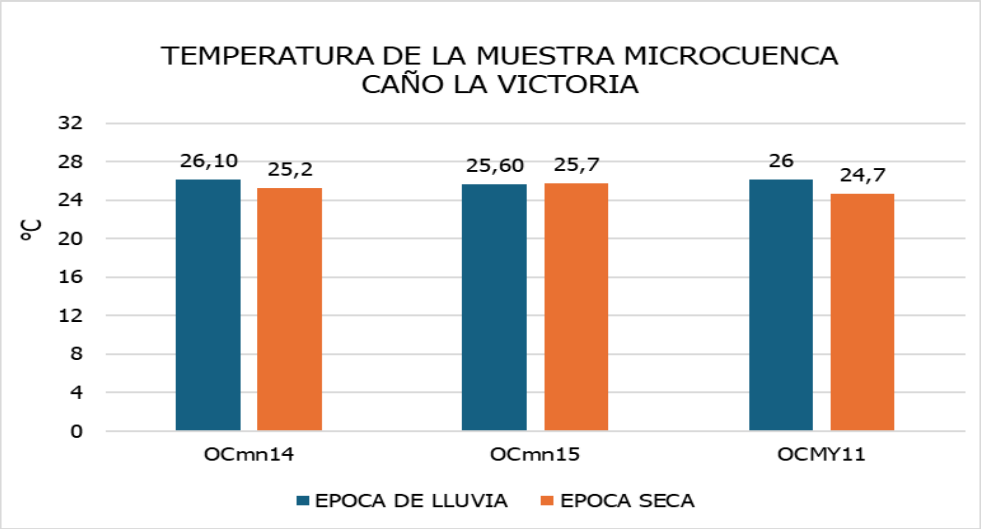
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño La Lilbana
Huevos de Helmintos	Los huevos de Helmintos presentaron concentraciones menores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio (<1 huevos/L). Adicionalmente, en la normativa de referencia no se estipula ningún límite permisible en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 aplicables.
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	La concentración registrada el punto OCmn19 en ambas épocas hidroclimáticas analizadas, es igual al límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio para su determinación (<0,200 mg LAS/L), los resultados indican que no se presenta ningún tipo de afectación derivada de la presencia de vertimientos sobre los cuerpos de agua monitoreados en el área de influencia. De igual forma, se cumple a cabalidad con el límite máximo permisible contemplado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.8 del Decreto 1076 de 2015 (0,5 mg LAS/L).
Pesticidas organofosforados	El punto OCmn19 presentó una concentración inferior al límite mínimo de cuantificación establecida por la respectiva técnica analítica empleada en el laboratorio para su determinación (<0,00001 mg/L). Por lo anterior, es posible afirmar que hay ausencia de dichos compuestos en la muestra de agua analizada.
Caudal	Durante la época de lluvia se realizó el aforo de caudal en el punto OCmn19 que fue igual a 201,5 L/s. En la época seca, se evidencia una reducción del caudal aforrado en la ocupación de cauce menor sobre el caño a 183,7 L/s.  **Figura 3.2.5-201 Caudal de las muestras de la microcuenca del caño La Lilbana en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

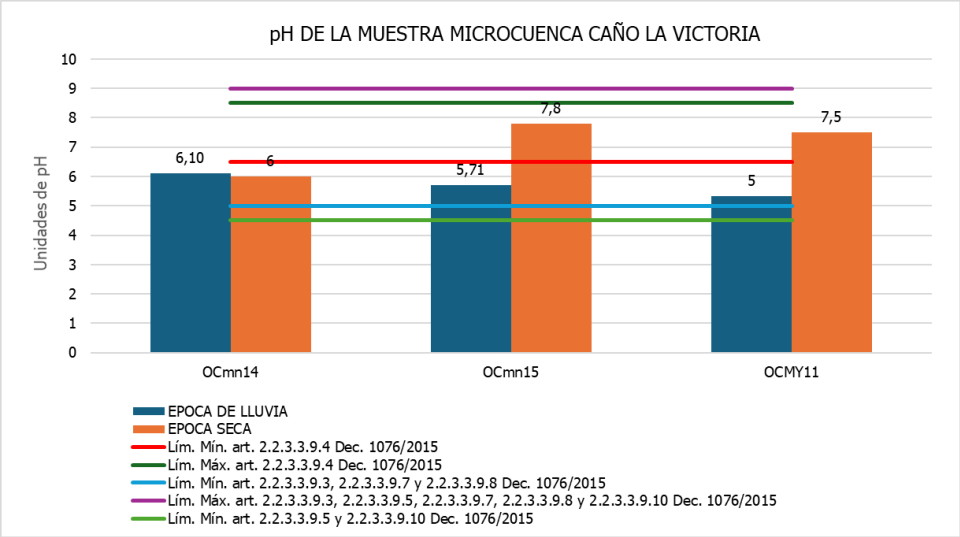
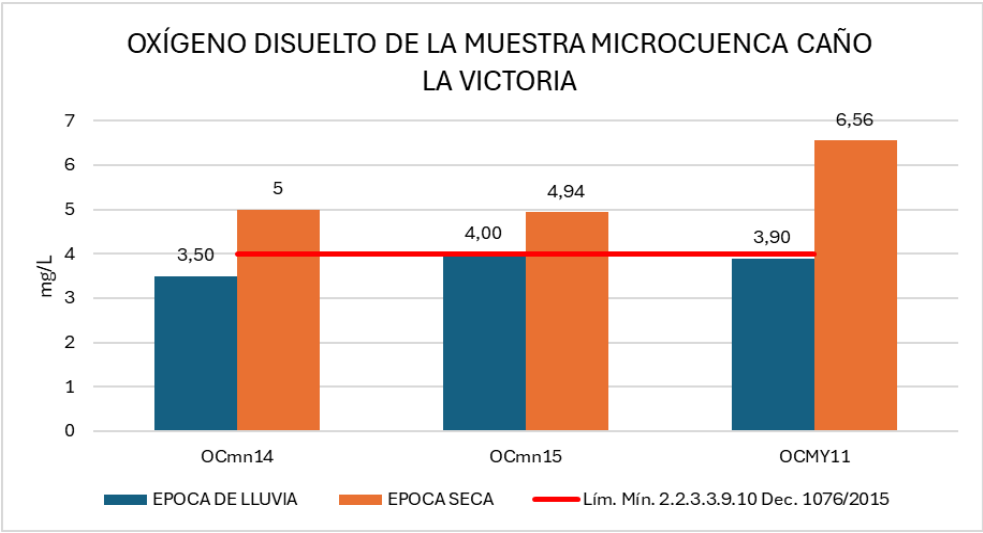
Fuente: Gessig S.A.S., 2025, adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

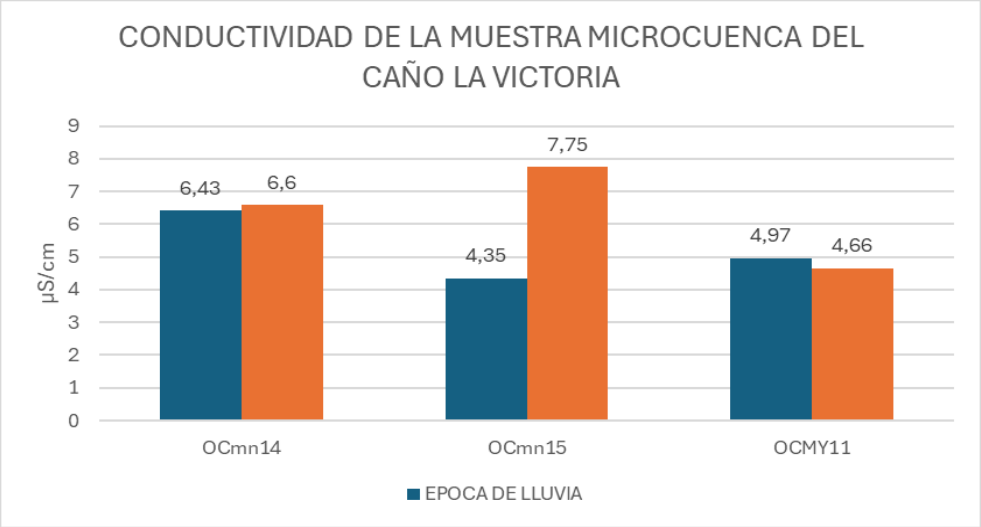
- *Microcuenca del caño La Victoria*

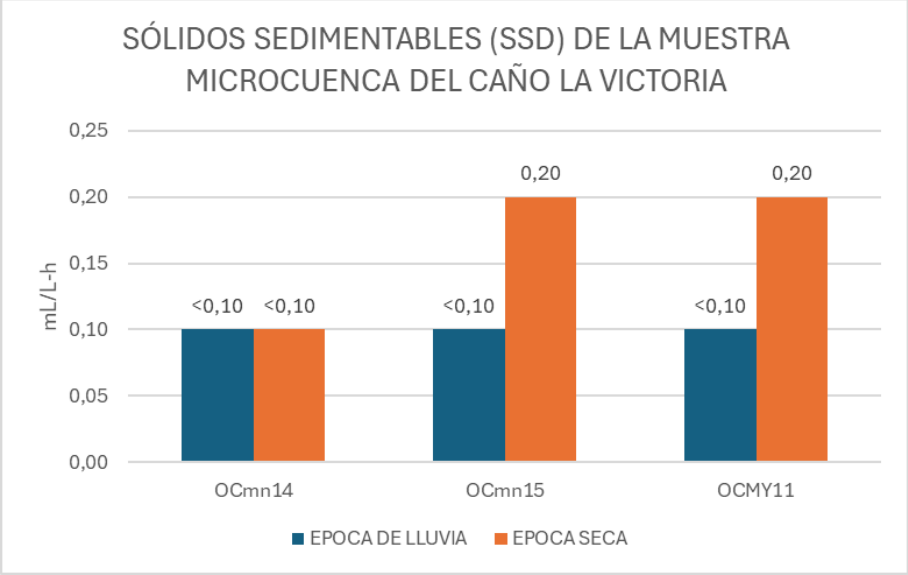
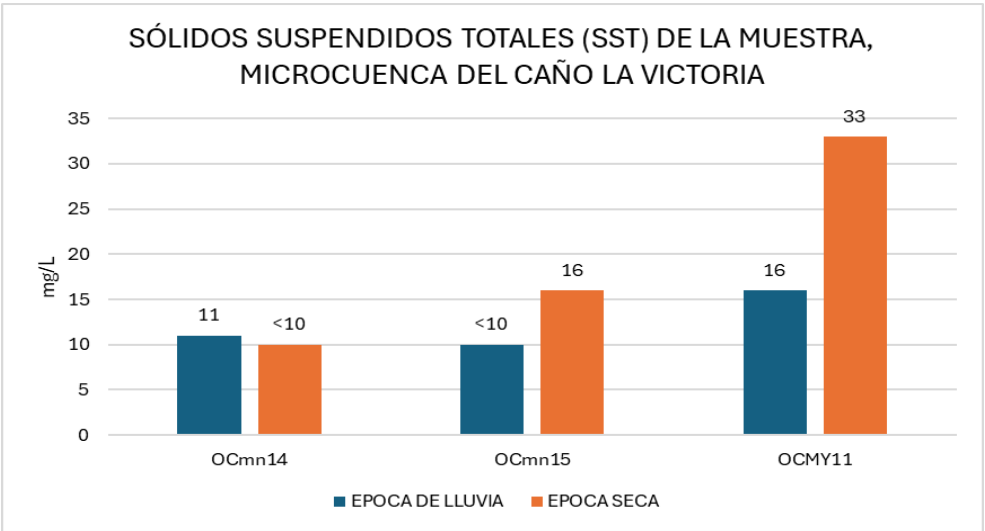
En la microcuenca del caño La Victoria se realizó el monitoreo de calidad de agua en los puntos de ocupación de cauce OCmn14, OCmn15 y OCMY11 durante la época de lluvia y la época seca. En la **Tabla 3.2.5-41** se presenta el análisis de cada parámetro caracterizado. Para ver más información, detallada y en forma gráfica, remitirse al **Anexo 3.2-5_Calidad_ASUP** donde se presentan los informes de laboratorio, reportes de laboratorio, soportes de campo, certificados de calibración, resoluciones de acreditación y registro fotográfico.

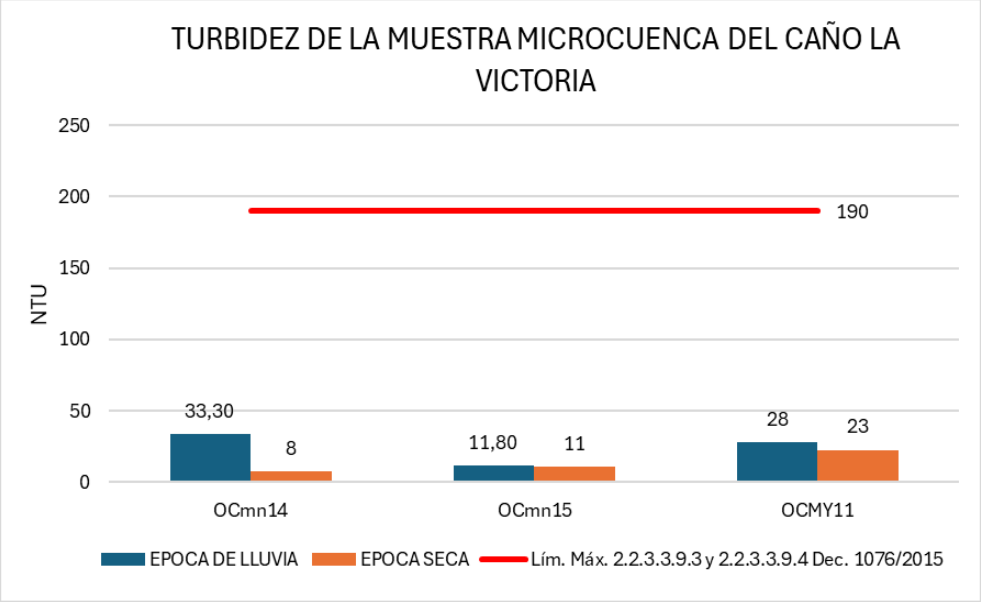
Tabla 3.2.5-41 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca del caño La Victoria durante la época de lluvia y época seca

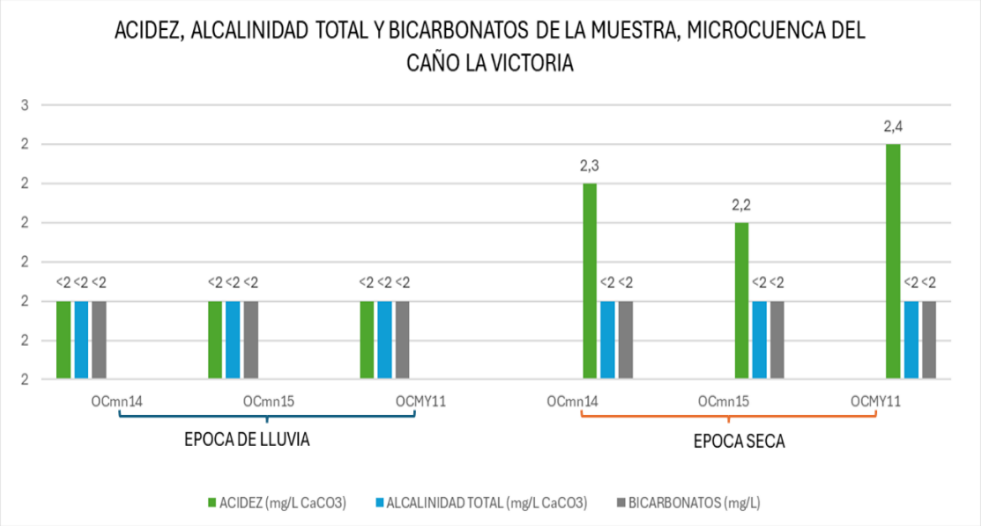
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Caño La Victoria
Temperatura	En la microcuenca del caño La Victoria, se reportaron valores de temperatura entre 25,6 °C y 26,10°C durante la época de lluvia, tal y como se observa en la figura. Durante la época seca, se reportaron valores de temperatura entre 24,7 °C y 25,7°C, reflejando una variación frente a la época de lluvia, esta diferencia obedece a variables climatológicas del periodo en el cual se realizó el monitoreo, y está acorde a la temperatura ambiente registrada encada punto.  **Figura 3.2.5-202 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño La Victoria en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
pH	Durante la época de lluvia, el caño La Victoria presentó un pH promedio igual a 5,71 unidades, mientras que, en la época seca, se registró un pH promedio de 7,1 unidades. Los valores de pH de los puntos durante la época de lluvia, y el punto de ocupación de cauce OCmn14 durante la época seca, incumplen el límite mínimo del art. 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015. Los valores de pH de la época de lluvia pasan de ser ligeramente ácidos a neutralizarse para la época seca. En cuanto a los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.8, los valores de pH reportados son acordes con los límites establecidos en la norma.

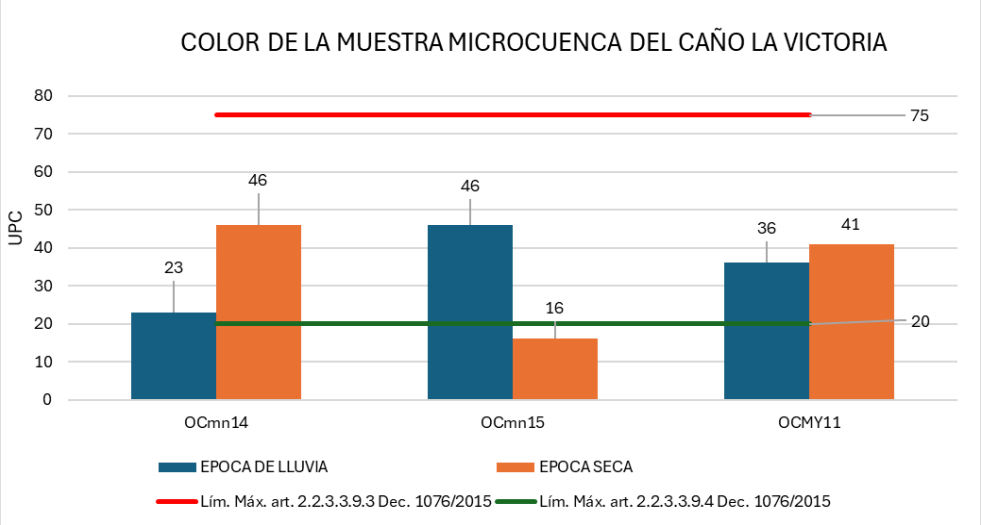
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Caño La Victoria
pH	 **Figura 3.2.5-203 pH de las muestras de la microcuenca del caño La Victoria en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Oxígeno Disuelto (OD)	El parámetro de oxígeno disuelto registró un valor de promedio en el caño La Victoria (puntos OCmn14 y OCmn15) igual a 3,75 mg/L en época de lluvia, y 4,97 mg/L en época seca; en el caño La Victoria (OCMY11) se registraron valores de OD igual a 3,90 mg/L en época de lluvia y 6,56 mg/L en época seca. Todos los valores registrados en época de lluvia fueron inferiores al límite mínimo permisible de 4 mg O2/L establecido en el artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, reflejando que en esa época hubo un mayor consumo de oxígeno a comparación de la época seca.  **Figura 3.2.5-204 Oxígeno disuelto de las muestras de la microcuenca del caño La Victoria en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

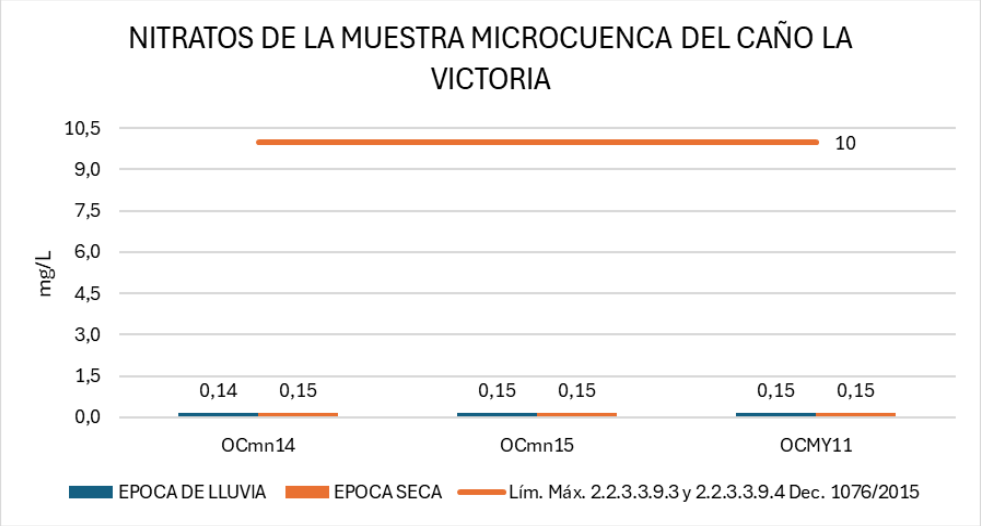
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Caño La Victoria
Conductividad Eléctrica	Durante la época de lluvia, se registró un rango de conductividad eléctrica entre 4,35 µS/cm a 6,43 µS/cm; frente a la época seca, donde la conductividad eléctrica registró un aumento y se presentó entre 4,66 µS/cm y 7,75 µS/cm, este último siendo la mayor concentración registrada en el punto OCmn15. En este caso, el grado de mineralización es "muy débil" (<100 µS/cm).  **Figura 3.2.5-205 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño La Victoria en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	Los sólidos disueltos determinados en las muestras tomadas en la microcuenca del caño La Victoria presentaron en las dos épocas hidroclimáticas analizadas valores inferiores al límite de detección del método de cuantificación utilizado por el laboratorio (<30 mg/L). El decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente estudio (2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.5).
Sólidos Sedimentables (SSD)	Durante la época de lluvia, todos los puntos muestreados en la microcuenca del caño La Victoria registraron una concentración inferior al límite de cuantificación del método implementado por el laboratorio (<0,1 mL/L-h). En la época seca, los puntos de ocupación de cauce OCmn15 sobre el caño La Victoria, y OCMY11 sobre el caño La Victoria registraron concentraciones mayores al límite de detección, iguales a 0,20 mL/L-h. El decreto 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro.

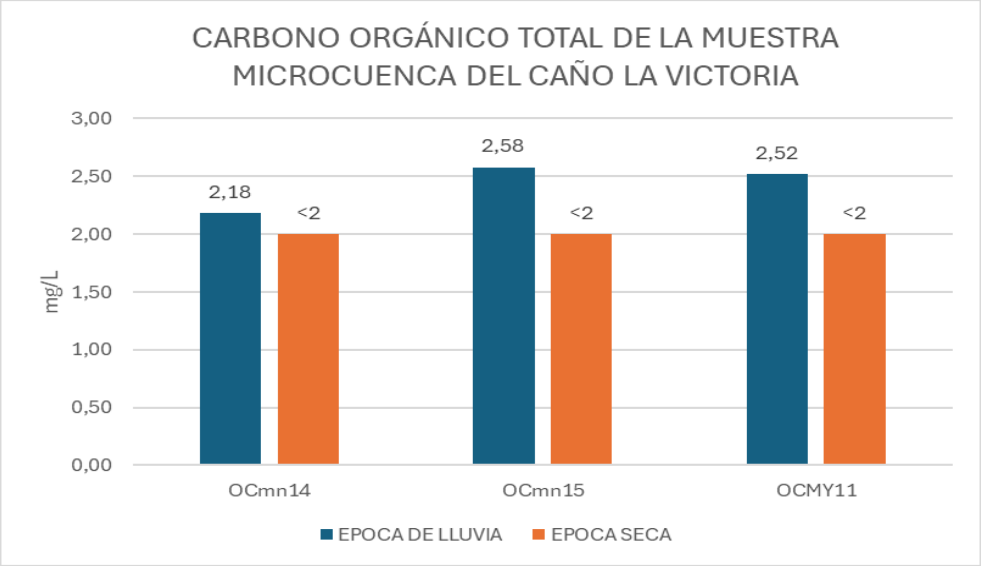
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Caño La Victoria
Sólidos Sedimentables (SSD)	 **Figura 3.2.5-206 Sólidos sedimentables de las muestras de la microcuenca del caño La Victoria en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	Con respecto a los SST, en la microcuenca del caño La Victoria durante la época de lluvia se registraron concentraciones entre <10 mg/L (límite de detección) hasta 16 mg/L, el valor más alto se registró en el punto de ocupación de cauce OCMY11. En la época seca, disminuye la concentración de SST en el punto OCmn14, y aumenta en los puntos OCmn15 y OCMY11.  **Figura 3.2.5-207 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del caño La Victoria en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

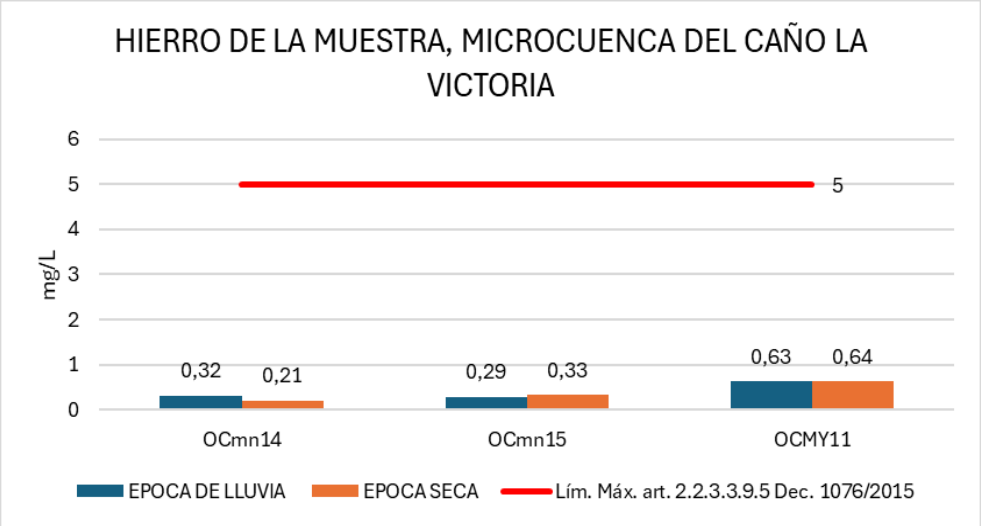
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Caño La Victoria
Turbiedad	La turbidez evidenció un comportamiento proporcional a la concentración de los sólidos suspendidos totales (SST), durante la época lluvia, la turbiedad en la microcuenca del caño La Victoria presentó concentraciones entre 11,80 NTU en el punto OCmn15 hasta 33,30 NTU en el punto OCmn14, tal y como se observa en la siguiente figura. Durante la época seca los valores son un reflejo de la concentración de SST registrada, de forma que el punto OCMY11 es quien presenta mayor turbidez. En cuanto a la norma ambiental de referencia, en todos los puntos la turbidez registrada cumple el límite máximo establecido en el Articulo 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (10 UJT).  **Figura 3.2.5-208 Turbidez de las muestras de la microcuenca del caño La Victoria en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	En la época de lluvia, todos los puntos de la microcuenca del caño La Victoria registraron un valor de acidez, alcalinidad total, y, bicarbonatos, inferior al límite de detección utilizado por el laboratorio (<2,00 mg/L). Para la época seca, todos los puntos registraron un valor de alcalinidad total y bicarbonatos inferior al límite de detección utilizado por el laboratorio (<2,00 mg/L), mientras que, los valores de acidez estuvieron en un rango entre 2,2 mg/L y 2,4 mg/L. Los valores registrados en la microcuenca evidencian que los procesos de neutralización de ácidos son permanentes evitando cambios bruscos en el pH.

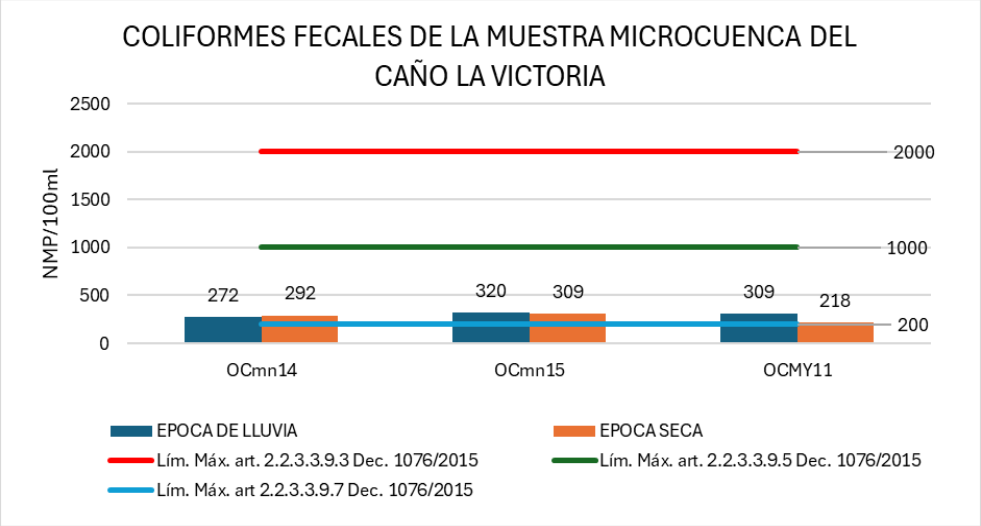
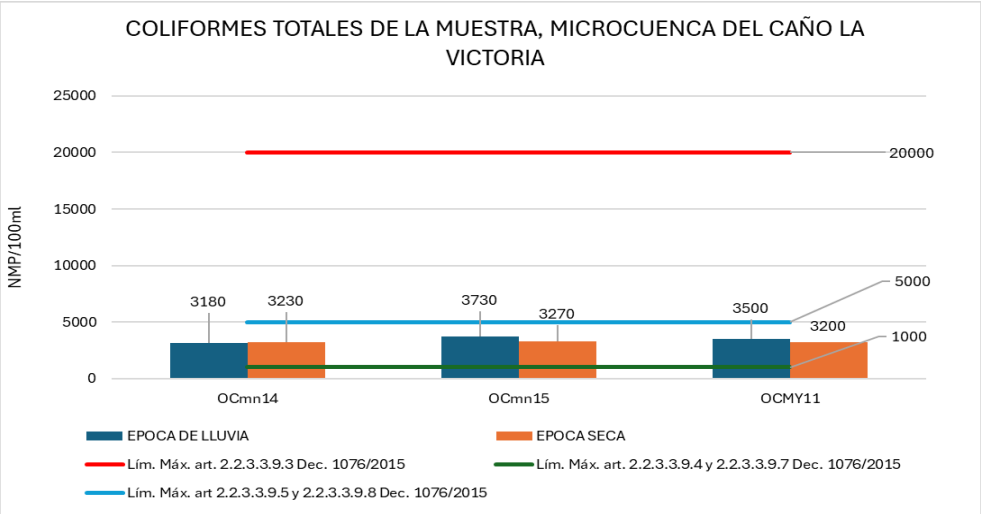
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Caño La Victoria
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	 **Figura 3.2.5-209 Acidez, alcalinidad total y bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del caño La Victoria en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Dureza Total y Dureza Cálcica	En las dos épocas hidroclimáticas analizadas, todos los puntos de la microcuenca del caño La Victoria presentaron valores de dureza total y dureza cálcica inferior al límite de cuantificación del método de análisis implementado por el laboratorio MCS (<3 mg/L). Los resultados de dureza del monitoreo clasifican a los cuerpos de agua como aguas "blandas" (0 – 75 mg/L) según la clasificación de Romero, 1996. A nivel normativo, el Decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente complemento del EIA (2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10).
Grasas y Aceites e Hidrocarburos totales	Todos los puntos muestreados en la microcuenca del caño La Victoria durante la época de lluvia y la época seca registraron concentraciones inferiores al límite de detección del método analítico utilizado por el laboratorio MCS (<1,40 mg/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, establecen que no se deben presentar películas visibles de grasas y aceites flotantes. Durante el monitoreo no se observó película de grasas visibles sobre los puntos caracterizados.
Sulfatos	En la época de lluvia y la época seca, todos los puntos de la microcuenca del caño La Victoria registraron concentraciones inferiores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<5 mg SO42-/L). Los resultados evidencian cumplimiento a nivel normativo al límite establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (400 mg SO42-/L), es decir que cumple con los criterios para uso doméstico.
Cloruros	Las concentraciones de todos los puntos muestreados en la microcuenca del caño La Victoria durante la época de lluvia y seca, presentaron concentraciones inferiores a 4,00 mg Cl-/L (límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio). Dando cumplimiento al límite máximo permisible (250 mg/L) establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Caño La Victoria
Color de la muestra en UPC	En la época de lluvia se registraron valores entre 23 UPC a 46 UPC, los puntos OCmn15 y OCMY11 superaron el límite máximo establecido en el artículo 2.2.3.3.9.4. del Decreto 1076 de 2015, que trata de la desinfección y criterios de calidad de agua para consumo humano y doméstico (20 UPC). En la época seca, se registraron valores entre 16 UPC a 46 UPC, los puntos OCMY11 y OCmn14 superaron el límite máximo establecido en el artículo 2.2.3.3.9.4. del Decreto 1076 de 2015. Todos los puntos en ambas épocas climáticas cumplen con el límite máximo del artículo 2.2.3.3.9.3. (75 UPC).  **Figura 3.2.5-210 Color de las muestras de agua de la microcuenca del caño La Victoria en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Fenoles totales	Para época de lluvia y la época seca, todos los puntos de la microcuenca del caño La Victoria registraron concentraciones inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio MCS para su determinación (<0,002 mg/L), es importante señalar que, según el Decreto 1076 de 2015, en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 se establece como límite máximo permisible 0,002 mg/L, lo cual indica cumplimiento.
Material Flotante	Para época de lluvia y la época seca, todos los puntos de la microcuenca del caño La Victoria registraron ausencia de material flotante.
Olor y sabor	Para época de lluvia y la época seca, todos los puntos de la microcuenca del caño La Victoria reportaron "aceptable" para el olor y sabor, tanto en los sistemas lóticos como lénticos caracterizados.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Caño La Victoria
Nitratos y Nitritos	Para los nitratos se registraron concentraciones detectables entre 0,14 mg/L y 0,15 mg/L en los puntos monitoreados en la microcuenca del caño La Victoria durante la época de lluvia, las concentraciones se consideran bajas descartando algún tipo de contaminación por este compuesto. En la época seca, todos los puntos registraron una concentración igual a 0,15 mg/L. Todos los puntos presentaron cumplimiento con respecto al límite máximo permisible (10 mg N-NO3/L) contemplado en los Artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015.  **Figura 3.2.5-211 Nitratos de las muestras de agua de la microcuenca del caño La Victoria en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025 Con respecto a los nitritos, en la época de lluvia y seca, todos los puntos muestreados en la microcuenca del caño La Victoria registraron concentraciones inferiores al límite de detección del método analítico utilizado por el laboratorio MCS (<0,0100 N-NO2/L). A nivel normativo, el Decreto 1076 de 2015, los puntos cumplen con el artículo 2.2.3.3.9.6.
Nitrógeno Amoniacal y Nitrógeno total Kjeldahl	Los parámetros nitrógeno amoniacal y nitrógeno total Kjeldahl reportaron concentraciones equivalentes al límite de detección de la técnica analítica usada en el laboratorio <1,00 mg NH3-N/L para nitrógeno amoniacal y <5,00 mg N/L para nitrógeno Kjeldahl, para todos los puntos de la microcuenca del caño La Victoria durante la época de lluvia y la época seca, cumpliendo con el límite máximo permisible de acuerdo con la norma ambiental (1 mg NH3-N/L) para nitrógeno amoniacal de acuerdo con los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015.
Compuestos de Fósforo: Orgánico, inorgánico, ácido hidrolizable total, fósforo Total, y fósforo reactivo total - Ortofosfatos	En las dos épocas hidroclimáticas monitoreadas, todos los puntos de la microcuenca del caño La Victoria concentraciones inferiores a 0,150 mg/L (límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio) para los compuestos fósforo orgánico total, acido-hidrolizable total, fósforo total, y fósforo reactivo total. El fósforo inorgánico también registró concentraciones inferiores al límite de la técnica analítica (<0,1 mg P/L). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Caño La Victoria
Carbono Orgánico Total	En la época de lluvia, los puntos de la microcuenca del caño La Victoria registraron concentraciones entre 2,18 mg/L a 2,58 mg/L; en la época seca, todos los puntos registraron concentraciones <2,00 mg/L (límite de detección usada por el laboratorio). El Decreto 1076 de 2015 no establece límites permisibles para este parámetro.  **Figura 3.2.5-212 Carbono orgánico total de las muestras de agua de la microcuenca del caño La Victoria en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
DBO_5 y DQO	En la época de lluvia y la época seca, todos los puntos muestreados en la microcuenca del caño La Victoria reportaron concentraciones de DBO_5 y DQO inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica usado por el laboratorio, <2 mg O2/L para DBO_5, y, <20 mg O2/L para DQO. El Decreto 1075 de 2015 no presenta límites restrictivos para estos parámetros.
Metales, no metales y Metaloides	Todos los puntos muestreados en la microcuenca del caño La Victoria en la época de lluvia y la época seca, registraron para los siguientes parámetros concentraciones equivalentes al límite de detección de la técnica analítica usada por el laboratorio: **Aluminio total** (<0,500 mg Al/L), **Arsénico total** (<0,005 mg As/L), **Bario total** (<0,100 mg Ba/L), **Berilio total** (<0,0200 mg Be/L), **Cadmio total** (<0,0100 mg Cd/L), **Cobalto total** (<0,0300 mg Co/L), **Cromo total** (<0,100 mg Cr/L), **Cobre total** (<0,0400 mg Cu/L), **Níquel total** (<0,0400 mg Ni/L), **Mercurio total** (<0,001 mg Hg/L), **Plata total** (<0,0200 mg Ag/L), **Plomo total** (<0,0500 mg Pb/L), **Selenio total** (<0,005 mg Se/L), **Estaño total** (<1,00 mg Sn/L), **Litio total** (<0,0200 mg Li/L), **Molibdeno total** (<0,0100 mg Mo/L), **Vanadio total** (<0,100 mg V/L) y Zinc total (<0,0200 mg Zn/L). De acuerdo con lo anterior, no se presenta contaminación en los cuerpos de agua evaluados respecto a dichos elementos. En cuanto a la normatividad ambiental vigente, se tiene total cumplimiento respecto a los límites de concentración permisibles en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4. y 2.2.3.3.9.5. para aquellos parámetros en donde aplica.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Caño La Victoria
Metales, no metales y Metaloides	El Manganeso total, en las dos épocas registró en casi todos los puntos una concentración inferior al límite de detección de la técnica analítica, a excepción del punto OCMY11 en época de lluvia que registró un valor de 0,03 mg/L, a nivel normativo se cumple el límite máximo permisible por el art. 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015. Por otro lado, el Hierro total registró las mayores concentraciones en el punto OCMY11 igual a 0,63 mg/L (época de lluvia) y 0,64 mg/L (época seca). Todos los puntos de la microcuenca del caño La Victoria cumplen con el límite máximo permisible del art. 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015.  **Figura 3.2.5-213 Hierro total de las muestras de agua de la microcuenca del caño La Victoria en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Coliformes Fecales Termotolerantes	Las coliformes fecales termotolerantes, registraron concentraciones de 300 NMP/100 mL en la época de lluvia, y 273 NMP/100 mL en la época seca, lo que implica superar el límite máximo permisible del art. 2.2.3.3.9.7 del Decreto 1076 de 2015. Las mayores concentraciones se evidenciaron en el punto de ocupación de cauce OCmn15. En cuanto a la normatividad ambiental, todos los puntos cumplen con los límites permisibles establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3. y 2.2.3.3.9.5. del Decreto 1076 de 2015 (2000 NMP/100 mL y 1000 NMP/100 mL respectivamente).

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Caño La Victoria
Coliformes Fecales Termotolerantes	 **Figura 3.2.5-214 Coliformes fecales de las muestras de agua de la microcuenca del caño La Victoria en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Coliformes totales	En la época de lluvia se registró una media de 3470 NMP/100 ml, y en la época seca, una media de 3233 NMP/100 ml, es decir que hubo un aumento en la concentración de coliformes totales en la época seca. Los datos son acordes a las concentraciones de coliformes termotolerantes registradas para las dos épocas hidroclimáticas analizadas. Además, es posible afirmar que todos los puntos se encuentran por encima del límite permisible establecido en el artículo 2.2.3.3.9.4. del Decreto 1076 de 2015 (1000 NMP/100 mL), mientras que, dichas concentraciones cumplen con los criterios determinados en los Artículos 2.2.3.3.9.3. y 2.2.3.3.9.5. (20000 NMP/100 mL y 5000 NMP/100 mL).  **Figura 3.2.5-215 Coliformes totales de las muestras de agua de la microcuenca del caño La Victoria en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Caño La Victoria
Huevos de Helmintos	Este tipo de microrganismos registro tanto en la época de lluvia como seca, concentraciones equivalentes al límite de detección de la técnica usada por el laboratorio, siendo este de <1 huevos/L, lo que sugiere que en los cuerpos de agua evaluados en la microcuenca del caño La Victoria no se presenta contaminación por parte de dichos parásitos y se descartan afectaciones sobre los cuerpos de agua superficial derivados de los posibles vertimientos de aguas domésticas.
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	El parámetro de tensoactivos presentó valores por debajo de la técnica analítica empleada para su determinación (<0,200 mg/L) indicando que los cuerpos de agua monitoreados en la microcuenca caño La Victoria no han sido afectados por parte de este tipo de compuestos.
Pesticidas organofosforados	Los pesticidas organofosforados analizados por el laboratorio incluyen sustancias como Metil Tolclofos, Metil Pirimipos, Malation, Protiofos (Tukution), Etion, Diclorvos, Dimetoato, Clorpirifos (Etil Clorpirifos), Metidation, Profenofos, Metil Azinfos (Glution), y, Pirazofos. Todos los puntos de la microcuenca del caño La Victoria registraron valores inferiores al límite de la técnica analítica usada por el laboratorio (<0,00001 mg/L en época de lluvia, y, <0,00020 mg/L en época seca).
Caudal	Se realizó el aforo de caudal en las ocupaciones de cauce menor sobre el caño La Victoria OCmn14 y OCmn15, además del aforo en la ocupación de cauce mayor OCMY11. Los resultados evidencian que el punto OCMY11 es el que presenta mayor caudal en ambas épocas climáticas, y que el punto OCmn14 es el que evidencia mayor variación de caudal entre la época de lluvia y la época seca.

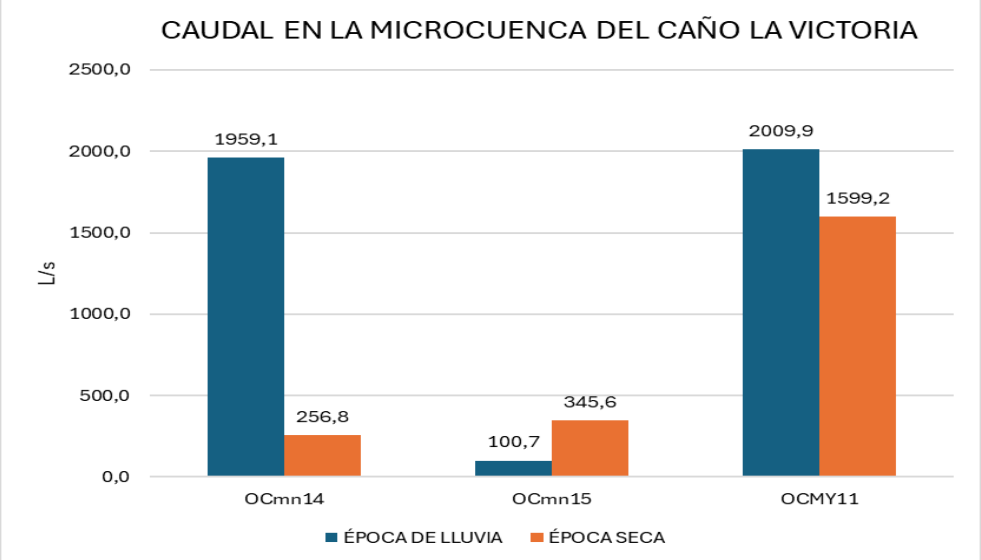


Figura 3.2.5-216 Aforo de caudal en L/s en la microcuenca del caño La Victoria en época de lluvia y época seca

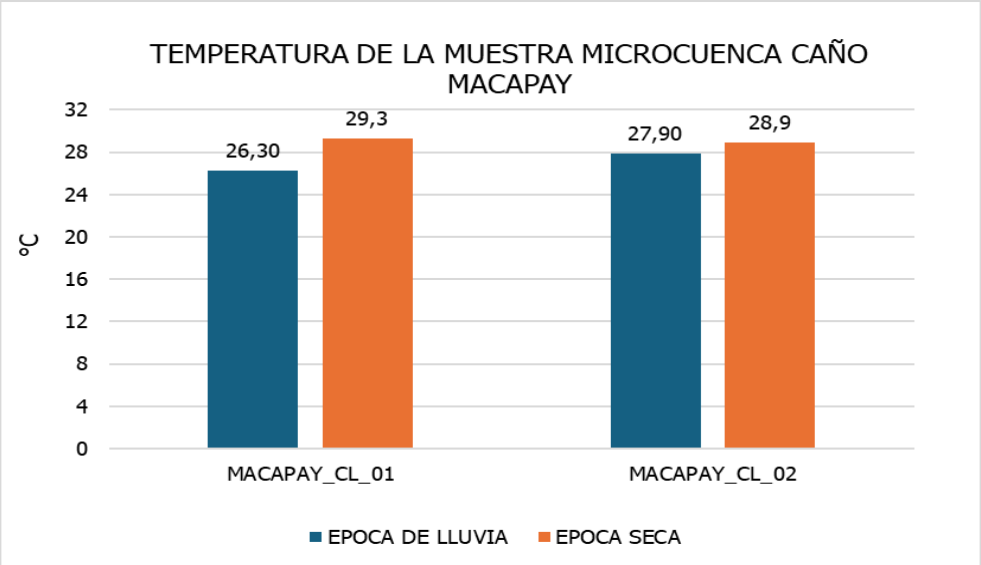
Fuente: Gessig S.A.S., 2025

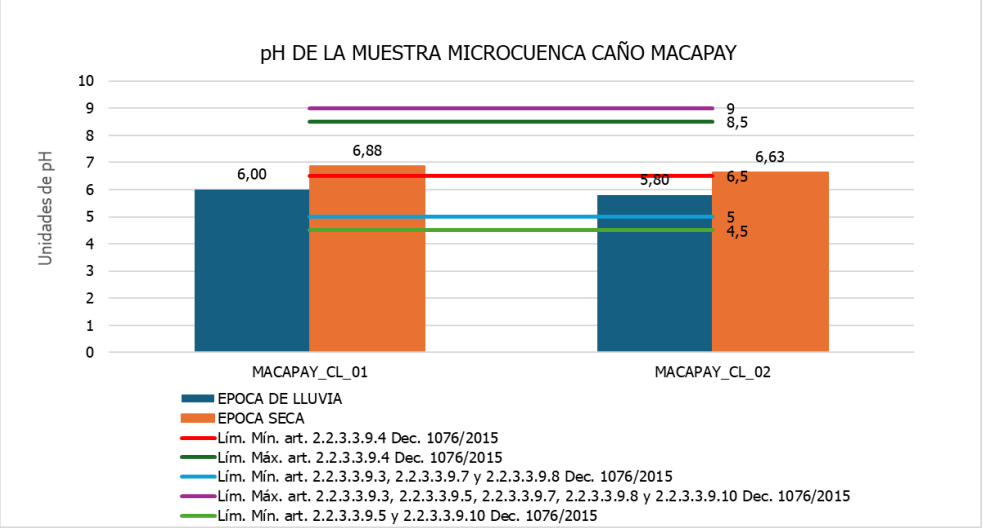
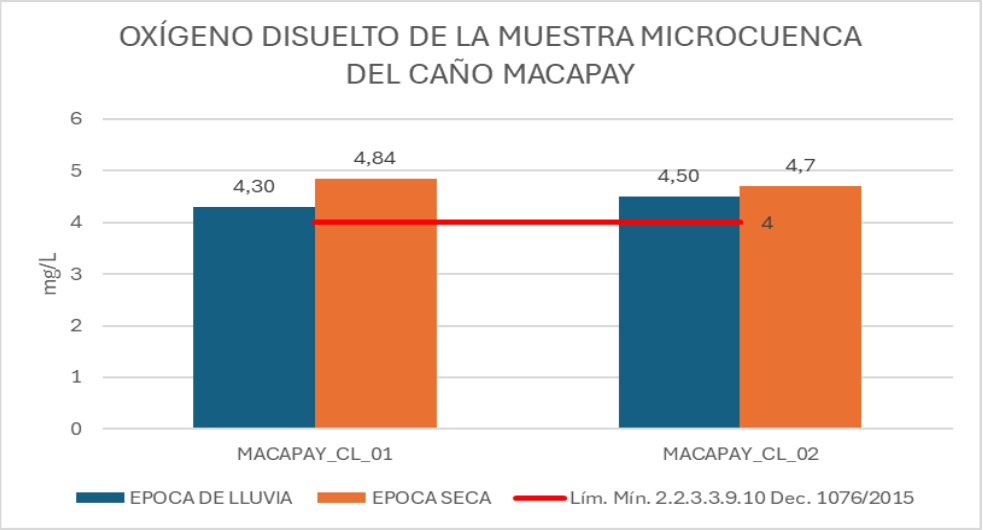
Fuente: Gessig S.A.S., 2025, adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

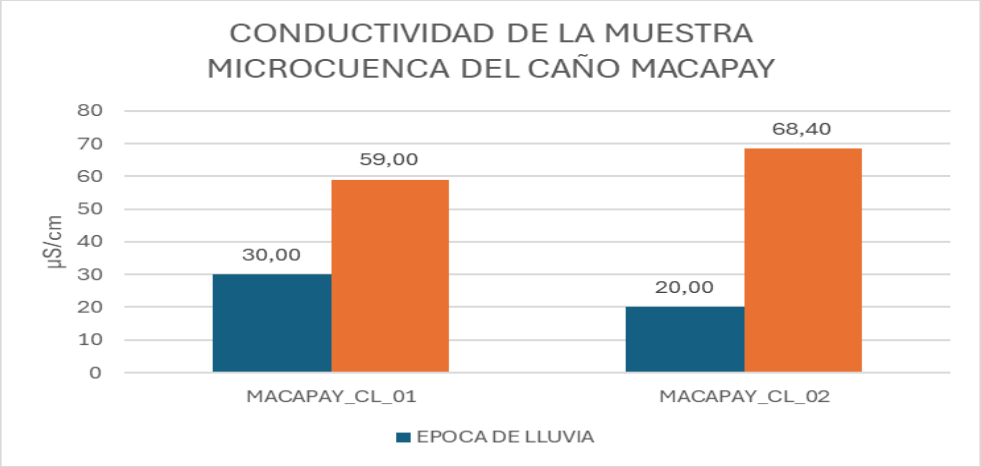
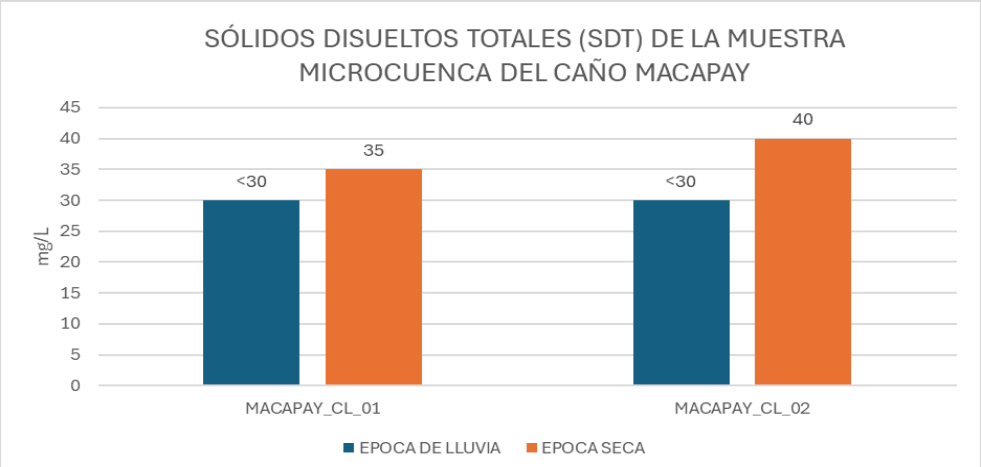
- *Microcuenca del caño Macapay*

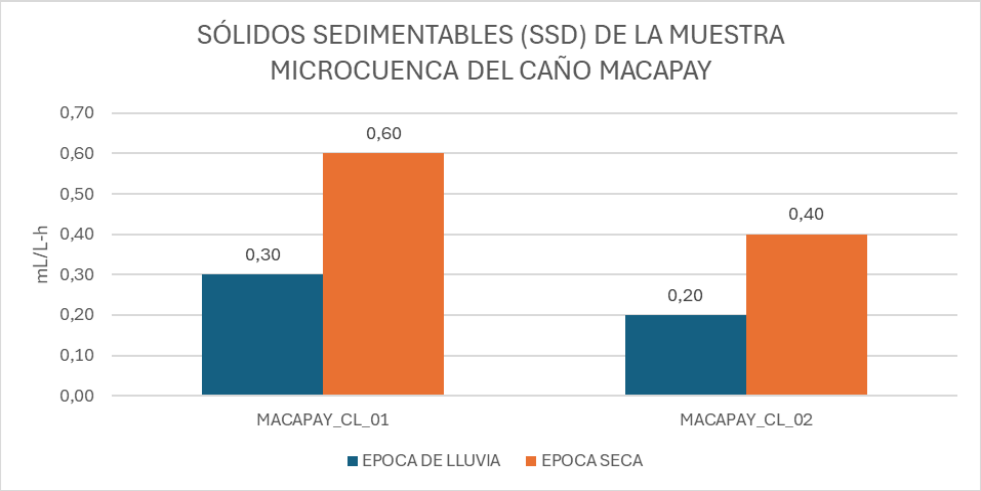
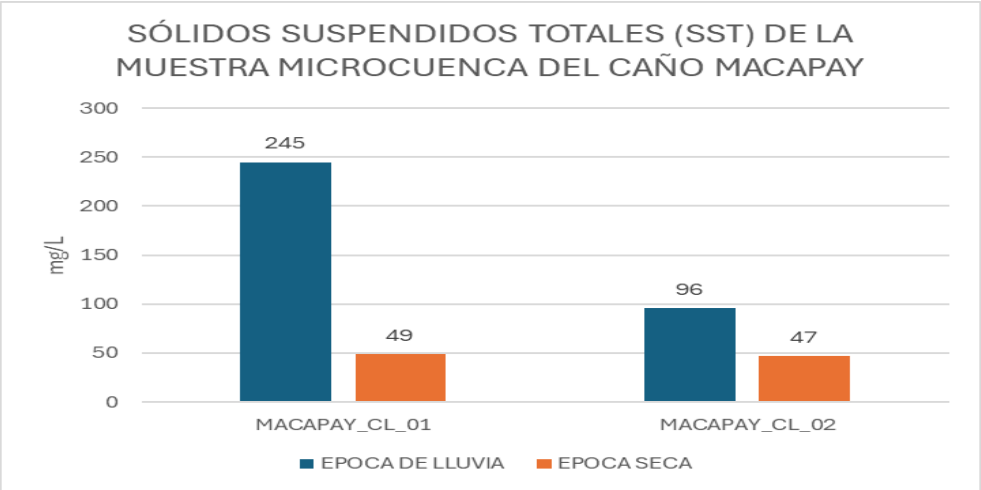
En la microcuenca del caño Macapay se realizó el monitoreo de calidad de agua en los puntos MACAPAY_CL_01, y MACAPAY_CL_02 durante la época de lluvia y la época seca. En la **Tabla 3.2.5-42** se presenta el análisis de cada parámetro monitoreado. Para ver más información, detallada y en forma gráfica, remitirse al **Anexo 3.2-5_Calidad_ASUP** donde se presentan los informes de laboratorio, reportes de laboratorio, soportes de campo, certificados de calibración, resoluciones de acreditación y registro fotográfico.

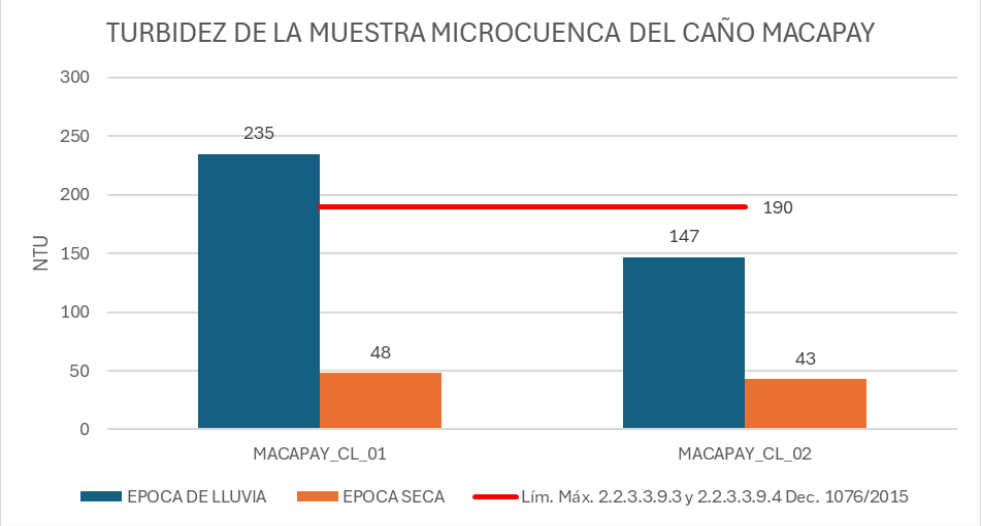
Tabla 3.2.5-42 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca del caño Macapay durante la época de lluvia y época seca

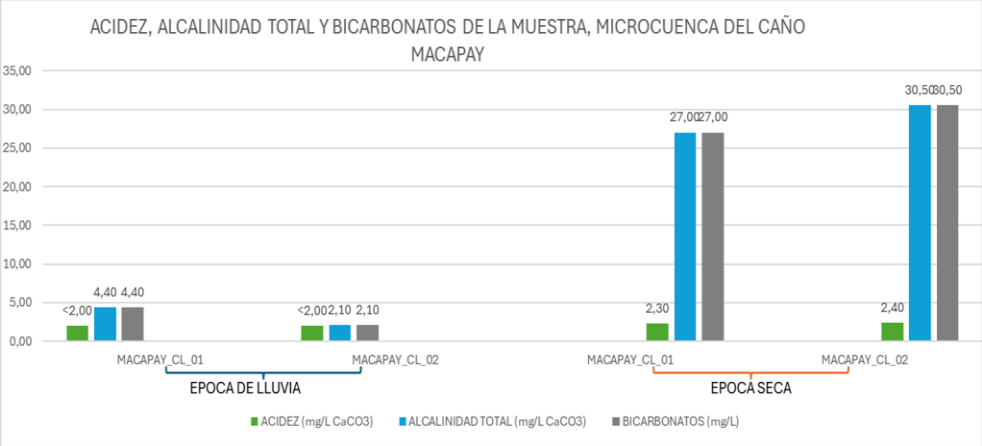
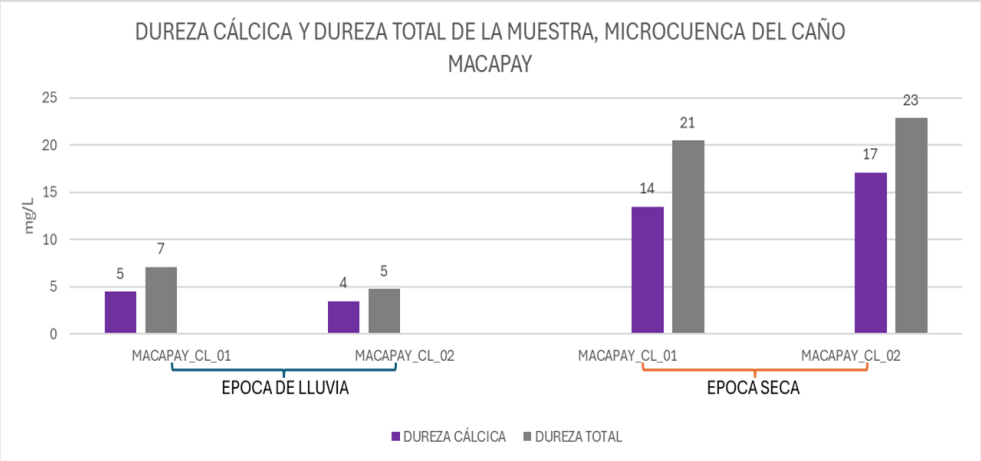
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Macapay
Temperatura	En la microcuenca del caño Macapay la temperatura promedio en la época de lluvia fue de 27,10°C, y en la época seca fue de 29,1°C. Los valores de temperatura registrados fueron acordes a la temperatura ambiente en los puntos al momento de la toma de las muestras.  **Figura 3.2.5-217 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
pH	Los puntos de la microcuenca del caño Macapay registraron un valor de pH promedio igual a 5,90 unidades en la época de lluvia, y 6,7 unidades en la época seca, demostrando cumplimiento de los límites establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8 y 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, los cuales establecen un rango entre 4,5 a 9,0 unidades. Sin embargo, los dos puntos sobre el caño Macapay, durante la época de lluvia, se encuentran por debajo del límite permisible del artículo 2.2.3.3.9.4 (6,5 a 8,5 unidades) que trata los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico. El pH registrado se considera "Ligeramente ácido".

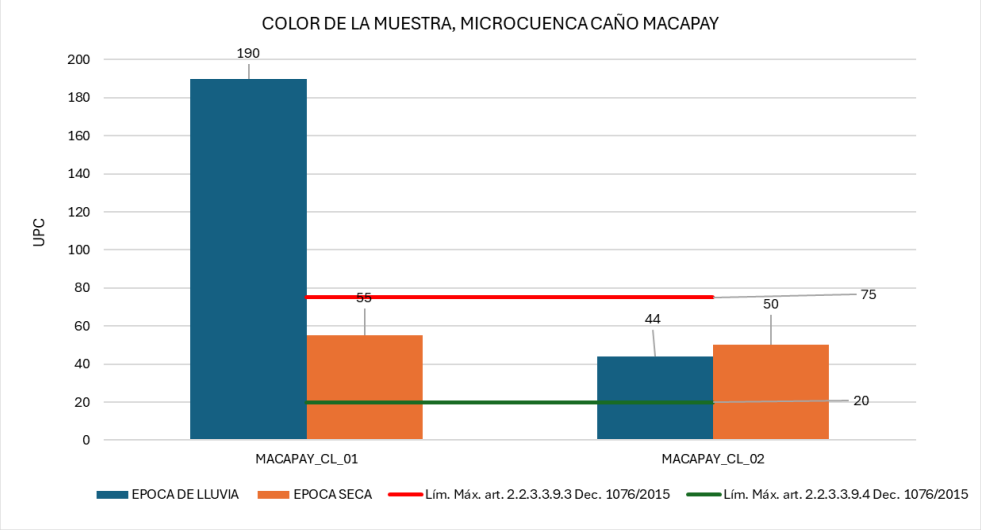
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Macapay
pH	 **Figura 3.2.5-218 pH de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Oxígeno Disuelto (OD)	El oxígeno disuelto en la microcuenca del caño Macapay presentó un promedio de O.D igual a 4,40 mg/L en época de lluvia, y 4,77 en la época seca, los valores de concentración superaron el límite mínimo permisible de 4 mg O2/L establecido en el artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, evidenciando niveles aceptables de O.D en la época de lluvia, que aumenta para la época seca.  **Figura 3.2.5-219 Oxígeno disuelto de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Macapay
Conductividad Eléctrica	Durante la época de lluvia, la conductividad eléctrica registró valores entre 20 µS/cm y 30 µS/cm, valores que aumentan para la época seca hasta 68,40 µS/cm en el punto MACAPAY_CL_02. Lo anterior indica que la mayoría de los puntos de monitoreo presentaron valores que se relacionan con un grado de mineralización "Muy débil" al registrar conductividades menores a los 100 µS/cm según los rangos propuestos por Rodier (1996).  **Figura 3.2.5-220 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	Durante la época de lluvia, los puntos de la microcuenca del caño Macapay registraron valores inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada para su determinación (<30 mg/L), mientras que, en la época seca aumentaron los niveles de concentración de los sólidos disueltos totales hasta alcanzar un máximo de 40 mg/L en el punto MACAPAY_CL_02. El decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente estudio (2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.5).  **Figura 3.2.5-221 Sólidos disueltos totales de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Macapay
Sólidos Sedimentables (SSD)	Los puntos de la microcuenca del caño Macapay registraron una concentración de sólidos sedimentables promedio de 0,25 mL/L-h en época de lluvia, y, 0,50 mL/L-h en época seca. De forma que se observa una mayor concentración de sólidos en el caño Macapay durante la época seca. El decreto 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro.  **Figura 3.2.5-222 Sólidos sedimentables de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	En la época de lluvia, los puntos de muestreo de la microcuenca del caño Macapay registraron concentraciones de sólidos suspendidos totales mayores que en la época seca. El punto MACAPAY_CL_01 registró una concentración máxima en época de lluvia de 245 mg/L. El decreto único reglamentario 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro de calidad de agua.  **Figura 3.2.5-223 Sólidos suspendidos totales de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Macapay
Turbiedad	La Turbiedad se encuentra directamente relacionada con la concentración de sólidos suspendidos totales registrada para los puntos de muestreo de la microcuenca del caño Macapay. El punto MACAPAY_CL_01 registró un valor de turbidez máximo igual a 235 NTU, sobrepasando el límite máximo permisible de 10 UJT del artículo 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015. Por otro lado, el artículo 2.2.3.3.9.10 referente a los criterios de calidad para la preservación de flora y fauna, determina que no debe presentarse turbiedad en el cuerpo de agua que interfiera con la actividad fotosintética, los puntos de muestreo sobre el caño Macapay cumplen con este criterio.  **Figura 3.2.5-224 Turbidez de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	La acidez en la época de lluvia registró valores inferiores al límite de cuantificación del método de análisis implementado por el laboratorio MCS (<2 mg/L) en los puntos sobre el caño Macapay, y, en la época seca la concentración de acidez aumentó a un máximo de 2,40 mg/L. En cuanto a la alcalinidad total y bicarbonatos, estos registraron concentraciones entre 2,10 mg/L y 4 mg/L en la época de lluvia, y, las concentraciones aumentaron a un rango de 27 mg/L hasta 30,50 mg/L en la época seca. A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no estipula límites máximos permisibles para estos parámetros. No obstante, según lo establecido en la Resolución 2115 de 2007, se admite una alcalinidad máxima de 200 mg/L y una acidez no mayor a 60 mg/L para agua para consumo humano. Criterios cumplidos por los puntos de muestreo de la microcuenca del caño Macapay.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Macapay
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	 **Figura 3.2.5-225 Acidez, alcalinidad total y bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Dureza Total y Dureza Cálcica	En la época de lluvia, la dureza cálcica y dureza total osciló entre los 4 mg/L y los 7 mg/L. En la época seca, los valores de dureza aumentaron a un rango entre 14 mg/L y 23 mg/L. El punto MACAPAY_CL_02, registró las concentraciones máximas durante la época seca. Estos valores permiten clasificar el agua de la microcuenca del caño Macapay como "Blanda". A nivel normativo, el Decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente documento.  **Figura 3.2.5-226 Dureza total y dureza cálcica de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Grasas y Aceites e Hidrocarburos totales	En las dos épocas climáticas monitoreadas, los puntos de muestreo de la microcuenca del caño Macapay registraron concentraciones inferiores al límite de detección del método analítico utilizado por el laboratorio MCS (<1,40 mg/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, establecen que no se deben presentar películas visibles de grasas y aceites flotantes. Durante el monitoreo no se observó película de grasas visibles sobre el punto.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Macapay
Sulfatos	En época de lluvia y seca, los puntos de muestreo de la microcuenca del caño Macapay registraron un valor igual al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<5 mg SO42-/L). Los resultados evidencian cumplimiento a nivel normativo al límite establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (400 mg SO42-/L), es decir que cumple con los criterios para uso doméstico.
Cloruros	Durante la época de lluvia y seca, se registró concentraciones inferiores al límite del laboratorio MCS (<4 mg/L) en los puntos de muestreo de la microcuenca del caño Macapay, demostrando cumplimiento del límite máximo permisible (250 mg/L) establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015.
Color de la muestra en UPC	Para la época de lluvia, el color de la muestra en el punto MACAPAY_CL_01 fue superior al límite permisible establecido en el artículo 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015. Las otras concentraciones registradas en las dos épocas superan el límite del art. 2.2.3.3.9.4. (20UPC) del Decreto 1076 de 2015. Este parámetro está directamente relacionado con la presencia de sólidos suspendidos totales y la turbidez del agua.  **Figura 3.2.5-227 Color de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Fenoles totales	Para época de lluvia y seca, los puntos de muestreo de la microcuenca del caño Macapay reportaron concentraciones inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio MCS para su determinación (<0,002 mg/L), es importante señalar que, según el Decreto 1076 de 2015, en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 se establece como límite máximo permisible 0,002 mg/L, lo cual indica cumplimiento.
Material Flotante	Los puntos de muestreo de la microcuenca del caño Macapay no evidenciaron presencia de material flotante en las dos épocas climáticas monitoreadas.
Olor y sabor	En cuanto a olor y sabor, los puntos de muestreo de la microcuenca del caño Macapay fueron reportados como "Aceptable" en ambas épocas hidroclimáticas, indicando que no existe una presencia alta de sustancias o compuestos orgánicos que alteren las propiedades organolépticas del agua. Los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Macapay
Nitratos y Nitritos	En la época de lluvia, la concentración e nitratos en las muestras osciló entre 0,15 mg/L y 0,16 mg/L, por su parte, en época seca, las concentraciones estuvieron en un rango entre 0,14 mg/L y 0,44 mg/l, siendo esta última la máxima concentración de nitratos registrada en el caño Macapay (punto MACAPAY_CL_02 en época seca). Hay cumplimento del límite máximo de los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto único reglamentario 1076 de 2015.

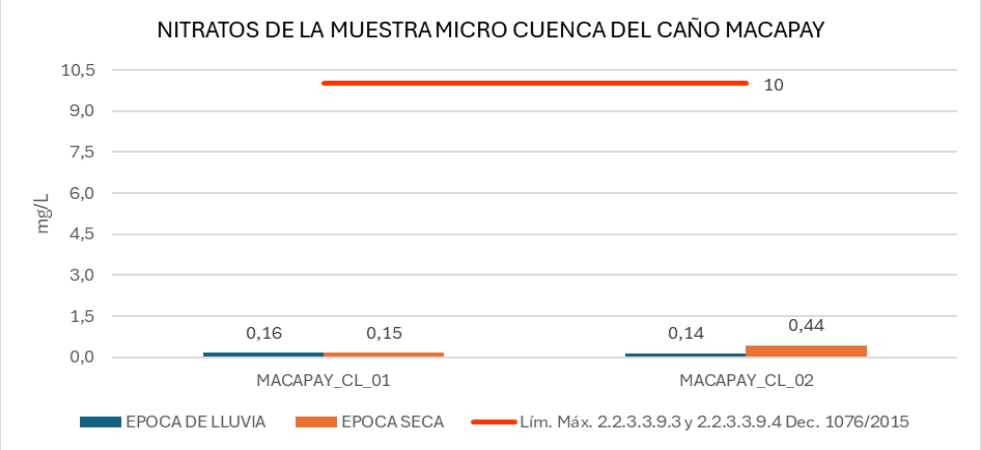


Figura 3.2.5-228 Nitratos de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca

Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Con respecto a los Nitritos, la mayoría de los puntos en las dos épocas climáticas registró un valor inferior a 0,0100 mg NO2-/L (límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio), a excepción del punto MACAPAY_CL_02 en época seca que registró una concentración igual a 0,03 mg/L. A nivel normativo, existe cumplimiento frente a los límites estipulados en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto único reglamentario 1076 de 2015 (1 mg/L para nitritos).

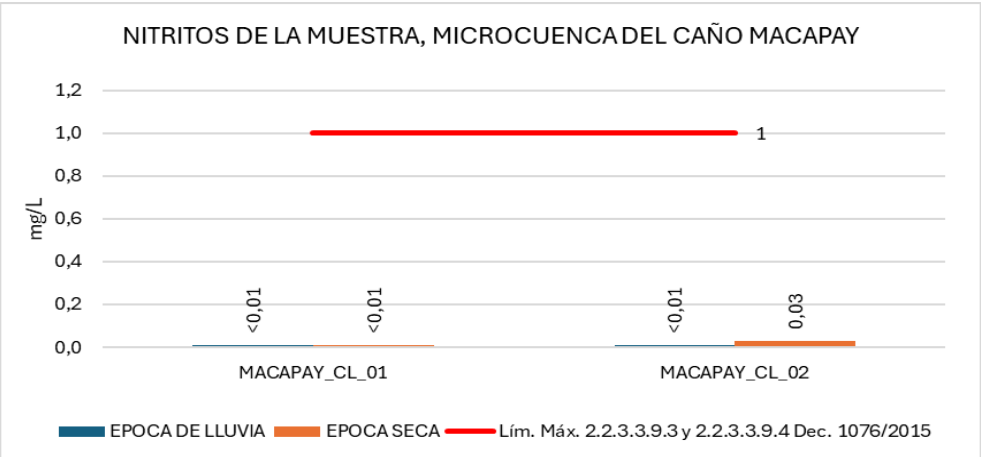
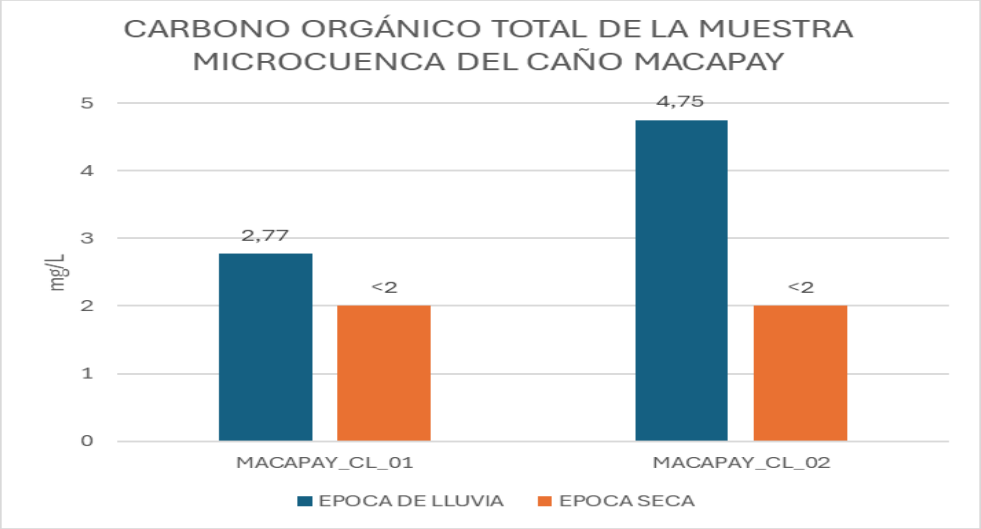
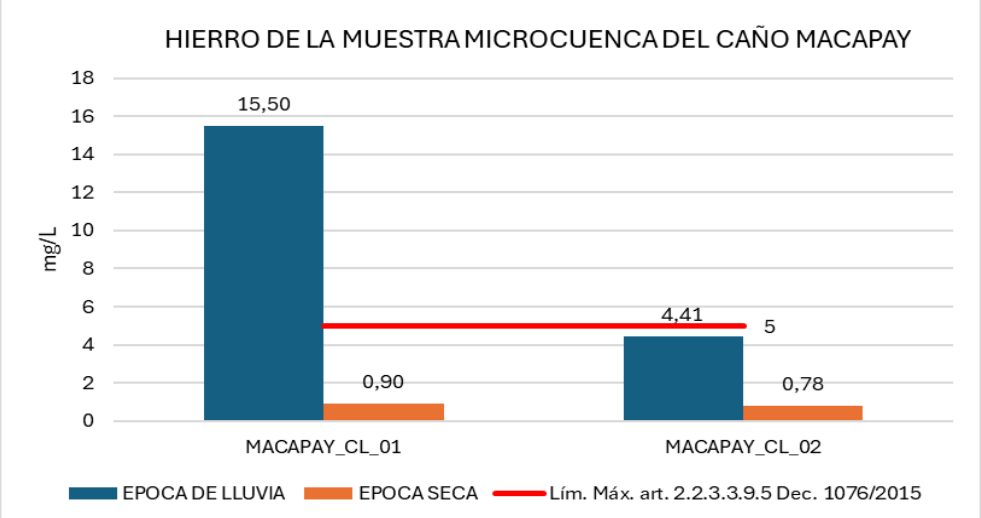
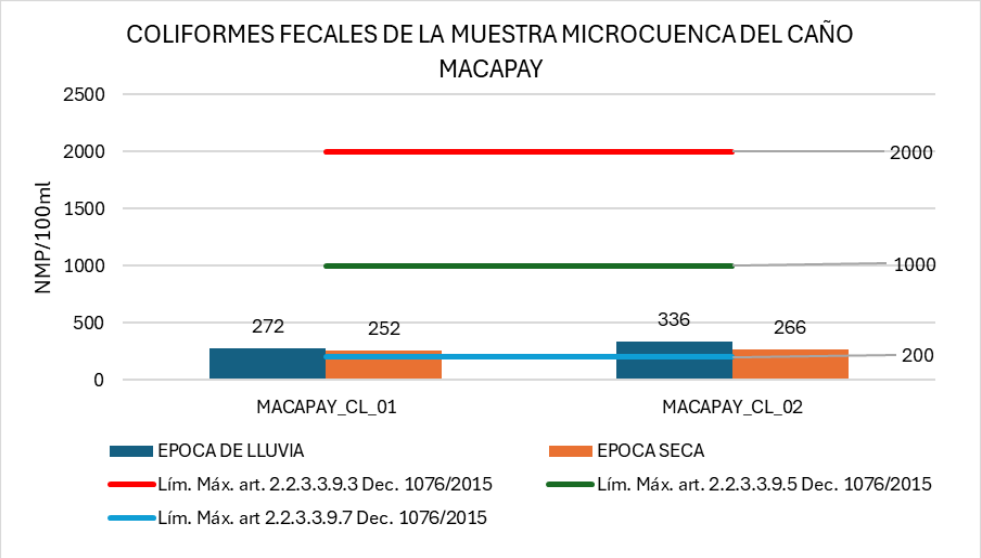


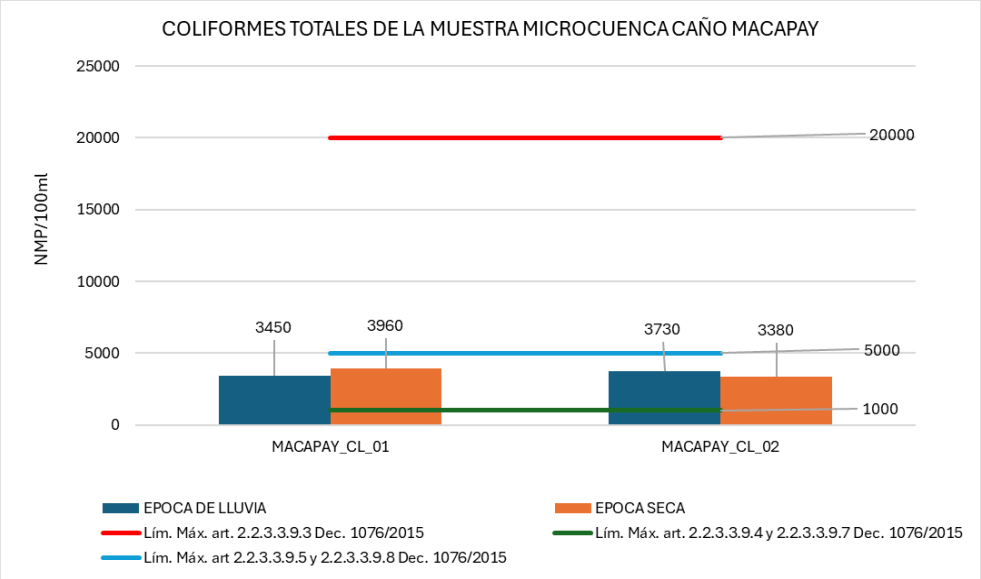
Figura 3.2.5-229 Nitritos de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca

Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Macapay
Nitrógeno Amoniacal y Nitrógeno total Kjeldahl	Los puntos de muestreo de la microcuenca del caño Macapay, para las dos épocas climáticas, registró una concentración de Nitrógeno amoniacal <1,00 mg/L. Por su parte se registró un valor <5,00 mg/L para el Nitrógeno total Kjeldahl. Lo que permite inferir una muy baja presencia de estos compuestos sobre el caño Macapay. A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para estos parámetros.
Compuestos de Fósforo: Orgánico, inorgánico, ácido hidrolizable total, fósforo Total, y fósforo reactivo total - Ortofosfatos	La concentración de fósforo orgánico, fósforo acido hidrolizable total, fósforo total, y, fósforo reactivo total, en todos los puntos de muestreo de la microcuenca del caño Macapay fue inferior a 0,150 mg/L (límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio). Las concentraciones registradas para los parámetros de fósforo inorgánico y, fueron inferiores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio (<0,1 mg/L) Cabe señalar que, a nivel normativo los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del decreto 1076 de 2015 contemplados en el presente estudio no presentan límites máximos permisibles para estos parámetros.
Carbono Orgánico Total	Durante la época de lluvia, se registró una concentración de 2,77 mg/L en el punto MACAPAY_CL_01, y, 4,75 mg/L en el punto MACAPAY_CL_02; mientras que en la época seca la concentración disminuye a <2 mg/L (límite de cuantificación de la técnica analítica empleada en el laboratorio) en los dos puntos sobre el caño Macapay. El Decreto 1075 de 2015 no presenta límites restrictivos para este parámetro.  **Figura 3.2.5-230 Carbono orgánico total de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
DBO_5 y DQO	La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), y la demanda Química de Oxígeno (DQO) en los puntos de muestreo de la microcuenca del caño Macapay registraron un valor <2 mg/L (límite de cuantificación de la técnica analítica empleada en el laboratorio), en las dos épocas climáticas analizadas. El Decreto 1075 de 2015 no presenta límites restrictivos para este parámetro.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Macapay
Metales, no metales y Metaloides	Los parámetros arsénico total, bario total, berilio total, cadmio total, cobre total, cobalto total, cromo total, níquel total, mercurio, plata total, plomo total, selenio total, estaño total, litio total, molibdeno total, zinc total, y vanadio; presentaron en los puntos de muestreo de la microcuenca del caño Macapay concentraciones inferiores a los límites de cuantificación de los respectivos métodos analíticos empleados por el laboratorio MCS en las dos épocas hidroclimáticas caracterizadas; estos parámetros cumplen a su vez con los límites normativos establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015. En cuanto al calcio total, magnesio total, potasio y sodio totales, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros, estos iones no representan algún tipo de riesgo, pues se considera como normal su presencia en los ecosistemas acuáticos debido al lavado del suelo, las rocas y el lecho de los cuerpos de agua. El aluminio total y el Manganeso reportaron concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método analítico empleado por el laboratorio en casi todos los puntos en las dos épocas climáticas analizadas, a excepción del punto MACAPAY_CL_01 en época de lluvia, el cual registró una concentración de aluminio igual a 2,70 mg/L, y de Manganeso iguala 0,28 mg/L. Finalmente, el hierro total presentó concentraciones que oscilaron entre 4,41 mg/L a 15,50 mg/L en época de lluvia; y, de 0,78 mg/L a 0,90 mg/L en época seca. El valor del punto MACAPAY_CL_01 en época de lluvia, superó el límite establecido en el artículo 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015.  **Figura 3.2.5-231 Hierro total de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Macapay
Coliformes Fecales Termotolerantes	La concentración de coliformes fecales termotolerantes en el caño Macapay registró un valor promedio de 304 NMP/100 mL en época de lluvia, y 259 NMP/100 mL para la época seca, presentándose una disminución en la concentración de coliformes fecales respecto a la época de lluvia. A nivel normativo, se cumple con los límites del artículo 2.2.3.3.9.3 (2000 NMP/100ml) y 2.2.3.3.9.5 (1000 NMP/100ml), sin embargo, supera el límite del artículo 2.2.3.3.9.7 (200 NMP/100ml).  **Figura 3.2.5-232 Coliformes fecales termotolerantes de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Coliformes totales	El valor de concentración promedio de coliformes totales en los puntos de la microcuenca del caño Macapay fue de 3590 NMP/100ml en época de lluvia, y 3670 NMP/100ml en época seca. Es decir, que la concentración de coliformes totales se mantuvo acorde a la concentración de coliformes fecales reportada para cada época. A nivel normativo, supera el límite máximo del artículo 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 (1000 NMP/100ml), y, cumplen con el criterio de calidad establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 (20000 NMP/100mL), 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.8 (5000 NMP/100mL) del Decreto 1076 de 2015.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Macapay
Coliformes totales	 **Figura 3.2.5-233 Coliformes totales de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Huevos de Helmintos	Los huevos de Helmintos en los puntos de muestreo de la microcuenca del caño Macapay para las dos épocas climáticas presentaron concentraciones menores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio (<1 huevos/L). Adicionalmente, en la normativa de referencia no se estipula ningún límite permisible en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 aplicables.
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	La concentración registrada en los puntos de muestreo de la microcuenca del caño Macapay es igual al límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio para su determinación (<0,200 mg LAS/L), los resultados indican que no se presenta ningún tipo de afectación derivada de la presencia de vertimientos sobre los cuerpos de agua monitoreados en el área de influencia. De igual forma, se cumple a cabalidad con el límite máximo permisible contemplado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.8 del Decreto 1076 de 2015 (0,5 mg LAS/L).
Pesticidas organofosforados	En las dos épocas climáticas monitoreadas los puntos de muestreo de la microcuenca del caño Macapay presentaron una concentración inferior al límite mínimo de cuantificación establecida por la respectiva técnica analítica empleada en el laboratorio para su determinación (<0,00001 mg/L en época de lluvia, y, <0,00020 mg/L en época seca). Por lo anterior, es posible afirmar que hay ausencia de dichos compuestos en la muestra de agua analizada.
Caudal	Se realizó el aforo de caudal en los puntos MACAPAY_CL_01 y MACAPAY_CL_02 durante la época de lluvia y seca. El valor máximo de caudal registrado fue en el punto MACAPAY_CL_02 durante la época de lluvia. Ambos puntos sobre el caño Macapay evidencian una reducción significa de su caudal de la época de lluvia a la época seca.

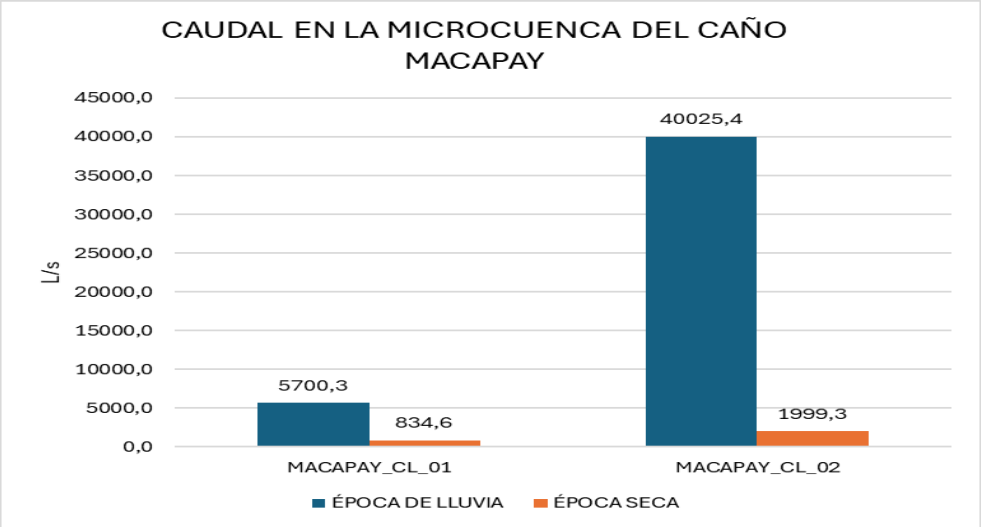
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Macapay
Caudal	

Figura 3.2.5-234 Caudal de las muestras de la microcuenca del caño Macapay en época de lluvia y época seca

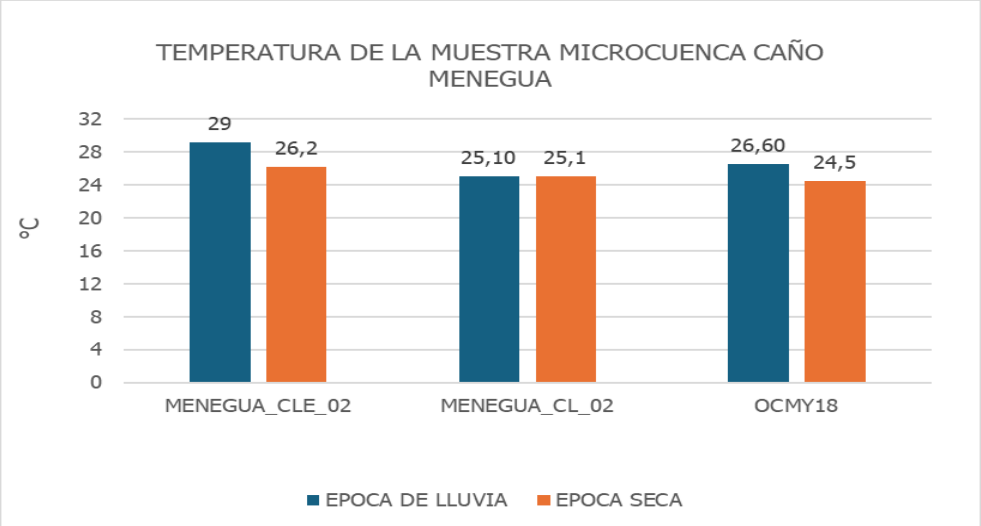
Fuente: Gessig S.A.S., 2025

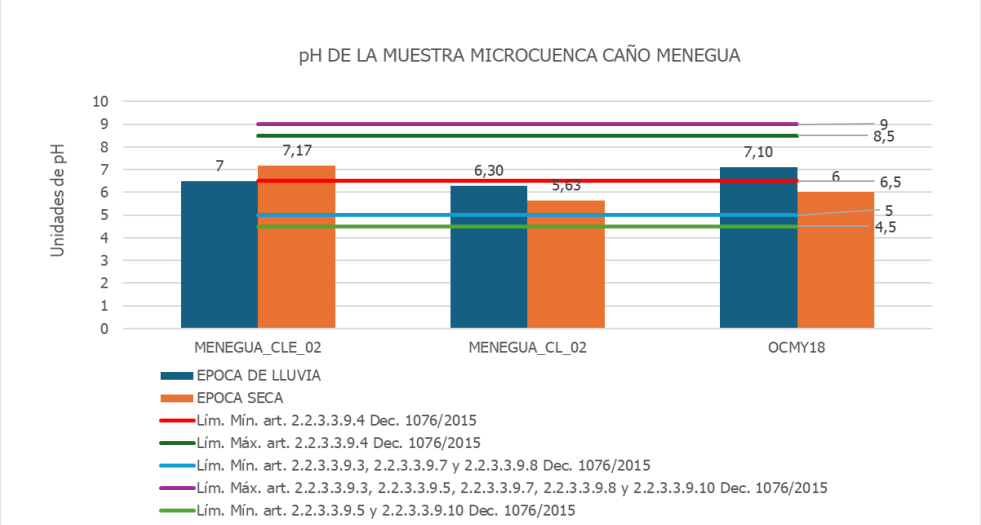
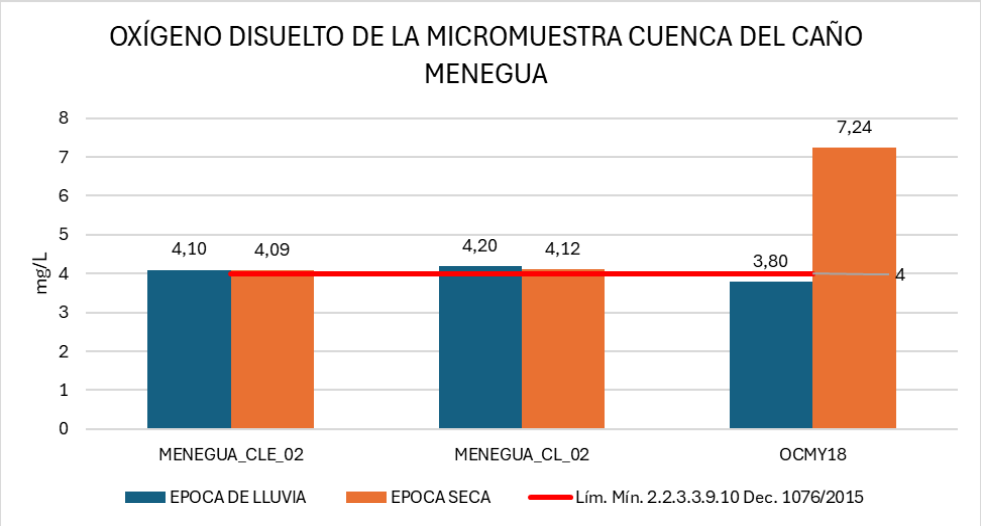
Fuente: Gessig S.A.S., 2025, adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

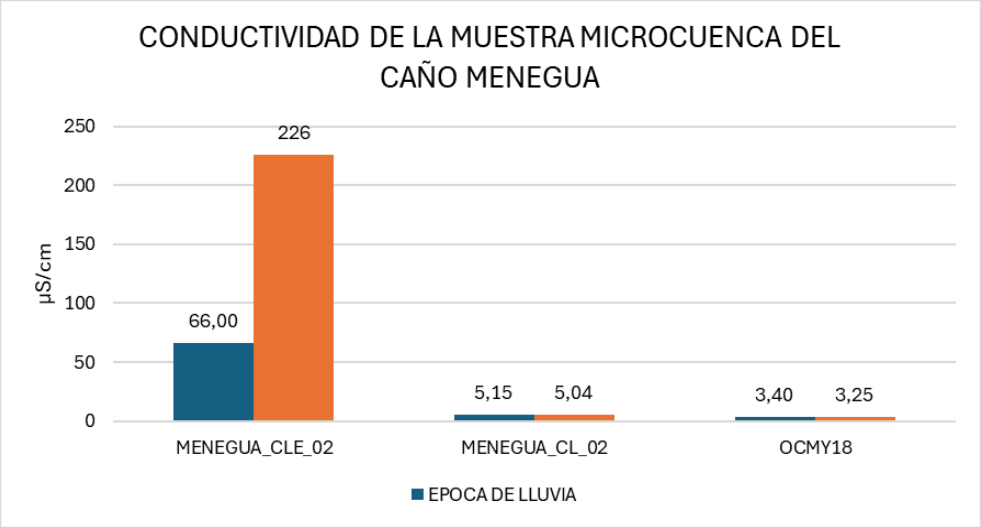
- *Microcuenca del caño Menegua*

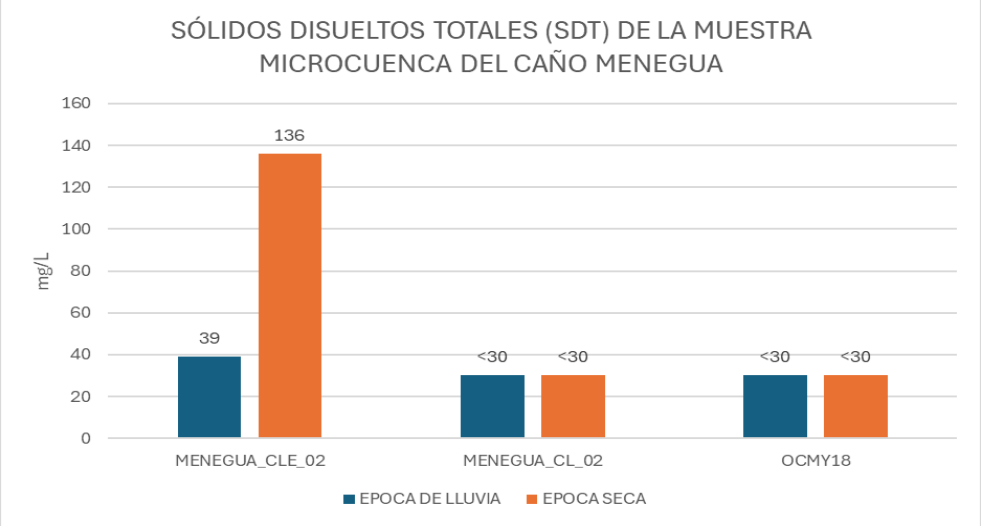
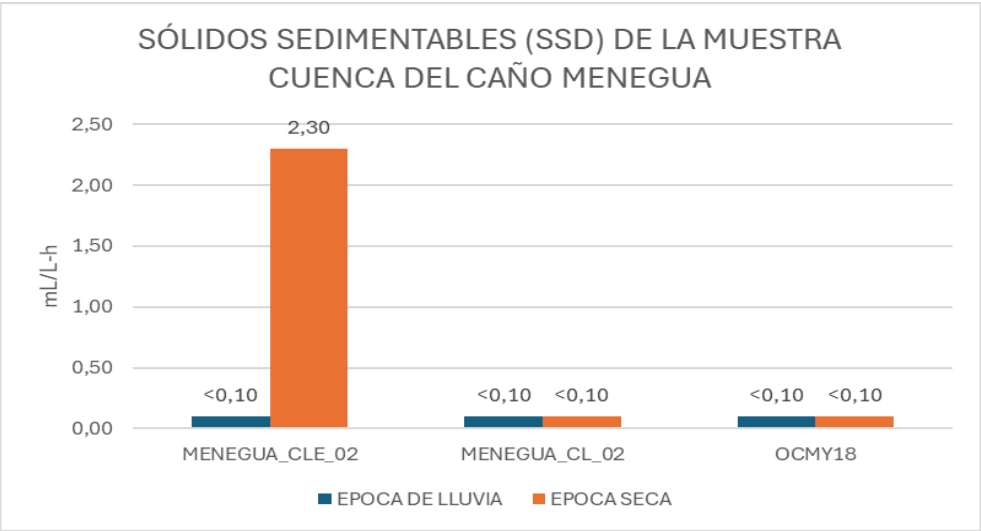
En la microcuenca del caño Menegua se realizó el monitoreo de calidad de agua en los puntos OCMY18, MENEGUA_CL_02, y, MENEGUA_CLE_02 (ver **Tabla 3.2.5-1**), en ambas épocas hidroclimáticas, En la **Tabla 3.2.5-43**, se presenta el análisis de cada parámetro monitoreado. Para ver más información, detallada y en forma gráfica, remitirse al **Anexo 3.2-5_Calidad_ASUP** donde se presentan los informes de laboratorio, reportes de laboratorio, soportes de campo, certificados de calibración, resoluciones de acreditación y registro fotográfico.

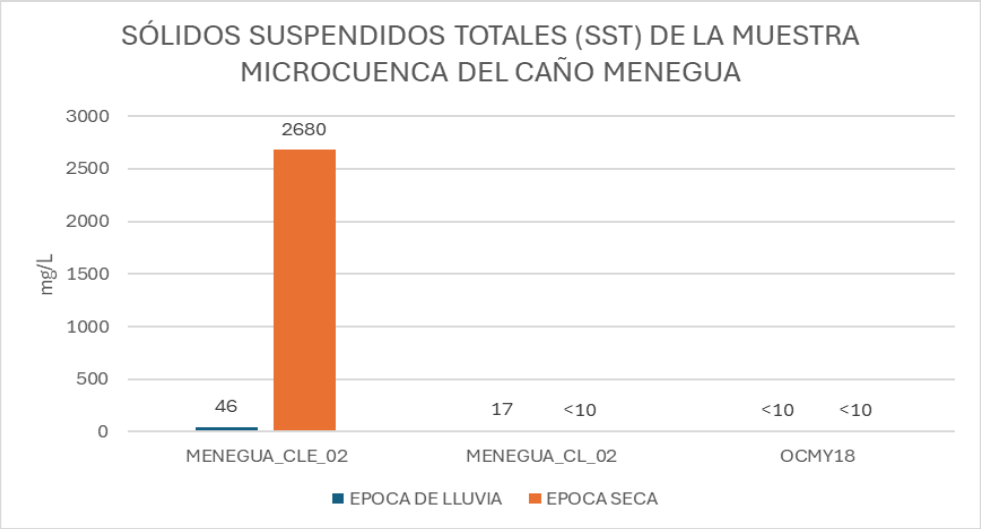
Tabla 3.2.5-43 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca del caño Menegua durante la época de lluvia y época seca

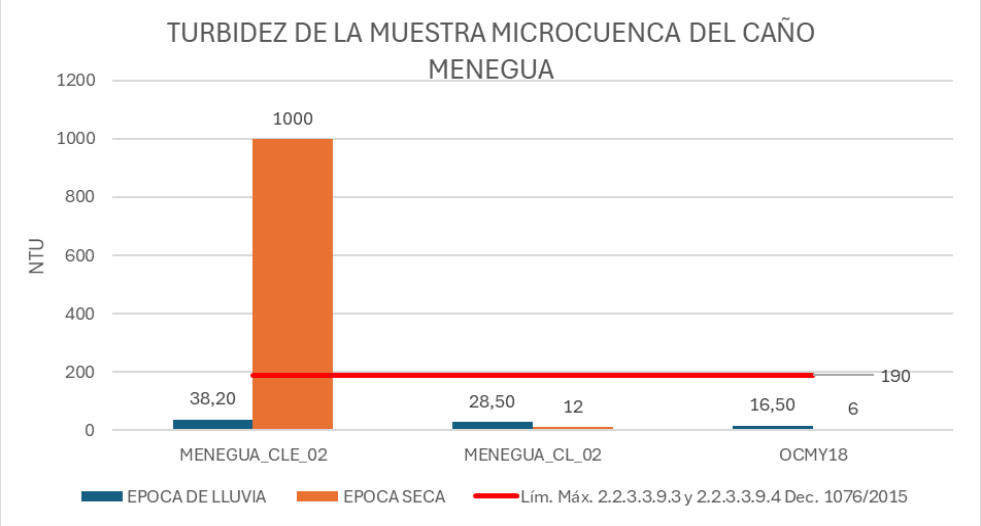
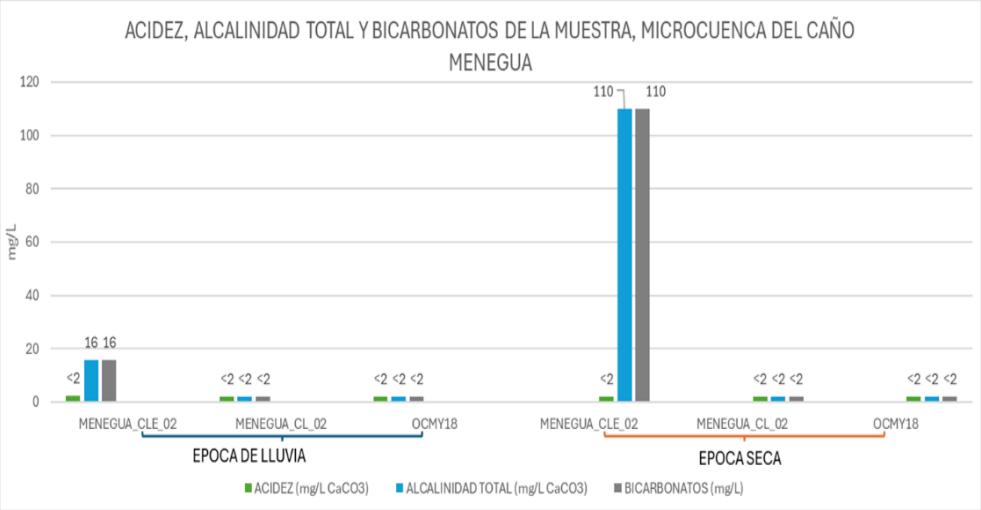
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Menegua
Temperatura	En la época de lluvia se registraron temperaturas entre 25,10 °C y 29 °C; en la época seca, la temperatura de las muestras de agua en la microcuenca del caño Menegua registró un rango entre 24,5°C y 26,2°C. Los valores de temperatura de las muestras de agua estuvieron acordes a la temperatura ambiente registrada en cada punto.  **Figura 3.2.5-235 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
pH	Los puntos en la microcuenca del caño Menegua presentaron un pH promedio de 7 unidades en época de lluvia, indicando un estado neutro, en esta misma época, el punto MENEGUA_CL_02, se encuentra por debajo del límite mínimo permisible del art. 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, que exige un mínimo de 6,5 unidades. En la época seca el pH promedio en la microcuenca del caño Menegua es igual a 6,7 unidades, en esta época sólo el punto MENEGUA_CLE_02 cumple con el límite mínimo del art. 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015. En cuanto al cumplimiento de los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.8, los valores de pH cumplen con la norma.

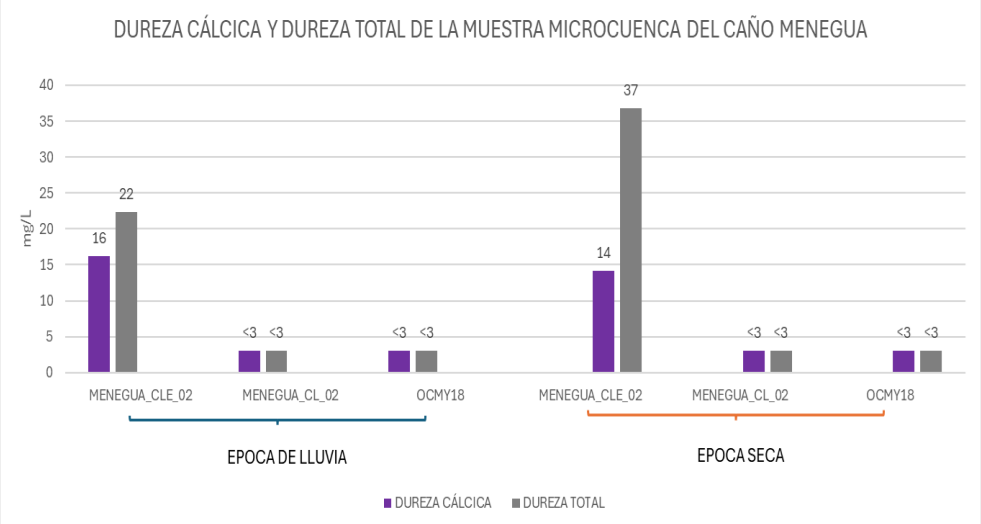
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Menegua
pH	 **Figura 3.2.5-236 pH de las muestras de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Oxígeno Disuelto (OD)	En la microcuenca del caño Menegua, la mayoría de los puntos en ambas épocas climáticas, a excepción del punto de ocupación de cauce OCMY18 en época de lluvia, cumplieron con el límite mínimo para que el agua sea considerada aceptable para la vida acuática (4 mg O2/L), establecido por el artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015. Sin embargo, los puntos sólo superan este límite por muy poco, lo que evidencia que a lo largo de tiempo los valores de OD en las muestras de agua tienden a disminuir.  **Figura 3.2.5-237 Oxígeno disuelto de las muestras de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

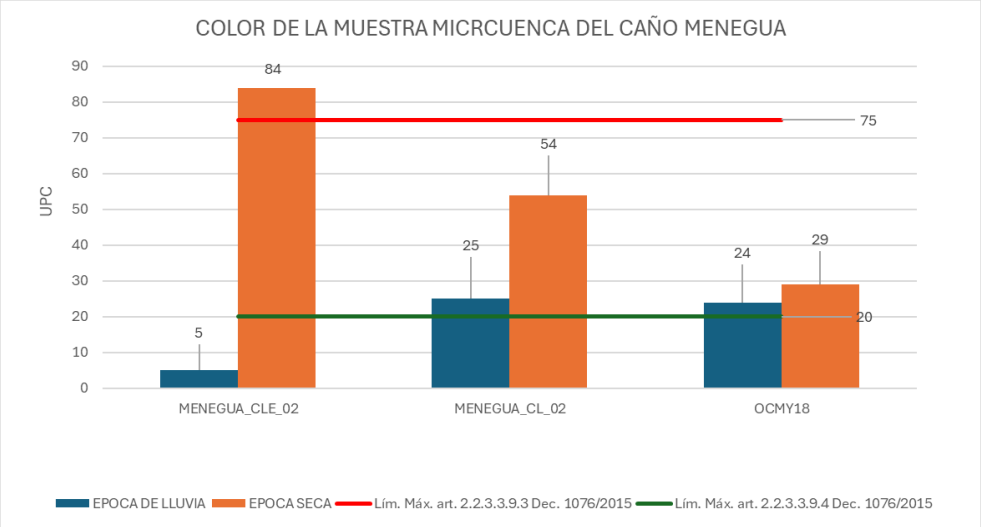
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Menegua
Conductividad Eléctrica	La conductividad eléctrica en la microcuenca del caño Menegua registró el valor más alto durante la época seca en el punto MENEGUA_CLE_02 igual a 226 µS/cm, evidenciando un grado de mineralización del agua media acentuada en el momento de tomar la muestra de agua. Por otro lado, los puntos MENEGUA_CL_02 y OCMY18, evidenciaron una conductividad eléctrica similar en las dos épocas climáticas, valores que evidencian un grado de mineralización "Muy débil" al registrar conductividades menores a los 100 µS/cm según los rangos propuestos por Rodier (1996). En los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del decreto único reglamentario 1076 del 2015, no se estipulan máximos permisibles para este parámetro.  **Figura 3.2.5-238 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	Los puntos sobre cuerpos de agua lóticos: MENEGUA_CL_02 y OCMY18 registraron valores inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada para su determinación (<30 mg/L) en ambas épocas climáticas. Por otro lado, el punto MENEGUA_CLE_02, ubicado sobre un cuerpo de agua léntico tipo pantano, registró las concentraciones máximas de sólidos disueltos totales, la mayor concentración fue de 136 mg/L en la época seca.

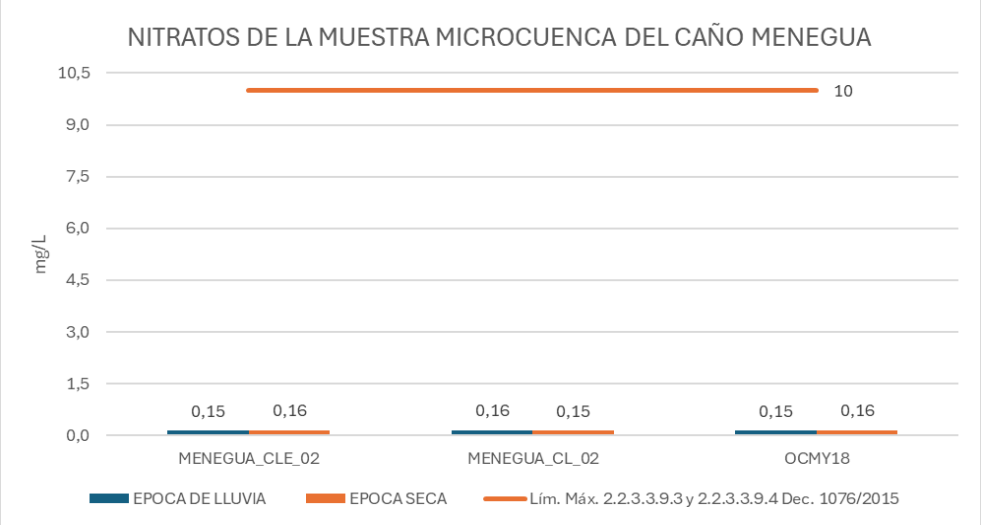
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Menegua
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	 **Figura 3.2.5-239 Sólidos disueltos totales de las muestras de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Sólidos Sedimentables (SSD)	En las dos épocas, la mayoría de los puntos muestreados en la microcuenca del caño Menegua registraron una concentración inferior al límite de cuantificación del método implementado por el laboratorio (<0,1 mL/L-h). Únicamente el punto MENEGUA_CLE_02, registró una concentración detectable en la época seca, igual a 2,30 mL/L-h. El decreto 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro.  **Figura 3.2.5-240 Sólidos Sedimentables de las muestras de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

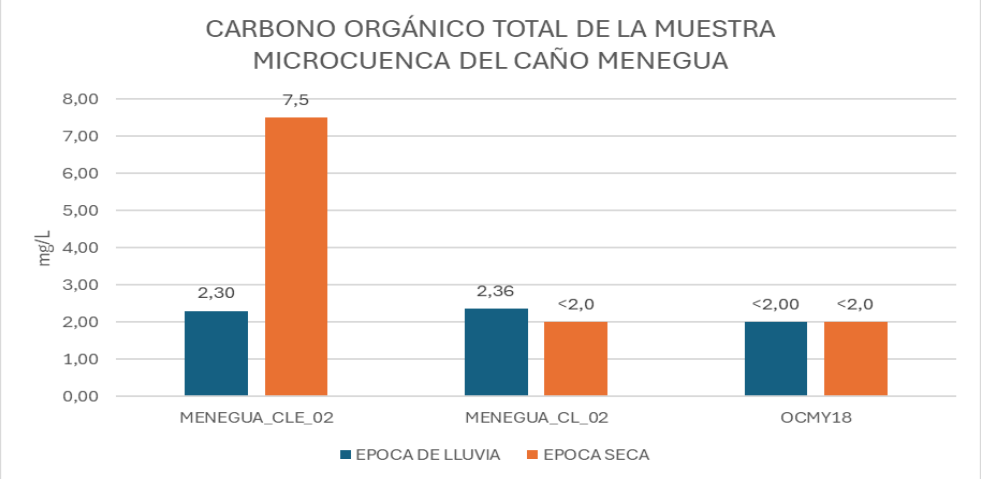
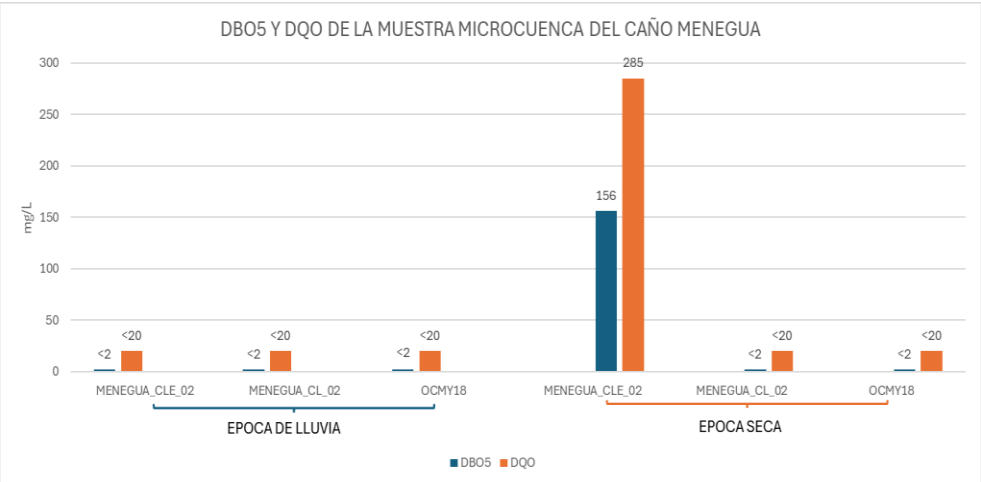
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Menegua
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	El parámetro de sólidos suspendidos totales presentó concentraciones bajas en los cuerpos de agua lóticos muestreados (puntos MENEGUA_CL_02 y OCMY18), donde se presentan valores <10,0 mg/L hasta 17 mg/L. Mientras que, el punto MENEGUA_CLE_02, registró las mayores concentraciones de SST, especialmente en época seca, igual a 2680 mg/L, una concentración que indica un aumento drástico frente a la concentración de la época de lluvia para el mismo punto; lo anterior puede deberse a la disminución del flujo de agua de entrada y salida del pantano en época seca generando una mayor concentración e estas partículas.  **Figura 3.2.5-241 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Turbiedad	La turbiedad en la microcuenca del caño Menegua refleja la incidencia directa de la concentración de sólidos suspendidos totales sobre este parámetro, de forma que se aprecia el mismo patrón que los SST, donde el punto MENEGUA_CLE_02 registró la mayor turbidez en época seca igual a 1000 NTU, un valor muy alto en comparación con los otros puntos muestreados en la microcuenca, superando el límite máximo permisible de 190 NTU del artículo 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, los demás puntos cumplen el límite máximo durante la época seca, y de lluvia.

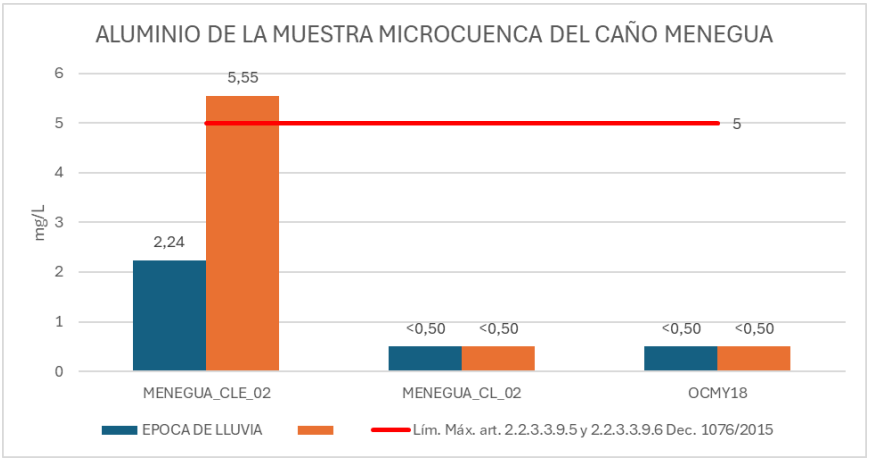
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Menegua
Turbiedad	 **Figura 3.2.5-242 Turbidez de las muestras de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	En la época de lluvia, todos los puntos de la microcuenca del Menegua registraron valores inferiores al límite de detección utilizado por el laboratorio (<2,00 mg CaCO3/L), para los parámetros de acidez, alcalinidad total y bicarbonatos. Solo se registró concentración de alcalinidad total y bicarbonatos mayor a 2,00 mg CaCO3/L en el punto MENEGUA_CLE_02, en ambas épocas climáticas. Los resultados indican que los puntos de la microcuenca del caño Menegua presentó una alta capacidad amortiguadora de acidez, lo cual también se ve reflejado en las unidades de pH que se mantienen en un valor neutro.  **Figura 3.2.5-243 Acidez, alcalinidad total y bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

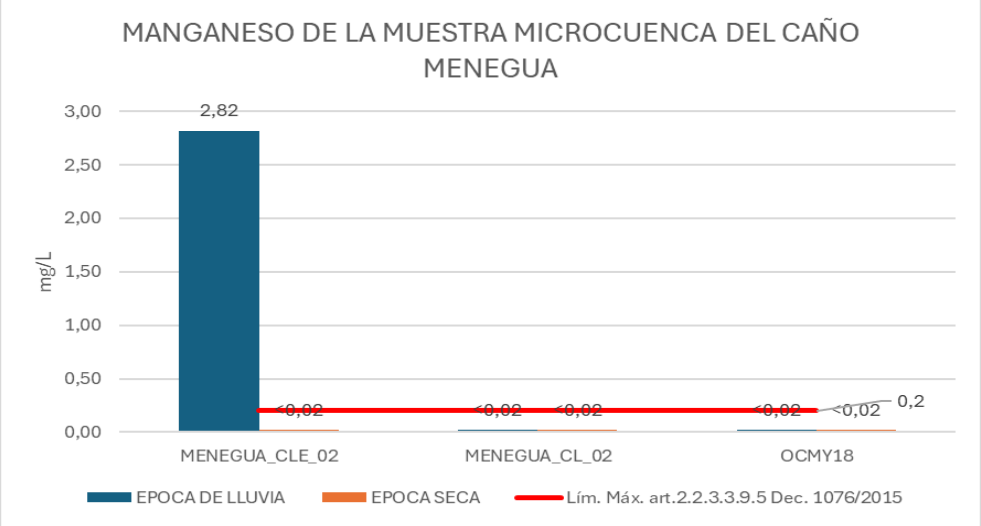
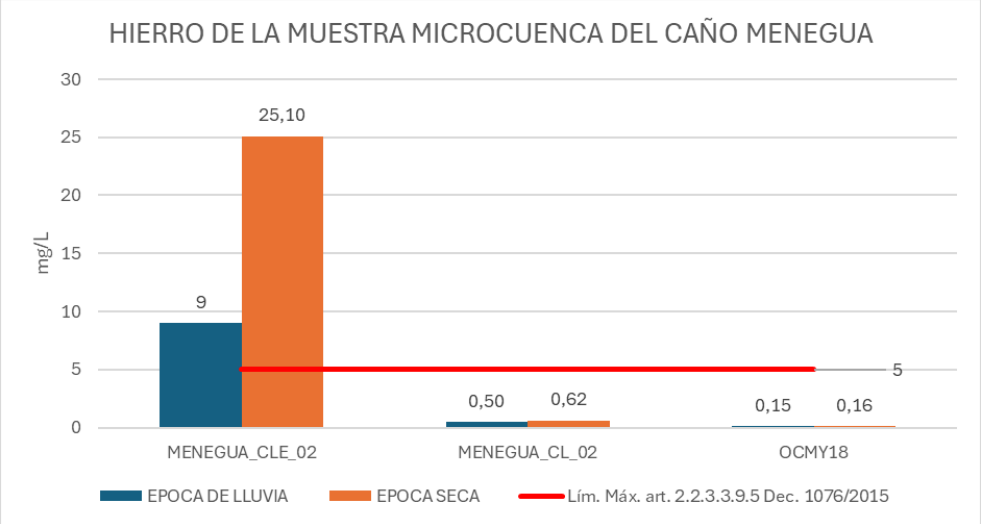
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Menegua
Dureza Total y Dureza Cálcica	En la época de lluvia y seca, la mayoría de los puntos de la microcuenca del caño Menegua registraron valores de dureza cálcica y dureza total inferiores al límite de cuantificación del método de análisis, evidenciando una muy baja concentración de minerales en el agua de las muestras. El único punto que reportó concentraciones fue el MENEGUA_CLE_02, el cual registró una concentración máxima de dureza total igual a 37 mg/L en época seca, y, y dureza cálcica igual a 16 mg/L en época de lluvia.  **Figura 3.2.5-244 Dureza total y dureza cálcica de las muestras de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Grasas y Aceites e Hidrocarburos totales	En los monitoreos realizados en los puntos de la microcuenca del caño Menegua durante la época de lluvia y la época seca, todos los puntos presentaron concentraciones inferiores al límite de detección de los dos parámetros (grasas y aceites e hidrocarburos totales) del método analítico utilizado por el laboratorio MCS (<1,40 mg/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, establecen que no se deben presentar películas visibles de grasas y aceites flotantes. Durante el monitoreo no se observó película de grasas visibles sobre los puntos caracterizados.
Sulfatos	Los sulfatos en las dos épocas climáticas monitoreadas en los puntos de la microcuenca del caño Menegua registraron valores inferiores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio (<5,0 mg SO42-/L). Los resultados evidencian cumplimiento a nivel normativo al límite establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015 (400 mg SO42-/L).
Cloruros	En los puntos de monitoreo de la microcuenca del caño Menegua se registró una presencia casi nula de cloruros en las dos épocas climáticas caracterizadas, lo anterior debido a que los puntos registraron concentraciones inferiores a 4,00 mg Cl-/L (límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio). A nivel normativo, se cumple con el límite máximo permisible (250 mg/L) establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015.

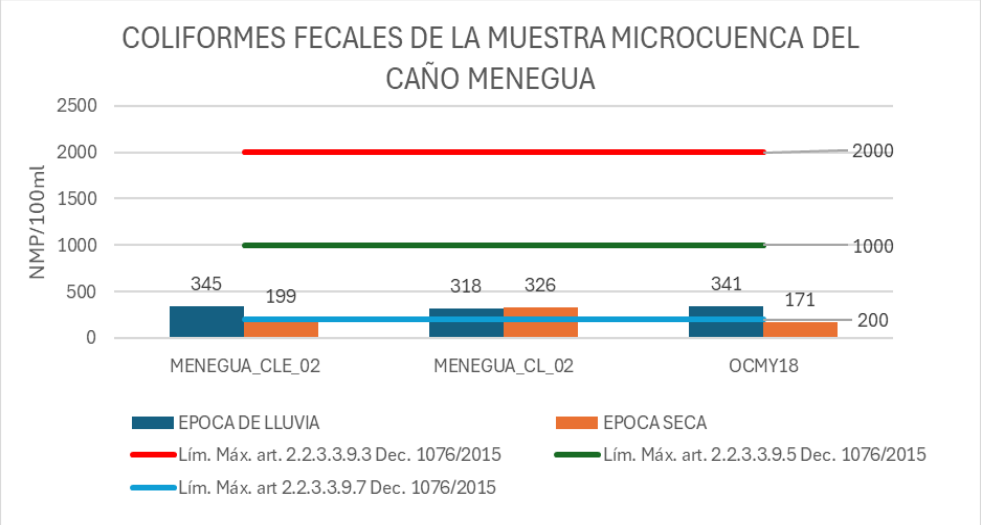
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Menegua
Color de la muestra en UPC	El color de las muestras es influido directamente por la concentración de sólidos disueltos totales registrados en la microcuenca del caño Menegua, por lo anterior, el punto MENEGUA_CLE_02 evidenció la mayor coloración en época seca igual a 84 UPC, valor que supera los límites máximos permisibles de los artículos 2.2.3.3.9.3. y 2.2.3.3.9.4. del Decreto 1076 de 2015. Los demás puntos de la microcuenca registraron valores entre 24,0 UPC hasta 54 UPC superando el límite máximo del artículo 2.2.3.3.9.4. del Decreto 1076 de 2015.  **Figura 3.2.5-245 Color de las muestras de agua de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Fenoles totales	Para este parámetro, los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Menegua registraron concentraciones inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio MCS para su determinación (<0,002 mg/L), es importante señalar que, según el Decreto 1076 de 2015, en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 se establece como límite máximo permisible 0,002 mg/L, lo cual indica cumplimiento.
Material Flotante	Para época de lluvia y la época seca, todos los puntos de la microcuenca del caño Menegua registraron ausencia de material flotante. A nivel normativo, los artículos comparables en este estudio del decreto 1076 de 2015 no fijan límites máximos permisibles para este parámetro, pero si establecen que no se deben presentar materiales flotantes, criterio que se cumple en los puntos monitoreados.
Olor y sabor	Para época de lluvia y la época seca, todos los puntos de la microcuenca del caño Menegua reportaron "aceptable" para el olor y sabor, tanto en los sistemas lóticos como lénticos caracterizados.
Nitratos y Nitritos	Para los nitratos se registraron concentraciones detectables entre 0,15 mg/L y 0,16 mg/L en los puntos monitoreados en la microcuenca del caño Menegua durante la época de lluvia y seca, las concentraciones se consideran bajas descartando algún tipo de contaminación por este compuesto. Asimismo, se presenta total cumplimiento con respecto al límite máximo permisible (10 mg N-NO3/L) contemplado en los Artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015.

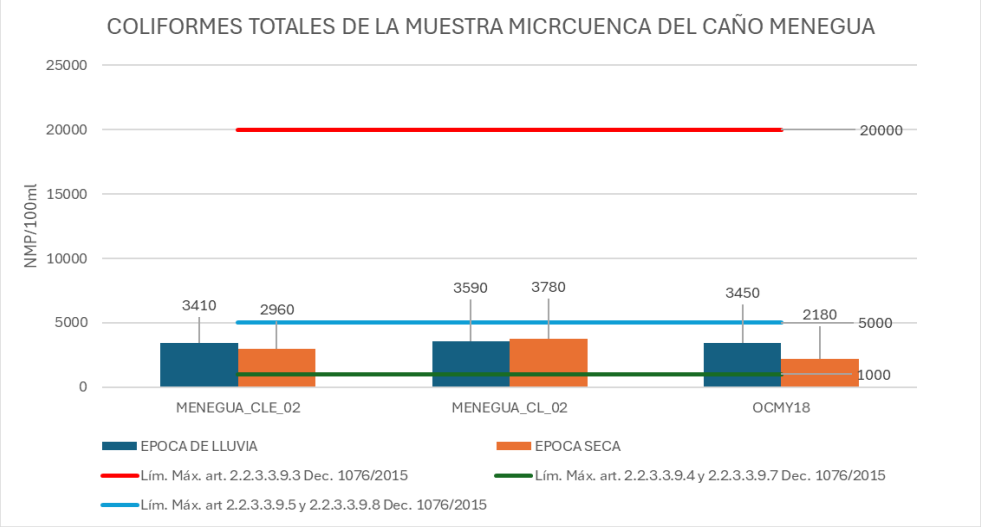
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Menegua
Nitratos y Nitritos	 **Figura 3.2.5-246 Nitratos de las muestras de agua de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025 Por otro lado, los Nitritos registraron concentraciones inferiores al límite de detección del método analítico utilizado por el laboratorio MCS (<0,0100 N-NO2/L) en ambas épocas y en todos los puntos muestreados. A nivel normativo, cumple con el límite máximo permisible de 1 N-NO2/L en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4.
Nitrógeno Amoniacal y Nitrógeno total Kjeldahl	En las dos épocas climáticas caracterizadas, los parámetros nitrógeno amoniacal y nitrógeno total Kjeldahl reportaron concentraciones equivalentes al límite de detección de la técnica analítica usada en el laboratorio <1,00 mg NH3-N/L para nitrógeno amoniacal y <5,00 mg N/L para nitrógeno Kjeldahl, para todos los puntos de la microcuenca del caño Menegua durante la época de lluvia y la época seca, cumpliendo con el límite máximo permisible de acuerdo con la norma ambiental (1 mg NH3-N/L) para nitrógeno amoniacal de acuerdo con los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015.
Compuestos de Fósforo: Orgánico, inorgánico, ácido hidrolizable total, fósforo Total, y fósforo reactivo total - Ortofosfatos	Todos los puntos de la microcuenca del caño Menegua registraron concentraciones inferiores a 0,150 mg/L (límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio) para los compuestos fósforo orgánico total, acido-hidrolizable total, fósforo total, y fósforo reactivo total. El fósforo inorgánico también registró concentraciones inferiores al límite de la técnica analítica (<0,1 mg P/L). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites.
Carbono Orgánico Total (COT)	En la época de lluvia, los puntos de la microcuenca del caño Menegua registraron concentraciones que oscilaron entre <2,0 mg/L hasta 2,36 mg/L. En la época seca, los valores registrados estuvieron entre <2,0 mg/L y 7,5 mg/L, siendo este último el valor más alto registrado en el punto MENEGUA_CLE_02. Los valores de carbono orgánico registrados son acordes a los de sólidos suspendidos totales.

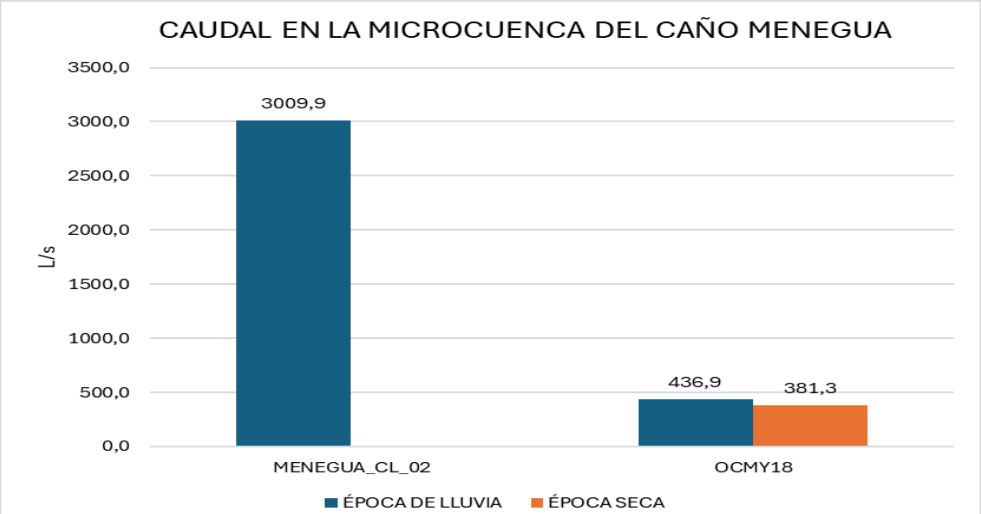
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Menegua
Carbono Orgánico Total (COT)	 **Figura 3.2.5-247 Carbono orgánico total de las muestras de agua de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
DBO_5 y DQO	En la época de lluvia y la época seca, casi todos los puntos muestreados en la microcuenca del caño Menegua reportaron concentraciones de DBO_5 y DQO inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica usada por el laboratorio, <2 mg O2/L para DBO_5, y, <20 mg O2/L para DQO. Sin embargo, el punto MENEGUA_CLE_02 reportó para la época seca, una concentración de DBO5 igual 156 mg/L, y de DQO igual a 285 mg/L; estas concentraciones están relacionadas con la actividad de descomposición de materia orgánica presente en la muestra, que está alineada con la concentración de carbono orgánico total registrada para este mismo punto. El Decreto 1075 de 2015 no presenta límites restrictivos para estos parámetros.  **Figura 3.2.5-248 DBO_5 y DQO de las muestras de agua de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Menegua
Metales, no metales y Metaloides	En la época de lluvia y la época seca, para los puntos muestreados en la microcuenca del caño Menegua se registraron para los siguientes parámetros concentraciones equivalentes al límite de detección de la técnica analítica usada por el laboratorio: **Arsénico total** (<0,005 mg As/L), **Bario total** (<0,100 mg Ba/L), **Berilio total** (<0,0200 mg Be/L), **Cadmio total** (<0,0100 mg Cd/L), **Cobalto total** (<0,0300 mg Co/L), **Cromo total** (<0,100 mg Cr/L), **Cobre total** (<0,0400 mg Cu/L), **Níquel total** (<0,0400 mg Ni/L), **Mercurio total** (<0,001 mg Hg/L), **Plata total** (<0,0200 mg Ag/L), **Plomo total** (<0,0500 mg Pb/L), **Selenio total** (<0,005 mg Se/L), **Estaño total** (<1,00 mg Sn/L), **Litio total** (<0,0200 mg Li/L), **Molibdeno total** (<0,0100 mg Mo/L), y **Vanadio total** (<0,100 mg V/L). De acuerdo con lo anterior, no se presenta contaminación en los cuerpos de agua evaluados respecto a dichos elementos. En cuanto a la normatividad ambiental vigente, se tiene total cumplimiento respecto a los límites de concentración permisibles en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4. y 2.2.3.3.9.5. para aquellos parámetros en donde aplica. El Aluminio en la mayoría de los puntos registró un valor <0,500 mg Al/L, a excepción del punto MENEGUA_CLE_02, el cual registró un valor de 2,34 mg/L en época de lluvia, y, 5,55 mg/L en época seca, esta última concentración superó el límite máximo permisible establecido den los art. 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.6 del Decreto 1076 de 2015.  **Figura 3.2.5-249 Aluminio de las muestras de agua de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025 El Zinc total registró concentraciones inferiores al límite de detección de la técnica analítica del laboratorio en casi todos los puntos durante la época de lluvia y seca (<0,0200 mg/L), a excepción del punto MENEGUA_CLE_02, el cual en la época seca registró una concentración de 0,25 mg/L, evidenciando cumplimento de los límites establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3. y 2.2.3.3.9.4. de 15 mg Zn/L y el art. 2.2.3.3.9.5. de 2 mg Zn/L, del Decreto 1076 de 2015. El Manganeso total, presentó una concentración que osciló entre <0,020 mg/L (límite de cuantificación del método analítico) a 2,82 mg/L, esta última concentración registrada en época de lluvia en el punto MENEGUA_CLE_02, es la única en superar el límite establecido por el artículo 2.2.3.3.9.5 del decreto 1076 de 2015 (0,2 mg/L).

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Menegua
Metales, no metales y Metaloides	 **Figura 3.2.5-250 Manganeso total de las muestras de agua de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025 El Hierro total presentó una concentración en un rango de 0,15 mg/L a 9 mg/L en época de lluvia, y, de 50,16 mg/L a 25,10 mg/L en época seca. Los puntos sobre cuerpos de agua lóticos: MENEGUA_CL_02 y OCMY18 cumplen con el límite establecido en el artículo 2.2.3.3.9.5 del decreto 1076 de 2015 (5 mg/L), mientras que, el punto sobre el cuerpo de agua léntico (MENEGUA_CLE_02) supera este límite en las dos épocas hidroclimáticas analizadas.  **Figura 3.2.5-251 Hierro total de las muestras de agua de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Menegua
Coliformes Fecales Termotolerantes	La concentración de coliformes totales termotolerantes se presentó en un rango que va de 318 NMP/100mL hasta 345 NMP/100mL en época de lluvia y, de 171 NMP/100mL a 326 NMP/100mL en época seca. A nivel normativo, los puntos cumplen con los límites permisibles establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3. y 2.2.3.3.9.5. del Decreto 1076 de 2015 (2000 NMP/100 mL y 1000 NMP/100mL respectivamente), sin embargo, sobrepasan el límite máximo del art. 2.2.3.3.9.7 del Decreto 1076 de 2015 en la época de lluvia, y sólo lo supera el punto MENEGUA_CL_02 en la época seca.  **Figura 3.2.5-252 Coliformes fecales de las muestras de agua de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Coliformes totales	Los valores de concentración de coliformes totales estuvieron en un rango de 3410 NMP/100 ml hasta 3590 NMP/100 ml en época de lluvia, y, de 2180 NMP/100 ml hasta 3780 NMP/100 ml en época seca. Los valores más altos registrados en los dos periodos caracterizados fueron en el punto MENEGUA_CL_02, lo que evidencia que se está presentando un alto aporte de materia orgánica al cuerpo de agua lótico. A nivel normativo, todos los puntos cumplen los límites máximos de los artículos 2.2.3.3.9.3 (20000 NMP/100ml), 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.8 (5000 NMP/100ml) del decreto 1076 de 2015. Mientras que todas las concentraciones registradas superan el límite de los artículos 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 (1000 NMP/100ml).

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Menegua
Coliformes totales	 **Figura 3.2.5-253 Coliformes totales de las muestras de agua de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Huevos de Helmintos	Los Huevos de Helmintos presentaron para la totalidad de los puntos de monitoreo microcuenca del caño Menegua durante la época de lluvia y seca concentraciones menores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio (<1 huevos/L). Adicionalmente, en la normativa de referencia no se estipula ningún límite permisible en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 aplicables al presente estudio.
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	Todos los puntos muestreados en la microcuenca del caño Menegua presentaron para las dos épocas climáticas evaluadas, concentraciones por debajo de la técnica analítica empleada para su determinación (<0,200 mg/L) indicando que los cuerpos de agua no han sido afectados por parte de este tipo de compuestos.
Pesticidas organofosforados	Los pesticidas organofosforados analizados por el laboratorio incluyen sustancias como Metil Tolclofos, Metil Pirimipos, Malation, Protiofos (Tukution), Etion, Diclorvos, Dimetoato, Clorpirifos (Etil Clorpirifos), Metidation, Profenofos, Metil Azinfos (Glution), y, Pirazofos. Todos los puntos de la microcuenca del caño Menegua registraron valores inferiores al límite de la técnica analítica usada por el laboratorio (<0,00001 mg/L en época de lluvia, y, <0,00020 mg/L en época seca).
Caudal	Se realizó la toma del aforo en el punto MENEGUA_CL_02 ubicado sobre el caño Menegua durante la época de lluvia, registrando un caudal de 3009,95 L/s, no se pudo realizar el aforo durante la época seca debido a que el cuerpo de agua no presentó un flujo continuo; y, se hizo aforo de caudal en el punto de ocupación de cauce OCMY18, ubicado sobre un drenaje intermitente, el cual registró un caudal promedio de 409 L/s en ambas épocas climáticas. Para ver más información remitirse al **anexo 3.2-5b_Reportes_Lab** >> Caudales.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Menegua
Caudal	 **Figura 3.2.5-254 Caudal de las muestras de la microcuenca del caño Menegua en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

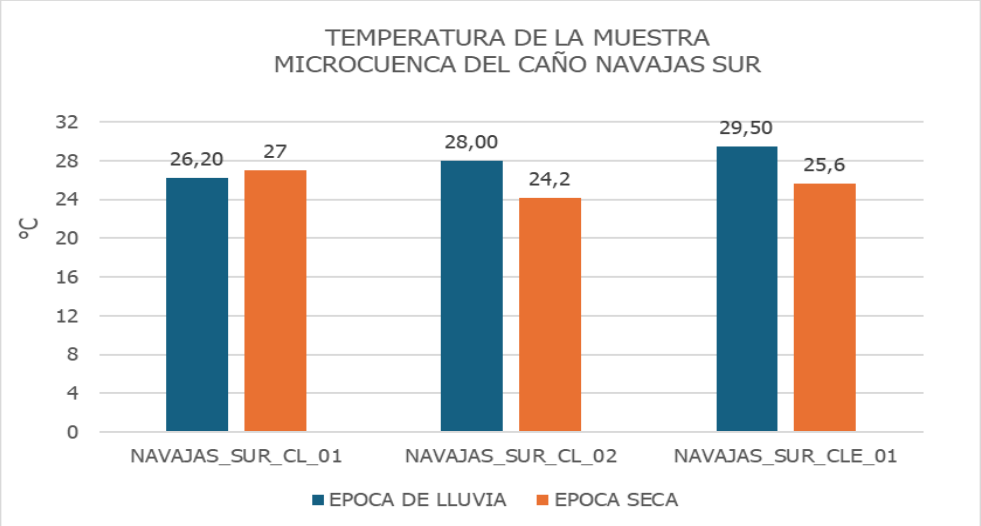
Fuente: Gessig S.A.S., 2025, adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

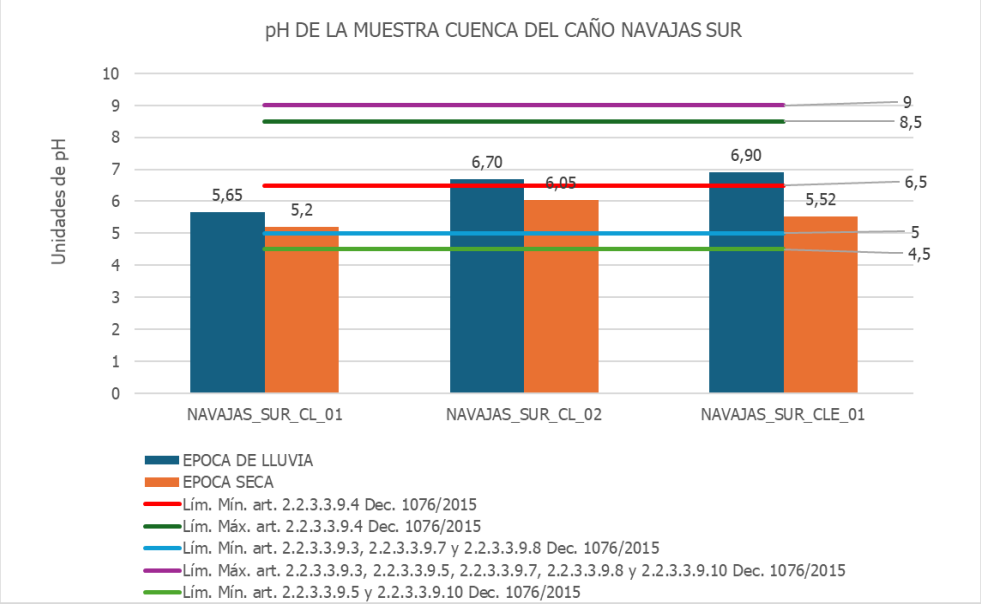
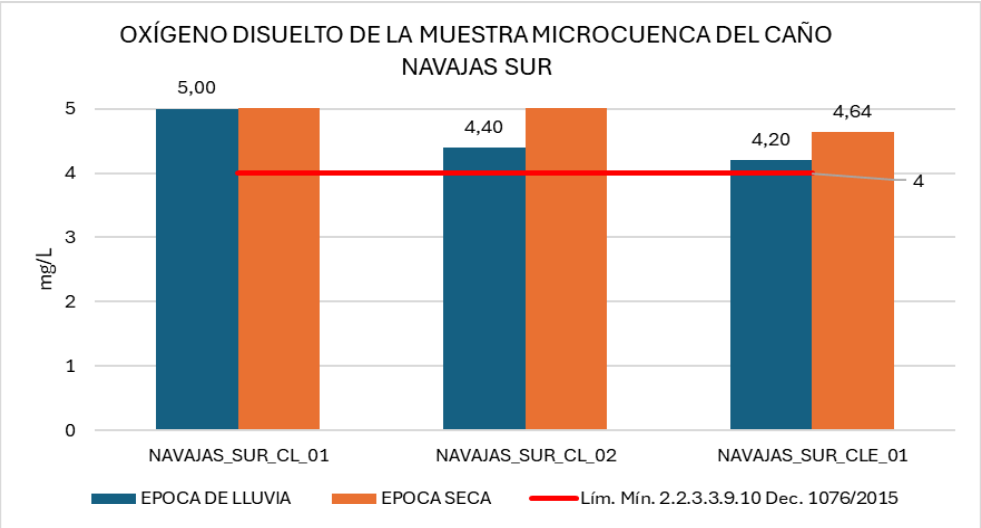
- *Microcuenca del caño Navajas Sur*

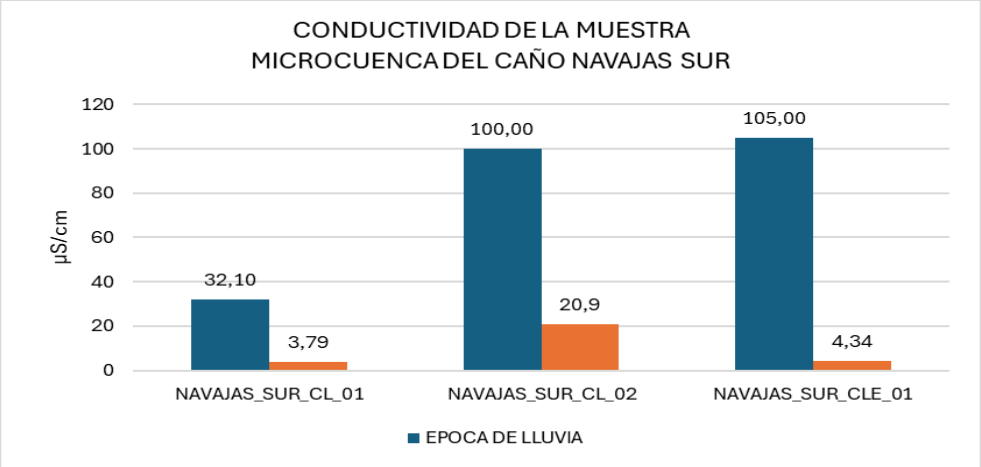
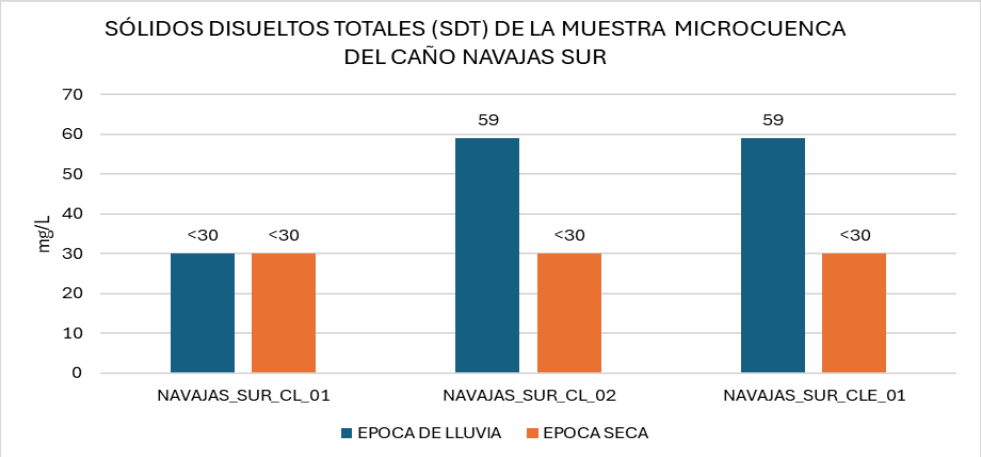
En la microcuenca del caño Navajas Sur se realizó el monitoreo de calidad de agua en el punto NAVAJAS_SUR_CL_01 ubicado sobre el caño Navajas Sur. La caracterización fisicoquímica e hidrobiológica del drenaje principal de la microcuenca denominado Caño Navajas Sur se realizó con base en los monitoreos de calidad de aguas realizados en temporada de lluvia (julio 2024) y temporada seca (enero 2025). Dentro del presente análisis se contempla el drenaje principal "Caño Navajas Sur" teniendo en cuenta su recorrido y espacialidad, aclarando que los puntos NAVAJAS_SUR_CL_02 y NAVAJAS_SUR_CLE_01, cartográficamente se encuentran ubicados en la microcuenca del río Metica. Dado lo anterior, estos puntos no se incluyeron en el análisis de la microcuenca del río Metica, y sus drenajes directos, ya que desde el punto de vista fisicoquímico e hidrobiológico sus características se encuentran ligadas al drenaje principal de este caño, permitiendo su caracterización aguas arriba (NAVAJAS_SUR_CL_01), aguas medias (NAVAJAS_SUR_CLE_01, que corresponde a un cuerpo de agua lentico tipo laguna), y aguas abajo (NAVAJAS_SUR_CL_02). Aunque cartográficamente el cierre de la microcuenca del caño Navajas Sur se realizó en la laguna (punto de aguas medias), el drenaje que sale de la misma y desemboca en el río Metica se sigue considerando como el caño Navajas Sur.

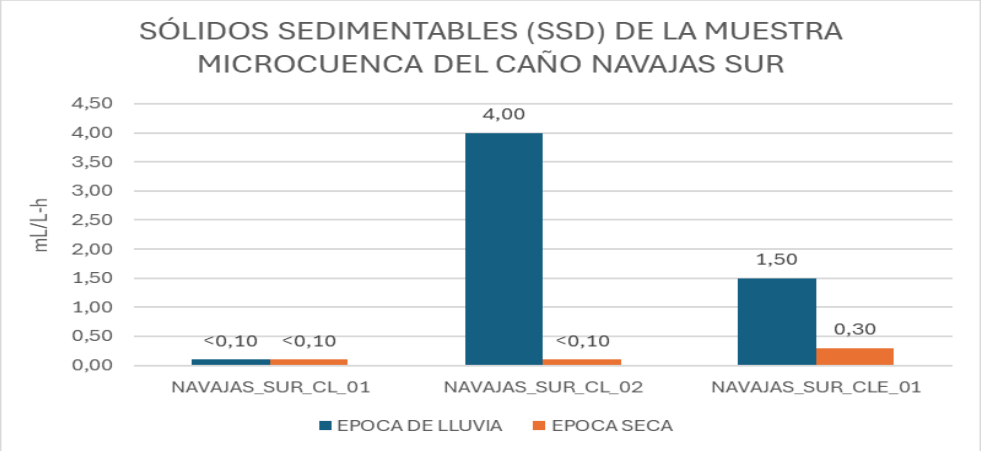
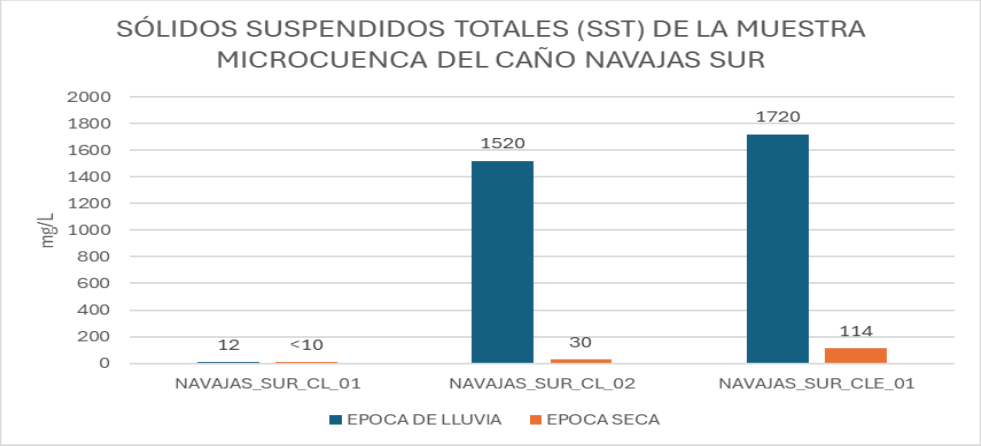
En la **Tabla 3.2.5-44** se presenta el análisis de cada parámetro monitoreado. Para ver más información, detallada y en forma gráfica, remitirse al **Anexo 3.2-5_Calidad_ASUP** donde se presentan los informes de laboratorio, reportes de laboratorio, soportes de campo, certificados de calibración, resoluciones de acreditación y registro fotográfico.

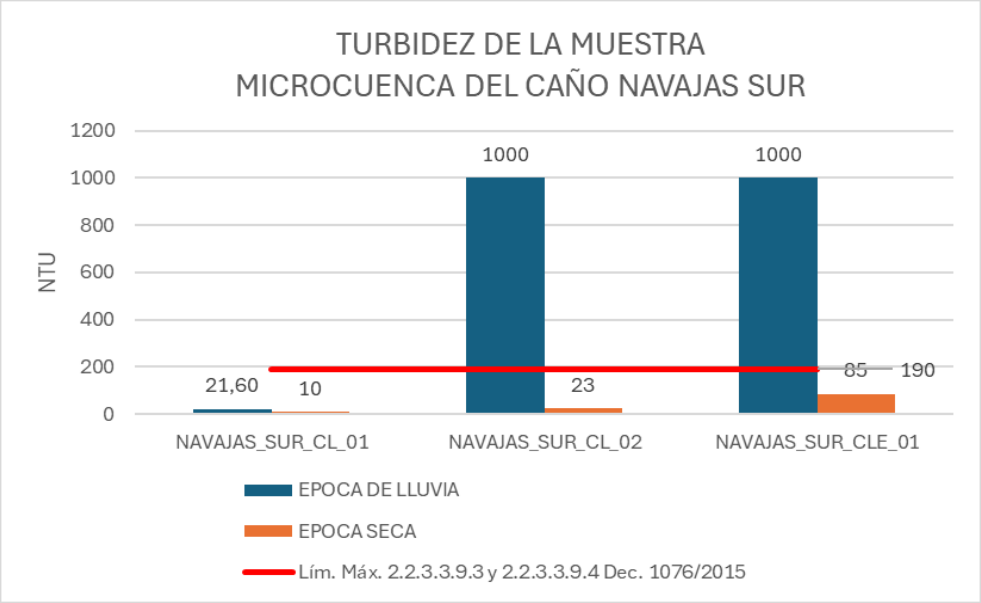
Tabla 3.2.5-44 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca del caño Navajas Sur durante la época de lluvia y época seca

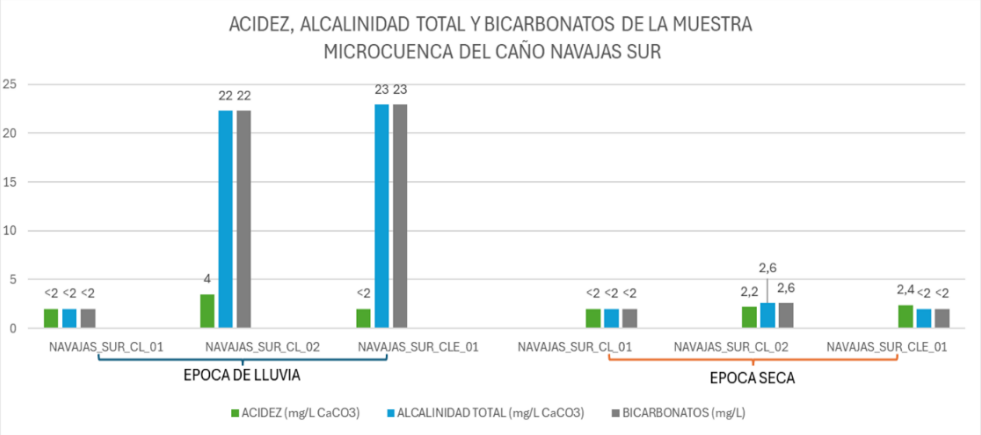
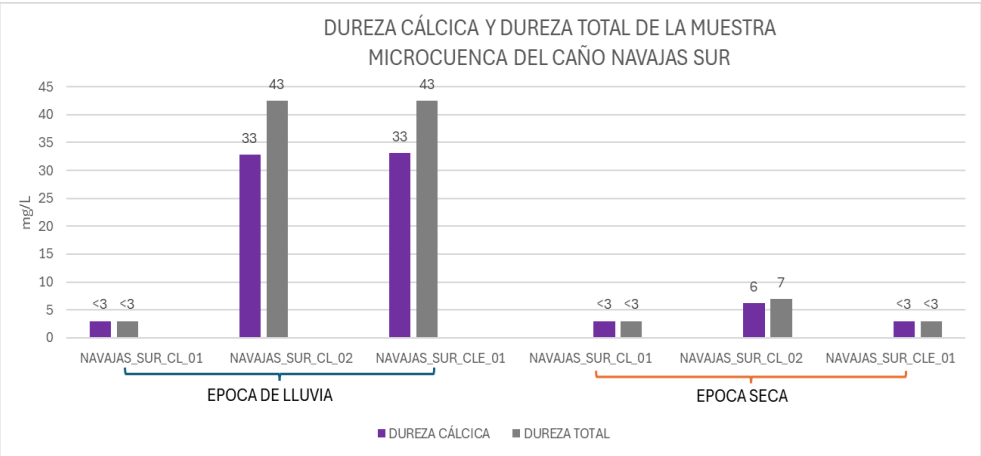
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Navajas Sur
Temperatura	Los resultados de temperatura en los puntos muestreados en el caño Navajas Sur presentó valores entre 26,20 °C a 29,50°C en época de lluvia, y, entre 24,2°C y 27°C en época seca. Los resultados obtenidos no evidenciaron alteraciones por este parámetro en los cuerpos de agua evaluados.  **Figura 3.2.5-255 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
pH	El potencial de Hidrógeno determinado para los puntos ligados al caño Navajas Sur presentan una tendencia a la acidez al registrar valores de pH inferiores a 6,5 en la mayoría de los puntos evaluados en ambas épocas hidroclimáticas analizadas, por lo tanto, las únicas muestras que cumplen con el límite mínimo del art. 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (6,5 unidades de pH), son los puntos NAVAJAS_SUR_CL_02, y, NAVAJAS_SUR_CLE_01, durante la época de lluvia. En cuanto a los límites establecidos por los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.8., los puntos muestreados presentan cumplimiento. El valor mínimo registrado en la microcuenca fue durante la época seca en el punto NAVAJAS_SUR_CL_01.

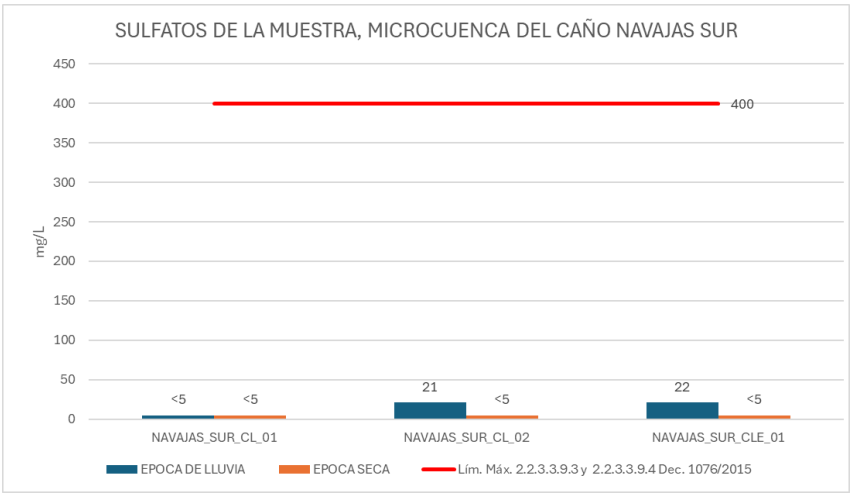
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Navajas Sur
pH	 **Figura 3.2.5-256 pH de las muestras de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Oxígeno Disuelto (OD)	Los resultados del monitoreo realizado en los puntos del caño Navajas Sur, reportaron para la época de lluvia un promedio de 4,53 mg/L de O.D, y, un promedio de 5,74 mg/L durante la época seca, Los resultados reflejan cumplimiento del límite mínimo del artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, lo que evidencia que el agua sea considerada aceptable para la presencia de hidrobiota.  **Figura 3.2.5-257 Oxígeno disuelto de las muestras de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

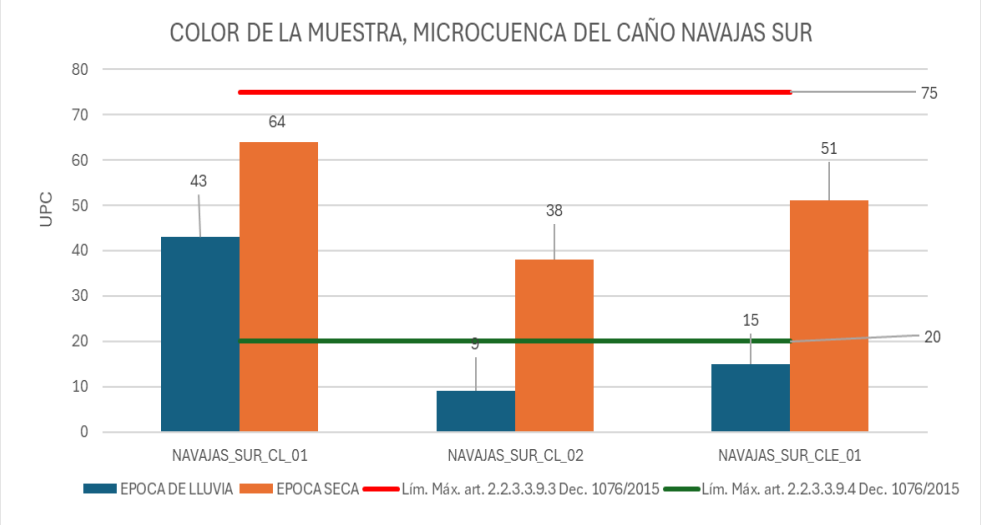
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Navajas Sur
Conductividad Eléctrica	La conductividad eléctrica de las muestras de agua tomadas en el caño Navajas Sur, en la época de lluvia osciló entre 32,10 µS/cm y 105 µS/cm, y, en la época seca osciló entre 3,79 µS/cm y 20,9 µS/cm. Los resultados evidencian que en la época de lluvia las muestras presentaron una conductividad eléctrica mayor, alcanzando un grado de mineralización "Débil". Sin embargo, en la época seca, el grado de mineralización del agua fue "Muy débil".  **Figura 3.2.5-258 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	La mayoría de los puntos sobre el caño Navajas Sur, en la época de lluvia y seca, registraron concentraciones de sólidos disueltos totales inferiores a 30 mg/L (límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio para su determinación). Sin embargo, durante la época de lluvia, los puntos NAVAJAS_SUR_CL_02, y, NAVAJAS_SUR_CLE_01, registraron una concentración de SDT igual a 59 mg/L. Las concentraciones de sólidos disueltos totales son acordes a los valores de conductividad eléctrica registrados.  **Figura 3.2.5-259 Sólidos disueltos totales de las muestras de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

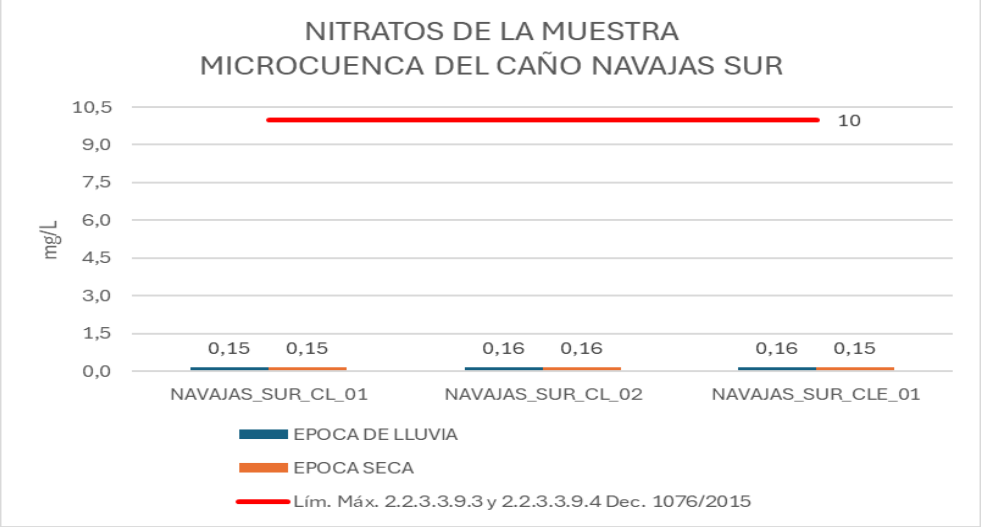
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Navajas Sur
Sólidos Sedimentables (SSD)	Las concentraciones de SSD en los cuerpos de agua monitoreados registraron en la mayoría de los puntos. para las dos épocas climáticas, concentraciones inferiores al límite de cuantificación del método implementado por el laboratorio (<0,1 mL/L). En la época de lluvia, los puntos NAVAJAS_SUR_CL_02, y, NAVAJAS_SUR_CLE_01, registraron una concentración de 4 mg/L y 1,50 mg/L, respectivamente, indicando presencia de partículas grandes en estos puntos.  **Figura 3.2.5-260 Sólidos sedimentables de las muestras de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	La concentración de sólidos suspendidos totales para la época de lluvia presentó concentraciones que oscilaron entre 12 mg/L y 1720 mg/L, mientras que, en la época seca, las concentraciones estuvieron entre el límite inferior de detección del método implementado por el laboratorio (<10,0 mg/L), y, 114 mg/L. Los valores máximos registrados en la microcuenca del caño Navajas Sur fueron en el punto NAVAJAS_SUR_CLE_01 en ambas épocas hidroclimáticas analizadas.  **Figura 3.2.5-261 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

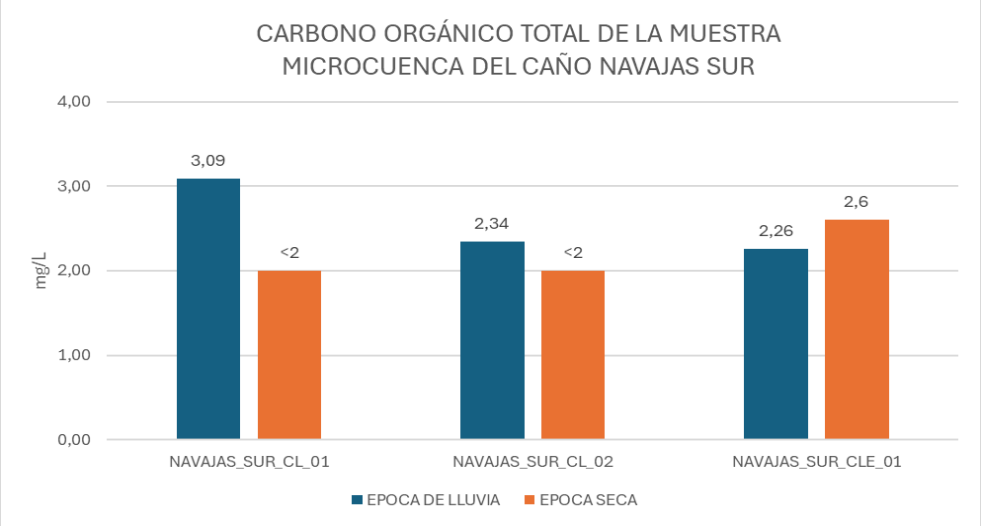
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Navajas Sur
Turbiedad	La turbiedad en la época de lluvia reportó valores en un rango de 21,60 NTU hasta 1000 NTU. Para la época seca se registraron valores entre 10 NTU y 85 NTU. Al comparar los resultados de turbiedad frente a las concentraciones reportadas para los sólidos suspendidos totales (SST), se comprueba la relación directa existente entre ambos parámetros. Por lo anterior, durante la época de lluvia, los puntos NAVAJAS_SUR_CL_02, y, NAVAJAS_SUR_CLE_01 superaron el límite máximo permisible del artículo 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015.  **Figura 3.2.5-262 Turbidez de las muestras de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	En la época de lluvia, el parámetro de acidez osciló entre <2,0 mg/L y 4 mg/L en el punto NAVAJAS_SUR_CL_02, en la época seca, los valores oscilaron entre <2,0 mg/L y 2,4 mg/L en el punto NAVAJAS_SUR_CLE_01. Con respecto a la alcalinidad total y bicarbonatos, en la época de lluvia, reportaron valores entre <2,0 mg/L y 22 mg/L, y, en la época seca, las concentraciones oscilaron entre <2,0 mg/L y 2,6 mg/L en el punto NAVAJAS_SUR_CL_02. Los resultados indican que durante la época de lluvia se presentó en las muestras una acumulación de los compuestos alcalinos y bicarbonatos, lo cual puede ser producto del arrastre por escorrentía de estas sustancias hacia los cuerpos de agua.

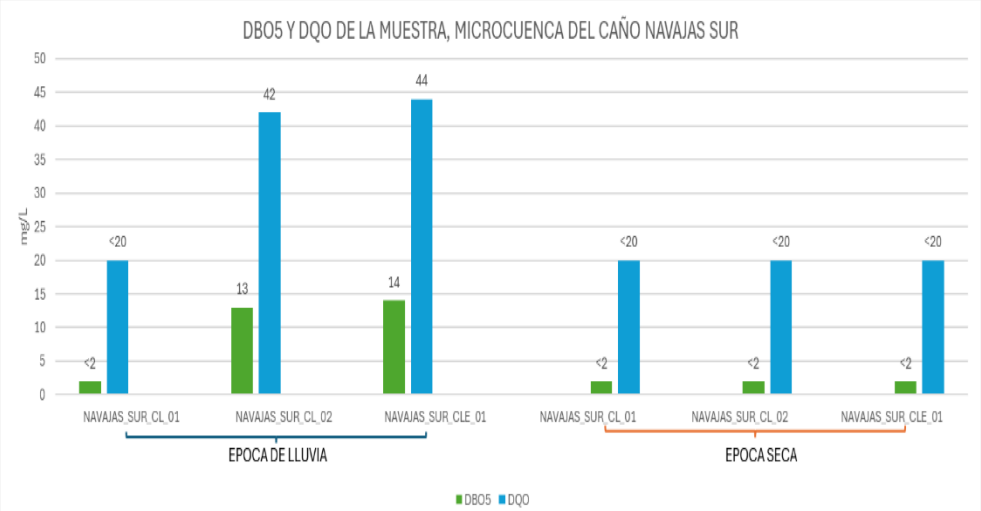
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Navajas Sur
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	 **Figura 3.2.5-263 Acidez, alcalinidad total y bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Dureza Total y Dureza Cálcica	La mayoría de los puntos de monitoreo sobre el caño Navajas Sur, presentó concentraciones de dureza total y dureza cálcica inferiores al límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio (< 3mg/L). En la época de lluvia, los puntos NAVAJAS_SUR_CL_02, y, NAVAJAS_SUR_CLE_01 registraron una dureza cálcica igual a 33 mg/L, y, una concentración de dureza total igual a 43 mg/L. Mientras que, en la época seca, el punto NAVAJAS_SUR_CL_02, fue el único que registró concentraciones de dureza mayores a 3,0 mg/L. Teniendo en cuenta la clasificación del agua de acuerdo con la dureza realizada por Roldán y Ramírez (2008), es posible clasificar el nivel de dureza del agua como "blanda".  **Figura 3.2.5-264 Dureza cálcica y dureza total de las muestras de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

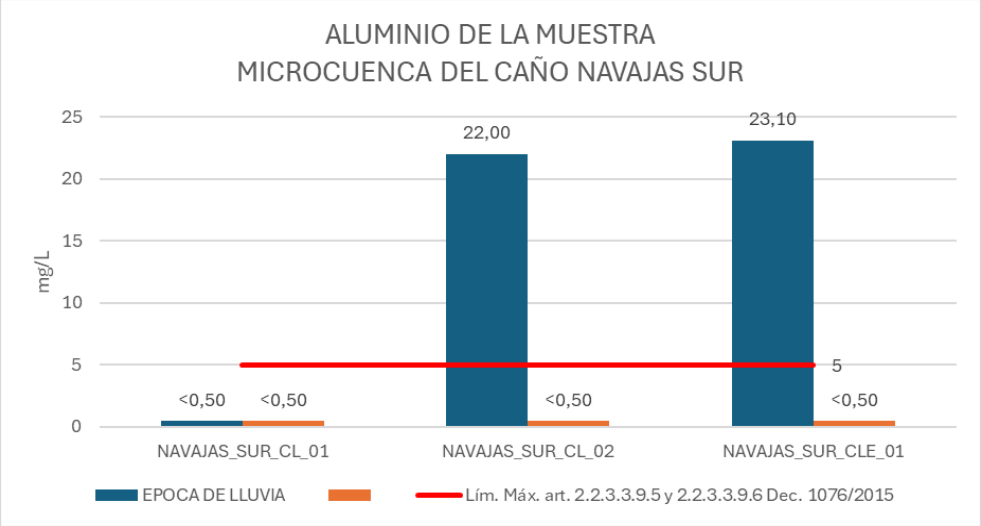
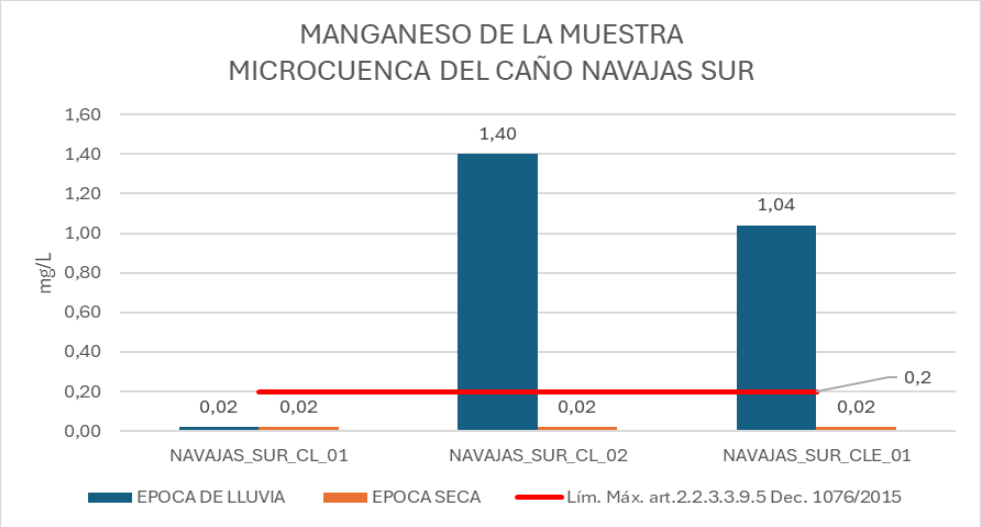
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Navajas Sur
Grasas y Aceites e Hidrocarburos totales	En la época seca, se mantienen los valores registrados en la época de lluvia, todos los puntos caracterizados en el caño Navajas Sur registraron concentraciones inferiores al límite de detección del método analítico utilizado por el laboratorio MCS (<1,40 mg SO42-/L). Los resultados evidencian cumplimiento a nivel normativo.
Sulfatos	La concentración de sulfatos en la mayoría de los puntos de la microcuenca del caño Navajas Sur registró concentraciones inferiores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<5 mg SO42-/L). Los puntos NAVAJAS_SUR_CL_02, y, NAVAJAS_SUR_CLE_01 presentaron concentraciones en la época de lluvia, iguales a 21 mg/l y 22 mg/L, respectivamente. Estos valores son acordes a las concentraciones de Conductividad Eléctrica y Sólidos Disueltos Totales (SDT) registradas, y representan una condición natural de las muestras. A nivel normativo, se evidencia cumplimiento del límite establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (400 mg SO42-/L).  **Figura 3.2.5-265 Sulfatos de las muestras de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Cloruros	Las concentraciones en la totalidad de puntos del caño Navajas Sur, en ambas épocas, registraron concentraciones inferiores al límite de cuantificación del método implementado por el laboratorio (<4,0 mg/L), de forma que, cumplen con el límite máximo permisible (250 mg/L) establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015.
Color de la muestra en UPC	En la época de lluvia se registraron valores entre 9 UPC y 43 UPC, por otro lado, en la época seca los valores oscilaron entre 38 UPC y 64 UPC. Todos los puntos durante la época seca, y el punto NAVAJAS_SUR_CL_01 en época de lluvia, superaron el límite máximo establecido en el artículo 2.2.3.3.9.4. del Decreto 1076 de 2015, que trata de la desinfección y criterios de calidad de agua para consumo humano y doméstico (20 UPC), en tanto que, todos los puntos cumplen con el límite máximo del artículo 2.2.3.3.9.3. (75 UPC) en ambas épocas hidroclimáticas.

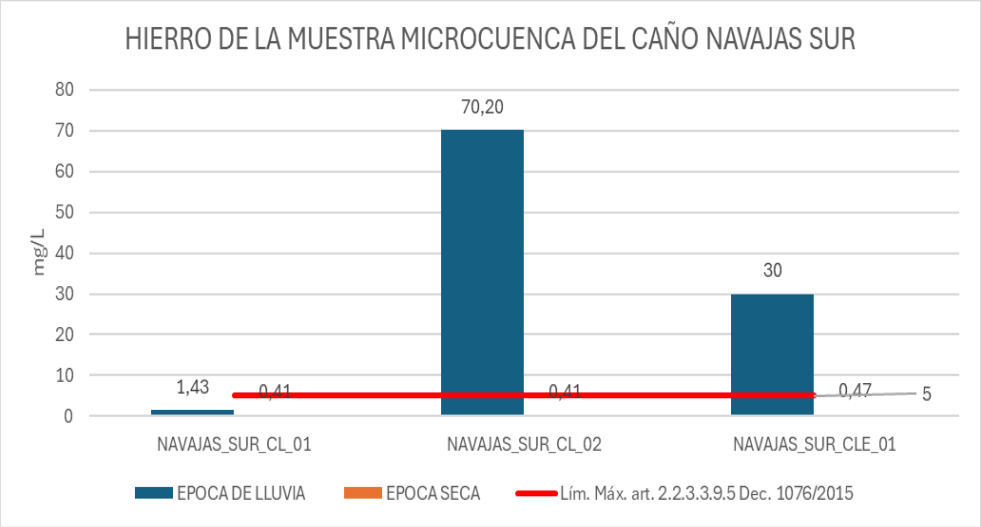
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Navajas Sur
Color de la muestra en UPC	 **Figura 3.2.5-266 Color de las muestras de agua de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Fenoles totales	No se registró la presencia de fenoles totales en los puntos muestreados sobre ell caño Navajas Sur, en las dos épocas climáticas los valores fueron inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio MCS para su determinación (<0,002 mg/L), es importante señalar que, según el Decreto 1076 de 2015, en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 se establece como límite máximo permisible 0,002 mg/L, lo cual indica cumplimiento.
Material Flotante	Para época de lluvia y la época seca, todos los puntos en el caño Navajas Sur registraron ausencia de material flotante.
Olor y sabor	Para época de lluvia y la época seca, todos los puntos sobre el caño Navajas Sur reportaron "aceptable" para el olor y sabor, tanto en los sistemas lóticos como lénticos caracterizados.
Nitratos y Nitritos	Los nitratos registraron una concentración promedio de 0,15 mg/L, en las dos épocas hidroclimáticas analizadas. Estos resultados permiten afirmar que los cuerpos de agua no presentan un contenido importante de nitratos, lo que indica que no existirían afectaciones en el recurso hídrico. En cuanto a los nitritos, reportaron concentraciones inferiores al límite de detección del método analítico utilizado por el laboratorio MCS (<0,0100 N-NO2/L). Al comparar estas concentraciones frente a los límites estipulados en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto único reglamentario 1076 de 2015 (1 mg/L para nitritos y 10 mg/L para nitratos), se comprueba que en los dos casos existe cumplimiento frente a la normatividad ambiental.

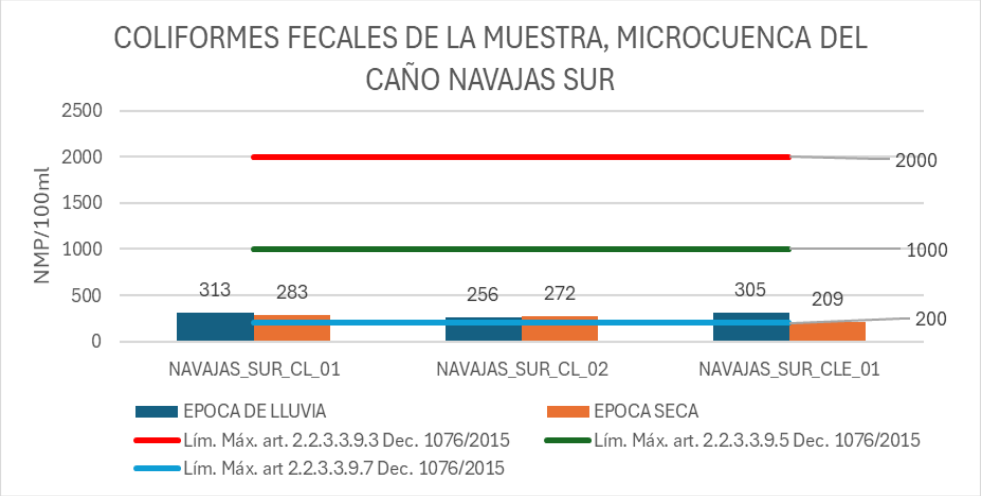
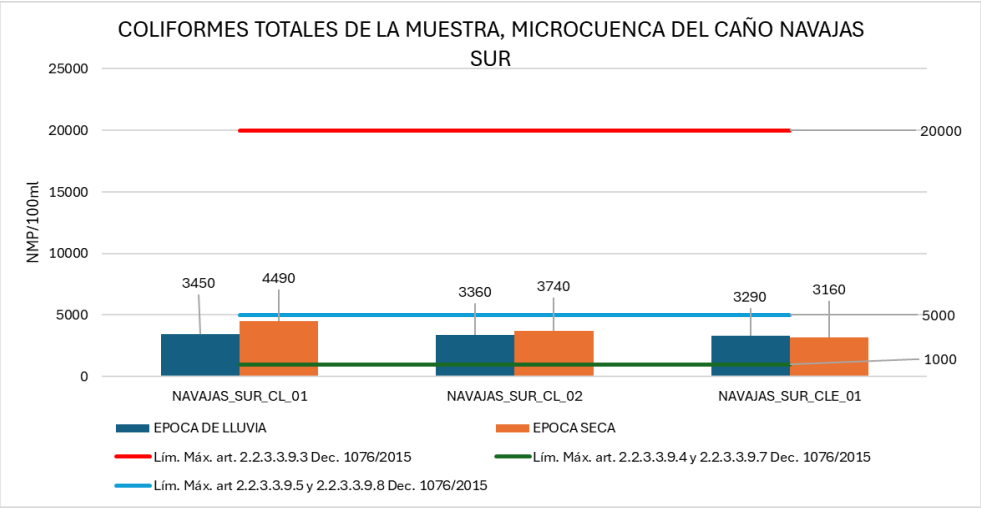
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Navajas Sur
Nitratos y Nitritos	 **Figura 3.2.5-267 Nitratos de las muestras de agua de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Nitrógeno Amoniacal y Nitrógeno total Kjeldahl	Los parámetros nitrógeno amoniacal y nitrógeno total Kjeldahl reportaron concentraciones equivalentes al límite de detección de la técnica analítica usada en el laboratorio <1,00 mg NH3-N/L para nitrógeno amoniacal y <5,00 mg N/L para nitrógeno Kjeldahl, para todos los puntos del caño Navajas Sur durante la época de lluvia y la época seca, cumpliendo con el límite máximo permisible de acuerdo con la norma ambiental (1 mg NH3-N/L) para nitrógeno amoniacal de acuerdo con los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015.
Compuestos de Fósforo: Orgánico, inorgánico, ácido hidrolizable total, fósforo Total, y fósforo reactivo total - Ortofosfatos	Al igual que en la época de lluvia, para la época seca, los compuestos: fósforo orgánico, fósforo acido-hidrolizable total, fósforo total, fósforo reactivo total (<0,150 mg/L), y fósforo inorgánico (<0,1 mg P/L) registraron en cada caso los respectivos límites de cuantificación de la técnica analítica usada por el laboratorio. Es importante señalar que los parámetros referidos anteriormente no tienen límites restrictivos en la normativa ambiental de referencia (Decreto 1076 de 2015.
Carbono Orgánico Total	El carbono orgánico total en la época de lluvia osciló entre 2,26 mg/L y 3,09 mg/L, en tanto que, en la época seca, registró valores entre <2,0 mg/L (límite de cuantificación de la técnica analítica empleada para su determinación) y 2,6 mg/L. La mayor concentración de carbono orgánico total fue en la época de lluvia en el punto NAVAJAS_SUR_CL_01. En cuanto a lo normativo, ninguno de los artículos del decreto 1075 de 2015 contemplados en el presente estudio presenta límites restrictivos para este parámetro.

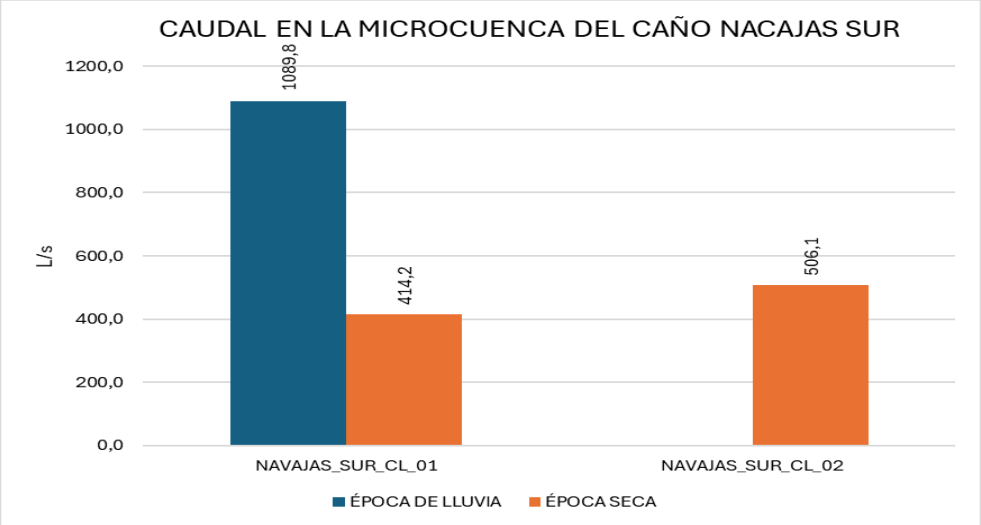
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Navajas Sur
Carbono Orgánico Total	 **Figura 3.2.5-268 Carbono orgánico total de las muestras de agua de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
DBO_5 y DQO	En la época de lluvia, los puntos muestreados en el caño Navajas Sur reportaron concentraciones de DBO_5 entre el límite de cuantificación de la técnica analítica usado por el laboratorio (<2 mg O2/L) y 14 mg/L, este mismo parámetro, durante la época seca, registró en todos los puntos concentraciones <2 mg O2/L. Por otro lado, el parámetro DQO, en época de lluvia registró concentraciones que oscilaron entre <20 mg O2/L y 44 mg/L, mientras que, en la época seca, todos los puntos reportaron valores <20 mg O2/L para DQO. El Decreto 1075 de 2015 no presenta límites restrictivos para estos parámetros. Los resultados evidencian una mayor actividad microbiana que implica un mayor consumo de oxígeno, reflejado en las concentraciones de OD obtenidas.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Navajas Sur
DBO$_5$ y DQO	 **Figura 3.2.5-269 DBO$_5$ y DQO de las muestras de agua de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Metales, no metales y Metaloides	En la época de lluvia y la época seca, para los puntos muestreados sobre el caño Navajas Sur se registraron para los siguientes parámetros concentraciones equivalentes al límite de detección de la técnica analítica usada por el laboratorio: **Arsénico total** (<0,005 mg As/L), **Bario total** (<0,100 mg Ba/L), **Berilio total** (<0,0200 mg Be/L), **Cadmio total** (<0,0100 mg Cd/L), **Cobalto total** (<0,0300 mg Co/L), **Cromo total** (<0,100 mg Cr/L), **Cobre total** (<0,0400 mg Cu/L), **Níquel total** (<0,0400 mg Ni/L), **Mercurio total** (<0,001 mg Hg/L), **Plata total** (<0,0200 mg Ag/L), **Plomo total** (<0,0500 mg Pb/L), **Selenio total** (<0,005 mg Se/L), **Estaño total** (<1,00 mg Sn/L), **Litio total** (<0,0200 mg Li/L), **Molibdeno total** (<0,0100 mg Mo/L), **Vanadio total** (<0,100 mg V/L). De acuerdo con lo anterior, no se presenta contaminación en los cuerpos de agua evaluados respecto a dichos elementos. En cuanto a la normatividad ambiental vigente, se tiene total cumplimiento respecto a los límites de concentración permisibles en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4. y 2.2.3.3.9.5. para aquellos parámetros en donde aplica. El Aluminio total registró en la mayoría de los puntos concentraciones entre el límite de detección de la técnica analítica usada por el laboratorio (<0,500 mg Al/L); los únicos puntos que registraron concentraciones superiores a 0,50 fueron NAVAJAS_SUR_CL_02, y, NAVAJAS_SUR_CLE_01, durante la época de lluvia.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Navajas Sur
Metales, no metales y Metaloides	 **Figura 3.2.5-270 Aluminio de las muestras de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025 El Manganeso registró en la mayoría de los puntos concentraciones entre el límite de detección de la técnica analítica usada por el laboratorio (<0,0200 mg/L); los únicos puntos que registraron concentraciones superiores a 0,02 fueron NAVAJAS_SUR_CL_02, y, NAVAJAS_SUR_CLE_01, durante la época de lluvia, superando a su vez el límite máximo establecido por el art.2.2.3.3.9.5. del Decreto 1076 de 2015.  **Figura 3.2.5-271 Manganeso de las muestras de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Navajas Sur
Metales, no metales y Metaloides	El Zinc registró en la mayoría de los puntos concentraciones entre el límite de detección de la técnica analítica usada por el laboratorio (<0,0200 mg/L); los únicos puntos que registraron concentraciones superiores a 0,02 fueron NAVAJAS_SUR_CL_02 (0,20 mg/L), y, NAVAJAS_SUR_CLE_01 (0,16 mg/L), durante la época de lluvia. A Nivel normativo, todos los puntos cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.6 del Decreto reglamentario 1076 de 2015. Respecto a la concentración de Hierro total en los puntos muestreados en el caño Navajas Sur presentaron una concentración de hierro que oscilo entre 1,43 mg/L hasta 70,20 mg/L durante la época de lluvia, y de 0,41 mg/L a 0,47 mg/L en época seca. La mayor concentración se registró en el punto NAVAJAS_SUR_CL_02 en época de lluvia. Los puntos NAVAJAS_SUR_CL_02, y, NAVAJAS_SUR_CLE_01 superaron el límite máximo permisible del art. 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015 durante la época de lluvia.  **Figura 3.2.5-272 Hierro total de las muestras de agua de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Coliformes Fecales Termotolerantes	El parámetro de coliformes fecales termotolerantes, reportó concentraciones entre 256 NMP/100 mL y 313 NMP/100 mL en la época de lluvia; y, entre 209 NMP/100 mL y 283 NMP/100 mL en la época seca. El punto NAVAJAS_SUR_CL_01 registró la mayor concentración en las dos épocas hidroclimáticas. En cuanto a la normatividad ambiental, todos los puntos cumplen con los límites permisibles establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3. y 2.2.3.3.9.5. del Decreto 1076 de 2015 (2000 NMP/100 mL y 1000 NMP/100 mL respectivamente), sin embargo, sobrepasan el límite máximo del art. 2.2.3.3.9.7 del Decreto 1076 de 2015.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Navajas Sur
Coliformes Fecales Termotolerantes	 **Figura 3.2.5-273 Coliformes fecales de las muestras de agua de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Coliformes totales	En la época de lluvia se registró una media de 3367 NMP/100 ml, y en la época seca, una media de 3797 NMP/100 ml, es decir que hubo un aumento en la concentración de coliformes totales para la época seca. Los datos son acordes a las concentraciones de coliformes termotolerantes registradas para las dos épocas hidroclimáticas analizadas, en donde el punto NAVAJAS_SUR_CL_01 presentó la concentración más alta durante las dos épocas. A nivel normativo, todos los puntos se encuentran por encima del límite permisible establecido en la norma de referencia (Decreto 1076 de 2015) en su Artículo 2.2.3.3.9.4. de 1000 NMP/100 mL, mientras que, dichas concentraciones cumplen con los criterios determinados en los Artículos 2.2.3.3.9.3. y 2.2.3.3.9.5. (20000 NMP/100 mL y 5000 NMP/100 mL).  **Figura 3.2.5-274 Coliformes totales de las muestras de agua de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

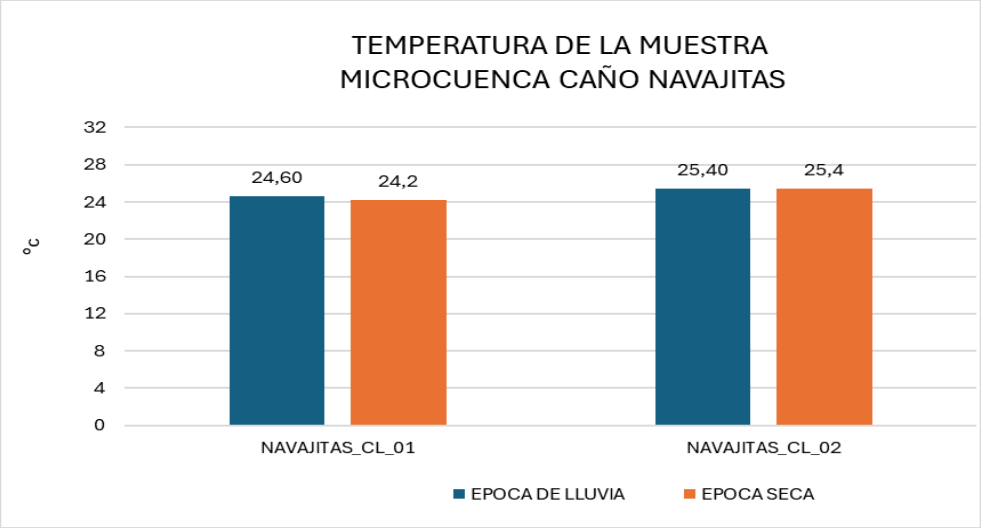
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Navajas Sur
Huevos de Helmintos	Se registraron concentraciones de huevos de Helmintos inferiores al límite de detección de la técnica usada por el laboratorio (<1 huevos/L), lo que sugiere que en los cuerpos de agua evaluados en la microcuenca del caño Navajas Sur, en las dos épocas climáticas caracterizadas no se presenta contaminación por parte de dichos parásitos.
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	El parámetro de tensoactivos presentó valores por debajo de la técnica analítica empleada para su determinación (<0,200 mg/L) indicando que los cuerpos de agua monitoreados en la microcuenca del caño Navajas Sur no han sido afectados por parte de este tipo de compuestos.
Pesticidas organofosforados	Los pesticidas organofosforados analizados por el laboratorio incluyen sustancias como Metil Tolclofos, Metil Pirimipos, Malation, Protiofos (Tukution), Etion, Diclorvos, Dimetoato, Clorpirifos (Etil Clorpirifos), Metidation, Profenofos, Metil Azinfos (Glution), y, Pirazofos. Todos los puntos de la microcuenca del caño Navajas Sur registraron valores inferiores al límite de la técnica analítica usada por el laboratorio (<0,00020 mg/L).
Caudal	Se realizó el aforo de caudal aguas arriba (punto NAVAJAS_SUR_CL_01) y aguas abajo (punto NAVAJAS_SUR_CL_02) del caño Navajas Sur. Cabe resaltar que, no se pudo tomar el aforo de caudal durante la época de lluvia en el punto NAVAJAS_SUR_CL_02 debido a condiciones de seguridad que dificultaron la presencia del equipo de laboratorio. Los resultados evidencian un del volumen de agua registrado según la época climática en la cual la época de lluvia registra caudales mayores que la época seca. Los aforos de caudal se presentan en el **anexo 3.2-5b_Reportes_Lab** >> Caudales.  **Figura 3.2.5-275 Aforo de caudal de las muestras de agua de la microcuenca del caño Navajas Sur en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

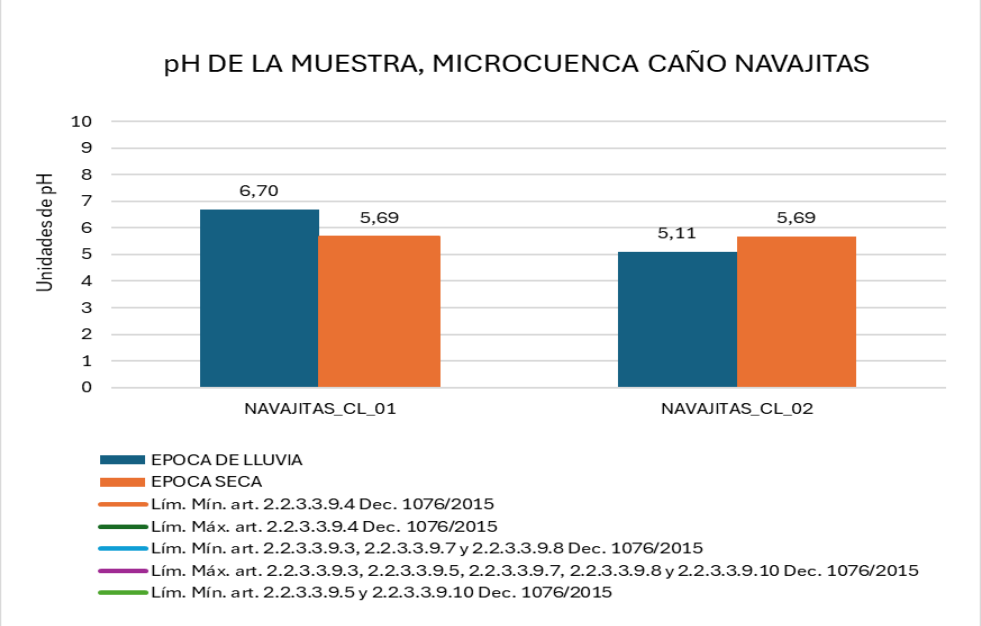
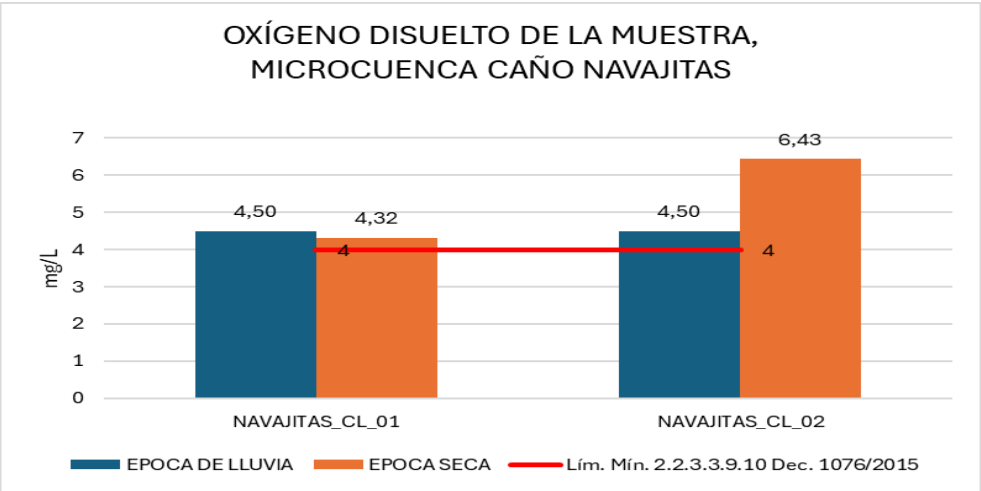
Fuente: Gessig S.A.S., 2025, adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

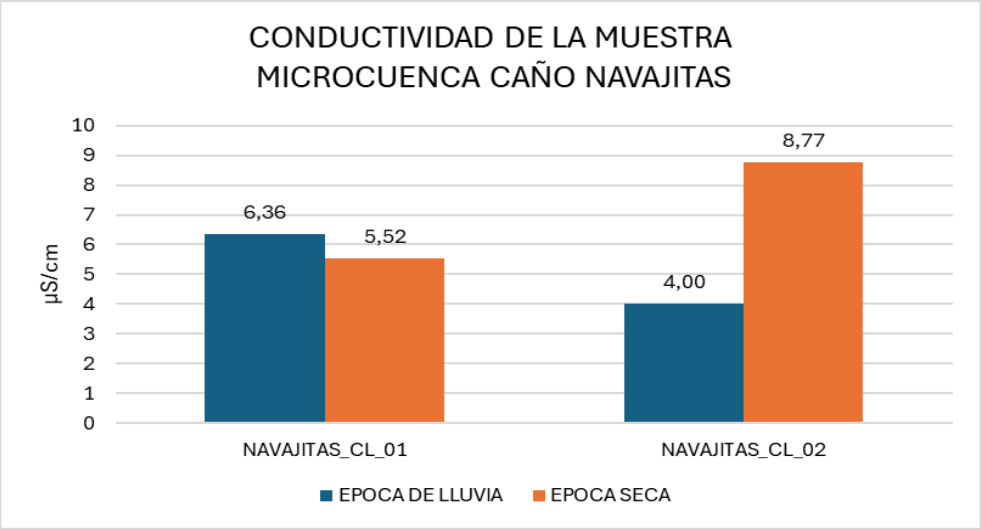
- *Microcuenca del caño Navajitas*

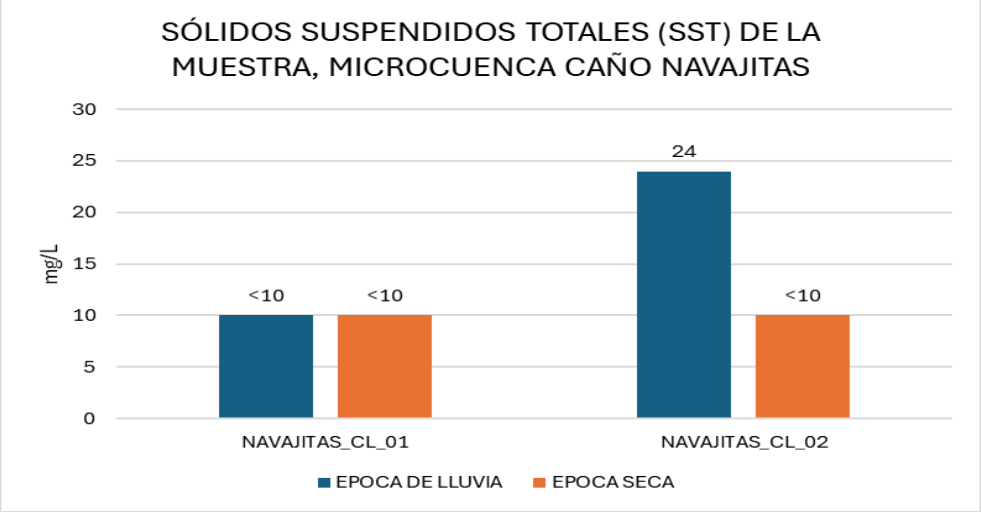
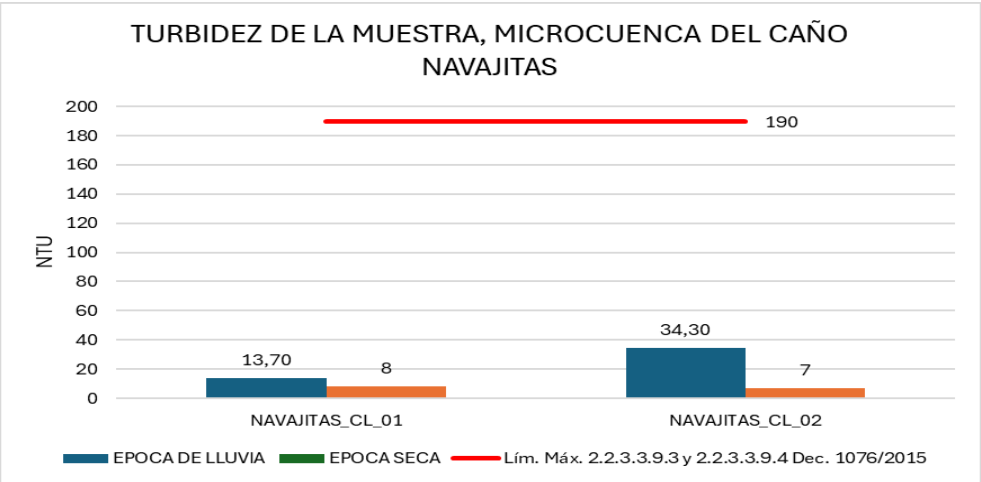
En la microcuenca del caño Navajitas se realizó el monitoreo de calidad de agua en los puntos NAVAJITAS_CL_01, y, NAVAJITAS_CL_02 durante la época de lluvia y la época seca. En la **Tabla 3.2.5-45** se presenta el análisis de cada parámetro monitoreado. Para ver más información, detallada y en forma gráfica, remitirse al **Anexo 3.2-5_Calidad_ASUP** donde se presentan los informes de laboratorio, reportes de laboratorio, soportes de campo, certificados de calibración, resoluciones de acreditación y registro fotográfico.

Tabla 3.2.5-45 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca del caño Navajitas durante la época de lluvia y época seca

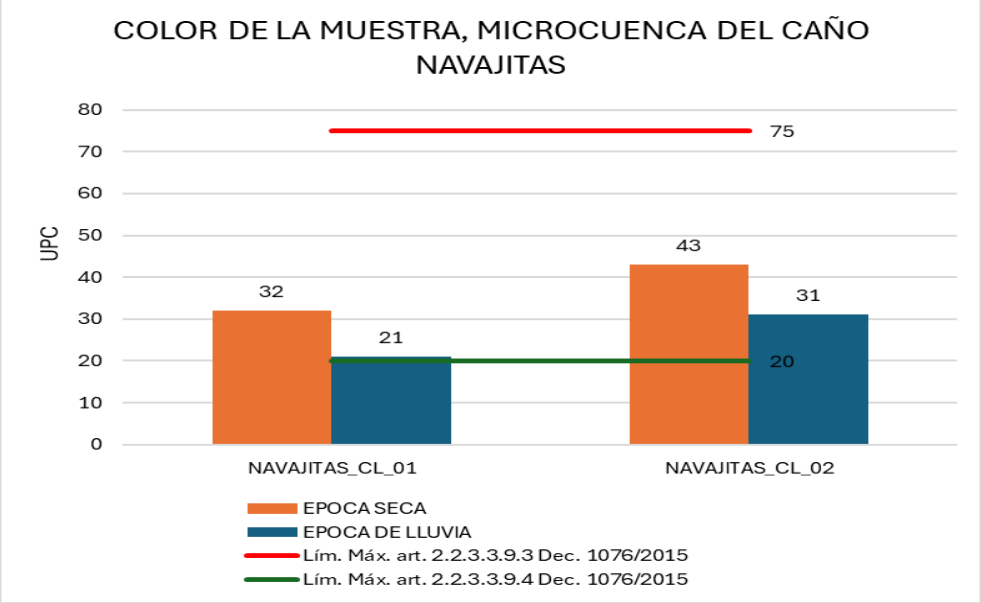
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – caño Navajitas
Temperatura	La microcuenca del caño Navajitas se caracteriza por presentar una temperatura promedio de 25°C en época de lluvia, y de 24,8°C en época seca. Como se observa en la figura, la temperatura a lo largo de la microcuenca es constante y evidencia un comportamiento normal que permite el mantenimiento de los procesos biológicos.  **Figura 3.2.5-276 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño Navajitas en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
pH	El pH promedio la microcuenca del caño Navajitas durante la época de lluvia fue igual a 5,91 unidades, mientras que, en la época seca fue de 5,69 unidades, es decir que el pH se mantuvo en un rango ligeramente ácido entre las dos épocas climáticas. Se evidencia que la totalidad de los puntos de monitoreo refieren cumplimiento respecto a los límites establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8 y 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, los cuales establecen un rango entre 4,5 a 9,0 unidades. Sin embargo, para el límite permisible del artículo 2.2.3.3.9.4 (6,5 a 8,5 unidades), únicamente es cumplido por el punto NAVAJITAS_CL_01 en época seca.

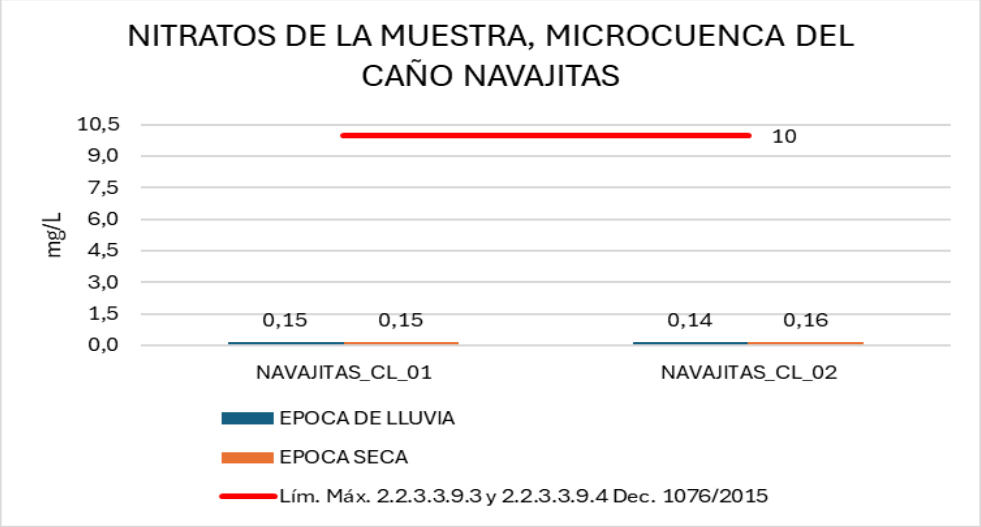
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – caño Navajitas
pH	 **Figura 3.2.5-277 pH de las muestras de la microcuenca del caño Navajitas en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Oxígeno Disuelto (OD)	La concentración de oxígeno disuelto en la microcuenca del caño Navajitas durante la época de lluvia fue igual a 4,5 mg/L, en tanto que, en época los valores de OD oscilaron entre 4,32 mg/L y 6,43 mg/L. La totalidad de puntos cumplieron con el límite establecido por el Artículo 2.2.3.3.10 del Decreto 1076 de 2015, referente a los criterios de calidad para la preservación de flora y fauna en aguas cálidas dulces.  **Figura 3.2.5-278 Oxígeno Disuelto (OD) de las muestras de la microcuenca del caño Navajitas en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

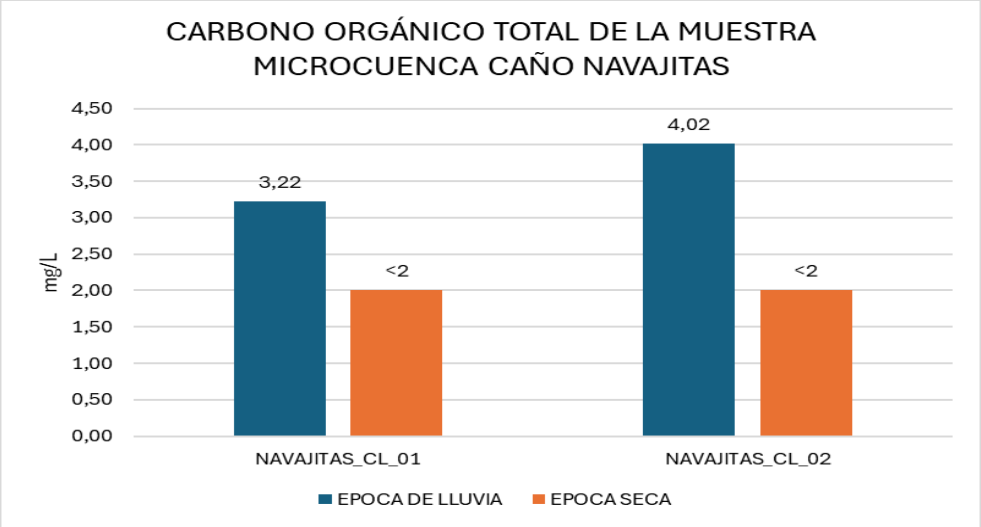
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – caño Navajitas
Conductividad Eléctrica	Durante la época de lluvia la conductividad eléctrica en los puntos de monitoreo presentó concentraciones entre 4,00 µS/cm en el punto NAVAJITAS_CL_02 hasta 6,36 µS/cm en el punto NAVAJITAS_CL_01. En la época seca, la conductividad eléctrica estuvo en un rango de 5,52 µS/cm en el punto NAVAJITAS_CL_01 hasta 8,77 µS/cm en el punto NAVAJITAS_CL_02. Los valores se relacionan con un grado de mineralización "Muy débil" al registrar conductividades menores a los 100 µS/cm. Es importante aclarar que en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del decreto único reglamentario 1076 del 2015, no se estipulan máximos permisibles para este parámetro.  **Figura 3.2.5-279 Conductividad Eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño Navajitas en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	En la microcuenca del caño Navajitas todos los puntos muestreados en ambas épocas hidroclimáticas, reportaron concentraciones inferiores a 30 mg/L el cual es el límite de detección del método de cuantificación utilizado por el laboratorio. El decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente estudio (2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.5).
Sólidos Sedimentables (SSD)	Para la época de lluvia y seca, todos los puntos de la microcuenca del caño Navajitas reportaron concentraciones inferiores a 0,10 mL/L-h (límite de detección del método de cuantificación utilizado por el laboratorio MCS). El Decreto 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro.
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	En la microcuenca del caño Navajitas durante la época de lluvia se registraron valores desde <10 mg/L (límite de cuantificación de la técnica analítica usada por el laboratorio MCS) en el punto NAVAJITAS_CL_01, hasta 14 mg/L en el punto NAVAJITAS_CL_02; durante la época seca, todos los puntos registraron valores <10 mg/L. La concentración más alta fue registrada en el punto NAVAJITAS_CL_02 durante la época de lluvia. El decreto único reglamentario 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro de calidad de agua.

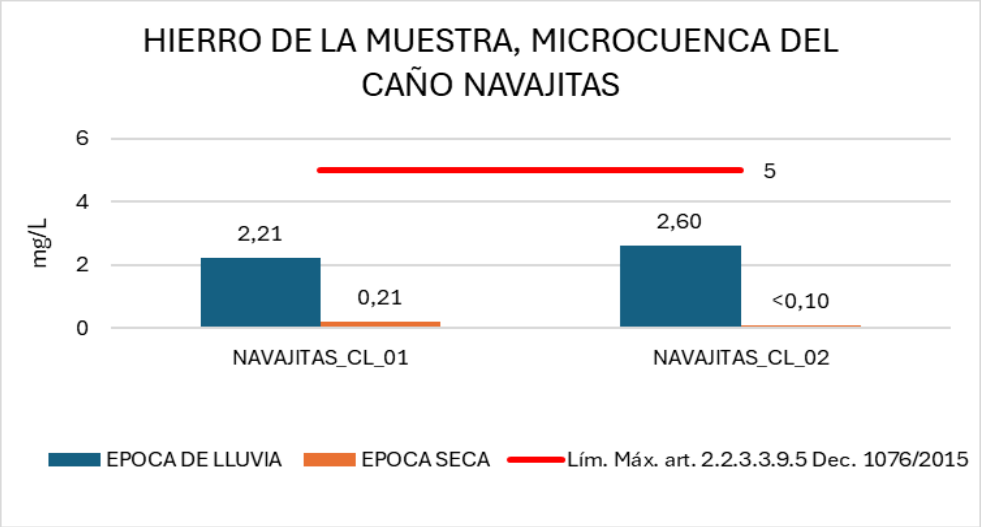
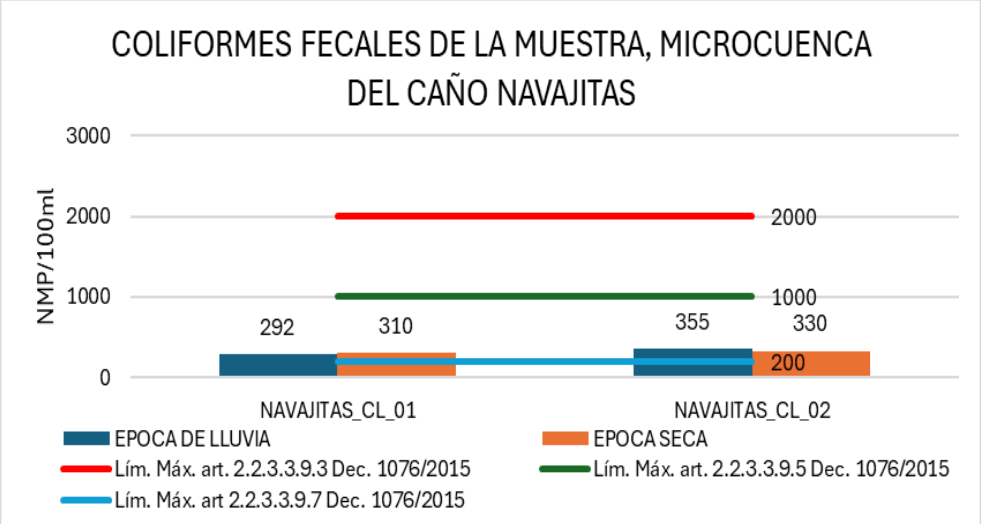
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – caño Navajitas
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	 **Figura 3.2.5-280 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del caño Navajitas en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Turbiedad	Para la época de lluvia, en la microcuenca del caño Navajitas se obtuvieron concentraciones de 13,70 NTU hasta 34,30 NTU en el punto NAVAJITAS_CL_02; en la época seca el rango estuvo entre 7 NTU y 8 NTU en el punto NAVAJITAS_CL_01. Lo anterior demuestra coherencia con los resultados de Sólidos Suspendidos Totales. A nivel normativo, todos los puntos durante las dos épocas cumplen con el límite del art. 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015. Adicionalmente, el artículo 2.2.3.3.9.10 referente a los criterios de calidad para la preservación de flora y fauna, determina que no debe presentarse turbiedad en el cuerpo de agua que interfiera con la actividad fotosintética, los puntos monitoreados cumplen con este criterio.  **Figura 3.2.5-281 Turbiedad de las muestras de la microcuenca del caño Navajitas en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

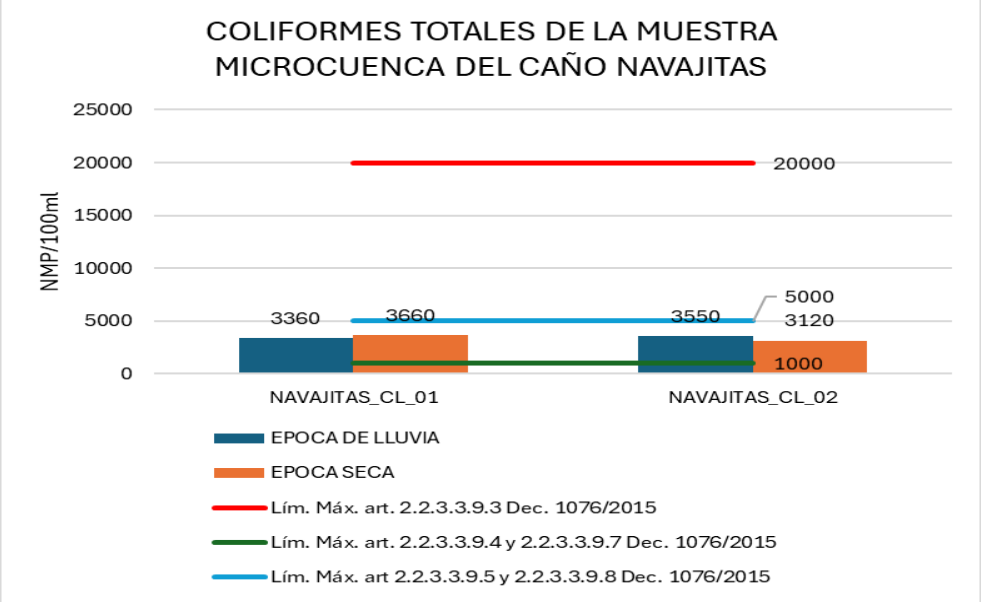
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – caño Navajitas
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	Los parámetros de acidez, alcalinidad total y bicarbonatos reportaron en todos los puntos de la microcuenca del caño Navajitas las mismas concentraciones iguales al límite de detección de la técnica usada por el laboratorio (<2 mg/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no estipula límites máximos permisibles para estos parámetros, No obstante, según lo establecido en la Resolución 2115 de 2007, se admite una alcalinidad máxima de 200 mg/L y una acidez no mayor a 60 mg/L para agua para consumo humano. Criterios cumplidos por los cuerpos de agua monitoreados.
Dureza total y Dureza Cálcica	Para la época de lluvia y seca, la totalidad de los puntos muestreados de la microcuenca del caño Navajitas registraron tanto para el parámetro de dureza cálcica como para dureza total, valores inferiores al límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio MCS (<3 mg/L $CaCo_3$). Estos valores permiten clasificar el agua de la microcuenca del caño como "Blanda". A nivel normativo, el Decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente complemento del EIA (2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10).
Grasas y Aceites e Hidrocarburos totales	La totalidad de los puntos registraron concentraciones inferiores al límite de detección de los métodos analíticos utilizados por el laboratorio MCS (<1,40 mg/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, no fijan límites para estos parámetros, pero si establecen que no se deben presentar películas visibles de grasas y aceites flotantes criterio que se cumple en los puntos monitoreados en la microcuenca del caño Navajitas.
Sulfatos	Para la época de lluvia y seca, la totalidad de los puntos muestreados en la microcuenca del caño Navajitas registró valores inferiores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<5 mg SO_4^{2-}/L). Los resultados evidencian cumplimiento a nivel normativo al límite establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (400 mg SO_4^{2-}/L), es decir que cumple con los criterios para uso doméstico.
Cloruros	Las concentraciones en los puntos muestreados en la microcuenca del caño Navajitas durante la época de lluvia y seca presentaron concentraciones inferiores a 4,00 mg Cl-/L (límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio), a excepción del punto PMASUP_DS_15, el cual registró un valor de 4,52 mg/L durante la época de lluvia. Todos los puntos cumplen con el límite máximo permisible (250 mg/L) establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015.
Color de la muestra en UPC	Para la época de lluvia, los resultados oscilaron entre 21 UPC hasta 31 UPC en el punto NAVAJITAS_CL_02. En la época seca, los resultados presentaron concentraciones en un rango entre 32 UPC y 43 UPC en el punto NAVAJITAS_CL_02. De acuerdo con los resultados reportados todos los puntos superan el límite máximo permisible del artículo 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (20 UPC), a su vez, todos los puntos cumplen el límite permisible establecido en el artículo 2.2.3.3.9.3 (75 UPC).

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – caño Navajitas
Color de la muestra en UPC	 **Figura 3.2.5-282 Color en UPC de las muestras de la microcuenca del caño Navajitas en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Fenoles totales	Los fenoles totales, registraron en la totalidad de puntos muestreados en la microcuenca del caño Navajitas valores inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio MCS para su determinación (<0,002 mg/L). cumpliendo plenamente con el criterio de calidad estipulado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 del Decreto 1076 de 2015, e indicando que los cuerpos de agua no presentan afectación por parte de estos compuestos.
Material Flotante	Los puntos de la microcuenca del caño navajitas no reportaron presencia de materiales flotantes en las dos épocas climáticas evaluadas. A nivel normativo, los artículos comparables del Decreto 1076 de 2015 no fijan límites máximos permisibles para este parámetro, pero si establecen que no se deben presentar materiales flotantes, criterio que se cumple.
Olor y sabor	La totalidad de puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Navajitas se han reportado como "Aceptable". Los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros.
Nitratos y Nitritos	Para el parámetro Nitratos, en época de lluvia y seca, los puntos muestreados presentaron concentraciones comprendidas entre 0,14 mg N-NO3/L y 0,16 mg N-NO3/L, lo que indica bajas concentraciones de estos compuestos en las muestras de agua analizadas. En cuanto a los Nitritos este parámetro reportó en las dos épocas climáticas analizadas, concentraciones inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada para su determinación por el laboratorio MCS (<0,0100 mg N-NO2/L). Al comparar estas concentraciones frente a los límites estipulados en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto único reglamentario 1076 de 2015 (1 mg/L para nitritos y 10 mg/L para nitratos), se comprueba que en los dos casos existe cumplimiento frente a la norma.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – caño Navajitas
Nitratos y Nitritos	 **Figura 3.2.5-283 Nitratos de las muestras de la microcuenca del caño Navajitas en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Nitrógeno Amoniacal y Nitrógeno total Kjeldahl	En las dos épocas climáticas caracterizadas, la totalidad de los puntos en la microcuenca del caño Navajitas registró valores <1 mg/L, valor correspondiente al límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio MCS. A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. La concentración de Nitrógeno total Kjeldahl, registró una concentración igual al límite cuantificable establecido por la técnica de análisis empleada por el laboratorio MCS (<5,00 mg N/L) en la totalidad de puntos de monitoreo evaluados. Es importante mencionar que el parámetro descrito no se encuentra regulado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.6, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8, 2.2.3.3.9.9 y 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015.
Compuestos de Fósforo: Orgánico, inorgánico, ácido hidrolizable total, fósforo Total, y fósforo reactivo total - Ortofosfatos	La totalidad de puntos en la microcuenca del caño Navajitas registraron una concentración de fósforo orgánico, fósforo ácido hidrolizable total, fósforo total, y fósforo reactivo total, <0,150 mg/L (límite de cuantificación de la técnica analítica empleada en el laboratorio MCS). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. Para el fósforo inorgánico, en las dos épocas hidroclimáticas, la totalidad de puntos en la microcuenca del caño Navajitas reportaron valores menores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<0,1 mg/L). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – caño Navajitas
Carbono Orgánico Total	Para la época de lluvia, las concentraciones oscilaron entre 3,22mg/L y 4,02 mg/L, mientras que, en época seca, la totalidad de los puntos monitoreados registraron concentraciones inferiores al límite utilizado por el laboratorio para su análisis (<2 mg/L) por el método EPA 415.1. A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro.  **Figura 3.2.5-284 Carbono orgánico total (COT) de las muestras de la microcuenca del caño Navajitas en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
DBO_5 y DQO	Para la época de lluvia y seca, la totalidad de puntos en la microcuenca del caño Navajitas reportaron valores menores al límite de cuantificación del parámetro DBO_5 (<2 mg/L), y el parámetro demanda química de oxígeno (<20 mg/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no presentan límites permisibles para estos parámetros, por lo cual no es posible compararlo con la normatividad.
Metales, no metales y Metaloides	Los parámetros aluminio total, arsénico total, bario total, cadmio total, cobre total, cromo total, níquel total, plata total, selenio total, berilio, cobalto, estaño, litio, molibdeno, manganeso, mercurio, plomo, vanadio, y Zinc presentaron en la totalidad de los puntos de monitoreo de la microcuenca del caño Navajitas para las dos épocas, concentraciones inferiores a los límites de cuantificación de los respectivos métodos analíticos empleados por el laboratorio; la totalidad de los puntos monitoreados cumplen con los límites normativos establecidos para cada metal y metaloide en los artículos aplicables del 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.6 del Decreto 1076 de 2015. En cuanto al calcio total, magnesio total, potasio y sodio totales, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros, además estos iones no representan algún tipo de riesgo, pues se considera como normal su presencia en los ecosistemas acuáticos debido al lavado del suelo, las rocas y el lecho de los cuerpos de agua. El Hierro total registro concentraciones que oscilan desde 2,21 mg/L a 2,60 mg/L en época de lluvia; y entre <0,10 mg/L (límite de detección utilizado por el laboratorio) a 0,21 mg/L en época seca. Los resultados dan cumplimiento al límite establecido en el artículo 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015, como se observa en las figuras a continuación.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – caño Navajitas
Metales, no metales y Metaloides	 **Figura 3.2.5-285 Hierro de las muestras de la microcuenca del caño Navajitas en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Coliformes Fecales Termotolerantes	En la época de lluvia, las coliformes termotolerantes registraron en los cuerpos de la microcuenca del caño Navajitas concentraciones entre 292 NMP/100mL en el punto NAVAJITAS_CL_01 y 355 NMP/100mL en el punto NAVAJITAS_CL_02. En la época seca, las concentraciones se encuentran en un rango entre 310 NMP/100 mL hasta 330 NMP/100mL en el punto NAVAJITAS_CL_02. A nivel normativo, se reporta cumplimiento de los límites de los artículos 2.2.3.3.9.3 (2000 NMP/100ml), y, 2.2.3.3.9.5 (1000 NMP/100ml), sin embargo, todos los puntos en ambas épocas superan el límite del art.2.2.3.3.9.7 (200 NMP/100ml).  **Figura 3.2.5-286 Coliformes Fecales Termotolerantes de las muestras de la microcuenca del caño Navajitas en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – caño Navajitas
Coliformes totales	Los valores de concentración para coliformes totales estuvieron en un rango de 3350 NMP/100mL (NAVAJITAS_CL_02) hasta 3360 NMP/100mL (NAVAJITAS_CL_01) en época de lluvia, y, entre 3120 NMP/100mL (NAVAJITAS_CL_02) a 3660 NMP/100 mL (NAVAJITAS_CL_01) en época seca. A nivel normativo, se observó cumplimiento de los límites máximos permisibles del Decreto 1076 de 2015 establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 (20000 NMP/100mL), 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.8 (5000 NMP/100mL), mientras que todos los puntos superan el límite máximo del artículo 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 (1000 NMP/100ml).  **Figura 3.2.5-287 Coliformes Totales de las muestras de la microcuenca del caño Navajitas en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Huevos de Helmintos	Los huevos de Helmintos presentaron para la totalidad de los puntos de monitoreo durante las dos épocas hidroclimáticas analizadas concentraciones menores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio (<1 huevos/L). Adicionalmente, en la normativa de referencia no se estipula ningún límite permisible en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 aplicables.
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	Para el monitoreo realizado en la microcuenca del caño Navajitas se obtuvieron concentraciones en el límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio para su determinación (<0,200 mg LAS/L), en la totalidad de los puntos evaluados, los resultados indican que no se presenta ningún tipo de afectación derivada de la presencia de vertimientos sobre los cuerpos de agua monitoreados en el área de influencia. De igual forma, se cumple a cabalidad con el límite máximo permisible contemplado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.8 del Decreto 1076 de 2015 (0,5 mg LAS/L).
Pesticidas organofosforados	Para el monitoreo en las dos épocas climáticas, la totalidad de puntos muestreados en la microcuenca del caño Navajitas presentaron concentraciones inferiores al límite mínimo de cuantificación establecida por la respectiva técnica analítica empleada en el laboratorio para su determinación (<0,00001 mg/L en época de lluvia, y, <0,00020 mg/L en época seca). Por lo anterior, es posible afirmar que hay ausencia de dicho compuesto en las muestras de agua analizadas, concluyendo así que la calidad del agua de estos ecosistemas acuáticos no ha sido afectada por vertimientos de fuentes exógenas que contengan este tipo de compuesto.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – caño Navajitas
Caudal	Se realizó el aforo de caudal en el caño Navajitas, aguas arriba en el punto NAVAJITAS_CL_01, el cual registró mayor caudal durante la época seca; y, aguas debajo del caño en el punto NAVAJITAS_CL_02, el cual registró un mayor caudal durante la época de lluvia.

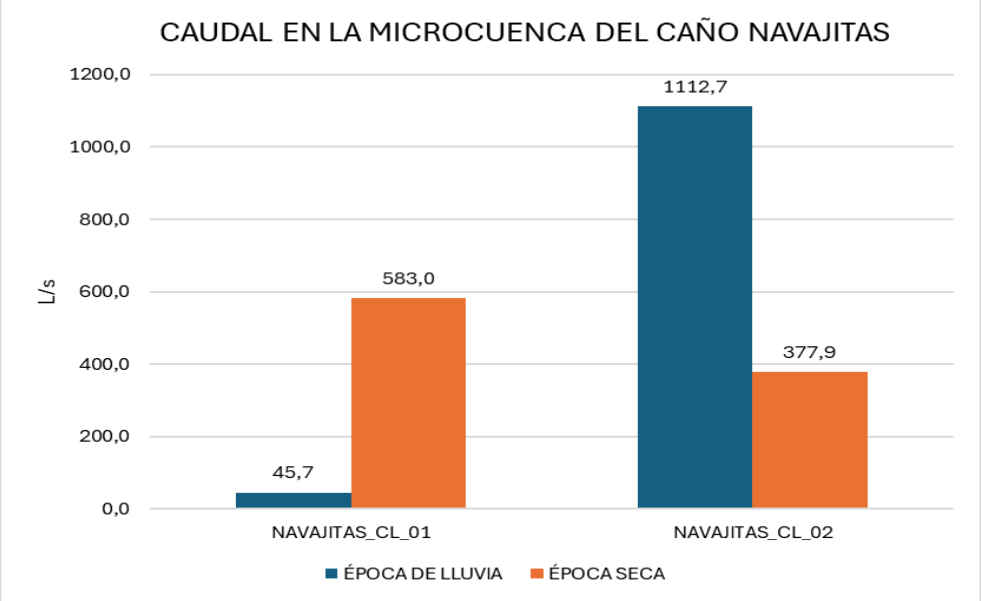


Figura 3.2.5-288 Caudal de las muestras de la microcuenca del caño Navajitas en época de lluvia y época seca

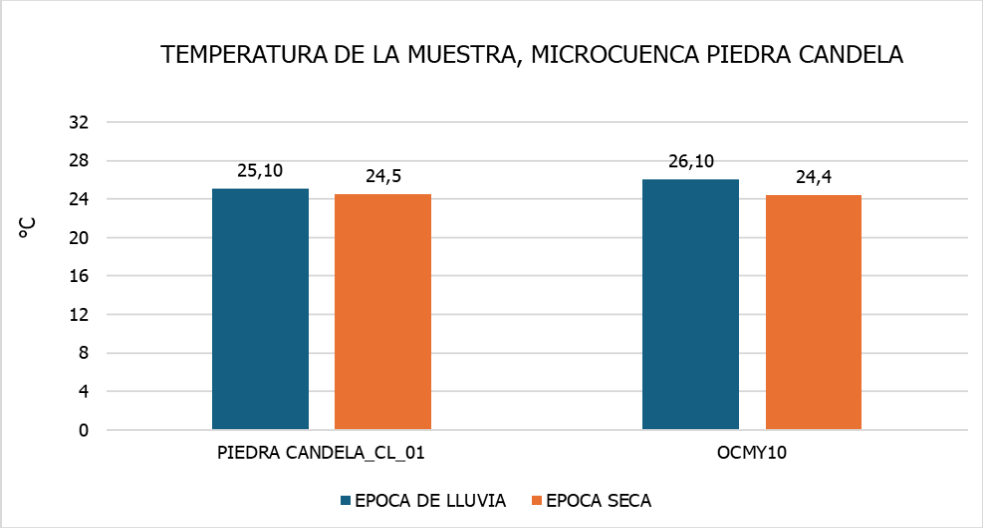
Fuente: Gessig S.A.S., 2025

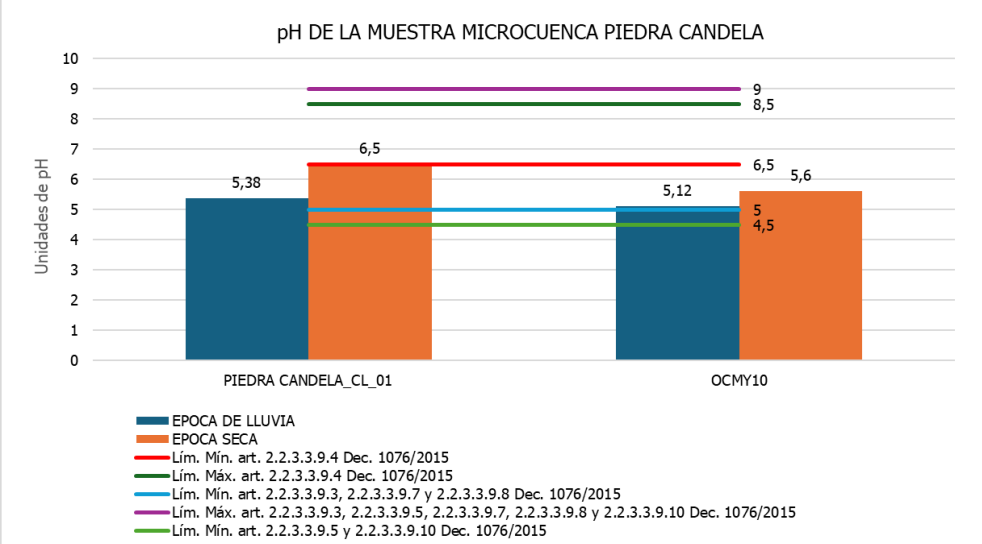
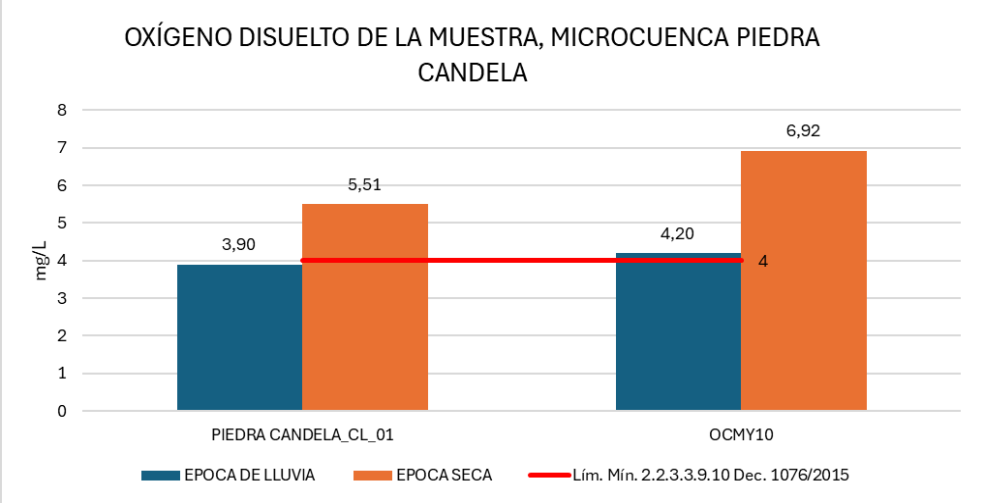
Fuente: Gessig S.A.S., 2025, adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

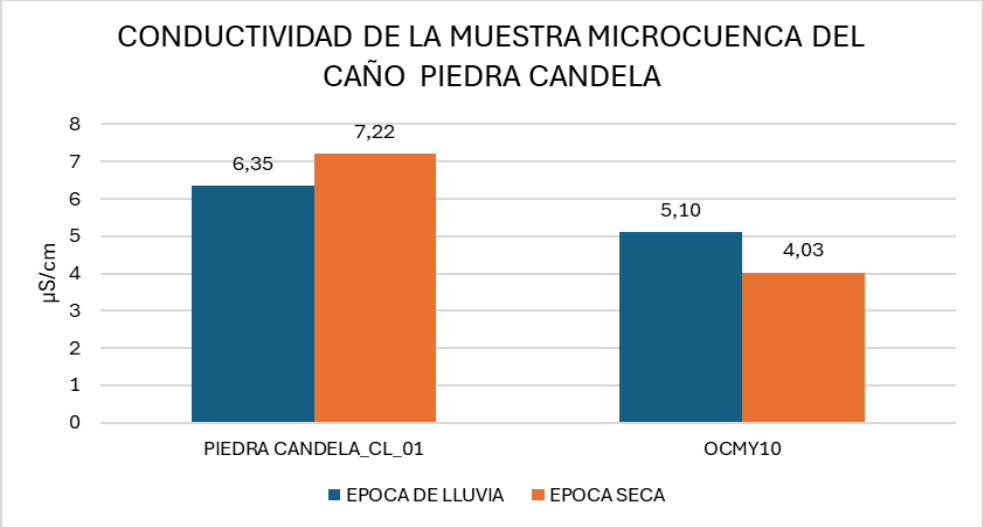
- *Microcuenca del caño Piedra Candela*

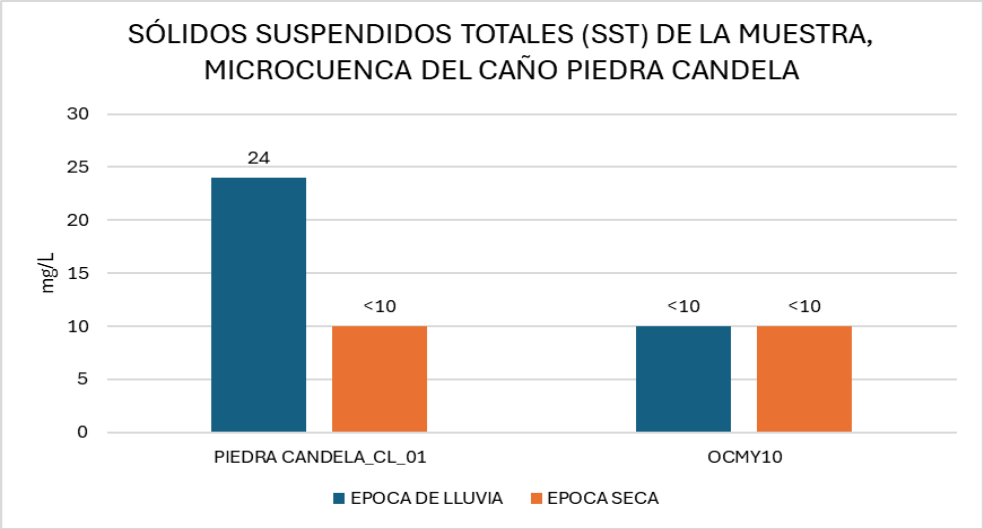
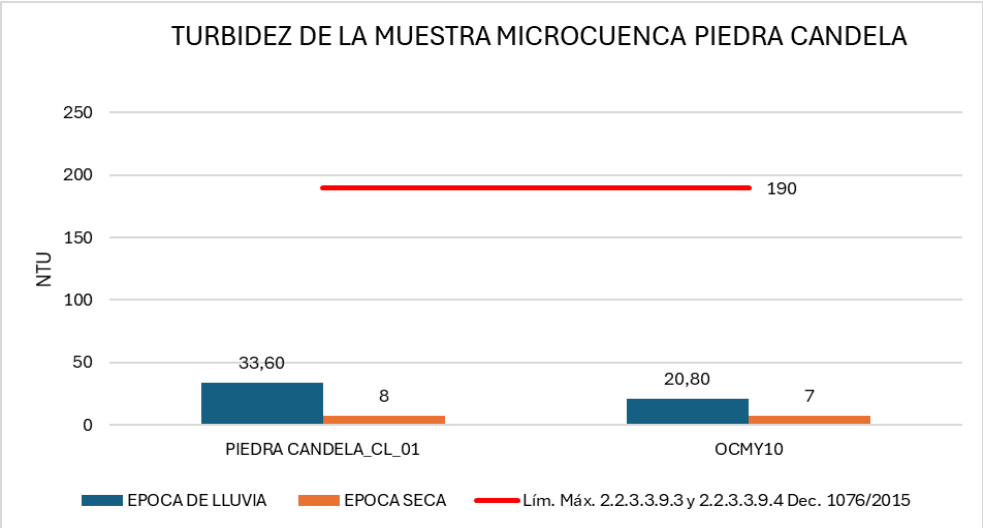
En la microcuenca del caño Piedra Candela se realizó el monitoreo de calidad de agua en el punto PIEDRA CANDELA_CL_01, y la ocupación de cauce mayor OCMY10, durante la época de lluvia y la época seca. En la **Tabla 3.2.5-46** se presenta el análisis de cada parámetro monitoreado. Para ver más información, detallada y en forma gráfica, remitirse al **Anexo 3.2-5_Calidad_ASUP** donde se presentan los informes de laboratorio, reportes de laboratorio, soportes de campo, certificados de calibración, resoluciones de acreditación y registro fotográfico.

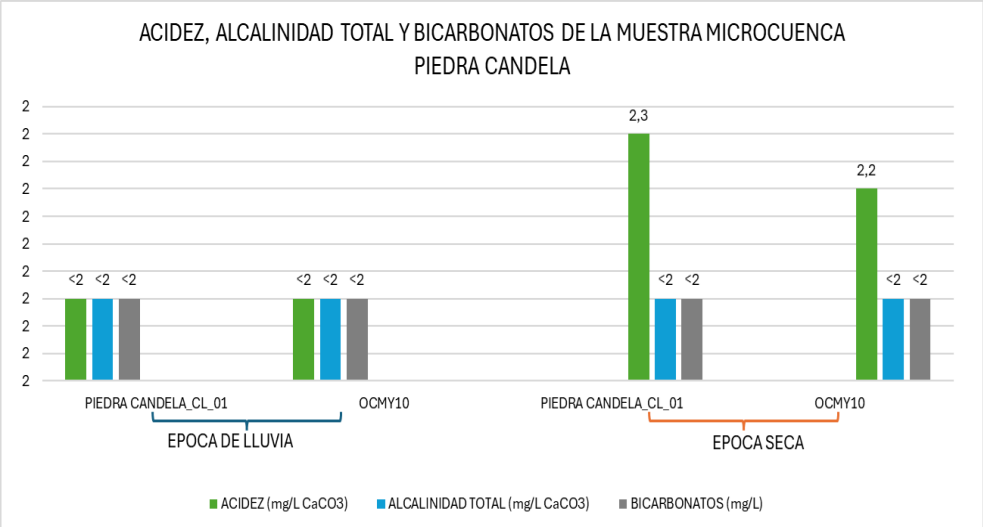
Tabla 3.2.5-46 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca del caño Piedra Candela durante la época de lluvia y época seca

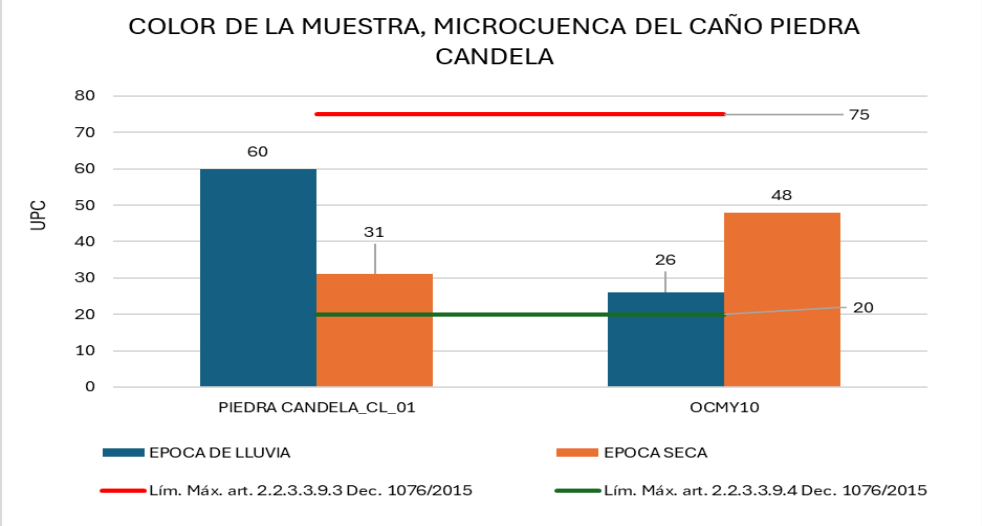
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Piedra Candela
Temperatura	La microcuenca del caño Piedra Candela se caracteriza por presentar una temperatura promedio de 25,60°C en época de lluvia, y una temperatura promedio de 24,45 °C en época seca, como se observa en la figura, la temperatura a lo largo de la microcuenca es constante y evidencia un comportamiento normal que permite el mantenimiento de los procesos biológicos esenciales, como la disolución adecuada del oxígeno, que es crucial para la supervivencia de las especies acuáticas. En el Decreto único reglamentario 1076 del 2015, no se estipulan límites máximos permisibles para este parámetro.  **Figura 3.2.5-289 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño Piedra Candela en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
pH	Los monitoreos realizados en la microcuenca del caño Piedra Candela para época de lluvias, reportaron un pH promedio igual a 5,25 unidades, y durante la época seca, un pH promedio de 6,05 unidades. El punto PIEDRA CANDELA_CL_01 registró el mayor valor de pH en la época seca. Se evidencia que la totalidad de los puntos de monitoreo refieren cumplimiento respecto a los límites establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8 y 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, los cuales establecen un rango entre 4,5 a 9,0 unidades. Sin embargo, para el límite permisible del artículo 2.2.3.3.9.4 (6,5 a 8,5 unidades) que trata los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico, el punto PIEDRA CANDELA_CL_01 en la época seca, fue el único en cumplir el límite.

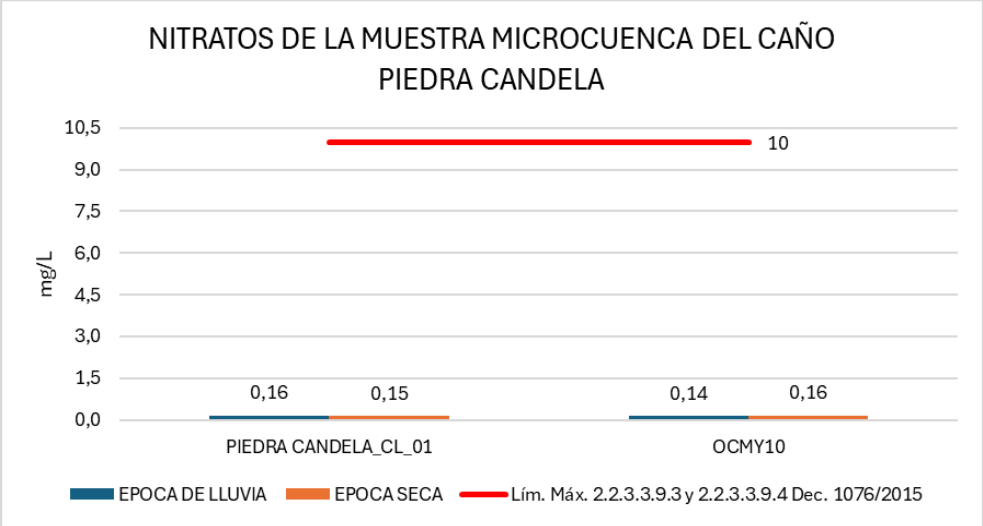
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Piedra Candela
pH	 **Figura 3.2.5-290 pH de las muestras de la microcuenca del caño Piedra Candela en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Oxígeno Disuelto (OD)	La mayoría de los puntos de la microcuenca del caño Piedra Candela presentaron niveles de OD superiores a 4 mg/L tanto para época de lluvia como para época seca, límite establecido por el artículo 2.2.3.3.10 del Decreto 1076 de 2015, referente a los criterios de calidad para la preservación de flora y fauna en aguas cálidas dulces. El único punto en no cumplir el límite mínimo de oxígeno disuelto fue el PIEDRACANDELA_CL_01 durante la época de lluvia, evidenciando que en ese periodo la muestra presentó un déficit de OD, el cual puede llevar a una menor biodiversidad y/o migración de organismos.  **Figura 3.2.5-291 Oxígeno Disuelto de las muestras de la microcuenca del caño Piedra Candela en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Piedra Candela
Conductividad Eléctrica	En la microcuenca del caño Piedra Candela, el punto PIEDRA CANDELA_CL_01 registró las concentraciones más altas en ambas épocas climáticas, 6,35 µS/cm en época de lluvia, y, 7,32 µS/cm en época seca. Las muestras de agua reflejan un grado de mineralización "Muy Débil" del caño Piedra Candela, al registrar conductividades < 100 µS/cm. En los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del decreto único reglamentario 1076 del 2015, no se estipulan máximos permisibles para este parámetro.  **Figura 3.2.5-292 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño Piedra Candela en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	Para la época de lluvia y seca, la totalidad de puntos en la microcuenca del caño Piedra Candela reportaron concentraciones <30 mg/L, el cual es el límite de detección del método de cuantificación utilizado por el laboratorio, evidenciando una casi nula presencia de estos compuestos. El decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente estudio (2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.5).
Sólidos Sedimentables (SSD)	En cuanto a la normatividad ambiental, el Decreto 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro. Todos los puntos muestreados en época de lluvia y seca reportaron concentraciones inferiores a 0,10 mL/L el cual es el límite de detección del método de cuantificación utilizado por el laboratorio.
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	En la microcuenca del caño Piedra Candela durante la época de lluvia se registraron valores desde <10 mg/L en el punto OCMY10, hasta 24 mg/L en el punto PIEDRA CANDELA_CL_01. Para los monitoreos realizados en época seca, todos valores fueron menores al límite de detección del laboratorio (<10 mg/L), reportando una casi nula concentración de SST en las muestras. El decreto único reglamentario 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro de calidad de agua.

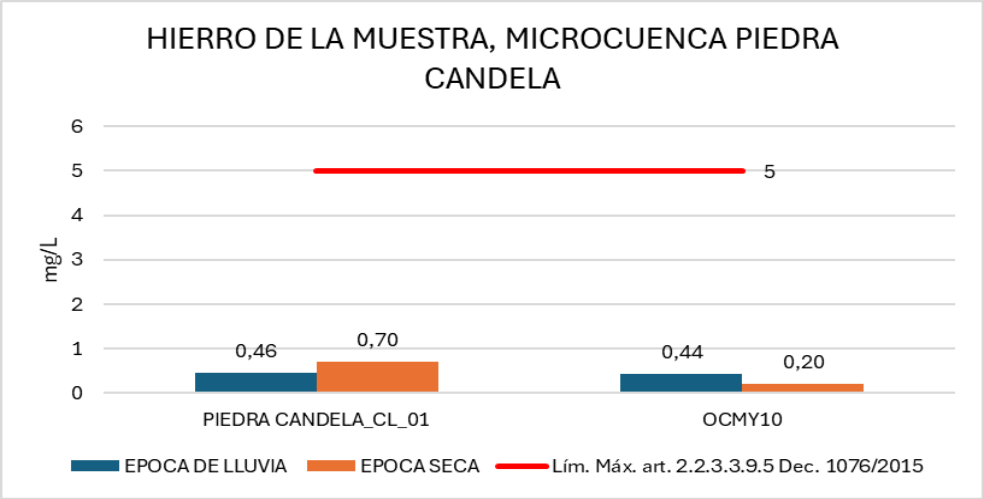
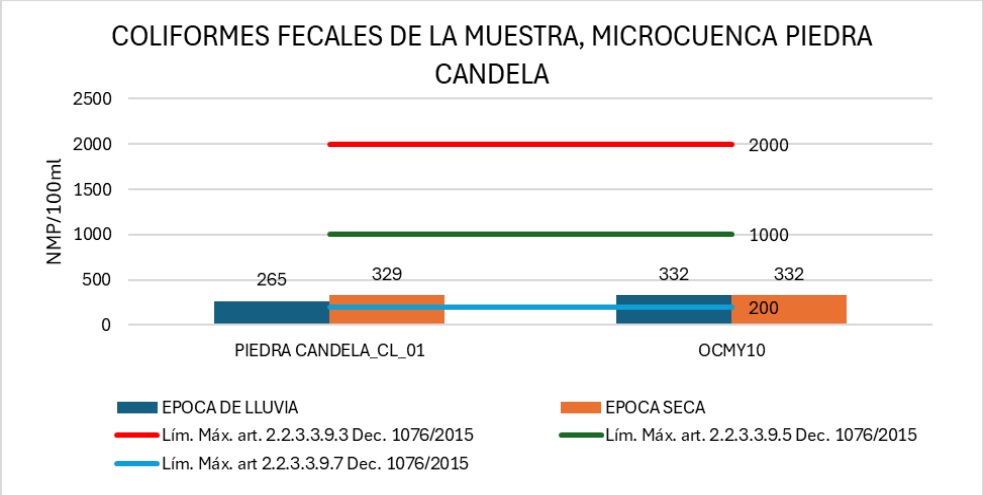
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Piedra Candela
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	 **Figura 3.2.5-293 Sólidos Suspendidos Totales de las muestras de la microcuenca del caño Piedra Candela en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Turbiedad	A nivel normativo, el Decreto 1076 de 2015 en su artículo 2.2.3.3.9.4 establece un límite máximo permisible de 10 UJT (Unidades de turbidez Jackson) basadas en el antiguo método Jackson que equivale a 190 NTU, para la época de lluvia y seca, todos los puntos del caño Piedra Candela cumplen con el límite del art. 2.2.3.3.9.4. Adicionalmente, el artículo 2.2.3.3.9.10 referente a los criterios de calidad para la preservación de flora y fauna, determina que no debe presentarse turbiedad en el cuerpo de agua que interfiera con la actividad fotosintética, los puntos monitoreados cumplen con este criterio.  **Figura 3.2.5-294 Turbidez de las muestras de la microcuenca del caño Piedra Candela en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

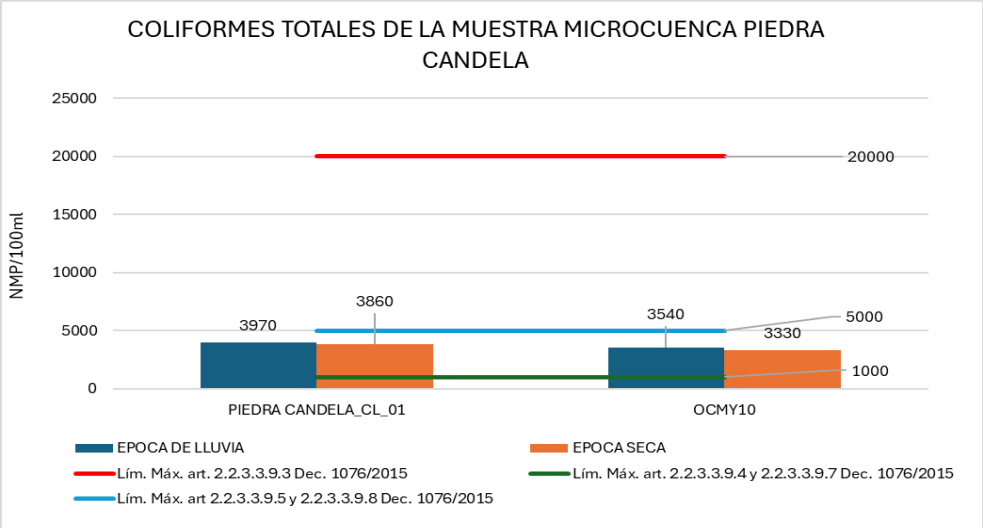
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Piedra Candela
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	El parámetro de acidez, registró en la mayoría de puntos concentraciones < 2mg/L en la época de lluvia, mientras que, en la época seca, registró concentraciones entre 2,2 mg/L en el punto OCMY10, y, 2,3 mg/L en el punto PIEDRA CANDELA_CL_01. En el caso de los parámetros de alcalinidad total y bicarbonatos, tanto para la época de lluvia como para la época seca, los valores de acidez fueron <2 mg/L en la totalidad de puntos. A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no estipula límites máximos permisibles para estos parámetros. No obstante, según lo establecido en la Resolución 2115 de 2007, se admite una alcalinidad máxima de 200 mg/L y una acidez no mayor a 60 mg/L para agua para consumo humano. Criterios cumplidos por los cuerpos de agua monitoreados.  **Figura 3.2.5-295 Acidez, Alcalinidad Total y Bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del caño Piedra Candela en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Dureza total y Dureza Cálcica	Para ambos parámetros la totalidad de los puntos de la microcuenca del caño Piedra Candela, reportó una concentración < 3 mg/L en ambas épocas climáticas. Estos valores permiten clasificar el agua de la microcuenca del caño como "Blanda". A nivel normativo, el Decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente complemento del EIA (2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10).
Grasas y Aceites e Hidrocarburos totales	Las grasas y aceites son compuestos orgánicos de alto peso molecular, constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, así como hidrocarburos del petróleo. La totalidad de los puntos en la microcuenca del caño piedra Candela, tanto como para época de lluvia como para época seca registraron concentraciones inferiores al límite de detección de los métodos analíticos utilizados por el laboratorio MCS (<1,40 mg/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, no fijan límites para estos parámetros, pero si establecen que no se deben presentar películas visibles de grasas y aceites flotantes. Teniendo en cuenta lo anterior, los puntos de monitoreo evidenciaron cumplimiento.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Piedra Candela
Sulfatos	Para ambos periodos climáticos este parámetro registró valores inferiores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<5 mg SO42-/L) en todos los puntos monitoreados en de la microcuenca del caño Piedra Candela. Los resultados evidencian cumplimiento a nivel normativo al límite establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (400 mg SO42-/L), es decir que cumple con los criterios para uso doméstico.
Cloruros	Para la época de lluvia y seca, se registró valores de cloruros inferiores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<4 mg SO42-/L) en todos los puntos monitoreados. Las concentraciones en la totalidad de puntos cumplen con el límite máximo permisible (250 mg/L) establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015.
Color de la muestra en UPC	Para la época de lluvia, los resultados oscilaron entre 26 UPC en el punto OCMY10 hasta 60 UPC en el punto PIEDRA CANDELA_CL_01. Para la época seca, las concentraciones oscilaron entre 31 UPC (PIEDRA CANDELA_CL_01) y 48 UPC (OCMY10). A nivel normativo, el Decreto 1076 de 2015 fija un límite de 20 UPC para este parámetro en su artículo 2.2.3.3.9.3, límite que es superado por todos los puntos muestreados, y, un límite de 75 UPC en el artículo 2.2.2.3.9.4 para el cual la totalidad de los puntos en época de lluvia y seca se encuentran en cumplimiento presentando valores inferiores.  **Figura 3.2.5-296 Color de las muestras de la microcuenca del caño Piedra Candela en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025
Fenoles totales	Los fenoles totales, durante la época de lluvia y la época seca registraron en la totalidad de puntos muestreados valores inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio MCS para su determinación (<0,002 mg/L). Lo anterior demuestra cumpliendo del criterio de calidad estipulado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 del Decreto 1076 de 2015, e indica que los cuerpos de agua no presentan afectación por parte de estos compuestos.
Material Flotante	No se registró material flotante en ningún punto de muestreo para ambos periodos climáticos de la microcuenca del caño Piedra Candela cumpliendo con lo dispuesto en el Decreto 1076 de 2015, frente a no presentar materiales flotantes.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Piedra Candela
Olor y sabor	La totalidad de puntos de monitoreo se han reportado como "Aceptable" para la época de lluvias y la época seca. Los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros.
Nitratos y Nitritos	Para el parámetro Nitratos, en época de lluvia y seca se registró una concentración promedio de 0,15 mg/L, mientras que, para el parámetro nitritos todos los puntos registraron concentraciones en el límite de cuantificación de la técnica analítica empleada para su determinación por el laboratorio MCS (<0,0100 mg N-NO2/L). Al comparar estas concentraciones frente a los límites estipulados en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto único reglamentario 1076 de 2015 (1 mg/L para nitritos y 10 mg/L para nitratos), se comprueba que en los dos casos existe cumplimiento frente a la norma.  **Figura 3.2.5-297 Nitratos de las muestras de la microcuenca del caño Piedra Candela en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025
Nitrógeno Amoniacal y Nitrógeno total Kjeldahl	En la época de lluvia y en la época seca, la totalidad de los puntos registró valores <1 mg/L para el parámetro de Nitrógeno Amoniacal, valor correspondiente al límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio MCS. A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. También se monitoreo durante ambas épocas la concentración de Nitrógeno total Kjeldahl, que registró una concentración igual al límite cuantificable establecido por la técnica de análisis empleada por el laboratorio MCS (<5,00 mg N/L) en la totalidad de puntos de monitoreo evaluados. Es importante mencionar que el parámetro descrito no se encuentra regulado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.6, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8, 2.2.3.3.9.9 y 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Piedra Candela
Compuestos de Fósforo: Orgánico, inorgánico, ácido hidrolizable total, fósforo Total, y fósforo reactivo total - Ortofosfatos	Para ambas épocas, tanto de lluvias como seca, la totalidad de puntos registraron una concentración de fósforo orgánico, fósforo total, fósforo ácido hidrolizable total, y fósforo reactivo total, en el límite de cuantificación de la técnica analítica empleada en el laboratorio MCS (<0,150 mg/L). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para estos parámetros. Con respecto al fósforo inorgánico se reportaron valores menores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<0,1 mg/L) en la totalidad de los puntos tomados en época de lluvia y seca. A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro.
Carbono Orgánico Total	Casi la totalidad de puntos monitoreados en la microcuenca del caño Piedra Candela registraron concentraciones inferiores al límite utilizado por el laboratorio para su análisis, en el caso de la época de lluvia (<1 mg/L) y para la época seca (<2 mg/L). El único punto que registró una concentración mayor al límite de detección fie el PIEDRA CANDELA_CL_01 en época de lluvia, registrando un valor de 3,24 mg/L. A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 contemplados en el presente estudio no presentan límites máximos permisibles para el parámetro.
DBO_5 Y DQO	Para la época de lluvia y para la época seca, la totalidad de los puntos monitoreados registraron concentraciones inferiores al límite utilizado por el laboratorio para su análisis (<2 mg/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no presentan límites permisibles para estos parámetros, por lo cual no es posible compararlo con la normatividad.
Metales, no metales y Metaloides	Los parámetros plomo, aluminio, arsénico total, bario total, calcio, cadmio total, cobre total, cromo total, níquel total, plata total, selenio total, manganeso, mercurio, berilio, cobalto, estaño, litio, molibdeno, zinc y vanadio presentaron en la totalidad de los puntos de monitoreo de la microcuenca del caño Piedra Candela para la época de lluvia y para la época seca, concentraciones inferiores a los límites de cuantificación de los respectivos métodos analíticos empleados por el laboratorio; la totalidad de los puntos monitoreados cumplen con los límites normativos establecidos para cada metal y metaloide en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015. El hierro total para época de lluvia presentó concentraciones entre 0,44 mg/L en el punto OCMY10 y 0,46 mg/L en el punto PIEDRA CANDELA_CL_01. Ahora bien, para la época seca presentó concentraciones entre 0,20 mg/L en el punto OCMY10, y 0,70 mg/L en el punto PIEDRA CANDELA_CL_01. Todos los puntos cumplen con el límite normativo establecido por el artículo 2.2.3.3.9.5. del Decreto 1076 de 2015.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Piedra Candela
Metales, no metales y Metaloides	 **Figura 3.2.53.2.5-298 Hierro de las muestras de la microcuenca del caño Piedra Candela en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S., 2025
Coliformes Fecales Termotolerantes	En la microcuenca del caño piedra Candela, las coliformes fecales termotolerantes registraron la concentración máxima en ambas épocas climáticas en el punto OCMY10, igual a 332 NMP/100mL. A nivel normativo todos los puntos monitoreados cumplen con el límite establecido con los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.5, sin embargo, ninguno de los puntos cumple con el límite establecido en el artículo 2.2.3.3.9.7 del Decreto 1076 de 2015 (200 NMP/100mL) para ambas épocas climáticas, por lo cual la calidad del agua respecto a los coliformes fecales no es óptima para fines recreativos mediante contacto primario.  **Figura 3.2.5-299 Coliformes fecales de las muestras de la microcuenca del caño Piedra Candela en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Piedra Candela
Coliformes totales	Para la época climática de lluvia, los valores de concentración para coliformes totales estuvieron en un rango de 3540 NMP/100mL hasta 3970 NMP/100mL. Las concentraciones en la época seca se comportaron de manera similar, oscilaron entre 3330 NMP/100mL y 3860 NMP/100mL. A nivel normativo, se observó cumplimiento de los límites máximos permisibles del Decreto 1076 de 2015 establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 (20000 NMP/100mL), 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.8 (5000 NMP/100mL), mientras que todos los puntos superan el límite máximo del artículo 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 (1000 NMP/100ml).  **Figura 3.2.5-300 Coliformes totales de las muestras de la microcuenca del caño Piedra Candela en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025
Huevos de Helmintos	Los huevos de Helmintos presentaron para la totalidad de los puntos de monitoreo durante ambas épocas concentraciones menores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio (<1N°org/L). Adicionalmente, en la normativa de referencia no se estipula ningún límite permisible en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 aplicables.
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	Para el monitoreo realizado en época de lluvia y seca se obtuvieron concentraciones en el límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio para su determinación (<0,200 mg LAS/L), en la totalidad de los puntos evaluados, los resultados indican que no se presenta ningún tipo de afectación derivada de la presencia de vertimientos sobre los cuerpos de agua monitoreados en el área de influencia. De igual forma, se cumple a cabalidad con el límite máximo permisible contemplado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.8 del Decreto 1076 de 2015 (0,5 mg LAS/L).
Pesticidas órgano-fosforados	Para el monitoreo en época de lluvia y seca la totalidad de puntos muestreados en la microcuenca del caño Piedra Candela para ambas épocas presentaron concentraciones inferiores al límite mínimo de cuantificación establecida por la respectiva técnica analítica empleada en el laboratorio para su determinación (<0,00001 mg/L en época de lluvia, y, <0,00020 mg/L en época seca). Por lo anterior, es posible afirmar que hay ausencia de dicho compuesto en las muestras de agua analizadas, concluyendo así que la calidad del agua de estos ecosistemas acuáticos no ha sido afectada por vertimientos de fuentes exógenas que contengan este tipo de compuesto.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Piedra Candela
Caudal	Durante la época de lluvia y seca se realizó el aforo de caudal en los puntos de monitoreo en el caño Piedra Candela, aguas arriba en el punto PIEDRA CANDELA_CL_01, y aguas abajo en el punto de ocupación de cauce OCMY10. Los resultados evidencian un mayor caudal aguas arriba del caño, y una reducción del caudal de la época de lluvia a la época seca, comportamiento normal del cuerpo de agua.

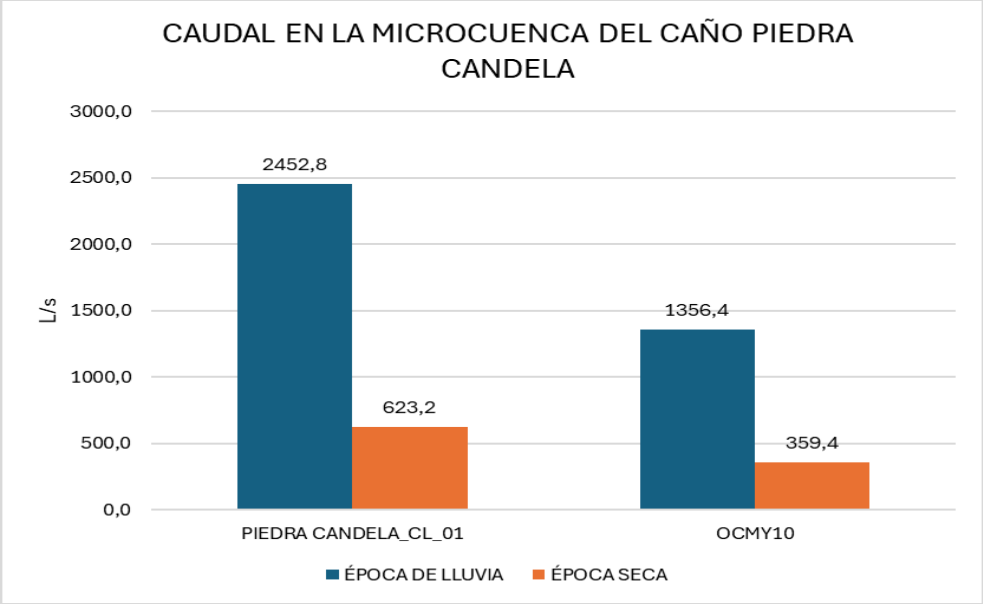


Figura 3.2.5-301 Caudal de las muestras de la microcuenca del caño Piedra Candela en época de lluvia y época seca

Fuente: GessiG S.A.S 2025

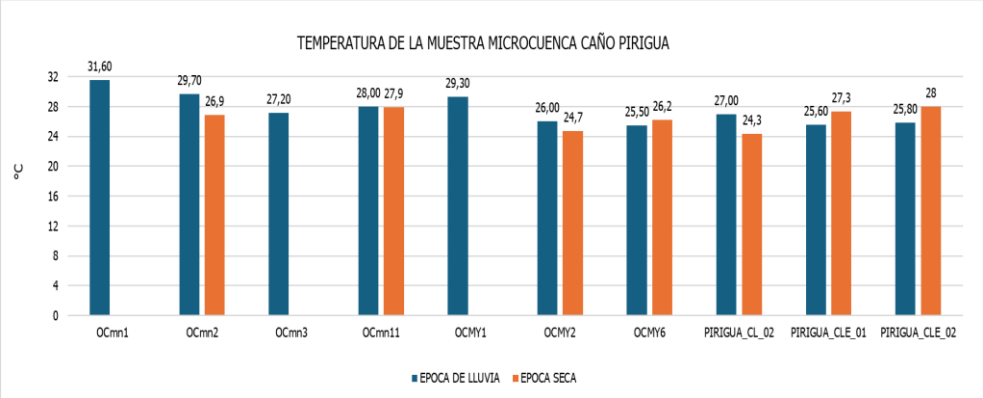
Fuente: Gessig S.A.S., 2025, adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

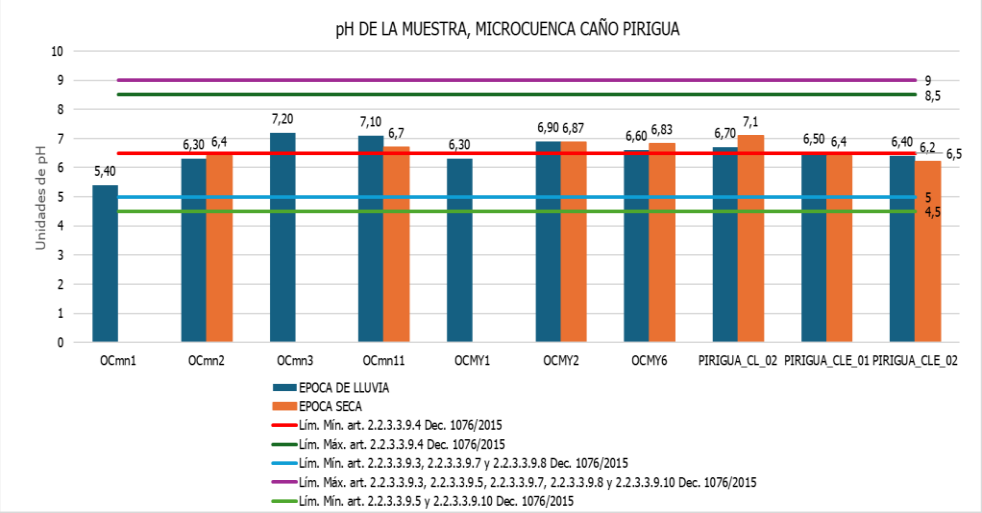
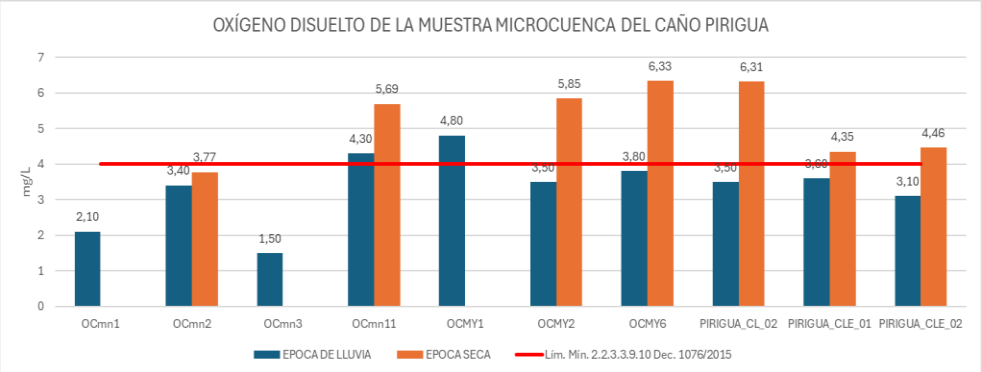
- *Microcuenca del caño Pirigua*

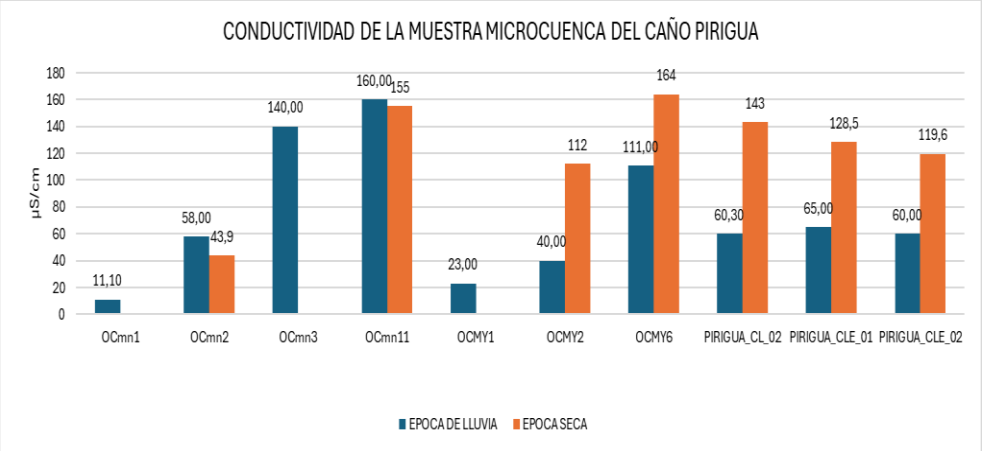
En la microcuenca del caño Pirigua se realizó el monitoreo de calidad de agua en las ocupaciones de cauce solicitadas OCmn2, OCmn3, OCmn11, OCMY1, OCMY2, y OCMY6; además de los puntos de caracterización ubicados sobre el caño Pirigua (PIRIGUA_CL_02), la laguna Pirigua (PIRIGUA_CLE_01 y PIRIGUA_CLE_02), y una zona léntica tipo área anegada (OCmn1). Cabe resaltar que, el punto OCmn1 corresponde a un punto de caracterización ambiental y no a una solicitud de ocupación de cauce, inicialmente fue contemplado como una OC por lo cual su nombre, sin embargo, sólo constituye a un punto de caracterización ambiental en la microcuenca del calo Pirigua.

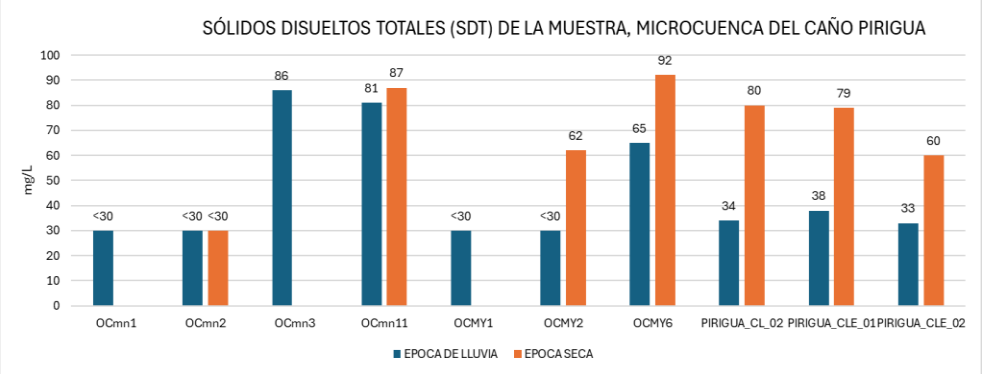
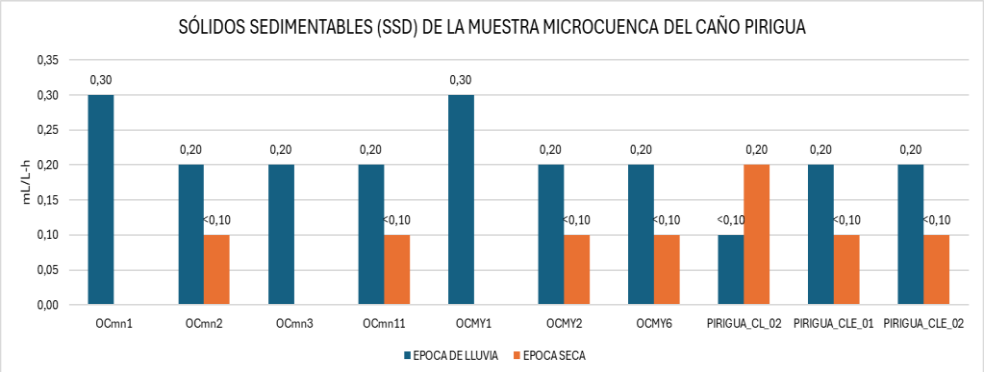
Durante la época seca, no se pudo realizar el monitoreo de los puntos OCmn1, OCmn3, y OCMY1, ya que se encontraban secos sin flujo de agua. En la **Tabla 3.2.5-47** se presenta el análisis de cada parámetro monitoreado. Para ver más información, detallada y en forma gráfica, remitirse al **Anexo 3.2-5_Calidad_ASUP** donde se presentan los informes de laboratorio, reportes de laboratorio, soportes de campo, certificados de calibración, resoluciones de acreditación y registro fotográfico.

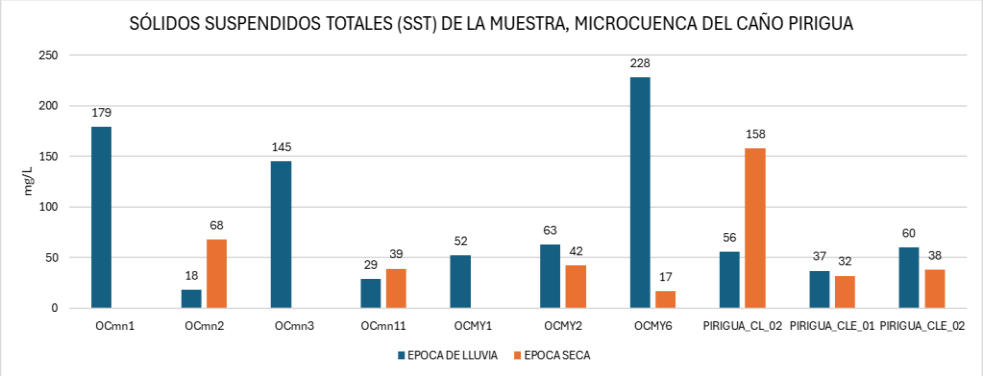
Tabla 3.2.5-47 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca del caño Pirigua durante la época de lluvia y época seca

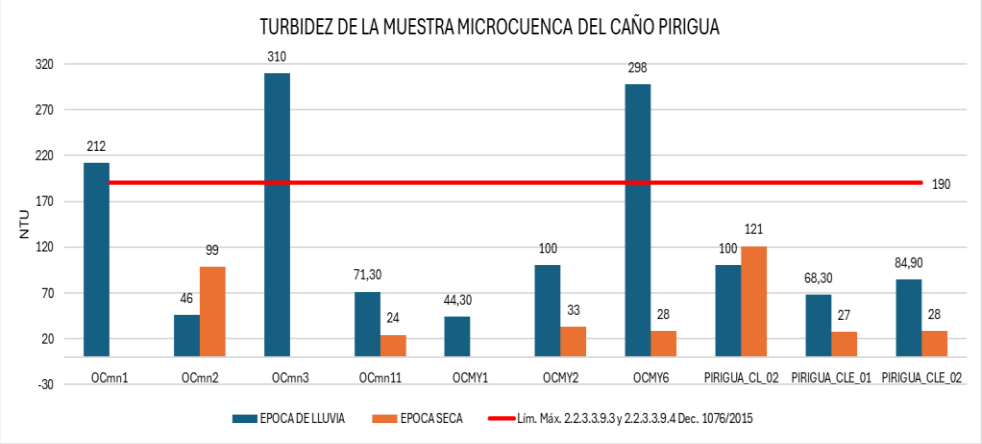
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Pirigua
Temperatura	La temperatura en las masas de agua superficiales es un factor determinante que influye tanto en los procesos físicos como en los químicos y biológicos. En la microcuenca del caño Pirigua, la temperatura promedio durante la época de lluvia fue igual a 27,5°C, y en la época seca fue igual a 26,4°C. La temperatura máxima (31°C) se registró durante la época de lluvia en el punto de caracterización OCmn1. En el Decreto único reglamentario 1076 del 2015, no se estipulan límites máximos permisibles para este parámetro. Los valores de temperatura obtenidos, por tanto, no sugieren la presencia de alteraciones térmicas derivadas de actividades antropogénicas o fenómenos naturales fuera de lo esperado para el contexto climático  **Figura 3.2.5-302 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025
pH	Para ambas épocas climáticas la totalidad de los puntos de monitoreo refieren cumplimiento respecto a los criterios establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8 y 2.2.3.3.9.10 del decreto 1076 de 2015, los cuales establecen un rango entre 4,5 a 9,0 unidades. Mientras que, para el límite permisible en el artículo 2.2.3.3.9.4 (6,5 a 8,5 unidades) que trata los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico, los puntos OCmn1, OCmn2, OCMY1, PIRIGUA_CLE_01 en época seca, y, PIRIGUA_CLE_02 en época seca, registraron concentraciones de OD inferiores a 6,5 mg/L.

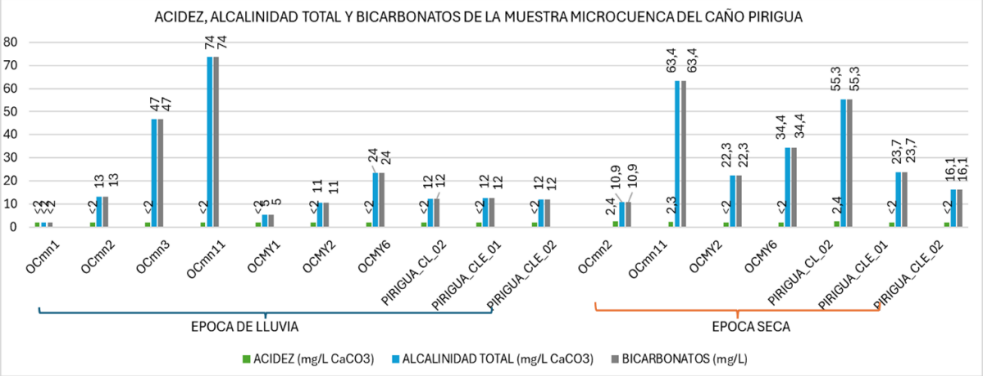
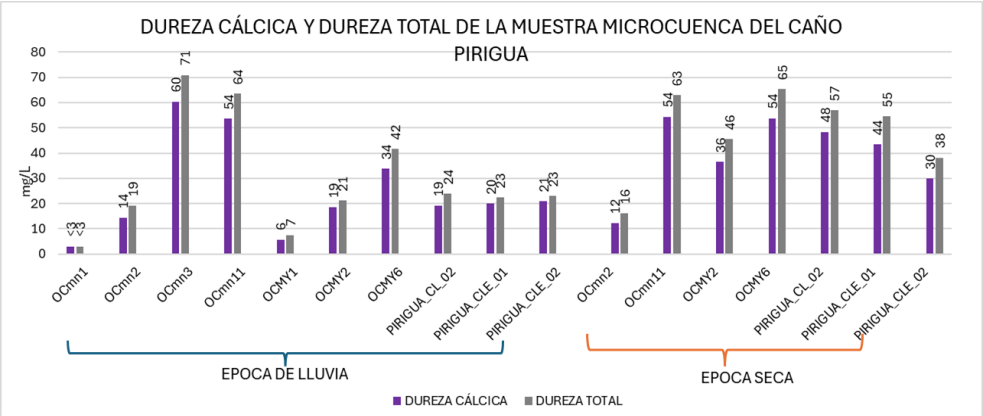
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Pirigua
pH	 **Figura 3.2.5-303 pH de las muestras de la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025
Oxígeno Disuelto (OD)	El oxígeno disuelto es un indicador muy importante de la calidad de agua ya que, permite detectar el grado de contaminación del agua y condiciona la presencia de organismos aeróbicos. Los valores para época de lluvias oscilan entre 1,50 mg/L en el punto OCmn3, y, 4,80 mg/L en el punto OCMY1, durante la época de lluvia, la mayoría de los puntos se encuentran por debajo del límite mínimo establecido por el art. 2.2.3.3.10 del Decreto 1076 de 2015. Para la época seca, las concentraciones de oxígeno disuelto oscilaron entre 3,77 mg/L en el punto OCmn2, y, 6,33 mg/L en el punto OCMY6. La mayoría de los puntos registran concentraciones mayores al límite mínimo de 4 mg/L, a excepción del punto OCmn2, de forma que los demás puntos en la época seca cumplen con el límite establecido por el artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, referente a los criterios de calidad para la preservación de flora y fauna en aguas cálidas dulces.  **Figura 3.2.5-304 Oxígeno Disuelto de las muestras de la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025

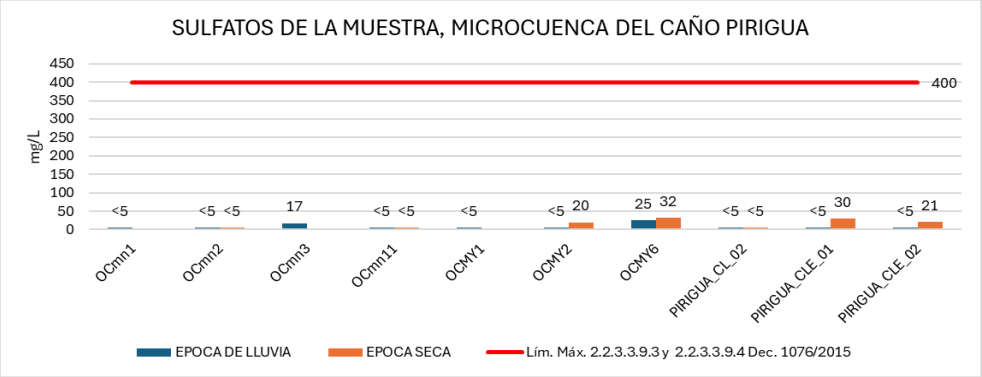
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Pirigua
Conductividad Eléctrica	La conductividad se refiere a la capacidad del agua para conducir electricidad, que depende del intercambio catiónico entre las partículas disueltas. Esta propiedad está estrechamente relacionada con la cantidad de sólidos disueltos totales (SDT) presentada en la microcuenca del caño Pirigua. Durante la época de lluvia, la conductividad eléctrica con mayor concentración reportada fue en el punto OCmn11 igual a 160 µS/cm, entre tanto, en la época seca, la máxima conductividad reportada fue igual a 164 µS/cm en el punto OCMY6. Los resultados permiten inferir que, el grado de mineralización de los puntos durante la época de lluvia fue de "Muy débil" a "débil", el cual aumenta para la época seca a "débil", puesto que es en este periodo donde la mayoría de los puntos registraron conductividades entre 100 µS/cm y 200 µS/cm, según los rangos propuestos por Rodier (1996). En los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del decreto único reglamentario 1076 del 2015, no se estipulan máximos permisibles para este parámetro.  **Figura 3.2.5-305 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	La concentración de sólidos disueltos totales (SDT) en el agua abarca una amplia gama de compuestos, incluidos sales, minerales, metales, y otros compuestos orgánicos e inorgánicos con un tamaño inferior a 1,5 µm. Estos sólidos se encuentran completamente disueltos en el agua y no pueden ser separados por métodos de filtración comunes, lo que los convierte en un indicador clave de la calidad del agua. Los SDT en la época de lluvia, oscilaron entre <30 mg/L hasta 86 mg/L en el punto OCmn3; en tanto que, en la época seca se registraron entre <30 mg/L y 92 mg/L en el punto OCMY6. El decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente estudio (2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10).

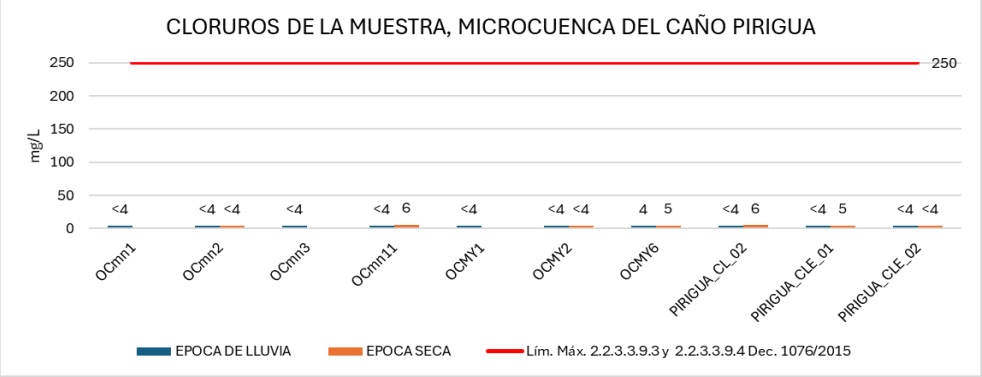
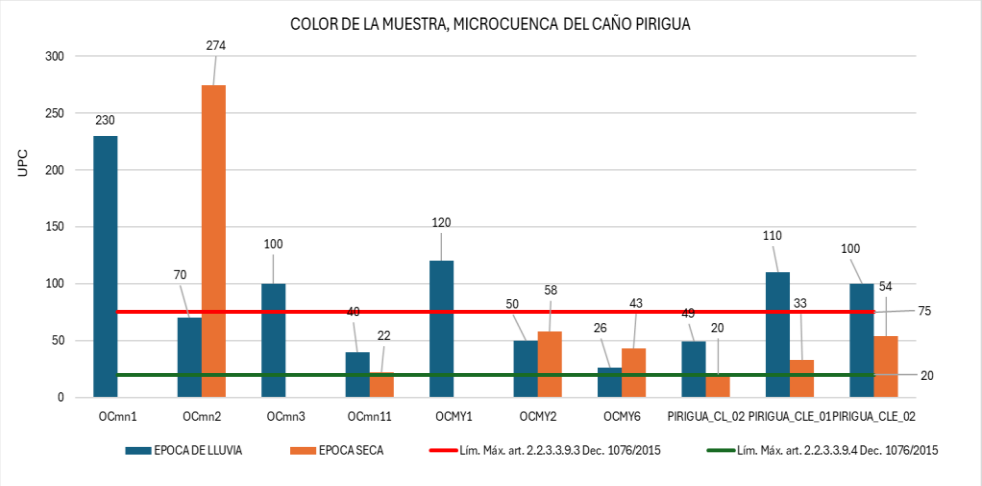
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Pirigua
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	 **Figura 3.2.5-306 Sólidos Disueltos Totales de las muestras de la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025
Sólidos Sedimentables (SSD)	Se refiere a los sólidos mayores de 0,01 mm que se sedimentan de una suspensión en un periodo de tiempo definido debido a la influencia de la gravedad, es decir, se sedimentan los sólidos más gruesos y que tienen una gravedad específica mayor a la del agua. Durante la época de lluvia, los puntos muestreados reportaron una concentración entre <0,10 mL/L-h y 0,30 mL/L-h en los puntos OCmn1 y OCMY1. En cuanto a la época seca, la mayoría de los puntos registraron concentraciones inferiores a 0,10 mL/L-h, a excepción del punto PIRIGUA_CL_02. El decreto 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro de calidad de aguas, los resultados indican que debido al arrastre de sedimentos y sólidos por la escorrentía en la época de lluvia hay concentraciones detectables des sólidos sedimentables, mientras que en la época seca su presencia es muy baja o prácticamente nula.  **Figura 3.2.5-307 Sólidos sedimentables de las muestras de la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	El parámetro de sólidos suspendidos totales se refiere a las partículas más densas que se encuentran en el agua con un tamaño mayor a 0,2 µm, y que se mantienen suspendidas dentro de ella; aquellos sólidos pueden incluir material orgánico como microorganismos o algas, y principalmente material inorgánico como limos, arcillas, entre otros.

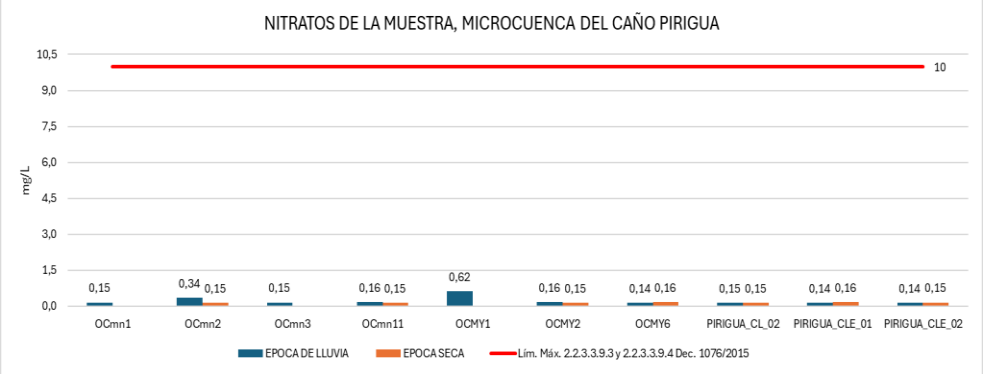
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Pirigua
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	El valor máximo reportado en época de lluvia corresponde a 228 mg/L en el punto OCMY6, y, para época seca, fue igual a 158 mg/L en PIRIGUA_CL_02. La presencia de los SST en los cuerpos de agua tiene una relación directa con la turbiedad y está relacionada con el aporte de sólidos a las vertientes de corrientes superficiales, con origen natural y antrópico, resaltando que los puntos que presentaron mayores concentraciones corresponden a puntos donde existen ocupaciones de cauce: OCMY6, OCmn3, OCMY2, OCMY1 (en época de lluvia), y, OCmn2 (en época seca). (erosión del suelo por labores agrícolas de labranza y arado, remoción de cobertura vegetal con fines de urbanización y la realización de obras de infraestructura). Si bien el decreto único reglamentario 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro de calidad de agua, el IDEAM establece que valores por encima de 340 mg/l son calificados con muy alta contaminación por sólidos suspendidos, pues pueden llagar a afectar los procesos fotosintéticos que realizan las plantas acuáticas.  **Figura 3.2.5-308 Sólidos Suspendidos Totales de las muestras de la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025
Turbiedad	El parámetro de turbidez se refiere a la opacidad o falta de transparencia del agua debido a la presencia de partículas suspendidas en el agua que interfieren con la transmisión de la luz, por lo que incide directamente en la productividad primaria de biomasa y el flujo de energía dentro del ecosistema. Los valores de turbidez presentados son acordes a las concentraciones de Sólidos suspendidos totales registrados para cada punto en la microcuenca del caño Pirigua. A nivel normativo, el artículo 2.2.3.3.9.4 establece un límite máximo permisible de 10 UJT (Unidades de turbidez Jackson) basadas en el antiguo método Jackson que equivale a 190 NTU. Durante la época seca, los puntos de ocupación de cauce OCmn3 y OCMY6; y, el punto de caracterización OCmn1, son los únicos que superan el límite máximo, los demás puntos cumplen con el límite del art. 2.2.3.3.9.4.

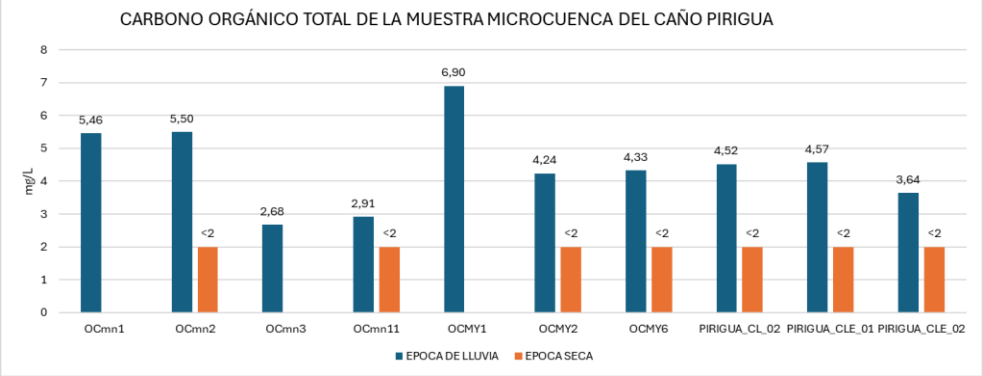
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Pirigua
Turbiedad	 **Figura 3.2.5-309 Turbidez de las muestras de la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	La acidez del agua corresponde a la presencia de dióxido de carbono, ácidos minerales y cationes que al hidrolizarse generan un medio ácido; la acidez en la mayoría de los puntos registró concentraciones inferiores al límite de detección de la técnica analítica usada por el laboratorio (<2 mg/L), únicamente registró concentraciones durante la época seca en los puntos OCmn11 (2,3 mg/L), y, OCmn2 y PIRIGUA_CL_02 (2,4 mg/L). Por su parte, la alcalinidad hace referencia a la capacidad del agua para neutralizar ácidos o aceptar protones, y está determinada por el contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos. Los bicarbonatos presentes en cuerpos de agua dulce se generan principalmente del desgaste y disolución de rocas en la microcuenca que contienen carbonatos, tales como la piedra caliza, cuya disolución es promovida por la presencia de CO2 (atmosférico o generado en sedimentos ricos en materia orgánica). En la microcuenca del caño Pirigua, durante la época de lluvia, se registraron concentraciones de alcalinidad total y bicarbonatos entre <2 mg/L y 74 mg/L en el punto de ocupación de cauce OCmn11. Ahora bien, para la época seca, las concentraciones estuvieron entre 16,1 mg/L en el punto PIRIGUA_CLE_02, y, 63,4 en el punto OCmn11. Debido a que las concentraciones de compuestos alcalinos en relación con la acidez son más altas en los puntos de la microcuenca del caño Pirigua, es posible inferir un efecto amortiguador, donde los ácidos funcionan como reactivo limitante en la manifestación de compuestos alcalino tales como los bicarbonatos, los cuales reportaron una concentración proporcional a la alcalinidad.

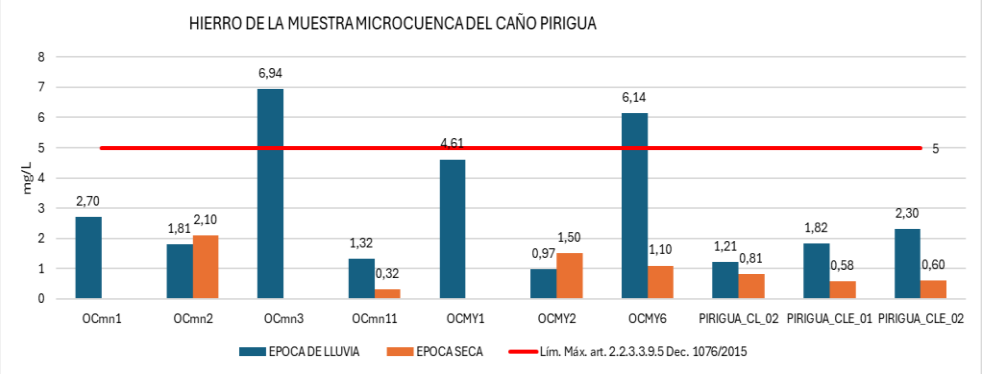
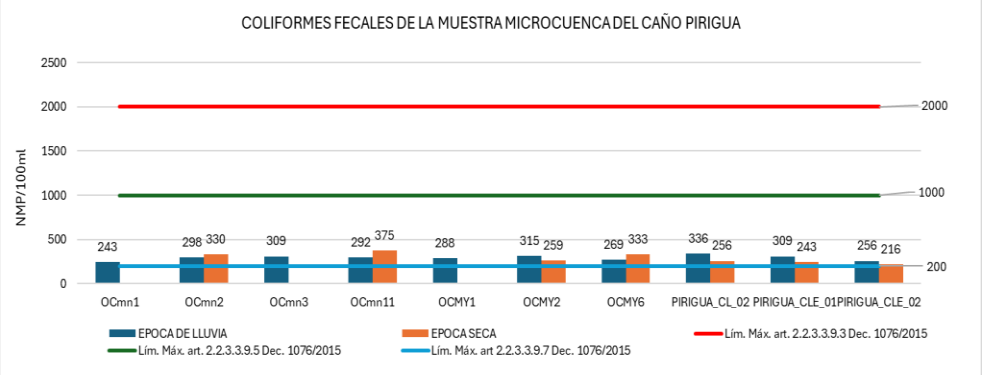
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Pirigua
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	 **Figura 3.2.5-310 Acidez, alcalinidad total y bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025
Dureza total y Dureza Cálcica	En la época de lluvia se reportaron valores de dureza cálcica desde <3,0 mg/L CaCo3 en el punto OCmn1 hasta 60 mg/L en el punto OCmn3. Los valores de dureza total, para la época de lluvia fueron reportados en un rango de <3,0 mg/L en el punto OCmn1, y, 71 mg/L de CaCO3 en el punto OCmn3. En la época seca, los valores de dureza cálcica oscilaron entre 12 mg/L de CaCO3 en el punto OCmn2, y, 54 mg/L de CaCO3 en los puntos OCmn11 y OCMY6. Para dureza total, se registraron concentraciones entre 16 mg/L de CaCO3 en el punto OCmn2, y, 65 mg/L de CaCO3 en el punto OCMY6. Los resultados para los parámetros dureza cálcica y total permiten clasificar el agua de la microcuenca del caño Pirigua como "Blanda". A nivel normativo, el Decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente complemento del EIA (2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10).  **Figura 3.2.5-311 Dureza cálcica y dureza total de las muestras de la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025

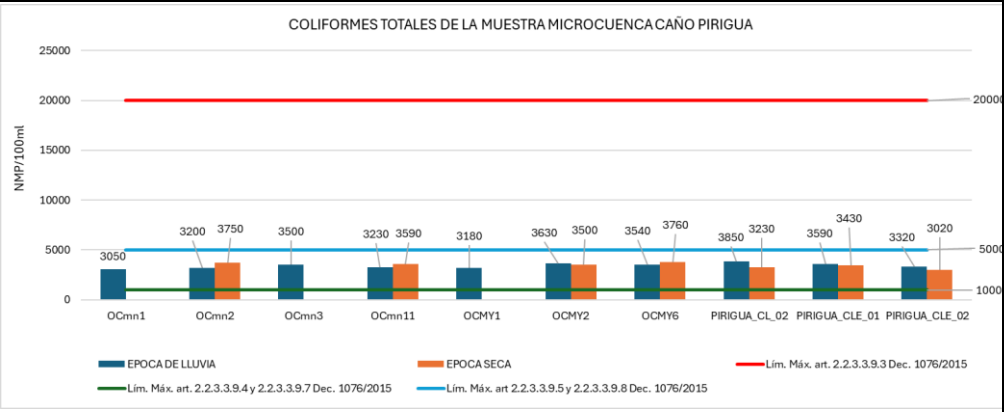
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Pirigua
Grasas y Aceites e Hidrocarburos totales	La totalidad de los puntos en la microcuenca del caño Pirigua registraron concentraciones inferiores al límite de detección de los métodos analíticos utilizados por el laboratorio MCS (<1,40 mg/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, no fijan límites para estos parámetros, pero si establecen que no se deben presentar películas visibles de grasas y aceites flotantes criterio que se cumple en los puntos monitoreados.
Sulfatos	Para la época de lluvia y la época seca la mayoría de los puntos muestreados en la microcuenca del caño Pirigua registraron valores inferiores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<5 mg SO_4^{2-}/L). Durante la época de lluvia los puntos que registraron valores detectables fueron el OCmn3, y el OCMY6, este último registró la mayor concentración igual a 25 mg/L. En la época seca, los puntos OCMY2, PIRIGURA_CLE_01, PIRIGUA_CLE_02, y OCMY6, nuevamente, este último punto reportó la mayor concentración igual a 32 mg/L. Los resultados evidencian cumplimiento a nivel normativo al límite establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (400 mg SO_4^{2-}/L), es decir que cumple con los criterios para uso doméstico.  **Figura 3.2.5-312 Sulfatos de las muestras de la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025
Cloruros	Para la época de lluvia y la época seca, la mayoría de los puntos de la microcuenca del caño Pirigua registró valores de cloruros inferiores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<4 mg SO42-/L), sólo se registraron concentraciones detectables durante la época seca en los puntos OCmn1, OCMY6, PIRIGUA_CL_02, y PIRIGUA_CLE_01. Las concentraciones en la totalidad de puntos cumplen con el límite máximo permisible (250 mg/L) establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015.

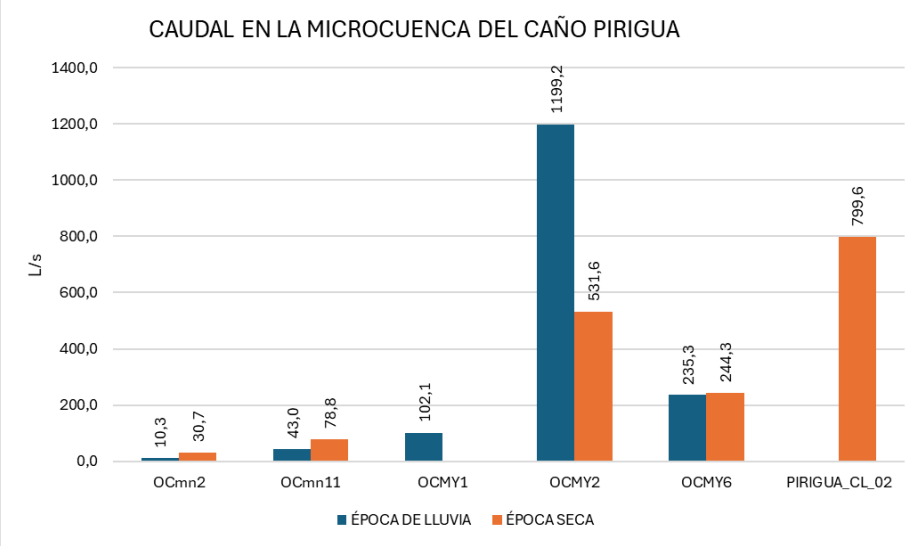
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Pirigua
Cloruros	 **Figura 3.2.5-313 Cloruros de las muestras de la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S 2025
Color de la muestra en UPC	Para la época de lluvia, los resultados oscilaron entre 26 UPC en el punto OCMY6 hasta 230 UPC en el punto OCmn1. Para la época seca, las concentraciones oscilaron entre 20 UPC (PIRIGUA_CL_02) y 274 UPC (OCmn2). A nivel normativo, el Decreto 1076 de 2015 fija un límite de 20 UPC para este parámetro en su artículo 2.2.3.3.9.3, únicamente el punto PIRIGUA_CL_02 cumple con este límite; así mismo, se fija un límite de 75 UPC en el artículo 2.2.2.3.9.4 para el cual la totalidad de los puntos en época de lluvia y seca se encuentran en cumplimiento presentando valores inferiores.  **Figura 3.2.5-314 Color de las muestras en la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S., 2025
Fenoles totales	Los fenoles totales, durante la época de lluvia y la época seca registraron en la totalidad de puntos muestreados valores inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio MCS para su determinación (<0,002 mg/L). cumpliendo plenamente con el criterio de calidad estipulado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 del Decreto 1076 de 2015, e indicando que los cuerpos de agua no presentan afectación por parte de estos compuestos.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Pirigua
Material Flotante	No se registró material flotante en ningún punto de muestreo para ambos periodos climáticos de la microcuenca del caño Pirigua cumpliendo con lo dispuesto en el Decreto 1076 de 2015, frente a no presentar materiales flotantes.
Olor y sabor	La totalidad de puntos de monitoreo se han reportado como "Aceptable". Los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros.
Nitratos y Nitritos	Para los nitratos los puntos monitoreados evidencian concentraciones muy bajas con respecto al límite establecido por el Decreto 1076 en su Art 2.2.3.3.9.3 (10 mg/L), pues en ambas épocas climáticas reportan concentraciones inferiores a los 0,62 mg/L, siendo esta la concentración máxima reportada en el punto OCMY1 en época de lluvia.  **Figura 3.2.5-315 Nitratos de las muestras en la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S., 2025 Para el parámetro de nitritos la totalidad de los puntos monitoreados reportó valores < 0,01 mg/L, estando muy por debajo del límite establecido por el Decreto 1076 de 1 mg/L en su Art. 2.2.3.3.9.3.
Nitrógeno Amoniacal y Nitrógeno total Kjeldahl	Durante la época de lluvia y la época seca, todos los puntos de la microcuenca del caño Pirigua registraron concentraciones equivalentes al límite de detección de la técnica analítica usada en el laboratorio <1,00 mg NH3-N/L para Nitrógeno Amoniacal y <5,00 mg N/L para Nitrógeno Kjeldahl, demostrando cumplimiento de la normatividad ambiental.
Compuestos de Fósforo: Orgánico, inorgánico, ácido hidrolizable total, fósforo Total, y fósforo reactivo total - Ortofosfatos	Tanto para la época de lluvia como para época seca, todos los puntos de la microcuenca del Caño Pirigua registraron concentraciones inferiores a 0,150 mg/L (límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio) para los compuestos fósforo orgánico total, acido-hidrolizable total, fósforo total, y fósforo reactivo total. El fósforo inorgánico también registró concentraciones inferiores al límite de la técnica analítica (<0,1 mg P/L). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites.
Carbono Orgánico Total	El parámetro carbono orgánico total, durante la época de lluvia osciló entre 6,68 mg/L en el punto OCmn3 y 6,90 mg/L en el punto OCMY1. Mientras que, en la época seca, todos los puntos monitoreados, evidenciaron una muy baja o nula presencia de este compuesto, ya que los vales fueron inferiores al límite de la técnica de determinación usada por el laboratorio (< 2 mg/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no presentan límites permisibles para estos parámetros, por lo cual no es posible compararlo con la normatividad.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Pirigua
Carbono Orgánico Total	 **Figura 3.2.5-316 Carbono Orgánico total de las muestras en la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S., 2025
DBO$_5$ y DQO	Para la época de lluvia y para la época seca, casi la totalidad de los puntos monitoreados registraron concentraciones inferiores al límite utilizado por el laboratorio para su análisis (<2 mg/L), a excepción del punto OCMY6, el cual fue el único que registró una concentración mayor al límite de detección, igual a 10 mg/L en época de lluvia, y, 34 mg/L en época seca. A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no presentan límites permisibles para estos parámetros, por lo cual no es posible compararlo con la normatividad.
Metales, no metales y Metaloides	Los parámetros arsénico total, aluminio total, bario total, berilio total, cadmio total, cobre total, cobalto total, cromo total, potasio, manganeso, mercurio, níquel total, plata total, plomo total, selenio total, estaño total, litio total, molibdeno total, zinc total, y vanadio; presentaron en la microcuenca del caño Pirigua concentraciones inferiores a los límites de cuantificación de los respectivos métodos analíticos empleados por el laboratorio MCS para ambas épocas climáticas; estos parámetros cumplen a su vez con los límites normativos establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015. En cuanto al calcio, magnesio y sodio totales, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros, estos iones no representan algún tipo de riesgo, pues se considera como normal su presencia en los ecosistemas acuáticos debido al lavado del suelo, las rocas y el lecho de los cuerpos de agua. El hierro total, durante la época de lluvia presentó concentraciones entre 0,97 mg/L en el punto OCMY2, y, 6,94 mg/L en el punto OCmn3. En la época seca, registró valores que oscilaron entre 0,32 mg/L en el punto OCmn11, y, 2,10 mg/L en el punto OCmn2. Los resultados evidencian una mayor presencia de hierro en la época de lluvia frente a la época seca, la mayoría de los puntos presenta cumplimiento del límite establecido en el artículo 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015, en las dos épocas climáticas analizadas, a excepción de los puntos OCmn3 y OCMY6, que lo superan en la época de lluvia.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Pirigua
Metales, no metales y Metaloides	 **Figura 3.2.5-317 Hierro de las muestras en la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S., 2025
Coliformes Fecales Termotolerantes	En la época de lluvia, las coliformes fecales termotolerantes registraron en los puntos de monitoreo concentraciones entre 243 NMP/100mL en el punto OCmn1, y 336 NMP/100mL en el punto PIRIGUA_CL_02. En época seca, los valores oscilaron entre 216 NMP/100mL en el punto PIRIGUA_CLE_02, y 375 NMP/100mL en el punto OCmn11. A nivel normativo todos los puntos monitoreados cumplen con el límite establecido con los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.5, sin embargo, ninguno de los puntos cumple con el límite establecido en el artículo 2.2.3.3.9.7 del Decreto 1076 de 2015 para ambas épocas climáticas, por lo cual la calidad del agua respecto a los coliformes fecales no es óptima para fines recreativos mediante contacto primario.  **Figura 3.2.5-318 Coliformes Fecales Termotolerantes de las muestras en la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S., 2025
Coliformes totales	Para la época climática de lluvia, los valores de concentración para coliformes totales estuvieron en un rango de 3050 NMP/100mL (OCmn1) hasta 3850 NMP/100mL (PIRIGUA_CL_02). Las concentraciones en la época seca se comportaron de manera similar, oscilaron entre 3020 NMP/100mL (PIRIGUA_CLE_02) y 3760 NMP/100mL (OCMY6). A nivel normativo, se observó cumplimiento de los límites máximos permisibles del Decreto 1076 de 2015 establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 (20000 NMP/100mL), 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.8 (5000 NMP/100mL), mientras que todos los puntos superan el límite máximo del artículo 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 (1000 NMP/100ml).

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Pirigua
Coliformes totales	 **Figura 3.2.5-319 Coliformes totales de las muestras en la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca** Fuente: GessiG S.A.S., 2025
Huevos de Helmintos	Los huevos de Helmintos presentaron para la totalidad de los puntos de monitoreo durante la época de lluvia y seca, reportaron concentraciones menores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio (< 1huevos/L). Adicionalmente, en la normativa de referencia no se estipula ningún límite permisible en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 aplicables.
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	Para el monitoreo realizado en época de lluvia y seca, se obtuvieron concentraciones en el límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio para su determinación (<0,200 mg LAS/L), en la totalidad de los puntos evaluados, los resultados indican que no se presenta ningún tipo de afectación derivada de la presencia de estas sustancias en los cuerpos de agua monitoreados de la microcuenca del caño Pirigua. De igual forma, se cumple a cabalidad con el límite máximo permisible contemplado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.8 del Decreto 1076 de 2015 (0,5 mg LAS/L).
Pesticidas órgano-fosforados	Para el monitoreo en época de lluvia y seca, la totalidad de puntos muestreados en la microcuenca del caño Pirigua para ambas épocas presentaron concentraciones inferiores al límite mínimo de cuantificación establecida por la respectiva técnica analítica empleada en el laboratorio para su determinación (<0,00001 mg/L en época de lluvia, y, <0,00020 mg/L en época seca). Por lo anterior, es posible afirmar que hay ausencia de dicho compuesto en las muestras de agua analizadas, concluyendo así que la calidad del agua de estos ecosistemas acuáticos no ha sido afectada por vertimientos de fuentes exógenas que contengan este tipo de compuesto.
Caudal	Em la microcuenca del caño Pirigua se realizó el aforo de caudal en los siguientes cuerpos de agua: Caño la Palmita (OCmn2), Canales (OCmn3, y OCmn11), drenajes intermitentes (OCMY1, y OCMY6), y, aguas arriba (OCMY2) y aguas abajo (PIRIGUA_CL_02) del caño Pirigua. El mayor caudal registrado en la microcuenca del caño Pirigua fue registrado en época de lluvia en el punto OCMY2, igual a 1199,2 L/s, en tanto que el menor caudal registrado en la microcuenca fue en el punto ubicado sobre el caño la Palmita en época de lluvia igual a 10,3 L/s. Los resultados evidencian que el caño Pirigua es quien registra los mayores caudales en la microcuenca.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Pirigua
Caudal	 **Figura 3.2.5-320 Caudal de las muestras de la microcuenca del caño Pirigua en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

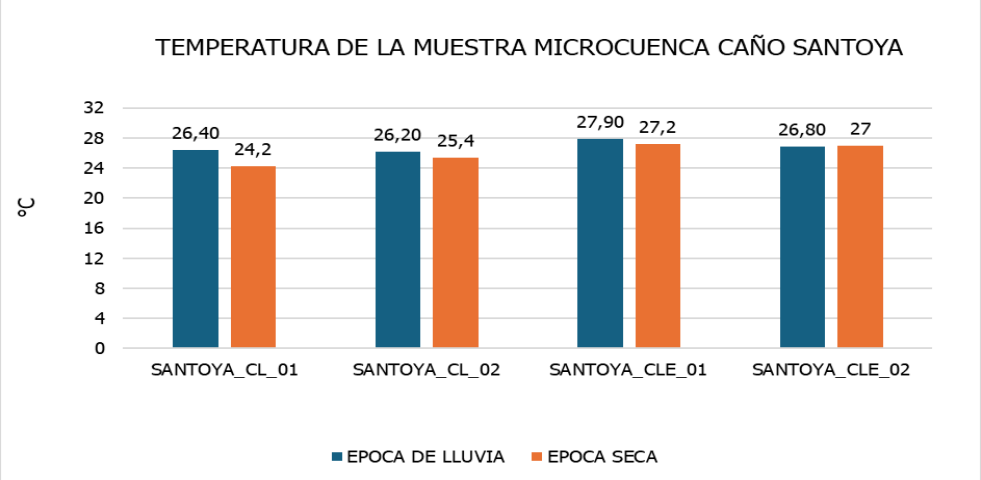
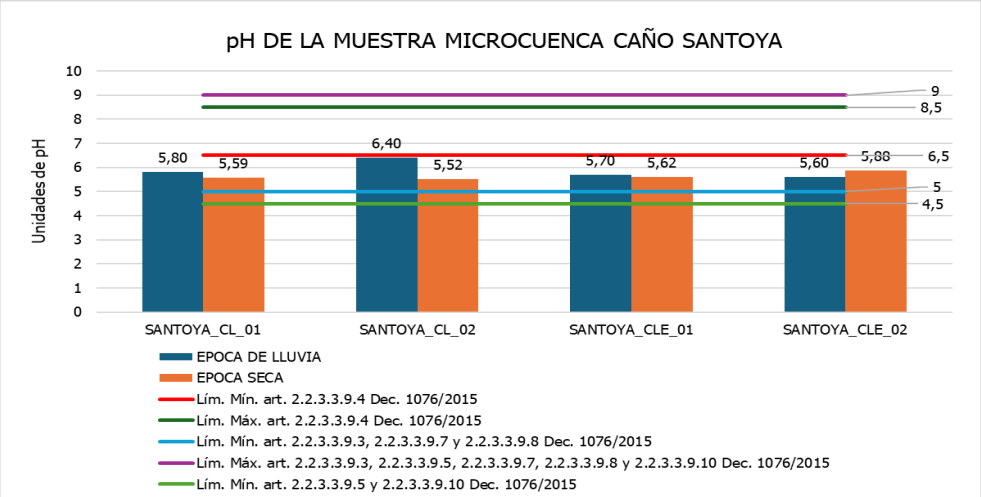
Fuente: Gessig S.A.S., 2025, adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

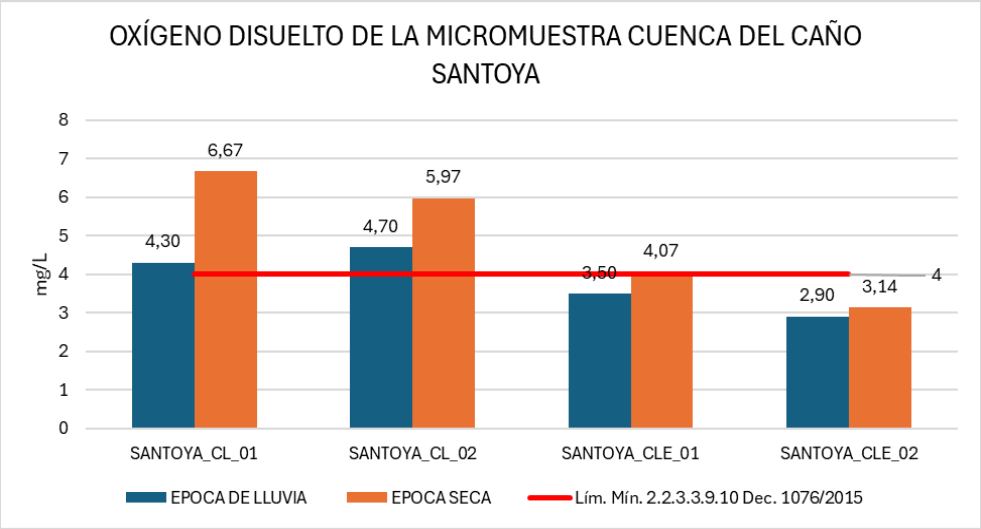
- *Microcuenca del caño Santoya*

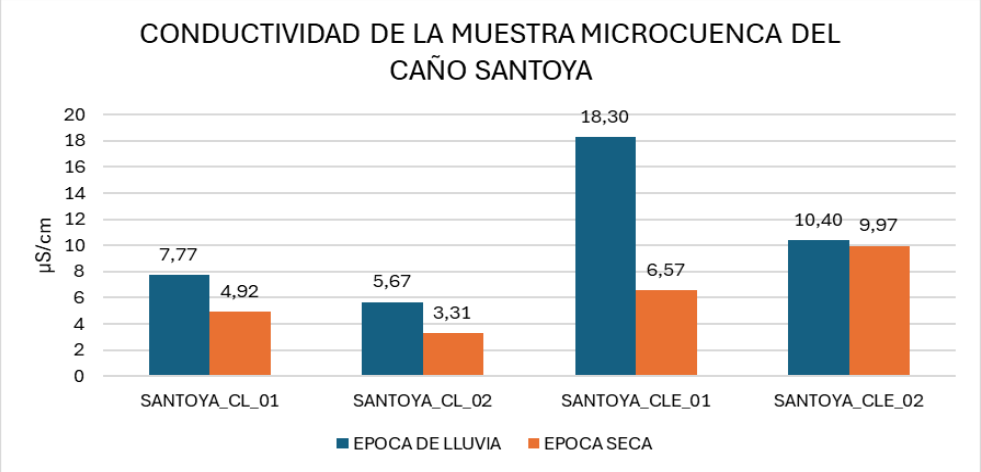
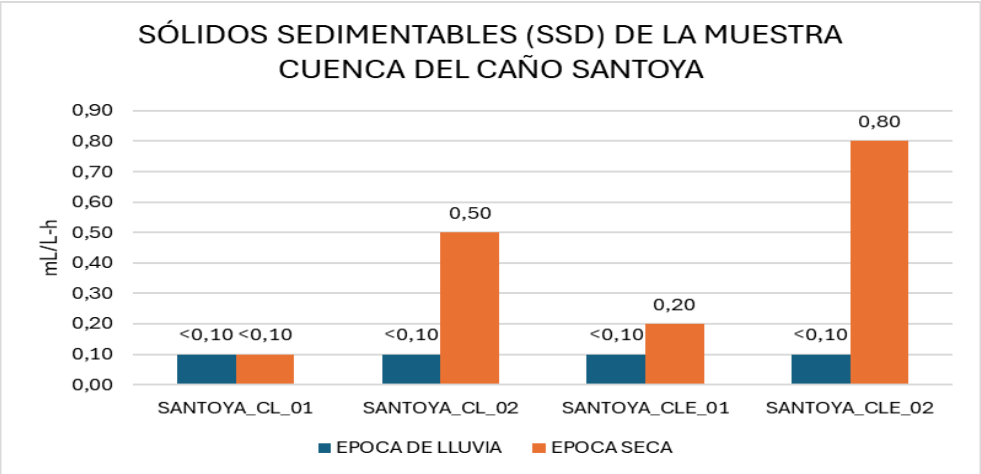
En la microcuenca del caño Santoya se realizó el monitoreo de calidad de agua en los puntos SANTOYA_CL_01, SANTOYA_CL_02, SANTOYA_CLE_01, y, SANTOYA_CLE_02 durante la época de lluvia y la época seca. En la **Tabla 3.2.5-48** se presenta el análisis de cada parámetro monitoreado. Para ver más información, detallada y en forma gráfica, remitirse al **Anexo 3.2-5_Calidad_ASUP** donde se presentan los informes de laboratorio, reportes de laboratorio, soportes de campo, certificados de calibración, resoluciones de acreditación y registro fotográfico.

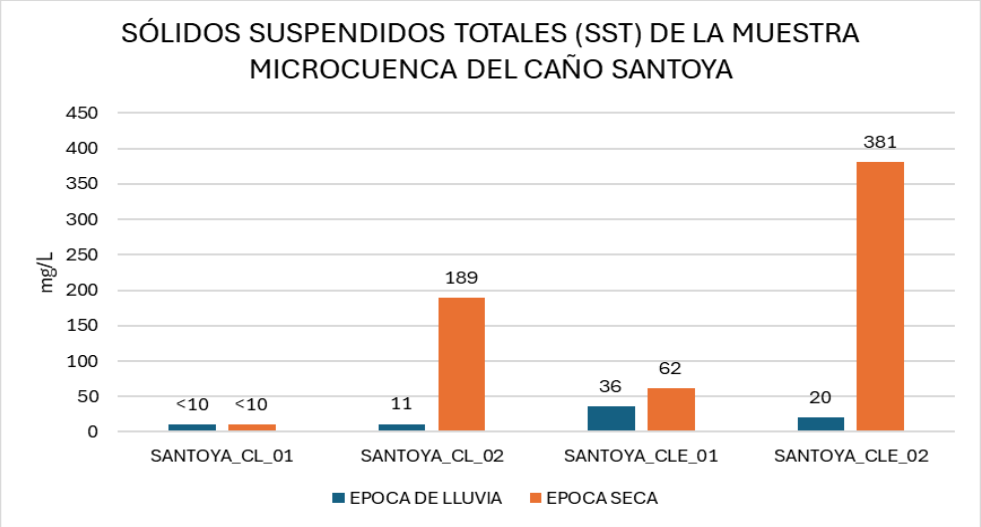
Tabla 3.2.5-48 Parámetros FQ y B muestreados en la microcuenca del caño Santoya durante la época de lluvia y época seca

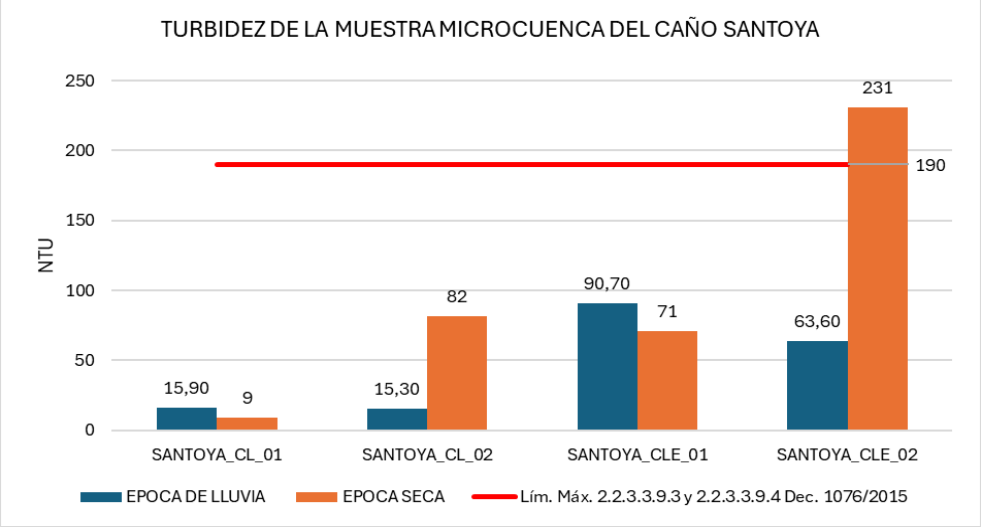
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Santoya
Temperatura	El punto SANTOYA_CLE_01 registró el valor de temperatura más alto igual a 27,9°C en época de lluvia, y 27,2 °C en época seca. Los resultados de temperatura de las muestras en la microcuenca del caño Santoya evidencian un comportamiento térmico normal donde el intercambio de energía entre el sistema atmosférico y el cuerpo de agua se regula, debido a que la temperatura ambiente fue superior a la temperatura del agua.

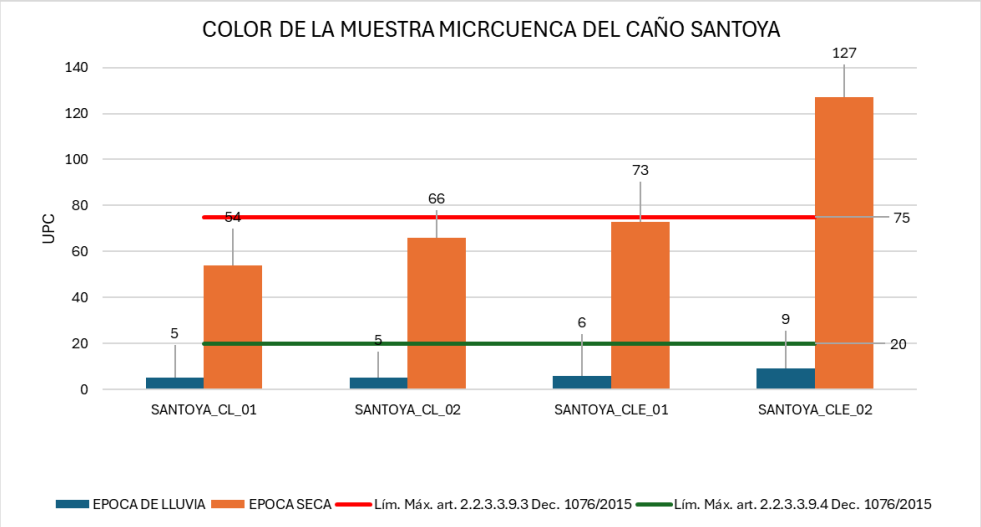
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Santoya
Temperatura	 **Figura 3.2.5-321 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño Santoya en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
pH	Para La época de lluvia los puntos muestreados en la microcuenca del caño Santoya presentaron un pH con valores que oscilan entre 5,60 unidades (SANTOYA_CLE_02) y 6,40 unidades (SANTOYA_CL_02), reflejando un estado ligeramente ácido del agua. Para la época seca el máximo registrado fue en el punto SANTOYA_CLE_02 con 5,88 unidades de pH y el mínimo en el punto SANTOYA_CL_02 con 5,52 unidades de pH. Se evidencia que la totalidad de los puntos de monitoreo refieren cumplimiento respecto a los límites establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8 y 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, los cuales establecen un rango entre 4,5 a 9,0 unidades. Sin embargo, ninguno de los puntos muestreados cumple con el límite permisible del artículo 2.2.3.3.9.4 (6,5 a 8,5 unidades).  **Figura 3.2.5-322 pH de las muestras de la microcuenca del caño Santoya en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025

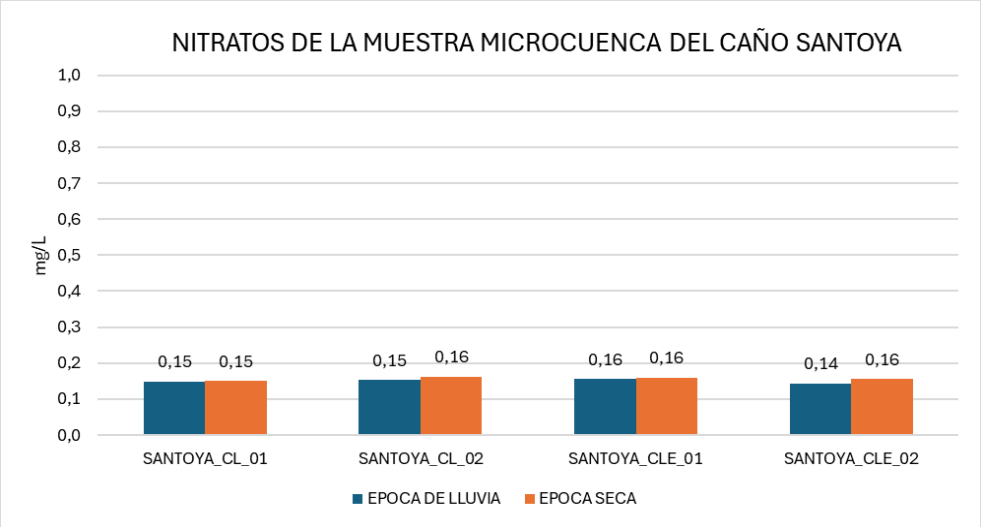
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Santoya
Oxígeno Disuelto (OD)	Los puntos SANTOYA_CLE_01, y SANTOYA_CLE_02 evidenciaron un estado de déficit de oxígeno durante ambas épocas climáticas al presentar una concentración de OD menor a 4 mg/L, límite establecido por el Artículo 2.2.3.3.10 del Decreto 1076 de 2015, referente a los criterios de calidad para la preservación de flora y fauna en aguas cálidas dulces. Lo anterior permite deducir que, los niveles de oxígeno disueltos de la laguna Santoya puede generar estrés en los organismos que la habitan y afectar su correcta reproducción, esto también refleja que en la laguna hay una actividad microbiológica importante para la degradación de materia orgánica presente.  **Figura 3.2.5-323 Oxígeno Disuelto (OD) de las muestras de la microcuenca del caño Santoya en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Conductividad Eléctrica	Durante la época de lluvia la conductividad eléctrica en los puntos de monitoreo del caño Santoya osciló entre 5,67 µS/cm en el punto SANTOYA_CL_02, a 18,3 µS/cm en el punto SANTOYA_CLE_01. Para la época seca, las concentraciones disminuyeron en todos los puntos registrando el menor valor nuevamente en el punto SANTOYA_CL_02, con 3,31 µS/cm. Los valores se relacionan con un grado de mineralización "Muy débil" al registrar conductividades menores a los 100 µS/cm según los rangos propuestos por Rodier (1996). Es importante aclarar que en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del decreto único reglamentario 1076 del 2015, no se estipulan máximos permisibles para este parámetro.

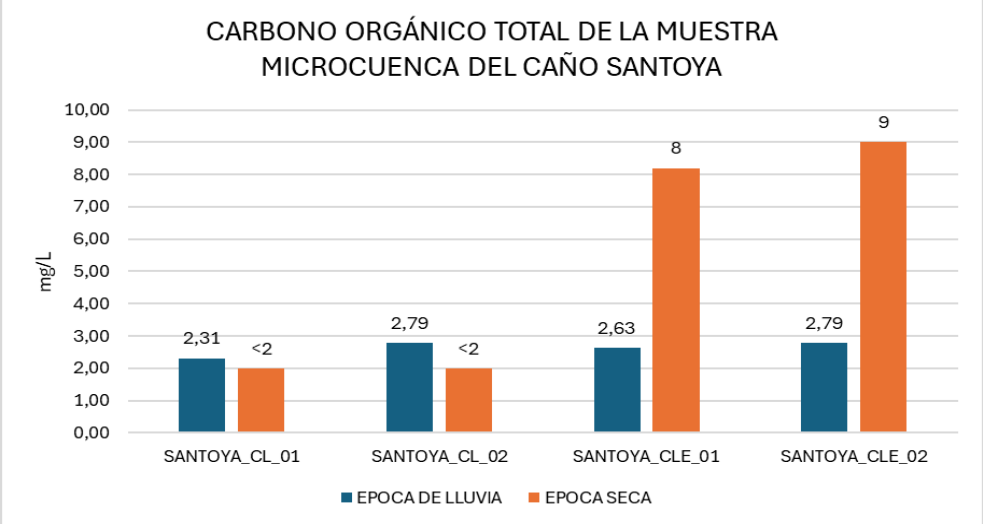
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Santoya
Conductividad Eléctrica	 **Figura 3.2.5-324 Conductividad Eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño Santoya en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	En la microcuenca del caño Santoya todos los puntos muestreados en época de lluvia y en la época seca reportaron concentraciones inferiores a 30 mg/L el cual es el límite de detección del método de cuantificación utilizado por el laboratorio. El decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente estudio (2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.5).
Sólidos Sedimentables (SSD)	Para la época de lluvia y seca, la mayoría de los puntos de la microcuenca del caño Santoya reportaron concentraciones inferiores a 0,10 mL/L-h (límite de detección del método de cuantificación utilizado por el laboratorio MCS). En la época seca se reportaron mayores concentraciones de SSD, el punto con mayor concentración fue el SANTOYA_CLE_02 con un valor de 0,80 mL/L-h. La normatividad ambiental, el Decreto 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro.  **Figura 3.2.5-325 Sólidos sedimentables de las muestras de la microcuenca del caño Santoya en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025

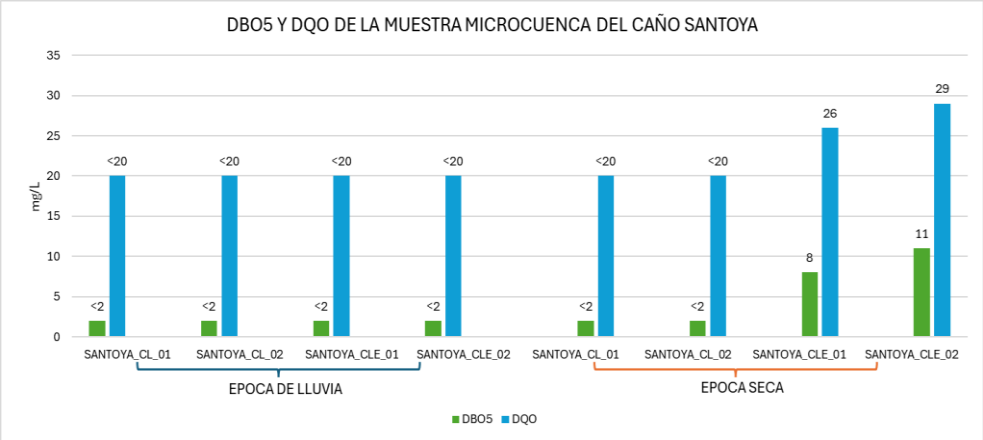
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Santoya
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	En la microcuenca del caño Santoya se registraron concentraciones entre <10 mg/L en el punto SANTOYA_CL_01, para ambas épocas, y, 381 mg/L en el punto SANTOYA_CLE_02 durante época seca. Este último resultado está relacionado con el comportamiento de la laguna en la época seca donde al disminuir la entrada de agua y por ende el nivel de la laguna, suele haber resuspención de sólidos. El decreto único reglamentario 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro.  **Figura 3.2.5-326 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del caño Santoya en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Turbiedad	Para la época de lluvia, en la microcuenca del caño Santoya se obtuvieron concentraciones desde 15,30 NTU en el punto SANTOYA_CL_02, hasta 90,70 NTU en el punto SANTOYA_CLE_01. Ahora bien, para la época seca, al igual que el comportamiento evidenciado en el parámetro de SST, los valores incrementaron considerablemente en los puntos SANTOYA_CL_02 y SANTOYA_CLE_02, siendo este último el único punto que supera el límite estipulado de 190 NTU, esto evidencia una condición particular en este punto ubicado sobre la laguna Santaya, el cual tiene una afinidad a retener sólidos en suspensión durante la época seca, y aumentar así sus niveles de turbiedad. Por otro lado, el artículo 2.2.3.3.9.10 referente a los criterios de calidad para la preservación de flora y fauna, determina que no debe presentarse turbiedad en el cuerpo de agua que interfiera con la actividad fotosintética, los puntos monitoreados cumplen con este criterio.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Santoya
Turbiedad	 **Figura 3.2.5-327 Turbiedad de las muestras de la microcuenca del caño Santoya en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	Durante la época de lluvia y seca, los parámetros de acidez, alcalinidad total y bicarbonatos registraron para la totalidad de los puntos monitoreados en la microcuenca del caño Santoya valores inferiores al límite de cuantificación del método de análisis implementado por el laboratorio MCS (<2 mg $CaCO_3$/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no estipula límites máximos permisibles para estos parámetros. No obstante, según lo establecido en la Resolución 2115 de 2007, se admite una alcalinidad máxima de 200 mg/L y una acidez no mayor a 60 mg/L para agua para consumo humano. Criterios cumplidos por los cuerpos de agua monitoreados.
Dureza total y Dureza Cálcica	La dureza cálcica y la dureza total, en la época de lluvia y seca, para los puntos de muestreo del caño Santoya reportaron valores con un límite inferior al de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio MCS (<3 mg/L $CaCo_3$). Estos valores permiten clasificar el agua de la microcuenca del caño como "Blanda". A nivel normativo, el Decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente complemento del EIA (2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10).
Grasas y Aceites e Hidrocarburos totales	La totalidad de los puntos monitoreados en la microcuenca del caño Santaya, durante la época de lluvia y la época seca, registraron concentraciones inferiores al límite de detección de los métodos analíticos utilizados por el laboratorio MCS (<1,40 mg/L) tanto para el parámetro de grasas y aceites como para hidrocarburos totales. A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, no fijan límites para estos parámetros, pero si establecen que no se deben presentar películas visibles de grasas y aceites flotantes. Teniendo en cuenta lo anterior, los puntos monitoreados cumplen con este criterio.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Santoya
Sulfatos	Para la época de lluvia y la época seca, todos los puntos monitoreados en la microcuenca del caño Santoya registraron valores inferiores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<5 mg SO_4^{2-}/L). Los resultados evidencian cumplimiento a nivel normativo al límite establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (400 mg SO_4^{2-}/L), es decir que cumple con los criterios para uso doméstico.
Cloruros	Las concentraciones de cloruros en la totalidad de los puntos en la microcuenca del caño Santoya en ambas épocas climáticas presentaron concentraciones inferiores a 4,00 mg Cl-/L (límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio). Todos cumplen con el límite máximo permisible (250 mg/L) establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015.
Color de la muestra en UPC	Para la época de lluvia, los resultados oscilaron entre 5 UPC en los puntos SANTOYA_CL_01 y SANTOYA_CL_02, hasta 9 UPC en el punto SANTOYA_CLE_02. Para la época seca, los valores incrementan considerablemente, en especial en el punto SANTOYA_CLE_02. que reportó 127 UPC superando el límite permisible del artículo establecido en el artículo 2.2.3.3.9.3 (75 UPC). A su vez, todos los puntos durante la época seca superan el límite del art. 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (20 UPC).  **Figura 3.2.5-328 Color de las muestras de la microcuenca del caño Santoya en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Fenoles totales	Los fenoles totales, durante ambas épocas climáticas registraron en la totalidad de puntos muestreados valores inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio MCS para su determinación (<0,002 mg/L), cumpliendo plenamente con el criterio de calidad estipulado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 del Decreto 1076 de 2015, e indicando que los cuerpos de agua no presentan afectación por parte de estos compuestos.
Material Flotante	Los puntos no reportaron presencia de materiales flotantes. A nivel normativo, los artículos comparables del Decreto 1076 de 2015 no fijan límites máximos permisibles para este parámetro, pero si establecen que no se deben presentar materiales flotantes, criterio que se cumple.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Santoya
Olor y sabor	La totalidad de puntos de monitoreo se han reportado como "Aceptable". Los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros.
Nitratos y Nitritos	Para época de lluvia, los Nitratos registraron una concentración promedio de 0,15 mg/L, y, en la época seca, registraron una concentración promedio de 0,16 mg/L. En cuanto a los Nitritos este parámetro reportó concentraciones inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada para su determinación por el laboratorio MCS (<0,0100 mg N-NO2/L) en la totalidad de puntos muestreados tanto para época de lluvia como para época seca. Al comparar estas concentraciones frente a los límites estipulados en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto único reglamentario 1076 de 2015 (1 mg/L para nitritos y 10 mg/L para nitratos), se comprueba que en los dos casos existe cumplimiento frente a la normatividad ambiental.  **Figura 3.2.5-329 Nitratos de las muestras de la microcuenca del caño Santoya en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Nitrógeno Amoniacal y Nitrógeno total Kjeldahl	En la época de lluvia y en época seca, la totalidad de los puntos registró valores <1 mg/L, valor correspondiente al límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio MCS. A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. También se monitoreo durante ambas épocas la concentración de Nitrógeno total Kjeldahl, que registró una concentración igual al límite cuantificable establecido por la técnica de análisis empleada por el laboratorio MCS (<5,00 mg N/L) en la totalidad de puntos de monitoreo evaluados. Es importante mencionar que el parámetro descrito no se encuentra regulado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.6, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8, 2.2.3.3.9.9 y 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Santoya
Compuestos de Fósforo: Orgánico, inorgánico, ácido hidrolizable total, fósforo Total, y fósforo reactivo total - Ortofosfatos	Para las ambas épocas, la totalidad de puntos en la microcuenca del caño Santoya registraron una concentración de fósforo orgánico, fósforo total, fósforo ácido hidrolizable total y fósforo reactivo total, de <0,150 mg/L (límite de cuantificación de la técnica analítica empleada en el laboratorio MCS). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. Para el fósforo inorgánico, la totalidad de puntos en la microcuenca del caño Santoya reportaron valores menores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<0,1 mg/L). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro.
Carbono Orgánico Total	Para la época de lluvia, las concentraciones de carbono orgánico oscilaron entre 2,31 mg/L en el punto SANTOYA_CL_01, y 2,79 mg/L en los puntos SANTOYA_CL_02 y SANTOYA_CLE_02. Para la época seca, el COT registró concentraciones entre <2 mg/L (límite utilizado por el laboratorio para su análisis) en los puntos SANTOYA_CL_01 y SANTOYA_CL_02, hasta 9 mg/L en el punto SANTOYA_CLE_02. El Decreto 1076 de 2015 no presenta límites permisibles para estos parámetros, por lo cual no es posible compararlo con la normatividad.  **Figura 3.2.5-330 Carbono Orgánico Total de las muestras de la microcuenca del caño Santoya en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
DBO_5 y DQO	Para la época de lluvia, la totalidad de puntos en la microcuenca del caño Santoya reportaron valores menores al límite de cuantificación del parámetro DBO_5 (<2 mg/L), mientras que para época seca, los puntos SANTOYA_CLE_01 y SANTOYA_CLE_02 reportaron 8 mg/L y 11 mg/L respectivamente. En cuanto al parámetro DQO, el comportamiento es el mismo, para toda la época de lluvias registra concentraciones inferiores a 20 mg/L, mientras que, en los mismos dos puntos anteriores registra 26 mg/L y 29 mg/L respectivamente. A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no presentan límites permisibles para estos parámetros, por lo cual no es posible compararlo con la normatividad.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Santoya
DBO_5 y DQO	 **Figura 3.2.5-331 DBO5 y DQO de las muestras de la microcuenca del caño Santoya en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Metales, no metales y Metaloides	Los parámetros arsénico total, bario total, cadmio total, cobre total, cromo total, níquel total, plata total, selenio total, berilio, cobalto, estaño, litio, molibdeno, mercurio, plomo, y vanadio presentaron en la casi la mayoría de los puntos de monitoreo en época de lluvia y en época seca concentraciones inferiores a los límites de cuantificación de los respectivos métodos analíticos empleados por el laboratorio; por lo cual la totalidad de los puntos monitoreados cumplen con los límites normativos establecidos para cada metal y metaloide en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015. En el caso del zinc, en la totalidad de los puntos tomados en época de lluvia se reportan concentraciones inferiores al límite de cuantificación (0,02 mg/L); sin embargo, para la época seca, el punto SANTOYA_CL_02 reportó una concentración igual a 0,05 mg/L, los otros puntos siguieron reportando concentraciones <0,02 mg/L. Al comparar los resultados contra el límite máximo permisible por el artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 (0,01 mg/L), se observa que el punto SANTOYA_CL_02 sobrepasa el límite, además los demás valores registrados son catalogados como "indeterminados" al ser menores que el límite de detección de la técnica analítica suada por el laboratorio. En cuanto al calcio total, magnesio total, potasio y sodio totales, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros, además estos iones no representan algún tipo de riesgo, pues se considera como normal su presencia en los ecosistemas acuáticos debido al lavado del suelo, las rocas y el lecho de los cuerpos de agua. El aluminio total registro concentraciones <0,5 mg/L (límite de detección utilizado por el laboratorio) en la totalidad de los puntos tomados en época de lluvia, y, en la mayoría de los puntos en época seca, el punto SANTOYA_CL_02 fue el único que reportó un valor mayor, igual a 1,40 mg/L. Los artículos 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.6 del Decreto 1076 de 2015 establecen cómo límite normativo una concentración de 5,0 mg/L, por lo tanto, los valores registrados en la totalidad de los puntos en la microcuenca del caño Santoya dan cumplimiento al límite establecido en la normatividad.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Santoya
Metales, no metales y Metaloides	El hierro total, en la época de lluvia, presentó una concentración en un rango de 0,29 mg/L en el punto SANTOYA_CL_01, a 2,0 mg/L en el punto SANTOYA_CLE_02; en la época seca, las concentraciones oscilaron entre 0,22 mg/L en el punto SANTOYA_CL_01, y, 6,02 mg/L en el punto SANTOYA_CLE_02, este último valor, es el único que supera el límite establecido en el artículo 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015.

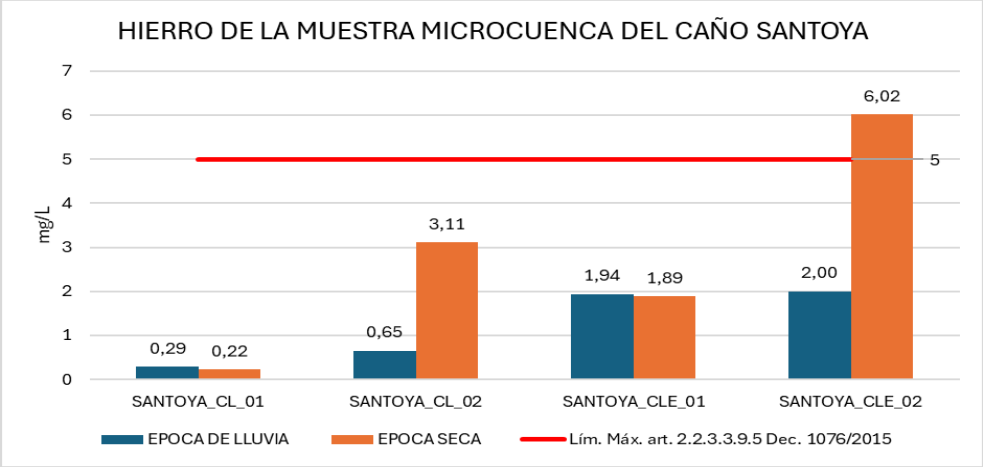


Figura 3.2.5-332 Hierro de las muestras de la microcuenca del caño Santoya en época de lluvia y época seca

Fuente: Gessig S.A.S 2025

En la época de lluvia, el manganeso registró concentraciones entre <0,02 mg/L hasta 0,06 mg/L en el punto SANTOYA_CLE_02. Para la época seca, se evidencia un leve aumento en las concentraciones de los puntos, donde el valor más alto se presentó en el punto SANTOYA_CL_02 con un valor de 0,12 mg/L. Con respecto al límite establecido por el artículo 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015 (0,2 mg/L), la totalidad de los puntos cumplen con la normatividad.

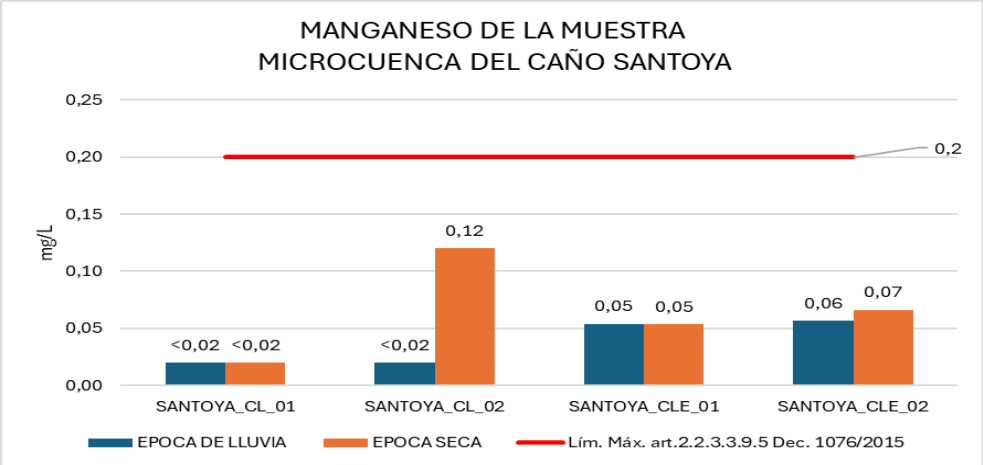
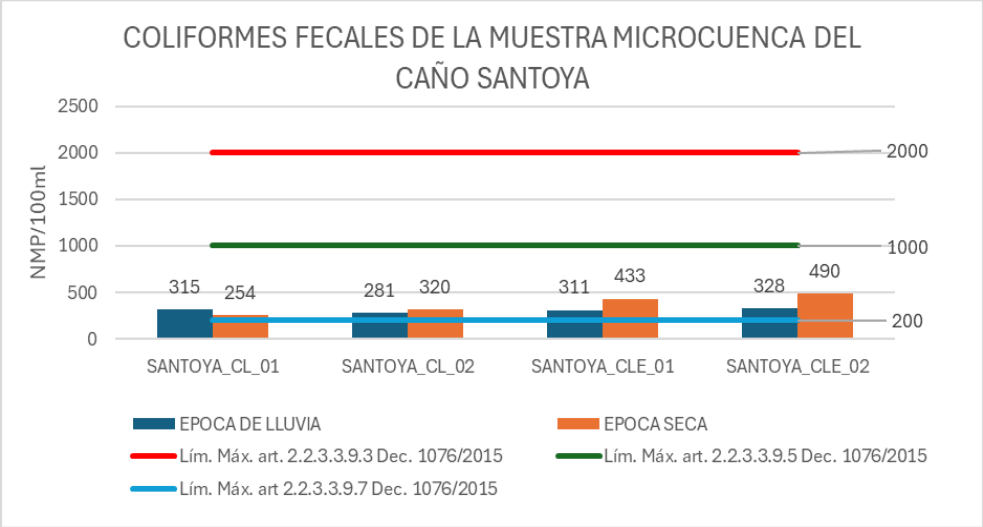
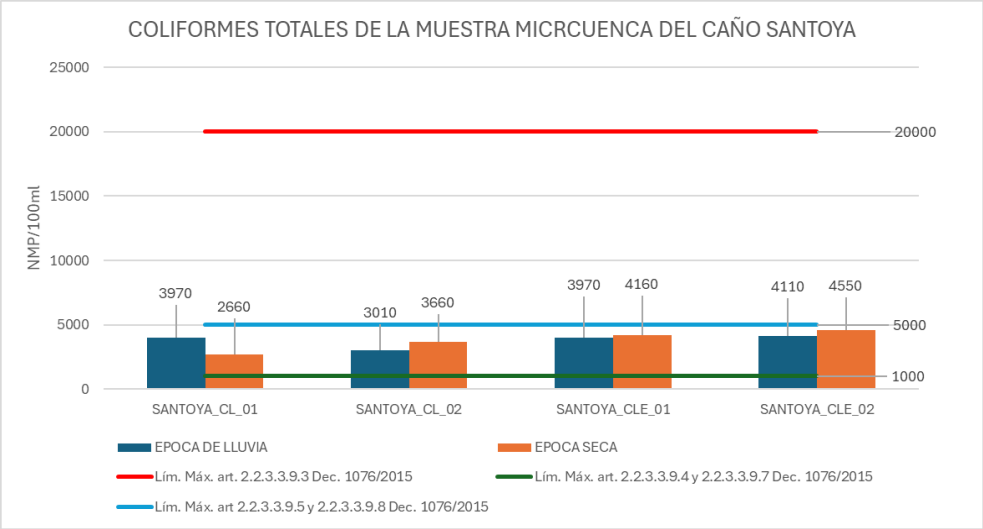


Figura 3.2.5-333 Manganeso de las muestras de la microcuenca del caño Santoya en época de lluvia y época seca

Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Santoya
Coliformes Fecales Termotolerantes	En la época de lluvia, las coliformes fecales termotolerantes registraron concentraciones entre 281 NMP/100mL en el punto SANTOYA_CL_02, y, 328 NMP/100mL en el punto SANTOYA_CLE_02; a su vez, durante la época seca las concentraciones obtenidas se mantuvieron en un rango entre los 254 NMP/100mLen el punto SANTOYA_CL_01, y, 490 NMP/100mL, en el punto SANTOYA_CLE_02. A nivel normativo, todos los puntos de la microcuenca del caño Santoya cumplen con los límites de los artículos 2.2.3.3.9.3 (2000 NMP/100ml), y, 2.2.3.3.9.5 (1000 NMP/100ml), sin embargo, todos superan el límite del art. 2.2.3.3.9.7 (200 NMP/100ml).  **Figura 3.2.5-334 Coliformes Fecales Termotolerantes de las muestras de la microcuenca del caño Santoya en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Coliformes totales	Los valores de concentración para coliformes totales en la microcuenca del caño Santoya estuvieron en un rango de 3010 NMP/100mL (SANTOYA_CL_02) hasta 4110 NMP/100mL (SANTOYA_CLE_02) para la época de lluvia. Para la época seca, nuevamente el SANTOYA_CLE_02 obtuvo el mayor valor registrado igual a 4550 NMP/100mL. A nivel normativo, se observó cumplimiento de los límites máximos permisibles del Decreto 1076 de 2015 establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 (20000 NMP/100mL), 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.8 (5000 NMP/100mL), mientras que todos los puntos superan el límite máximo del artículo 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 (1000 NMP/100ml).

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Santoya
Coliformes totales	 **Figura 3.2.5-335 Coliformes Totales de las muestras de la microcuenca del caño Santoya en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Huevos de Helmintos	Los huevos de Helmintos presentaron para la totalidad de los puntos de monitoreo durante la época de lluvia y la época seca concentraciones menores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio (<1 huevo/L). Adicionalmente, en la normativa de referencia no se estipula ningún límite permisible en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 aplicables.
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	Para los monitoreos realizado en época de lluvia y en época seca se obtuvieron concentraciones en el límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio para su determinación (<0,200 mg LAS/L), en la totalidad de los puntos evaluados, los resultados indican que no se presenta ningún tipo de afectación derivada de la presencia de estos compuestos. De igual forma, se cumple a cabalidad con el límite máximo permisible contemplado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.8 del Decreto 1076 de 2015 (0,5 mg LAS/L).
Pesticidas órgano-fosforados	Para los monitoreos en época de lluvia y época seca la totalidad de puntos muestreados en la microcuenca del caño Santoya presentaron concentraciones inferiores al límite mínimo de cuantificación establecida por la respectiva técnica analítica empleada en el laboratorio para su determinación (<0,00001 mg/L en época de lluvia, y, <0,00020 mg/L en época seca). Por lo anterior, es posible afirmar que hay ausencia de dicho compuesto en las muestras de agua analizadas, concluyendo así que la calidad del agua de estos ecosistemas acuáticos no ha sido afectada por vertimientos de fuentes exógenas que contengan este tipo de compuesto.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Santoya
Caudal	Se realizó el aforo de caudal aguas arriba (SANTOYA_CL_01) y aguas abajo (SANTOYA_CL_02) del caño Santoya, los mayores valores de caudal se registraron en el punto SANTOYA_CL_02 en las dos épocas hidroclimáticas analizadas, registrando un caudal máximo en época de lluvia igual a 2390 L/s.

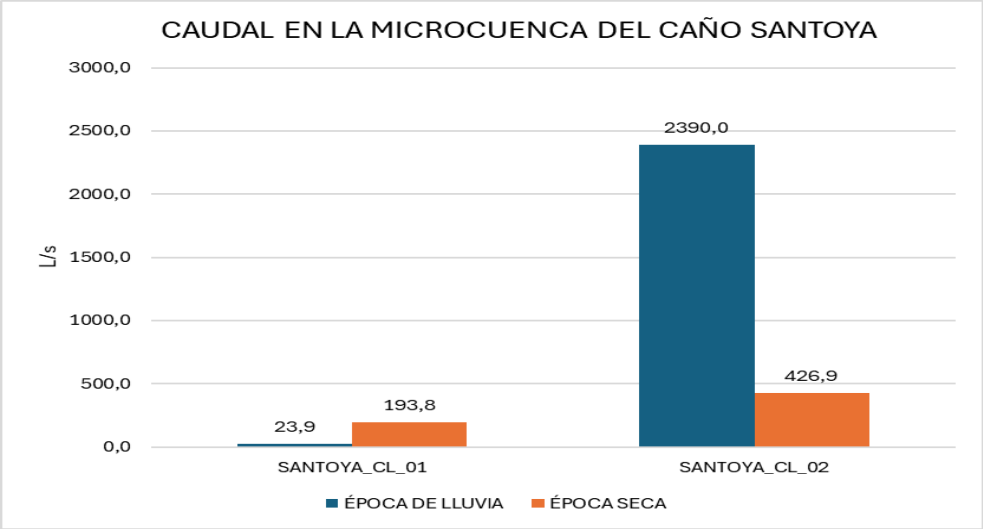


Figura 3.2.5-336 Caudal de las muestras de la microcuenca del caño Santoya en época de lluvia y época seca

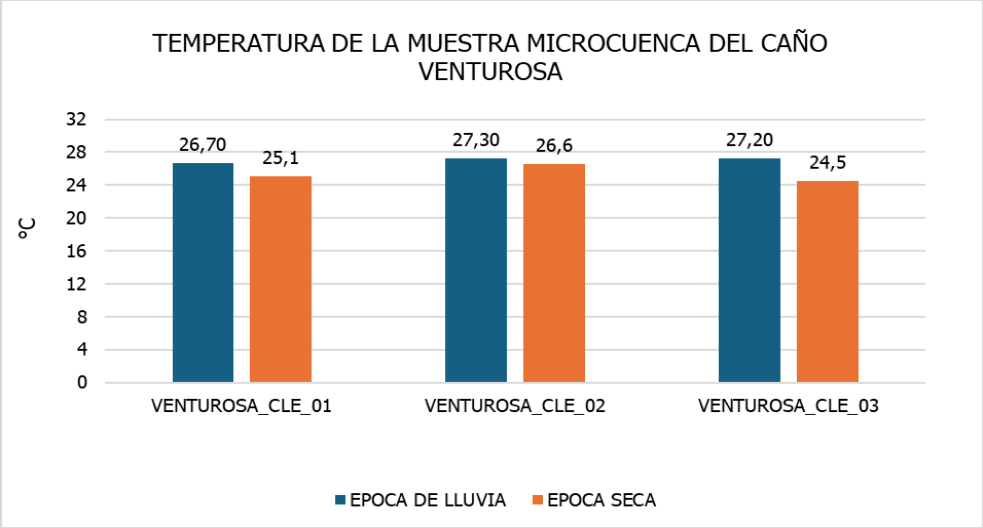
Fuente: Gessig S.A.S., 2025

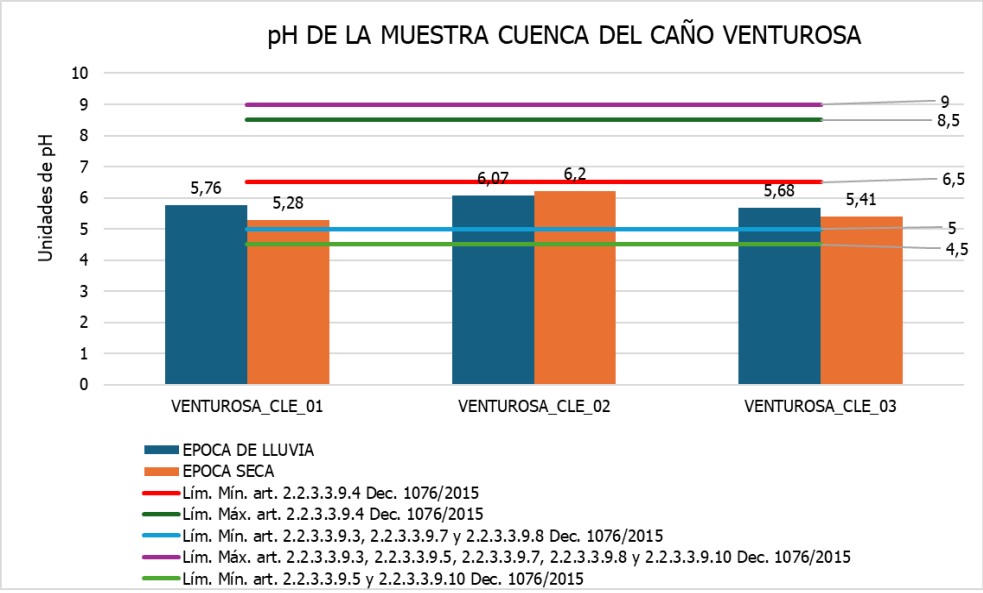
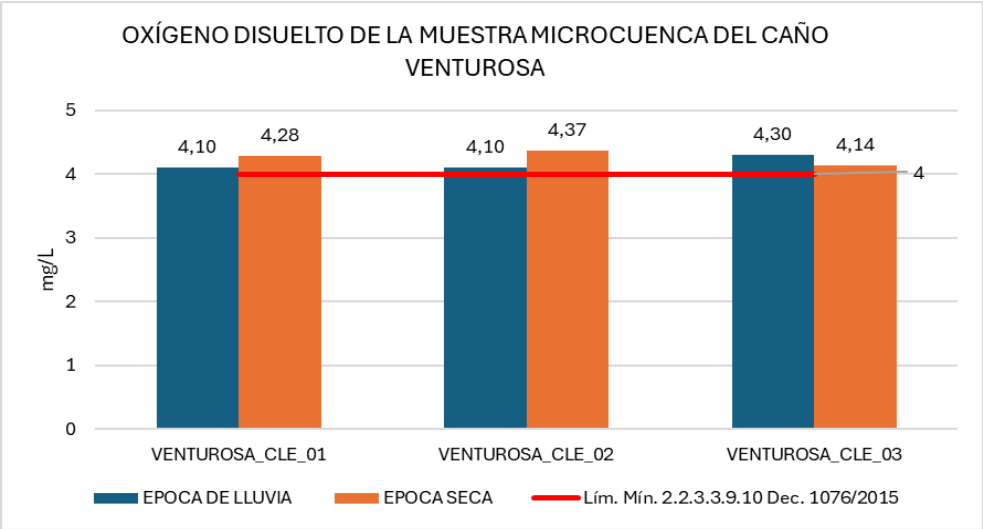
Fuente: Gessig S.A.S., 2025, adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

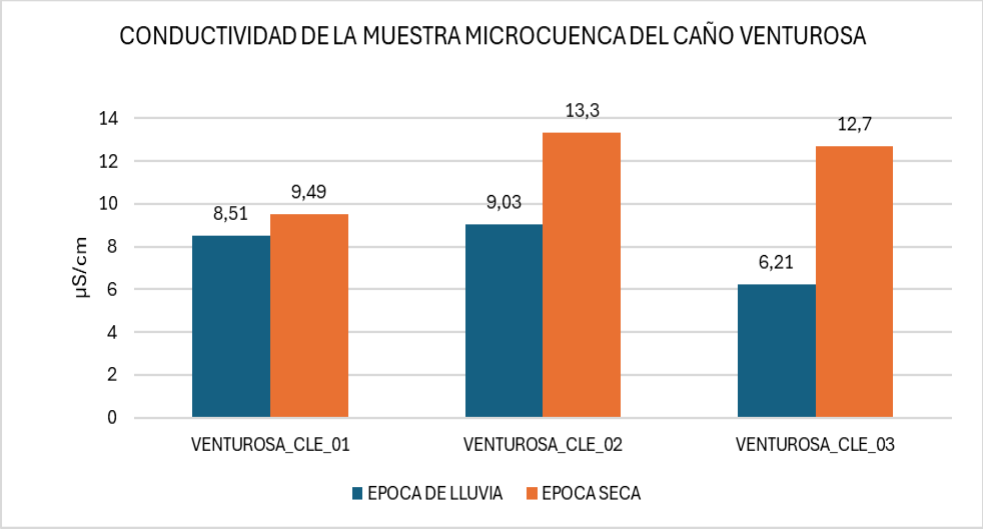
- *Microcuenca del caño Venturosa*

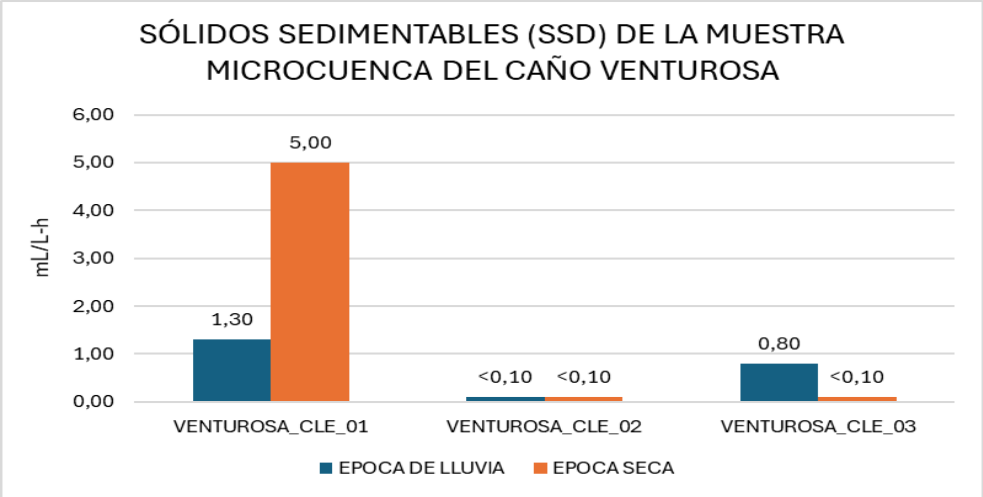
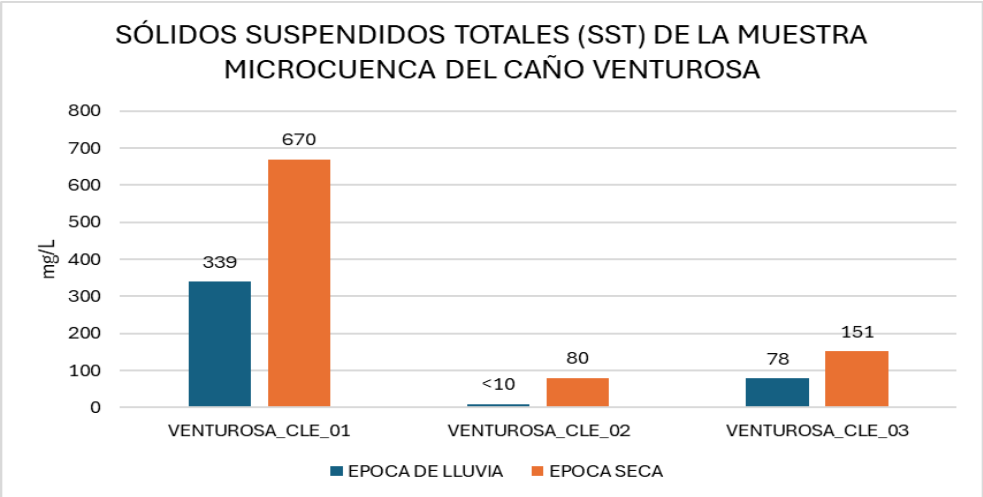
En la microcuenca del caño Venturosa se realizó el monitoreo de calidad de agua en los puntos VENTUROSA_CLE_01, VENTUROSA_CLE_02, y, VENTUROSA_CLE_03, ubicados sobre la laguna Venturosa, durante la época de lluvia y la época seca. En la **Tabla 3.2.5-49** se presenta el análisis de cada parámetro monitoreado. Para ver más información, detallada y en forma gráfica, remitirse al **Anexo 3.2-5_Calidad_ASUP** donde se presentan los informes de laboratorio, reportes de laboratorio, soportes de campo, certificados de calibración, resoluciones de acreditación y registro fotográfico.

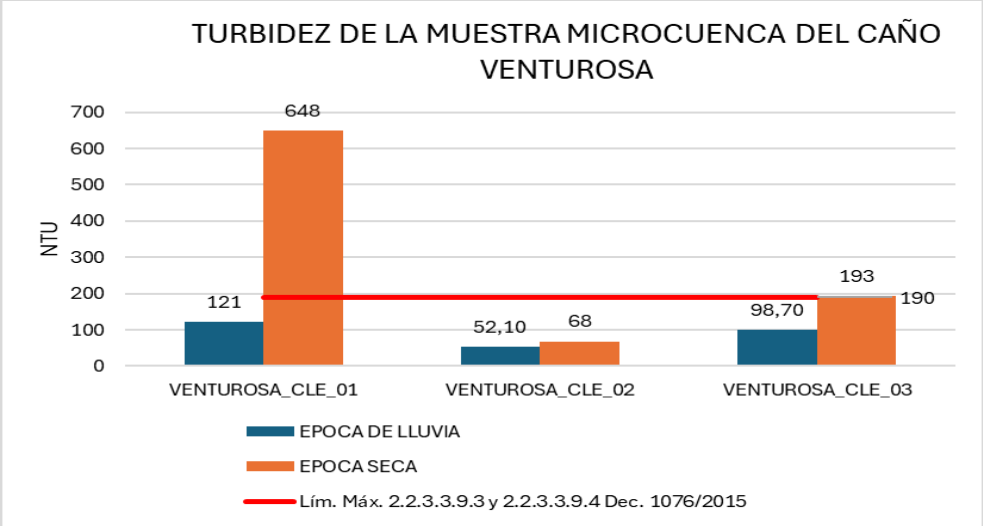
Tabla 3.2.5-49 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca del caño Venturosa durante la época de lluvia y época seca

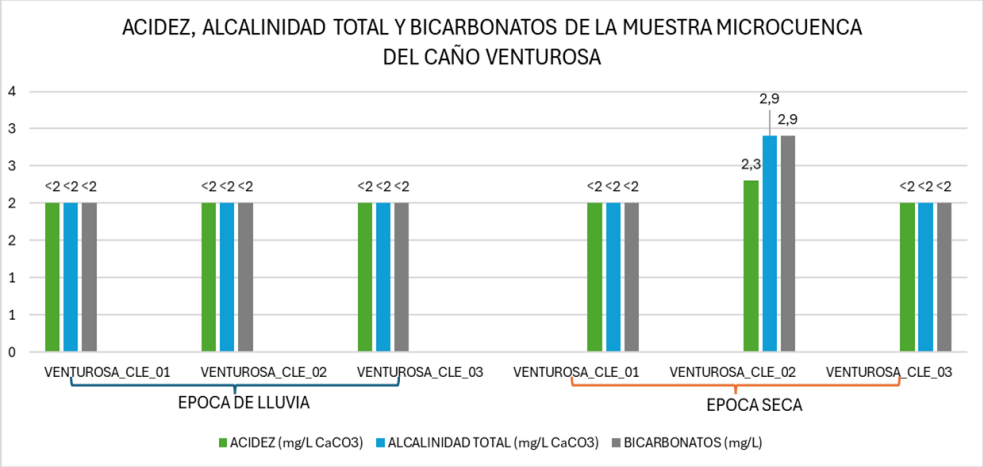
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Venturosa
Temperatura	Durante la época de lluvia el punto VENTUROSA_CLE_01 registró el menor valor con 26,7 °C y para la época seca, el punto VENTUROSA_CLE_03 registró la menor temperatura igual a 24,5°C. En cuestión de temperaturas máximas, el punto VENTUROSA_CLE_02 registró una temperatura de 27,3°C en la época de lluvia, y 26,6 °C. Los resultados de temperatura de la muestra evidencian un comportamiento térmico normal donde el intercambio de energía entre el sistema atmosférico y el cuerpo de agua se regula, debido a que la temperatura ambiente fue superior a la temperatura del agua.  **Figura 3.2.5-337 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño Venturosa en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
pH	Para La época de lluvia los puntos muestreados en la microcuenca del caño Venturosa presentaron un pH con valores que oscilan entre 5,68 unidades (VENTUROSA_CLE_03), y 6,07 unidades (VENTUROSA_CLE_02), reflejando un estado ligeramente ácido del agua. Para la época seca, el máximo registrado fue en el punto VENTUROSA_CLE_02 con 6,2 unidades de pH, y el mínimo en el punto VENTUROSA_CLE_01 con 5,28 unidades de pH. Se evidencia que la totalidad de los puntos de monitoreo refieren cumplimiento respecto a los límites establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8 y 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, los cuales establecen un rango entre 4,5 a 9,0 unidades. Sin embargo, ninguno de los puntos muestreados cumple con el límite permisible del artículo 2.2.3.3.9.4 (6,5 a 8,5 unidades).

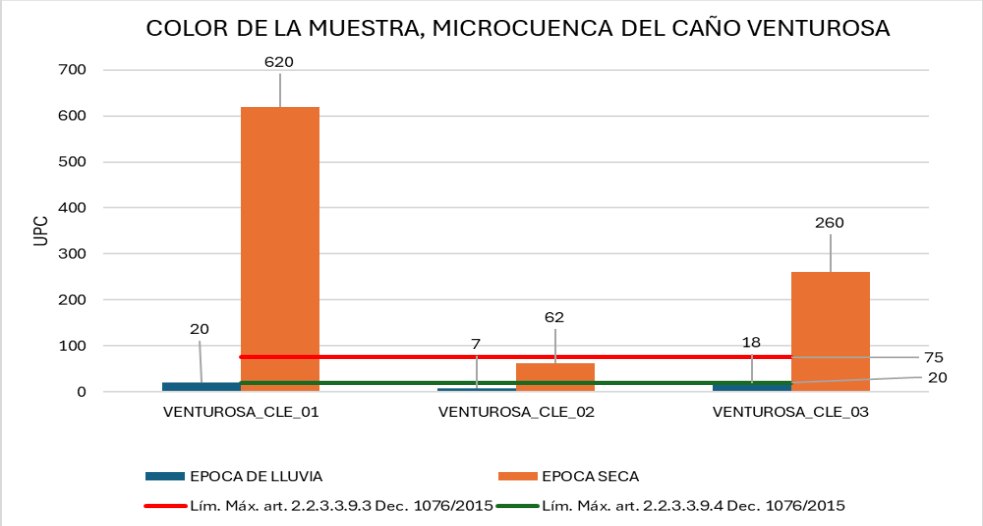
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Venturosa
pH	 **Figura 3.2.5-338 pH de las muestras de la microcuenca del caño Venturosa en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Oxígeno Disuelto (OD)	La totalidad de los puntos en época de lluvia y época seca evidenciaron un buen nivel de oxígeno disuelto, todos los valores cumplieron con el límite mínimo establecido por el artículo 2.2.3.3.10 del Decreto 1076 de 2015, referente a los criterios de calidad para la preservación de flora y fauna en aguas cálidas dulces (4 mg/L).  **Figura 3.2.5-339 Oxígeno Disuelto (OD) de las muestras de la microcuenca del caño Venturosa en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025

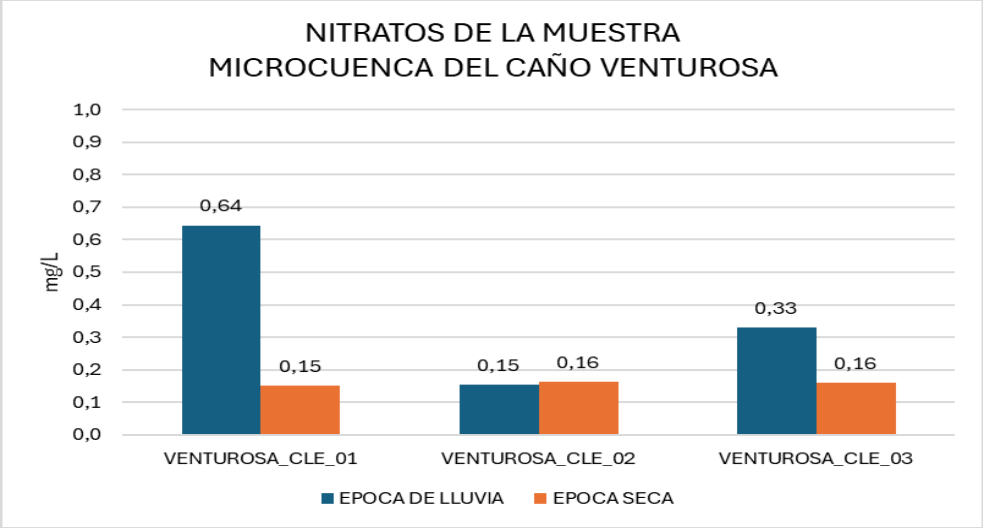
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Venturosa
Conductividad Eléctrica	Durante la época de lluvia la conductividad eléctrica en los puntos de monitoreo del caño Venturosa osciló entre 6,21 µS/cm en el punto VENTUROSA_CLE_03, a 8,51 en el punto VENTUROSA_CLE_01. Para la época seca, las concentraciones incrementaron, registrando el mayor incremento en el punto VENTUROSA_CLE_02 con 13,3 µS/cm y el menor con 9,49 µS/cm en el punto VENTUROSA_CLE_01. Los valores se relacionan con un grado de mineralización "Muy débil" al registrar conductividades menores a los 100 µS/cm según los rangos propuestos por Rodier (1996). Es importante aclarar que en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del decreto único reglamentario 1076 del 2015, no se estipulan máximos permisibles para este parámetro.  **Figura 3.2.5-340 Conductividad Eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño Venturosa en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	En la microcuenca del caño Venturosa todos los puntos muestreados en época de lluvia y en la época seca reportaron concentraciones inferiores a 30 mg/L el cual es el límite de detección del método de cuantificación utilizado por el laboratorio. El decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente estudio (2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.5).
Sólidos Sedimentables (SSD)	Para la época de lluvia y la época seca, la mayoría de los puntos de la microcuenca del caño Venturosa reportaron concentraciones inferiores a 0,10 mL/L-h (límite de detección del método de cuantificación utilizado por el laboratorio MCS). El punto que registró las mayores concentraciones de sólidos sedimentables fue el VENTUROSA_CLE_01 con 5,00 mL/L-h en época seca, y, 1,30 mL/L-h en época de lluvia. En cuanto a la normatividad ambiental, el Decreto 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para SSD.

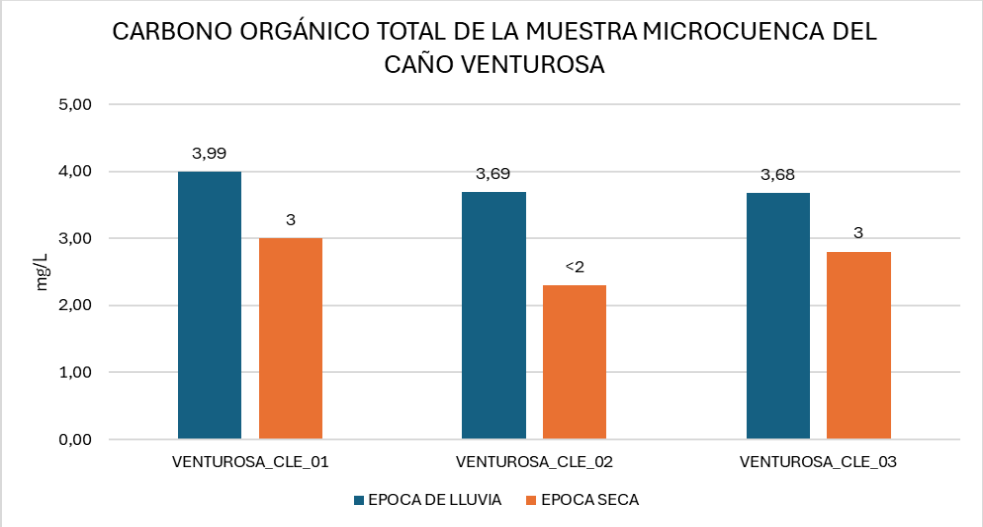
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Venturosa
Sólidos Sedimentables (SSD)	 **Figura 3.2.5-341 Sólidos sedimentables de las muestras de la microcuenca del caño Venturosa en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	El parámetro de sólidos suspendidos totales se refiere a las partículas más densas que se encuentran en el agua con un tamaño mayor a 0,2 µm, y que se mantienen suspendidas dentro de ella; aquellos sólidos pueden incluir material orgánico como microorganismos o algas, y principalmente material inorgánico como limos, arcillas, entre otros (IDEAM, 2007). En la microcuenca del caño Venturosa se registraron concentraciones de <10 mg/L en el punto VENTUROSA_CLE_02 en época de lluvia, hasta 670 mg/L (época seca), y 339 mg/L (época de lluvia) en el punto VENTUROSA_CLE_01. El decreto único reglamentario 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro.  **Figura 3.2.5-342 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del caño Venturosa en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025

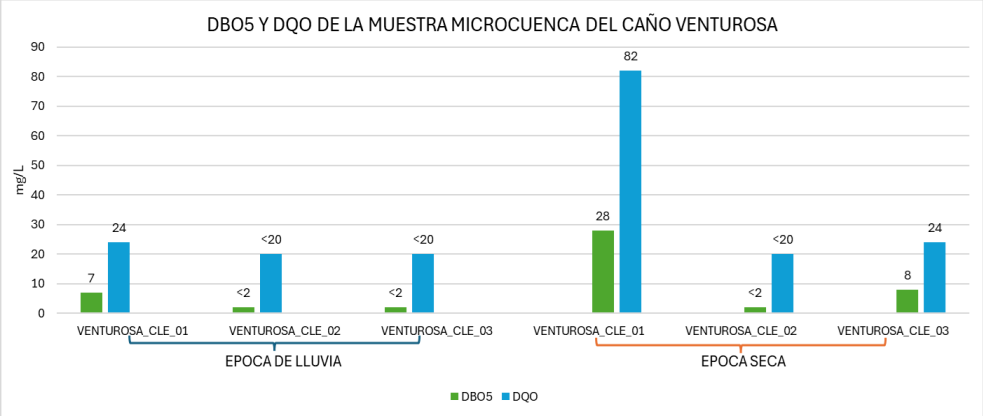
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Venturosa
Turbiedad	Para la época de lluvia, en la microcuenca del caño Venturosa se obtuvieron concentraciones desde 52,10 NTU en el punto VENTUROSA_CLE_02, hasta 121 NTU en el punto VENTUROSA_CLE_01. Ahora bien, para la época seca, en el punto VENTUROSA_CLE_01 se registró el máximo con 648 NTU, y en VENTUROSA_CLE_02 se registró el mínimo con 68 NTU. Estos valores son coherentes con la concentración de SST registrada. A nivel normativo, casi todos los puntos cumplen con el límite del art. 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, que establece un límite máximo permisible de 10 UJT (Unidades de turbidez Jackson) basadas en el antiguo método Jackson que equivale a 190 NTU. Los puntos VENTUROSA_CLE_01 y VENTUROSA_CLE_03 en época seca, son aquellos que superan el límite de 190 NTU. Adicionalmente, el artículo 2.2.3.3.9.10 referente a los criterios de calidad para la preservación de flora y fauna, determina que no debe presentarse turbiedad en el cuerpo de agua que interfiera con la actividad fotosintética, los puntos monitoreados cumplen con este criterio.  **Figura 3.2.5-343 Turbiedad de las muestras de la microcuenca del caño Venturosa en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	Durante la época de lluvia, la acidez, alcalinidad total y bicarbonatos registraron para la totalidad de los puntos monitoreados en la microcuenca del caño Venturosa valores inferiores al límite de cuantificación del método de análisis implementado por el laboratorio MCS (<2 mg $CaCO_3$/L). Por otro lado, en la época seca, los puntos VENTUROSA_CLE_01, y VENTUROSA_CLE_03, siguieron registrando valores inferiores a 2 mg/L para los parámetros de acidez, alcalinidad total y bicarbonatos; el único punto que reportó concentraciones superiores al límite de detección del laboratorio fue el VENTUROSA_CLE_02, el cual registró una concentración de 2,3 mg/L para acidez, y 2,9 mg/L para alcalinidad total y bicarbonatos.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Venturosa
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no estipula límites máximos permisibles para estos parámetros. No obstante, según lo establecido en la Resolución 2115 de 2007, se admite una alcalinidad máxima de 200 mg/L y una acidez no mayor a 60 mg/L para agua para consumo humano. Criterios cumplidos por los cuerpos de agua monitoreados.  **Figura 3.2.5-344 Acidez, Alcalinidad Total y Bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del caño Venturosa en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Dureza total y Dureza Cálcica	La dureza cálcica y la dureza total, en la época de lluvia, para todos los puntos de muestreo del caño Venturosa reportaron valores inferiores al límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio MCS (<3 mg/L $CaCo_3$). En cuanto a la época seca, los valores mantuvieron el mismo comportamiento en los puntos VENTUROSA_CLE_01, y VENTUROSA_CLE_03 reportando concentraciones inferiores al límite de cuantificación, a excepción del punto VENTUROSA_CLE_02, el cual a pesar de registrar <3 mg/L para el parámetro de dureza cálcica, para el parámetro de dureza total presentó un valor igual a 4 mg/L. El nivel de dureza del agua se clasifica como "Blanda". A nivel normativo, el Decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente complemento del EIA (2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10).
Grasas y Aceites e Hidrocarburos totales	La totalidad de los puntos monitoreados en la microcuenca del caño Venturosa, durante la época de lluvia y la época seca, registraron concentraciones inferiores al límite de detección de los métodos analíticos utilizados por el laboratorio MCS (<1,40 mg/L) tanto para el parámetro de grasas y aceites como para hidrocarburos totales. A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, no fijan límites para estos parámetros, pero si establecen que no se deben presentar películas visibles de grasas y aceites flotantes. Teniendo en cuenta lo anterior, los puntos monitoreados cumplen con este criterio.
Sulfatos	Para la época de lluvia y la época seca, todos los puntos monitoreados en la microcuenca del caño Venturosa registraron valores inferiores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<5 mg SO_4^{2-}/L). Los resultados evidencian cumplimiento a nivel normativo al límite establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (400 mg SO_4^{2-}/L), es decir que cumple con los criterios para uso doméstico.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Venturosa
Cloruros	Las concentraciones de cloruros en la totalidad de los puntos en la microcuenca del caño Venturosa en ambas épocas climáticas presentaron concentraciones inferiores a 4,00 mg Cl-/L (límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio). Todos cumplen con el límite máximo permisible (250 mg/L) establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015.
Color de la muestra en UPC	Los valores de concentraciones de SST y turbiedad influyen en la coloración de las muestras de agua, para la época de lluvia, los resultados oscilaron entre 7 UPC en el punto VENTUROSA_CLE_02 hasta 20 UPC en el punto VENTUROSA_CLE_01. Para la época seca, los valores reportados incrementaron considerablemente a comparación de la época anterior, los valores estuvieron entre 62 UPC en el punto VENTUROSA_CLE_02, y 620 UPC en el punto VENTUROSA_CLE_01. De acuerdo con los resultados reportados, durante la época seca, todos los puntos se encuentran encima del límite permisible del artículo 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (20 UPC), y, los puntos VENTUROSA_CLE_01 y VENTUROSA_CLE_03 en época seca superan el límite permisible establecido en el artículo 2.2.3.3.9.3 (75 UPC).  **Figura 3.2.5-345 Color de las muestras de la microcuenca del caño Venturosa en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Fenoles totales	Los fenoles totales, durante ambas épocas climáticas registraron en la totalidad de puntos muestreados valores inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio MCS para su determinación (<0,002 mg/L), cumpliendo plenamente con el criterio de calidad estipulado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 del Decreto 1076 de 2015, e indicando que los cuerpos de agua no presentan afectación por parte de estos compuestos.
Material Flotante	Los puntos no reportaron presencia de materiales flotantes. A nivel normativo, los artículos comparables del Decreto 1076 de 2015 no fijan límites máximos permisibles para este parámetro, pero si establecen que no se deben presentar materiales flotantes, criterio que se cumple.
Olor y sabor	La totalidad de puntos de monitoreo se han reportado como "Aceptable". Los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Venturosa
Nitratos y Nitritos	Para época de lluvia, los Nitratos registraron concentraciones comprendidas entre 0,15 mg/L (VENTUROSA_CLE_02), y 0,64 mg/L (VENTUROSA_CLE_01). Del mismo modo, para la época seca las concentraciones estuvieron en un rango entre 0,15 mg/L (VENTUROSA_CLE_01) y 0,16 mg/L (VENTUROSA_CLE_02 y VENTUROSA_CLE_03). En cuanto a los Nitritos este parámetro reportó concentraciones inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada para su determinación por el laboratorio MCS (<0,0100 mg N-NO2/L) en la totalidad de puntos muestreados para época de lluvia y época seca. Al comparar estas concentraciones frente a los límites estipulados en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto único reglamentario 1076 de 2015 (1 mg/L para nitritos y 10 mg/L para nitratos), se comprueba que en los dos casos existe cumplimiento frente a la norma.  **Figura 3.2.5-346 Nitratos de las muestras de la microcuenca del caño Venturosa en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Nitrógeno Amoniacal y Nitrógeno total Kjeldahl	En la época de lluvia y en época seca, la totalidad de los puntos registró valores <1 mg/L, valor correspondiente al límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio MCS. A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. También se monitoreo durante ambas épocas la concentración de Nitrógeno total Kjeldahl, que registró una concentración igual al límite cuantificable establecido por la técnica de análisis empleada por el laboratorio MCS (<5,00 mg N/L) en la totalidad de puntos de monitoreo evaluados. Es importante mencionar que el parámetro descrito no se encuentra regulado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.6, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8, 2.2.3.3.9.9 y 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Venturosa
Compuestos de Fósforo: Orgánico, inorgánico, ácido hidrolizable total, fósforo Total, y fósforo reactivo total - Ortofosfatos	Para ambas épocas, la totalidad de puntos en la microcuenca del caño Venturosa registraron una concentración de fósforo orgánico de <0,150 mg/L (límite de cuantificación de la técnica analítica empleada en el laboratorio MCS). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. Para el fósforo inorgánico, la totalidad de puntos en la microcuenca del caño Venturosa reportaron valores menores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<0,1 mg/L). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. En cuanto al fósforo total, y fósforo ácido hidrolizable total, la totalidad de los puntos en la microcuenca del caño Venturosa registraron valores inferiores a 0,150 mg/L (límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. Para la microcuenca del caño Venturosa la totalidad de los puntos en el parámetro fósforo reactivo total que es equivalente a ortofosfatos, registraron valores de <0,150 mg P/L (límite de cuantificación de la técnica analítica empleada en el laboratorio). Cabe señalar que, a nivel normativo los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del decreto 1076 de 2015 contemplados en el presente estudio no presentan límites máximos permisibles para estos parámetros.
Carbono Orgánico Total	Para la época de lluvia, los puntos monitoreados en la microcuenca del caño Venturosa registraron concentraciones entre 3,68 mg/L en el punto VENTUROSA_CLE_03, y 3,99 mg/L en el punto VENTUROSA_CLE_01. Para la época seca, los valores reportados fueron <2 mg/L en el punto VENTUROSA_CLE_02, hasta 3 mg/L en los puntos VENTUROSA_CLE_01 y VENTUROSA_CLE_03. El Decreto 1076 de 2015 no presenta límites permisibles para estos parámetros, por lo cual no es posible compararlo con la normatividad.  **Figura 3.2.5-347 Carbono Orgánico Total de las muestras de la microcuenca del caño Venturosa en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Venturosa
DBO_5 y DQO	La Demanda Biológica de oxígeno registró concentraciones entre el límite de cuantificación del parámetro (<2 mg/L), y 7 mg/L en el punto VENTUROSA_CLE_01 (en época de lluvia), y 28 mg/L en el punto VENTUROSA_CLE_01 (en época seca). La Demanda Química de oxígeno registró concentraciones entre <20 mg/L (límite de determinación del parámetro usado por el laboratorio), y, 24 mg/L en el punto VENTUROSA_CLE_01 (en época de lluvia), y, 82 mg/L en el punto VENTUROSA_CLE_01 (en época seca). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no presentan límites permisibles para estos parámetros, por lo cual no es posible compararlo con la normatividad.  **Figura 3.2.5-348 DBO_5 y DQO de las muestras de la microcuenca del caño Venturosa en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Metales, no metales y Metaloides	Los parámetros arsénico total, bario total, cadmio total, cobre total, cromo total, níquel total, plata total, selenio total, berilio, cobalto, estaño, litio, molibdeno, mercurio, plomo, zinc, y vanadio presentaron en la casi la mayoría de los puntos de monitoreo en época de lluvia y en época seca concentraciones inferiores a los límites de cuantificación de los respectivos métodos analíticos empleados por el laboratorio; por lo cual la totalidad de los puntos monitoreados cumplen con los límites normativos establecidos para cada metal y metaloide en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015. En cuanto al calcio total, magnesio total, potasio y sodio totales, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros, además estos iones no representan algún tipo de riesgo, pues se considera como normal su presencia en los ecosistemas acuáticos debido al lavado del suelo, las rocas y el lecho de los cuerpos de agua. El aluminio total registro concentraciones <0,5 mg/L (límite de detección utilizado por el laboratorio) en la totalidad de los puntos tomados en época de lluvia, y en la mayoría de los puntos en época seca, en la cual, sólo se reportó concentraciones superiores al límite de detección en el punto VENTUROSA_CLE_03, igual a 2,11 mg/L. Los artículos 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.6 del Decreto 1076 de 2015 establecen cómo límite normativo una concentración de 5,0 mg/L, por lo tanto, los valores registrados en los puntos dan cumplimiento al límite establecido en la normatividad.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Venturosa
Metales, no metales y Metaloides	El parámetro Hierro total, para la época de lluvia presentó una concentración en un rango de 2,30 mg/L (VENTUROSA_CLE_02) a 7,90 mg/L (VENTUROSA_CLE_01), siendo este último valor superior al límite establecido en el artículo 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015. Para la época seca, los puntos VENTUROSA_CLE_01 y VENTUROSA_CLE_03, registraron un aumento en la concentración de Hierro, registrando concentraciones de 27,10 mg/L y 10,20 mg/L, respectivamente, valores que se encuentran por encima del límite máximo permisible.

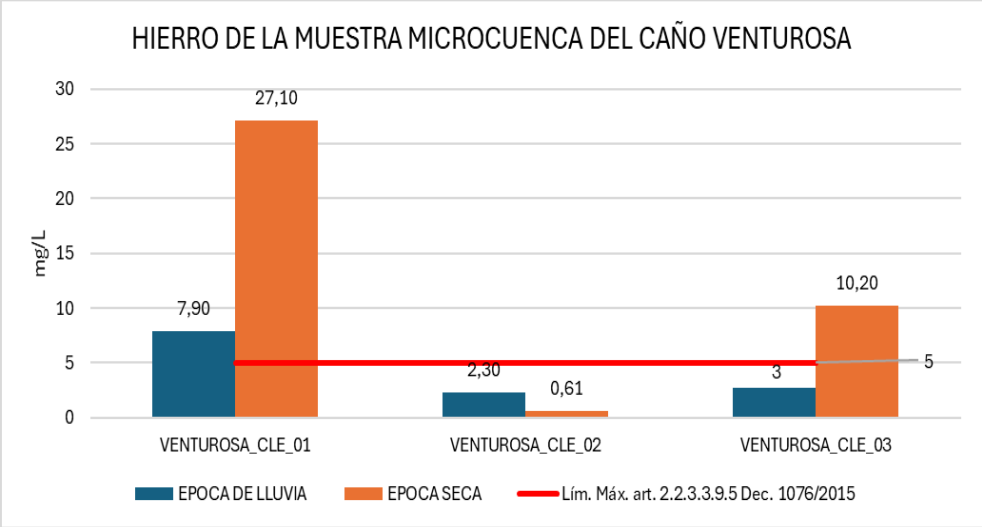


Figura 3.2.5-349 Hierro de las muestras de la microcuenca del caño Venturosa en época de lluvia y época seca

Fuente: Gessig S.A.S 2025

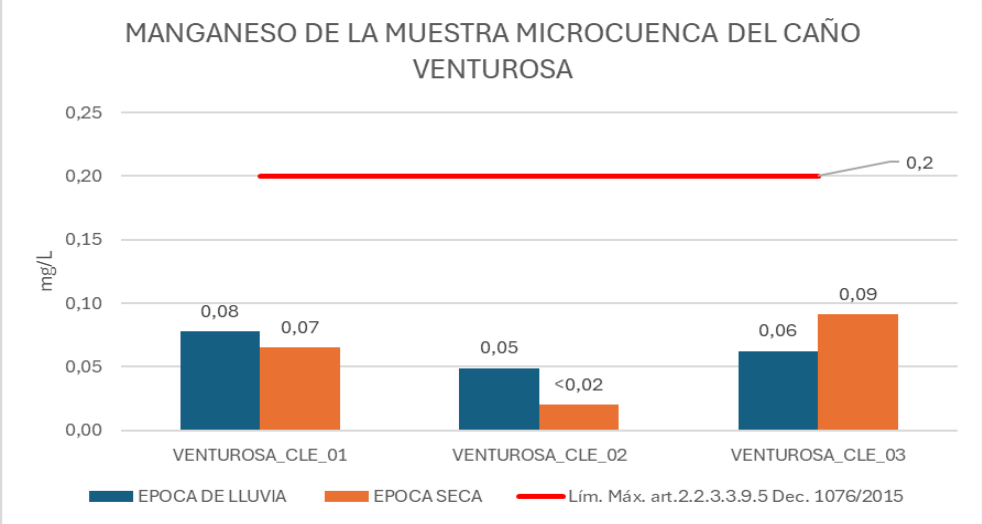
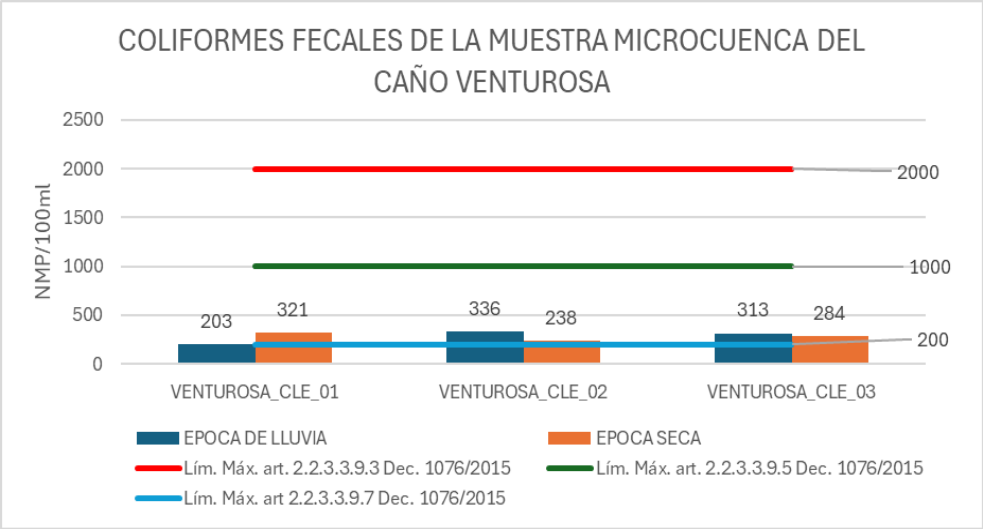
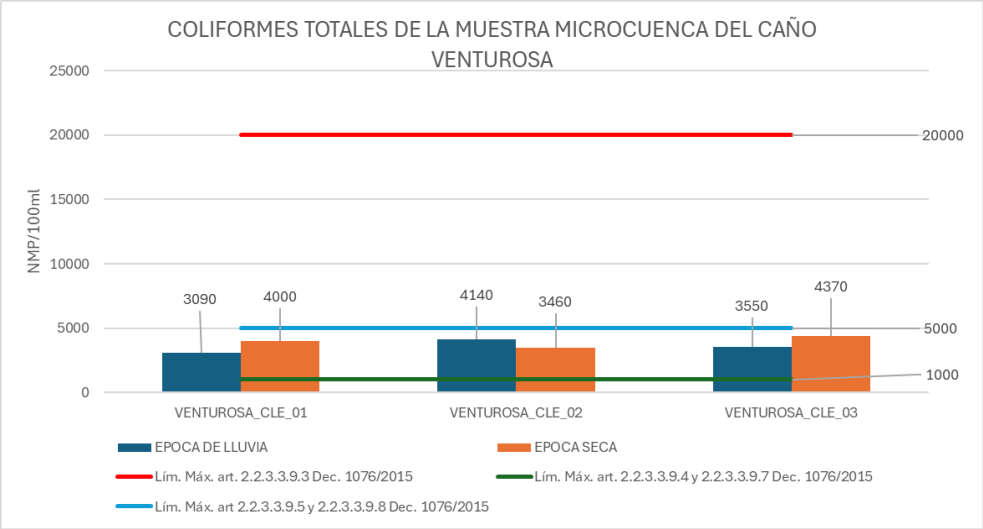


Figura 3.2.5-350 Manganeso de las muestras de la microcuenca del caño Venturosa en época de lluvia y época seca

Fuente: Gessig S.A.S 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Venturosa
Metales, no metales y Metaloides	En la época de lluvia, el manganeso registró el valor más alto en el punto VENTUROSA_CLE_01 con un valor de 0,08 mg Mn/L, mientras que, para la época seca, la concentración más alta se registró en el punto VENTUROSA_CLE_03 con un valor de 0,09 mg/L. Con respecto al límite establecido por el artículo 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015 (0,2 mg/L), la totalidad de los puntos presentan cumplimiento.
Coliformes Fecales Termotolerantes	En la época de lluvia, las coliformes fecales termotolerantes registraron concentraciones entre 203 NMP/100mL en el punto VENTUROSA_CLE_01, y 336 NMP/100mL en el punto VENTUROSA_CLE_02. Para la época seca las concentraciones obtenidas se mantuvieron en un rango entre los 238 NMP/100mL en el punto VENTUROSA_CLE_02, y 321 NMP/100mL, en el punto VENTUROSA_CLE_01. A nivel normativo, todos los puntos de la microcuenca del caño venturosa cumplen con los límites de los artículos 2.2.3.3.9.3 (2000 NMP/100ml), y, 2.2.3.3.9.5 (1000 NMP/100ml), sin embargo, todos superan el límite del art. 2.2.3.3.9.7 (200 NMP/100ml).  **Figura 3.2.5-351 Coliformes Fecales Termotolerantes de las muestras de la microcuenca del caño Venturosa en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Coliformes totales	Los valores de concentración para coliformes totales en la microcuenca del caño Venturosa estuvieron en un rango de 3090 NMP/100mL (VENTUROSA_CLE_01) hasta 4140 NMP/100mL (VENTUROSA_CLE_02) para la época de lluvia. Para la época seca, el punto VENTUROSA_CLE_02, obtuvo 3460 NMP/100ML, y el mayor valor registrado para la época seca fue de 4370 NMP/100mL en el punto VENTUROSA_CLE_03. A nivel normativo, se observó cumplimiento de los límites máximos permisibles del Decreto 1076 de 2015 establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 (20000 NMP/100mL), 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.8 (5000 NMP/100mL), mientras que todos los puntos superan el límite máximo del artículo 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 (1000 NMP/100ml).

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Venturosa
Coliformes totales	 **Figura 3.2.5-352 Coliformes Totales de las muestras de la microcuenca del caño Venturosa en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Huevos de Helmintos	Los huevos de Helmintos presentaron para la totalidad de los puntos de monitoreo durante la época de lluvia y la época seca concentraciones menores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio (< 1 huevo/L). Adicionalmente, en la normativa de referencia no se estipula ningún límite permisible en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 aplicables.
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	Para los monitoreos realizado en época de lluvia y en época seca se obtuvieron concentraciones en el límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio para su determinación (<0,200 mg LAS/L), en la totalidad de los puntos evaluados, los resultados indican que no se presenta ningún tipo de afectación derivada de la presencia de estos compuestos. De igual forma, se cumple a cabalidad con el límite máximo permisible contemplado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.8 del Decreto 1076 de 2015 (0,5 mg LAS/L).
Pesticidas órgano-fosforados	Para los monitoreos en época de lluvia y época seca la totalidad de puntos muestreados en la microcuenca del caño Venturosa presentaron concentraciones inferiores al límite mínimo de cuantificación establecida por la respectiva técnica analítica empleada en el laboratorio para su determinación (<0,00001 mg/L en época de lluvia, y, <0,00020 mg/L en época seca). Por lo anterior, es posible afirmar que hay ausencia de dicho compuesto en las muestras de agua analizadas, concluyendo así que la calidad del agua de estos ecosistemas acuáticos no ha sido afectada por vertimientos de fuentes exógenas que contengan este tipo de compuesto.
Caudal	Debido a que los puntos monitoreados corresponden a cuerpos de agua lénticos no se realizó aforo de caudal en la microcuenca de la Laguna Venturosa.

Fuente: Gessig S.A.S., 2025, adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

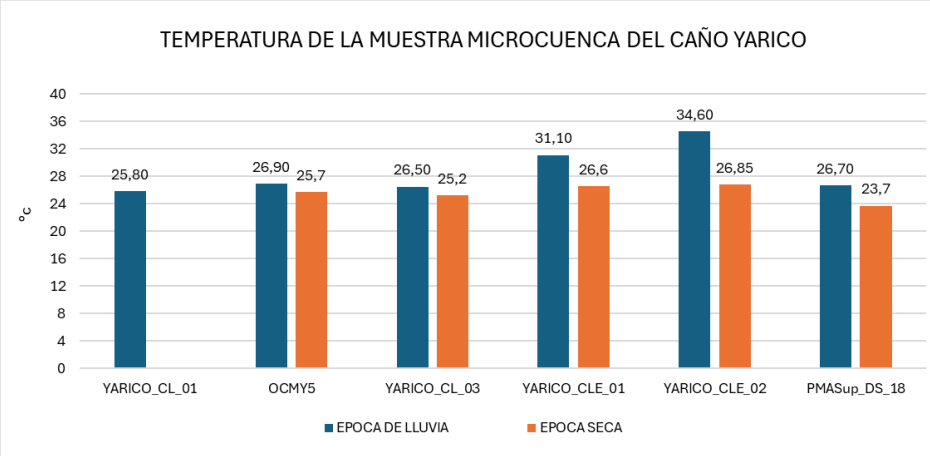
- *Microcuenca del caño Yarico*

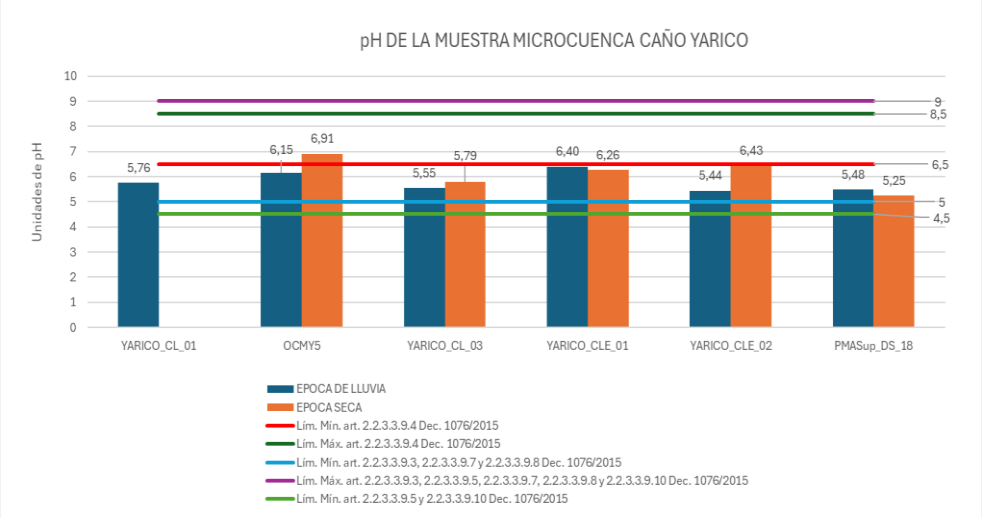
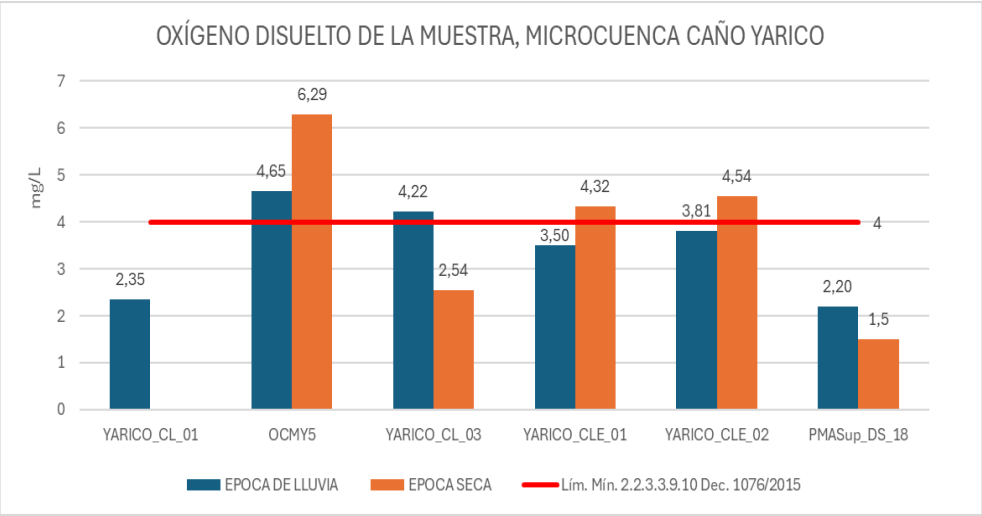
En la microcuenca del caño Yarico se realizó el monitoreo de calidad de agua en los puntos YARICO_CL_01, y, YARICO_CL_03, ubicados sobre el caño Yarico; los puntos YARICO_CLE_01, y, YARICO_CLE_02 ubicados sobre la laguna Yarico; el punto PMASUP_DS_18 ubicado sobre un drenaje intermitente; y, el punto de ocupación de cauce OCMY5 (YARICO_CL_02), durante la

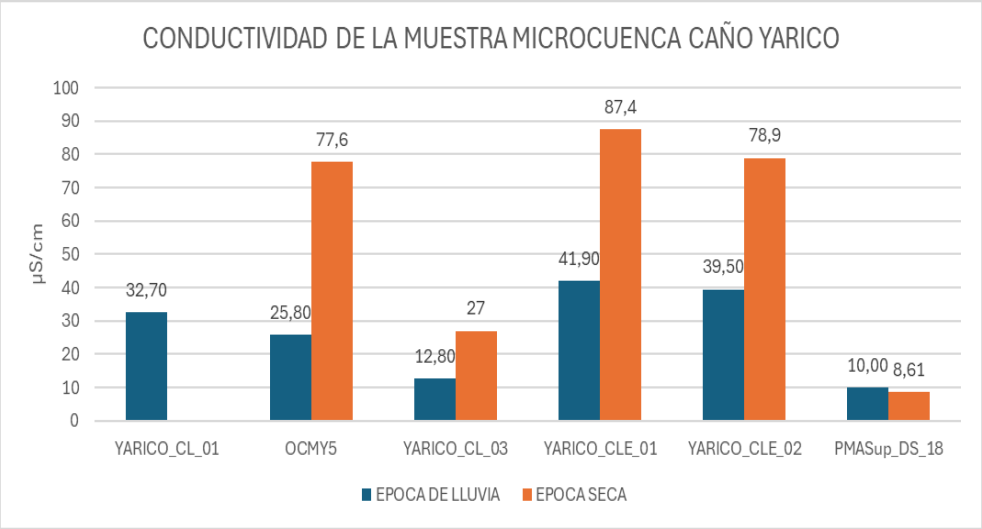
época de lluvia y la época seca. Cabe resaltar que, el punto YARICO_CL_01, se encontró seco al momento de realizar el monitoreo durante la época seca.

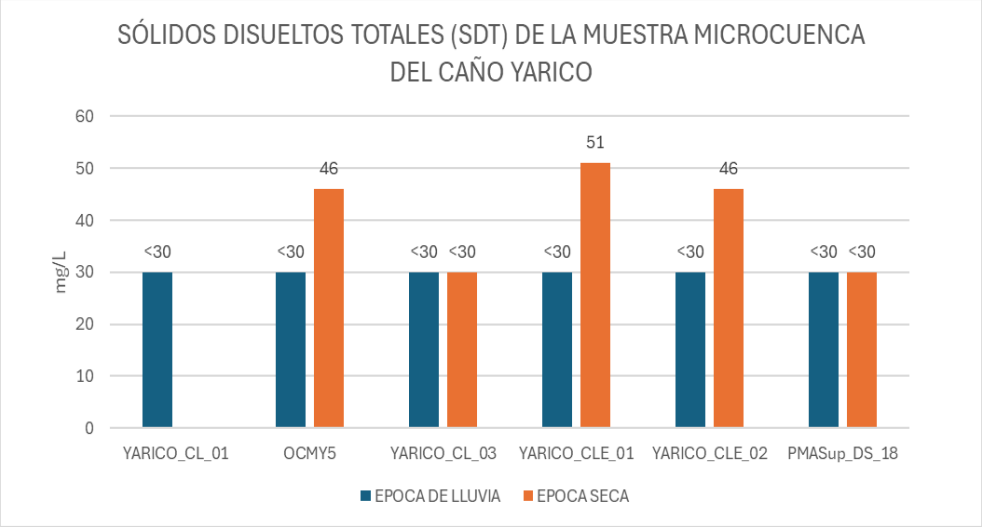
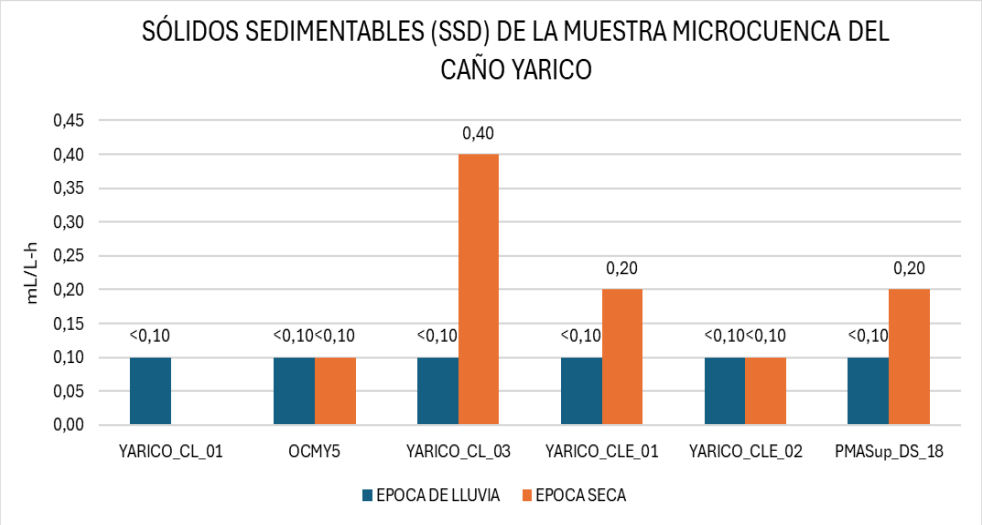
En la **Tabla 3.2.5-50** se presenta el análisis de cada parámetro monitoreado. Para ver más información, detallada y en forma gráfica, remitirse al **Anexo 3.2-5_Calidad_ASUP** donde se presentan los informes de laboratorio, reportes de laboratorio, soportes de campo, certificados de calibración, resoluciones de acreditación y registro fotográfico.

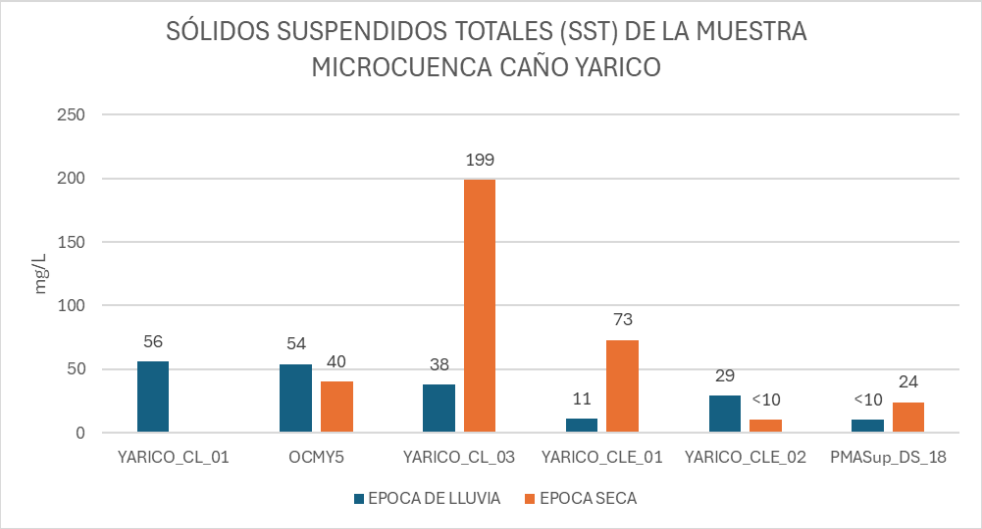
Tabla 3.2.5-50 Parámetros FQ y B muestreados en la microcuenca del caño Yarico durante la época de lluvia y época seca

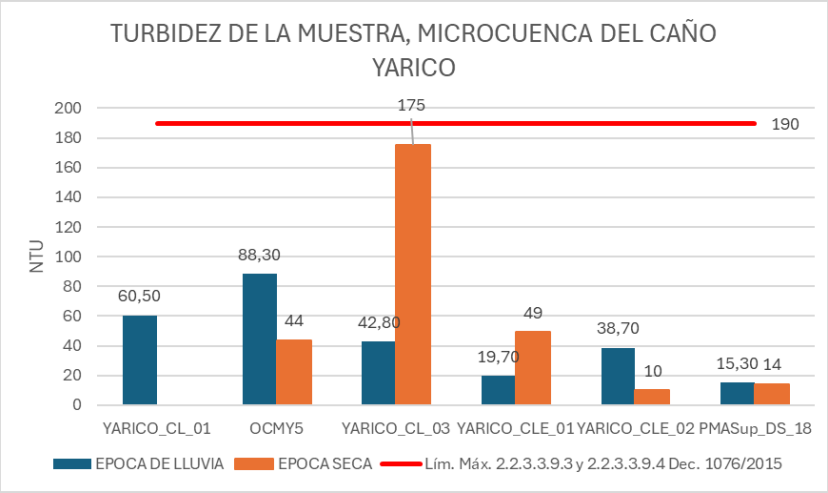
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Yarico
Temperatura	Esta microcuenca se caracteriza por presentar una temperatura promedio de 28,6°C en época de lluvia, y, 26,61°C en época seca, como se observa en la figura, la temperatura a lo largo de la microcuenca es constante y evidencia un comportamiento normal que permite el mantenimiento de los procesos biológicos al interior de los cuerpos de agua.  **Figura 3.2.5-353 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
pH	Los puntos monitoreados en el caño Yarico, reportaron para la época de lluvia, concentraciones entre 5,4 unidades en el punto YARICO_CLE_02 y 6,4 unidades en el punto YARICO_CLE_01. En época seca, las concentraciones oscilaron entre 5,25 unidades en el punto PMASup_DS_18, y 6,91 unidades en el punto OCMY5. Se evidencia que la totalidad de los puntos de monitoreo refieren cumplimiento respecto a los límites establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8 y 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, los cuales establecen un rango entre 4,5 a 9,0 unidades. Sin embargo, para el límite permisible del artículo 2.2.3.3.9.4 (6,5 a 8,5 unidades) que trata los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico, los puntos durante la época de lluvia no alcanzaron a cumplir el límite mínimo, y únicamente el punto OCMY5 lo cumple durante la época seca.

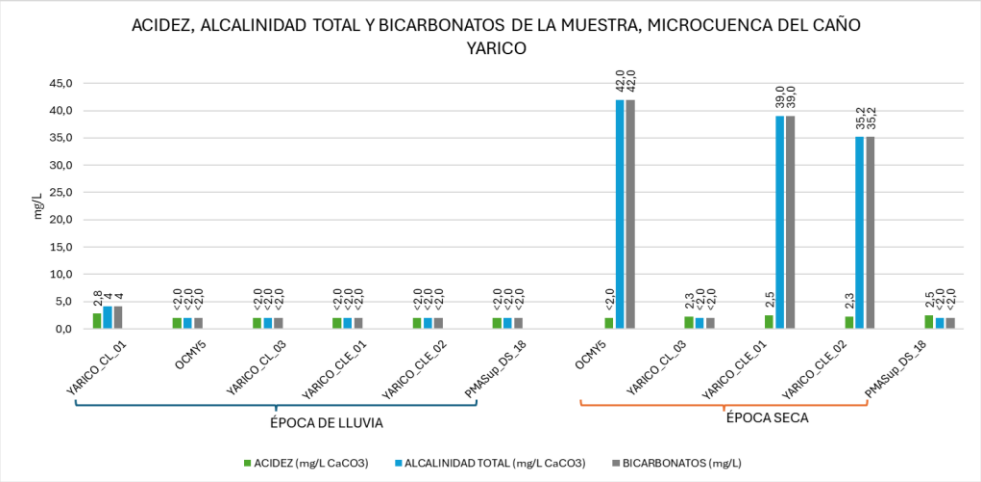
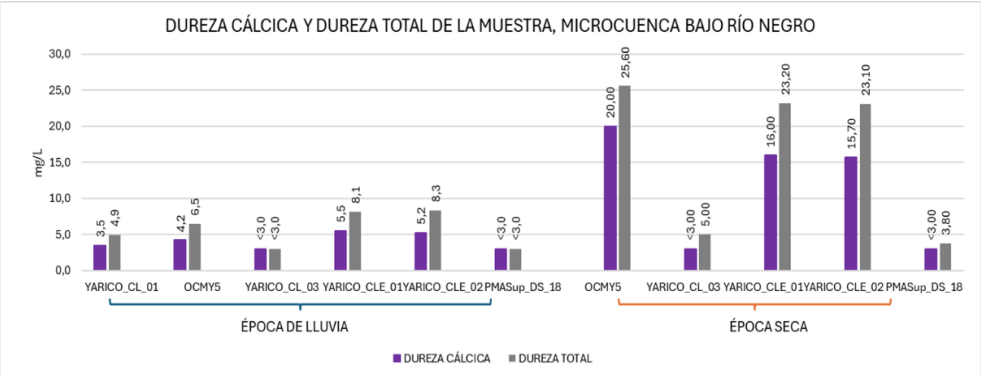
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Yarico
pH	 **Figura 3.2.5-354 pH de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Oxígeno Disuelto (OD)	En la época de lluvia, cuatro de los seis puntos en la microcuenca del caño Yarico presentaron niveles de OD inferiores a 4 mg/L (límite establecido por el Artículo 2.2.3.3.10 del Decreto 1076 de 2015), de forma que los únicos puntos en cumplir durante la época de lluvia fueron YARICO_CL_02 y YARICO_CL_03; mientras que, en la época seca, los valores de OD aumentaron en los puntos YARICO_CLE_01, YARICO_CLE_02, y OCMY5, cumpliendo con el límite min. referente a los criterios de calidad para la preservación de flora y fauna en aguas cálidas dulces. Por otro lado, el punto PMASup_DS_18 presenta un déficit de oxígeno disuelto en ambas épocas, lo que puede llevar a una menor biodiversidad y/o migración de organismos.  **Figura 3.2.5-355 Oxígeno Disuelto (OD) de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025

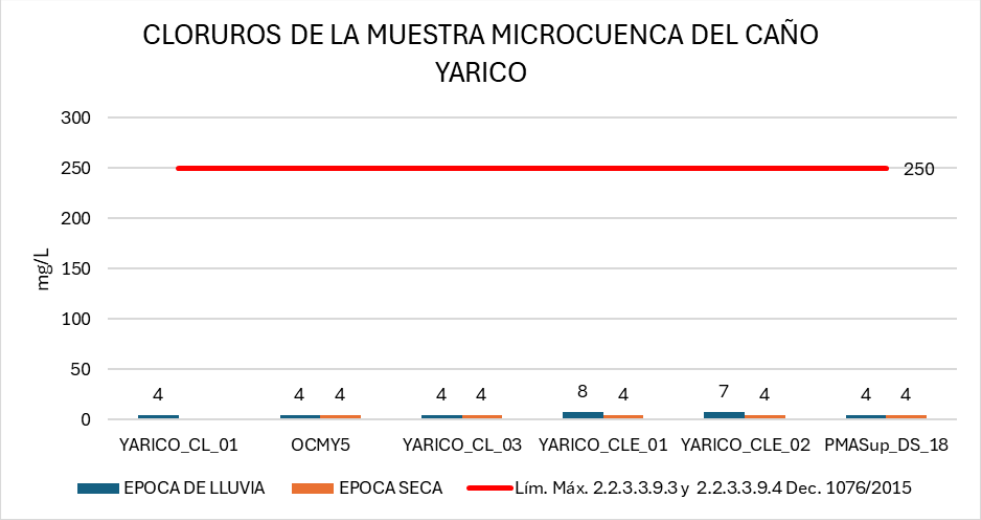
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Yarico
Conductividad Eléctrica	Durante la época de lluvia, la conductividad eléctrica en los puntos de monitoreo presentó concentraciones entre 10 µS/cm en el punto de ocupación de cauces PMASUP_DS_18 hasta 41,9 µS/cm en el punto YARICO_CLE_01. Durante la época seca, la conductividad osciló entre 8,61 µS/cm en el punto PMASup_DS_18, hasta 87,4 µS/cm en el punto YARICO_CLE_01. Los valores se relacionan con un grado de mineralización "Muy débil" al registrar conductividades menores a los 100 µS/cm según los rangos propuestos por Rodier (1996). Es importante aclarar que en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del decreto único reglamentario 1076 del 2015, no se estipulan máximos permisibles para este parámetro.  **Figura 3.2.5-356 Conductividad Eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	En la microcuenca del caño Yarico, todos los puntos muestreados en época de lluvia reportaron concentraciones inferiores a 30 mg/L, el cual es el límite de detección del método de cuantificación utilizado por el laboratorio. En tanto que, en la época seca, se registraron concentraciones entre <30 mg/L hasta 51 mg/L en el punto YARICO_CLE_01. El decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente estudio (2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.5).

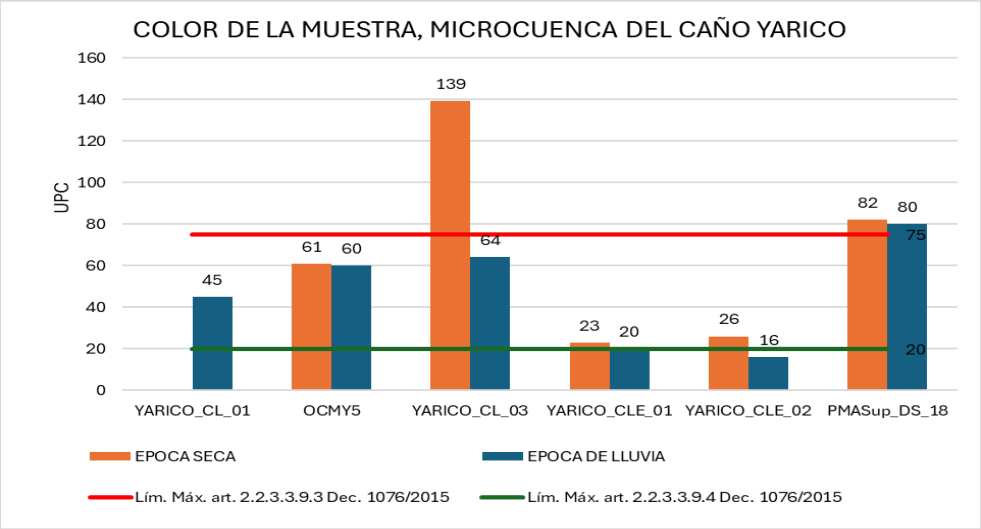
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Yarico
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	 **Figura 3.2.5-357 Sólidos disueltos totales de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Sólidos Sedimentables (SSD)	Para la época de lluvia, todos los puntos de la microcuenca del caño Yarico reportaron concentraciones inferiores a 0,10 mL/L-h (límite de detección del método de cuantificación utilizado por el laboratorio MCS). En cuanto a la época seca, se registraron concentraciones de SSD en los puntos PMASup_DS_18, YARICO_CLE_01, y, YARICO_CL_03, en este último punto, se registró la concentración máxima de sólidos sedimentables en la microcuenca, igual a a 0,40 mg/L. El Decreto 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro.  **Figura 3.2.5-358 Sólidos sedimentables de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025

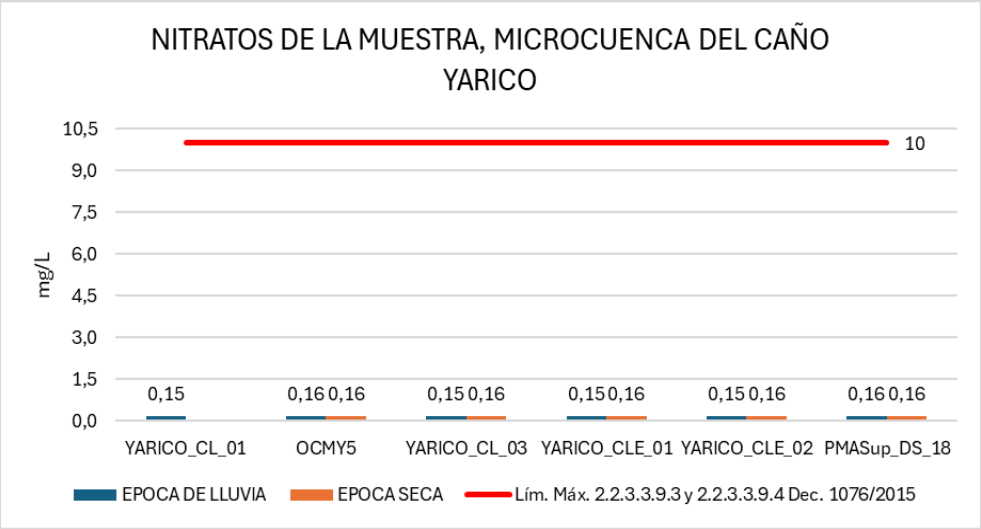
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Yarico
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	En la microcuenca del caño Yarico, durante la época de lluvia se registraron valores desde <10 mg/L (límite de cuantificación de la técnica analítica usada por el laboratorio MCS) en el punto PMASUP_DS_18, hasta 56 mg/L en el punto YARICO_CL_01, este último valor está relacionado con la deposición de sedimentos y materia orgánica en el cuerpo de agua lótico donde la velocidad del agua es baja. Para la época seca, las concentraciones estuvieron entre <10 mg/L en el punto YARICO_CLE_02, y, 199 mg/L en el punto YARICO_CL_03. El decreto único reglamentario 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro de calidad de agua.  **Figura 3.2.5-359 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Turbiedad	Para la época de lluvia, en la microcuenca del caño Yarico se obtuvieron concentraciones desde 15,3 NTU en el punto PMASUP_DS_18 hasta 88,3 NTU en el punto YARICO_CL_02; para la época seca, las concentraciones de turbiedad estuvieron entre 10 NTU en el punto YARICO_CLE_02, y, 175 NTU en el punto YARICO_CL_03, siendo este el valor máximo de turbidez registrado en toda la microcuenca. Los resultados de turbiedad demuestran coherencia con los resultados de Sólidos Suspendidos Totales. A nivel normativo, todos los puntos cumplen con el límite del art. 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, que establece un límite máximo permisible de 10 UJT (Unidades de turbidez Jackson) basadas en el antiguo método Jackson que equivale a 190 NTU. Adicionalmente, el artículo 2.2.3.3.9.10 referente a los criterios de calidad para la preservación de flora y fauna, determina que no debe presentarse turbiedad en el cuerpo de agua que interfiera con la actividad fotosintética, los puntos monitoreados cumplen con este criterio.

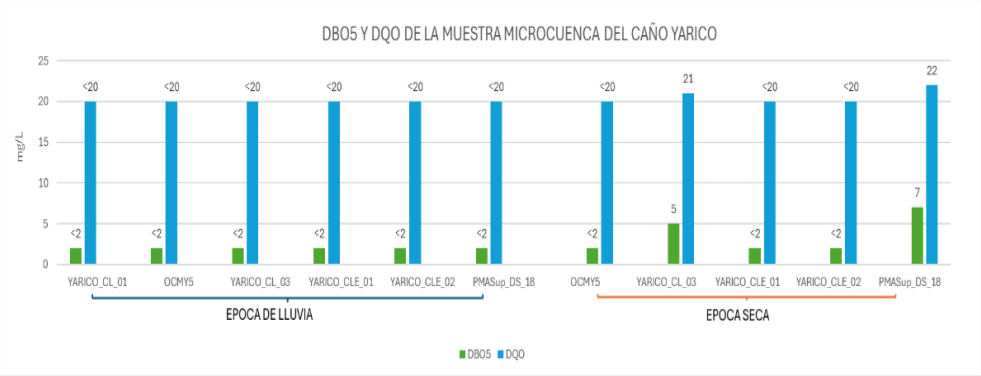
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Yarico
Turbiedad	 **Figura 3.2.5-360 Turbidez de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	Durante la época de lluvia la acidez registró valores inferiores al límite de cuantificación del método de análisis implementado por el laboratorio MCS (<2 mg $CaCO_3$/L) en la mayoría de los puntos, hasta 2,8 mg $CaCO_3$/L en el punto YARICO_CL_01. Por otro lado, en la época seca, se registraron concentraciones entre <2 mg $CaCO_3$/L hasta 2,5 mg/L en los puntos YARICO_CLE_01, y PMASup_DS_18. Los parámetros de alcalinidad total y bicarbonatos reportaron las mismas concentraciones tal y como se observa en la gráfica, en la época de lluvia, la mayoría de los puntos reportó concentraciones inferiores al límite de detección del laboratorio (<2 mg/L), el valor más alto registrado fue de 4,1 mg/L en el punto YARICO_CL_01. Mientras que, en la época seca, se registraron concentraciones entre <2 mg/L, y, 42 mg/L en el punto de ocupación de cauce OCMY5, siendo esta última la concentración máxima de alcalinidad y bicarbonatos registrada en la microcuenca del caño Yarico. A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no estipula límites máximos permisibles para estos parámetros, No obstante, según lo establecido en la Resolución 2115 de 2007, se admite una alcalinidad máxima de 200 mg/L y una acidez no mayor a 60 mg/L para agua para consumo humano. Criterios cumplidos por los cuerpos de agua monitoreados.

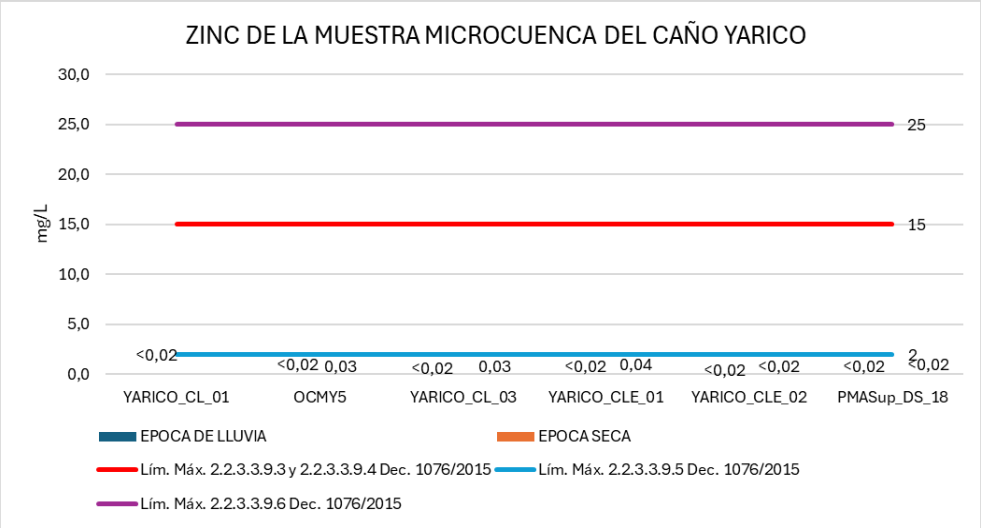
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Yarico
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	 **Figura 3.2.5-361 Alcalinidad total y Bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Dureza total y Dureza Cálcica	Para la época de lluvia, los puntos PMASUP_DS_18 y YARICO_CL_03 registraron tanto para el parámetro de dureza cálcica como para dureza total, valores inferiores al límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio MCS (<3 mg/L $CaCo_3$). Los demás puntos monitoreados presentaron valores variables, la concentración máxima de dureza total fue registrada en el punto YARICO_CLE_02 con 8,3 mg/L; en el caso de la dureza cálcica el máximo se presentó en el punto YARICO_CLE_01 con un valor de 5,5 mg/L. Para la época seca, el parámetro de dureza cálcica registró concentraciones entre (<3 mg/L $CaCo_3$ hasta 20 mg/L en el punto OCMY5.; en cuento a la dureza total, se registraron valores entre 3,80 mg/L en el punto PMASUP_DS_18, y 25.60 mg/L en el punto OCMY5. Estos valores permiten clasificar el agua de la microcuenca del caño como "Blanda" al registrar valores de dureza inferiores a 100 mg/L. A nivel normativo, el Decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente complemento del EIA (2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10).  **Figura 3.2.5-362 Dureza Cálcica y Dureza Total de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025

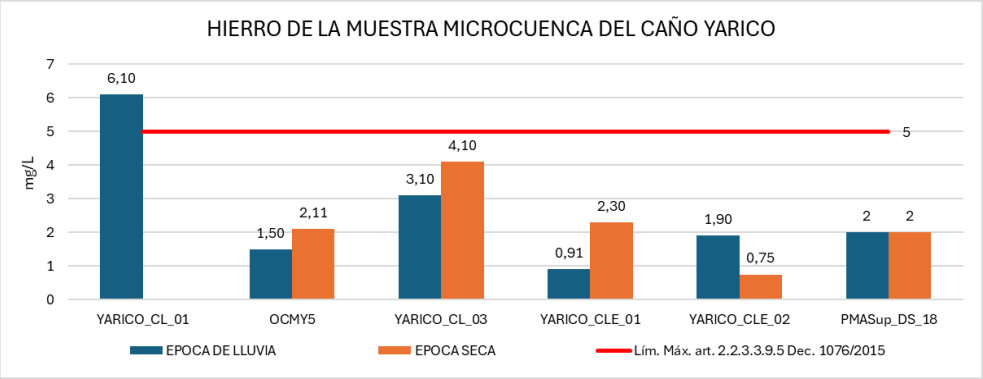
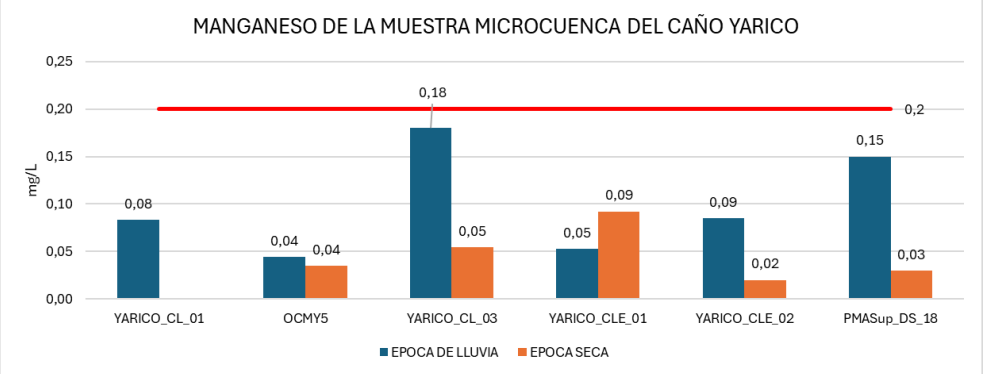
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Yarico
Grasas y Aceites e Hidrocarburos totales	La totalidad de los puntos registraron concentraciones inferiores al límite de detección de los métodos analíticos utilizados por el laboratorio MCS (<1,40 mg/L) en ambas épocas. A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, no fijan límites para estos parámetros, pero si establecen que no se deben presentar películas visibles de grasas y aceites flotantes. Teniendo en cuenta lo anterior, los puntos de monitoreo en la microcuenca del caño Yarico presentan cumplimiento.
Sulfatos	Para la época de lluvia y seca, la totalidad de los puntos muestreados en la microcuenca del caño Yarico registraron valores inferiores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<5 mg SO_4^{2-}/L). Los resultados evidencian cumplimiento a nivel normativo al límite establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (400 mg SO_4^{2-}/L), es decir que cumple con los criterios para uso doméstico.
Cloruros	Las concentraciones en cuatro de los puntos muestreados en la microcuenca del caño Yarico durante la época de lluvia presentaron concentraciones inferiores a 4,00 mg Cl-/L (límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio), a excepción de los puntos YARICO_CLE_01 y YARICO_CLE_02 con valores de 7,74 mg/L y 7,2 mg/L, respectivamente. En la época seca, la totalidad de puntos de la microcuenca del caño Yarico registro una concentración < 4,00 mg Cl-/L. Todos los puntos cumplen con el límite máximo permisible (250 mg/L) establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015.  **Figura 3.2.5-363 Cloruros de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Color de la muestra en UPC	Para la época de lluvia, los resultados oscilaron entre 16 UPC en el punto YARICO_CLE_02 hasta 80 UPC en el punto PMASUP_DS_18. Para la época seca, los resultados oscilaron entre 23 UPC en el punto YARICO_CLE_01, y, 139 UPC en el punto YARICO_CL_03. A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 fija un límite de 20 UPC para este parámetro en su artículo 2.2.3.3.9.3 y un límite de 75 UPC en el artículo 2.2.2.3.9.4. El color de la muestra presentados en la microcuenca del caño Yarico, son acordes a los niveles de SST y turbiedad registrados en ambas épocas climáticas.

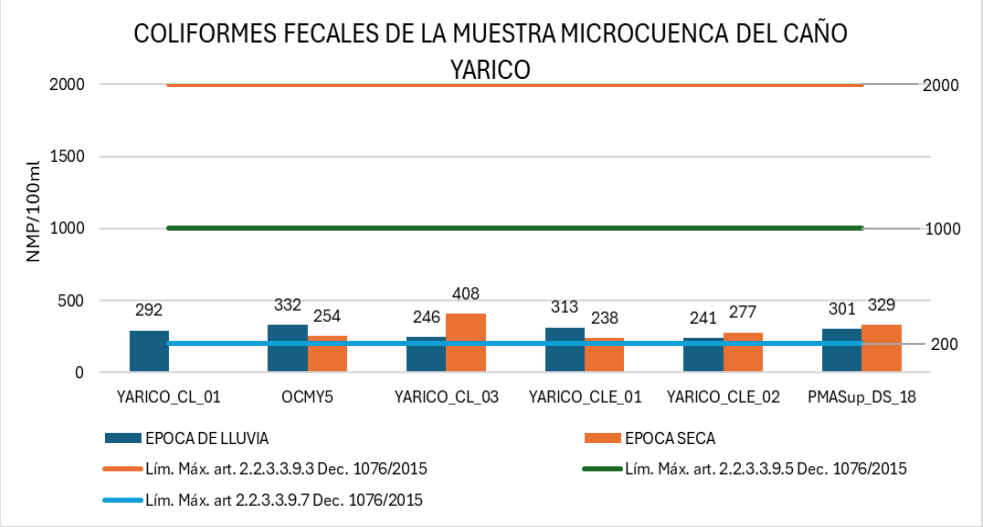
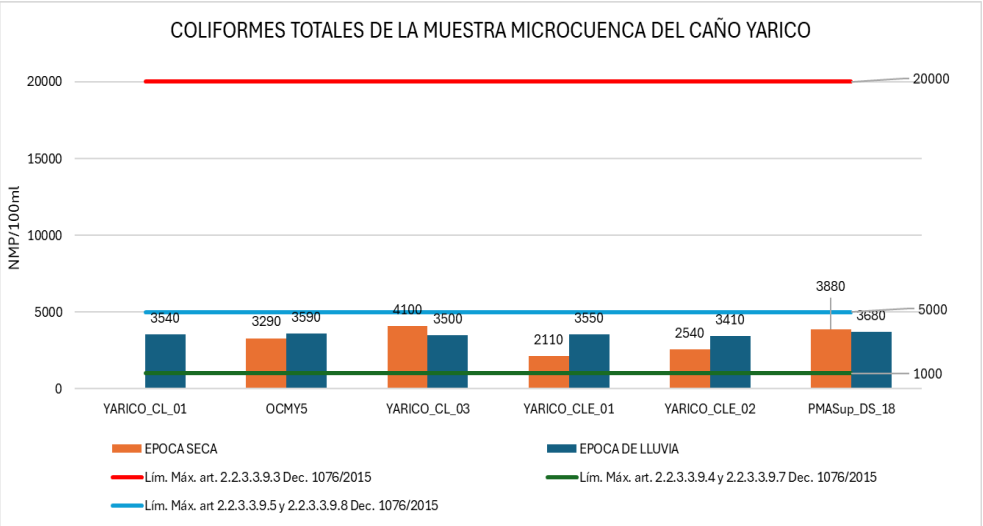
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Yarico
Color de la muestra en UPC	 **Figura 3.2.5-364 Color de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Fenoles totales	Los fenoles totales, durante la época de lluvia y seca, registraron en la totalidad de puntos muestreados en la microcuenca del caño Yarico valores inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio MCS para su determinación (<0,002 mg/L). cumpliendo plenamente con el criterio de calidad estipulado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 del Decreto 1076 de 2015, e indicando que los cuerpos de agua no presentan afectación por parte de estos compuestos.
Material Flotante	Para la microcuenca del caño Yarico, la mayoría de los puntos presentaron ausencia del parámetro durante ambas épocas, a excepción del punto PMASUP_DS_18, el cual evidenció presencia de material flotante en la época de lluvia. A nivel normativo, los artículos comparables del Decreto 1076 de 2015 no fijan límites máximos permisibles para este parámetro, pero si establecen que no se deben presentar materiales flotantes.
Olor y sabor	La totalidad de puntos de monitoreo se han reportado como "Aceptable". Los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros.
Nitratos y Nitritos	Para el parámetro Nitratos, en la época de lluvia, los puntos muestreados presentaron concentraciones comprendidas entre 0,149 mg N-NO3/L (YARICO_CLE_01) y 0,158 mg N-NO3/L (YARICO_CL_02 Y PMASUP_DS_18); mientras que, para la época seca, todos los puntos reportaron una concentración igual a 0,16 mg/L. En cuanto a los Nitritos este parámetro reportó una concentración menor al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada para su determinación por el laboratorio MCS (<0,0100 mg N-NO2/L) para la totalidad de los puntos en ambas épocas climáticas. Al comparar estas concentraciones frente a los límites estipulados en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto único reglamentario 1076 de 2015 (1 mg/L para nitritos y 10 mg/L para nitratos), se comprueba que en los dos casos existe cumplimiento frente a la norma.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Yarico
Nitratos y Nitritos	 **Figura 3.2.5-365 Nitratos de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Nitrógeno Amoniacal y Nitrógeno total Kjeldahl	En la época de lluvia y seca, la totalidad de los puntos en la microcuenca del caño Yarico para el parámetro de nitrógeno amoniacal registraron valores <1 mg/L, valor correspondiente al límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio MCS. A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. También se monitoreo la concentración de Nitrógeno total Kjeldahl, que registró una concentración igual al límite cuantificable establecido por la técnica de análisis empleada por el laboratorio MCS (<5,00 mg N/L) en la totalidad de puntos de monitoreo evaluados. Es importante mencionar que el parámetro descrito no se encuentra regulado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.6, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8, 2.2.3.3.9.9 y 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015.
Compuestos de Fósforo: Orgánico, inorgánico, ácido hidrolizable total, fósforo Total, y fósforo reactivo total - Ortofosfatos	Para la época de lluvia y seca, el parámetro de fósforo orgánico registró en la totalidad de puntos en la microcuenca del caño Yarico registraron una concentración de fósforo orgánico de <0,150 mg/L (límite de cuantificación de la técnica analítica empleada en el laboratorio MCS). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. El fósforo inorgánico registró la totalidad de puntos en la microcuenca del caño Yarico reportaron valores menores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<0,1 mg/L). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. En cuanto al fósforo total, fósforo ácido hidrolizable total, y fósforo reactivo total, la totalidad de los puntos en la microcuenca del caño Yarico registraron valores inferiores a 0,150 mg/L (límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. Cabe señalar que, a nivel normativo los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del decreto 1076 de 2015 contemplados en el presente estudio no presentan límites máximos permisibles para estos parámetros.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Yarico
Carbono Orgánico Total	Para la época de lluvia, la totalidad de los puntos monitoreados registraron concentraciones inferiores al límite utilizado por el laboratorio para su análisis (<1 mg/L). En la época seca, el laboratorio usó otro método de análisis el cual tiene como límite de detección 2 mg/L, en la mayoría de los puntos la concentración del carbono orgánico total fue inferior a este límite, los únicos puntos que registraron valores superiores fueron el punto YARICO_CL_03 y PMASup_DS_18, quienes presentaron un valor igual a 7 mg/L. El decreto 1076 de 2015 no establece límites para el parámetro.
DBO_5 y DQO	Para la época de lluvia, la totalidad de puntos en la microcuenca del caño Yarico reportaron valores menores al límite de cuantificación del parámetro DBO_5 (<2 mg/L), mientras que, en la época seca, las concentraciones de DBO_5 estuvieron entre <2 mg/L y 7 mg/L en el punto PMASup_DS_18. A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no presentan límites permisibles para estos parámetros, por lo cual no es posible compararlo con la normatividad. La Demanda Química de Oxígeno para la época de lluvia en la microcuenca del caño Yarico, presentó concentraciones inferiores al límite de cuantificación utilizado por el laboratorio para su análisis (<20 mg/L); en la época seca, las concentraciones de DQO aumentaron hasta un máximo de 22 mg/L en el punto PMASup_DS_18. A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no presentan límites permisibles para estos parámetros, por lo cual no es posible compararlo con la normatividad.  **Figura 3.2.5-366 DBO_5 y DQO de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Metales y Metaloides	Los parámetros aluminio total, arsénico total, bario total, cadmio total, cobre total, cromo total, níquel total, plata total, selenio total, berilio, cobalto, estaño, litio, molibdeno, mercurio, zinc y vanadio presentaron en la totalidad de los puntos de monitoreo de la microcuenca del caño Yarico para la época de lluvia concentraciones inferiores a los límites de cuantificación de los respectivos métodos analíticos empleados por el laboratorio; la totalidad de los puntos monitoreados cumplen con los límites normativos establecidos para cada metal y metaloide en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015. En cuanto al calcio total, magnesio total, potasio y sodio totales, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros, además estos iones no representan algún tipo de riesgo, pues se considera como normal su presencia en los ecosistemas acuáticos debido al lavado del suelo, las rocas y el lecho de los cuerpos de agua.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Yarico
Metales y Metaloides	El Zinc presentó una concentración de <0,02 mg/L (límite de cuantificación del método analítico) en la totalidad de los puntos monitoreados durante la época de lluvia, y en la mayoría de los puntos en la época seca, el punto YARICO_CLE_01 reportó la mayor concentración de zinc, de la microcuenca del caño Yarico, igual a 0,04 mg/L. Lo anterior demuestra una presencia casi nula o muy baja de estos compuestos en ambas épocas climáticas, reportando cumplimiento frente a los límites establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.6 del Decreto 1076 de 2015.  **Figura 3.2.5-367 Zinc de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025 Otros metales en el agua como el hierro reportaron concentraciones en el punto YARICO_Cl_01 en época de lluvia, que superan el límite establecido en el artículo 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015, como se observa en la figura, los demás puntos refieren cumplimento de la norma en ambas épocas hidroclimáticas**.**

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Yarico
Metales y Metaloides	 **Figura 3.2.5-368 Hierro de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025 El manganeso total registro cumplimiento en ambas épocas del límite normativo establecido en los artículos 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.6 del Decreto 1076 de 2015, la concentración máxima registrada fue en época de lluvia igual a 0,18 mg/L en el punto YARICO_CL_03.  **Figura 3.2.5-369 Manganeso de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Coliformes Fecales Termotolerantes	En la época de lluvia, las coliformes termotolerantes registraron en los cuerpos de la microcuenca del caño Yarico concentraciones entre 241 NMP/100mL en el punto YARICO_CLE_02 y 333 NMP/100mL en el punto YARICO_CL_02. En la época seca, la concentración osciló 238 NMP/100mL en el punto YARICO_CLE_01, y, 408 NMP/100mL en el punto YARICO_CL_03. A nivel normativo, se reporta cumplimiento de los límites de los artículos 2.2.3.3.9.3 (2000 NMP/100ml), y, 2.2.3.3.9.5 (1000 NMP/100ml), sin embargo, se supera el límite del art.2.2.3.3.9.7 (200 NMP/100ml).

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Yarico
Coliformes Fecales Termotolerantes	 **Figura 3.2.5-370 Coliformes Fecales Termotolerantes de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Coliformes totales	Los valores de concentración para coliformes totales, en la época de lluvia estuvieron en un rango de 3410 NMP/100mL (YARICO_CLE_02) hasta 3680 NMP/100mL (PMASUP_DS_18); en la época seca, registraron desde 2110 NMP/100mL (YARICO_CLE_01) hasta 4100 NMP/100mL (YARICO_CL_03). A nivel normativo, se observó cumplimiento de los límites máximos permisibles del Decreto 1076 de 2015 establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 (20000 NMP/100mL), 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.8 (5000 NMP/100mL), mientras que todos los puntos superan el límite máximo del artículo 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 (1000 NMP/100ml).  **Figura 3.2.5-371 Coliformes Totales de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Yarico
Huevos de Helmintos	Los huevos de Helmintos presentaron para la totalidad de los puntos de monitoreo durante la época de lluvia y seca concentraciones menores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio (<1huevo/L). Adicionalmente, en la normativa de referencia no se estipula ningún límite permisible en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 aplicables.
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	Para el monitoreo realizado en época de lluvia y seca, se obtuvieron concentraciones en el límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio para su determinación (<0,200 mg LAS/L), en la totalidad de los puntos evaluados, los resultados indican que no se presenta ningún tipo de afectación derivada de la presencia de estos compuestos sobre los cuerpos de agua monitoreados en el área de influencia del proyecto. De igual forma, se cumple a cabalidad con el límite máximo permisible contemplado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.8 del Decreto 1076 de 2015 (0,5 mg LAS/L).
Pesticidas órgano-fosforados	Para el monitoreo en época de lluvia y seca, la totalidad de puntos muestreados en la microcuenca del caño Yarico presentaron concentraciones inferiores al límite mínimo de cuantificación establecida por la respectiva técnica analítica empleada en el laboratorio para su determinación (<0,00001 mg/L). Por lo anterior, es posible afirmar que hay ausencia de dicho compuesto en las muestras de agua analizadas, concluyendo así que la calidad del agua de estos ecosistemas acuáticos no ha sido afectada por este tipo de compuesto.
Caudal	Durante la época de lluvia se realizó el aforo de caudal en el punto de ocupación de cauce OCMY5 (también llamado YARICO_CL_02), el cual reportó el caudal máximo en la microcuenca del caño Yarico, igual a 12497,2 L/s, que presentó un área de 48,8 m^2, un ancho de 32m y una profundidad promedio de 1,47m. También se realizó el aforo del punto YARICO_CL_03 aguas abajo del caño Yarico en época seca, el cual registró un caudal muy bajo para el caudal del caño Yarico.

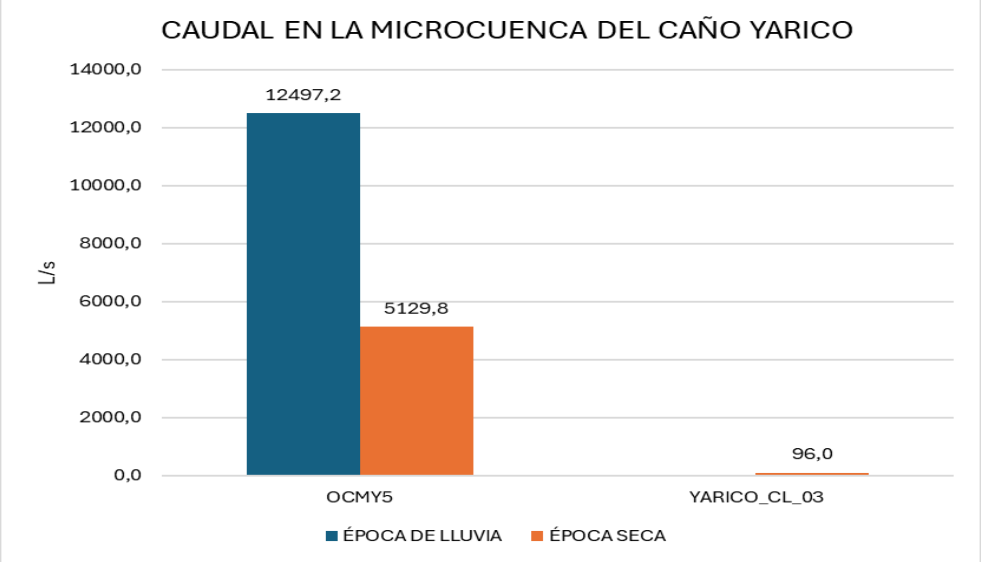


Figura 3.2.5-372 Caudal de las muestras de la microcuenca del caño Yarico en época de lluvia y época seca

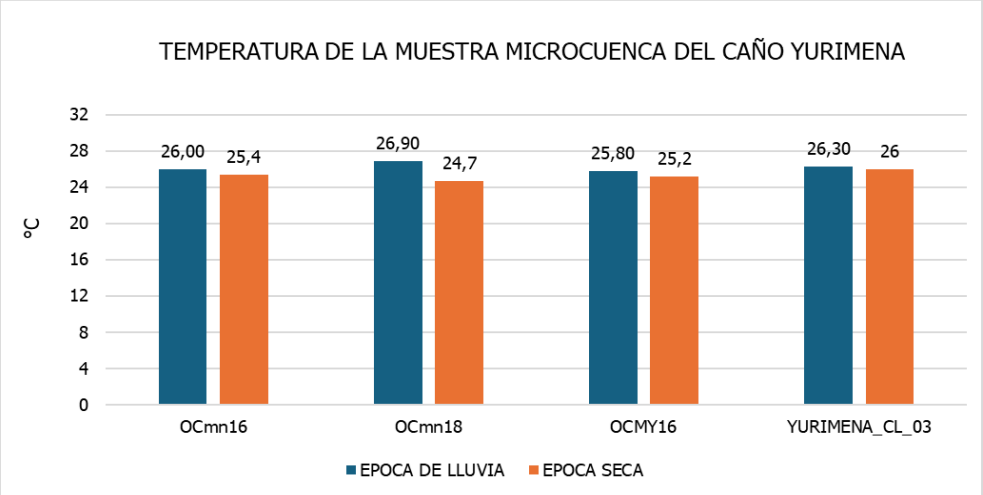
Fuente: Gessig S.A.S 2025

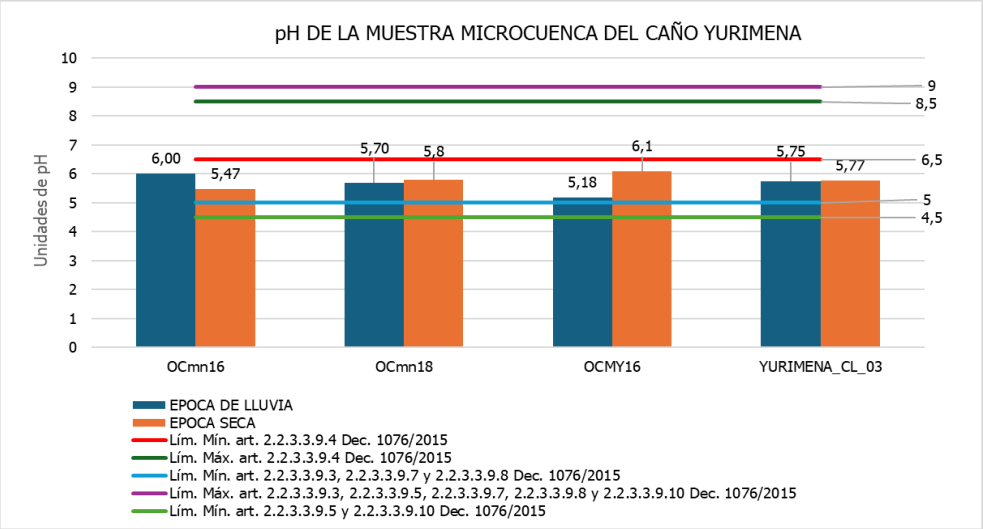
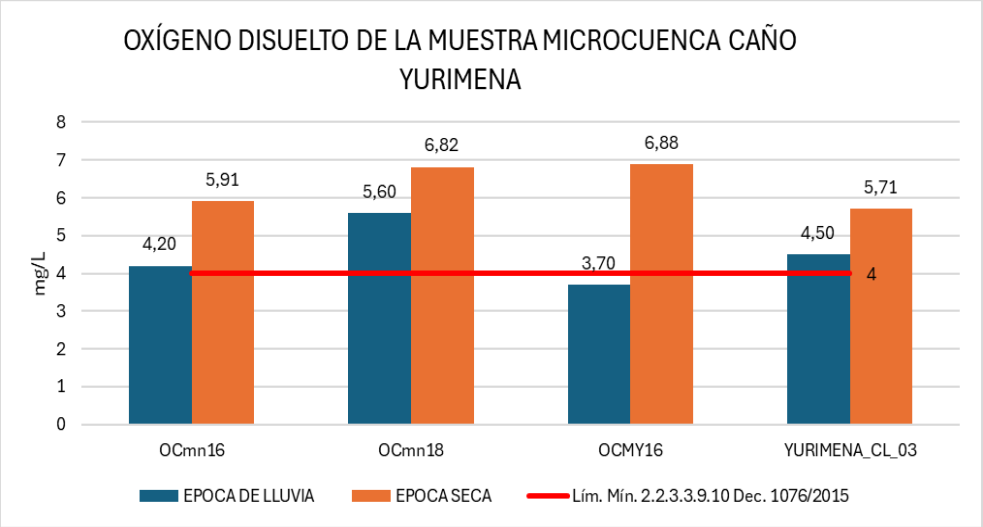
Fuente: Gessig S.A.S., 2025, adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

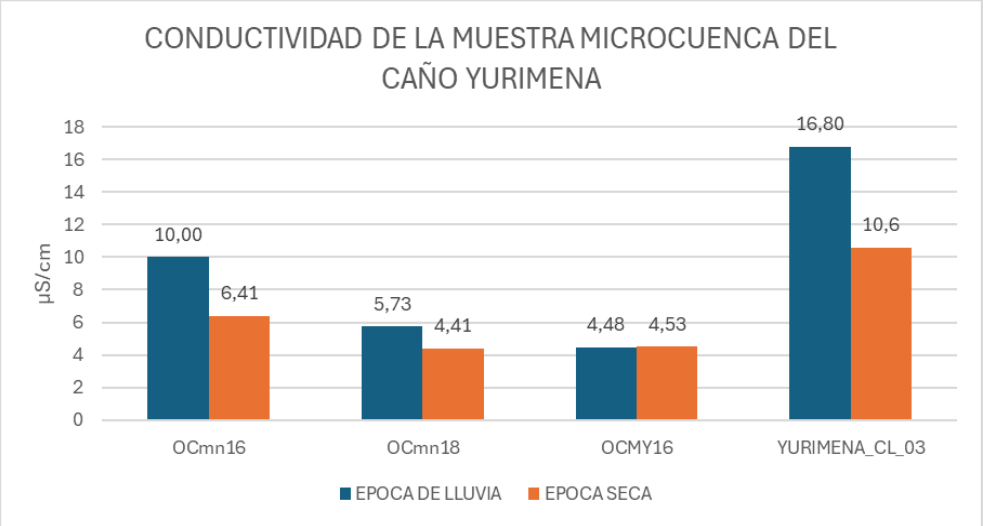
- *Microcuenca del caño Yurimena*

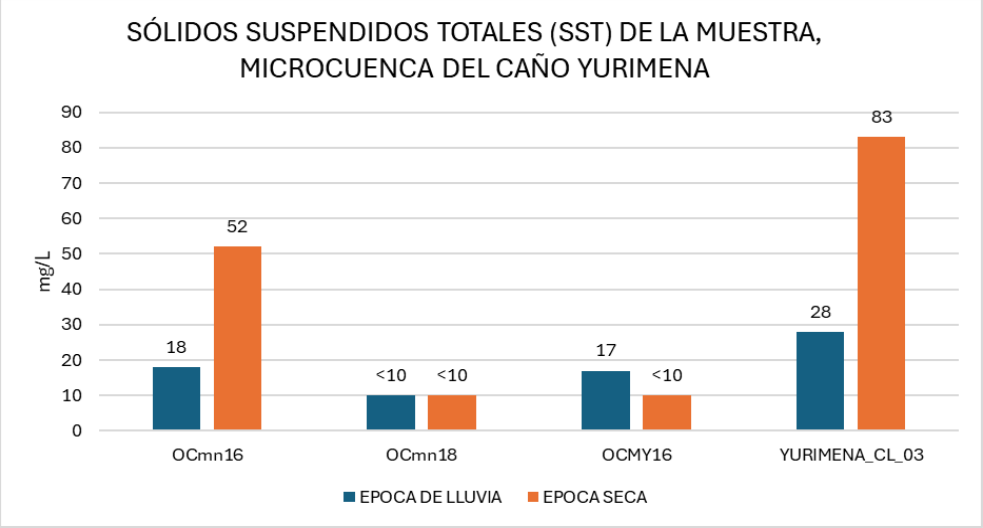
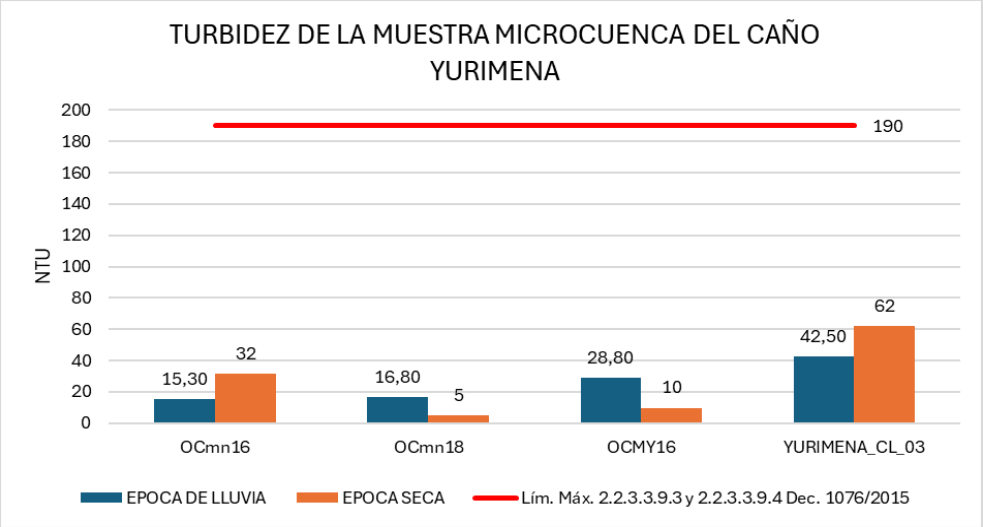
En la microcuenca del caño Yurimena se realizó el monitoreo de calidad de agua en el punto YURIMENA_CL_03, el punto de ocupación de cauce mayor OCMY16, y los puntos de ocupación de cauce menor OCmn16 y OCmn18, durante la época de lluvia y la época seca. En la **Tabla 3.2.5-51** se presenta el análisis de cada parámetro monitoreado. Para ver más información, detallada y en forma gráfica, remitirse al **Anexo 3.2-5_Calidad_ASUP** donde se presentan los informes de laboratorio, reportes de laboratorio, soportes de campo, certificados de calibración, resoluciones de acreditación y registro fotográfico.

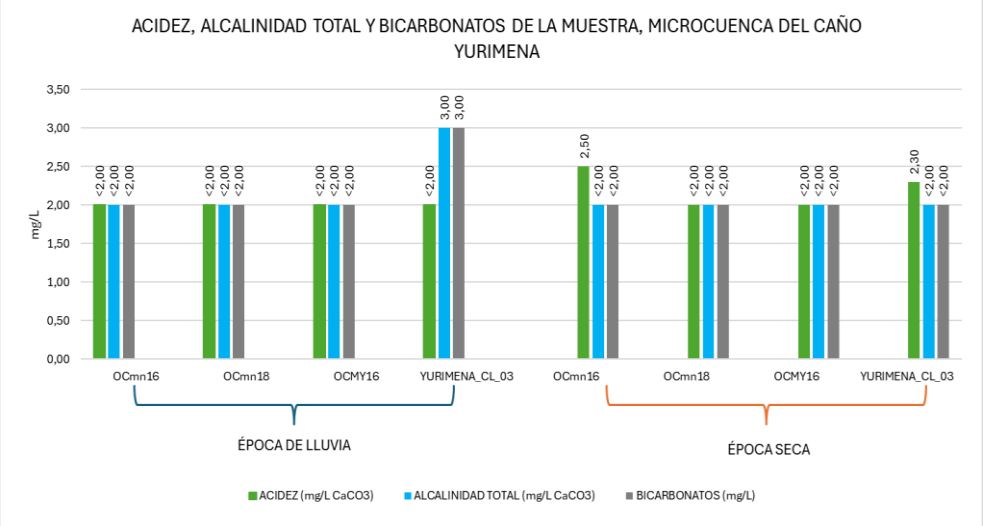
Tabla 3.2.5-51 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca del caño Yurimena durante la época de lluvia y época seca

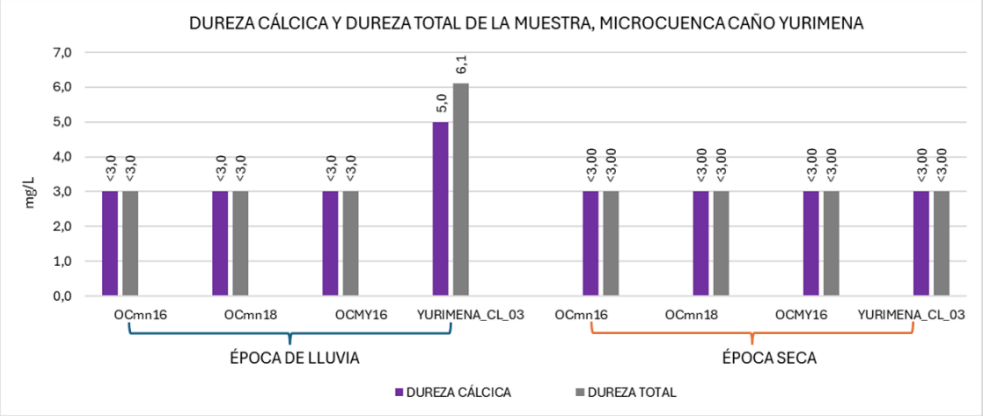
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Yurimena
Temperatura	En la microcuenca del caño Yurimena, se registró una temperatura del agua promedio igual a 26,25°C en la época de lluvia, y, de 25,32°C en la época seca, lo que evidencia un comportamiento normal de la temperatura al comparar los valores con la temperatura ambiente promedio registrada.
Temperatura	 **Figura 3.2.5-373 Temperatura de las muestras de la microcuenca del caño Yurimena en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
pH	El parámetro pH registró valores entre 5,18 (OCMY16) y 6,0 unidades (OCmn16) en época de lluvia, y, entre 5,47 (OCmn16) y 6,1 unidades (OCMY16) en época seca, demostrando cumplimiento de los límites establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8 y 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, los cuales establecen un rango entre 4,5 a 9,0 unidades. Sin embargo, ninguno de los puntos en ambas épocas logra cumplir el límite mínimo establecido por el artículo 2.2.3.3.9.4 (6,5 a 8,5 unidades) que trata los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico. Por lo anterior, el pH registrado se considera "ligeramente ácido".

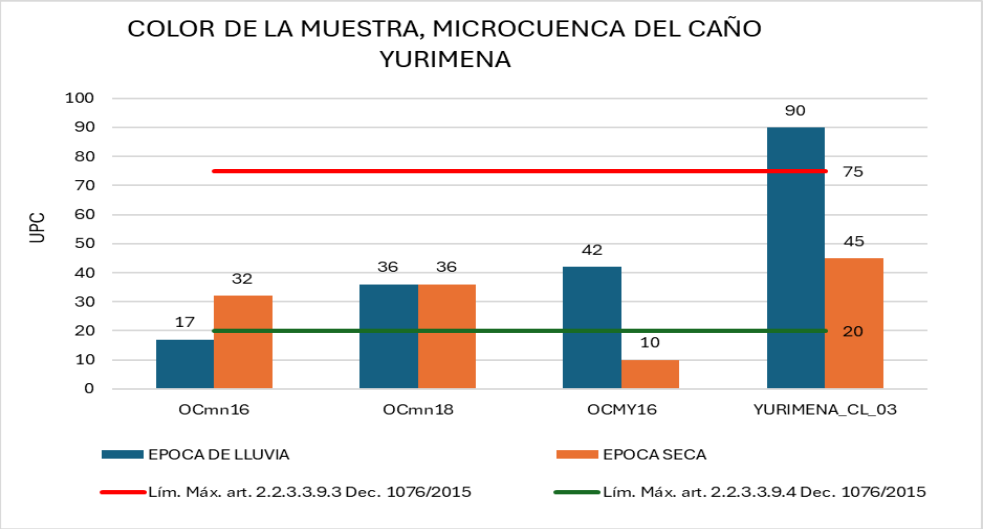
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Yurimena
pH	 **Figura 3.2.5-374 pH de las muestras de la microcuenca del caño Yurimena en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Oxígeno Disuelto (OD)	El valor de oxígeno disuelto reportado en la microcuenca del caño Yurimena para la época de lluvia osciló entre 3,70 mg/L en el punto OCMY16, y 5,60 mg/L en el punto OCmn18. Para la época seca, las concentraciones de OD oscilaron entre 5,71 mg/L en el punto YURIMENA_CL_03, y 6,88 mg/L en el punto OCMY16. En cuanto a la normatividad ambiental, el Artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 establece un límite mínimo igual a 4 mg/L, valor cumplido por la mayoría de los puntos, a excepción del punto OCMY16 en época seca.  **Figura 3.2.5-375 Oxígeno Disuelto (OD) de las muestras de la microcuenca del caño Yurimena en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

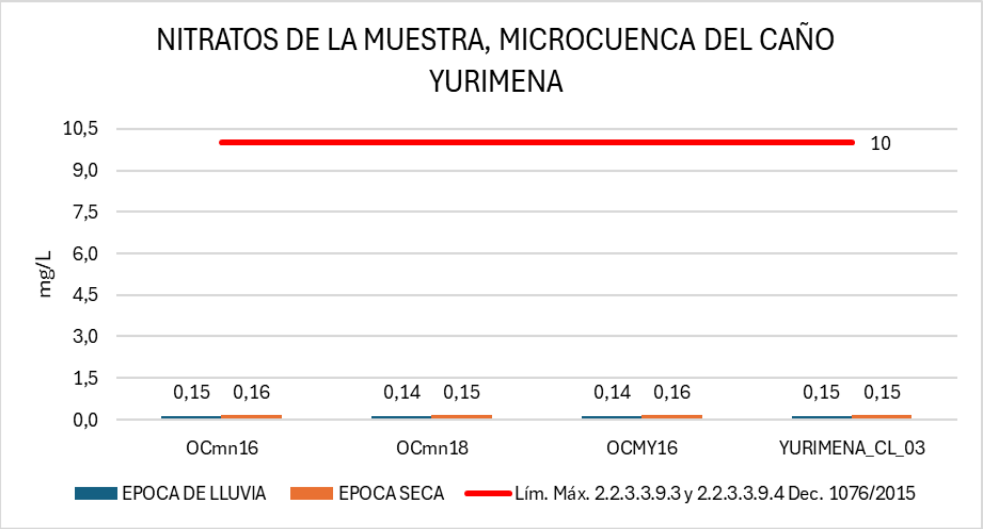
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Yurimena
Conductividad Eléctrica	Durante la época de lluvia la conductividad eléctrica presento una conductividad entre 4,48 µS/cm en el punto OCMY16, y, 16,80 µS/cm en el punto YURIMENA_CL_03; mientras que, en la época seca, la conductividad eléctrica oscilo entre 4,41 µS/cm en el punto OCmn18, hasta 10,6 µS/cm en el punto YURIMENA_CL_03; es decir que, los puntos en la microcuenca del caño Yurimena cuentan con un grado de mineralización "Muy débil" al registrar conductividades menores a los 100 µS/cm según los rangos propuestos por Rodier (1996). En los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del decreto único reglamentario 1076 del 2015, no se estipulan máximos permisibles para este parámetro.  **Figura 3.2.5-376 Conductividad Eléctrica de las muestras de la microcuenca del caño Yurimena en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	Todos los puntos de la microcuenca del caño Yurimena registraron una concentración <30 mg/L para las dos épocas climáticas. El decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente estudio (2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10).
Sólidos Sedimentables (SSD)	La totalidad de puntos muestreados en la microcuenca del caño Yurimena registró una concentración inferior al límite de cuantificación del método implementado por el laboratorio MCS (<0,1 mL/L-h) para las dos épocas climáticas analizadas. El decreto 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro.
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	En la microcuenca del caño Yurimena, el punto YURIMENA_CL_03 registró en ambas épocas las concentraciones más altas de sólidos suspendidos totales, 28mg/L (época de lluvia), y 83 mg/L (época seca). Las concentraciones más bajas de SST fueron en el punto de ocupación de cauce OCmn18 en ambas épocas, y el punto OCMY16 en época seca, ya que registraron una concentración inferior al límite de cuantificación del método implementado por el laboratorio MCS (<10 mg/L). El decreto único reglamentario 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro de calidad de agua.

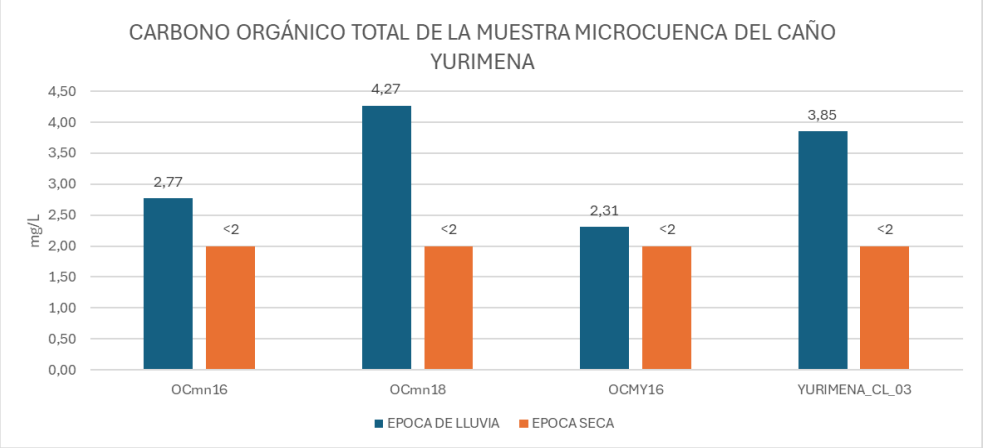
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Yurimena
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	 **Figura 3.2.5-377 Sólidos suspendidos totales de las muestras de la microcuenca del caño Yurimena en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Turbiedad	El parámetro turbidez registró el mismo comportamiento que el parámetro de SST, en la época de lluvia y seca, la turbiedad registró un valor máximo de turbidez igual a 42,50 NTU y 62 NTU, respectivamente, en el punto YURIMENA_CL_03, donde anteriormente también se registraron las mayores concentraciones de sólidos suspendidos totales. A nivel normativo, el artículo 2.2.3.3.9.4 establece un límite máximo permisible de 10 UJT (Unidades de turbidez Jackson) basadas en el antiguo método Jackson que equivale a 190 NTU, de forma que se cumple con el límite del art. 2.2.3.3.9.4.  **Figura 3.2.5-378 Turbidez de las muestras de la microcuenca del caño Yurimena en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

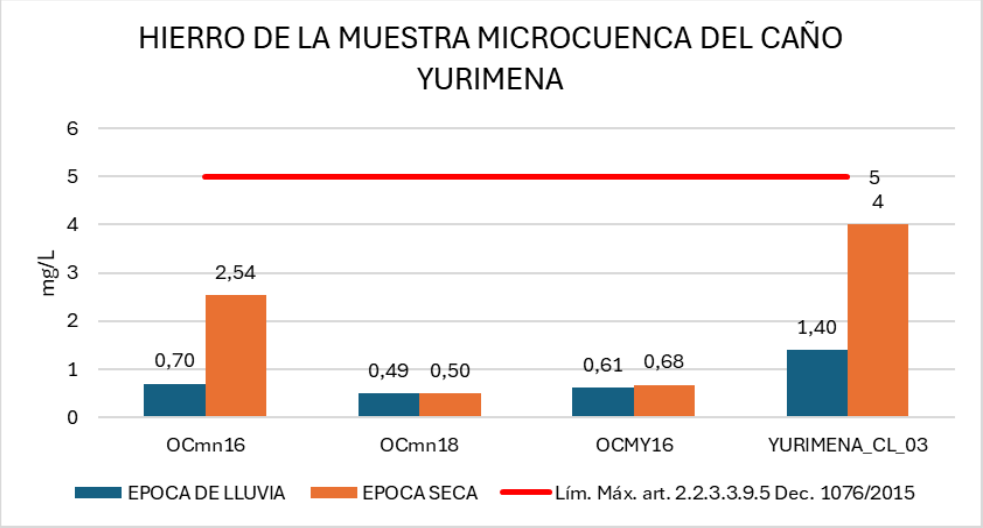
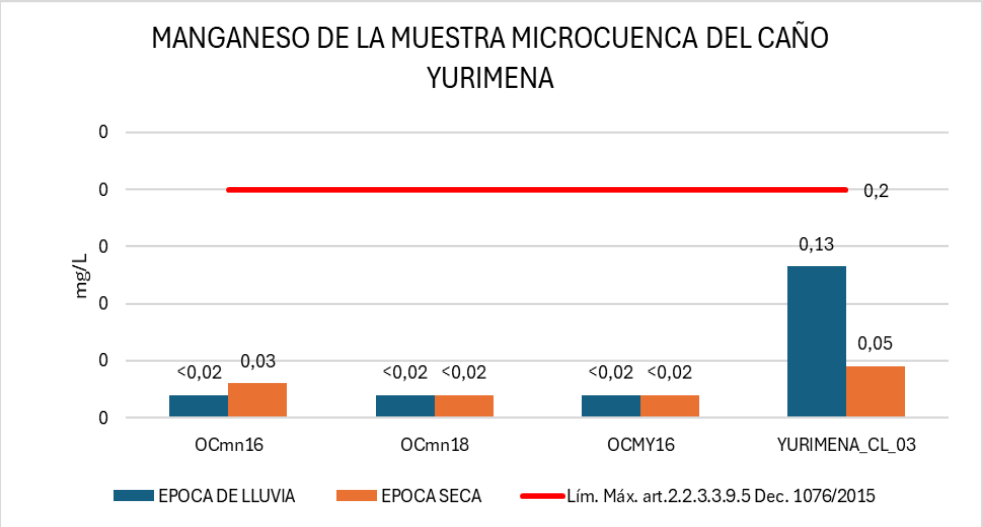
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Yurimena
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	En la época de lluvia, la acidez registró en la totalidad de puntos monitoreados en el caño Yurimena un valor inferior al límite de cuantificación del método de análisis implementado por el laboratorio MCS (<2 mg/L), los parámetros de alcalinidad total y bicarbonatos presentaron un comportamiento similar, el único punto que presentó una concentración mayor al límite de detección fue el ubicado sobre el caño Yurimena (YURIMENA_CL_03) el cual registró una concentración de 3 mg/L para alcalinidad total y bicarbonatos. En la época seca, la concentración de acidez osciló entre <2 mg/L hasta 2,50 mg/L en el punto de ocupación de cauce menor OCmn16. Mientras que, la alcalinidad total y los bicarbonatos registraron un valor inferior al límite de cuantificación del método de análisis implementado por el laboratorio MCS (<2 mg/L), en todos los puntos de la microcuenca del caño Yurimena. A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no estipula límites máximos permisibles para estos parámetros. No obstante, según lo establecido en la Resolución 2115 de 2007, se admite una alcalinidad máxima de 200 mg/L y una acidez no mayor a 60 mg/L para agua para consumo humano. Criterios cumplidos por los cuerpos de agua monitoreados.  **Figura 3.2.5-379 Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del caño Yurimena en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Dureza total y Dureza Cálcica	Para casi todos los puntos en ambas épocas climáticas, los parámetros de dureza total y dureza cálcica registraron el mismo valor, inferior al límite de cuantificación del método de análisis implementado por el laboratorio MCS (<3 mg/L). El único punto que registró concentraciones superiores al límite de detección fue el YURIMENA_CL_03 en época de lluvia, en el cual se registró una concentración de dureza cálcica iguala a 5,0 mg/L, y de dureza total igual a 6,1 mg/L. Estos valores permiten clasificar el agua de la microcuenca del caño como "Blanda". A nivel normativo, el Decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente complemento del EIA (2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10).

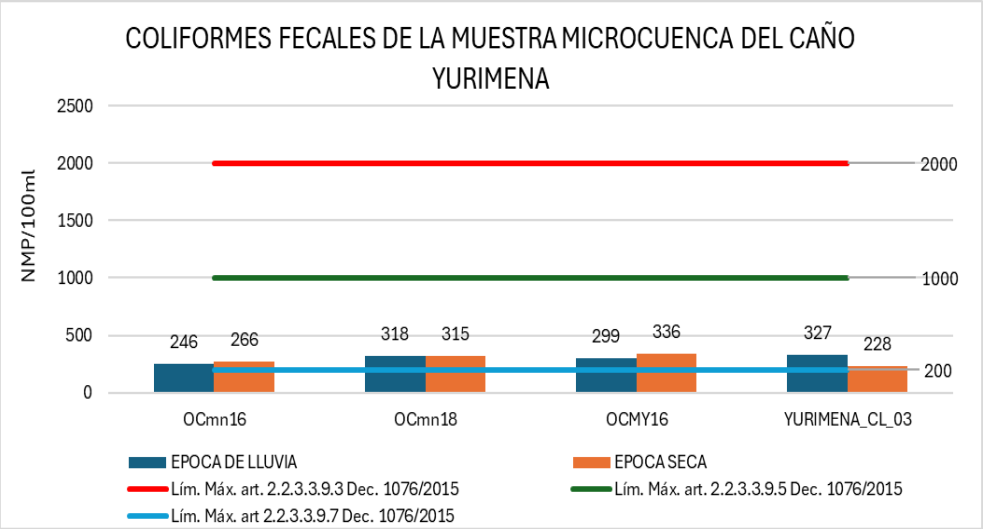
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Yurimena
Dureza total y Dureza Cálcica	 **Figura 3.2.5-380 Dureza total y dureza máxima de las muestras de la microcuenca del caño Yurimena en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Grasas y Aceites e Hidrocarburos totales	La totalidad de los puntos de la microcuenca del caño Yurimena registró para las dos épocas climáticas analizadas, concentraciones inferiores al límite de detección del método analítico utilizado por el laboratorio MCS (<1,40 mg/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, establecen que no se deben presentar películas visibles de grasas y aceites flotantes. Durante el monitoreo no se observó película de grasas visibles sobre el punto.
Sulfatos	En época de lluvia y seca, los puntos de la microcuenca del caño Yurimena registraron un valor inferior al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<5 mg SO42-/L). Los resultados evidencian cumplimiento a nivel normativo al límite establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (400 mg SO42-/L), es decir que cumple con los criterios para uso doméstico.
Cloruros	Durante la época de lluvia y seca, se registró en los puntos de la microcuenca del caño Yurimena una concentración inferior al límite del laboratorio MCS (<4 mg/L), demostrando cumplimiento del límite máximo permisible (250 mg/L) establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015.
Color de la muestra en UPC	Para la época de lluvia, el color de la muestra osciló entre 17 UPC en el punto OCmn16, y 90 UPC en el punto YURIMENA_CL_03, acorde con la turbiedad registrada producto del arrastre de material por las lluvias, este es el único punto que supera el límite permisible establecido en el artículo 2.2.3.3.9.3 (75 UPC). En la época seca, el color reportó valores entre 10 UPC en el punto OCMY16, hasta 45 UPC en el punto YURIMENA_CL_03. Tres de los cuatro puntos monitoreados en la época seca y de lluvia superaron el límite máximo del artículo 2.2.3.3.9.4. (20 UPC).

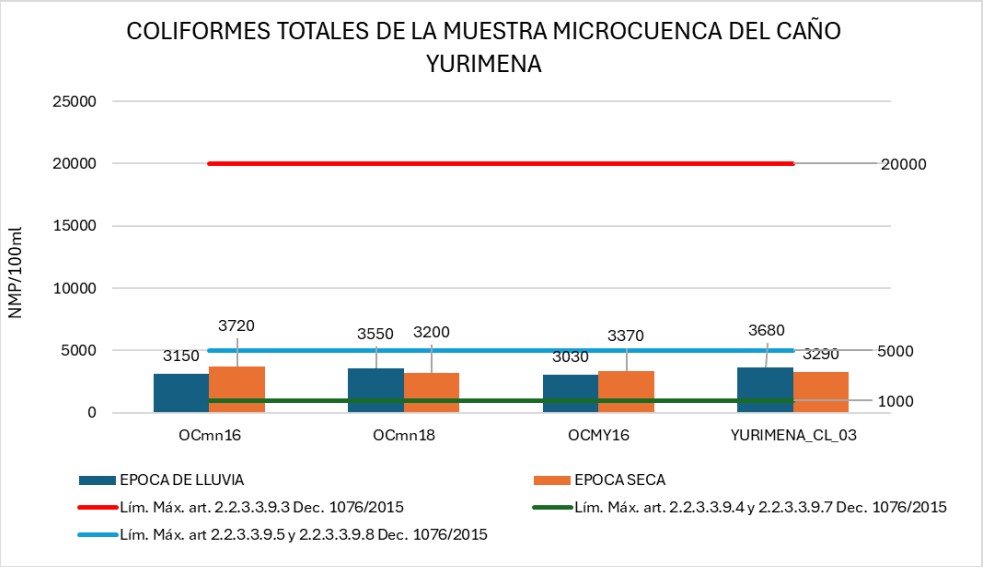
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Yurimena
Color de la muestra en UPC	 **Figura 3.2.5-381 Color de las muestras de la microcuenca del caño Yurimena en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Fenoles totales	Para época de lluvia y seca, los puntos de la microcuenca del caño Yurimena reportaron concentraciones inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio MCS para su determinación (<0,002 mg/L), es importante señalar que, según el Decreto 1076 de 2015, en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 se establece como límite máximo permisible 0,002 mg/L, lo cual indica cumplimiento.
Material Flotante	Los puntos de la microcuenca del caño Yurimena reportaron ausencia de material flotante en las dos épocas climáticas analizadas.
Olor y sabor	En cuanto a olor y sabor, los puntos de la microcuenca del caño Yurimena reportaron como "Aceptable", indicando que no existe una presencia alta de sustancias o compuestos orgánicos que alteren las propiedades organolépticas del agua. Los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros.
Nitratos y Nitritos	En la época de lluvia y seca, el parámetro Nitratos registró concentraciones entre 0,14 mg/L y 0,16 mg/L, indicando una muy baja presencia de estos compuestos en la microcuenca del caño Yurimena. Con respecto a los Nitritos, registró en ambas épocas hidroclimáticas, un valor inferior a 0,0100 mg NO2-/L (límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio). En ambos casos existe cumplimiento frente a los límites estipulados en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto único reglamentario 1076 de 2015 (1 mg/L para nitritos y 10 mg/L para nitratos).

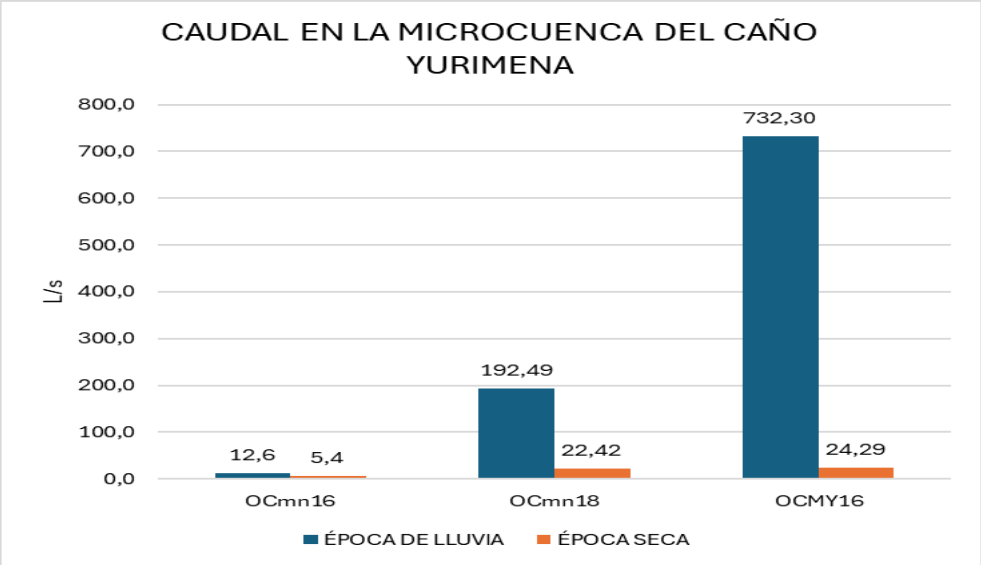
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Yurimena
Nitratos y Nitritos	 **Figura 3.2.5-382 Nitratos de las muestras de la microcuenca del caño Yurimena en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Nitrógeno Amoniacal y Nitrógeno total Kjeldahl	Los puntos de la microcuenca del caño Yurimena para las dos épocas climáticas, registró una concentración de Nitrógeno amoniacal <1,00 mg/L. Por su parte se registró un valor <5,00 mg/L para el Nitrógeno total Kjeldahl. Lo que permite inferir una muy baja presencia de estos compuestos sobre el caño Yurimena. A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para estos parámetros.
Compuestos de Fósforo: Orgánico, inorgánico, ácido hidrolizable total, fósforo Total, y fósforo reactivo total - Ortofosfatos	La concentración de fósforo orgánico, fósforo acido hidrolizable total, fósforo total, y, fósforo reactivo total, en los puntos de la microcuenca del caño Yurimena fue inferior a 0,150 mg/L (límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites. Las concentraciones registradas para el parámetro de fósforo inorgánico fueron inferiores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio (<0,1 mg/L). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro.
Carbono Orgánico Total	Durante la época de lluvia, se registró una concentración de 2,31 mg/L en el punto OCMY16, hasta 4,27 mg/L en el punto OCmn18; mientras que, en la época seca, todos los puntos presentaron concentraciones inferiores a 2 mg/L. El Decreto 1075 de 2015 no presenta límites restrictivos para este parámetro.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Yurimena
Carbono Orgánico Total	 **Figura 3.2.5-383 Carbono orgánico total de las muestras de la microcuenca del caño Yurimena en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
DBO_5 y DQO	La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO), para la época de lluvia y seca en la microcuenca del caño Yurimena registró un valor inferior al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada en el laboratorio (<2 mg/L para DBO_5, y <20 mg/L para DQO). El Decreto 1075 de 2015 no presenta límites restrictivos para este parámetro.
Metales, no metales y Metaloides	Los parámetros arsénico total, bario total, berilio total, cadmio total, cobre total, cobalto total, cromo total, potasio, manganeso, níquel total, mercurio, plata total, plomo total, selenio total, estaño total, litio total, molibdeno total, plomo, y vanadio; presentaron en el punto OCmn19 concentraciones inferiores a los límites de cuantificación de los respectivos métodos analíticos empleados por el laboratorio MCS; estos parámetros cumplen a su vez con los límites normativos establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015. En cuanto al calcio, magnesio y sodio totales, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros, estos iones no representan algún tipo de riesgo, pues se considera como normal su presencia en los ecosistemas acuáticos debido al lavado del suelo, las rocas y el lecho de los cuerpos de agua. El aluminio total, para la época de lluvia y casi la totalidad de puntos en época seca (a excepción del punto OCmn16) registró concentraciones inferiores al límite de determinación del parámetro (<0,50 mg/L), el punto OCmn16 presentó una concentración de 1 mg/L en época seca. Todos los puntos cumplen con el límite máximo permisible del art. 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.6, del Decreto 1076 de 2015. El zinc total, registró para la época de lluvia y casi la totalidad de puntos en época seca (a excepción del punto YURIMENA_CL_03) concentraciones inferiores al límite de determinación del parámetro (<0,0200 mg/L), el punto YURIMENA_CL_03 en época seca, reportó una concentración de zinc igual a 0,0244 mg/L, valor que cumple con los límites normativos establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015. El hierro total, en la época de lluvia presentó una concentración de 0,49 mg/L (OCmn18) hasta 1,40 mg/L (YURIMENA_CL_03); en la época seca, las concentraciones estuvieron entre 0,50 mg/L (OCmn18), y, 4 mg/L (YURIMENA_CL_03). Todos los puntos presentan cumplimiento del límite establecido en el artículo 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Yurimena
Metales, no metales y Metaloides	 **Figura 3.2.5-384 Hierro de las muestras de la microcuenca del caño Yurimena en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025 El Manganeso total, en la casi la totalidad de puntos de la época de lluvia presentó una concentración inferior al límite de determinación del parámetro (<0,0200 mg/L), el punto YURIMENA_CL_03 registró una concentración igual a 0,13 mg/L. En la época seca, las concentraciones estuvieron entre <0,02 mg/L, y, 0,05 mg/L (YURIMENA_CL_03). Todos los puntos presentan cumplimiento del límite establecido en el artículo 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015.  **Figura 3.2.5-385 Manganeso de las muestras de la microcuenca del caño Yurimena en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Yurimena
Coliformes Fecales Termotolerantes	La concentración de coliformes fecales termotolerantes en la época de lluvia osciló entre 246 NMP/100ml en el punto OCmn16, hasta 327 NMP/100ml en el punto YURIMENA_CL_03. En la época seca, registró un valor de 228 NMP/100 ml en YURIMENA_CL_03, hasta 336 NMP/100 ml en el punto OCMY16, siendo esta última la concentración de coliformes fecales más alta registrada en la microcuenca del caño Yurimena. A nivel normativo, se cumple con los límites del artículo 2.2.3.3.9.3 (2000 NMP/100ml) y 2.2.3.3.9.5 (1000 NMP/100ml), mientras que supera el límite del artículo 2.2.3.3.9.7 (200 NMP/100ml).  **Figura 3.2.5-386 Coliformes fecales termotolerantes de las muestras de la microcuenca del caño Yurimena en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Coliformes totales	El valor de concentración de coliformes totales para la época de lluvia oscila entre 3030 NMP/100ml en el punto OCMY16, y, 3680 NMP/100ml en el punto YURIMENA_CL_03. Mientras que, en la época seca, las concentraciones estuvieron entre 3200 NMP/100ml en el punto OCmn18, y 3720 NMP/100ml en él punto OCmn16. Al igual que el parámetro de coliformes fecales termotolerantes, la máxima concentración se registró en la época seca. Las concentraciones superan el límite máximo del artículo 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 (1000 NMP/100ml), y, cumplen con el criterio de calidad establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 (20000 NMP/100mL), 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.8 (5000 NMP/100mL) del Decreto 1076 de 2015.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Yurimena
Coliformes totales	 **Figura 3.2.5-387 Coliformes totales de las muestras de la microcuenca del caño Yurimena en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Huevos de Helmintos	Los huevos de Helmintos presentaron concentraciones menores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio (<1 huevos/L). Adicionalmente, en la normativa de referencia no se estipula ningún límite permisible en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 aplicables.
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	La concentración registrada en la microcuenca del caño Yurimena, en ambas épocas hidroclimáticas analizadas, es igual al límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio para su determinación (<0,200 mg LAS/L), los resultados indican que no se presenta ningún tipo de afectación derivada de la presencia de vertimientos sobre los cuerpos de agua monitoreados en el área de influencia delo proyecto. De igual forma, se cumple a cabalidad con el límite máximo permisible contemplado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.8 del Decreto 1076 de 2015 (0,5 mg LAS/L).
Pesticidas órgano-fosforados	Los puntos de la microcuenca del caño Yurimena presentaron una concentración inferior al límite mínimo de cuantificación establecida por la respectiva técnica analítica empleada en el laboratorio para su determinación (<0,00001 mg/L). Por lo anterior, es posible afirmar que hay ausencia de dichos compuestos en la muestra de agua analizada.
Caudal	En la microcuenca del caño Yurimena, se realizó el aforo de caudal en los puntos de ocupación de cauce OCmn16, OCmn18, y OCMY16, no fue posible hacer el aforo en el punto YURIMENA_CL_03, debido a que el cuerpo de agua no presentaba corriente o movimiento. Los caudales máximos aforados en la microcuenca fueron durante la época de lluvia, acorde al comportamiento normal de los cuerpos de agua.

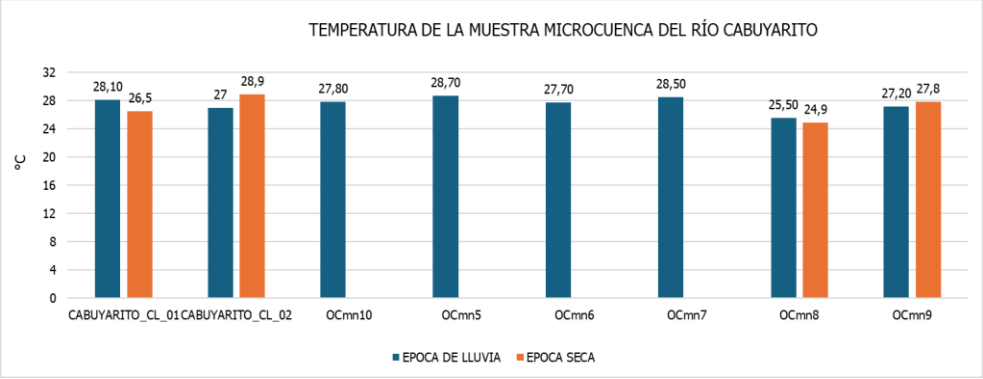
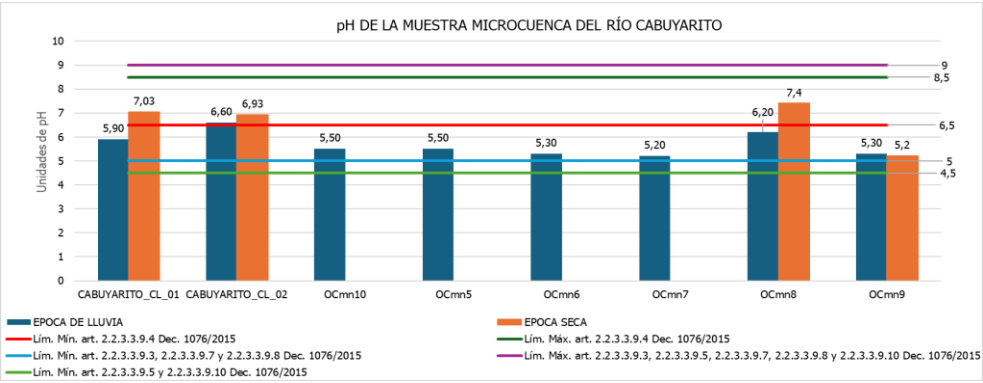
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – caño Yurimena
Caudal	 **Figura 3.2.5-388 Caudal de las muestras de la microcuenca del caño Yurimena en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

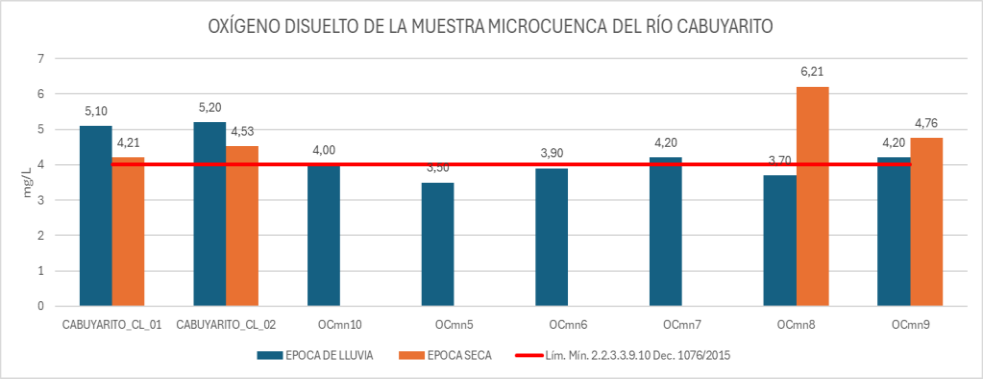
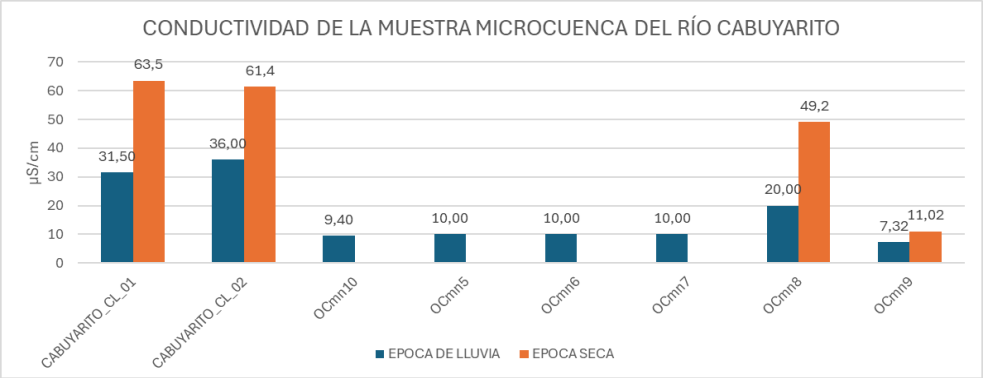
Fuente: Gessig S.A.S., 2025, adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

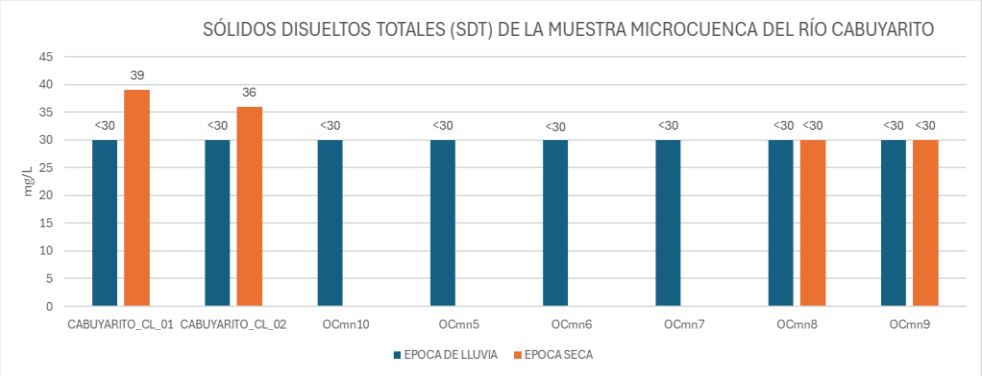
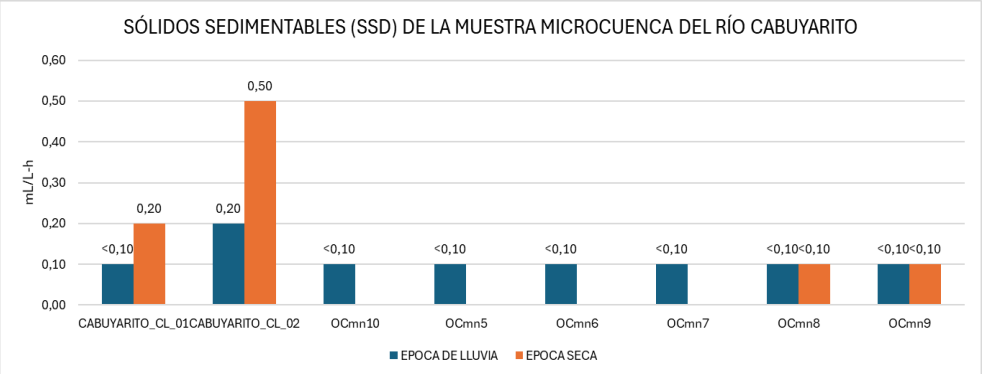
- *Microcuenca del río Cabuyarito*

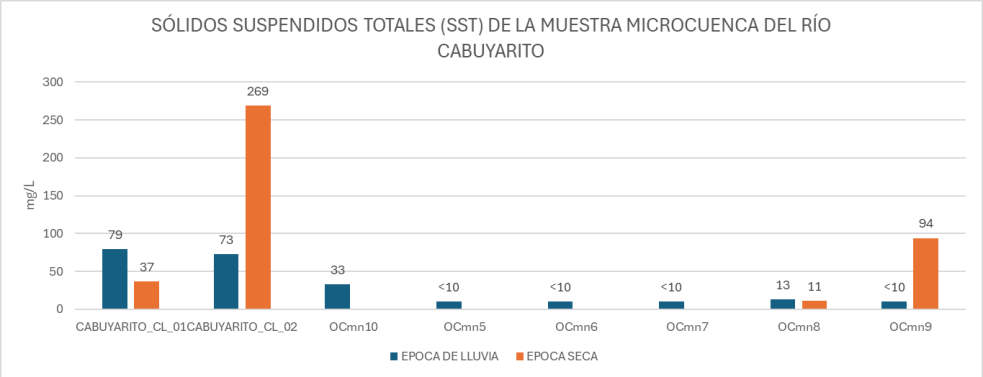
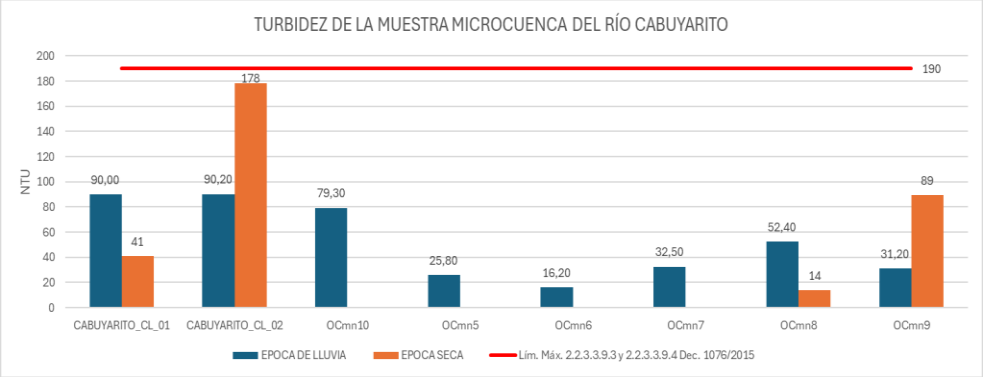
En la microcuenca del río Cabuyarito se realizó el monitoreo de calidad de agua en los puntos CABUYARITO_CL_01 y CABUYARITO_CL_02 ubicados sobre el río Cabuyarito, y, los puntos de ocupación de cauce menor OCmn5, OCmn6, OCmn7, OCmn8, OCmn9, y, OCmn10, durante la época de lluvia y la época seca. Cabe resaltar que, durante la época seca, no se pudo realizar el monitoreo de los puntos OCmn5, OCmn6, OCmn7, y, OCmn10, debido a que se encontraban secos al momento de realizar el muestreo. En la **Tabla 3.2.5-52** se presenta el análisis de cada parámetro monitoreado. Para ver más información, detallada y en forma gráfica, remitirse al **Anexo 3.2-5_Calidad_ASUP** donde se presentan los informes de laboratorio, reportes de laboratorio, soportes de campo, certificados de calibración, resoluciones de acreditación y registro fotográfico.

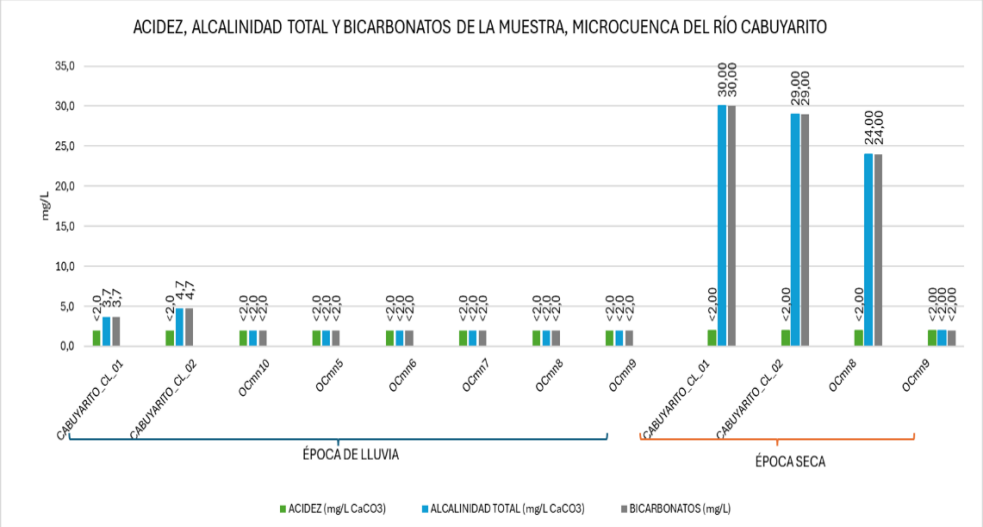
Tabla 3.2.5-52 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca del río Cabuyarito durante la época de lluvia y época seca

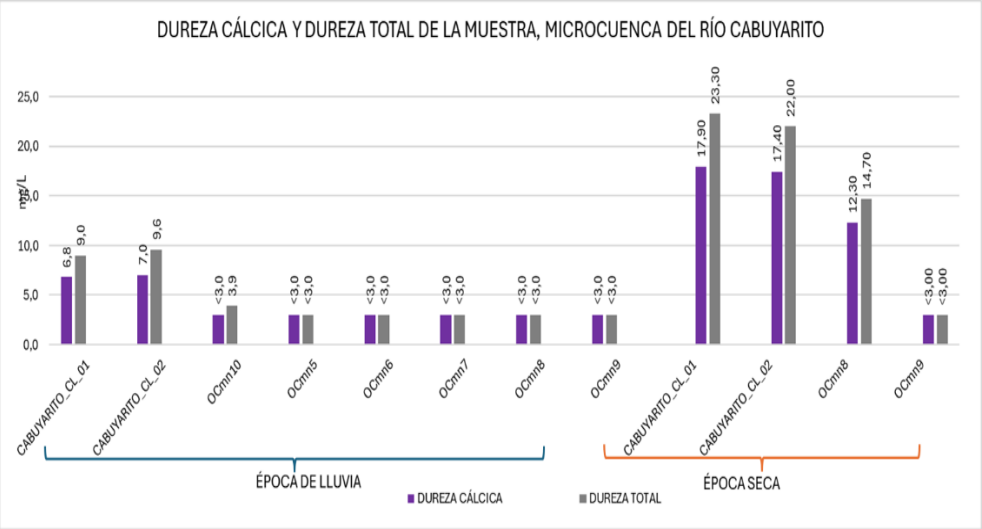
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Cabuyarito
Temperatura	En la microcuenca del río Cabuyarito, se reportaron valores de temperatura entre 25,5 °C y 28,7°C durante la época de lluvia, tal y como se observa en la figura. Durante la época seca, se reportaron valores de temperatura entre 24,9 °C y 28,9°C, reflejando un aumento de temperatura frente a la época de lluvia, y por ende un comportamiento normal del parámetro.  **Figura 3.2.5-389 Temperatura de las muestras de la microcuenca del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
pH	Durante la época de lluvia, el río Cabuyarito presentó un pH entre 5,20 (OCmn7) y 6,60 unidades (CABUYARITO_CL_02); mientras que, en la época seca, se registró un pH entre 5,2 (OCmn9) y 7,4 unidades (OCmn8). Los valores de pH de los puntos durante la época seca estuvieron dentro de la categoría de un pH neutro del agua, donde los puntos CABUYARITO_CL_01, CABUYARITO_CL_02, y OCmn8 cumplen con el límite mínimo del art. 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015. Todos los valores de pH de la época de lluvia pasan de ser ligeramente ácidos a neutralizarse para la época seca. En cuanto a los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.8, los valores de pH reportados son acordes con los límites establecidos en la norma.  **Figura 3.2.5-390 pH de las muestras de la microcuenca del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

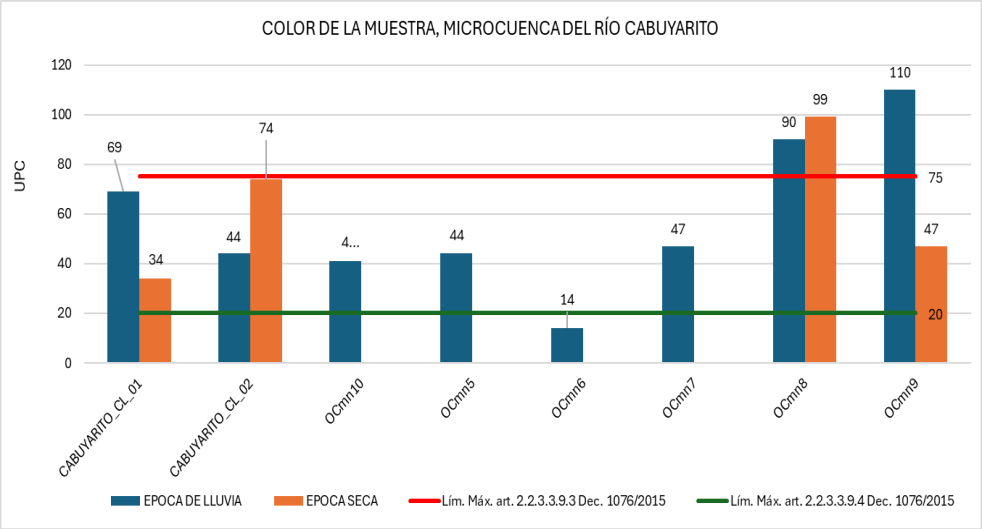
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Cabuyarito
Oxígeno Disuelto (OD)	El parámetro de oxígeno disuelto registró un valor entre 3,50 mg/L (OCmn5) y 5,20 mg/L (CABUYARITO_CL_02); mientras que, en la época seca, se registró una concentración entre 4,21 mg/L (CABUYARITO_CL_01), y 6,21 mg/L (OCmn8). En general, en época de lluvia los valores de OD de la microcuenca del río Cabuyarito son aceptables pueden generar afectación en organismos sensibles, mientras que los niveles de OD mejoran para la época seca. Tres de los ocho puntos monitoreados en época de lluvia fueron inferiores al límite mínimo permisible de 4 mg O2/L establecido en el artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, reflejando que hubo un mayor consumo de oxígeno a comparación de la época seca.  **Figura 3.2.5-391 Oxígeno disuelto de las muestras de la microcuenca del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Conductividad Eléctrica	Durante la época de lluvia, se registró un rango de conductividad eléctrica entre 7,32 µS/cm en el punto OCmn9 a 36 µS/cm en el punto CABUYARITO_CL_02; frente a la época seca, donde la conductividad eléctrica registró un aumento y se presentó entre 11,02 µS/cm en el punto OCmn9, y, 63,5 µS/cm en el punto CABUYARITO_CL_01, este último punto fue la mayor concentración registrada. En este caso, el grado de mineralización es "muy débil" (<100 µS/cm).  **Figura 3.2.5-392 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

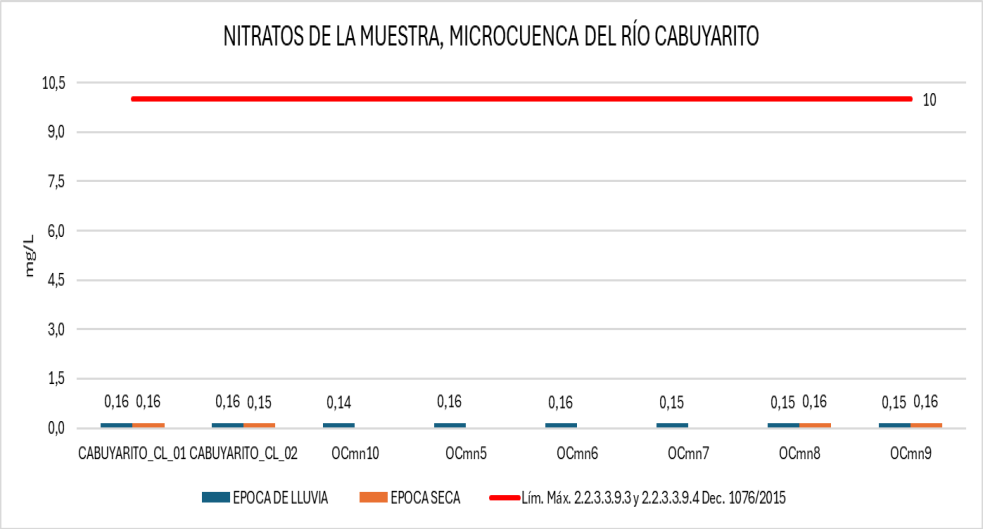
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Cabuyarito
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	Los sólidos disueltos determinados en las muestras tomadas en la microcuenca del río Cabuyarito presentaron en la totalidad de los puntos durante la época de lluvia valores inferiores al límite de detección del método de cuantificación utilizado por el laboratorio (<30 mg/L), en la época seca continua este mismo comportamiento a excepción de los puntos CABUYARITO_CL_01 y CABUYARITO_CL_02, los cuales registraron una concentración iguala a 39 mg/L y 36 mg/L, respectivamente. El decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente estudio (2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.5).  **Figura 3.2.5-393 Sólidos disueltos totales de las muestras de la microcuenca del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Sólidos Sedimentables (SSD)	Durante la época de lluvia casi todos los puntos muestreados registraron una concentración inferior al límite de cuantificación del método implementado por el laboratorio (<0,1 mL/L-h), sólo el punto CABUYARITO_CL_02 reportó una concentración de 0,20 mg/L en época de lluvia. Durante la época seca, los puntos sobre el río Cabuyarito (CABUYARITO_CL_01 y CABUYARITO_CL_02) registraron concentraciones superiores al límite de detección, iguales a 0,20 mg/L y 0,50 mg/L, respectivamente. El decreto 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro.  **Figura 3.2.5-394 Sólidos sedimentables de las muestras de la microcuenca del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

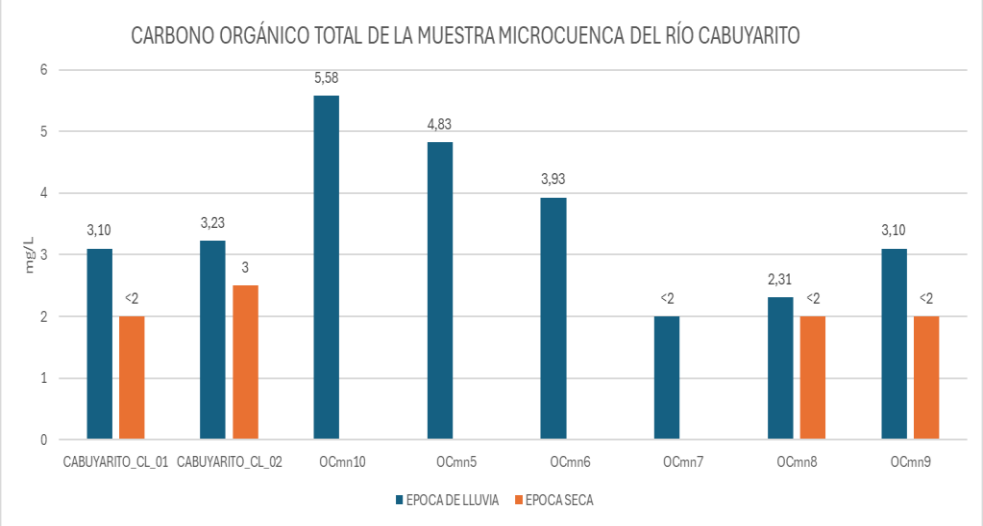
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Cabuyarito
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	Con respecto a los SST, en la microcuenca del río Cabuyarito, durante la época de lluvia se registraron concentraciones entre <10 mg/L (límite de detección cuantificación del método implementado por el laboratorio MCS) hasta 79 mg/L en el punto CABUYARITO_CL_01. En la época seca, aumenta la concentración de SST hasta 269 mg/L, en el punto CABUYARITO_CL_02, y, por el contrario, disminuye la concentración de SST en el punto CABUYARITO_CL_01. El decreto único reglamentario 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro de calidad de agua.  **Figura 3.2.5-395 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Turbiedad	La turbidez evidenció un comportamiento proporcional a la concentración de los sólidos suspendidos totales (SST), durante la época lluvia, la turbiedad en la microcuenca del río Cabuyarito presentó concentraciones entre 16,20 NTU en el punto OCmn6 hasta 90,20 NTU en el punto CABUYARITO_CL_01, tal y como se observa en la siguiente figura. Durante la época seca los valores son un reflejo de la concentración de SST registrada, de forma que el punto CABUYARITO_CL_02 es quien presenta mayor turbidez igual a 178 NTU, mientras que el punto OCmn8 registró la menor concentración en época seca igual a 14 NTU.  **Figura 3.2.5-396 Turbidez de las muestras de la microcuenca del caño río Cabuyarito en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

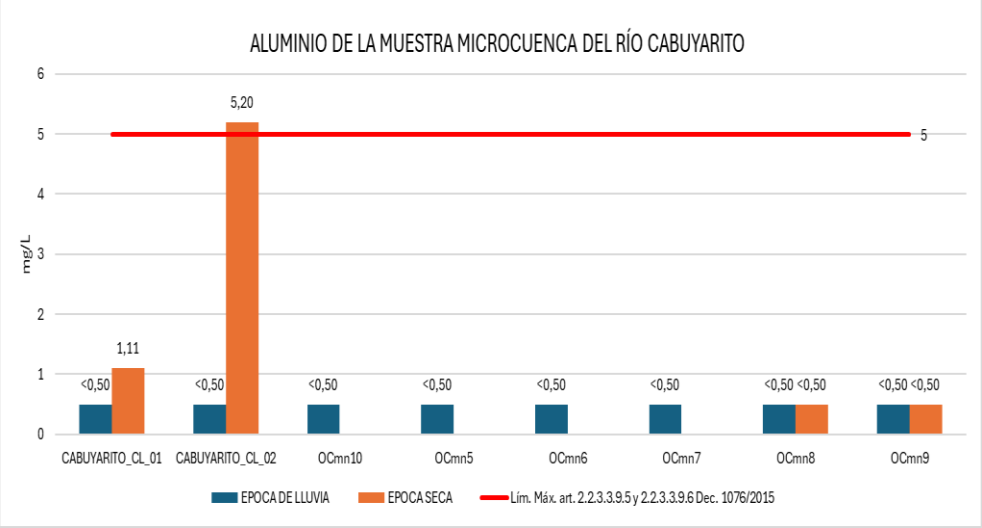
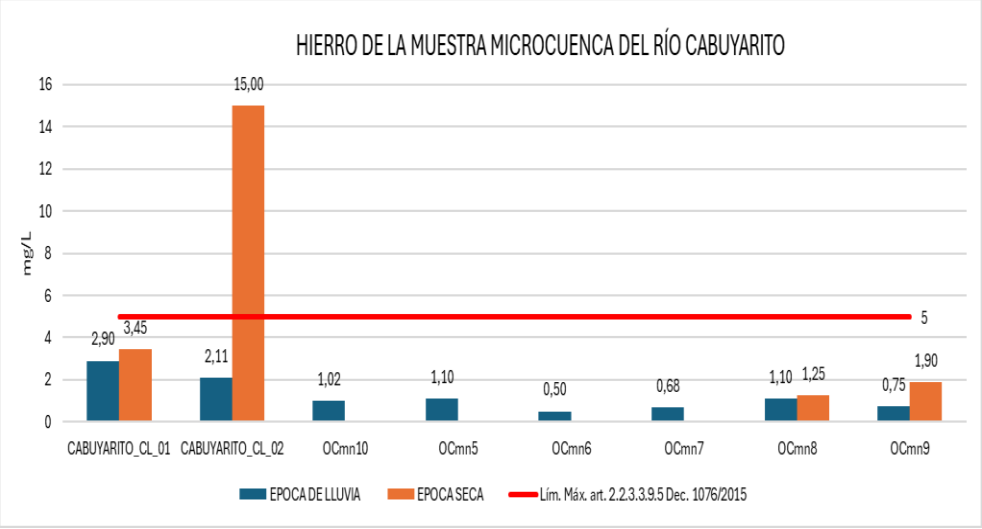
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Cabuyarito
Turbiedad	En cuanto a la norma ambiental de referencia, en todos los puntos la turbidez registrada cumple el límite máximo establecido en el Articulo 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (10 UJT-190 NTU).
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	El parámetro de acidez presentó para todos los puntos de la microcuenca del río Cabuyarito, en ambas épocas climáticas, concentraciones inferiores al límite de detección utilizado por el laboratorio (<2,00 mg/L). Los parámetros alcalinidad total, y, bicarbonatos, registraron en la totalidad de ocupaciones de cauce monitoreadas en la microcuenca del río Cabuyarito durante la época de lluvia, una concentración inferior al límite de detección utilizado por el laboratorio (<2,00 mg/L), sólo los puntos CABUYARITO_CL_01 y CABUYARITO_CL_02, registraron concentraciones detectables iguales a 3,7 mg/L, y 4,7 mg/L, respectivamente. Para la época seca, sólo el punto de ocupación de cauce menor OCmn9, registró concentraciones inferiores a 2,0 mg7L, la máxima concentración se presentó en el punto CABUYARITO_CL_01 con un valor igual a 30 mg/L.  **Figura 3.2.5-397 Acidez, alcalinidad total y bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Dureza Total y Dureza Cálcica	En las dos épocas hidroclimáticas analizadas, los puntos OCmn5, OCmn6, OCmn7, OCmn8 y OCmn9, de la microcuenca del río Cabuyarito, presentaron valores de dureza total y dureza cálcica inferior al límite de cuantificación del método de análisis implementado por el laboratorio MCS (<3 mg/L). Los otros puntos presentaron concentraciones detectables, la máxima concentración en la época de lluvia para los dos parámetros fue registrada en el punto CABUYARITO_CL_02, mientras que, en la época seca, las máximas concentraciones se registraron en el punto CABUYARITO_CL_01. Los resultados de dureza del monitoreo clasifican a los cuerpos de agua como aguas "blandas" (0 – 75 mg/L) según la clasificación de Romero, 1996. A nivel normativo, el Decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente complemento del EIA (2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10).

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Cabuyarito
Dureza Total y Dureza Cálcica	 **Figura 3.2.5-398 Dureza cálcica y dureza total de las muestras de la microcuenca del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Grasas y Aceites e Hidrocarburos totales	Todos los puntos muestreados en la microcuenca del río Cabuyarito durante la época de lluvia y la época seca registraron concentraciones inferiores al límite de detección del método analítico utilizado por el laboratorio MCS (<1,40 mg/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, establecen que no se deben presentar películas visibles de grasas y aceites flotantes. Durante el monitoreo no se observó película de grasas visibles sobre los puntos caracterizados.
Sulfatos	En la época de lluvia y la época seca, todos los puntos de la microcuenca del río Cabuyarito registraron concentraciones inferiores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<5 mg SO42-/L). Los resultados evidencian cumplimiento a nivel normativo al límite establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (400 mg SO42-/L), es decir que cumple con los criterios para uso doméstico.
Cloruros	Las concentraciones de todos los puntos muestreados en la microcuenca del río Cabuyarito durante la época de lluvia y seca, presentaron concentraciones inferiores a 4,00 mg Cl-/L (límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio). Dando cumplimiento al límite máximo permisible (250 mg/L) establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015.
Color de la muestra en UPC	En la época de lluvia se registraron valores entre 14 UPC, y. 110 UPC, los puntos OCmn9 y OCmn8 superaron el límite máximo establecido en el artículo 2.2.3.3.9.3. del Decreto 1076 de 2015 (75 UPC). En la época seca, se registraron valores entre 34 UPC, y, 99 UPC, el punto OCmn8 superó el límite máximo establecido en el artículo 2.2.3.3.9.3. del Decreto 1076 de 2015. Por otro lado, todos los puntos en ambas épocas climáticas cumplen con el límite máximo del artículo 2.2.3.3.9.4. que trata de la desinfección y criterios de calidad de agua para consumo humano y doméstico (20 UPC).

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Cabuyarito
Color de la muestra en UPC	 **Figura 3.2.5-399 Color de las muestras de agua de la microcuenca del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Fenoles totales	Para época de lluvia y la época seca, todos los puntos de la microcuenca del río Cabuyarito registraron concentraciones inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio MCS para su determinación (<0,002 mg/L), es importante señalar que, según el Decreto 1076 de 2015, en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 se establece como límite máximo permisible 0,002 mg/L, lo cual indica cumplimiento.
Material Flotante	Para época de lluvia y la época seca, todos los puntos de la microcuenca del río Cabuyarito registraron ausencia de material flotante.
Olor y sabor	Para época de lluvia y la época seca, todos los puntos de la microcuenca del río Cabuyarito reportaron "aceptable" para el olor y sabor, tanto en los sistemas lóticos como lénticos caracterizados.
Nitratos y Nitritos	Para los nitratos se registraron concentraciones detectables entre 0,14 mg/L y 0,16 mg/L en los puntos monitoreados en la microcuenca del río Cabuyarito durante la época de lluvia y seca. Todos los puntos presentaron cumplimiento con respecto al límite máximo permisible (10 mg N-NO3/L) contemplado en los Artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Cabuyarito
Nitratos y Nitritos	 **Figura 3.2.5-400 Nitratos de las muestras de agua de la microcuenca del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca** **Fuente: Gessig S.A.S., 2025** Con respecto a los Nitritos, en la época de lluvia y seca, todos los puntos muestreados en la microcuenca del río Cabuyarito registraron concentraciones inferiores al límite de detección del método analítico utilizado por el laboratorio MCS (<0,0100 N-NO2/L). A nivel normativo, el Decreto 1076 de 2015, los puntos cumplen con el artículo 2.2.3.3.9.6.
Nitrógeno Amoniacal y Nitrógeno total Kjeldahl	Los parámetros nitrógeno amoniacal y nitrógeno total Kjeldahl reportaron concentraciones equivalentes al límite de detección de la técnica analítica usada en el laboratorio <1,00 mg NH3-N/L para nitrógeno amoniacal y <5,00 mg N/L para nitrógeno Kjeldahl, para todos los puntos de la microcuenca del río Cabuyarito durante la época de lluvia y la época seca, cumpliendo con el límite máximo permisible de acuerdo con la norma ambiental (1 mg NH3-N/L) para nitrógeno amoniacal de acuerdo con los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015.
Compuestos de Fósforo: Orgánico, inorgánico, ácido hidrolizable total, fósforo Total, y fósforo reactivo total - Ortofosfatos	En las dos épocas hidroclimáticas monitoreadas, todos los puntos de la microcuenca del río Cabuyarito reportaron concentraciones inferiores a 0,150 mg/L (límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio) para los compuestos fósforo orgánico total, acido-hidrolizable total, fósforo total, y fósforo reactivo total. El fósforo inorgánico también registró concentraciones inferiores al límite de la técnica analítica (<0,1 mg P/L). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites.
Carbono Orgánico Total	En la época de lluvia, los puntos de la microcuenca del río Cabuyarito registraron concentraciones entre <2,00 mg/L (límite de detección usada por el laboratorio), y 5,58 mg/L en el punto OCmn10; en la época seca, todos los puntos registraron concentraciones <2,00 mg/L. El Decreto 1076 de 2015 no establece límites permisibles para este parámetro.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Cabuyarito
Carbono Orgánico Total	 **Figura 3.2.5-401 Carbono orgánico total de las muestras de agua de la microcuenca del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca** **Fuente: Gessig S.A.S., 2025**
DBO_5 y DQO	En la época de lluvia y la época seca, todos los puntos muestreados en la microcuenca del río Cabuyarito reportaron concentraciones de DBO_5 y DQO inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica usado por el laboratorio, <2 mg O2/L para DBO_5, y, <20 mg O2/L para DQO. El Decreto 1075 de 2015 no presenta límites restrictivos para estos parámetros.
Metales, no metales y Metaloides	Todos los puntos muestreados en la microcuenca del río Cabuyarito en la época de lluvia y la época seca, registraron para los siguientes parámetros concentraciones equivalentes al límite de detección de la técnica analítica usada por el laboratorio: **Arsénico total** (<0,005 mg As/L), **Bario total** (<0,100 mg Ba/L), **Berilio total** (<0,0200 mg Be/L), **Cadmio total** (<0,0100 mg Cd/L), **Cobalto total** (<0,0300 mg Co/L), **Cromo total** (<0,100 mg Cr/L), **Cobre total** (<0,0400 mg Cu/L), **Níquel total** (<0,0400 mg Ni/L), **Mercurio total** (<0,001 mg Hg/L), **Plata total** (<0,0200 mg Ag/L), **Plomo total** (<0,0500 mg Pb/L), **Selenio total** (<0,005 mg Se/L), **Estaño total** (<1,00 mg Sn/L), **Litio total** (<0,0200 mg Li/L), **Molibdeno total** (<0,0100 mg Mo/L), **Vanadio total** (<0,100 mg V/L) y **Zinc total** (<0,0200 mg Zn/L). De acuerdo con lo anterior, no se presenta contaminación en los cuerpos de agua evaluados respecto a dichos elementos. En cuanto a la normatividad ambiental vigente, se tiene total cumplimiento respecto a los límites de concentración permisibles en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4. y 2.2.3.3.9.5. para aquellos parámetros en donde aplica. El Aluminio total, en la época de lluvia registró para la totalidad de puntos muestreados valores inferiores al límite de detección del laboratorio (<0,500 mg Al/L), este comportamiento se mantiene para la mayoría de puntos en la época seca, sin embargo, los puntos CABUYARITO_CL_01 y CABUYARITO_CL_02, evidencian un aumento en la concentración de aluminio de las muestras, el punto CABUYARITO_CL_02, es quien presenta la concentración máxima de la cuenca igual a 5,20 mg/L, concentración que supera el límite máximo permisible por el art. 2.2.3.3.9.5. y 2.2.3.3.9.6 del Decreto 1076 de 2015.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Cabuyarito
Metales, no metales y Metaloides	 **Figura 3.2.5-402 Aluminio de las muestras de agua de la microcuenca del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025 El Hierro total registró las mayores concentraciones en el punto CABUYARITO_CL_02 igual a 15 mg/L (época seca), superando el límite máximo permisible del art. 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015 de 5mg/L.  **Figura 3.2.5-403 Hierro total de las muestras de agua de la microcuenca del del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Cabuyarito
Metales, no metales y Metaloides	El Manganeso total, en la época de lluvia registró valores entre <0,02 mg/L (límite de detección de la técnica analítica), y, 0,14 mg/L. En la época seca, la máxima concentración se registró en el punto CABUYARITO_CL_02 igual a 0,54 mg/L, concentración que supera el límite máximo permisible por el art. 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015 de 0,2 mg/L.
Coliformes Fecales Termotolerantes	Las coliformes fecales termotolerantes, registraron concentraciones máximas de 331 NMP/100 mL en el punto CABUYARITO_CL_01, en la época de lluvia, y 307 NMP/100 mL en el punto OCmn9, en la época seca, la mayoría de los puntos en ambas épocas climáticas (a excepción de los puntos CABUYARITO_CL_01 y CABUYARITO_CL_02, en época seca) superaron el límite máximo permisible del art. 2.2.3.3.9.7 del Decreto 1076 de 2015.

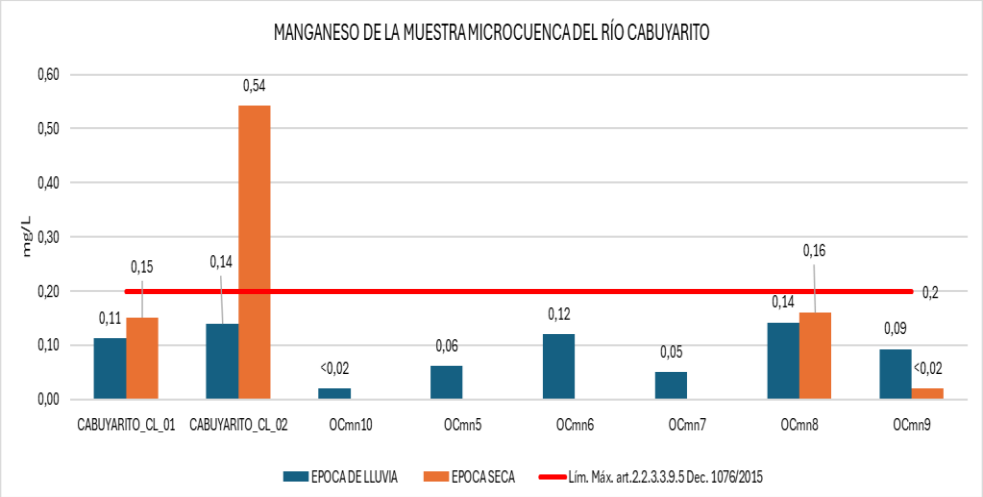


Figura 3.2.5-404 Manganeso de las muestras de agua de la microcuenca del del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca

Fuente: Gessig S.A.S., 2025

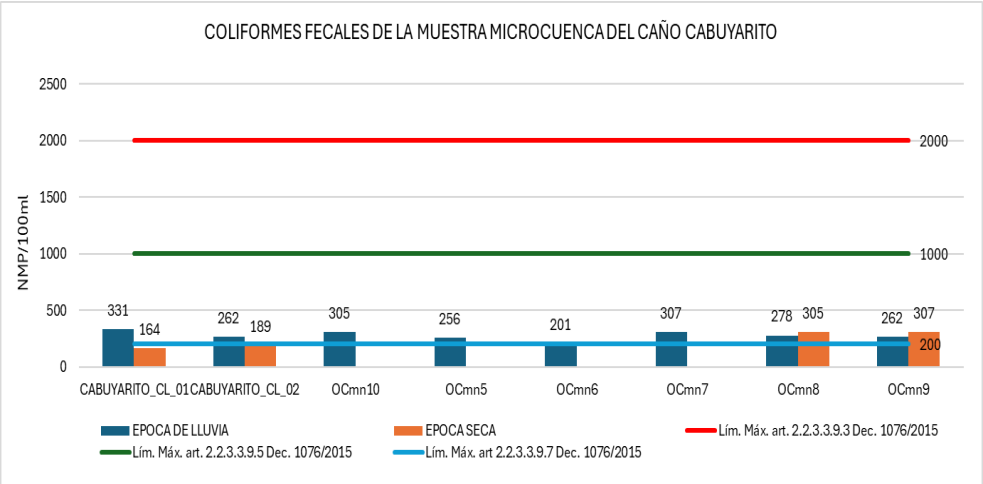
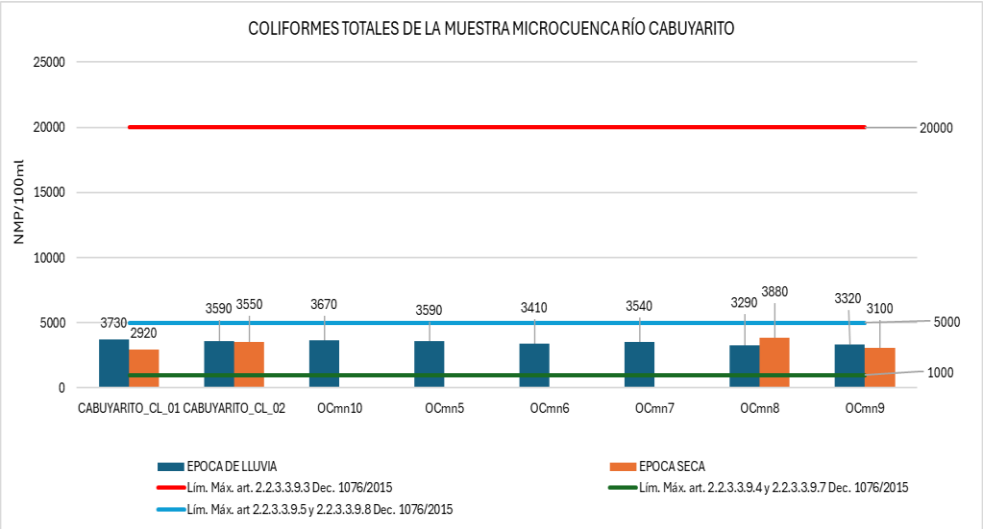
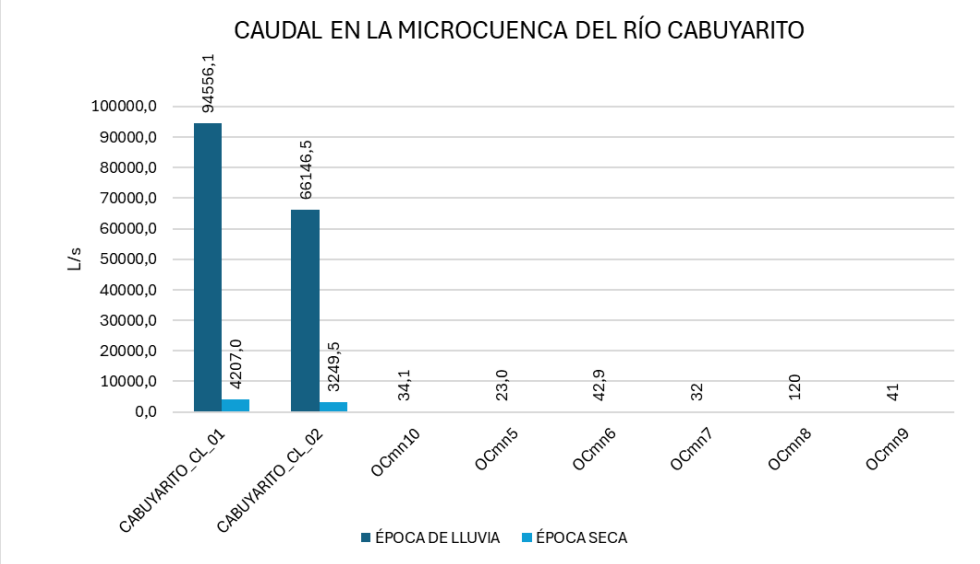


Figura 3.2.5-405 Coliformes fecales de las muestras de agua de la microcuenca del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca

Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Cabuyarito
Coliformes Fecales Termotolerantes	En cuanto a la normatividad ambiental, todos los puntos cumplen con los límites permisibles establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3. y 2.2.3.3.9.5. del Decreto 1076 de 2015 (2000 NMP/100 mL y 1000 NMP/100 mL respectivamente).
Coliformes totales	En la época de lluvia se registró una media de 3518 NMP/100 ml, y en la época seca, una media de 3363 NMP/100 ml, es decir que hubo un aumento en la concentración de coliformes totales en la época seca. Los datos son acordes a las concentraciones de coliformes termotolerantes registradas para las dos épocas hidroclimáticas analizadas. Además, es posible afirmar que todos los puntos se encuentran por encima del límite permisible establecido en el artículo 2.2.3.3.9.4. del Decreto 1076 de 2015 (1000 NMP/100 mL), mientras que, dichas concentraciones cumplen con los criterios determinados en los Artículos 2.2.3.3.9.3. y 2.2.3.3.9.5. (20000 NMP/100 mL y 5000 NMP/100 mL).  **Figura 3.2.5-406 Coliformes totales de las muestras de agua de la microcuenca del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca** **Fuente: Gessig S.A.S., 2025**
Huevos de Helmintos	Este tipo de microrganismos registro tanto en la época de lluvia como seca, concentraciones equivalentes al límite de detección de la técnica usada por el laboratorio, siendo este de <1 huevos/L, lo que sugiere que en los cuerpos de agua evaluados en la microcuenca del río Cabuyarito no se presenta contaminación por parte de dichos parásitos y se descartan afectaciones sobre los cuerpos de agua superficial derivados de los posibles vertimientos de aguas domésticas.
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	El parámetro de tensoactivos presentó valores por debajo de la técnica analítica empleada para su determinación (<0,200 mg/L) indicando que los cuerpos de agua monitoreados en la microcuenca río Cabuyarito no han sido afectados por parte de este tipo de compuestos.
Pesticidas órgano-fosforados	Los pesticidas organofosforados analizados por el laboratorio incluyen sustancias como Metil Tolclofos, Metil Pirimipos, Malation, Protiofos (Tukution), Etion, Diclorvos, Dimetoato, Clorpirifos (Etil Clorpirifos), Metidation, Profenofos, Metil Azinfos (Glution), y, Pirazofos. Todos los puntos de la microcuenca del río Cabuyarito registraron valores inferiores al límite de la técnica analítica usada por el laboratorio (<0,00001 mg/L en época de lluvia, y, <0,00020 mg/L en época seca).

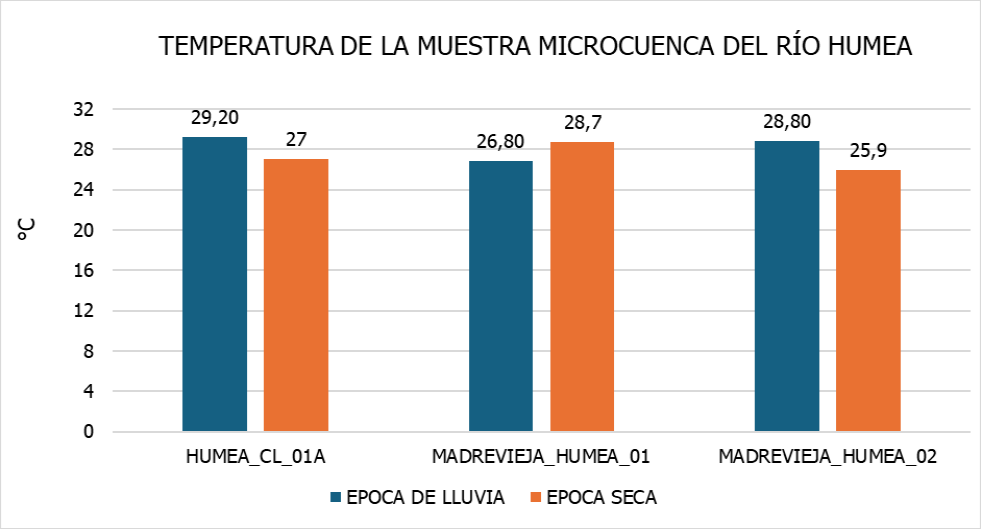
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Cabuyarito
Caudal	Se realizó el aforo de caudal en todos los puntos de monitoreo de la microcuenca del río Cabuyarito durante la época de lluvia, sin embargo, durante la época seca sólo fue posible tomar el aforo de los puntos CABUYARITO_CL_01 y CABUYARITO_CL_02, debido a que las ocupaciones de cauce OCmn10, OCmn5, OCmn6, y OCmn7, se encontraban secos al momento de realizar el monitoreo; en tanto que, los puntos OCmn8, y OCmn9, no presentaron flujo o movimiento en el cuerpo de agua. El caudal máximo registrado en la microcuenca del río Cabuyarito fue en el CABUYARITO_CL_01 durante época seca.  **Figura 3.2.5-407 Aforo de caudal en L/s en la microcuenca del río Cabuyarito en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

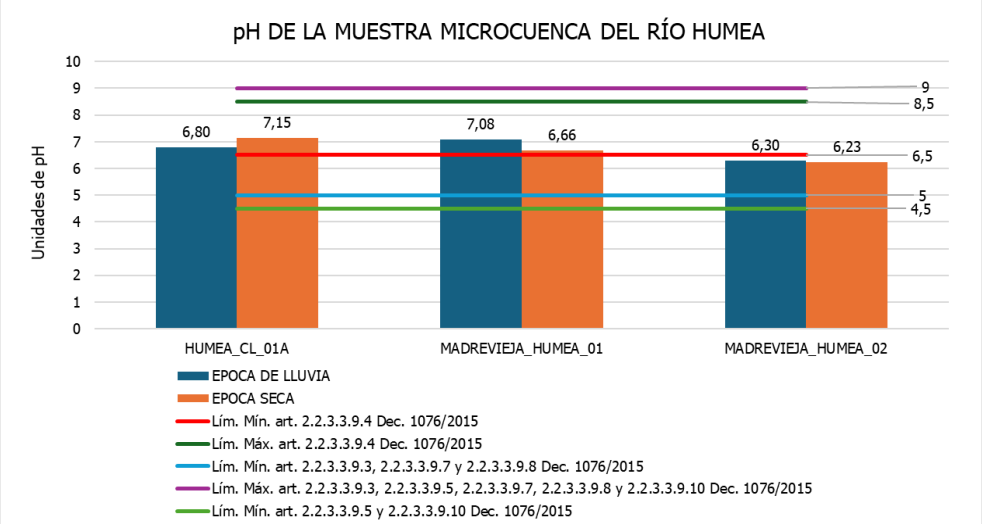
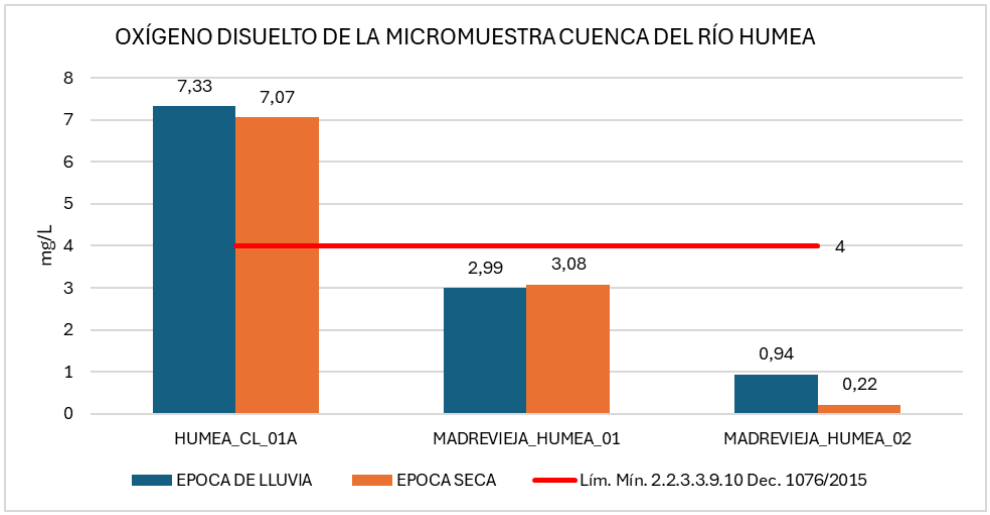
Fuente: Gessig S.A.S., 2025, adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

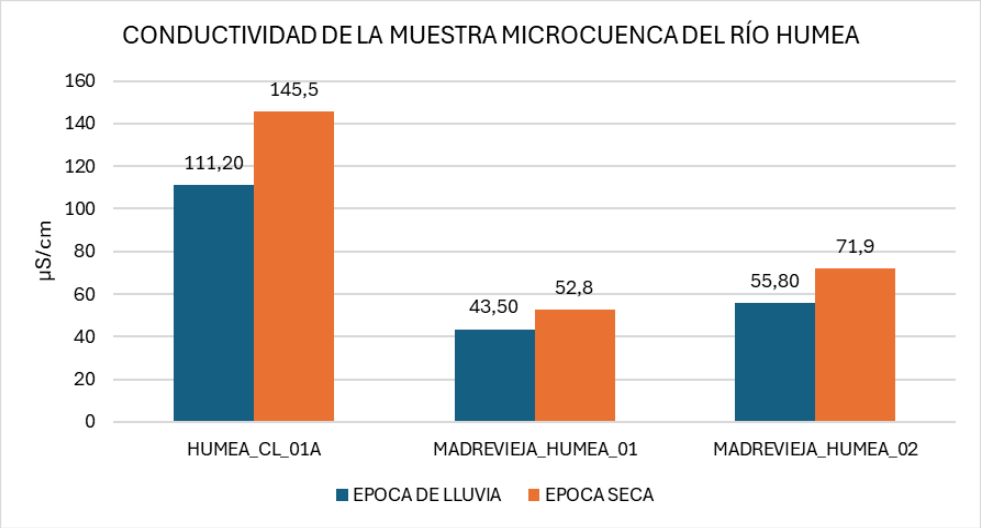
- *Microcuenca del río Humea*

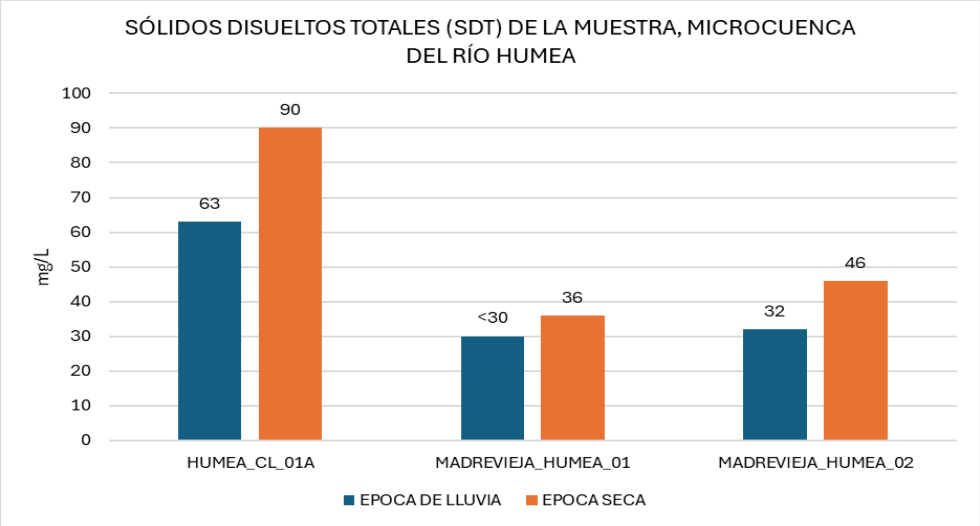
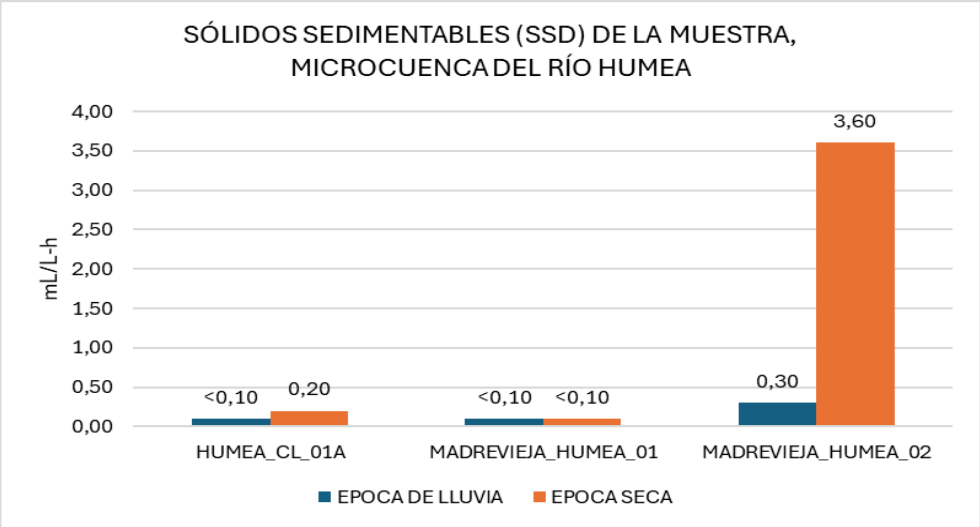
En la microcuenca del río Humea se realizó el monitoreo de calidad de agua durante la época de lluvia y la época seca, los puntos HUMEA_CL_01A, MADREVIEJA_HUMEA_01 y MADREVIEJA_HUMEA_02. En la se presenta el análisis de cada parámetro caracterizado. Para ver más información, detallada y en forma gráfica, remitirse al **Anexo 3.2-5_Calidad_ASUP** donde se presentan los informes de laboratorio, reportes de laboratorio, soportes de campo, certificados de calibración, resoluciones de acreditación y registro fotográfico.

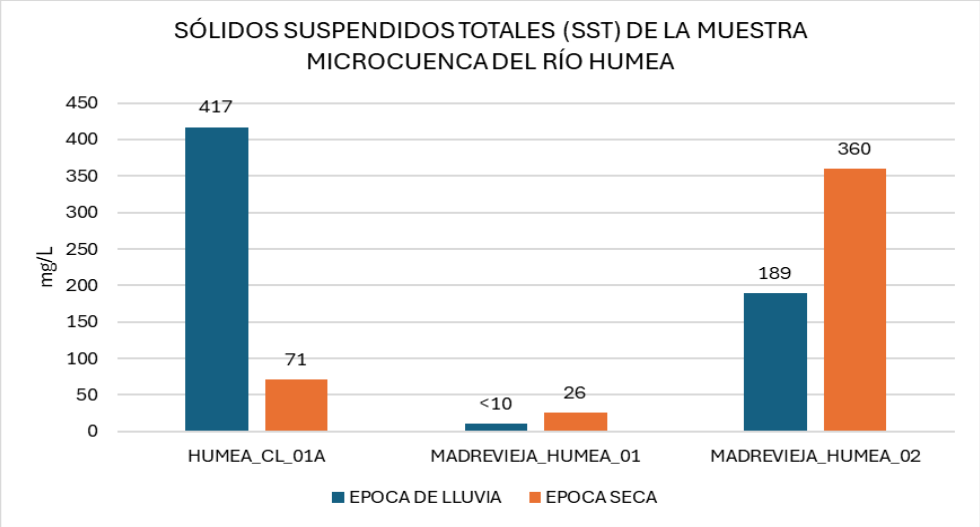
Tabla 3.2.5-53 Parámetros FQ y B muestreados en la microcuenca del río Humea durante la época de lluvia y época seca

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Humea
Temperatura	Durante la época de lluvia, se registró una temperatura promedio de 28,3°C en la microcuenca del río Humea. El punto HUMEA_CL_01A registró la temperatura más alta igual a 29,2°C. Durante la época seca, la temperatura promedio fue de 27,2°C, registrando la temperatura más alta en el punto MADREVIEJA_HUMEA_01 con un valor de 28,7°C. La temperatura de los cuerpos de agua monitoreados se regula, debido a que la temperatura ambiente fue superior a la temperatura del agua.  **Figura 3.2.5-408 Temperatura de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
pH	En la microcuenca del río Humea durante la época de lluvia, se registraron valores entre 6,3 unidades en el punto MADREVIEJA_HUMEA_02 y 7,1 en el punto MADREVIEJA_HUMEA_01. Durante la época seca, se registró un pH mínimo de 6,23 unidades en el punto MADREVIEJA_HUMEA_02, y un valor máximo de 7,15 unidades en el punto HUMEA_CL_01A. Se evidencia que la totalidad de los puntos de monitoreo refieren cumplimiento respecto a los límites establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8 y 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, los cuales establecen un rango entre 4,5 a 9,0 unidades. Sin embargo, para el límite permisible del artículo 2.2.3.3.9.4 (6,5 a 8,5 unidades) que trata los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico, sólo es cumplido por los puntos HUMEA_CL_01A y MADREVIEJA_HUMEA_01.

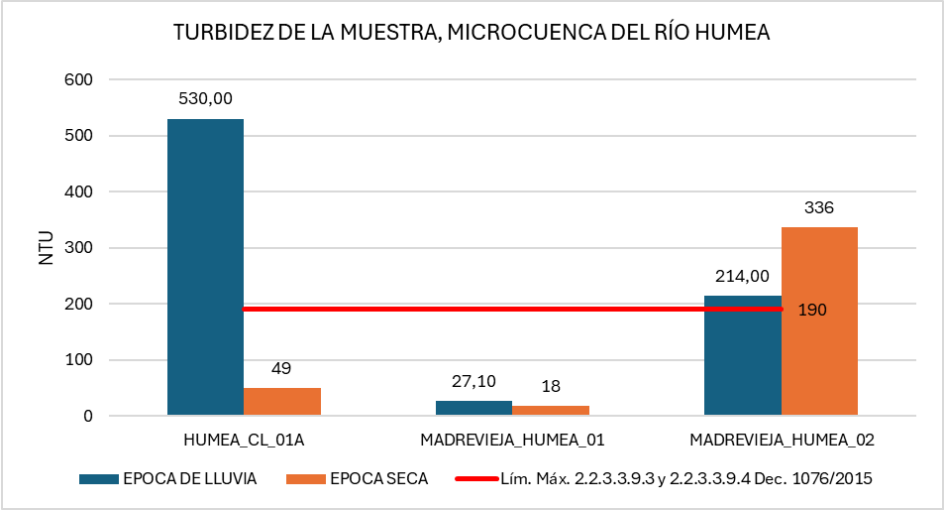
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Humea
pH	 **Figura 3.2.5-409 pH de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Oxígeno Disuelto (OD)	El punto con la mayor concentración de OD registrada durante la época de lluvia y seca, corresponde al cuerpo de agua lótico HUMEA_CL_01A con un valor de 7,33 mg/L (lluvia) y 7,07 (seca), siendo esta muestra la única que cumple con el límite mínimo establecido por el art. 2.2.3.3.10 del Decreto 1076 de 2015, referente a los criterios de calidad para la preservación de flora y fauna en aguas cálidas dulces. Los valores de OD de las muestras de la madrevieja del río Humea, para ambas épocas climáticas, evidencian un estado de hipoxia severa, especialmente en el punto MADREVIEJA_HUMEA_02, en donde hay una ausencia casi total de OD.  **Figura 3.2.5-410 Oxígeno Disuelto (OD) de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

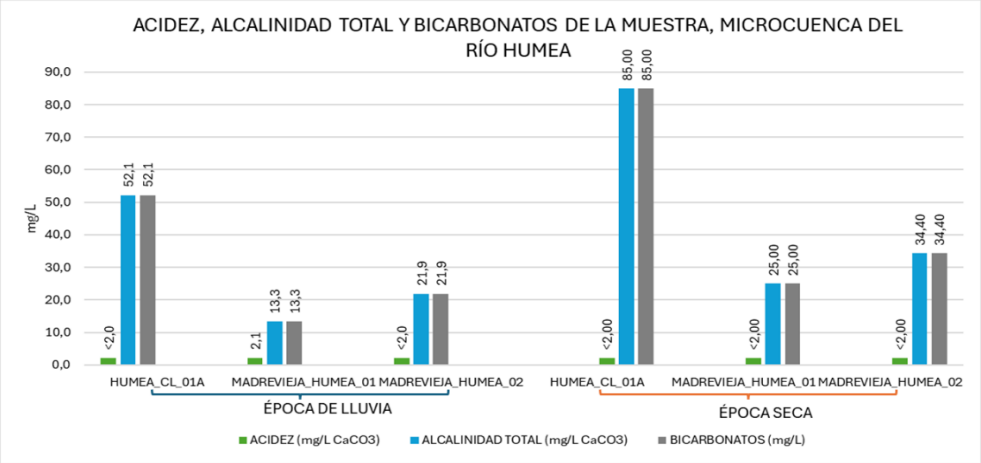
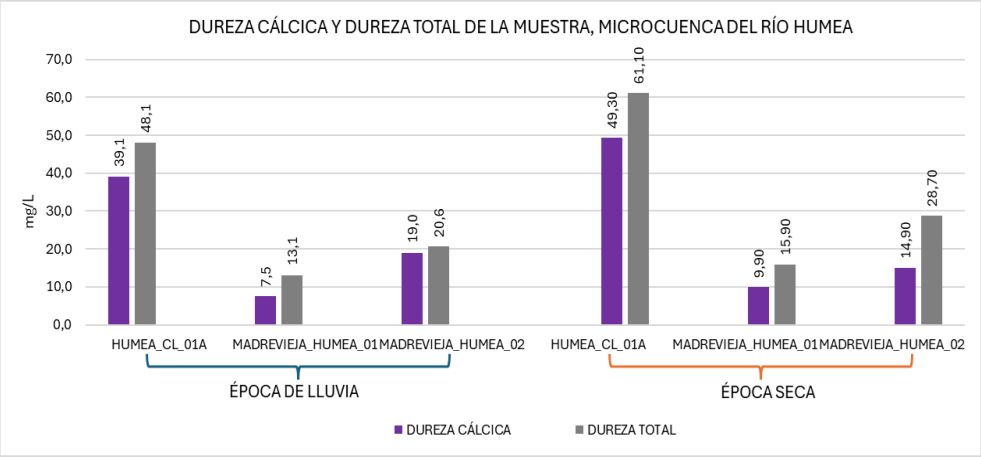
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Humea
Conductividad Eléctrica	El punto HUMEA_CL_01A registró la máxima concentración de conductividad eléctrica en la época de lluvia igual a 111,2 µS/cm, y en la época seca igual a 145,5 µS/cm, lo que indica un grado de mineralización "Débil", al registrar conductividades entre 100 µS/cm y 200 µS/cm, mientras que, los cuerpos de agua lénticos monitoreados MADREVIEJA_HUMEA_01 y MADREVIEJA_HUMEA_02, registraron un grado de mineralización "Muy débil" al registrar conductividades menores a los 100 µS/cm en ambas épocas climáticas. En los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del decreto único reglamentario 1076 del 2015, no se estipulan máximos permisibles para este parámetro.  **Figura 3.2.5-411 Conductividad Eléctrica de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	En la microcuenca del río Humea durante la época de lluvia se reportaron concentraciones que oscilaron entre <30 mg/L el cual es el límite de detección del método de cuantificación utilizado por el laboratorio, y, 63 mg/L en el punto HUMEA_CL_01A. Durante la época seca, los SDT registraron una concentración entre 36 mg/L en el punto MADREVIEJA_HUMEA_01, y, 90 mg/L en el punto HUMEA_CL_01A. El decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente estudio (2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.5).

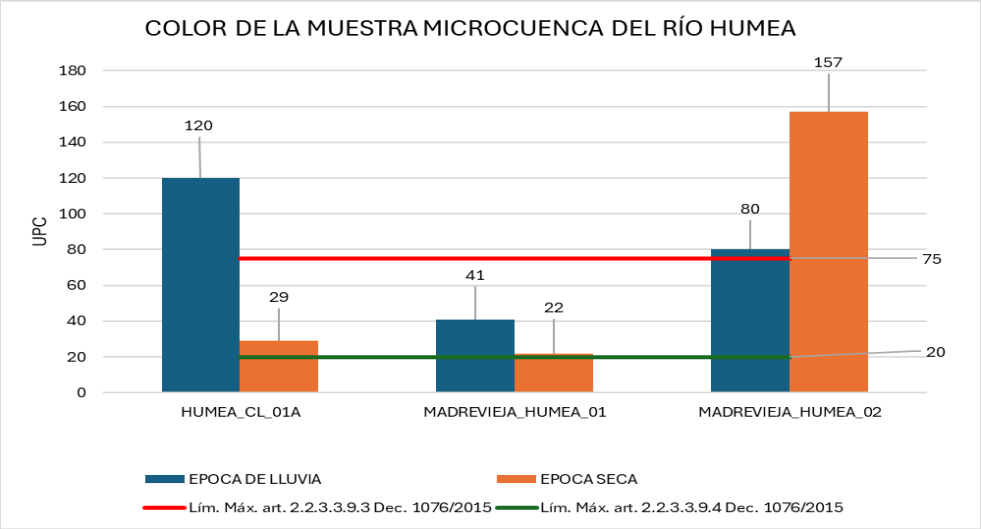
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Humea
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	 **Figura 3.2.5-412 Sólidos Disueltos Totales (SDT) de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Sólidos Sedimentables (SSD)	La concentración de Sólidos Sedimentables en la microcuenca del río Humea durante la época de lluvia reportó para la mayoría de los puntos concentraciones inferiores a 0,10 mL/L-h (límite de detección del método de cuantificación utilizado por el laboratorio MCS), a excepción del punto MADREVIEJA_HUMEA_02 el cual registró un valor de 0,30 mL/L-h. Durante la época seca, se registraron concentraciones entre <0,10 mL/L-h, y, 3,60 mL/L-h en el punto MADREVIEJA_HUMEA_02. La normatividad ambiental, el Decreto 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro.  **Figura 3.2.5-413 Sólidos sedimentables de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

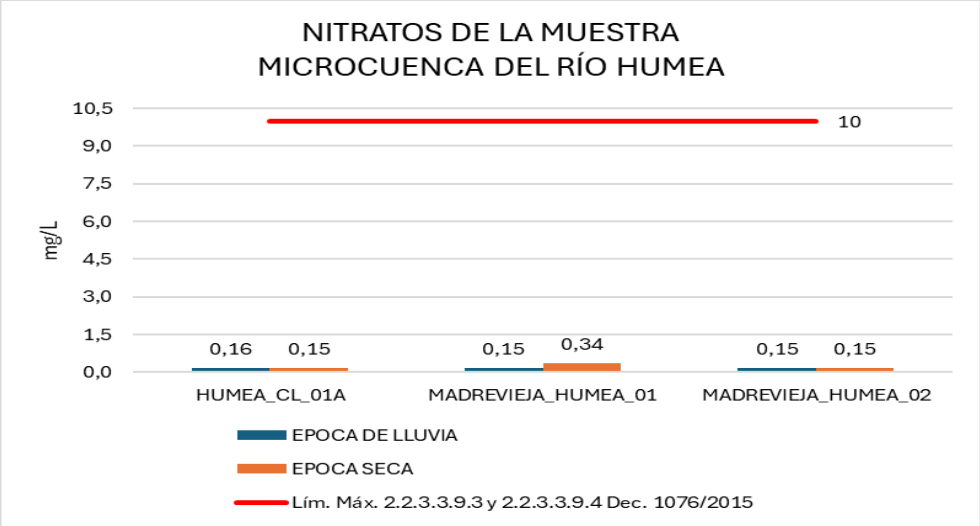
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Humea
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	Durante la época de lluvia el punto MADREVIEJA_HUMEA_01 registró una concentración inferior al límite de cuantificación de la técnica analítica usada por el laboratorio (<10 mg/L), seguido por una concentración de 189 mg/L en el punto MADREVIEJA_HUMEA_02 (cuerpo léntico) y 417 mg/L en el punto HUMEA_CL_01A (cuerpo lótico), esta última concentración fue la más alta registrada en todas las microcuencas muestreadas. Durante la época seca, los valores de sólidos suspendidos totales oscilaron entre 26 mg/L (MADREVIEJA_HUMEA_01), hasta 360 mg/L (MADREVIEJA_HUMEA_02). Si bien el decreto único reglamentario 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro de calidad de agua, el IDEAM[7] establece que valores por encima de 340 mg/l son calificados con muy alta contaminación por sólidos suspendidos. Lo anterior, está estrechamente relacionado con la alta concentración de turbidez registrada en los puntos monitoreados de esta microcuenca, y el patrón de drenaje de tipo dendrítico con cauces meándricos que favorece el aporte de sólidos al cauce principal (río Humea), ya sean de origen natural (arrastre debido a la precipitación), y/o de origen antrópico (erosión del suelo por labores agrícolas de labranza y arado, remoción de cobertura vegetal con fines de urbanización y la realización de obras de infraestructura, entre otros).  **Figura 3.2.5-414 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

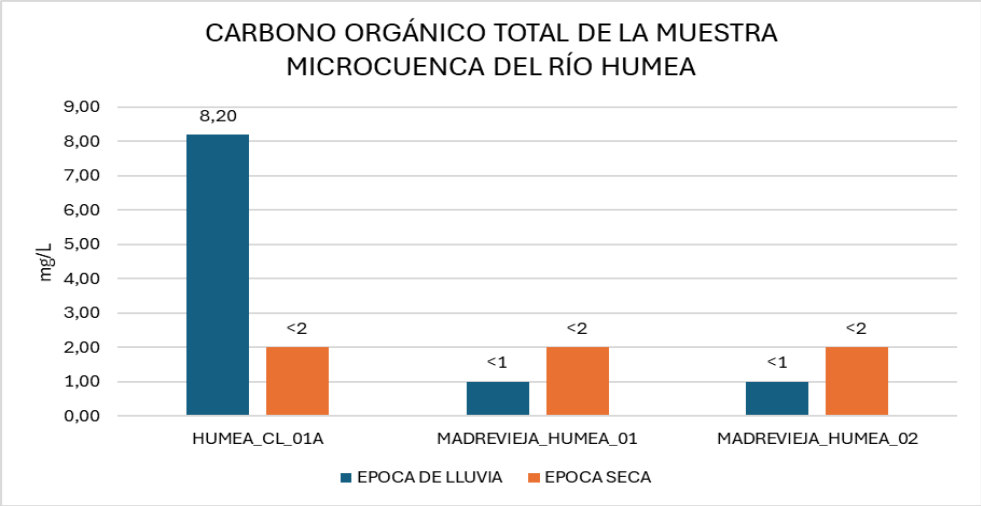
[7] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. (2011). Índice de Calidad de Agua en corrientes superficiales (ICA). Pag 5.

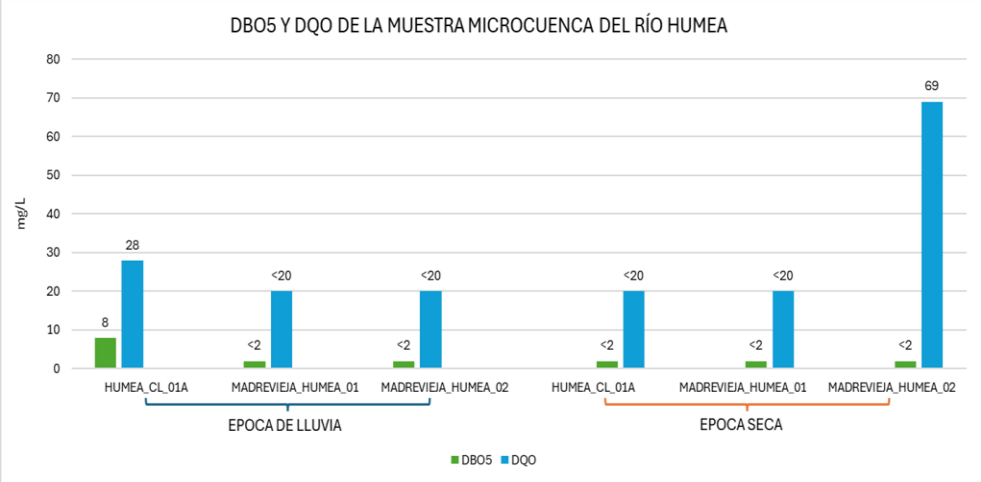
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Humea
Turbiedad	En la microcuenca del río Humea se registraron los valores máximos de turbiedad en el punto HUMEA_CL_01A con una concentración de 530 NTU, durante la época de lluvia; y en el punto MADREVIEJA_HUMEA_02 con una concentración de 336 NTU, durante la época seca. A nivel normativo, el artículo 2.2.3.3.9.4 establece un límite máximo permisible de 10 UJT (Unidades de turbidez Jackson) basadas en el antiguo método Jackson que equivale a 190 NTU, el punto HUMEA_CL_01A (lluvia), y el punto MADREVIEJA_HUMEA_02 (ambas épocas), superan este límite. Adicionalmente, el artículo 2.2.3.3.9.10 referente a los criterios de calidad para la preservación de flora y fauna, determina que no debe presentarse turbiedad en el cuerpo de agua que interfiera con la actividad fotosintética, los puntos monitoreados cumplen con este criterio.  **Figura 3.2.5-415 Turbidez de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	Durante la época de lluvia la acidez registró para la mayoría de los puntos de la microcuenca del río Humea valores inferiores al límite de cuantificación del método de análisis implementado por el laboratorio MCS (<2 mg $CaCO_3$/L), excepto en el punto MADREVIEJA_HUMEA_01, donde se registró un valor de 2,1 mg/L. En la época seca, todos los puntos registraron concentraciones inferiores al límite de cuantificación (<2 mg $CaCO_3$/L). Por otro lado, los parámetros de alcalinidad total y bicarbonatos reportaron las mismas concentraciones, el punto HUMEA_CL_01A reportó los valores más altos iguales a 52,1 mg/L en la época de lluvia, y, 85 mg/L en época seca. A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no estipula límites máximos permisibles para estos parámetros. No obstante, según lo establecido en la Resolución 2115 de 2007, se admite una alcalinidad máxima de 200 mg/L y una acidez no mayor a 60 mg/L para agua para consumo humano. Criterios cumplidos por los cuerpos de agua monitoreados.

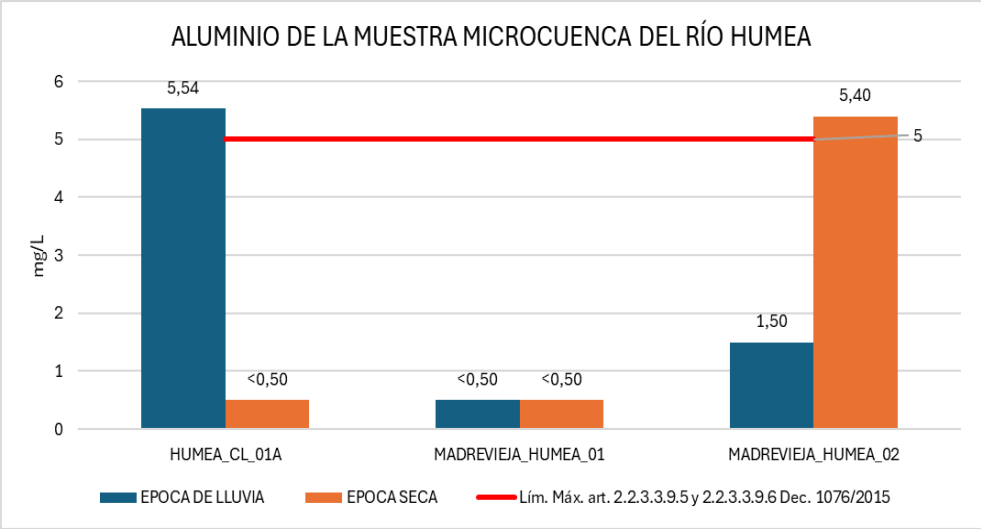
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Humea
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	 **Figura 3.2.5-416 Acidez, Alcalinidad Total y Bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Dureza total y Dureza Cálcica	La dureza cálcica en la época de lluvia reportó concentraciones que oscilaron entre 7,5 mg/L en el punto MADREVIEJA_HUMEA_01, hasta 39,1 mg/L en el punto HUMEA_CL_01A. En la época seca, las concentraciones estuvieron entre 9,90 mg/L (MADREVIEJA_HUMEA_01), y 49,30 mg/L (MADREVIEJA_HUMEA_02). Los valores de dureza total, para la época de lluvia fueron reportados en un rango de 13,1 mg/L (MADREVIEJA_HUMEA_01) y 48,1 mg/L de $CaCO_3$ (HUMEA_CL_01A), mientras que, en la época seca reportaron concentraciones entre 15 mg/L (MADREVIEJA_HUMEA_01), y 61,10 mg/L (HUMEA_CL_01A). Estos valores permiten clasificar el agua de la microcuenca del caño como "Blanda". A nivel normativo, el Decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente complemento del EIA (2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10).  **Figura 3.2.5-417 Dureza Cálcica y Dureza Total de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

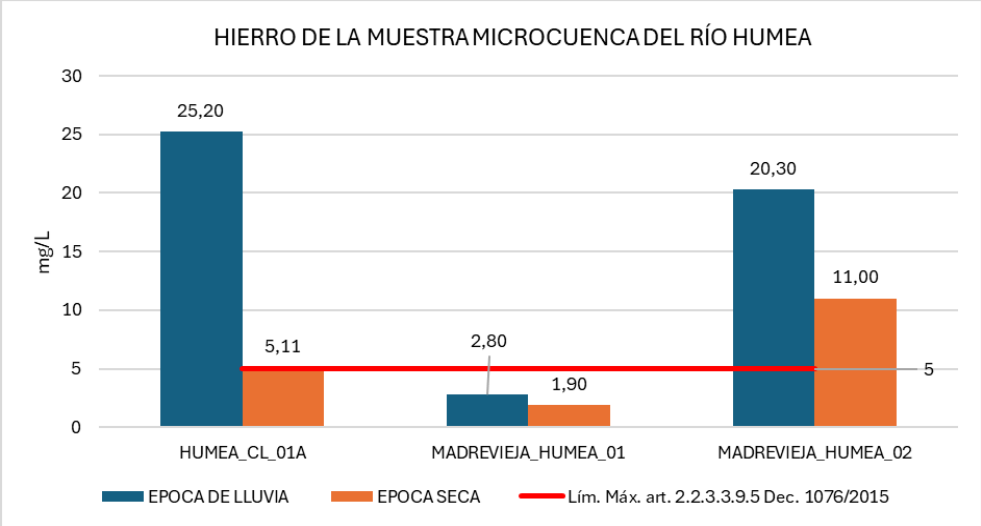
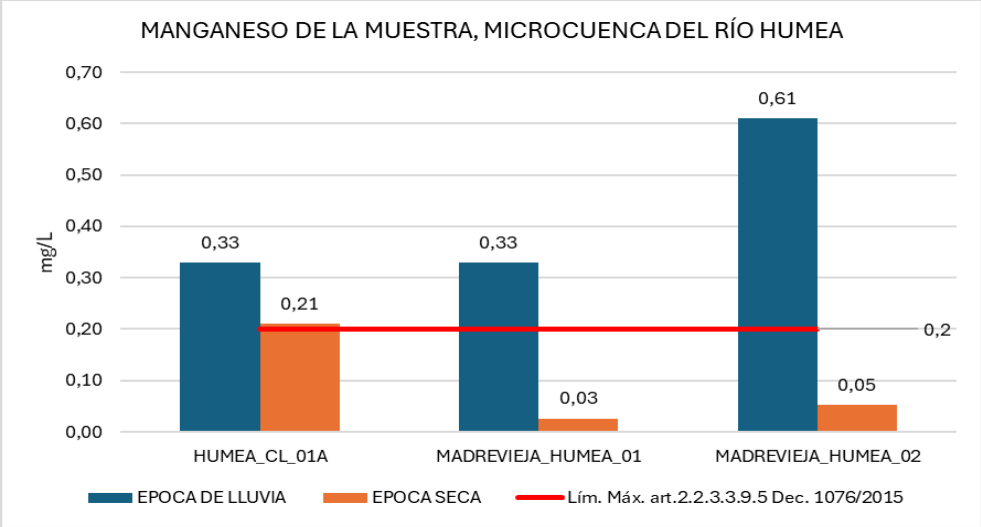
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Humea
Grasas y Aceites e Hidrocarburos totales	La totalidad de los puntos monitoreados en la microcuenca del río Humea durante la época de lluvia y seca registraron concentraciones inferiores al límite de detección de los métodos analíticos utilizados por el laboratorio MCS (<1,40 mg/L) tanto para el parámetro de grasas y aceites como para hidrocarburos totales. A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, no fijan límites para estos parámetros, pero si establecen que no se deben presentar películas visibles de grasas y aceites flotantes. Teniendo en cuenta lo anterior, los puntos de monitoreo en la microcuenca del río Humea cumplen con este criterio.
Sulfatos	Para la época de lluvia y seca, todos los puntos monitoreados en la microcuenca del río Humea registraron valores inferiores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<5 mg SO_4^{2-}/L). Los resultados evidencian cumplimiento a nivel normativo al límite establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (400 mg SO_4^{2-}/L), es decir que cumple con los criterios para uso doméstico.
Cloruros	Las concentraciones de cloruros en la totalidad de los puntos en la microcuenca del río Humea en la época de lluvia y seca presentaron concentraciones inferiores a 4,00 mg Cl-/L (límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio). Todos cumplen con el límite máximo permisible (250 mg/L) establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015.
Color de la muestra en UPC	Para la época de lluvia, los resultados oscilaron entre 41 UPC en el punto MADREVIEJA_HUMEA_01 hasta 120 UPC en el punto HUMEA_CL_01A. Para la época seca, se registraron valores entre 22 UPC en el punto MADREVIEJA_HUMEA_01, y, 157 UPC, en el punto HUMEA_CL_01A. De acuerdo con los resultados reportados todos los puntos se encuentran encima del límite permisible del artículo 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (20 UPC), a su vez, el punto HUMEA_CL_01A (en época de lluvia) y el punto MADREVIEJA_HUMEA_02 (en ambas épocas) superan el límite permisible establecido en el artículo 2.2.3.3.9.3 (75 UPC). Lo anterior, está estrechamente relacionado con la alta concentración de SST y turbidez registrada para el punto HUMEA_CL_01A y el punto MADREVIEJA_HUMEA_02.  **Figura 3.2.5-418 Color de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

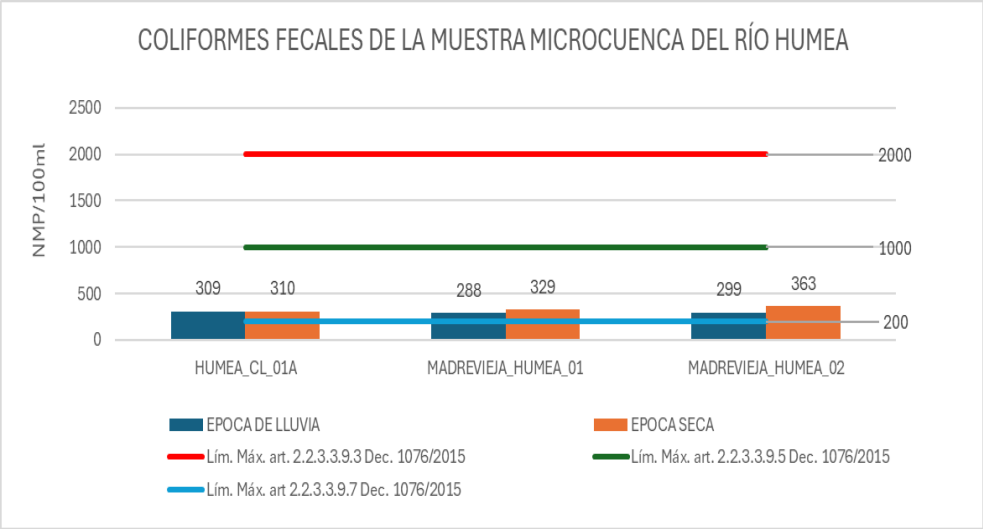
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Humea
Fenoles totales	Los fenoles totales, durante la época de lluvia y seca, registraron en la totalidad de puntos muestreados valores inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio MCS para su determinación (<0,002 mg/L). cumpliendo plenamente con el criterio de calidad estipulado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 del Decreto 1076 de 2015, e indicando que los cuerpos de agua no presentan afectación por parte de estos compuestos.
Material Flotante	Se registró material flotante en los puntos lénticos MADREVIEJA_HUMEA_01 y MADREVIEJA_HUMEA_02 durante la época de lluvia. El punto HUMEA_CL_01A no reportó presencia de materiales flotantes en ninguna época. A nivel normativo, los artículos comparables del Decreto 1076 de 2015 no fijan límites máximos permisibles para este parámetro, pero si establecen que no se deben presentar materiales flotantes.
Olor y sabor	La totalidad de puntos de monitoreo se han reportado como "Aceptable". Los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros.
Nitratos y Nitritos	Para época de lluvia, los puntos monitoreados en la microcuenca del río Humea obtuvieron concentraciones de Nitratos comprendidas entre 0,15 mg/L y 0,16 mg/L. Para la época seca, la concentración de nitratos evidenció un aumento en el punto MADREVIEJA_HUMEA_01 alcanzando un valor de 0,34 mg/L, los otros puntos registraron 0.15 mg/L. En cuanto a los Nitritos, este parámetro reportó concentraciones inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada para su determinación por el laboratorio MCS (<0,0100 mg N-NO2/L) en la totalidad de puntos muestreados en ambas épocas climáticas. Al comparar estas concentraciones frente a los límites estipulados en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto único reglamentario 1076 de 2015 (1 mg/L para nitritos y 10 mg/L para nitratos), se comprueba que en los dos casos existe cumplimiento frente a la norma.  **Figura 3.2.5-419 Nitratos de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

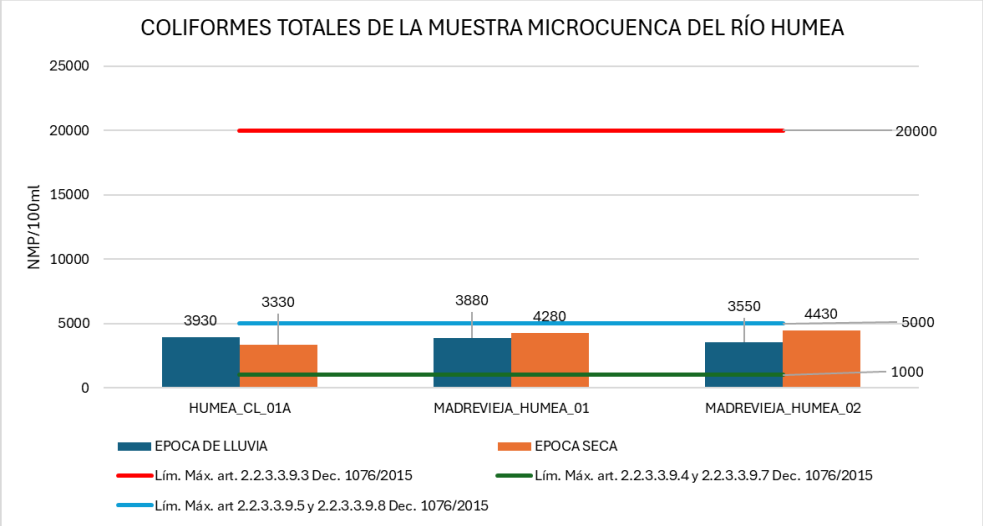
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Humea
Nitrógeno Amoniacal y Nitrógeno total Kjeldahl	En la época de lluvia y seca, la totalidad de los puntos de la microcuenca del río Humea registró valores <1 mg/L, valor correspondiente al límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio MCS. A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. También se monitoreo durante ambas épocas la concentración de Nitrógeno total Kjeldahl, que registró una concentración igual al límite cuantificable establecido por la técnica de análisis empleada por el laboratorio MCS (<5,00 mg N/L) en la totalidad de puntos de monitoreo evaluados. Es importante mencionar que el parámetro descrito no se encuentra regulado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.6, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8, 2.2.3.3.9.9 y 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015.
Compuestos de Fósforo: Orgánico, inorgánico, ácido hidrolizable total, fósforo Total, y fósforo reactivo total - Ortofosfatos	Para la época de lluvia y seca, la totalidad de puntos en la microcuenca del río Humea registraron una concentración de fósforo orgánico de <0,150 mg/L (límite de cuantificación de la técnica analítica empleada en el laboratorio MCS). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. Para las dos épocas, el fosforo inorgánico la totalidad de puntos en la microcuenca del río Humea reportaron valores menores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<0,1 mg/L). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. En cuanto al fósforo total, fósforo ácido hidrolizable total, y fósforo reactivo total, la totalidad de los puntos en la microcuenca del río Humea registraron valores inferiores a 0,150 mg/L (límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro.
Carbono Orgánico Total	Para la época de lluvia, la mayoría de los puntos monitoreados registraron concentraciones inferiores al límite utilizado por el laboratorio para su análisis (<1 mg/L). El punto HUMEA_CL_01A registró una concentración de 8,20 mg/L. Así mismo, en la época seca, todos los puntos registran valores inferiores al límite de detección de la técnica analítica usada por el laboratorio, que en este caso fue <2 mg/L. El Decreto 1076 de 2015 no presenta límites permisibles para estos parámetros, por lo cual no es posible compararlo con la normatividad.  **Figura 3.2.5-420 Carbono orgánico total de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

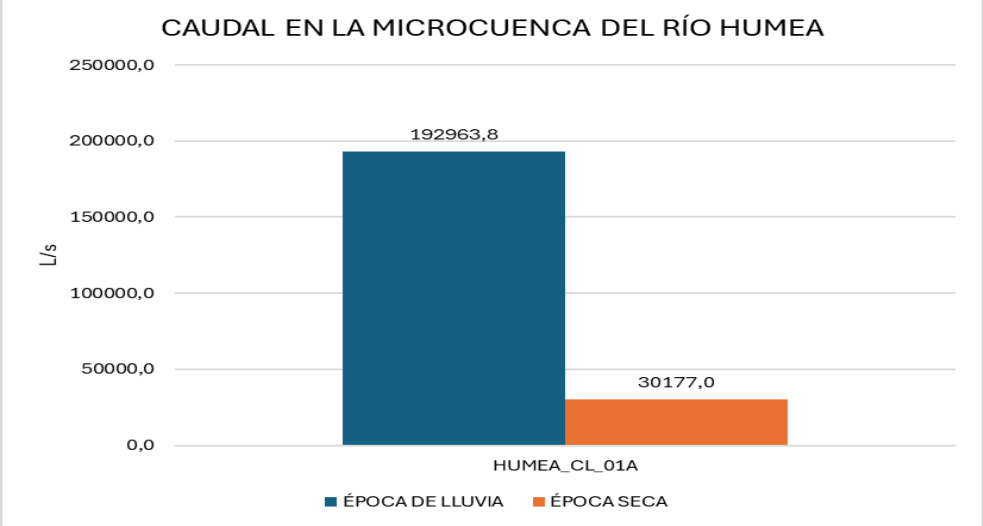
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Humea
DBO_5 y DQO	Para la época de lluvia, la mayoría de los puntos en la microcuenca del río Humea reportaron valores menores al límite de cuantificación del parámetro DBO_5 (<2 mg/L), a excepción del punto HUMEA_CL_01A el cual reportó un valor igual a 8 mg/L, acorde a los altos valores registrados de materia orgánica presente en la muestra de agua. En la época seca, todos los puntos presentaron concentraciones <2 mg/L. A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no presentan límites permisibles para estos parámetros, por lo cual no es posible compararlo con la normatividad. La Demanda Química de Oxígeno para la época de lluvia en la microcuenca del río Humea presentó concentraciones inferiores al límite de cuantificación utilizado por el laboratorio para su análisis (<20 mg/L) en los cuerpos de agua lénticos monitoreados, sin embargo, el punto del cuerpo de agua lótico HUMEA_CL_01A reportó un valor igual a 28 mg/L. Para la época seca, el punto MADREVIEJA_HUMEA_02, fue el único punto en registrar una concentración superior al límite de detección, con un valor igual a 69 mg/L, siendo esta la mayor DQO registrada en la microcuenca. Los resultados son coherentes con la concentración de DOB_5 y carbono orgánico total. A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no presentan límites permisibles para estos parámetros, por lo cual no es posible compararlo con la normatividad.  **Figura 3.2.5-421 DBO5 y DQO de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Metales y Metaloides	Todos los puntos muestreados en la microcuenca del río Humea reportaron concentraciones inferiores a los límites de cuantificación de los parámetros **Arsénico total** (<0,005 mg As/L), **Berilio total** (<0,0200 mg Be/L), **Cadmio total** (<0,0100 mg Cd/L), **Cobalto total** (<0,0300 mg Co/L), **Cromo total** (<0,100 mg Cr/L), **Cobre total** (<0,0400 mg Cu/L), **Níquel total** (<0,0400 mg Ni/L), **Mercurio total** (<0,001 mg Hg/L), **Plata total** (<0,0200 mg Ag/L), **Plomo total** (<0,0500 mg Pb/L), **Selenio total** (<0,005 mg Se/L), **Estaño total** (<1,00 mg Sn/L), **Litio total** (<0,0200 mg Li/L), **Molibdeno total** (<0,0100 mg Mo/L), **Vanadio total** (<0,100 mg V/L) y **Zinc total** (<0,0200 mg Zn/L); reportando cumplimiento de los límites normativos establecidos para cada metal y metaloide en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Humea
Metales y Metaloides	El bario total, registró para casi la totalidad de puntos concentraciones inferiores al límite de detección de la técnica usada por el laboratorio (<0,100 mg Ba/L), a excepción del punto MADREVIEJA_HUMEA_02 en época seca, donde registró un valor de 0,255 mg/L. El Aluminio total, registró en los puntos: HUMEA_CL_01A un valor de 5,54 mg/L en época de lluvia, y, MADREVIEJA_HUMEA_02, 5,40 mg/L en época seca; valores que superan el límite máximo permisible de este compuesto en las muestras de agua establecido por los art. 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.6 del Decreto 1076 de 2015. Lo anterior, se debe a una combinación de factores naturales como la composición geológica y el tipo de suelo rico en aluminio, las condiciones del pH y la influencia de aguas subterráneas, con factores antrópicos que incluyen el uso de fertilizantes y el manejo inadecuado de los suelos.  **Figura 3.2.5-422 Aluminio de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025 El parámetro zinc, reportó valores que oscilaron entre el límite de cuantificación (<0,02 mg/L) en el punto MADREVIEJA_HUMEA_01, hasta 0,04 mg/L en el punto HUMEA_CL_01A en época de lluvia, y, 0,03 en el punto HUMEA_CL_01A y MADREVIEJA_HUMEA_02, en época seca. Todos los puntos cumplen con los límites máximos permisibles de los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.6 del Decreto 1076 de 2015. En cuanto al calcio total, magnesio total, potasio y sodio totales, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros, además estos iones no representan algún tipo de riesgo, pues se considera como normal su presencia en los ecosistemas acuáticos debido al lavado del suelo, las rocas y el lecho de los cuerpos de agua. El Hierro total, superó el límite máximo permisible por el artículo 2.2.3.3.9.5 en los puntos HUMEA_CL_01A y MADREVIEJA_HUMEA_02, en ambas épocas climáticas. La concentración máxima fue igual a 25,20 mg/L en el punto HUMEA_CL_01A durante la época de lluvia.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Humea
Metales y Metaloides	 **Figura 3.2.5-423 Hierro de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025 Finalmente, el Manganeso, registró valores que superaron el límite máximo permisible por el artículo 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015, los únicos que evidencian cumplimiento son los puntos ubicados sobre la madrevieja del río Humea en época seca.  **Figura 3.2.5-424 Manganeso de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Humea
Coliformes Fecales Termotolerantes	En la época de lluvia, las coliformes fecales termotolerantes registraron concentraciones entre 288 NMP/100mL en el punto MADREVIEJA_HUMEA_01 y 309 NMP/100mL en el punto HUMEA_CL_01A. En la época seca, las concentraciones oscilaron entre 310 NMP/100mL en el punto HUMEA_CL_01A y 363 NMP/100mL en el punto MADREVIEJA_HUMEA_02. A nivel normativo, todos los puntos cumplen con los límites de los artículos 2.2.3.3.9.3 (2000 NMP/100ml), 2.2.3.3.9.5 (1000 NMP/100ml), Sin embargo, superan el límite del art. 2.2.3.3.9.7 (200 NMP/100ml), esto puede deberse a que aguas arriba del punto de monitoreo hay predios destinados a la ganadería, y durante la época de lluvia se generan lixiviados que fluyen hasta el cauce del río aumentando considerablemente las concentraciones de coliformes fecales de las muestras.  **Figura 3.2.5-425 Coliformes Fecales Termotolerantes de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Coliformes totales	Los valores de concentración para coliformes totales estuvieron en un rango de 3550 NMP/100mL (MADREVIEJA_HUMEA_01) y 3930 NMP/100mL (HUMEA_CL_01A) durante la época de lluvia; y en un rango entre 3330 NMP/100mL (HUMEA_CL_01A) y 4430 NMP/100mL (MADREVIEJA_HUMEA_02) durante la época seca, los valores acordes a las concentraciones de coliformes fecales registrados. A nivel normativo, se observó que la totalidad de los puntos cuentan con concentraciones que superan el límite máximo del artículo 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 (1000 NMP/100ml), y, cumplen con el criterio de calidad establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 (20000 NMP/100mL), 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.8 (5000 NMP/100mL) del Decreto 1076 de 2015. Al igual que el parámetro de Coliformes Fecales Termotolerantes, las actividades de ganadería realizadas aguas arriba de los puntos de monitoreo puede estar afectando las concentraciones de coliformes de las muestras de agua.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Humea
Coliformes totales	 **Figura 3.2.5-426 Coliformes Totales de las muestras de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025
Huevos de Helmintos	Los huevos de Helmintos presentaron para la totalidad de los puntos de monitoreo durante la época de lluvia y seca, concentraciones menores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio (<1huevos/L). Adicionalmente, en la normativa de referencia no se estipula ningún límite permisible en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 aplicables.
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	Para el monitoreo realizado en época de lluvia y seca, se obtuvieron concentraciones en el límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio para su determinación (<0,200 mg LAS/L), en la totalidad de los puntos evaluados, los resultados indican que no se presenta ningún tipo de afectación derivada de la presencia de vertimientos sobre los cuerpos de agua monitoreados en el área de influencia. De igual forma, se cumple a cabalidad con el límite máximo permisible contemplado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.8 del Decreto 1076 de 2015 (0,5 mg LAS/L).
Pesticidas órgano-fosforados	Para el monitoreo en época de lluvia y seca, la totalidad de puntos muestreados en la microcuenca del río Humea presentaron concentraciones inferiores al límite mínimo de cuantificación establecida por la respectiva técnica analítica empleada en el laboratorio para su determinación (<0,00001 mg/L). Por lo anterior, es posible afirmar que hay ausencia de dicho compuesto en las muestras de agua analizadas, concluyendo así que la calidad del agua de estos ecosistemas acuáticos no ha sido afectada por vertimientos de fuentes exógenas que contengan este tipo de compuesto.
Caudal	En la microcuenca del río Humea, se realizó el aforo de caudal en el punto HUMEA_CL_01A, durante la época de lluvia se registró el mayor caudal igual a 192.963,8 L/s, en la época seca, reportó una disminución en su caudal hasta 30.177 L/s.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Humea
Caudal	 **Figura 3.2.5-427 Caudal del punto de monitoreo HUMEA_CL_01A de la microcuenca del río Humea en época de lluvia y época seca** **Fuente: Gessig S.A.S 2025**

Fuente: Gessig S.A.S., 2025, adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

- *Microcuenca del río Meta*

En la microcuenca del río Meta se realizó el monitoreo de calidad de agua durante la época de lluvia y la época seca en los puntos sobre el río Meta: META_CL_01A, META_CL_02, META_CL_03, en cuerpos de agua lénticos asociados al río Meta: META_CLE_01 (Pantano), MADREVIEJA META_01 y MADREVIEJA META_02 (Madrevieja del río Meta), y, en drenajes directos al río Meta tipo caño: OCmn4, y OCMY7.

En la **Tabla 3.2.5-54** se presenta el análisis de cada parámetro monitoreado para los puntos ubicados sobre el río Meta y los cuerpos de agua lénticos asociados.

En la **Tabla 3.2.5-55** se presenta el análisis de cada parámetro monitoreado para los puntos de monitoreo sobre los drenajes directos al río meta tipo caño. Para ver más información, detallada y en forma gráfica, remitirse al **Anexo 3.2-5_Calidad_ASUP** donde se presentan los informes de laboratorio, reportes de laboratorio, soportes de campo, certificados de calibración, resoluciones de acreditación y registro fotográfico.

Tabla 3.2.5-54 Parámetros FQ y B muestreados en la microcuenca del río Meta durante la época de lluvia y época seca

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Meta
Temperatura	En la microcuenca del río Meta la temperatura promedio en la época de lluvia fue de 27,88°C, el valor máximo en la época de lluvia fue igual a 29,30°C en el punto MADREVIEJA META_01. Durante la época seca, la temperatura promedio en la microcuenca fue de 26,8°C, el valor máximo de temperatura en esta época fue igual a 31,2°C en el punto META_CL_01ª. Los valores de temperatura registrados fueron acordes a la temperatura ambiente en los puntos al momento de la toma de las muestras.
pH	Los puntos de la microcuenca del río Meta registraron durante la época de lluvia valores de pH entre 5,50 unidades en el punto META_CLE_01, y, 7,52 unidades en el punto META_CL_02. Durante la época seca, los valores de pH oscilaron entre 5,9 unidades en el punto MADREVIEJA META_02, hasta 7,6 unidades en el punto META_CL_01A. A nivel normativo, los puntos demuestran cumplimiento de los límites establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8 y 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, los cuales establecen un rango entre 4,5 a 9,0 unidades. Sin embargo, el pH de los puntos ubicados sobre los cuerpos de agua lénticos se encuentra por debajo del límite permisible del artículo 2.2.3.3.9.4 (6,5 a 8,5 unidades) que trata los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico, por lo que el pH registrado en los cuerpos de agua lenticos de la microcuenca del río Meta se considera "Ligeramente ácido".

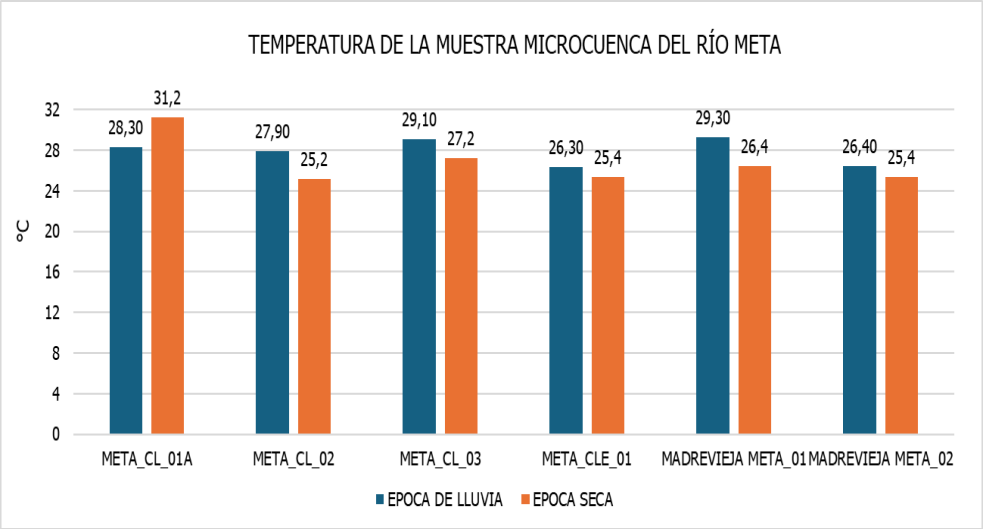
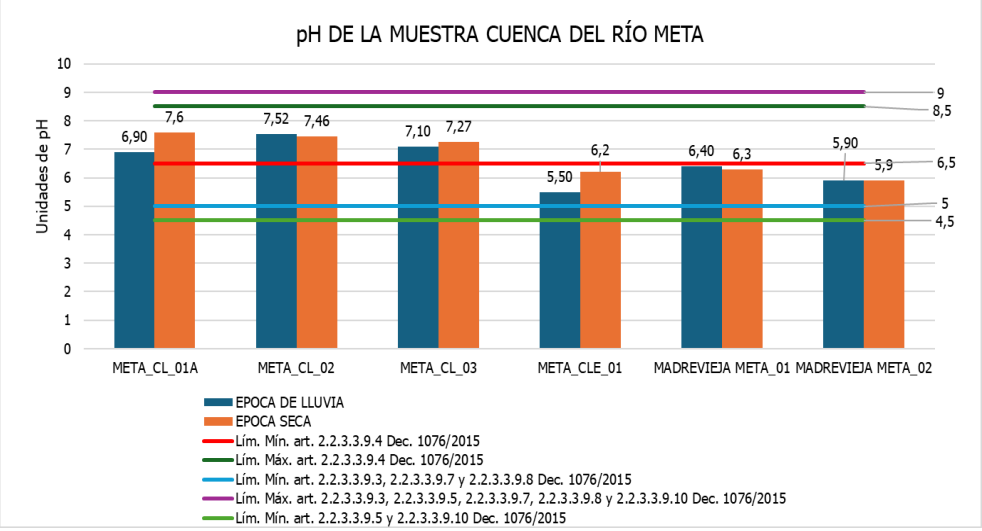
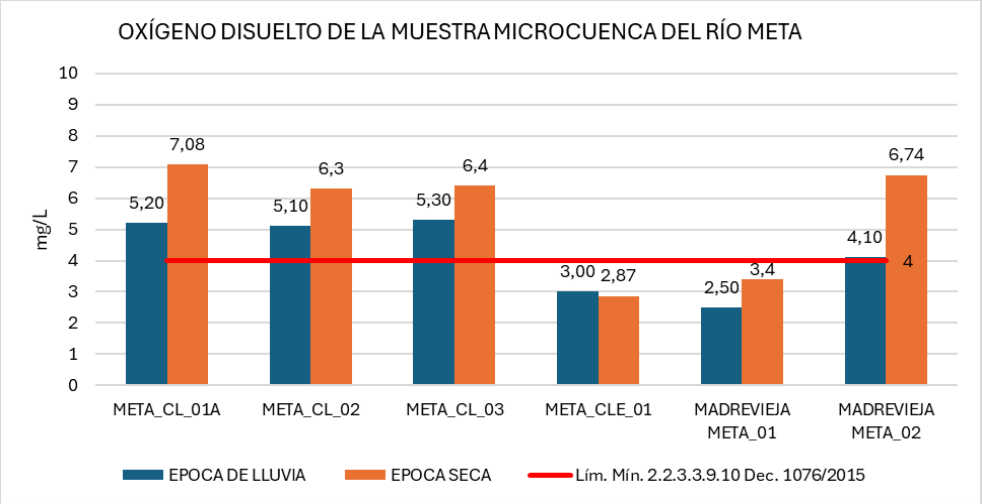
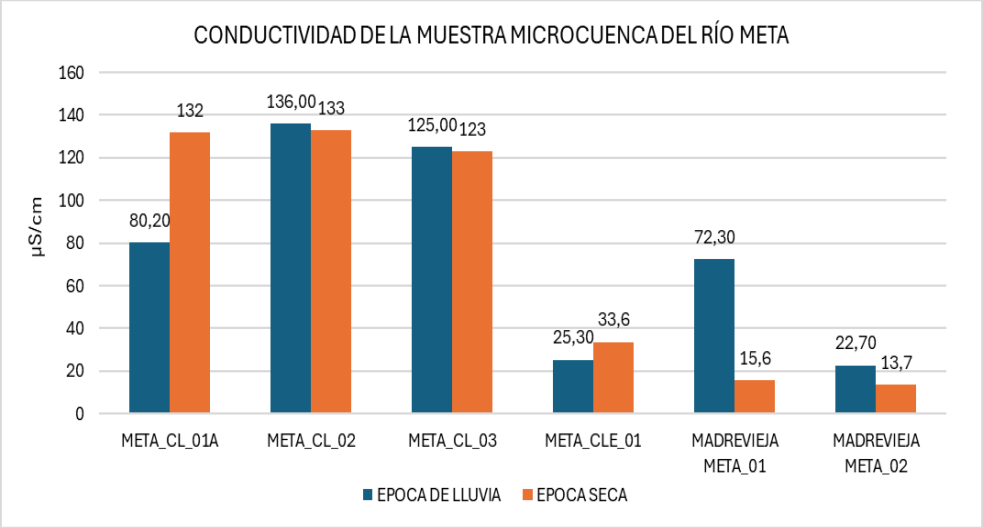
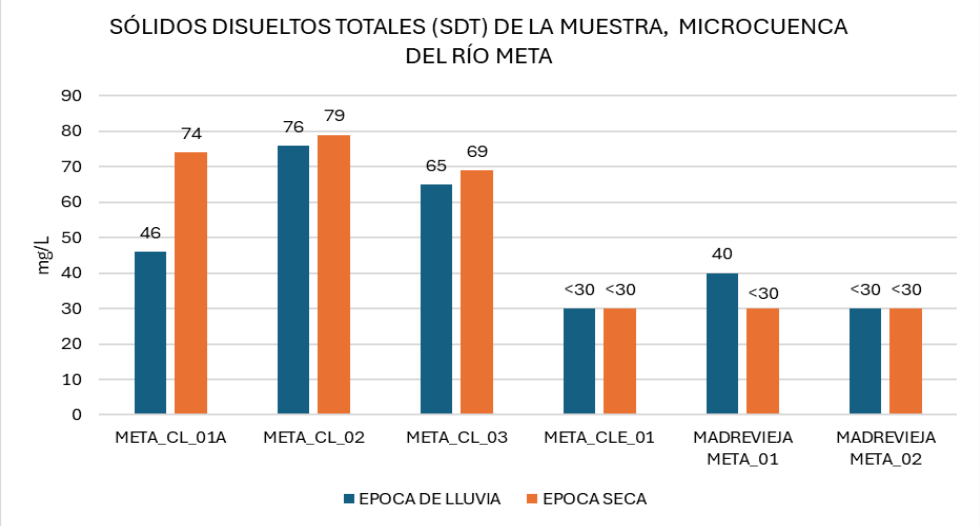
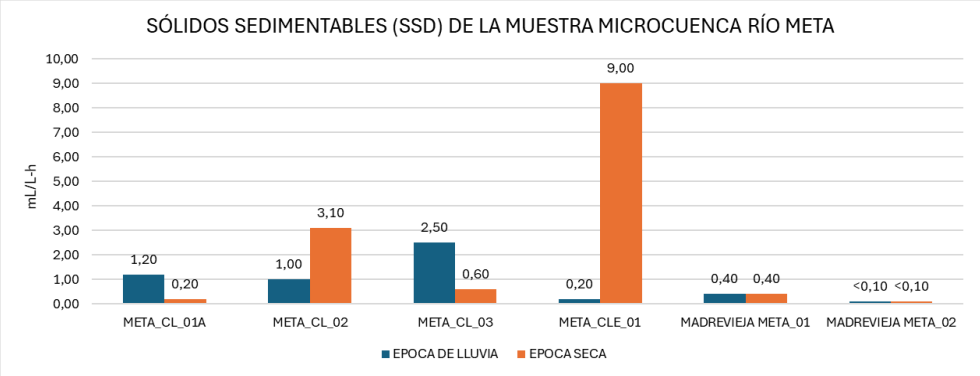


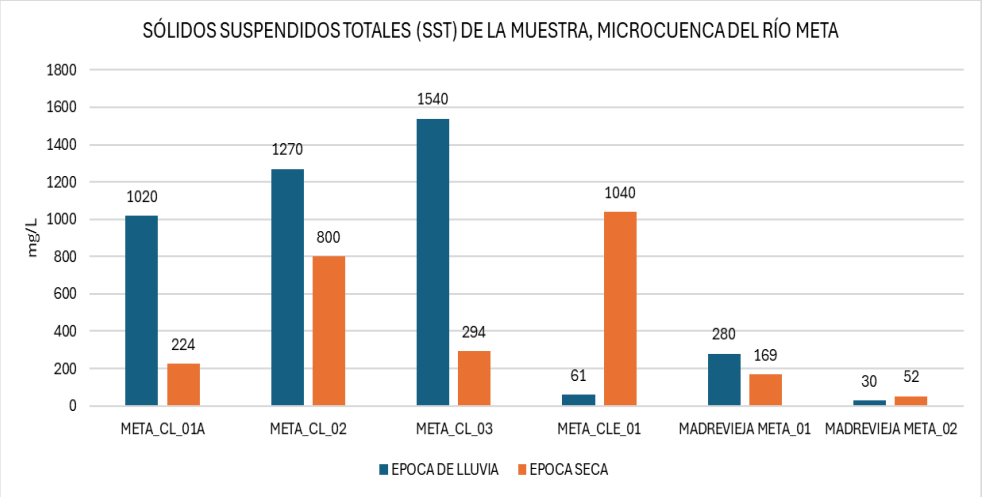
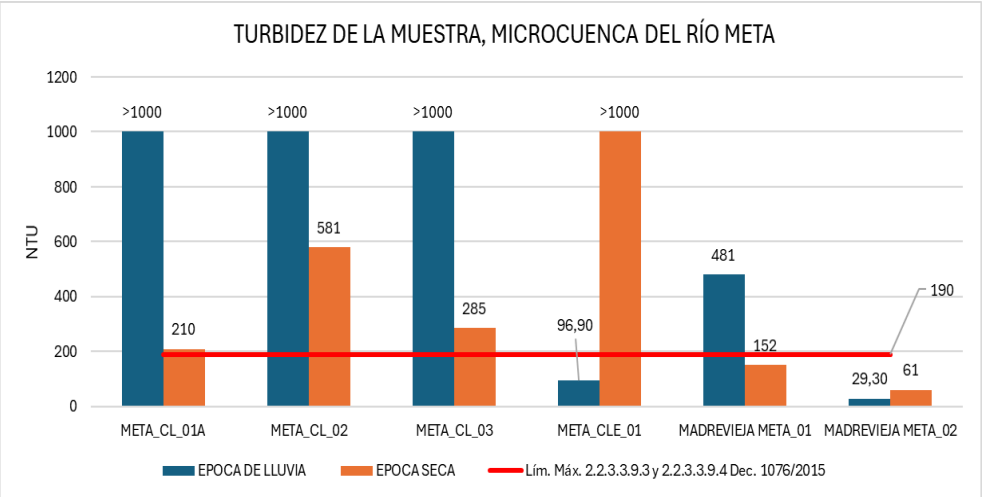
Figura 3.2.5-428 Temperatura de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca

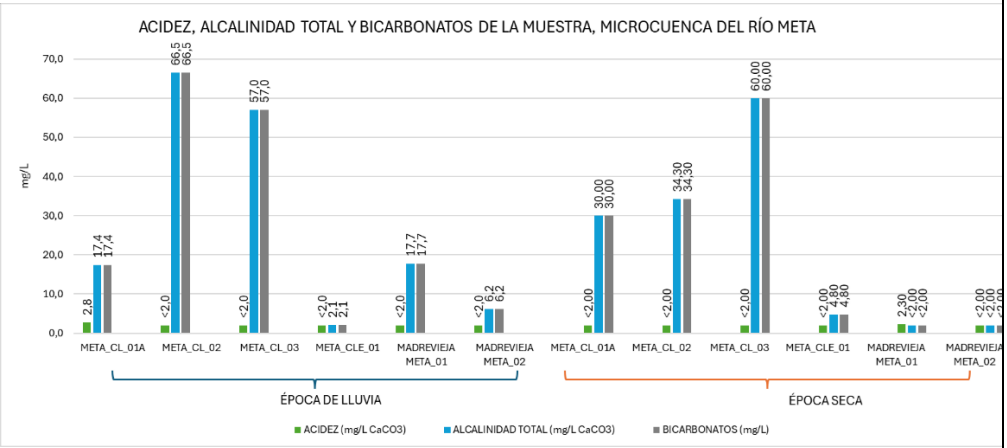
Fuente: Gessig S.A.S., 2025

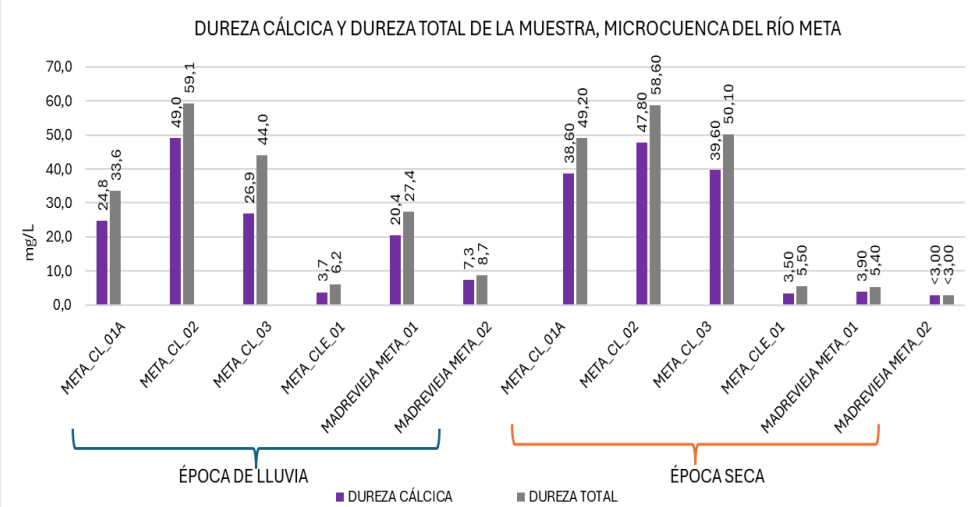
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Meta
pH	 **Figura 3.2.5-429 pH de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Oxígeno Disuelto (OD)	El oxígeno disuelto en la microcuenca del río Meta presentó durante la época de lluvia valores OD entre 2,50 mg/L en el punto MADREVIEJA_META_01, y, 5,20 mg/L en el punto META_CL_01A. En la época seca, las concentraciones oscilaron entre 2,87 mg/L en el punto META_CLE_01, hasta 7,08 mg/L en el punto META_CL_01A. La mayoría de los puntos muestreados cumplen con el límite mínimo permisible de 4 mg O2/L establecido en el artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, sólo lo incumplen los puntos sobre los cuerpos de agua lénticos META_CLE_01 y MADREVIEJA META_01, los cuales evidenciaron niveles de oxígeno muy bajos e insuficientes para mantener los procesos biológicos en ambas épocas.  **Figura 3.2.5-430 Oxígeno disuelto de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

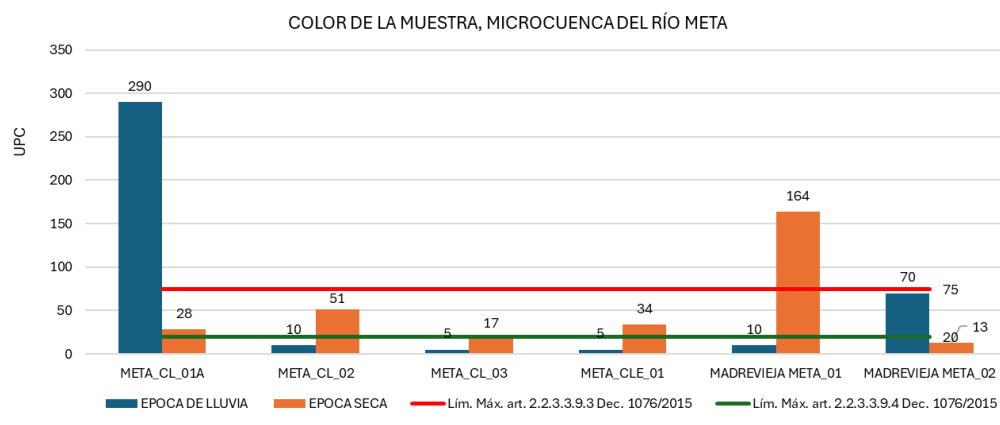
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Meta
Conductividad Eléctrica	Durante la época de lluvia, la conductividad eléctrica registró valores entre 22,70 µS/cm en el punto MADREVIEJA_META_02, hasta 136 µS/cm en el punto META_CL_02; para la época seca se registró una conductividad desde 13,7 µS/cm en el punto MADREVIEJA_META_02, hasta 133 µS/cm en el punto META_CL_02. Lo anterior indica que, los puntos monitoreados en cuerpos lóticos registraron un grado de mineralización "Débil", al registrar conductividades entre 100 µS/cm y 200 µS/cm, mientras que, los cuerpos de agua lénticos presentaron valores que se relacionan con un grado de mineralización "Muy débil" al registrar conductividades menores a los 100 µS/cm según los rangos propuestos por Rodier (1996).  **Figura 3.2.5-431 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	Los puntos de muestreo sobre cuerpos de agua lénticos en la microcuenca del río Meta, registraron para ambas épocas climáticas valores inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada para su determinación (<30 mg/L), el punto MADREVIEJA META_01 fue el único en registrar una concentración superior igual a 40 mg/L en época de lluvia. Por otro lado, los puntos de muestreo sobre el río Meta registraron concentraciones entre 46 mg/L y 65 mg/L durante la época de lluvia, y, entre 69 mg/L y 79 mg/L en la época seca. Lo anterior evidencia un aumento en los niveles de concentración de los sólidos disueltos totales en el río meta. El decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente estudio (2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.5).

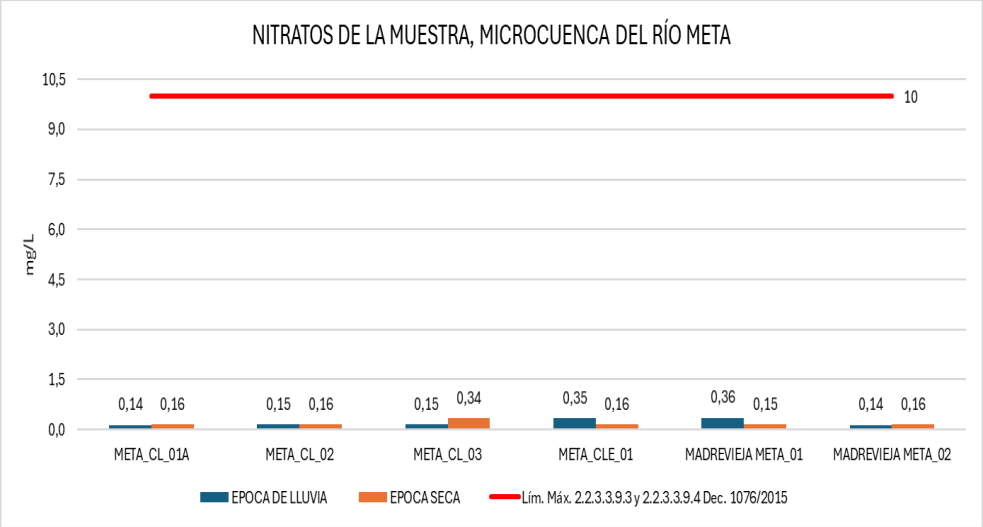
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Meta
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	 **Figura 3.2.5-432 Sólidos disueltos totales de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Sólidos Sedimentables (SSD)	Los puntos de la microcuenca del río Meta registraron una concentración de sólidos sedimentables <0,10 mL/L-h hasta 2,50 mL/L-h en época de lluvia, y, 9,00 mL/L-h en época seca. De forma que se observa una mayor concentración de sólidos suspendidos en el río Meta durante la época seca en los puntos META_CL_02 (lótico) y META_CLE_01 (léntico), siendo este último, el punto donde se alcanzó la concentración máxima de SSD en la microcuenca del rio Meta. El decreto 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro.  **Figura 3.2.5-433 Sólidos sedimentables de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	En la época de lluvia, los puntos de muestreo de la microcuenca del río Meta registraron concentraciones de sólidos suspendidos totales mayores que en la época seca en cuatro de los seis puntos monitoreados. Las concentraciones oscilaron entre 30 mg/L (MADREVIEJA META_02 en época de lluvia), y, 1040 mg/L (META_CLE_01 en época seca), y, 1540 mg/L (META_CL_03 en época de lluvia). El decreto único reglamentario 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro de calidad de agua.

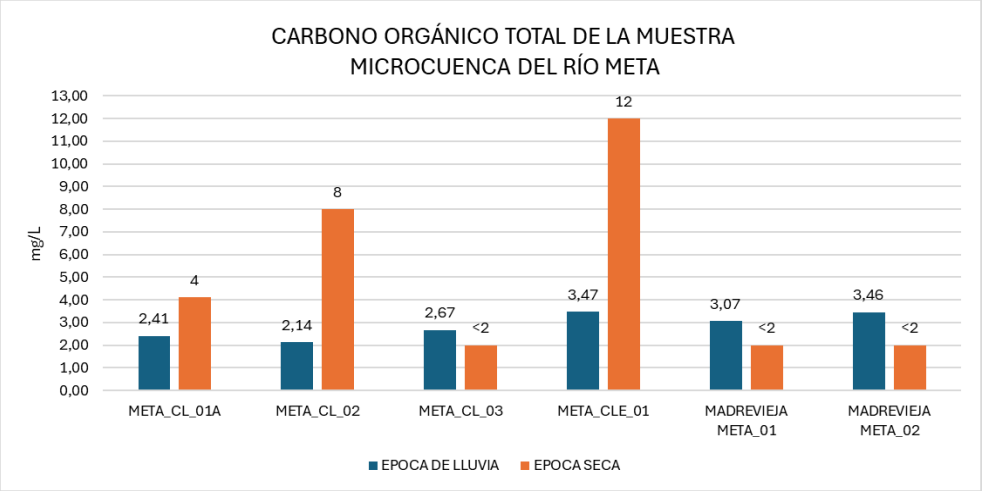
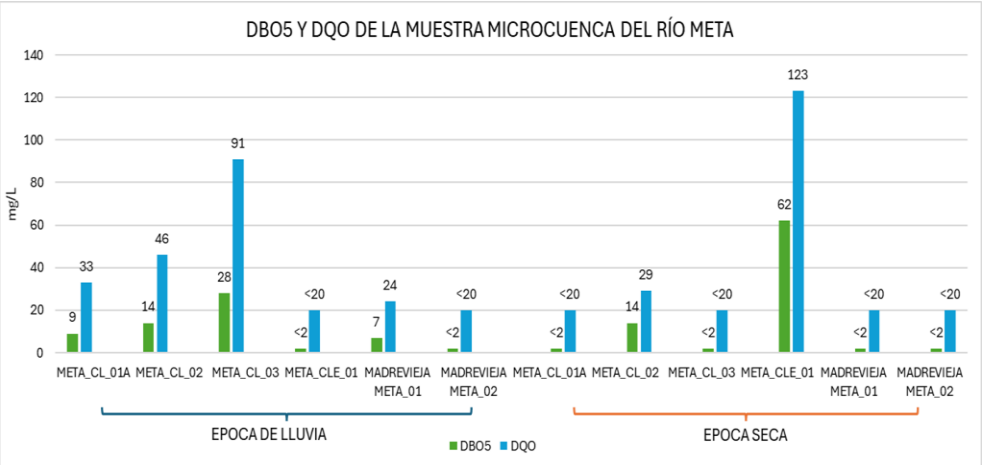
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Meta
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	 **Figura 3.2.5-434 Sólidos suspendidos totales de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Turbiedad	La Turbiedad se encuentra directamente relacionada con la concentración de sólidos suspendidos totales, de forma que en los puntos donde se registraron las mayores concentraciones de SST, se registraron concentraciones de turbiedad >1000 NTU, los puntos en la época de lluvia: META_CL_01A, META_CL_02, META_CL_03, y, el punto META_CLE_01 en la época seca. Estos puntos junto con el MADREVIEJA META_01 en época de lluvia, sobrepasan el límite máximo permisible de 10 UJT del artículo 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015. Por otro lado, el artículo 2.2.3.3.9.10 referente a los criterios de calidad para la preservación de flora y fauna, determina que no debe presentarse turbiedad en el cuerpo de agua que interfiera con la actividad fotosintética, los puntos de muestreo en la microcuenca del río Meta cumplen con este criterio.  **Figura 3.2.5-435 Turbidez de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

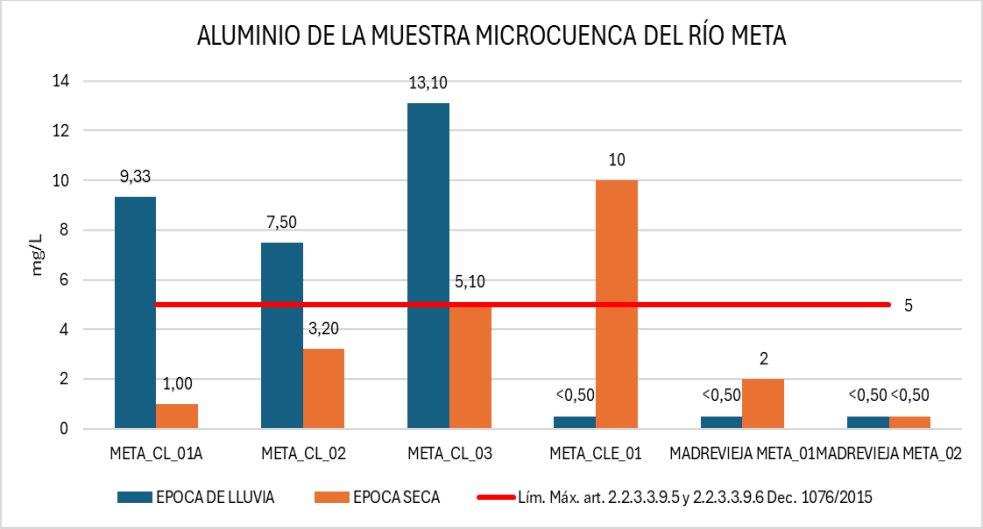
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Meta
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	La acidez en la época de lluvia y seca registró en la mayoría de los puntos valores inferiores al límite de cuantificación del método de análisis implementado por el laboratorio MCS (<2 mg/L), el punto META_CL_01A, en época de lluvia, fue el único que registró un valor superior al límite de cuantificación, igual a 2,8 mg/L; y, el punto MADEVIEJA META_01 registró una concentración de 2,30 mg/L en la época seca. En cuanto a la alcalinidad total y bicarbonatos, estos registraron concentraciones entre 2,10 mg/L (META_CLE_01) y 66,5 mg/L (META_CL_02) durante la época de lluvia, y, entre <2,0 mg/L (puntos ubicados en la madrevieja del río Meta), y, 60mg/L (META_CL_03). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no estipula límites máximos permisibles para estos parámetros. No obstante, según lo establecido en la Resolución 2115 de 2007, se admite una alcalinidad máxima de 200 mg/L y una acidez no mayor a 60 mg/L para agua para consumo humano. Criterios cumplidos por los puntos de muestreo de la microcuenca del río Meta.  **Figura 3.2.5-436 Acidez, alcalinidad total y bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Dureza Total y Dureza Cálcica	En la época de lluvia, la dureza cálcica reportó concentraciones que oscilaron entre 3,7 mg/L en el punto META_CLE_01, hasta 49 mg/L en el punto META_CL_02. En la época seca, las concentraciones estuvieron entre <3,0 mg/L (MADREVIEJA META_02), y 47,90 mg/L (META_CL_02). En cuanto a la dureza total, en época de lluvia osciló entre los 6,2 mg/L (META_CLE_01), y 59,1 mg/L (META_CL_02). En la época seca, los valores de dureza total estuvieron en un rango entre <3,0 mg/L (MADREVIEJA META_02), y 58,60 mg/L (META_CL_02). Estos valores permiten clasificar el agua de la microcuenca del río Meta como "Blanda". A nivel normativo, el Decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente documento.

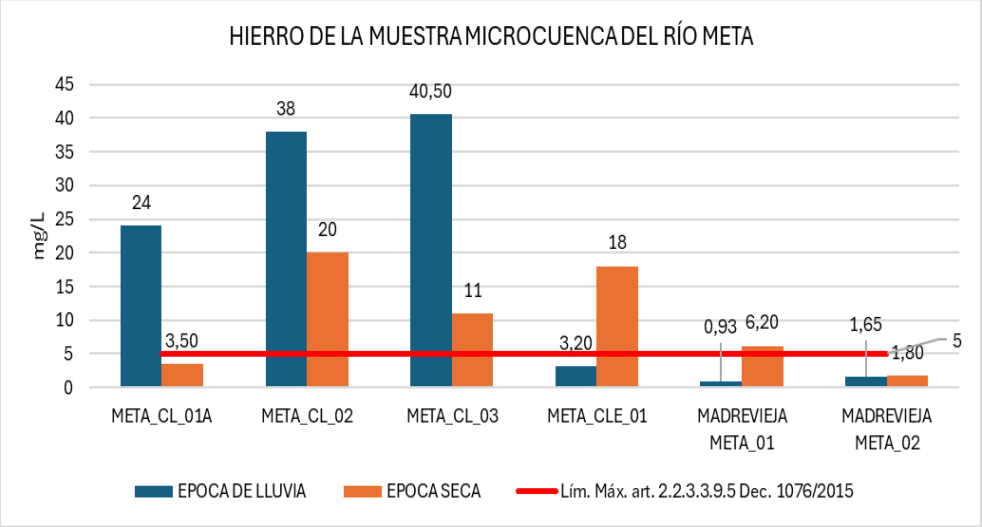
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Meta
Dureza Total y Dureza Cálcica	 **Figura 3.2.5-437 Dureza total y dureza cálcica de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Grasas y Aceites e Hidrocarburos totales	En las dos épocas climáticas monitoreadas, los puntos de muestreo de la microcuenca del río Meta registraron concentraciones inferiores al límite de detección del método analítico utilizado por el laboratorio MCS (<1,40 mg/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, establecen que no se deben presentar películas visibles de grasas y aceites flotantes. Durante el monitoreo no se observó película de grasas visibles sobre el punto.
Sulfatos	En época de lluvia y seca, los puntos de muestreo de la microcuenca del río Meta registraron un valor igual al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<5 mg SO42-/L). Los resultados evidencian cumplimiento a nivel normativo al límite establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (400 mg SO42-/L), es decir que cumple con los criterios para uso doméstico.
Cloruros	Durante la época de lluvia y seca, se registró concentraciones inferiores al límite del laboratorio MCS (<4 mg/L) en los puntos de muestreo de la microcuenca del río Meta, demostrando cumplimiento del límite máximo permisible (250 mg/L) establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015.
Color de la muestra en UPC	Para la época de lluvia, el color de las muestras registró el valor máximo en el punto META_CL_01A, igual a 290 UPC, de acuerdo con las concentraciones de SST y turbidez reportadas en la microcuenca para este mismo punto. En la época seca, el valor máximo de color de la muestra se registró en el punto madrevieja meta_01, igual a 164 UPC. los puntos anteriores son los únicos que _superan el límite permisible establecido en el artículo 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015. Las otras concentraciones registradas en las dos épocas superan el límite del art. 2.2.3.3.9.4. (20UPC) del Decreto 1076 de 2015. Este parámetro está directamente relacionado con la presencia de sólidos suspendidos totales y la turbidez del agua.

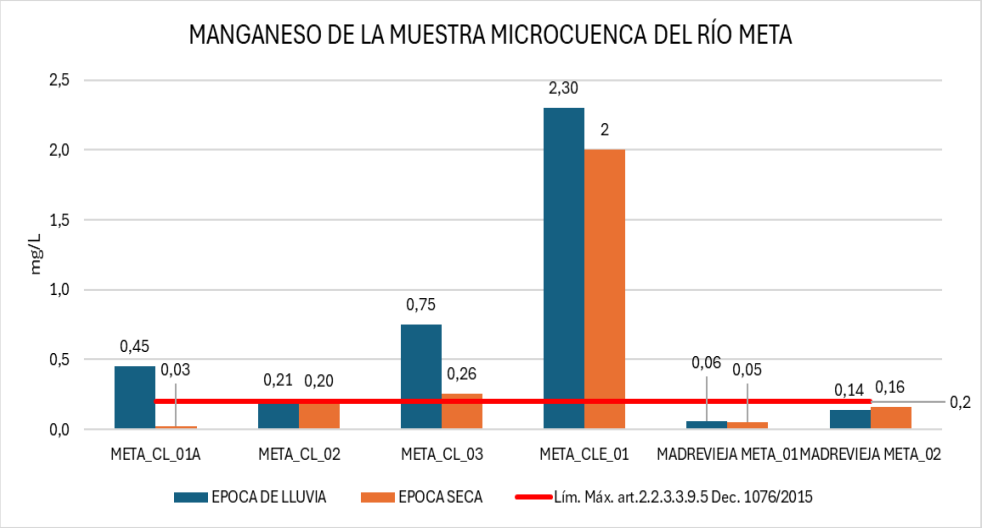
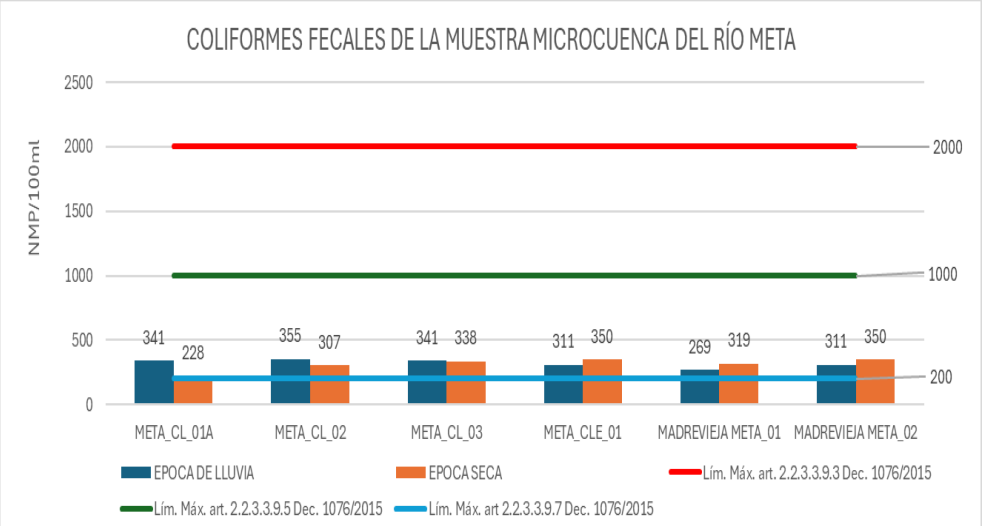
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Meta
Color de la muestra en UPC	 **Figura 3.2.5-438 Color de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Fenoles totales	Para época de lluvia y seca, los puntos de muestreo de la microcuenca del río Meta reportaron concentraciones inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio MCS para su determinación (<0,002 mg/L), es importante señalar que, según el Decreto 1076 de 2015, en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 se establece como límite máximo permisible 0,002 mg/L, lo cual indica cumplimiento.
Material Flotante	Los puntos de muestreo de la microcuenca del río Meta no evidenciaron presencia de material flotante en las dos épocas climáticas monitoreadas.
Olor y sabor	En cuanto a olor y sabor, los puntos de muestreo de la microcuenca del río Meta fueron reportados como "Aceptable" en ambas épocas hidroclimáticas, indicando que no existe una presencia alta de sustancias o compuestos orgánicos que alteren las propiedades organolépticas del agua. Los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros.
Nitratos y Nitritos	En la época de lluvia, la concentración de nitratos en las muestras osciló entre 0,14 mg/L (META_CL_01A y MADREVIEJA META_02), y 0,36 mg/L (MADREVIEJA META_01), por su parte, en época seca, las concentraciones estuvieron en un rango entre 0,15 mg/L (MADREVIEJA META_01), y 0,34 mg/L (META_CL_03). La máxima concentración de nitratos registrada en el río Meta fue en la época de lluvia en el punto MADREVIEJA META_01. En cuanto a la normatividad, hay cumplimento del límite máximo de los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto único reglamentario 1076 de 2015.

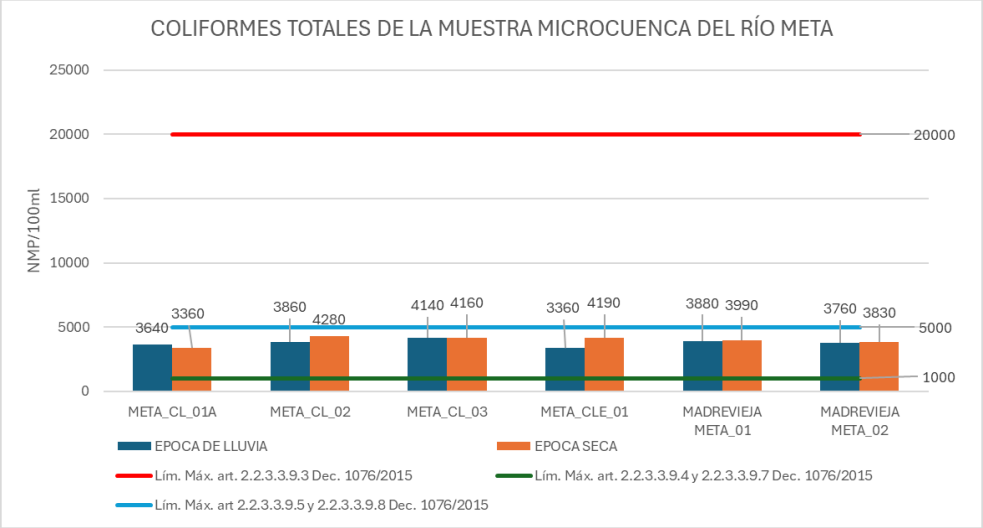
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Meta
Nitratos y Nitritos	 **Figura 3.2.5-439 Nitratos de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025 Con respecto a los Nitritos, la mayoría de los puntos en las dos épocas climáticas registró un valor inferior a 0,0100 mg NO2-/L (límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio), a excepción del punto MADREVIEJA META_01 en época de lluvia, que registró una concentración igual a 0,02 mg/L. A nivel normativo, existe cumplimiento frente a los límites estipulados en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto único reglamentario 1076 de 2015 (1 mg/L para nitritos).
Nitrógeno Amoniacal y Nitrógeno total Kjeldahl	Los puntos de muestreo de la microcuenca del río Meta, para las dos épocas climáticas, registró una concentración de Nitrógeno amoniacal <1,00 mg/L. Por su parte se registró un valor <5,00 mg/L para el Nitrógeno total Kjeldahl. Lo que permite inferir una muy baja presencia de estos compuestos sobre el río Meta y los cuerpos de agua lénticos asociados a este. A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para estos parámetros.
Compuestos de Fósforo: Orgánico, inorgánico, ácido hidrolizable total, fósforo Total, y fósforo reactivo total - Ortofosfatos	La concentración de fósforo orgánico, fósforo acido hidrolizable total, fósforo total, y, fósforo reactivo total, en todos los puntos de muestreo de la microcuenca del río Meta fue inferior a 0,150 mg/L (límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio). Las concentraciones registradas para los parámetros de fósforo inorgánico fueron inferiores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio (<0,1 mg/L) Cabe señalar que, a nivel normativo los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del decreto 1076 de 2015 contemplados en el presente estudio no presentan límites máximos permisibles para estos parámetros.
Carbono Orgánico Total	Durante la época de lluvia, se registró una concentración de 2,14 mg/L en el punto META_CL_02, y, 3,47 mg/L en el punto MADREVIEJA META_01; mientras que en la época seca la concentración oscila entre <2 mg/L (límite de cuantificación de la técnica analítica empleada en el laboratorio), hasta 12 mg/L en el punto META_CLE_01. El Decreto 1075 de 2015 no presenta límites restrictivos para este parámetro.

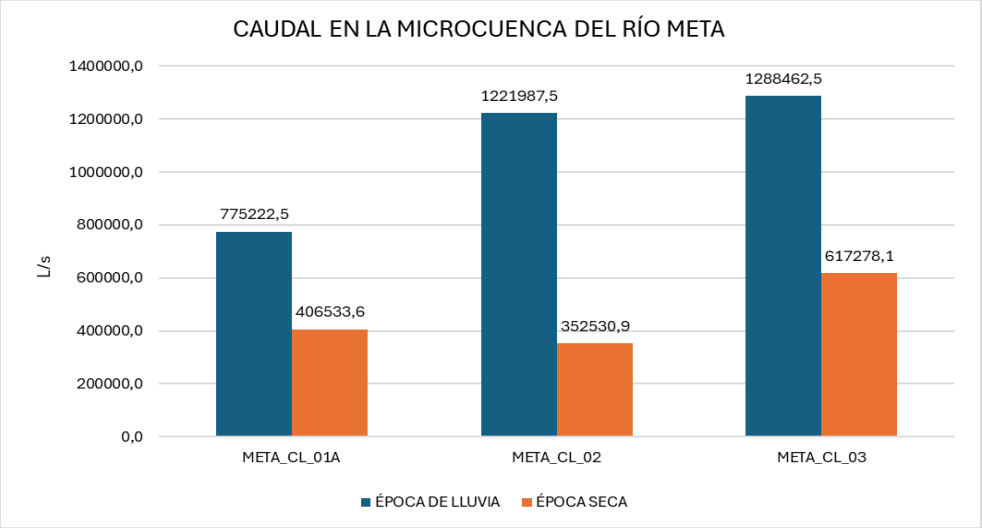
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Meta
Carbono Orgánico Total	 **Figura 3.2.5-440 Carbono orgánico total de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
DBO_5 y DQO	La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), durante la época de lluvia registró concentraciones entre <2 mg/L (límite de detección del laboratorio), en los puntos META_CLE_01 y MADREVIEJA META_02, y, 28 mg/L en el punto META_CL_03. Durante la época seca, la mayoría de los puntos registraron concentraciones inferiores al límite de detección, a excepción de los puntos META_CL_02 (14 mg/L) y META_CLE_01 (62mg/L). La demanda Química de Oxígeno (DQO) en los puntos de muestreo de la microcuenca del río Meta registraron concentraciones desde <20 mg/L (límite de cuantificación de la técnica analítica empleada en el laboratorio), en las dos épocas climáticas analizadas, hasta 91 mg/L en el punto META_CL_03 en época de lluvia, y, 123 mg/L en el punto META_CLE_01 en época seca. El Decreto 1075 de 2015 no presenta límites restrictivos para este parámetro.  **Figura 3.2.5-441 DBO_5 y DQO de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Meta
Metales, no metales y Metaloides	Todos los puntos muestreados en la microcuenca del río Meta en la época de lluvia y la época seca, registraron para los siguientes parámetros concentraciones equivalentes al límite de detección de la técnica analítica usada por el laboratorio: Arsénico total (<0,005 mg As/L), Berilio total (<0,0200 mg Be/L), Cadmio total (<0,0100 mg Cd/L), Cobalto total (<0,0300 mg Co/L), Cromo total (<0,100 mg Cr/L), Cobre total (<0,0400 mg Cu/L), Níquel total (<0,0400 mg Ni/L), Mercurio total (<0,001 mg Hg/L), Plata total (<0,0200 mg Ag/L), Plomo total (<0,0500 mg Pb/L), Selenio total (<0,005 mg Se/L), Estaño total (<1,00 mg Sn/L), Molibdeno total (<0,0100 mg Mo/L), y Vanadio total (<0,100 mg V/L). De acuerdo con lo anterior, no se presenta contaminación en los cuerpos de agua evaluados respecto a dichos elementos. En cuanto a la normatividad ambiental vigente, se tiene total cumplimiento respecto a los límites de concentración permisibles en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4. y 2.2.3.3.9.5. para aquellos parámetros en donde aplica. En cuanto a los compuestos Bario y Litio totales, en ambas épocas climáticas, casi la totalidad de los puntos, a excepción del punto META_CLE_01 en época seca, registraron valores inferiores al límite de detección utilizado por el laboratorio (<0,100 mg Ba/L, y, <0,0200 mg Li/L), la concentración de Bario registrada en punto META_CLE_01 fue igual a 0,25 mg/L, y la de litio fue de 0,023 mg/L. El Aluminio total, en la época de lluvia registró concentraciones entre <0,500 mg Al/L (límite de detección del laboratorio), hasta 13,10 mg/L en el punto META_CL_03, los tres puntos lóticos muestreados en época de lluvia superaron el límite máximo permisible por el art. 2.2.3.3.9.5. y 2.2.3.3.9.6 del Decreto 1076 de 2015. Para la época seca, en los puntos de monitoreo sobre el río Meta hay una reducción en la concentración de aluminio, mientras que, en los puntos sobre los cuerpos de agua lénticos, MADREVIEJA META_01 y META_CLE_01, se observa un incremento en la concentración de aluminio total, donde el punto META_CLE_01 registró el valor máximo de concentración en época seca igual a 10 mg/L, superando el límite máximo permisible.  **Figura 3.2.5-442 Aluminio de las muestras de agua de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Meta
Metales, no metales y Metaloides	El Zinc total, en la época de lluvia registró valores entre <0,0200 mg Zn/L, y, 0,17 mg/L en el punto META_CL_02; en tanto que, en la época seca, los valores de concentración oscilaron entre <0,0200 mg Zn/L, y, 0,15 mg/L en el punto META_CL_02. Los valores registrados son muy bajos y cumplen con los límites máximos permisibles de los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.6 del Decreto 1076 de 2015. El Hierro total registró las mayores concentraciones durante la época de lluvia, en la cual, los puntos de monitoreo sobre el río Meta (META_CL_01A, META_CL_02, y META_CL_03) superaron el límite máximo permisible del art. 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015 de 5mg/L. Durante la época seca, los puntos META_CL_02, META_CL_03, META_CLE_01, y MADREVIEJA META_01, superaron el límite máximo permisible. La concentración más alta fue registrada en el punto META_CL_03 con un valor de 40,50 mg/L.  **Figura 3.2.5-443 Hierro total de las muestras de agua de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025 El Manganeso total, en la época de lluvia registró valores entre 0,03 mg/L en el punto META_CL_01A y, 2,30 mg/L en el punto META_CLE_01. En la época seca, la máxima concentración se registró nuevamente en el punto META_CLE_01 igual a 2 mg/L, concentración que en ambas épocas supera el límite máximo permisible por el art. 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015 de 0,2 mg/L.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Meta
Metales, no metales y Metaloides	 **Figura 3.2.5-444 Manganeso de las muestras de agua de la microcuenca del del río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Coliformes Fecales Termotolerantes	La concentración de coliformes fecales termotolerantes en la microcuenca del río Meta registró un valor promedio de 321 NMP/100 mL en época de lluvia, y 315 NMP/100 mL para la época seca, presentándose una disminución en la concentración de coliformes fecales respecto a la época de lluvia. A nivel normativo, se cumple con los límites del artículo 2.2.3.3.9.3 (2000 NMP/100ml) y 2.2.3.3.9.5 (1000 NMP/100ml), sin embargo, supera el límite del artículo 2.2.3.3.9.7 (200 NMP/100ml).  **Figura 3.2.5-445 Coliformes fecales termotolerantes de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Meta
Coliformes totales	El valor de concentración promedio de coliformes totales en los puntos de la microcuenca del río Meta fue de 3773 NMP/100ml en época de lluvia, y 3968 NMP/100ml en época seca. La mayor concentración de coliformes totales fue registrada durante la época seca en el punto META_CL_02 (4280 NMP/100ml). A nivel normativo, supera el límite máximo del artículo 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 (1000 NMP/100ml), y, cumplen con el criterio de calidad establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 (20000 NMP/100mL), 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.8 (5000 NMP/100mL) del Decreto 1076 de 2015.  **Figura 3.2.5-446 Coliformes totales de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Huevos de Helmintos	Los huevos de Helmintos en los puntos de muestreo de la microcuenca del río Meta para las dos épocas climáticas presentaron concentraciones menores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio (<1 huevos/L). Adicionalmente, en la normativa de referencia no se estipula ningún límite permisible en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 aplicables.
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	La concentración registrada en los puntos de muestreo de la microcuenca del río Meta es igual al límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio para su determinación (<0,200 mg LAS/L), los resultados indican que no se presenta ningún tipo de afectación derivada de la presencia de vertimientos sobre los cuerpos de agua monitoreados en el área de influencia. De igual forma, se cumple a cabalidad con el límite máximo permisible contemplado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.8 del Decreto 1076 de 2015 (0,5 mg LAS/L).
Pesticidas órgano-fosforados	En las dos épocas climáticas monitoreadas los puntos de muestreo de la microcuenca del río Meta presentaron una concentración inferior al límite mínimo de cuantificación establecida por la respectiva técnica analítica empleada en el laboratorio para su determinación (<0,00001 mg/L en época de lluvia, y, <0,00020 mg/L en época seca). Por lo anterior, es posible afirmar que hay ausencia de dichos compuestos en la muestra de agua analizada.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Meta
Caudal	Se realizó el aforo de caudal en los puntos ubicados aguas arriba (META_CL_01A), en la cuenca media (META_CL_03), y aguas abajo (META_CL_02) del río Meta durante la época de lluvia y seca. El valor máximo de caudal registrado fue en el punto META_CL_03 durante la época de lluvia. Todos los puntos evidencian una reducción significa de su caudal de la época de lluvia a la época seca.  **Figura 3.2.5-447 Caudal de las muestras de la microcuenca del río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

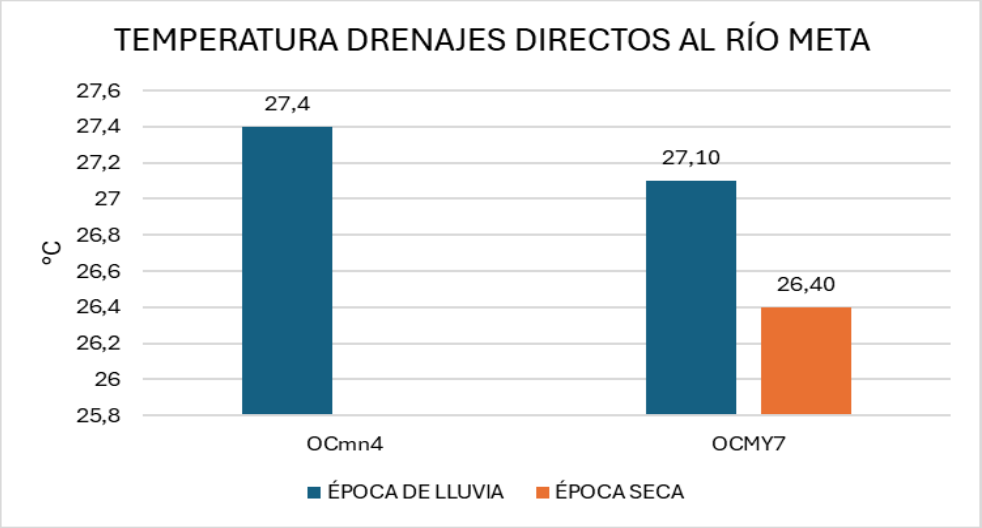
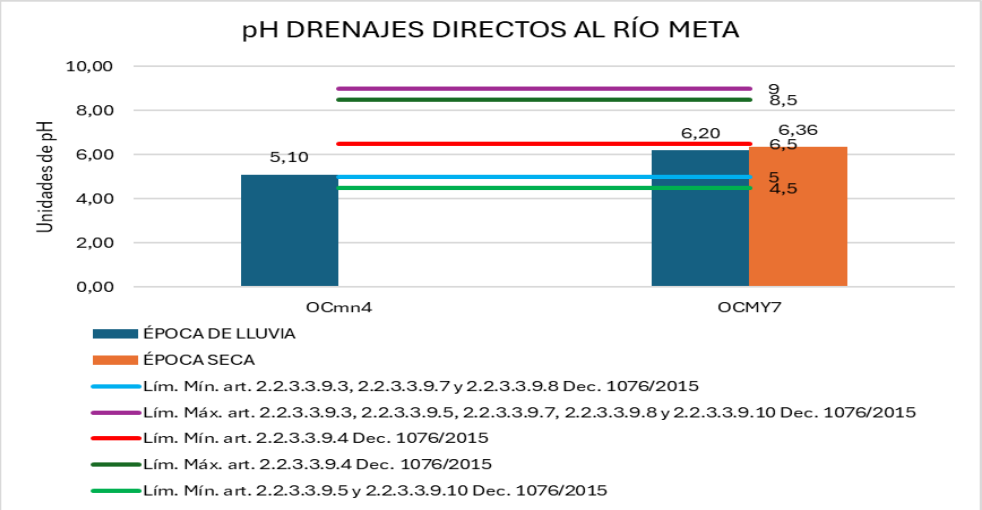
Fuente: Gessig S.A.S., 2025, adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

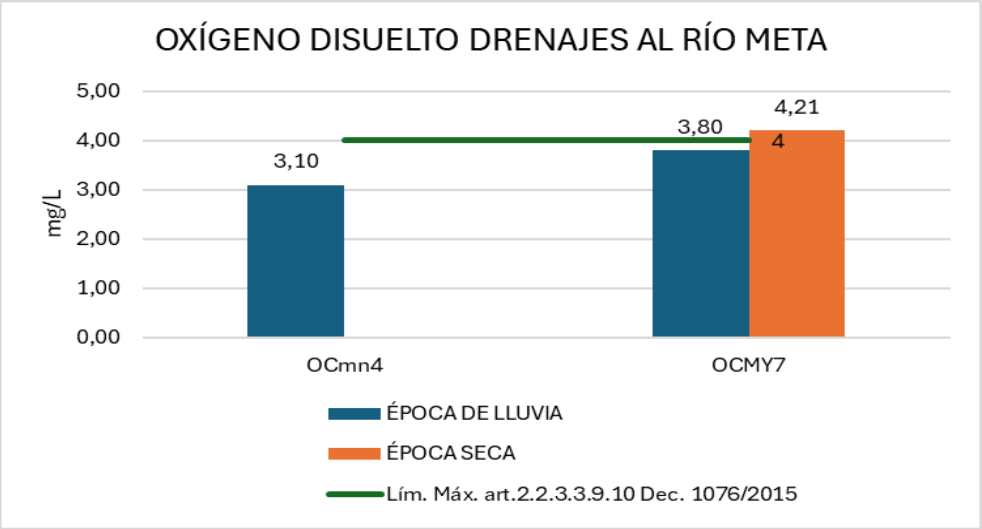
✓ *Drenajes directos al río Meta*

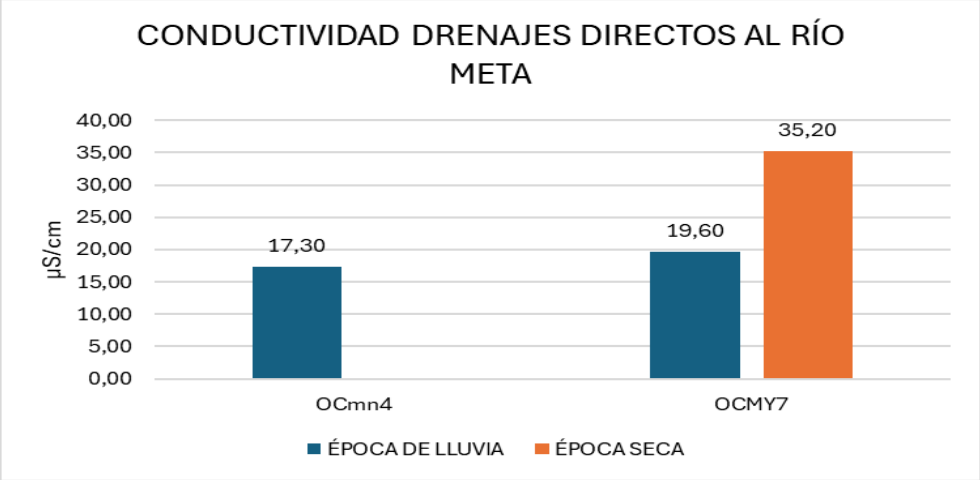
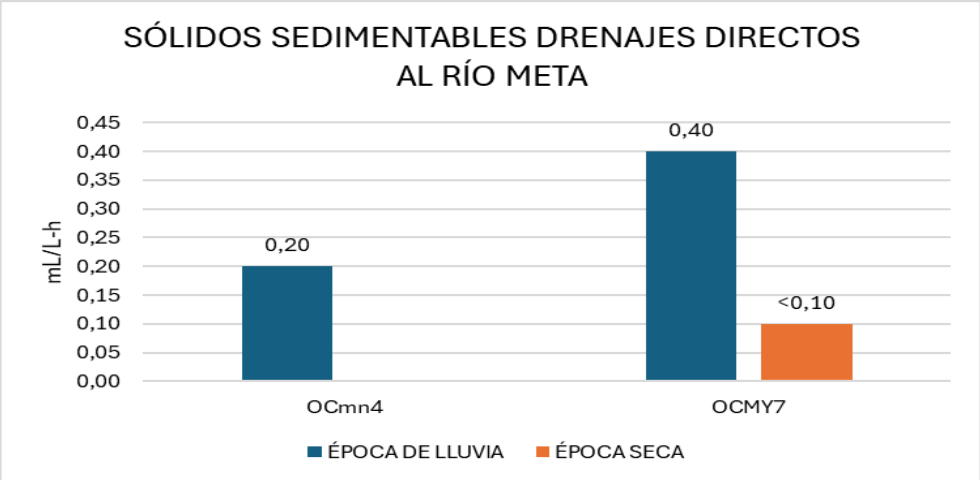
A continuación, se presenta el análisis de cada parámetro monitoreado para los puntos OCMY7 y OCmn4, que corresponden a ocupaciones de cauce ubicadas sobre drenajes directos al río meta tipo caño, los cuales presentan una dinámica hidrológica diferente a los puntos ubicados directamente sobre el río meta analizados anteriormente, desde el punto de vista del ecosistema acuático y el comportamiento fisicoquímico del agua. Vale la pena aclarar que el punto OCmn4 se registró como seco durante la época seca.

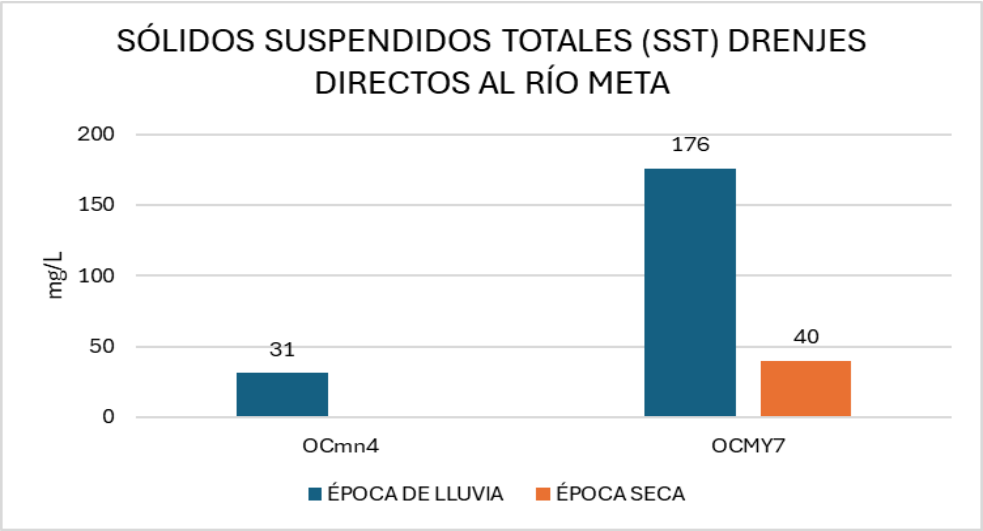
Tabla 3.2.5-55 Parámetros FQ y B muestreados en los drenajes directos al río Meta de la microcuenca del río Meta durante la época de lluvia y época seca

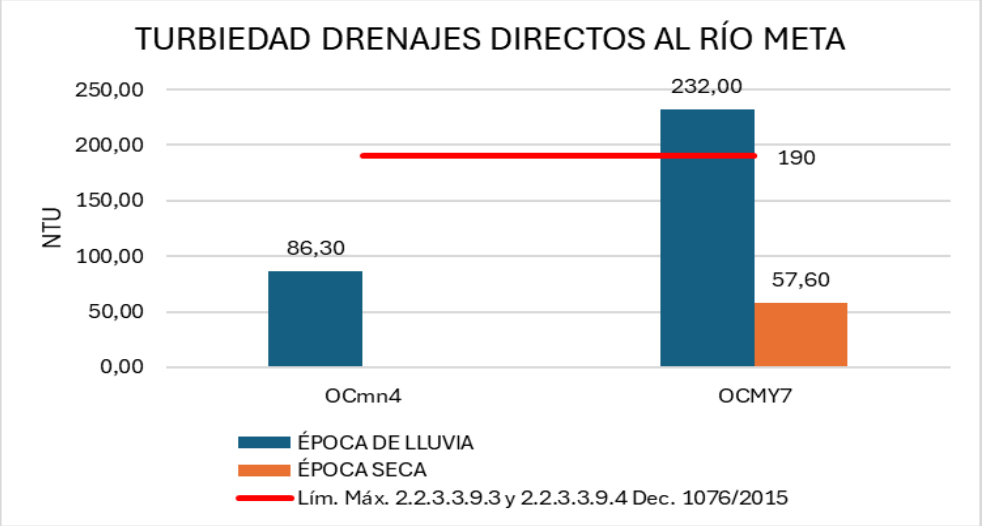
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Drenajes directos al río Meta
Temperatura	En la época de lluvia la temperatura promedio de los drenajes fue de 27,25°C. Durante la época seca, el punto OCMY7 registró una temperatura igual a 26,40°C. La mayor temperatura se registró en época de lluvia en el punto OCmn4. Los valores de temperatura registrados fueron acordes a la temperatura ambiente en los puntos al momento de la toma de las muestras.

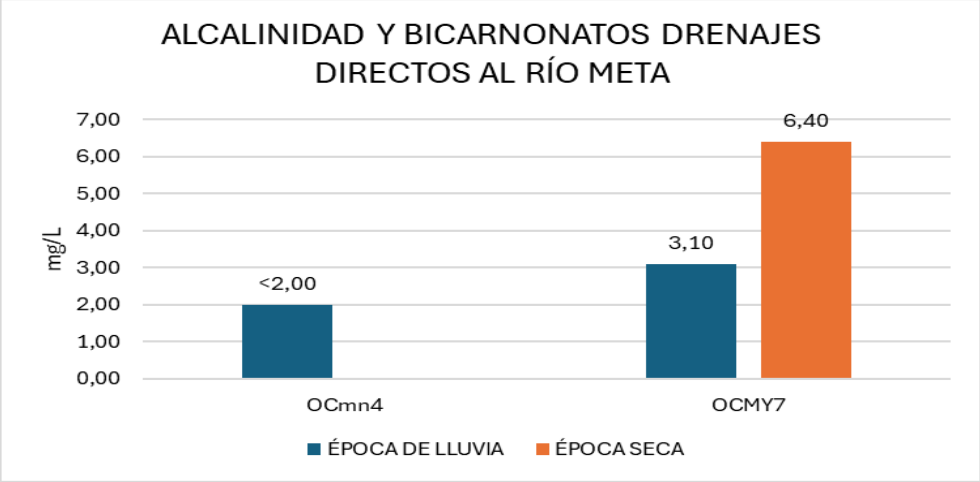
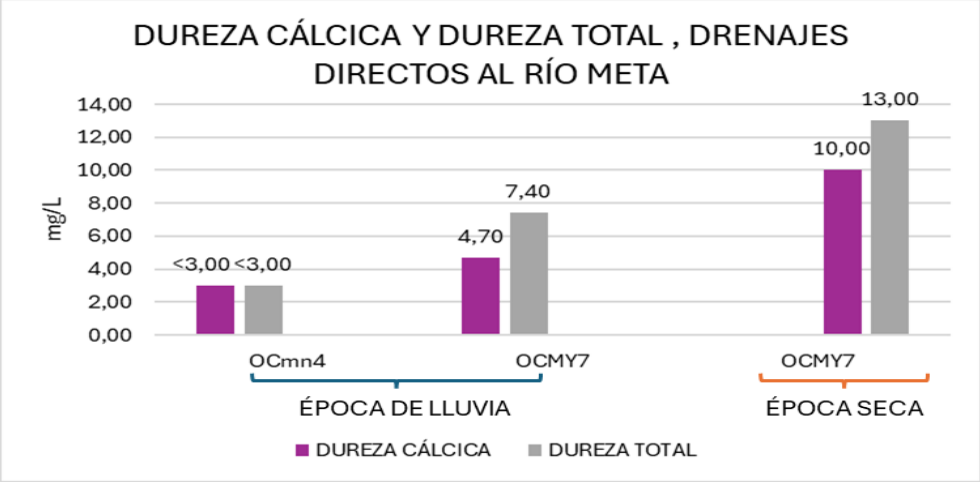
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Drenajes directos al río Meta
Temperatura	 **Figura 3.2.5-448 Temperatura de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
pH	Los puntos de ocupación de cauce registraron durante la época de lluvia valores de pH entre 5,10 unidades en el punto OCmn4, y, 6,20 unidades en el punto OCMY7. Durante la época seca, el punto OCMY7 registró 6,36 unidades de pH. A nivel normativo, los puntos demuestran cumplimiento de los límites establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8 y 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, los cuales establecen un rango entre 4,5 a 9,0 unidades. Sin embargo, el pH se encuentra por debajo del límite permisible del artículo 2.2.3.3.9.4 (6,5 a 8,5 unidades), considerándolo un pH "Ligeramente ácido".  **Figura 3.2.5-449 pH de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

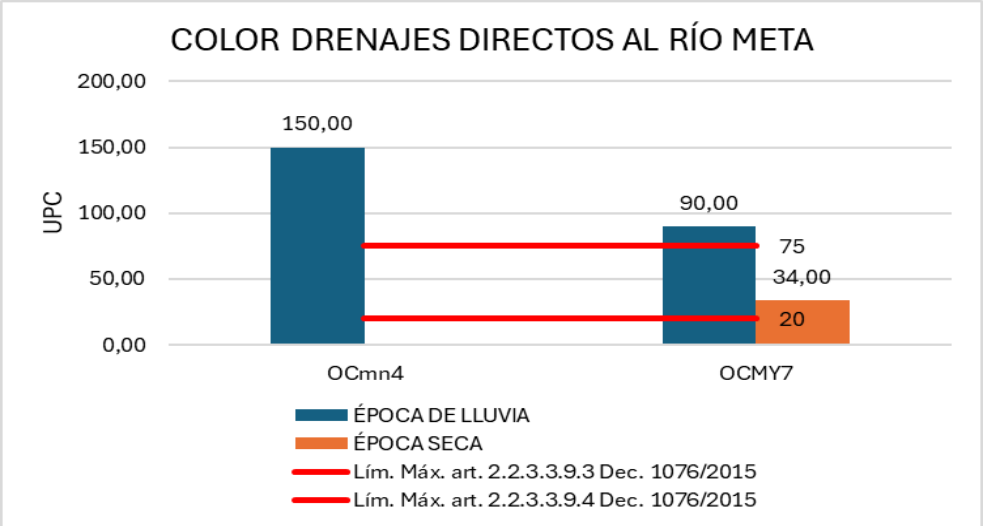
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Drenajes directos al río Meta
Oxígeno Disuelto (OD)	El oxígeno disuelto en los drenajes directos al río Meta durante la época de lluvia, registró valores inferiores al límite mínimo permisible de 4 mg O2/L establecido en el artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, la concentración de OD osciló entre 3,10 mg/L en el punto OCmn4, y, 3,80 mg/L en el punto OCMY7. En la época seca, el punto OCMY7 presentó una concentración igual a 4,21. En general los niveles de OD en los drenajes evidenciaron niveles de oxígeno muy bajos e insuficientes para mantener los procesos biológicos del ecosistema acuático.  **Figura 3.2.5-450 Oxígeno disuelto de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Conductividad Eléctrica	Durante la época de lluvia, la conductividad eléctrica registró valores de 17,30 µS/cm en el punto OCmn4, y 19,60 µS/cm en el punto META_CL_02; para la época seca el punto OCMY7 registró una conductividad de 35,20 µS/cm. Lo anterior indica que, los puntos de ocupación de cauce sobre los drenajes directos al río Meta registraron un grado de mineralización "Muy débil" al registrar conductividades menores a los 100 µS/cm según los rangos propuestos por Rodier (1996).

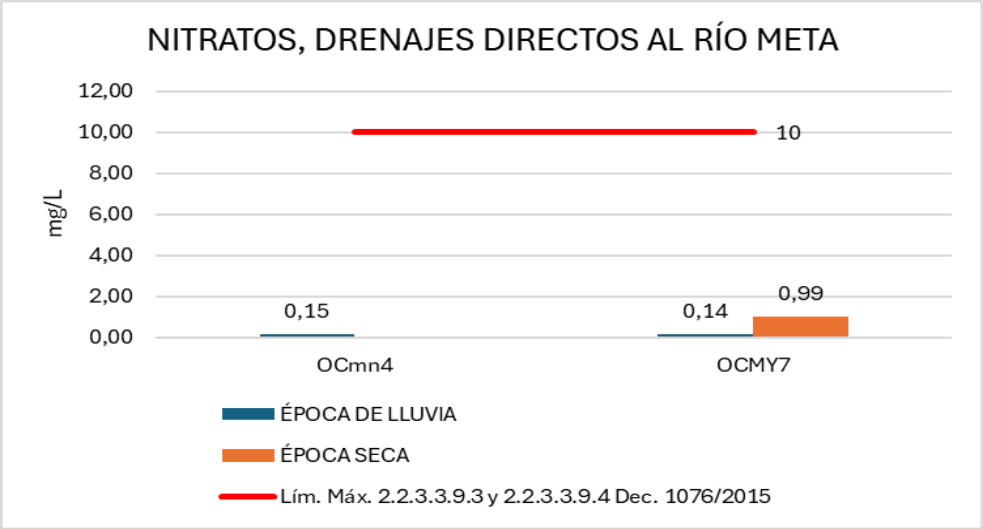
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Drenajes directos al río Meta
Conductividad Eléctrica	 **Figura 3.2.5-451 Conductividad eléctrica de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	Los puntos de muestreo sobre los drenajes directos al río Meta en la microcuenca del río Meta, registraron para ambas épocas climáticas valores inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada para su determinación (<30 mg/L). El decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente estudio (2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.5).
Sólidos Sedimentables (SSD)	Los puntos de ocupación de cauce sobre los drenajes directos al río Meta registraron una concentración de sólidos sedimentables de 0,20 mL/L-h (OCmn4) hasta 0,40 mL/L-h (OCMY7) en época de lluvia. En época seca, la ocupación de cauce OCMY7 fue inferior al límite de determinación del parámetro usado por el laboratorio. El decreto 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro.  **Figura 3.2.5-452 Sólidos sedimentables de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

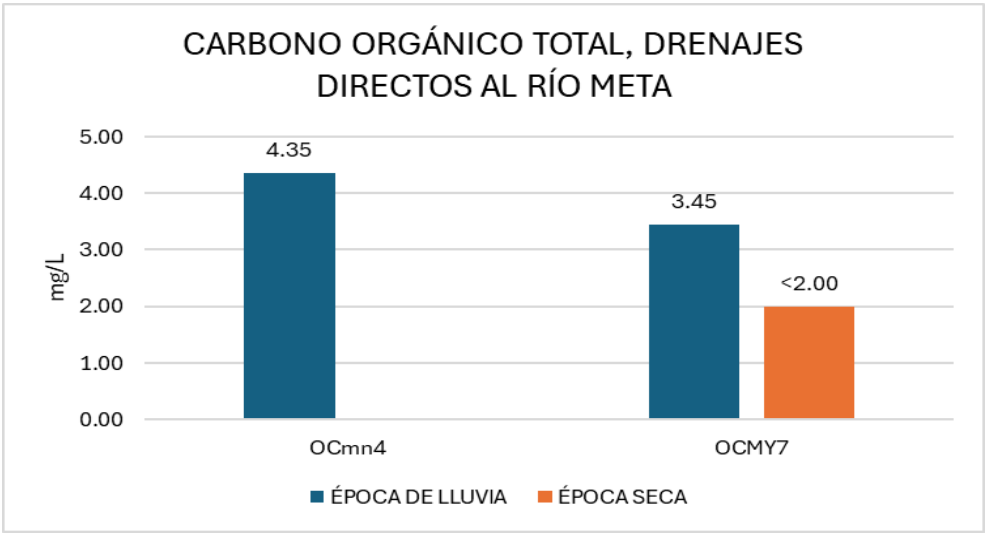
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Drenajes directos al río Meta
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	En la época de lluvia, el punto de ocupación de cauce menor OCmn4 registró una concentración de SST igual a 31 mg/L, mientras que la ocupación de cauce mayor OCMY7 registró una concentración de sólidos suspendidos totales superior igual a 176 mg/L, la cual también superó el valor registrado en ese mismo punto en la época seca. El decreto único reglamentario 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro de calidad de agua.  **Figura 3.2.5-453 Sólidos suspendidos totales de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Turbiedad	La Turbiedad se encuentra directamente relacionada con la concentración de sólidos suspendidos totales, el punto OCmn4 registró un valor de 86,30 NTU en época de lluvia, y el punto OCMY7 un valor de 232 NTU en época de lluvia, superando el límite máximo permisible de 190 NTU (10 UJT) del artículo 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015, este mismo punto registró una concentración de 57,60 NTU en época seca. El artículo 2.2.3.3.9.10 referente a los criterios de calidad para la preservación de flora y fauna, determina que no debe presentarse turbiedad en el cuerpo de agua que interfiera con la actividad fotosintética, los puntos de muestreo sobre los drenajes directos al río Meta cumplen con este criterio.

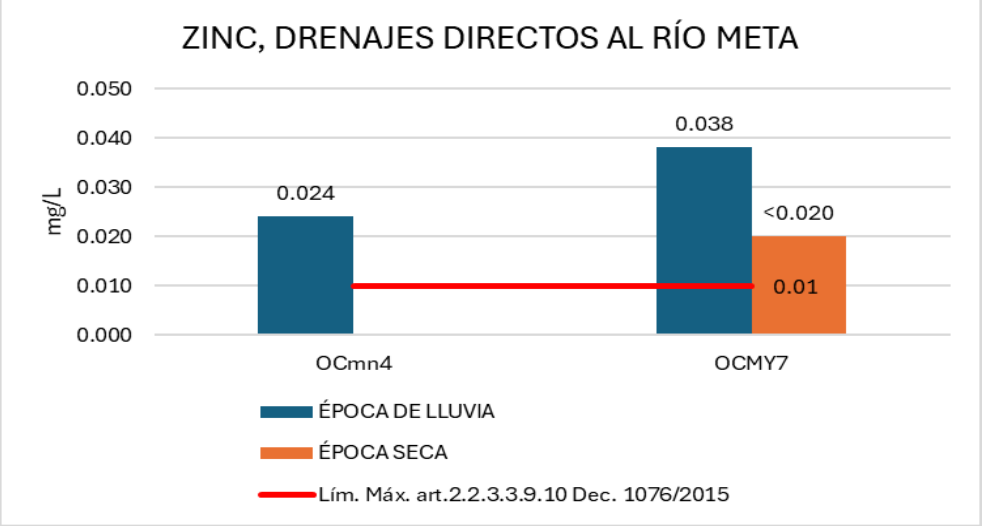
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Drenajes directos al río Meta
Turbiedad	 **Figura 3.2.5-454 Turbidez de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	La acidez en la época de lluvia y seca registró en las dos ocupaciones de cauce valores inferiores al límite de cuantificación del método de análisis implementado por el laboratorio MCS (<2 mg/L). En cuanto a la alcalinidad total y bicarbonatos, la ocupación de cauce menor OCmn4 registró un valor inferior <2,0 mg/L para los dos parámetros, en cuanto a la ocupación de cauce mayor OCMY7 registró concentraciones de 3,10 mg/L en época de lluvia, y, 6,40 mg/L durante la época seca. A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no estipula límites máximos permisibles para estos parámetros. No obstante, según lo establecido en la Resolución 2115 de 2007, se admite una alcalinidad máxima de 200 mg/L y una acidez no mayor a 60 mg/L para agua para consumo humano, criterios cumplidos por los puntos de muestreo de los drenajes directos al río Meta.

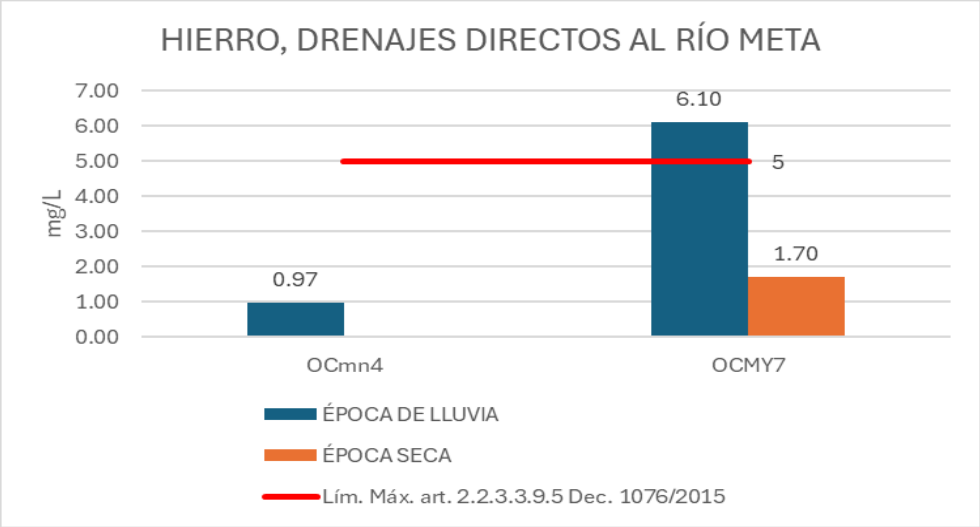
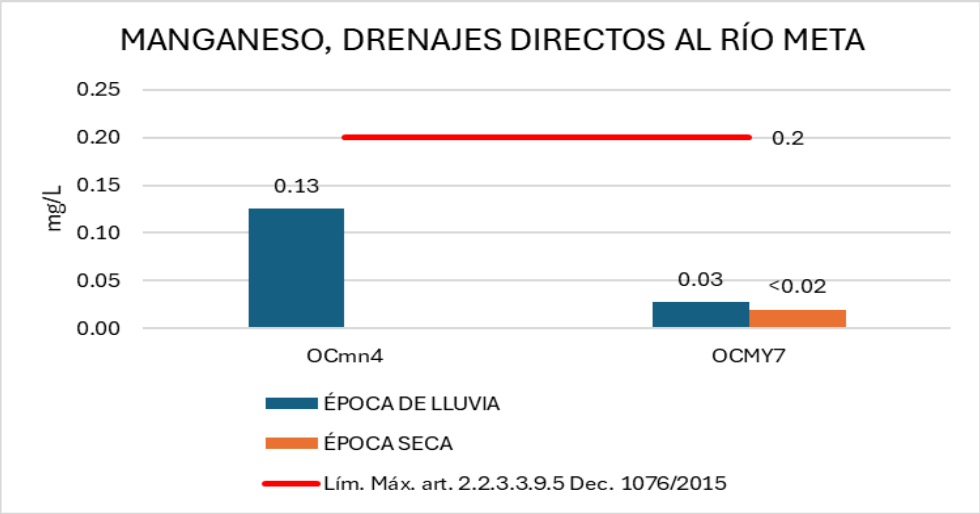
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Drenajes directos al río Meta
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	 **Figura 3.2.5-455 Alcalinidad total y bicarbonatos de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Dureza Total y Dureza Cálcica	En la época de lluvia, la dureza cálcica reportó concentraciones que oscilaron entre <3,0 mg/L en el punto OCmn4, hasta 4,70 mg/L en el punto OCMY7. En la época seca, la concentración del punto OCMY7 aumentó a 10 mg/L. En cuanto a la dureza total, en época de lluvia osciló entre <3,0 mg/L (OCmn4), y 7,40 mg/L (OCMY7). En la época seca, el valor de dureza total del punto OCMY7 también registra un aumento hasta 13 mg/L, acorde a los valores registrados de dureza cálcica. Estos valores permiten clasificar el agua de los drenajes directos al río Meta como "Blanda". A nivel normativo, el Decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente documento.  **Figura 3.2.5-456 Dureza total y dureza cálcica de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

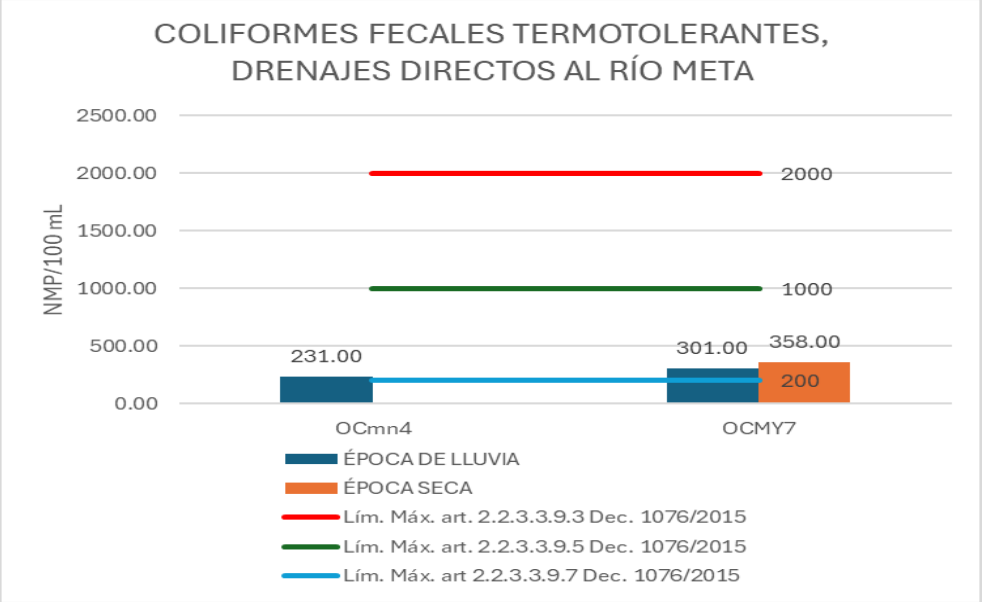
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Drenajes directos al río Meta
Grasas y Aceites e Hidrocarburos totales	En las dos épocas climáticas monitoreadas, los puntos de muestreo sobre los drenajes directos del río Meta registraron concentraciones inferiores al límite de detección del método analítico utilizado por el laboratorio MCS (<1,40 mg/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, establecen que no se deben presentar películas visibles de grasas y aceites flotantes. Durante el monitoreo no se observó película de grasas visibles sobre el punto.
Sulfatos	En época de lluvia y seca, los puntos de muestreo sobre los drenajes directos del río Meta registraron un valor igual al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<5 mg SO42-/L). Los resultados evidencian cumplimiento a nivel normativo al límite establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (400 mg SO42-/L).
Cloruros	Durante la época de lluvia y seca, se registró concentraciones inferiores al límite del laboratorio MCS (<4 mg/L) en los puntos de muestreo sobre los drenajes directos del río Meta, demostrando cumplimiento del límite máximo permisible (250 mg/L) establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015.
Color de la muestra en UPC	Para la época de lluvia, el punto OCmn4 registró un valor de color de la muestra igual a 150 UPC, y el punto OCMY7 registró un valor de 90 UPC para el color, ambos puntos superaron los límites máximos permisibles de los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015. En cuanto a la época seca, el punto OCMY7 registró un valor igual a 34 UPC, superando el límite del art. 2.2.3.3.9.4. (20UPC) del Decreto 1076 de 2015. Este parámetro está directamente relacionado con la presencia de sólidos suspendidos totales y la turbidez del agua.  **Figura 3.2.5-457 Color de las muestras de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Fenoles totales	Para época de lluvia y seca, los puntos de muestreo sobre los drenajes directos del río Meta reportaron concentraciones inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio MCS para su determinación (<0,002 mg/L), es importante señalar que, según el Decreto 1076 de 2015, en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 se establece como límite máximo permisible 0,002 mg/L, lo cual indica cumplimiento.

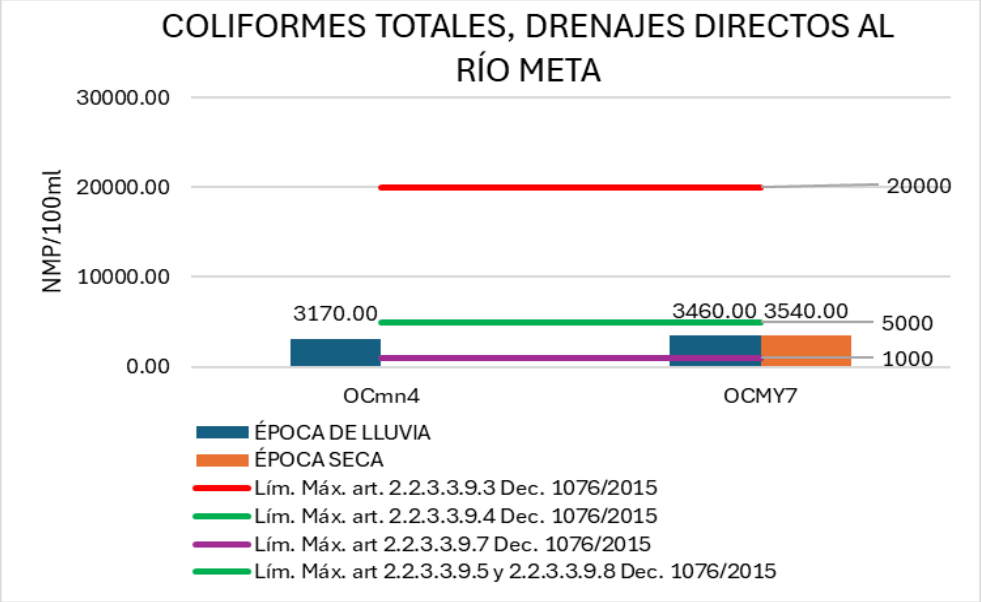
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Drenajes directos al río Meta
Material Flotante	Los puntos de muestreo sobre los drenajes directos del río Meta no evidenciaron presencia de material flotante en las dos épocas climáticas monitoreadas.
Olor y sabor	En cuanto a olor y sabor, los puntos de muestreo sobre los drenajes directos del río Meta fueron reportados como "Aceptable" en ambas épocas hidroclimáticas, indicando que no existe una presencia alta de sustancias o compuestos orgánicos que alteren las propiedades organolépticas del agua. Los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros.
Nitratos y Nitritos	En la época de lluvia, la concentración de nitratos en las muestras osciló entre 0,14 mg/L (OCMY7), y 0,15 mg/L (OCmn4), por su parte, en época seca, el punto OCMY7 registró un aumento en la concentración hasta 0,99 mg/L en comparación con el valor registrado en la época de lluvia. En cuanto a la normatividad, hay cumplimento del límite máximo de los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015.  **Figura 3.2.5-458 Nitratos de las muestras de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025 Con respecto a los Nitritos, la totalidad de los puntos monitoreados en los drenajes directos al río Meta registraron un valor inferior a 0,0100 mg NO2-/L (límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio), en las dos épocas climáticas. A nivel normativo, existe cumplimiento frente a los límites estipulados en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto único reglamentario 1076 de 2015 (1 mg/L para nitritos).
Nitrógeno Amoniacal y Nitrógeno total Kjeldahl	Los puntos de muestreo sobre los drenajes directos del río Meta, para las dos épocas climáticas, registraron una concentración de Nitrógeno amoniacal <1,00 mg/L. Por su parte se registró un valor <5,00 mg/L para el Nitrógeno total Kjeldahl. Lo que permite inferir una muy baja presencia de estos compuestos sobre los caños NN y Santa Marta que hacen parte de la microcuenca del río Meta. A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para estos parámetros.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Drenajes directos al río Meta
Compuestos de Fósforo: Orgánico, inorgánico, ácido hidrolizable total, fósforo Total, y fósforo reactivo total - Ortofosfatos	La concentración de fósforo orgánico, fósforo acido hidrolizable total, fósforo total, y, fósforo reactivo total, en todos los puntos de muestreo sobre los drenajes directos del río Meta, fue inferior a 0,150 mg/L (límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio). Así mismo, las concentraciones registradas para los parámetros de fósforo inorgánico fueron inferiores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio (<0,1 mg/L). A nivel normativo los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del decreto 1076 de 2015 contemplados en el presente estudio no presentan límites máximos permisibles para estos parámetros.
Carbono Orgánico Total	Durante la época de lluvia, se registró una concentración máxima de 4,35 mg/L en el punto OCmn4, mientras que el punto OCMY7 registró un valor de 3,45 mg/L; para la época seca el punto OCMY7 disminuyó su concentración de COT a <2 mg/L (límite de cuantificación de la técnica analítica empleada en el laboratorio). El Decreto 1075 de 2015 no presenta límites restrictivos para este parámetro.  **Figura 3.2.5-459 Carbono orgánico total de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
DBO$_5$ y DQO	La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO$_5$), durante la época de lluvia y seca registró concentraciones de <2 mg/L (límite de detección del laboratorio), en los puntos de monitoreo sobre los drenajes directos al río Meta. A su vez, la Demanda Química de Oxígeno (DQO) en los todos los puntos de muestreo sobre los drenajes directos al río Meta registraron concentraciones inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada en el laboratorio (<20 mg/L). El Decreto 1075 de 2015 no presenta límites restrictivos para este parámetro.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Drenajes directos al río Meta
Metales, no metales y Metaloides	Los puntos OCMY7 y OCmn4, en la época de lluvia y la época seca, registraron para los siguientes parámetros concentraciones equivalentes al límite de detección de la técnica analítica usada por el laboratorio: Arsénico total (<0,005 mg As/L), Berilio total (<0,0200 mg Be/L), Cadmio total (<0,0100 mg Cd/L), Cobalto total (<0,0300 mg Co/L), Cromo total (<0,100 mg Cr/L), Cobre total (<0,0400 mg Cu/L), Níquel total (<0,0400 mg Ni/L), Mercurio total (<0,001 mg Hg/L), Plata total (<0,0200 mg Ag/L), Plomo total (<0,0500 mg Pb/L), Selenio total (<0,005 mg Se/L), Estaño total (<1,00 mg Sn/L), Molibdeno total (<0,0100 mg Mo/L), y Vanadio total (<0,100 mg V/L). De acuerdo con lo anterior, no se presenta contaminación en los cuerpos de agua evaluados respecto a dichos elementos. En cuanto a la normatividad ambiental vigente, se tiene total cumplimiento respecto a los límites de concentración permisibles en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4. y 2.2.3.3.9.5. para aquellos parámetros en donde aplica. En cuanto al parámetro Zinc, en época de lluvia el punto OCmn4 registró una concentración de 0,024 mg/L, y el punto OCMY7 una concentración igual a 0,038 mg/L, concentración que disminuye a <0,020 mg/L en el mismo punto para la época seca.  **Figura 3.2.5-460 Zinc de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025 El Aluminio total, en la época de lluvia registró concentraciones entre <0,500 mg Al/L (límite de detección del laboratorio) en el punto OCmn4, hasta 2,13 mg/L en el punto OCMY7, este mismo punto registró una concentración de <0,500 mg/L en época seca. Todos los puntos reportan cumplimiento del límite máximo permisible por el art. 2.2.3.3.9.5. y 2.2.3.3.9.6 del Decreto 1076 de 2015. El Hierro total registró la mayor concentración en el punto OCMY7 en época de lluvia, superando el límite máximo permisible del art. 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015 de 5mg/L, los demás datos registrados registran cumplimiento.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Drenajes directos al río Meta
Metales, no metales y Metaloides	 **Figura 3.2.5-461 Hierro total de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025 El Manganeso total, en la época de lluvia registró valores entre 0,03 mg/L en el punto OCMY7, y, 0,13 mg/L en el punto OCmn4. En la época seca, el punto OCMY7 registró una concentración inferior al límite de detección de la técnica analítica usada por el laboratorio (<0,02 mg/L). Los puntos sobre los drenajes directos al río Meta reflejan cumplimiento del límite máximo permisible por el art. 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015 de 0,2 mg/L.  **Figura 3.2.5-462 Manganeso de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Drenajes directos al río Meta
Coliformes Fecales Termotolerantes	La concentración de coliformes fecales termotolerantes registró un valor máximo de 301 NMP/100 mL en época de lluvia, y 358 NMP/100 mL para la época seca, en el punto OCMY7, mientras que el punto de ocupación de cauce menor registró una concentración e 231 NMP/100 mL en época de lluvia. A nivel normativo, se cumple con los límites del artículo 2.2.3.3.9.3 (2000 NMP/100ml) y 2.2.3.3.9.5 (1000 NMP/100ml), sin embargo, todos los puntos sobre drenajes directos al río Meta superan el límite del artículo 2.2.3.3.9.7 (200 NMP/100ml).  **Figura 3.2.5-463 Coliformes fecales termotolerantes de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Coliformes totales	El valor de concentración de coliformes totales en época de lluvia, osciló entre 3.170 NMP/100ml en el punto OCmn4, a 3.460 NMP/100ml en el punto OCMY7. Para la época seca, la ocupación e cauce mayor evidenció un aumento en la concentración hasta 3.540 NMP/100ml. A nivel normativo, todos los puntos superan el límite máximo del artículo 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 (1000 NMP/100ml), y, cumplen con el criterio de calidad establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 (20000 NMP/100mL), 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.8 (5000 NMP/100mL) del Decreto 1076 de 2015.

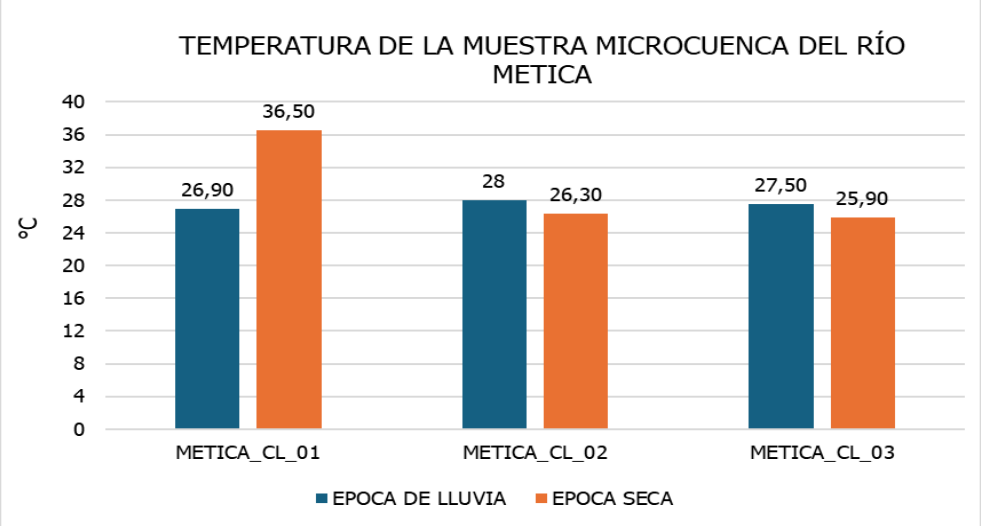
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – Drenajes directos al río Meta
Coliformes totales	 **Figura 3.2.5-464 Coliformes totales de los drenajes directos al río Meta en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Huevos de Helmintos	Los huevos de Helmintos en los puntos de muestreo sobre los drenajes directos al río Meta para las dos épocas climáticas, presentaron concentraciones menores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio (<1 huevos/L). Adicionalmente, en la normativa de referencia no se estipula ningún límite permisible en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 aplicables.
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	La concentración registrada en los puntos de muestreo sobre los drenajes directos al río Meta es igual al límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio para su determinación (<0,200 mg LAS/L), los resultados indican que no se presenta ningún tipo de afectación derivada de la presencia de vertimientos sobre los cuerpos de agua monitoreados en el área de influencia. De igual forma, se cumple a cabalidad con el límite máximo permisible contemplado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.8 del Decreto 1076 de 2015 (0,5 mg LAS/L).
Pesticidas organofosforados	En las dos épocas climáticas monitoreadas los puntos de muestreo sobre los drenajes directos al río Meta presentaron una concentración inferior al límite mínimo de cuantificación establecida por la respectiva técnica analítica empleada en el laboratorio para su determinación (<0,00001 mg/L en época de lluvia, y, <0,00020 mg/L en época seca). Por lo anterior, es posible afirmar que hay ausencia de dichos compuestos en la muestra de agua analizada.
Caudal	Se realizó el aforo de caudal durante época de lluvia en el punto OCmn4 sobre el caño Santa Marta, registrando un caudal de 25,74 L/s; no fue posible realizar el aforo de caudal en el punto OCMY7 sobre el caño NN, debido a que el cuerpo de agua no presentó corriente o movimiento, según lo evidenciado por el laboratorio en campo. En cuanto a la época seca, no fue posible realizar el aforo de caudal el ninguno de los puntos debido a que los drenajes no presentaban flujo continuo.

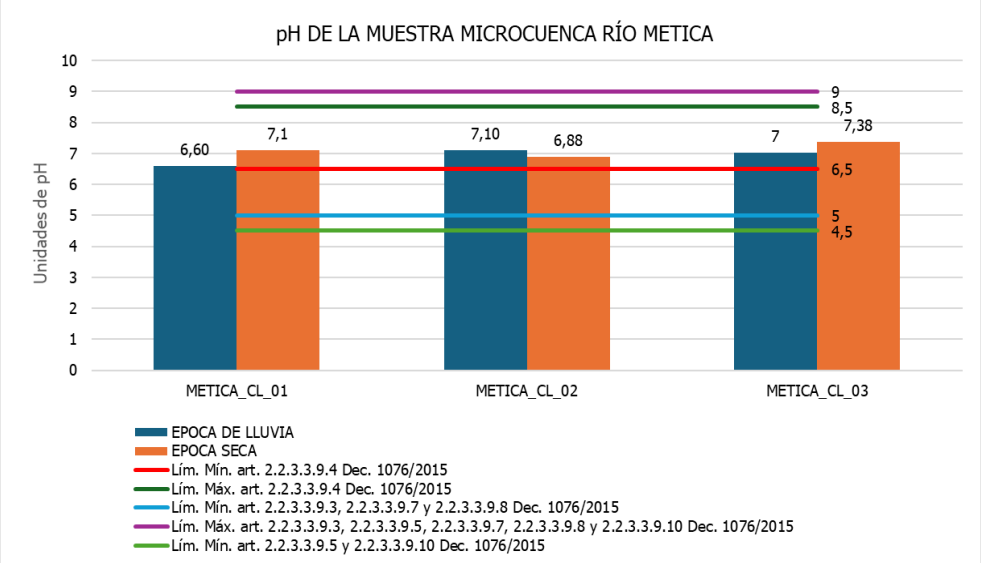
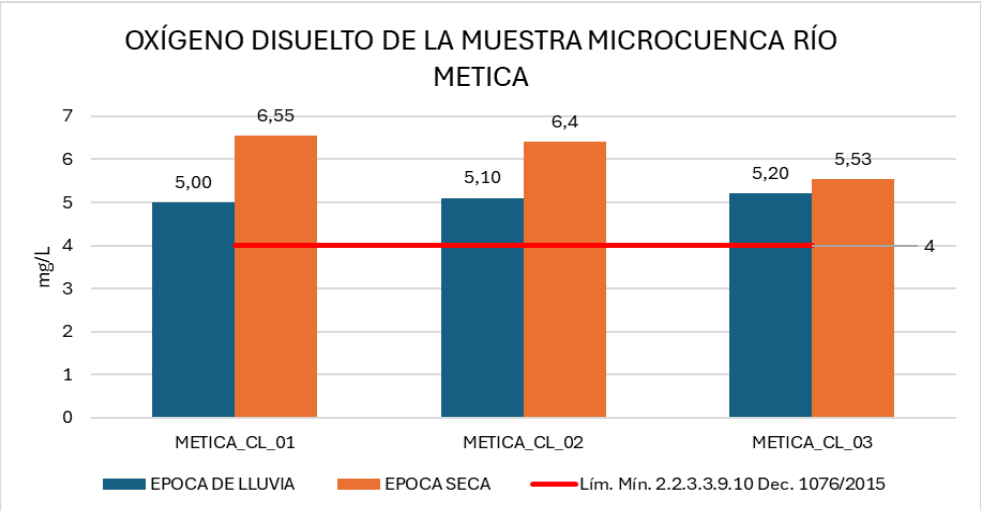
Fuente: Gessig S.A.S., 2025, adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

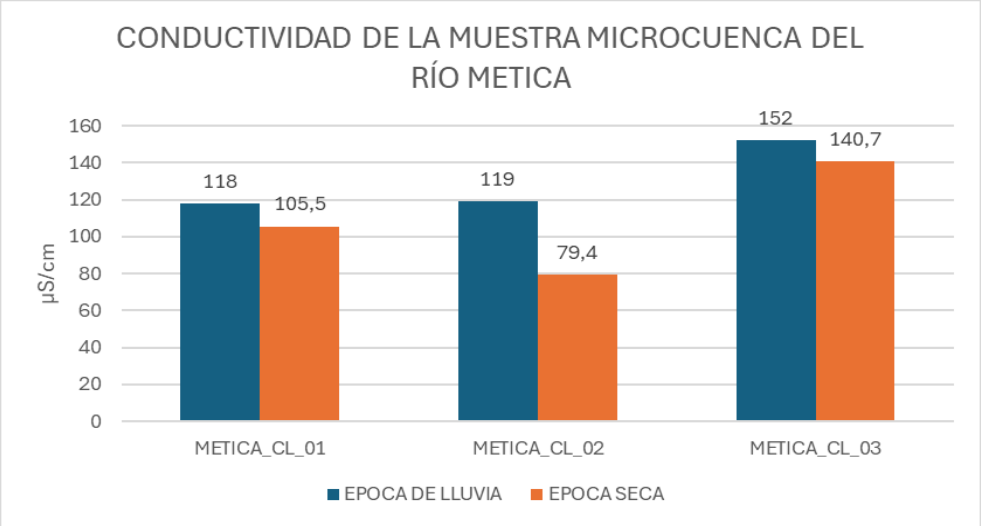
- *Microcuenca del río Metica*

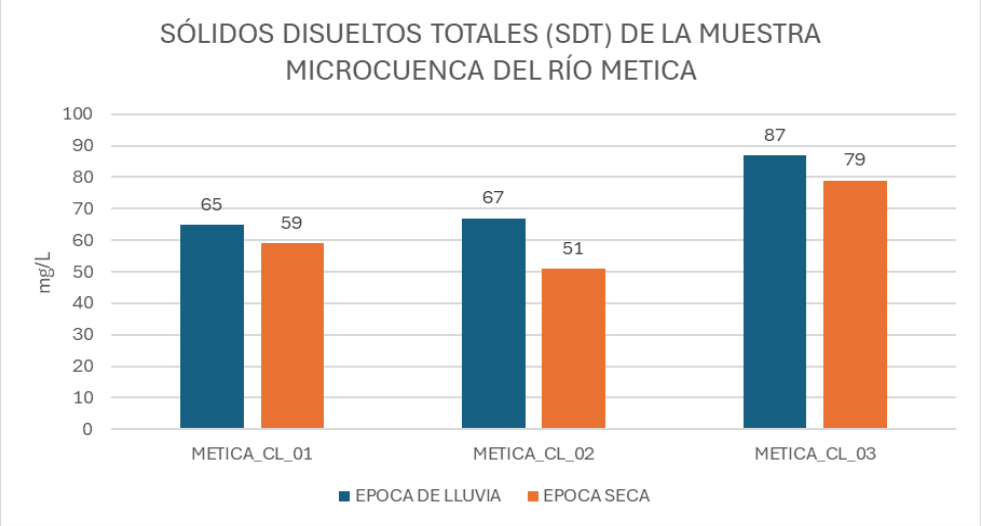
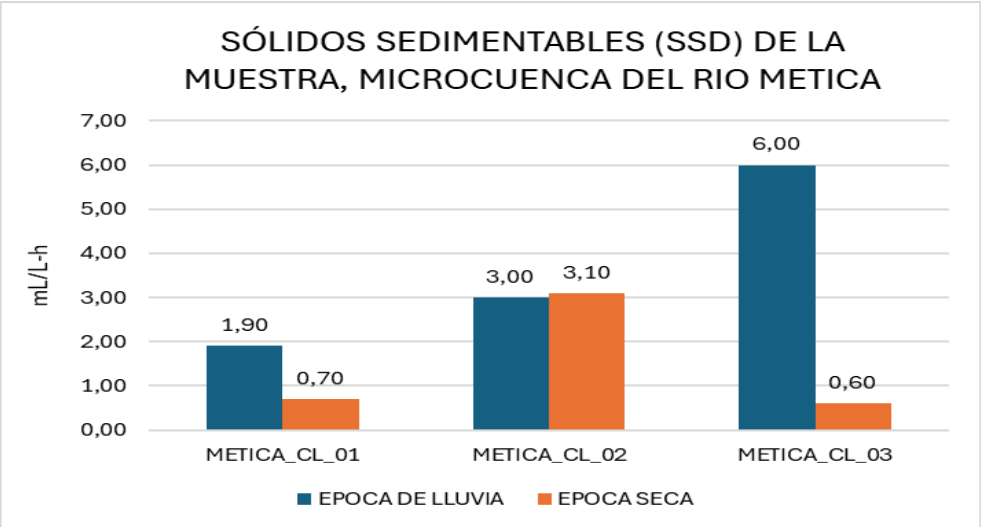
En la microcuenca del río Metica se realizó el monitoreo de calidad de agua en los puntos METICA_CL_01, METICA_CL_02, y METICA_CL_03, durante la época de lluvia y la época seca. En la **Tabla 3.2.5-56** se presenta el análisis de cada parámetro monitoreado. Para ver más información, detallada y en forma gráfica, remitirse al **Anexo 3.2-5_Calidad_ASUP** donde se presentan los informes de laboratorio, reportes de laboratorio, soportes de campo, certificados de calibración, resoluciones de acreditación y registro fotográfico.

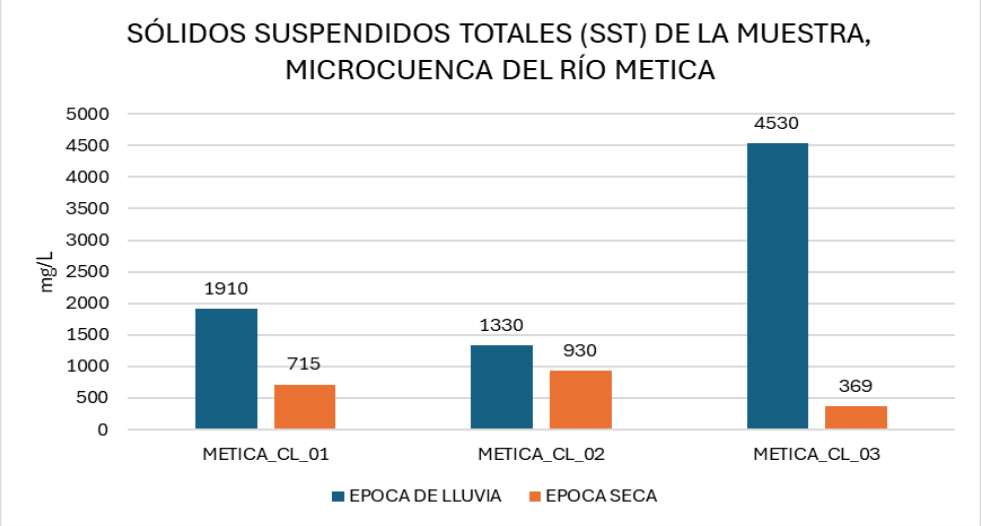
Tabla 3.2.5-56 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca del río Metica durante la época de lluvia y época seca

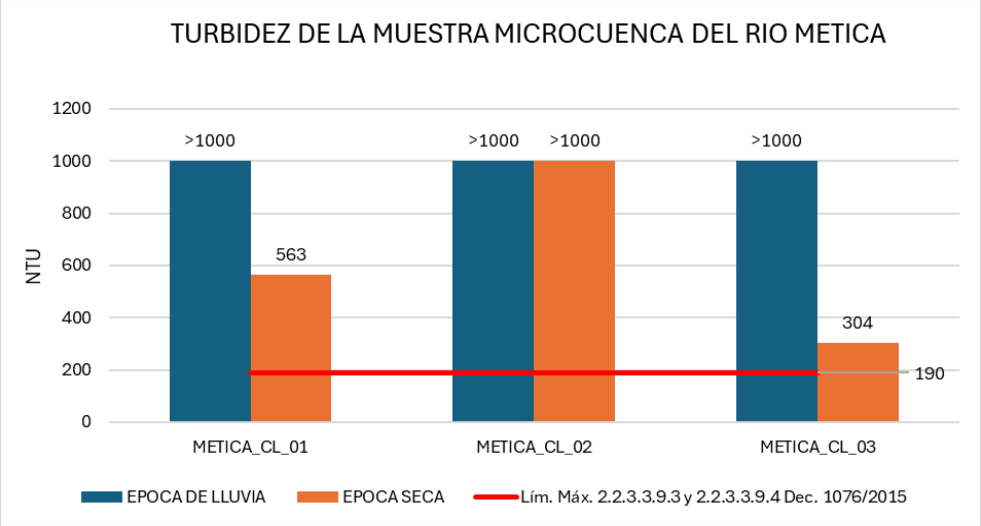
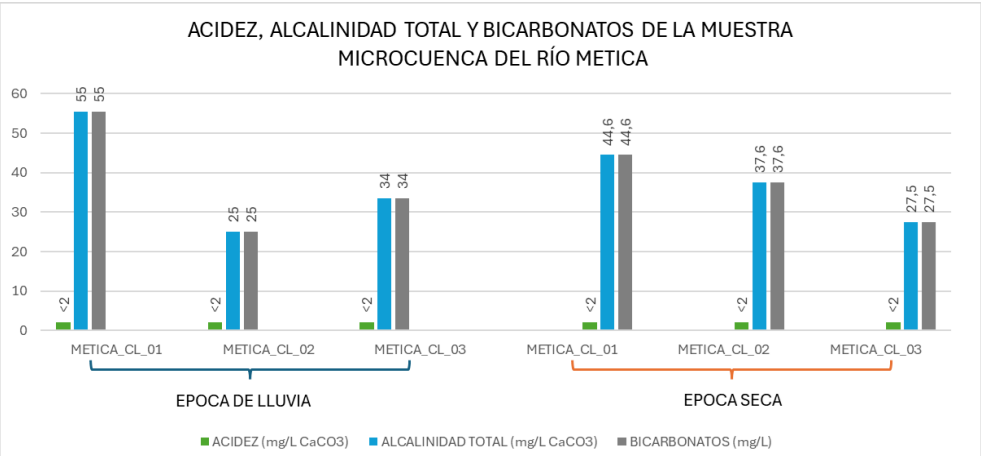
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Metica
Temperatura	En la época de lluvia se registraron temperaturas entre 26,90 °C (METICA_CL_01) y 28 °C (METICA_CL_02); en la época seca, la temperatura de las muestras de agua en la microcuenca del río Metica registró un rango de temperatura de las muestras entre 25,90°C (METICA_CL_03) y 36,5°C (METICA_CL_01). Los valores de temperatura de las muestras de agua estuvieron acordes a la temperatura ambiente registrada en cada punto.  **Figura 3.2.5-465 Temperatura de las muestras de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
pH	Los puntos en la microcuenca del río Metica presentaron un pH promedio de 6,91 unidades en época de lluvia, indicando un estado neutro que se mantiene para la época seca, en la cual el pH promedio fue igual a 7,12 unidades. Todos los puntos cumplen el límite mínimo permisible del art. 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, que exige un mínimo de 6,5 unidades; y, los límites de los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.8, los valores de pH cumplen con la norma.

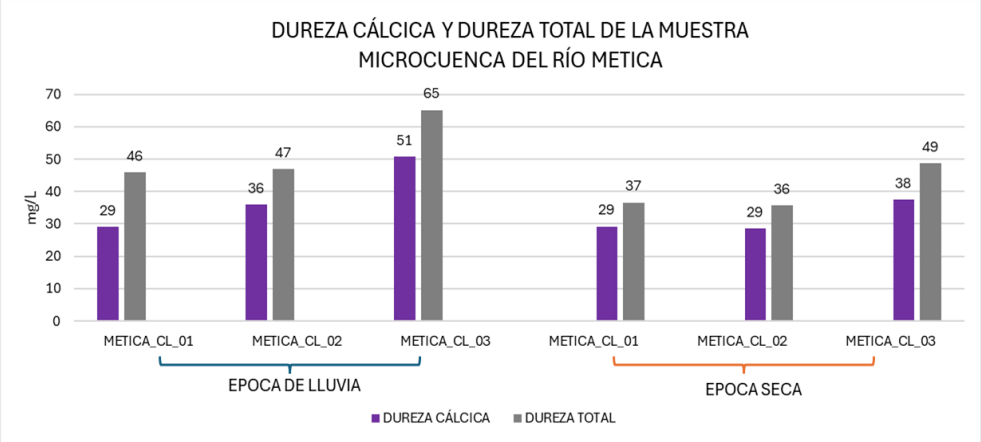
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Metica
pH	 **Figura 3.2.5-466 pH de las muestras de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Oxígeno Disuelto (OD)	En la microcuenca del río Metica, la totalidad de los puntos en ambas épocas climáticas, cumplieron con el límite mínimo para que el agua sea considerada aceptable para la vida acuática (4 mg O2/L), establecido por el artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015. La concentración mínima de OD fue registrada en la época de lluvia en el punto METICA_CL_01 igual a 5,0 mg/L.  **Figura 3.2.5-467 Oxígeno disuelto de las muestras de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

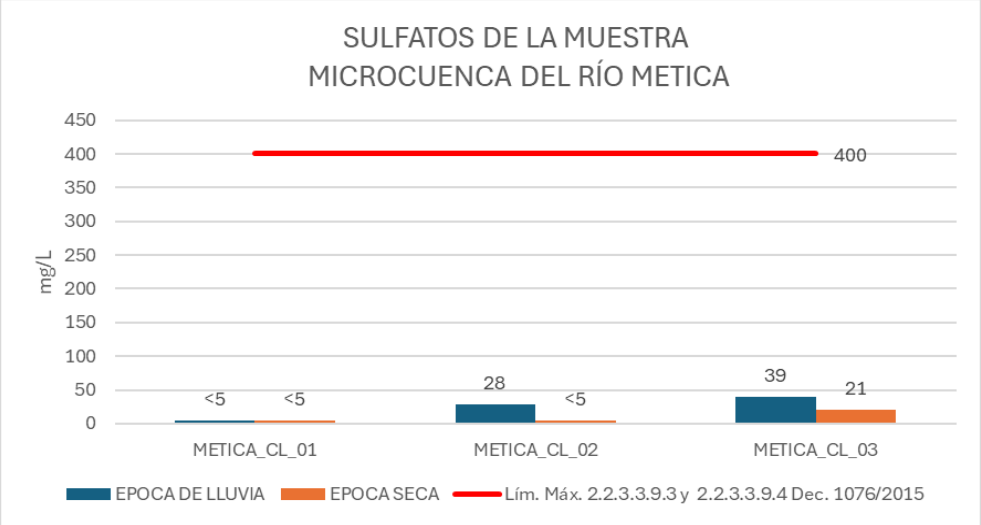
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Metica
Conductividad Eléctrica	La conductividad eléctrica en la microcuenca del río Metica registró los valores más altos en el punto METICA_CL_03 igual a 152 µS/cm (época de lluvia), y, 140,7 µS/cm (época seca), evidenciando un grado de mineralización del agua media acentuada en el momento de tomar la muestra de agua. Todos los puntos a excepción del METICA_CL_02, evidenciaron un grado de mineralización "débil" al registrar conductividades entre 100 µS/cm y 200 µS/cm, según los rangos propuestos por Rodier (1996). En los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del decreto único reglamentario 1076 del 2015, no se estipulan máximos permisibles para este parámetro.  **Figura 3.2.5-468 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	Los puntos sobre el río Metica registraron para la época de lluvia valores entre 65 mg/L (METICA_CL_01), y 87 mg/L (METICA_CL_03); en tanto que, en la época seca, la concentración de sólidos disueltos totales osciló entre 51 mg/L (METICA_CL_02), y 79 mg/L (METICA_CL_03). Por otro lado, el punto METICA_CL_03, registró las concentraciones máximas de sólidos disueltos totales, en la época de lluvia. El decreto 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro.

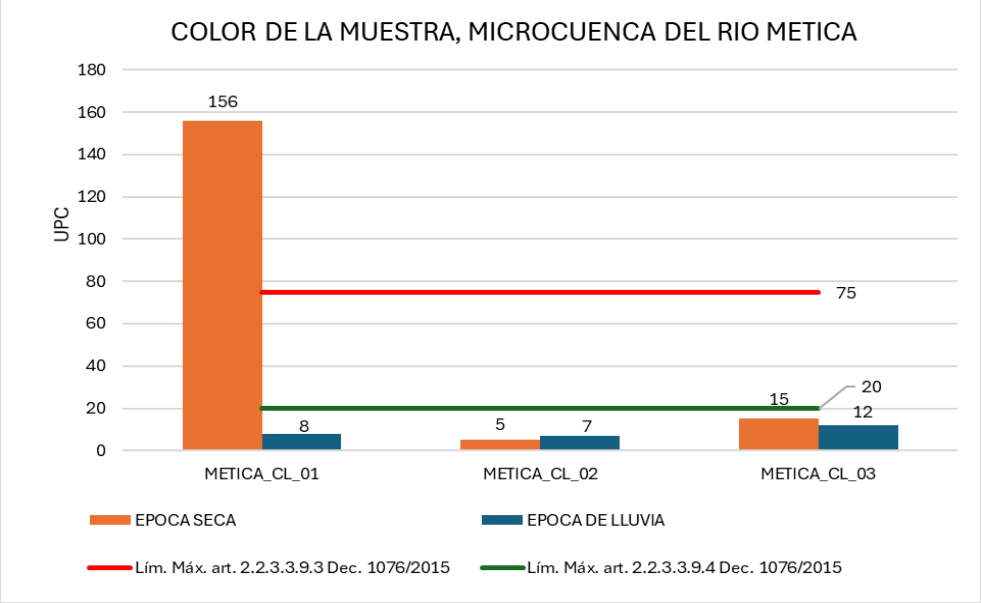
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Metica
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	 **Figura 3.2.5-469 Sólidos disueltos totales de las muestras de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca** **Fuente: Gessig S.A.S., 2025**
Sólidos Sedimentables (SSD)	En la época de lluvia, los puntos muestreados en la microcuenca del río Metica registraron una concentración entre 1,90 mL/L-h (METICA_CL_01), y 6,00 mL/L-h (METICA_CL_03), siendo esta la concentración máxima registrada en la microcuenca del río Metica. En la época seca, la concentración osciló entre 0,60 mL/L-h (METICA_CL_03), y 3,10 mL/L-h (METICA_CL_02). El decreto 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro.  **Figura 3.2.5-470 Sólidos Sedimentables de las muestras de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

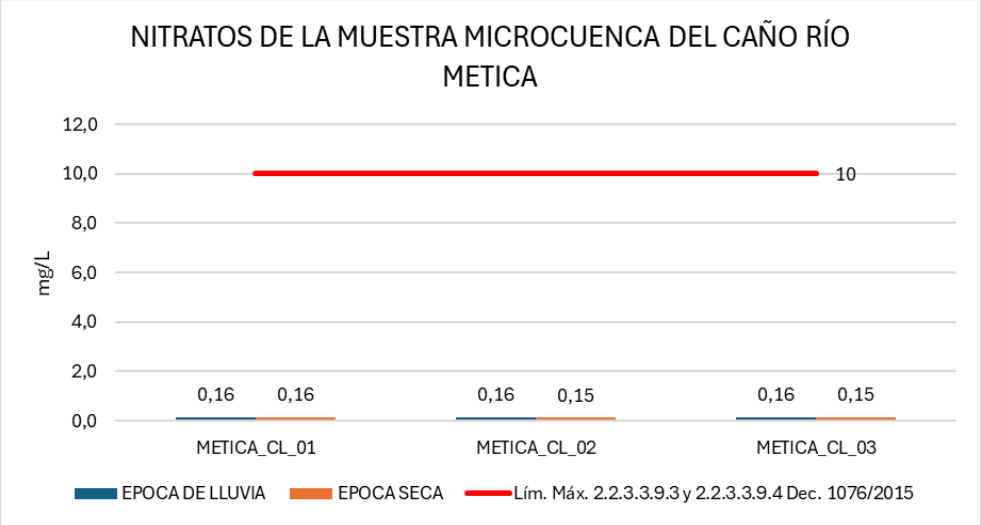
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Metica
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	El parámetro de sólidos suspendidos totales presentó durante la época de lluvia concentraciones entre 1910 mg/L, hasta 4530 mg/L en el punto METICA_CL_03. Mientras que, en la época seca, las concentraciones de sólidos suspendidos oscilaron entre 369 mg/L, y 930 mg/L en el punto METICA_CL_02. Lo anterior indica una mayor presencia de sólidos suspendidos totales durante la época de lluvia, lo cual puede deberse al arrastre de sólidos, arcillas, limos, y materia orgánica por la escorrentía superficial.  **Figura 3.2.5-471 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Turbiedad	La turbiedad refleja la incidencia directa de la concentración de las altas concentraciones de sólidos suspendidos totales registradas en la microcuenca del río Metica, de forma que se aprecia que todos los puntos en la época de lluvia registraron valores de turbiedad mayores a los 1000 NTU, y durante la época seca, las concentraciones estuvieron entre 304 NTU y >1000 NTU en el punto METICA_CL_02, siendo este quien registró la mayor turbidez en ambas épocas. Todos los puntos en las dos épocas hidroclimáticas evaluadas superaron el límite máximo permisible de 190 NTU del artículo 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015.

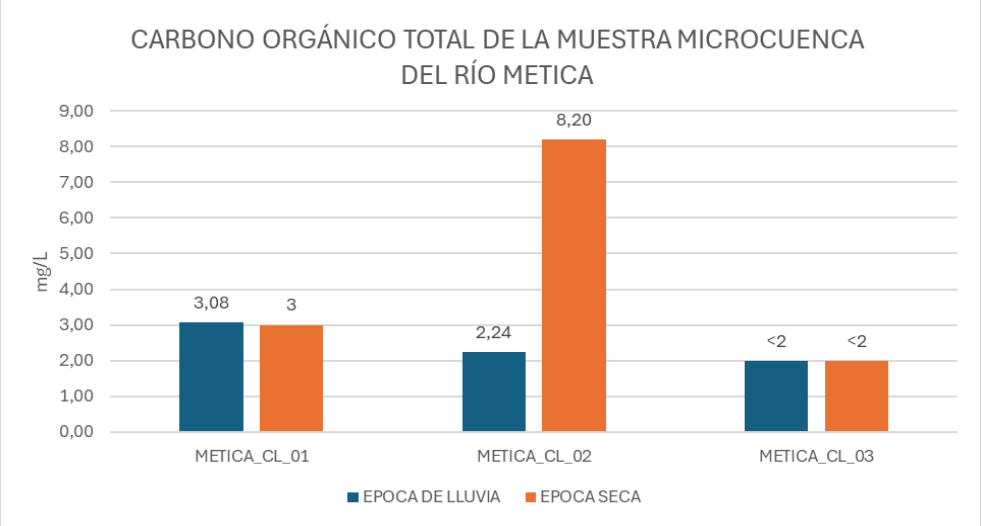
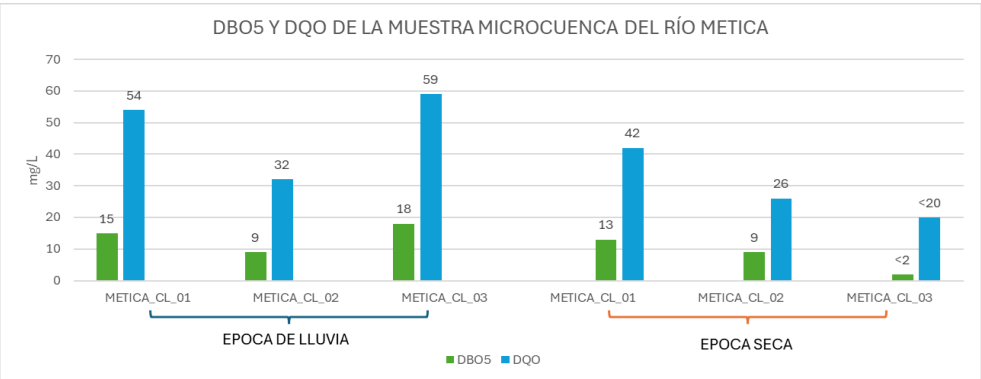
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Metica
Turbiedad	 **Figura 3.2.5-472 Turbidez de las muestras de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	La acidez, reportó en ambas épocas, y para todos los puntos de la microcuenca del río Metica valores inferiores al límite de detección utilizado por el laboratorio (<2,00 mg CaCO3/L). En cuanto a los parámetros de alcalinidad total y bicarbonatos, en la época de lluvia, la concentración osciló entre 25 mg/L (METICA_CL_02), y 55 mg/L (METICA_CL_01), siendo este último la máxima concentración registrada en la microcuenca. En la época seca, la concentración de alcalinidad total y bicarbonatos osciló entre 27,5 mg/L (METICA_CL_03), y 44,5 mg/L (METICA_CL_01). Los resultados indican que los puntos de la microcuenca del río Metica cuentan con una alta capacidad amortiguadora de acidez, lo cual también se ve reflejado en las unidades de pH que se mantienen en un valor neutro.  **Figura 3.2.5-473 Acidez, alcalinidad total y bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

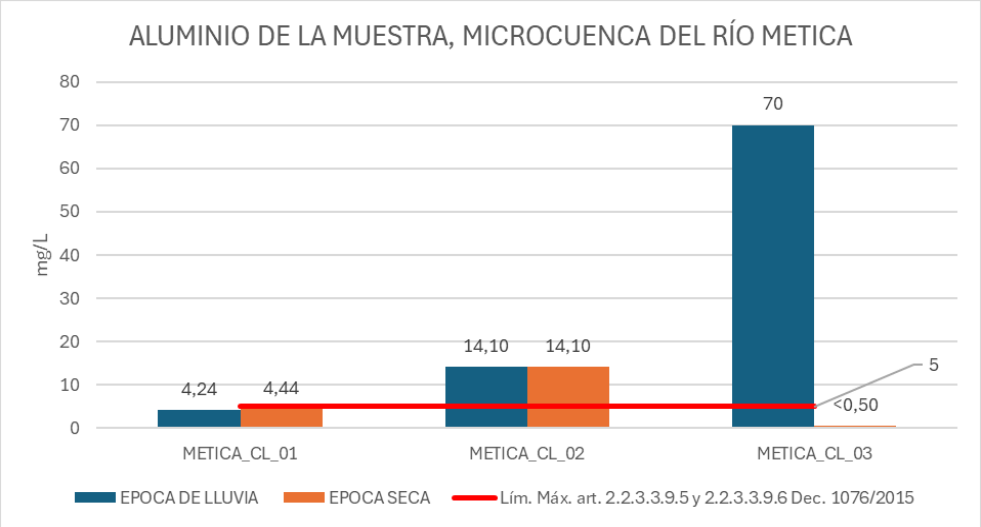
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Metica
Dureza Total y Dureza Cálcica	La dureza Total registró para la época de lluvia concentraciones entre 46 mg/L (METICA_CL_02), y, 65 mg/L (METICA_CL_03), siendo este último el valor máximo alcanzado en la microcuenca del río Metica. Para la época seca, se evidencia una reducción en la concentración de dureza total que se encuentra en un rango de 36 mg/L (METICA_CL_02) hasta 49 mg/L (METICA_CL_03). La dureza cálcica, en la época de lluvia, registró valores entre 29 mg/L (METICA_CL_01), y, 51 mg/L (METICA_CL_03); para la época seca, la dureza cálcica registró una concentración máxima de 38 mg/L en el punto METICA_CL_03. Desde el punto de vista limnológico, la dureza del agua en la microcuenca del río metica, según la clasificación de Roldán y Ramírez (2008) es "Blanda". El decreto 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para estos parámetros.  **Figura 3.2.5-474 Dureza total y dureza cálcica de las muestras de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Grasas y Aceites e Hidrocarburos totales	En los monitoreos realizados en los puntos de la microcuenca del río Metica durante la época de lluvia y la época seca, todos los puntos presentaron concentraciones inferiores al límite de detección de los dos parámetros (grasas y aceites e hidrocarburos totales) del método analítico utilizado por el laboratorio MCS (<1,40 mg/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, establecen que no se deben presentar películas visibles de grasas y aceites flotantes. Durante el monitoreo no se observó película de grasas visibles sobre los puntos caracterizados.
Sulfatos	Los sulfatos en la época de lluvia registraron concentraciones entre <5,0 mg SO42-/L s (límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio), y, 39 mg/L en el punto METICA_CL_03. Para la época seca, dos de los tres puntos muestreados obtuvieron concentraciones inferiores al límite de cuantificación, mientras que, el punto METICA_CL_03 presentó 21 mg/L. Los resultados evidencian cumplimiento a nivel normativo al límite establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015 (400 mg SO42-/L).

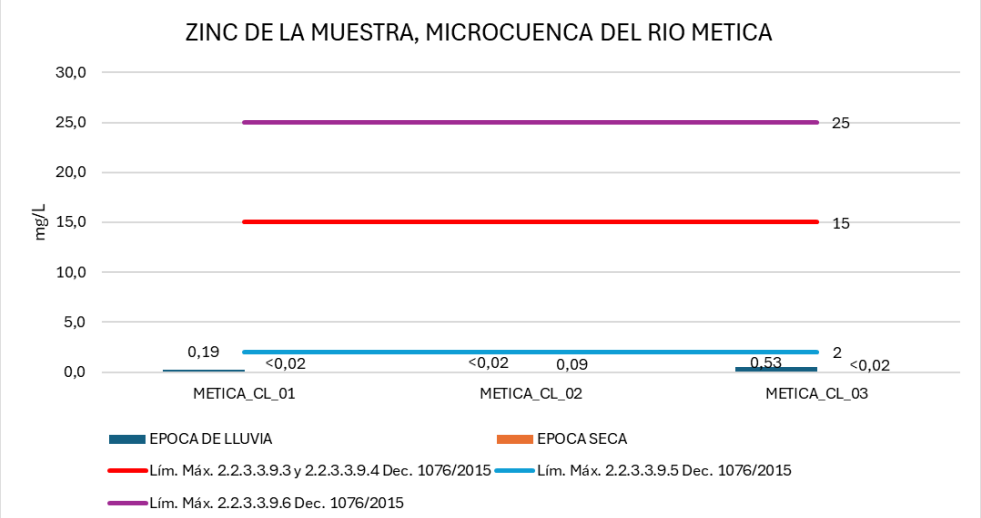
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Metica
Sulfatos	 **Figura 3.2.5-475 Sulfatos de las muestras de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Cloruros	En los puntos de monitoreo de la microcuenca del río Metica se registró una presencia casi nula de cloruros en las dos épocas climáticas caracterizadas, lo anterior debido a que los puntos registraron concentraciones inferiores a 4,00 mg Cl-/L (límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio). A nivel normativo, se cumple con el límite máximo permisible (250 mg/L) establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015.
Color de la muestra en UPC	El color de las muestras es influido directamente por la concentración de sólidos disueltos totales registrados en la microcuenca del río Metica, por lo anterior, el punto METICA_CL_01 evidenció la mayor coloración en época seca igual a 156 UPC, valor que supera los límites máximos permisibles de los artículos 2.2.3.3.9.3. y 2.2.3.3.9.4. del Decreto 1076 de 2015. Los demás puntos de la microcuenca registraron valores desde 8 UPC hasta 15 UPC cumpliendo los límites máximos del artículo 2.2.3.3.9.3. y 2.2.3.3.9.4. del Decreto 1076 de 2015.

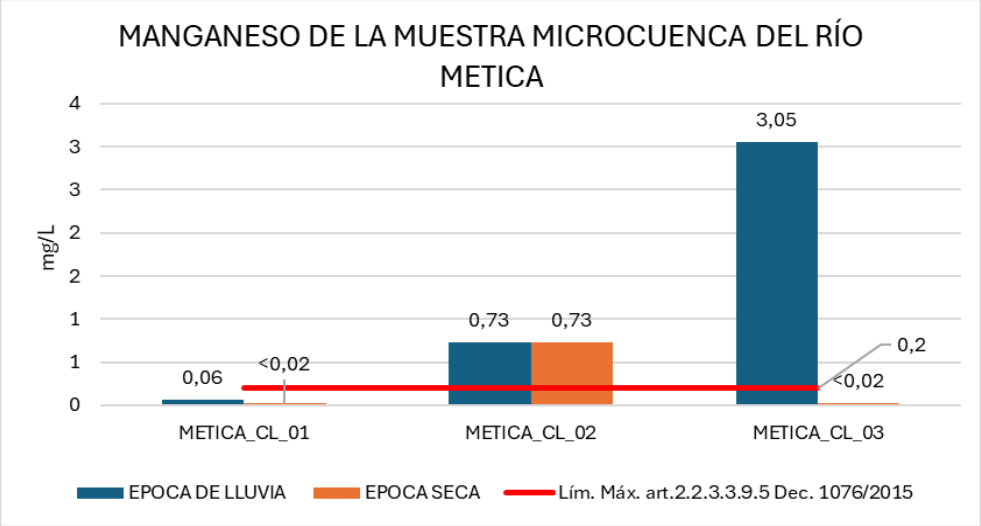
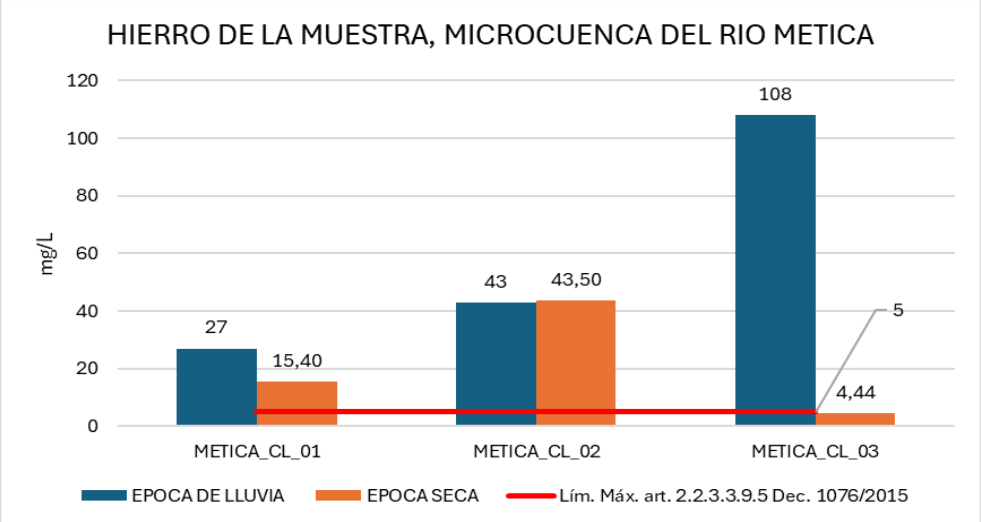
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Metica
Color de la muestra en UPC	 **Figura 3.2.5-476 Color de las muestras de agua de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Fenoles totales	Para este parámetro, los puntos de monitoreo en la microcuenca del río Metica registraron concentraciones inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio MCS para su determinación (<0,002 mg/L), es importante señalar que, según el Decreto 1076 de 2015, en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 se establece como límite máximo permisible 0,002 mg/L, lo cual indica cumplimiento.
Material Flotante	Para época de lluvia y la época seca, todos los puntos de la microcuenca del río Metica registraron ausencia de material flotante. A nivel normativo, los artículos comparables en este estudio del decreto 1076 de 2015 no fijan límites máximos permisibles para este parámetro, pero si establecen que no se deben presentar materiales flotantes, criterio que se cumple en los puntos monitoreados.
Olor y sabor	Para época de lluvia y la época seca, todos los puntos de la microcuenca del río Metica reportaron "aceptable" para el olor y sabor, tanto en los sistemas lóticos como lénticos caracterizados.
Nitratos y Nitritos	Para los Nitratos se registraron concentraciones detectables entre 0,15 mg/L y 0,16 mg/L en los puntos monitoreados en la microcuenca del río Metica durante la época de lluvia y seca, las concentraciones se consideran bajas descartando algún tipo de contaminación por este compuesto. Asimismo, se presenta total cumplimiento con respecto al límite máximo permisible (10 mg N-NO3/L) contemplado en los Artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015.

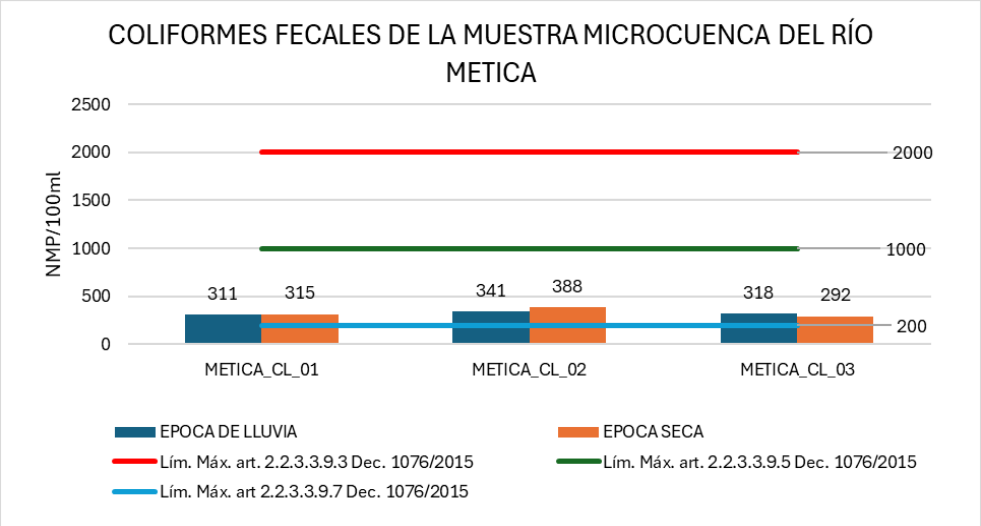
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Metica
Nitratos y Nitritos	 **Figura 3.2.5-477 Nitratos de las muestras de agua de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025 Por otro lado, los Nitritos registraron concentraciones inferiores al límite de detección del método analítico utilizado por el laboratorio MCS (<0,0100 N-NO2/L) en ambas épocas y en todos los puntos muestreados. A nivel normativo, cumple con el límite máximo permisible de 1 N-NO2/L en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4.
Nitrógeno Amoniacal y Nitrógeno total Kjeldahl	En las dos épocas climáticas caracterizadas, los parámetros nitrógeno amoniacal y nitrógeno total Kjeldahl reportaron concentraciones equivalentes al límite de detección de la técnica analítica usada en el laboratorio <1,00 mg NH3-N/L para nitrógeno amoniacal, y, <5,00 mg N/L para nitrógeno Kjeldahl, para todos los puntos de la microcuenca del río Metica, durante la época de lluvia y la época seca, cumpliendo con el límite máximo permisible de acuerdo con la norma ambiental (1 mg NH3-N/L) para nitrógeno amoniacal de acuerdo con los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015.
Compuestos de Fósforo: Orgánico, inorgánico, ácido hidrolizable total, fósforo Total, y fósforo reactivo total - Ortofosfatos	Todos los puntos de la microcuenca del río Metica registraron concentraciones inferiores a 0,150 mg/L (límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio) para los compuestos fósforo orgánico total, acido-hidrolizable total, fósforo total, y fósforo reactivo total. El fósforo inorgánico también registró concentraciones inferiores al límite de la técnica analítica (<0,1 mg P/L). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para estos compuestos.
Carbono Orgánico Total (COT)	En la época de lluvia, los puntos de la microcuenca del río Metica registraron concentraciones que oscilaron entre <2,0 mg/L (METICA_CL_03), hasta 3,08 mg/L (METICA_CL_01). En la época seca, los valores registrados estuvieron entre <2,0 mg/L (METICA_CL_03), y 8,20 mg/L (METICA_CL_02), siendo este último el valor más alto registrado en la microcuenca. En cuanto a lo normativo, ninguno de los artículos del decreto 1075 de 2015 contemplados en el presente estudio presenta límites restrictivos para este parámetro.

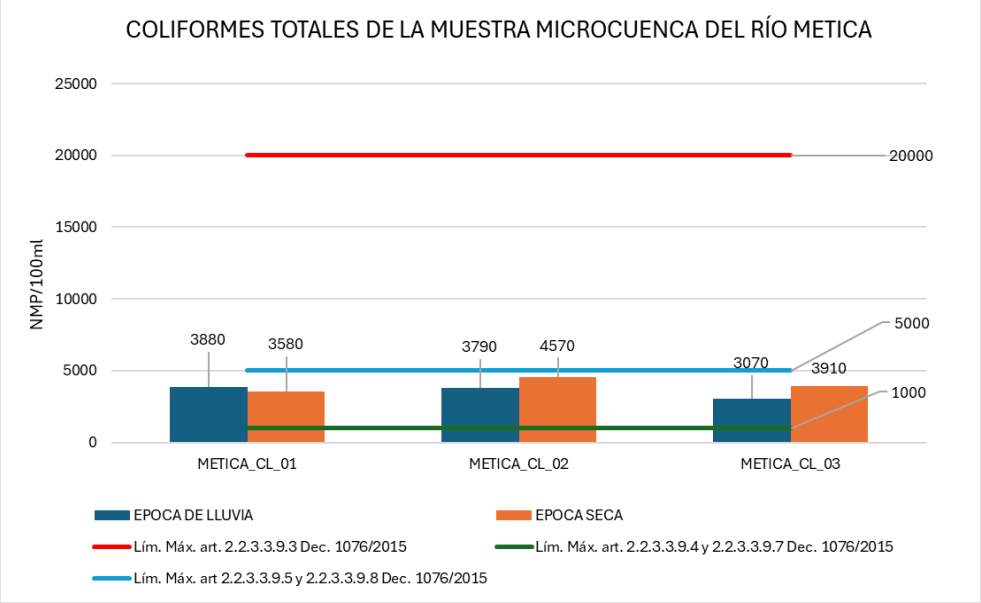
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Metica
Carbono Orgánico Total (COT)	 **Figura 3.2.5-478 Carbono orgánico total de las muestras de agua de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
DBO_5 y DQO	La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) en la época de lluvia registró concentraciones entre 9 mg/L (METICA_CL_02), y, 18 mg/L (METICA_CL_03); en la época seca, las concentraciones oscilaron entre el límite de cuantificación de la técnica analítica usada por el laboratorio (<2 mg O2/L), y 13 mg/L (METICA_CL_01). En cuanto a la Demanda Química de Oxígeno (DQO), para la época de lluvia registró concentraciones entre 32 mg/L (METICA_CL_02), y, 59 mg/L (METICA_CL_03); para la época seca, las concentraciones disminuyeron, y estuvieron entre <20 mg O2/L en el punto METICA_CL_03, y, 42 mg/L (METICA_CL_01). El Decreto 1075 de 2015 no presenta límites restrictivos para estos parámetros.  **Figura 3.2.5-479 DBO_5 y DQO de las muestras de agua de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Metica
Metales, no metales y Metaloides	En la época de lluvia y la época seca, para los puntos muestreados en la microcuenca del río Metica se registraron para los siguientes parámetros concentraciones equivalentes al límite de detección de la técnica analítica usada por el laboratorio: **Arsénico total** (<0,005 mg As/L), **Bario total** (<0,100 mg Ba/L), **Berilio total** (<0,0200 mg Be/L), **Cadmio total** (<0,0100 mg Cd/L), **Cobalto total** (<0,0300 mg Co/L), **Cromo total** (<0,100 mg Cr/L), **Níquel total** (<0,0400 mg Ni/L), **Mercurio total** (<0,001 mg Hg/L), **Plata total** (<0,0200 mg Ag/L), **Plomo total** (<0,0500 mg Pb/L), **Selenio total** (<0,005 mg Se/L), **Estaño total** (<1,00 mg Sn/L), **Molibdeno total** (<0,0100 mg Mo/L), y **Vanadio total** (<0,100 mg V/L). De acuerdo con lo anterior, no se presenta contaminación en los cuerpos de agua evaluados respecto a dichos elementos. En cuanto a la normatividad ambiental vigente, se tiene total cumplimiento respecto a los límites de concentración permisibles en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4. y 2.2.3.3.9.5. para aquellos parámetros en donde aplica. El Aluminio en la época de lluvia registró concentraciones entre 4,24 (METICA_CL_01), y 70 mg/L (METICA_CL_03), este último fue la mayor concentración registrada en la microcuenca. Para la época seca, se registraron valores desde <0,500 mg Al/L (METICA_CL_03), hasta 14,10 mg/L (METICA_CL_02). Los puntos METICA_CL_02 y METICA_CL_03 (en época de lluvia), superaron el límite máximo permisible establecido den los art. 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.6 del Decreto 1076 de 2015.  **Figura 3.2.5-480 Aluminio de las muestras de agua de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025 Los metales Cobre y Litio total, registraron para la totalidad de puntos en la época seca concentraciones inferiores al límite de detección de la técnica analítica utilizada por el laboratorio (<0,0400 mg Cu/L, y <0,0200 mg Li/L); en la época de lluvia, la mayoría de puntos registraron valores inferiores a los límites de detección, a excepción del punto METICA_CL_03, el cual registró una concentración de 0,0511 mg Cu/L para el Cobre, y, 0,021 mg Li/L para el Litio.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Metica
Metales, no metales y Metaloides	El Zinc total, durante la época de lluvia registró concentraciones entre <0,0200 mg/L, y 0,53 mg/L en el punto METICA_CL_03, siendo esta la concentración máxima registrada en la microcuenca del río Metica. En la época seca, la mayoría de las concentraciones fueron inferiores al límite de detección de la técnica analítica del laboratorio (<0,0200 mg/L), a excepción del punto METICA_CL_02, el cual registró una concentración de 0,29 mg/L. Todos los puntos evidencian cumplimento de los límites establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3. y 2.2.3.3.9.4. de 15 mg Zn/L y el art. 2.2.3.3.9.5. de 2 mg Zn/L, del Decreto 1076 de 2015.  **Figura 3.2.5-481 Zinc de las muestras de agua de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025 El Manganeso total, presentó una concentración que osciló entre <0,020 mg/L (límite de cuantificación del método analítico) hasta 3,05 mg/L, esta última concentración registrada en época de lluvia en el punto METICA_CL_03. A nivel normativo el punto METICA_CL_02, y el METIC_CL_03 en época de lluvia, superan el límite establecido por el artículo 2.2.3.3.9.5 del decreto 1076 de 2015 (0,2 mg/L).

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Metica
Metales, no metales y Metaloides	 **Figura 3.2.5-482 Manganeso total de las muestras de agua de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025 El Hierro total presentó una concentración en un rango de 27 mg/L a 108 mg/L (METICA_CL_03) en época de lluvia, y, de 4,44 mg/L a 43,50 mg/L (METICA_CL_029 en época seca. Todos los puntos de la microcuenca del río metica en ambas épocas, superaron el límite establecido en el artículo 2.2.3.3.9.5 del decreto 1076 de 2015 (5 mg/L), evidencian que en la microcuenca del río metica hay concentraciones superiores de hierro a comparación de las otras microcuencas analizadas.  **Figura 3.2.5-483 Hierro total de las muestras de agua de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Metica
Coliformes Fecales Termotolerantes	La concentración de coliformes totales termotolerantes se presentó en un rango que va de 318 NMP/100mL hasta 341 NMP/100mL en época de lluvia y, de 292 NMP/100mL a 388 NMP/100mL en época seca, siendo esta la máxima concentración de coliformes fecales registrada en la microcuenca en el punto METICA_CL_02. A nivel normativo, los puntos cumplen con los límites permisibles establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3. y 2.2.3.3.9.5. del Decreto 1076 de 2015 (2000 NMP/100 mL y 1000 NMP/100mL respectivamente), sin embargo, todos los puntos sobrepasan el límite máximo del art. 2.2.3.3.9.7 del Decreto 1076 de 2015.  **Figura 3.2.5-484 Coliformes fecales de las muestras de agua de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Coliformes totales	Los valores de concentración de coliformes totales estuvieron en un rango de 3070 NMP/100 ml hasta 3880 NMP/100 ml en época de lluvia, en el punto METICA_CL_01; y, de 3910 NMP/100 ml hasta 4570 NMP/100 ml en época seca, en el punto METICA_CL_02. Este último fue el valor más alto registrado en la microcuenca, los puntos METICA_CL_02 y METICA_CL_03 evidenciaron un incremento en la concentración de coliformes totales para la época seca. A nivel normativo, todos los puntos cumplen los límites máximos de los artículos 2.2.3.3.9.3 (20000 NMP/100ml), 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.8 (5000 NMP/100ml) del decreto 1076 de 2015. Mientras que todas las concentraciones registradas superan el límite de los artículos 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 (1000 NMP/100ml),

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Metica
Coliformes totales	 **Figura 3.2.5-485 Coliformes totales de las muestras de agua de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Huevos de Helmintos	Los Huevos de Helmintos presentaron para la totalidad de los puntos de monitoreo microcuenca del río Metica, durante la época de lluvia y seca, concentraciones menores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio (<1 huevos/L). Adicionalmente, en la normativa de referencia no se estipula ningún límite permisible en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 aplicables al presente estudio.
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	Todos los puntos muestreados en la microcuenca del río Metica presentaron para las dos épocas climáticas evaluadas, concentraciones por debajo de la técnica analítica empleada para su determinación (<0,200 mg/L) indicando que los cuerpos de agua no han sido afectados por parte de este tipo de compuestos.
Pesticidas organofosforados	Los pesticidas organofosforados analizados por el laboratorio incluyen sustancias como Metil Tolclofos, Metil Pirimipos, Malation, Protiofos (Tukution), Etion, Diclorvos, Dimetoato, Clorpirifos (Etil Clorpirifos), Metidation, Profenofos, Metil Azinfos (Glution), y, Pirazofos. Todos los puntos de la microcuenca del río Metica registraron valores inferiores al límite de la técnica analítica usada por el laboratorio (<0,00001 mg/L en época de lluvia, y, <0,00020 mg/L en época seca).
Caudal	Se realizó la toma del aforo de caudal, aguas arriba del río Metica (METICA_CL_03), en la cuenca media (METICA_CL_02), y aguas abajo (METICA_CL_01). Durante la época de lluvia se registraron los valores máximos de caudal en el río Metica, el valor máximo registrado fue igual a 663.894 L/s en el punto METICA_CL_02. También se evidencia un comportamiento normal frente a la variación de caudal del río de la época de lluvia a la época seca. Para ver más información remitirse al **anexo 3.2-5b_Reportes_Lab** >> Caudales.

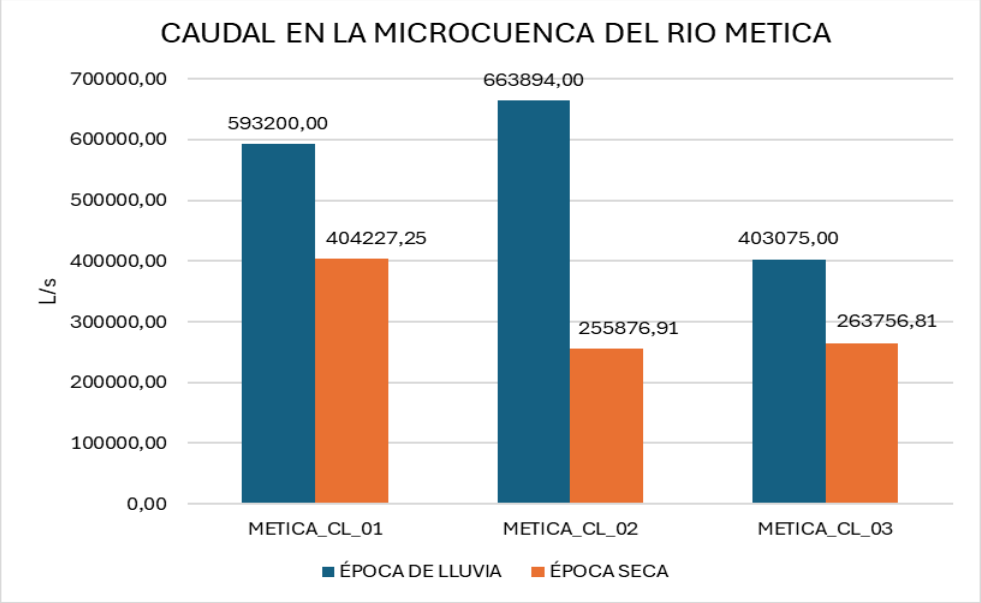
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Metica
Caudal	

Figura 3.2.5-486 Caudal de las muestras de la microcuenca del río Metica en época de lluvia y época seca

Fuente: Gessig S.A.S., 2025

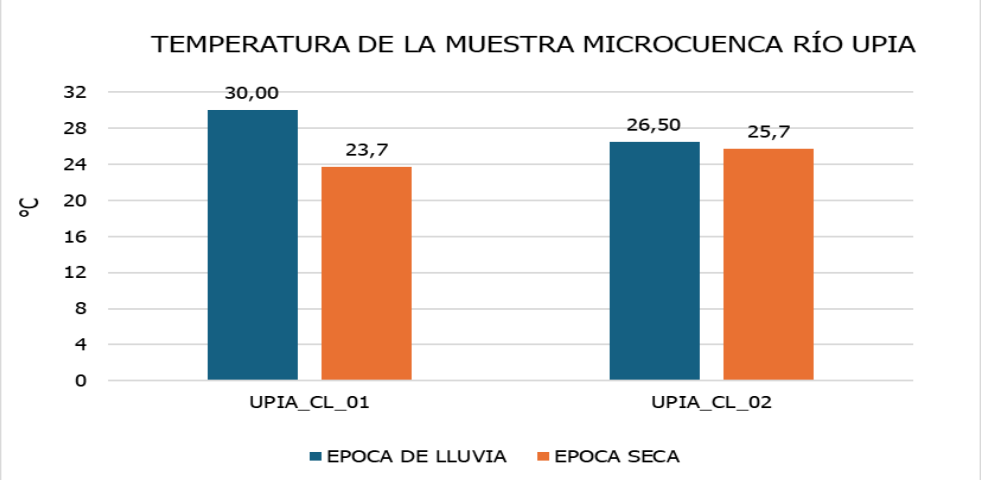
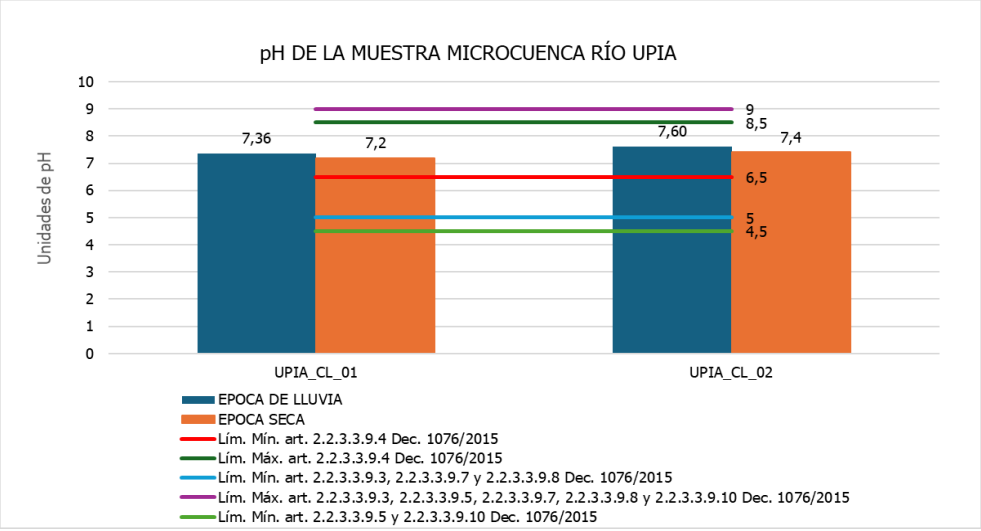
Fuente: Gessig S.A.S., 2025, adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

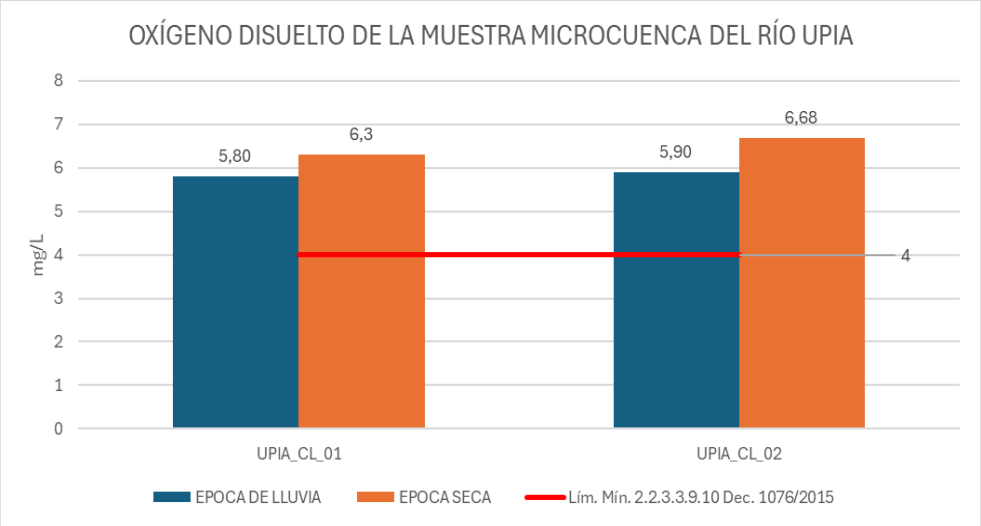
- *Microcuenca del río Upía*

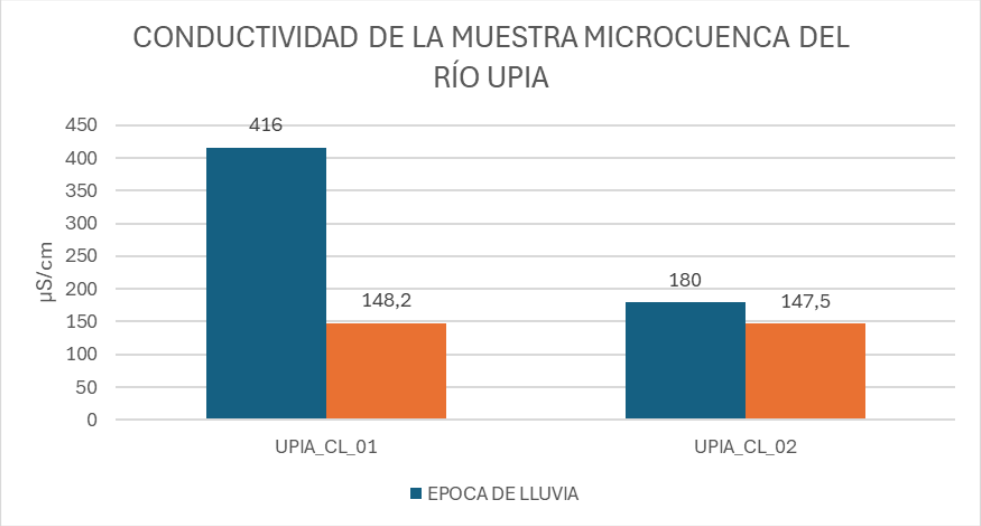
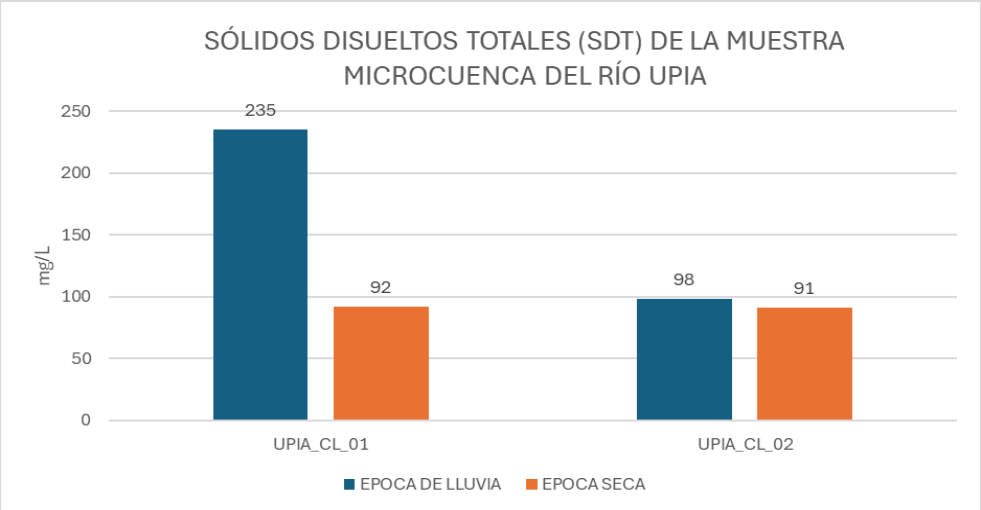
En la microcuenca del río Upía se realizó el monitoreo de calidad de agua en los puntos UPIA_CL_01, y, UPIA_CL_02, durante la época de lluvia y la época seca. En la **Tabla 3.2.5-57** se presenta el análisis de cada parámetro monitoreado. Para ver más información, detallada y en forma gráfica, remitirse al **Anexo 3.2-5_Calidad_ASUP** donde se presentan los informes de laboratorio, reportes de laboratorio, soportes de campo, certificados de calibración, resoluciones de acreditación y registro fotográfico.

Tabla 3.2.5-57 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca del río Upía durante la época de lluvia y época seca

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Upía
Temperatura	Los resultados de temperatura en los puntos muestreados en la microcuenca del río Upía presentó valores entre 26,5 °C (UPIA_CL_02) a 30°C (UPIA_CL_01) en época de lluvia, y, entre 23,7°C (UPIA_CL_01), y 25,7°C (UPIA_CL_02) en época seca. Los resultados obtenidos no evidenciaron alteraciones por este parámetro en los cuerpos de agua evaluados.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Upía
Temperatura	 **Figura 3.2.5-487 Temperatura de las muestras de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
pH	El potencial de Hidrógeno determinado para la microcuenca del río Upía presenta valores de pH considerados neutros, en la época de lluvia el promedio de pH fue igual a 7,78 unidades, mientras que, en la época seca, el promedio fue igual a 7,3 unidades. En cuanto a los límites establecidos por los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.8 del Decreto 1076 de 2015, los puntos muestreados presentan cumplimiento.  **Figura 3.2.5-488 pH de las muestras de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Upía
Oxígeno Disuelto (OD)	Los resultados del monitoreo realizado en la microcuenca del río Upía, reportó para la época de lluvia un promedio de 5,85 mg/L de O.D, y, un promedio de 6,49 mg/L durante la época seca, Los resultados reflejan cumplimiento del límite mínimo del artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, lo que evidencia que el agua sea considerada buena para la presencia de hidrobiota.  **Figura 3.2.5-489 Oxígeno disuelto de las muestras de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Conductividad Eléctrica	La conductividad eléctrica de las muestras de agua tomadas en la microcuenca del río Upía, en la época de lluvia osciló entre 180 µS/cm, y 416 µS/cm en el punto UPIA_CL_01, esta última es la mayor conductividad registrada en la microcuenca. En la época seca, la conductividad eléctrica osciló entre 147,5 µS/cm, y 148,2 µS/cm. Los resultados evidencian que en la época de lluvia las muestras presentaron una conductividad eléctrica mayor, alcanzando un grado de mineralización "Alta", al registrar valores de conductividad de 416 µS/cm en el punto UPIA_CL_01.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Upía
Conductividad Eléctrica	 **Figura 3.2.5-490 Conductividad eléctrica de las muestras de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	Los puntos de la microcuenca del río Upía, en la época de lluvia registraron concentraciones de sólidos disueltos totales entre 98 mg/L, y 235 mg/L en el punto UPIA_CL_01, siendo este último el máximo valor registrado en la microcuenca del río Upía. En la época seca, las concentraciones fueron muy similares entre sí, registrando un promedio de 92 mg/L. Las concentraciones de sólidos disueltos totales son acordes a los valores de conductividad eléctrica de la microcuenca. El decreto 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro.  **Figura 3.2.5-491 Sólidos disueltos totales de las muestras de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Upía
Sólidos Sedimentables (SSD)	Las concentraciones de SSD en los cuerpos de agua monitoreados en la microcuenca del río Upía, registraron en la época de lluvia una concentración entre 0,30 mL/L-h (UPIA_CL_02), y 0,50 mL/L-h (UPIA_CL_01); para la época seca, todos los puntos registraron concentraciones inferiores al límite de cuantificación del método implementado por el laboratorio (<0,1 mL/L).
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	La concentración de sólidos suspendidos totales para la época de lluvia presentó concentraciones que oscilaron entre 388 mg/L, y 439 mg/L, mientras que, en la época seca, las concentraciones estuvieron entre 46 mg/L, y, 42 mg/L. Los valores máximos registrados en la microcuenca del río Upía fueron en el punto UPI_CL_01 en ambas épocas hidroclimáticas analizadas.

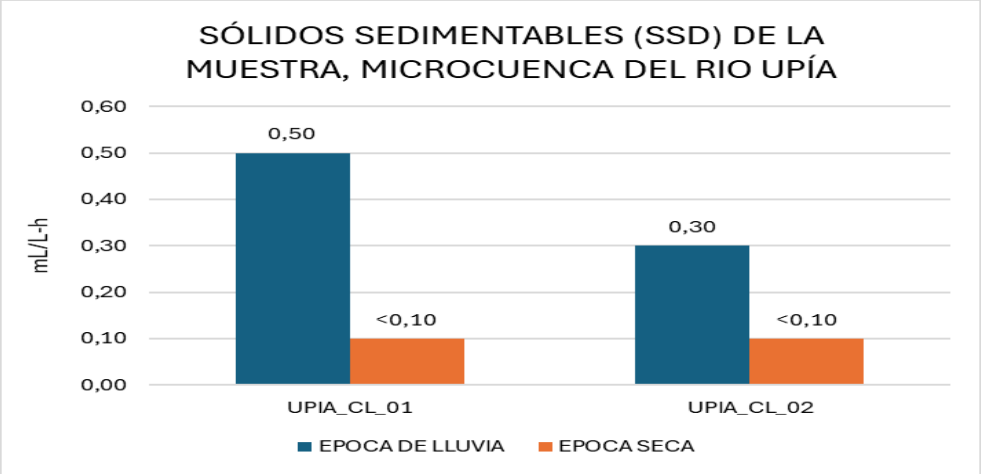


Figura 3.2.5-492 Sólidos sedimentables de las muestras de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca

Fuente: Gessig S.A.S., 2025

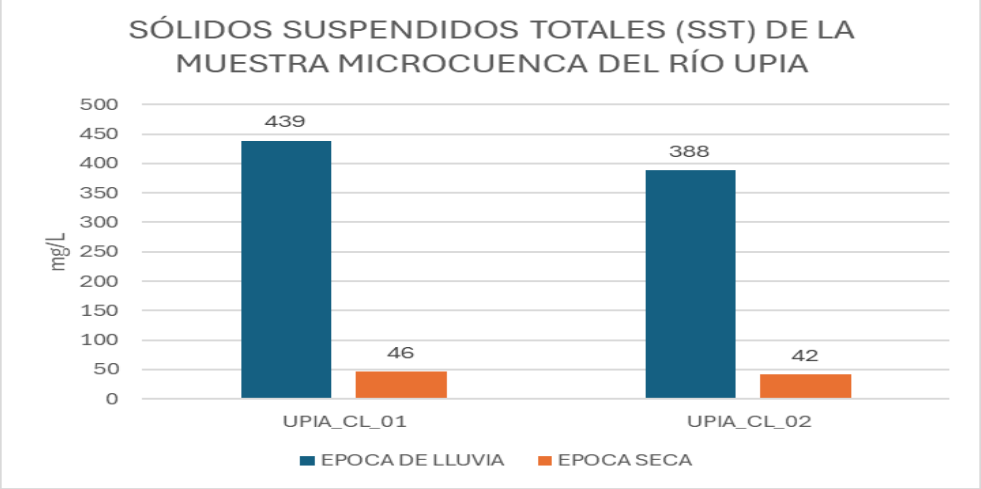
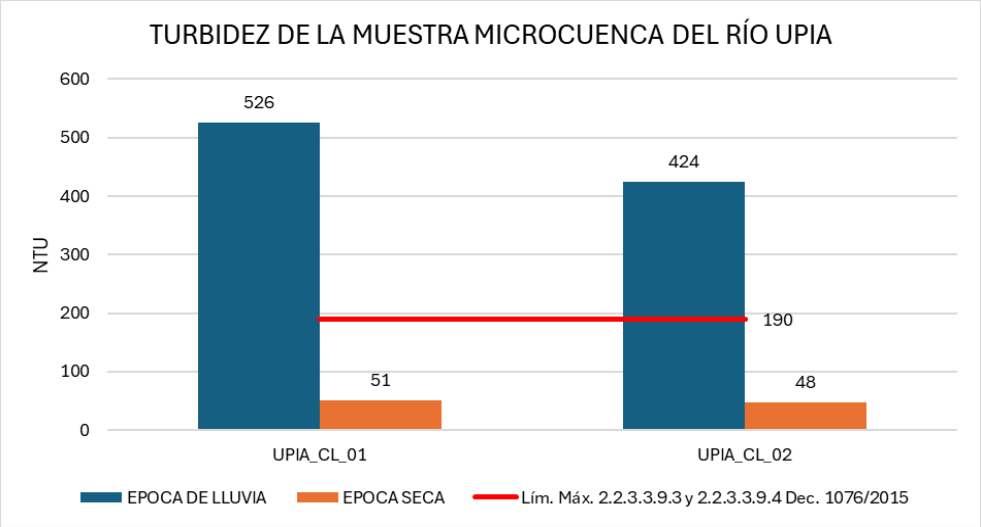
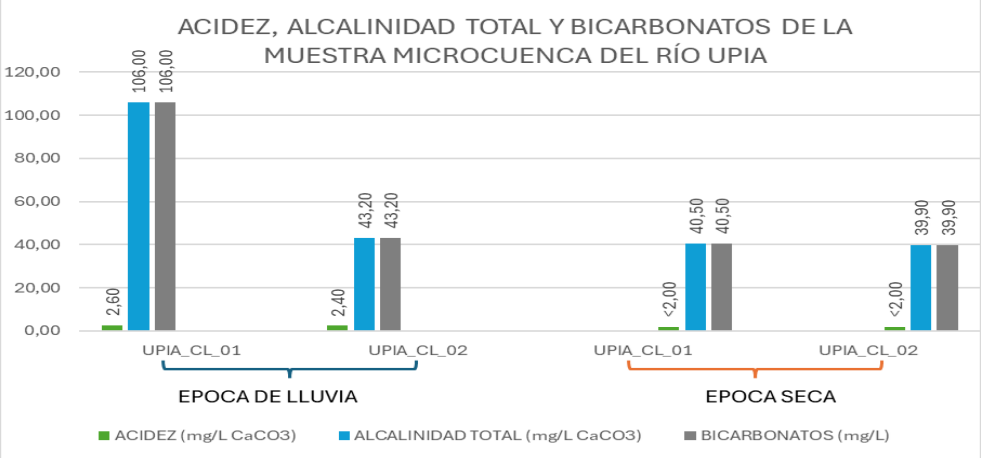
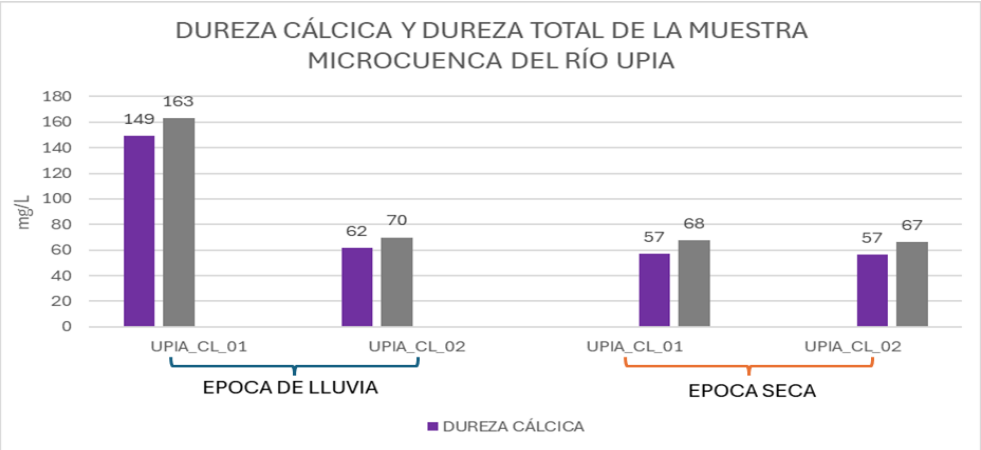
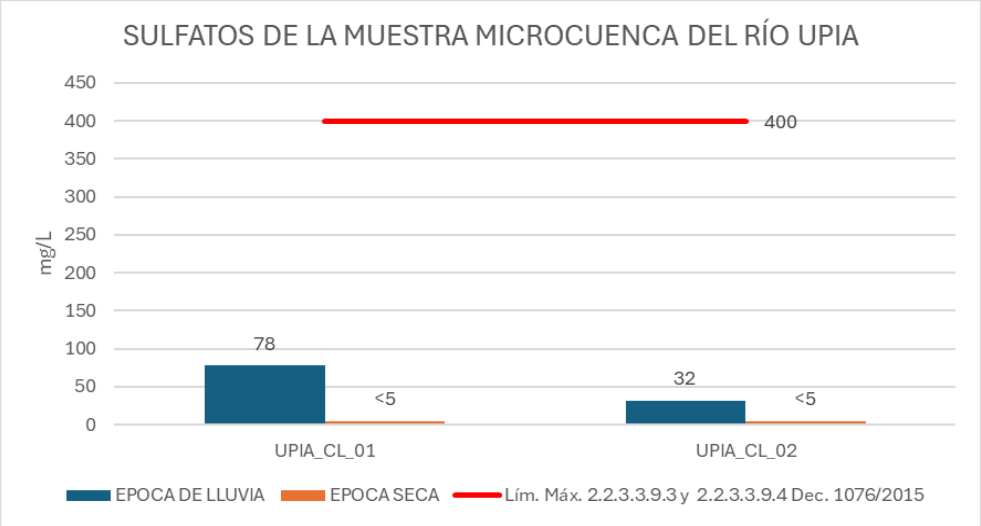


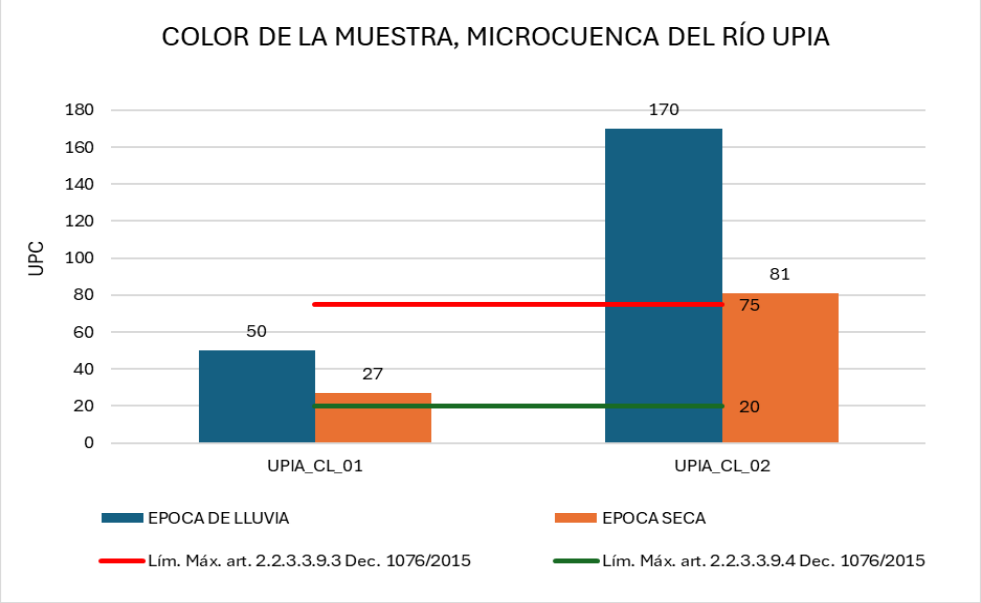
Figura 3.2.5-493 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca

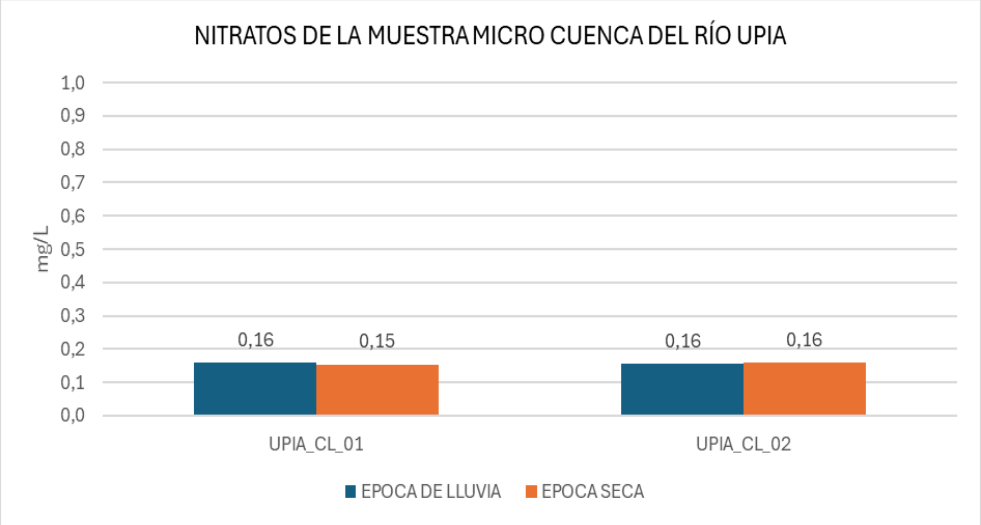
Fuente: Gessig S.A.S., 2025

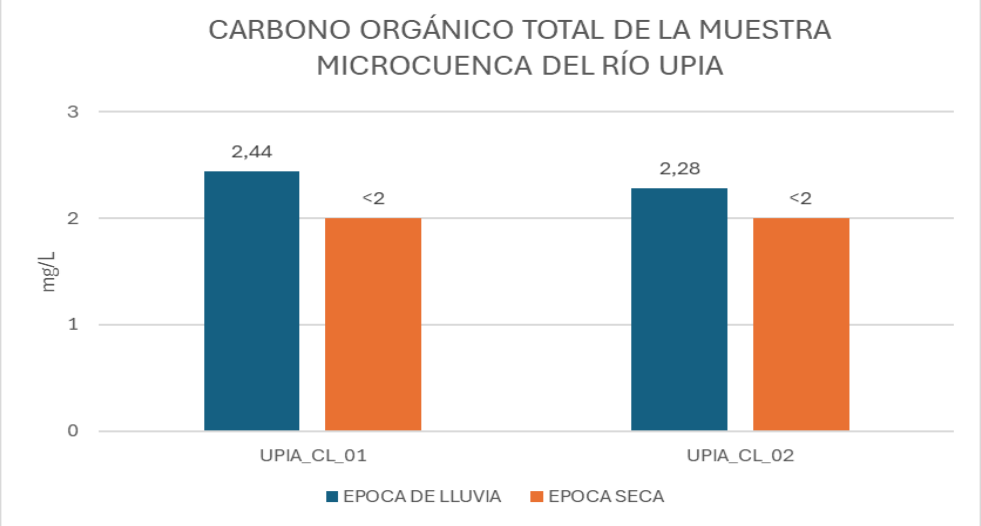
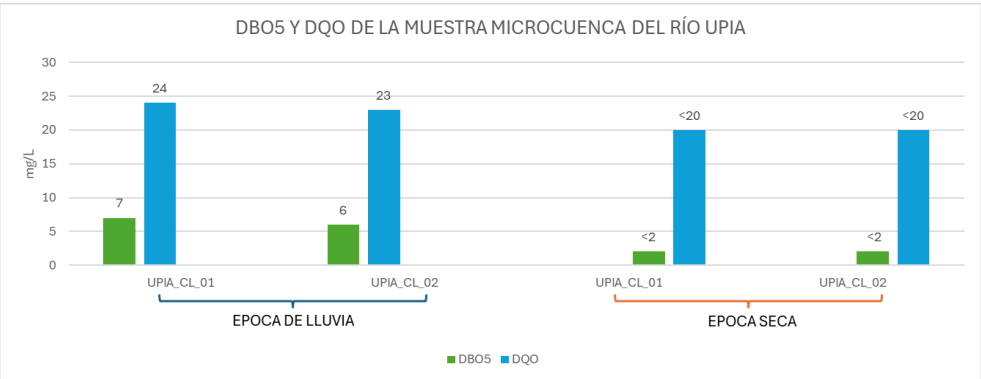
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Upía
Turbiedad	La turbiedad en la época de lluvia reportó valores en un rango de 424 NTU hasta 526 NTU. Para la época seca se registraron valores entre 48 NTU, y 51 NTU. Al comparar los resultados de turbiedad frente a las concentraciones reportadas para los sólidos suspendidos totales (SST), se comprueba la relación directa existente entre ambos parámetros. Por lo anterior, los puntos durante la época de lluvia superaron el límite máximo permisible del artículo 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (190 NTU).  **Figura 3.2.5-494 Turbidez de las muestras de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	En la época de lluvia, el parámetro de acidez osciló entre 2,40 mg/L, y 2,60 mg/L en el punto UPIA_CL_02; para la época seca, todos los puntos de la microcuenca del río Upía reportaron valores <2,0 mg/L (límite de detección de la técnica analítica usada por el laboratorio). Con respecto a la alcalinidad total y bicarbonatos, en la época de lluvia se reportó la máxima concentración de estos parámetros en el punto UPIA_CL_01, con un valor igual a 106 mg/L. En la época seca, el promedio de concentración fue igual a 40,20 mg/L. Los resultados indican que durante la época de lluvia se presentó en las muestras una acumulación de los compuestos alcalinos y bicarbonatos, lo cual puede ser producto del arrastre por escorrentía de estas sustancias hacia los cuerpos de agua, esto influye en los valores de pH reportados, los cuales también indican una alta capacidad amortiguadora de sustancias ácidas en las muestras.

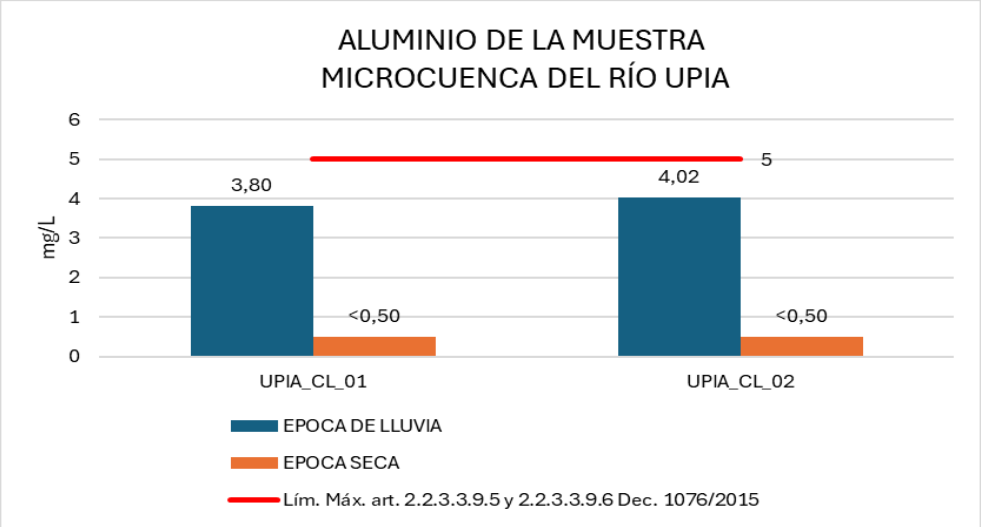
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Upía
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	 **Figura 3.2.5-495 Acidez, alcalinidad total y bicarbonatos de las muestras de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Dureza Total y Dureza Cálcica	En la microcuenca del río Upía, el punto UPIA_CL_01 registró durante la época de lluvia las concentraciones máximas de dureza cálcica (149 mg/L), y dureza total (163 mg/L). Por otro lado, en la época seca, las concentraciones de dureza fueron similares entre los dos puntos de monitoreo sobre el río Upía. Desde el punto de vista limnológico, la dureza del agua en la microcuenca del río Upía en la época seca, según la clasificación de Roldán y Ramírez (2008) es "Blanda", mientras que en la época de lluvia es "Moderadamente dura", al registrar concentraciones entre 75 - 150 mg/CaCO3 L. El decreto 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para estos parámetros.  **Figura 3.2.5-496 Dureza cálcica y dureza total de las muestras de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

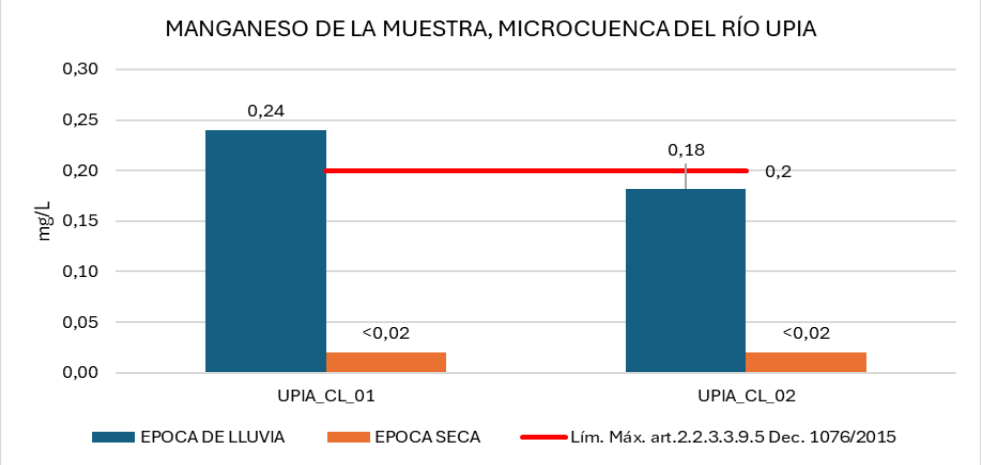
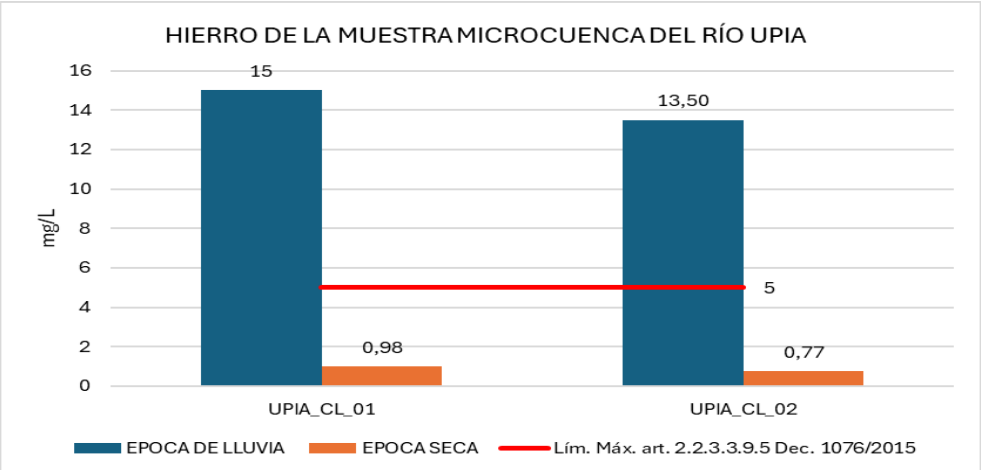
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Upía
Grasas y Aceites e Hidrocarburos totales	En la época seca, se mantienen los valores registrados en la época de lluvia, todos los puntos caracterizados en la microcuenca del río Upía registraron concentraciones inferiores al límite de detección del método analítico utilizado por el laboratorio MCS (<1,40 mg SO42-/L). Los resultados evidencian cumplimiento a nivel normativo.
Sulfatos	La concentración de sulfatos en la época seca registró concentraciones de 32 mg/L y 78 mg/L, mientras que, en la época seca todos los puntos evidenciaron concentraciones inferiores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<5 mg SO42-/L). En el punto UPIA_CL_01 se registró la concentración máxima de sulfatos. A nivel normativo, se evidencia cumplimiento del límite establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (400 mg SO42-/L).  **Figura 3.2.5-497 Sulfatos de las muestras de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Cloruros	Las concentraciones en la totalidad de puntos de la microcuenca del río Upía, en la época seca, y la mayoría de los puntos en la época de lluvia, registraron concentraciones inferiores al límite de cuantificación del método implementado por el laboratorio (<4,0 mg/L), el único punto que registró concentraciones superiores fue el UPIA_CL_01 en época de lluvia (5 mg/L). Todos los puntos de la microcuenca cumplen con el límite máximo permisible (250 mg/L) establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015.
Color de la muestra en UPC	En la época de lluvia se registraron valores entre 20 UPC, y 170 UPC en el punto UPIA_CL_02, siendo el punto que presentó la mayor coloración en la microcuenca del río Upía. Para la época seca, los valores oscilaron entre 27 UPC, y 81 UPC. En cuanto a la normatividad, el punto UPIA_CL_02 supera en ambas épocas el límite máximo establecido los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015. En tanto que, el punto UPI_CL_01 supera en ambas épocas el límite que trata de la desinfección y criterios de calidad de agua para consumo humano y doméstico (20 UPC).

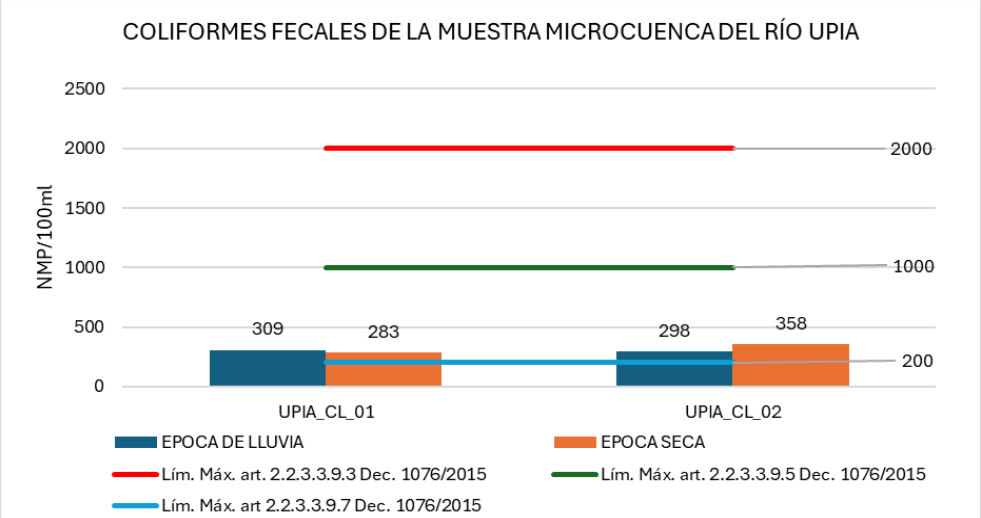
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Upía
Color de la muestra en UPC	 **Figura 3.2.5-498 Color de las muestras de agua de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Fenoles totales	No se registró la presencia de fenoles totales en los puntos muestreados en la microcuenca del río Upía, en las dos épocas climáticas los valores fueron inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio MCS para su determinación (<0,002 mg/L), es importante señalar que, según el Decreto 1076 de 2015, en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 se establece como límite máximo permisible 0,002 mg/L, lo cual indica cumplimiento.
Material Flotante	Para época de lluvia y la época seca, todos los puntos de la microcuenca del río Upía registraron ausencia de material flotante.
Olor y sabor	Para época de lluvia y la época seca, todos los puntos de la microcuenca del río Upía reportaron "aceptable" para el olor y sabor, tanto en los sistemas lóticos como lénticos caracterizados.
Nitratos y Nitritos	Los Nitratos registraron una concentración promedio de 0,16 mg/L, en las dos épocas hidroclimáticas analizadas. Estos resultados permiten afirmar que los cuerpos de agua no presentan un contenido importante de nitratos, lo que indica que no existirían afectaciones en el recurso hídrico. En cuanto a los Nitritos, reportaron concentraciones inferiores al límite de detección del método analítico utilizado por el laboratorio MCS (<0,0100 N-NO2/L). Al comparar estas concentraciones frente a los límites estipulados en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto único reglamentario 1076 de 2015 (1 mg/L para nitritos y 10 mg/L para nitratos), se comprueba que en los dos casos existe cumplimiento frente a la normatividad ambiental.

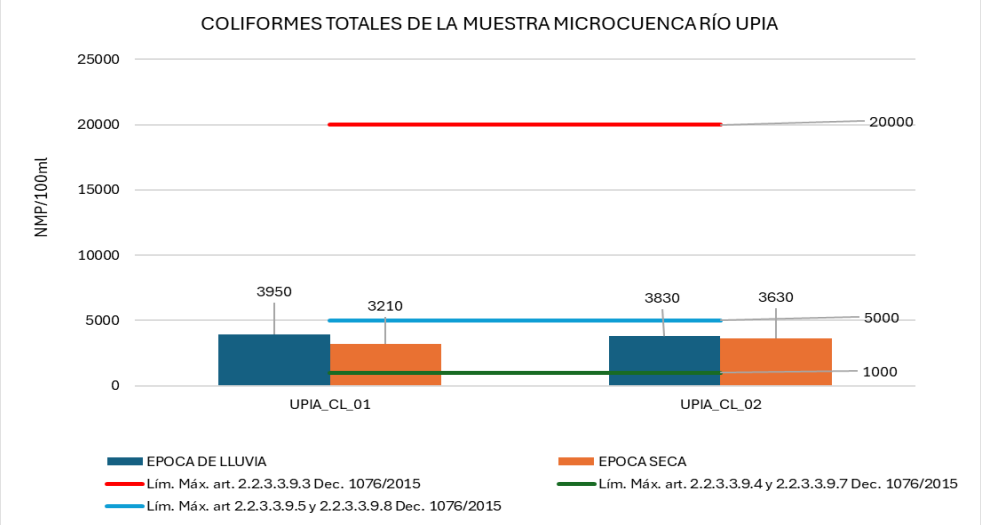
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Upía
Nitratos y Nitritos	 **Figura 3.2.5-499 Nitratos de las muestras de agua de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Nitrógeno Amoniacal y Nitrógeno total Kjeldahl	Los parámetros nitrógeno amoniacal y nitrógeno total Kjeldahl reportaron concentraciones equivalentes al límite de detección de la técnica analítica usada en el laboratorio (<1,00 mg NH3-N/L para nitrógeno amoniacal, y, <5,00 mg N/L para nitrógeno Kjeldahl), para todos los puntos de la microcuenca del río Upía, durante la época de lluvia y la época seca, cumpliendo con el límite máximo permisible de acuerdo con la norma ambiental (1 mg NH3-N/L) para nitrógeno amoniacal de acuerdo con los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015.
Compuestos de Fósforo: Orgánico, inorgánico, ácido hidrolizable total, fósforo Total, y fósforo reactivo total - Ortofosfatos	Al igual que en la época de lluvia, para la época seca, los compuestos: fósforo orgánico, fósforo acido-hidrolizable total, fósforo total, fósforo reactivo total (<0,150 mg/L), y fósforo inorgánico (<0,1 mg P/L) registraron en cada caso los respectivos límites de cuantificación de la técnica analítica usada por el laboratorio. Es importante señalar que los parámetros referidos anteriormente no tienen límites restrictivos en la normativa ambiental de referencia (Decreto 1076 de 2015).
Carbono Orgánico Total	El carbono orgánico total en la época de lluvia osciló entre 2,44 mg/L, y 2,28 mg/L, en tanto que, en la época seca, todos los puntos registraron valores <2,0 mg/L (límite de cuantificación de la técnica analítica empleada para su determinación). La mayor concentración de carbono orgánico total fue en la época de lluvia en el punto UPIA_CL_01. En cuanto a lo normativo, ninguno de los artículos del decreto 1075 de 2015 contemplados en el presente estudio presenta límites restrictivos para este parámetro.

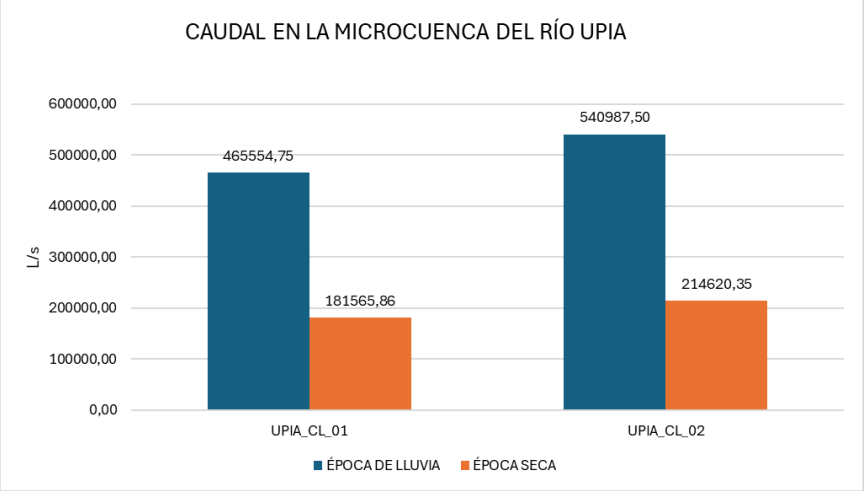
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Upía
Carbono Orgánico Total	 **Figura 3.2.5-500 Carbono orgánico total de las muestras de agua de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
DBO_5 y DQO	En la época de lluvia, los puntos muestreados en la microcuenca del río Upía reportaron una concentración promedio de 7 mg O2/L, este mismo parámetro, durante la época seca, registró en todos los puntos concentraciones <2 mg O2/L. Por otro lado, el parámetro DQO, en época de lluvia registró una concentración promedio igual a 24 mg O2/L, mientras que, en la época seca, todos los puntos reportaron valores <20 mg O2/L para DQO. El Decreto 1075 de 2015 no presenta límites restrictivos para estos parámetros. Los resultados evidencian una mayor actividad microbiana que implica un mayor consumo de oxígeno, reflejado en las concentraciones de OD obtenidas.  **Figura 3.2.5-501 DBO_5 y DQO de las muestras de agua de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Upía
Metales, no metales y Metaloides	En la época de lluvia y la época seca, para los puntos muestreados en la microcuenca del río Upía se registraron para los siguientes parámetros concentraciones equivalentes al límite de detección de la técnica analítica usada por el laboratorio: **Arsénico total** (<0,005 mg As/L), **Bario total** (<0,100 mg Ba/L), **Berilio total** (<0,0200 mg Be/L), **Cadmio total** (<0,0100 mg Cd/L), **Cobalto total** (<0,0300 mg Co/L), **Cromo total** (<0,100 mg Cr/L), **Cobre total** (<0,0400 mg Cu/L), **Níquel total** (<0,0400 mg Ni/L), **Mercurio total** (<0,001 mg Hg/L), **Plata total** (<0,0200 mg Ag/L), **Plomo total** (<0,0500 mg Pb/L), **Selenio total** (<0,005 mg Se/L), **Estaño total** (<1,00 mg Sn/L), **Litio total** (<0,0200 mg Li/L), **Molibdeno total** (<0,0100 mg Mo/L), **Vanadio total** (<0,100 mg V/L). De acuerdo con lo anterior, no se presenta contaminación en los cuerpos de agua evaluados respecto a dichos elementos. En cuanto a la normatividad ambiental vigente, se tiene total cumplimiento respecto a los límites de concentración permisibles en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4. y 2.2.3.3.9.5. para aquellos parámetros en donde aplica. El Aluminio total registró en la época de lluvia concentraciones entre 3,80 mg/L y 4,02 mg/L, mientras que, en la época seca, todos los puntos de la microcuenca del río Upía presentaron concentraciones iguales al límite de detección de la técnica analítica usada por el laboratorio (<0,500 mg Al/L). Todos los puntos cumplen con el límite máximo permisible de los artículos 2.2.3.3.9.5, y 2.2.3.3.9.6 del Decreto 1076 de 2015.  **Figura 3.2.5-502 Aluminio de las muestras de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025 El Manganeso registró en la época de lluvia concentraciones de 0,18 mg/L hasta 0,24 mg/L en el punto UPIA_CL_01, esta última concentración fue la mayor registrada en la microcuenca del río Upía, y es la única que supera el límite máximo permisible del artículo 2.2.3.3.9.5. del Decreto 1076 de 2015. En la época seca, la totalidad de los puntos de la microcuenca del río Upía registró concentraciones inferiores al límite de detección de la técnica analítica usada por el laboratorio (<0,0200 mg/L).

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Upía
Metales, no metales y Metaloides	 **Figura 3.2.5-503 Manganeso de las muestras de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025 El Zinc registró en la mayoría de los puntos de la microcuenca del río Upía concentraciones inferiores al límite de detección de la técnica analítica usada por el laboratorio (<0,0200 mg/L); el punto UPIA_CL_01 fue el único que registró una concentración superior al límite de detección, igual a 0,03 mg/L. A Nivel normativo, todos los puntos cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.6 del Decreto reglamentario 1076 de 2015. Respecto a la concentración de Hierro total, en la época de lluvia los puntos muestreados presentaron una concentración desde 13,50 mg/L hasta 15 mg/L, valores que superaron el límite máximo permisible del art. 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015. Durante la época seca, el hierro que oscilo entre 0,77 mg/L hasta 0,98 mg/L. Lo que indica una disminución en la concentración de hierro de la época de lluvia a la época seca.  **Figura 3.2.5-504 Hierro total de las muestras de agua de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Upía
Coliformes Fecales Termotolerantes	El parámetro de coliformes fecales termotolerantes, reportó concentraciones entre 298 NMP/100 mL, y 309 NMP/100 mL en la época de lluvia; y, entre 283 NMP/100 mL, y 358 NMP/100 mL en la época seca. El punto UPIA_CL_02 registró la mayor concentración en la época seca. En cuanto a la normatividad ambiental, todos los puntos cumplen con los límites permisibles establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3. y 2.2.3.3.9.5. del Decreto 1076 de 2015 (2000 NMP/100 mL y 1000 NMP/100 mL respectivamente), sin embargo, sobrepasan el límite máximo del art. 2.2.3.3.9.7 del Decreto 1076 de 2015.  **Figura 3.2.5-505 Coliformes fecales de las muestras de agua de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Coliformes totales	En la época de lluvia se registró una media de 3890 NMP/100 ml, y en la época seca, una media de 3420 NMP/100 ml, es decir que, las mayores concentraciones de coliformes totales se registraron en la época de lluvia. A nivel normativo, todos los puntos se encuentran por encima del límite permisible establecido en la norma de referencia (Decreto 1076 de 2015) en su Artículo 2.2.3.3.9.4. de 1000 NMP/100 mL, mientras que, dichas concentraciones cumplen con los criterios determinados en los Artículos 2.2.3.3.9.3. y 2.2.3.3.9.5. (20000 NMP/100 mL y 5000 NMP/100 mL).

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Upía
Coliformes totales	 **Figura 3.2.5-506 Coliformes totales de las muestras de agua de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Huevos de Helmintos	Se registraron concentraciones de huevos de Helmintos inferiores al límite de detección de la técnica usada por el laboratorio (<1 huevos/L), lo que sugiere que en los cuerpos de agua evaluados en la microcuenca del río Upía, en las dos épocas climáticas caracterizadas no se presenta contaminación por parte de dichos parásitos.
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	El parámetro de tensoactivos presentó valores por debajo de la técnica analítica empleada para su determinación (<0,200 mg/L) indicando que los cuerpos de agua monitoreados en la microcuenca del río Upía no han sido afectados por parte de este tipo de compuestos.
Pesticidas organofosforados	Los pesticidas organofosforados analizados por el laboratorio incluyen sustancias como Metil Tolclofos, Metil Pirimipos, Malation, Protiofos (Tukution), Etion, Diclorvos, Dimetoato, Clorpirifos (Etil Clorpirifos), Metidation, Profenofos, Metil Azinfos (Glution), y, Pirazofos. Todos los puntos de la microcuenca del río Upía registraron valores inferiores al límite de la técnica analítica usada por el laboratorio (<0,00020 mg/L).
Caudal	Se realizó el aforo de caudal aguas arriba (UPIA_CL_01) y aguas abajo (UPIA_CL_02) del río Upía. Los caudales en los dos puntos presentaron un comportamiento similar, aun así el punto UPIA_CL_02 registró el valor máximo de caudal en la microcuenca, igual a 540.987,5 L/s. Los aforos de caudal se presentan en el **anexo 3.2-5b_Reportes_Lab** >> Caudales.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y época seca – río Upía
Caudal	 **Figura 3.2.5-507 Aforo de caudal de las muestras de agua de la microcuenca del río Upía en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

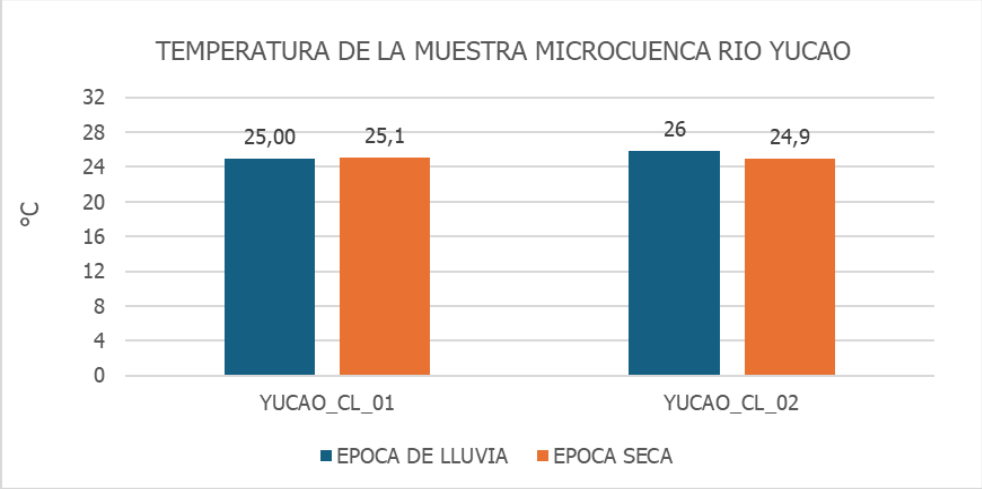
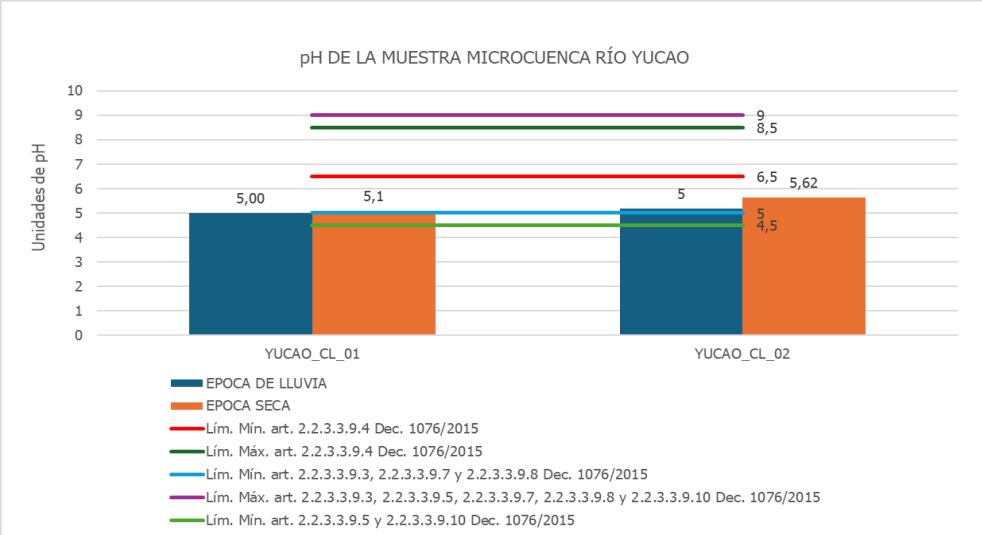
Fuente: Gessig S.A.S., 2025, adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

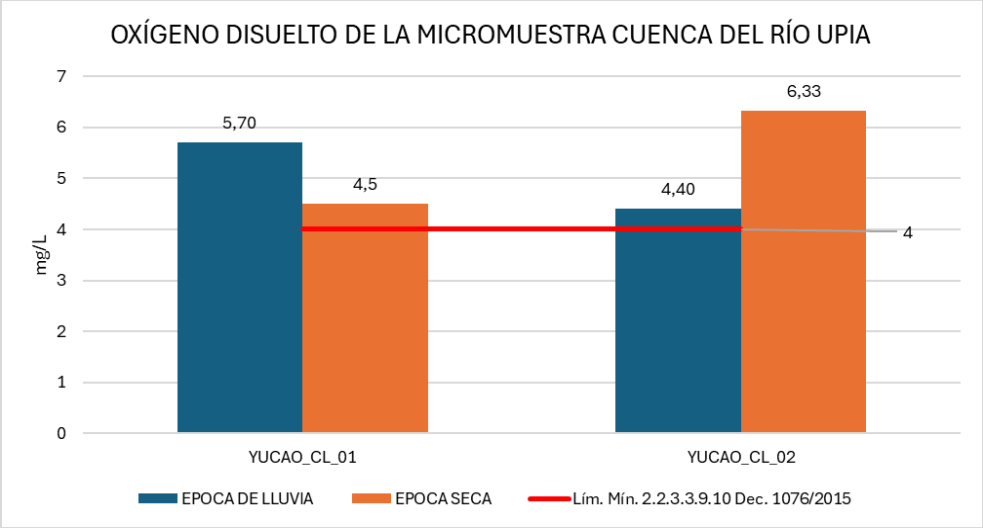
- *Microcuenca del río Yucao*

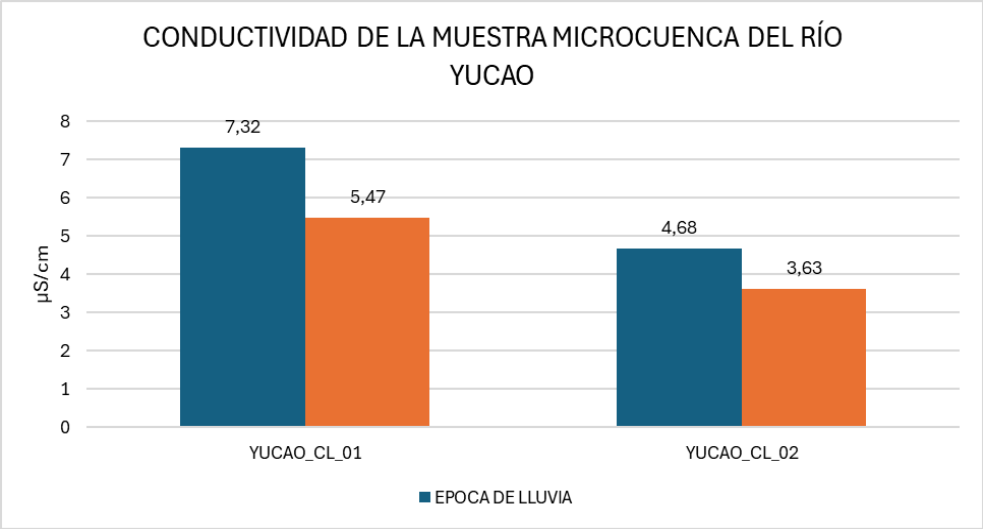
En la microcuenca del río Yucao se realizó el monitoreo de calidad de agua en los puntos YUCAO_CL_01, y, YUCAO_CL_02, durante la época de lluvia y la época seca. En la **Tabla 3.2.5-58** se presenta el análisis de cada parámetro monitoreado. Para ver más información, detallada y en forma gráfica, remitirse al **Anexo 3.2-5_Calidad_ASUP** donde se presentan los informes de laboratorio, reportes de laboratorio, soportes de campo, certificados de calibración, resoluciones de acreditación y registro fotográfico.

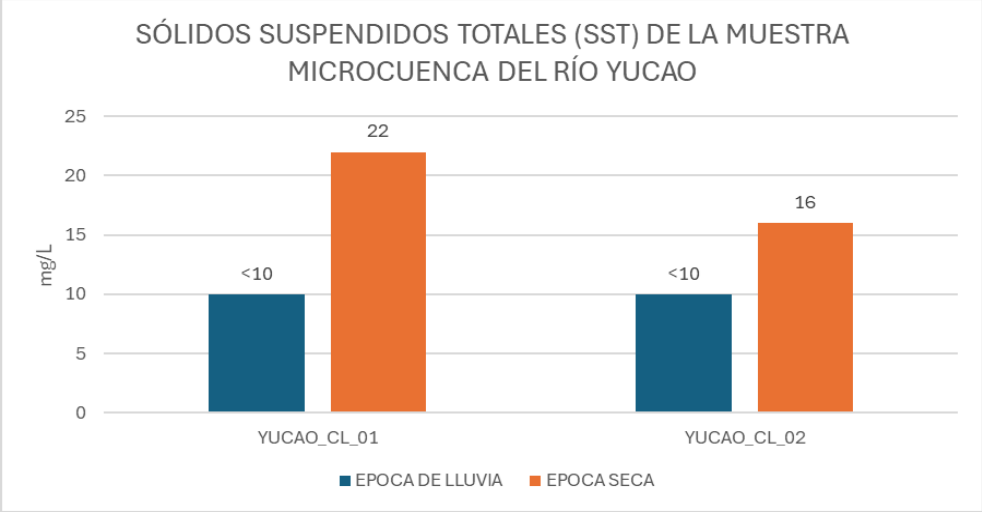
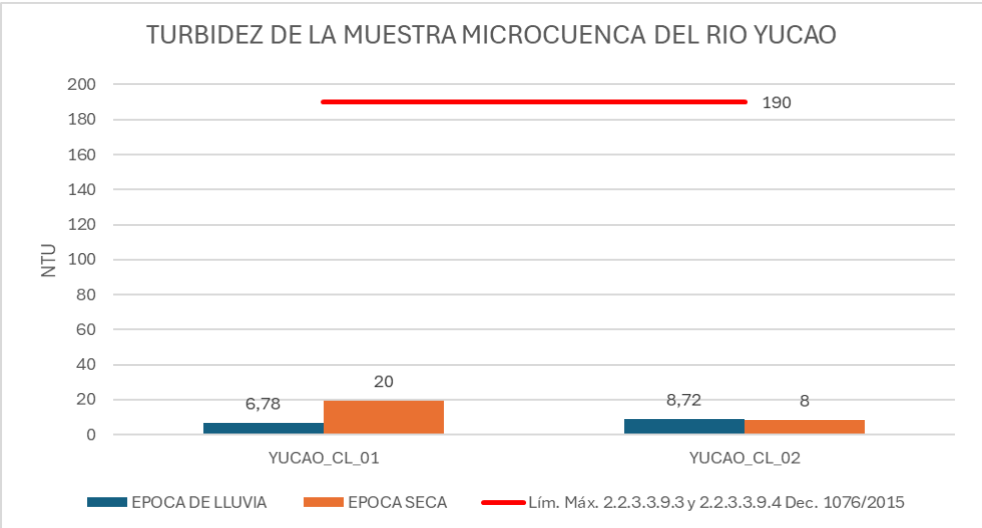
Tabla 3.2.5-58 Parámetros FQ & B muestreados en la microcuenca del río Yucao durante la época de lluvia y época seca

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – río Yucao
Temperatura	La microcuenca del río Yucao se caracteriza por presentar una temperatura de la muestra promedio de 25,4°C en época de lluvia, y de 25°C en época seca. Como se observa en la figura, la temperatura a lo largo de la microcuenca es constante y evidencia un comportamiento normal que permite el mantenimiento de los procesos biológicos al interior del río.

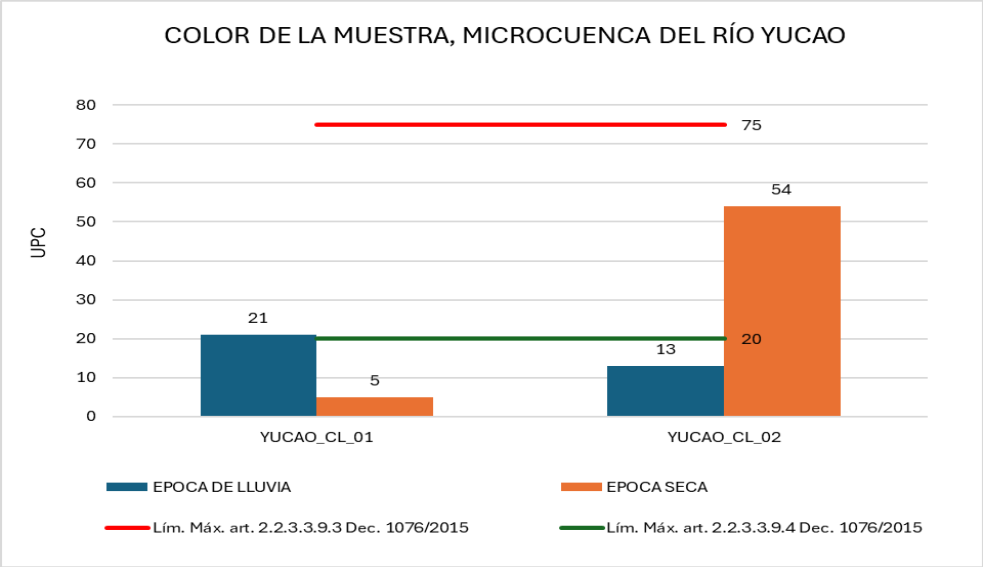
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – río Yucao
Temperatura	 **Figura 3.2.5-508 Temperatura de las muestras de la microcuenca del río Yucao en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
pH	El pH promedio la microcuenca del río Yucao durante la época de lluvia fue igual a 5,00 unidades, mientras que, en la época seca fue de 5,36 unidades, es decir que el pH se mantuvo en un rango ligeramente ácido en las dos épocas climáticas. Se evidencia que la totalidad de los puntos de monitoreo refieren cumplimiento respecto a los límites establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8 y 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, los cuales establecen un rango entre 4,5 a 9,0 unidades. Sin embargo, para el límite permisible del artículo 2.2.3.3.9.4 (6,5 a 8,5 unidades), los pH registrados no logran cumplir con el límite mínimo de 5,5 unidades.  **Figura 3.2.5-509 pH de las muestras de la microcuenca del río Yucao en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

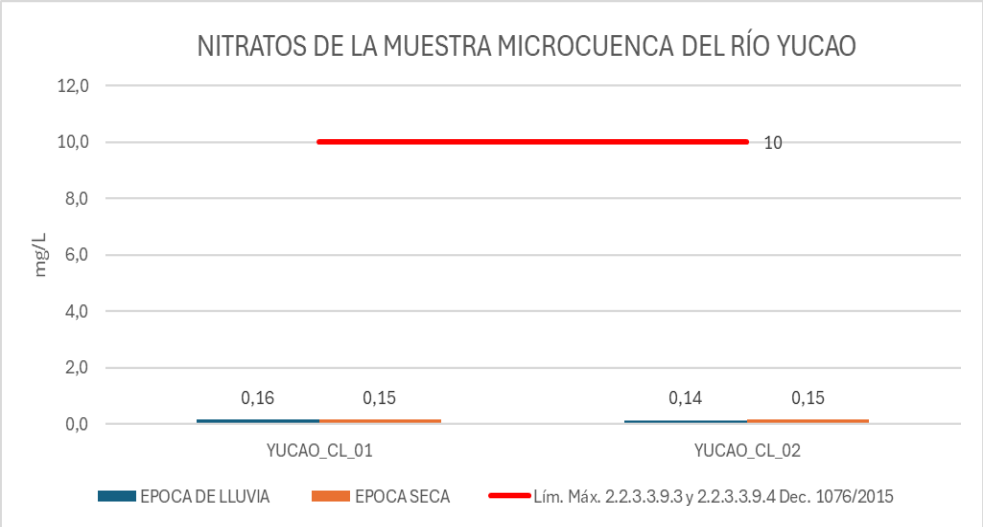
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – río Yucao
Oxígeno Disuelto (OD)	La concentración de oxígeno disuelto en la microcuenca del río Yucao durante la época de lluvia estuvo entre 4,40 mg/L, y 5,70 mg/L; en tanto que, en la época seca los valores de OD oscilaron entre 4,5 mg/L, y 6,33 mg/L. La totalidad de puntos cumplieron con el límite mínimo de 4 mg/L, establecido por el artículo 2.2.3.3.10 del Decreto 1076 de 2015, referente a los criterios de calidad para la preservación de flora y fauna en aguas cálidas dulces.  **Figura 3.2.5-510 Oxígeno Disuelto (OD) de las muestras de la microcuenca del río Yucao en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Conductividad Eléctrica	Durante la época de lluvia la conductividad eléctrica en los puntos de monitoreo presentó concentraciones entre 4,68 µS/cm en el punto YUCAO_CL_02, hasta 7,32 µS/cm en el punto YUCAO_CL_01. En la época seca, la conductividad eléctrica estuvo en un rango de 3,63 µS/cm en el punto YUCAO_CL_02 hasta 5,47 µS/cm en el punto YUCAO_CL_01. Los valores de conductividad disminuyeron de la época de lluvia a la época seca, las mayores concentraciones se presentaron en el punto YUCAO_CL_01, en ambas épocas. El grado de mineralización de las muestras de agua se clasifica como "Muy débil" al registrar conductividades <100 µS/cm. El decreto único reglamentario 1076 del 2015, no estipula máximos permisibles para este parámetro.

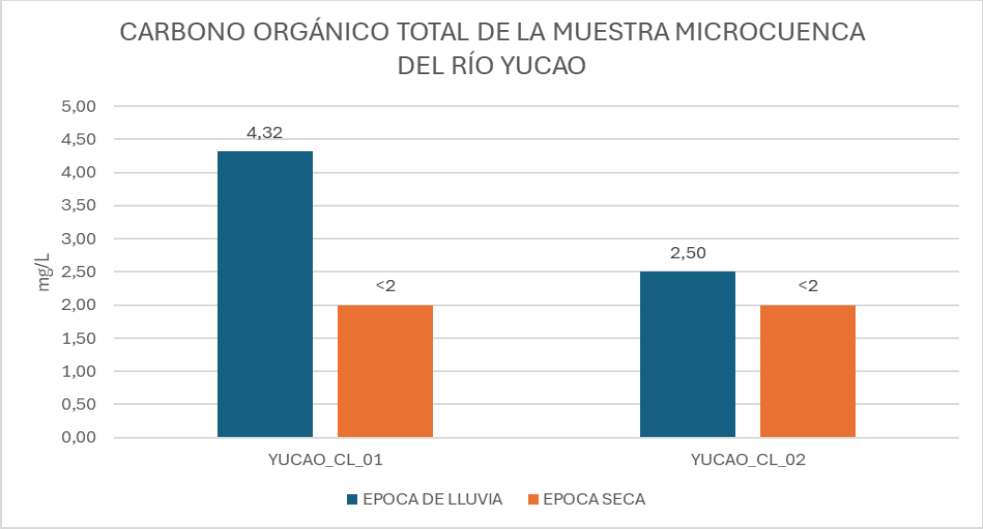
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – río Yucao
Conductividad Eléctrica	 **Figura 3.2.5-511 Conductividad Eléctrica de las muestras de la microcuenca del río Yucao en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	En la microcuenca del río Yucao, todos los puntos muestreados en ambas épocas hidroclimáticas, reportaron concentraciones inferiores a 30 mg/L el cual es el límite de detección del método de cuantificación utilizado por el laboratorio. El decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente estudio (2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.5).
Sólidos Sedimentables (SSD)	Para la época de lluvia y seca, todos los puntos de la microcuenca del río Yucao reportaron concentraciones inferiores a 0,10 mL/L-h (límite de detección del método de cuantificación utilizado por el laboratorio MCS). El Decreto 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro.
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	En la microcuenca del río Yucao, durante la época de lluvia todos los puntos presentaron concentraciones <10 mg/L (límite de cuantificación de la técnica analítica usada por el laboratorio MCS); durante la época seca, los puntos registraron valores desde 16 mg/L hasta 22 mg/L. La concentración más alta fue registrada en el punto YUCAO_CL_01 durante la época de lluvia. El decreto único reglamentario 1076 de 2015 no establece un límite restrictivo para este parámetro de calidad de agua.

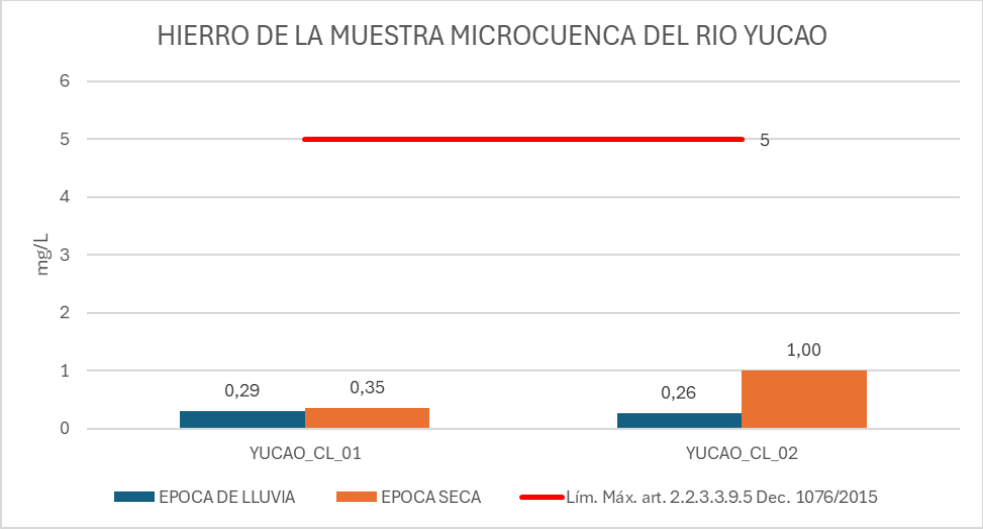
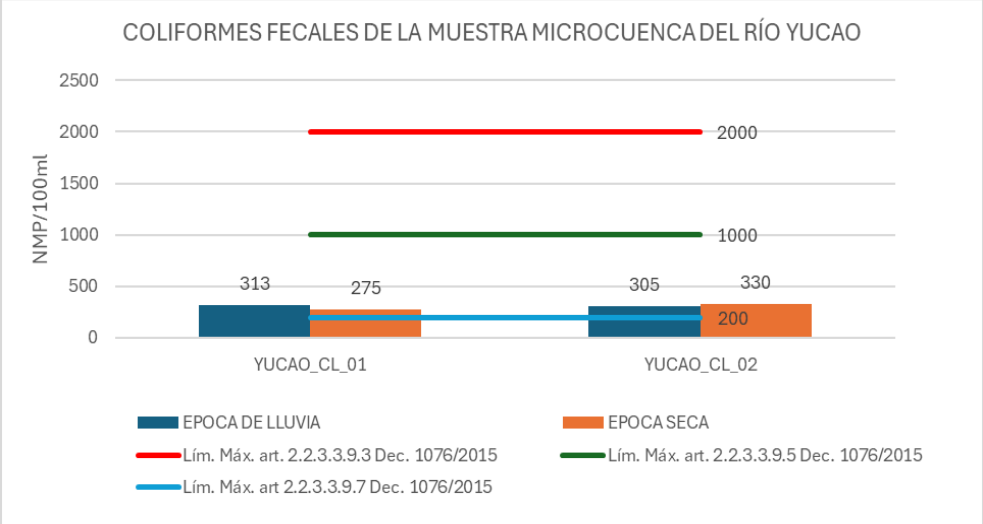
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – río Yucao
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	 **Figura 3.2.5-512 Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de la microcuenca del río Yucao en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Turbiedad	Para la época de lluvia, en la microcuenca del río Yucao se obtuvieron concentraciones de 6,78 NTU hasta 8,72 NTU en el punto YUCAO_CL_02; en la época seca el rango estuvo entre 8 NTU y 20 NTU en el punto YUCAO_CL_01. Lo anterior demuestra coherencia con los resultados de Sólidos Suspendidos Totales. A nivel normativo, todos los puntos durante las dos épocas cumplen con el límite del art. 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015. Adicionalmente, el artículo 2.2.3.3.9.10 referente a los criterios de calidad para la preservación de flora y fauna, determina que no debe presentarse turbiedad en el cuerpo de agua que interfiera con la actividad fotosintética, los puntos monitoreados cumplen con este criterio.  **Figura 3.2.5-513 Turbiedad de las muestras de la microcuenca del río Yucao en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025

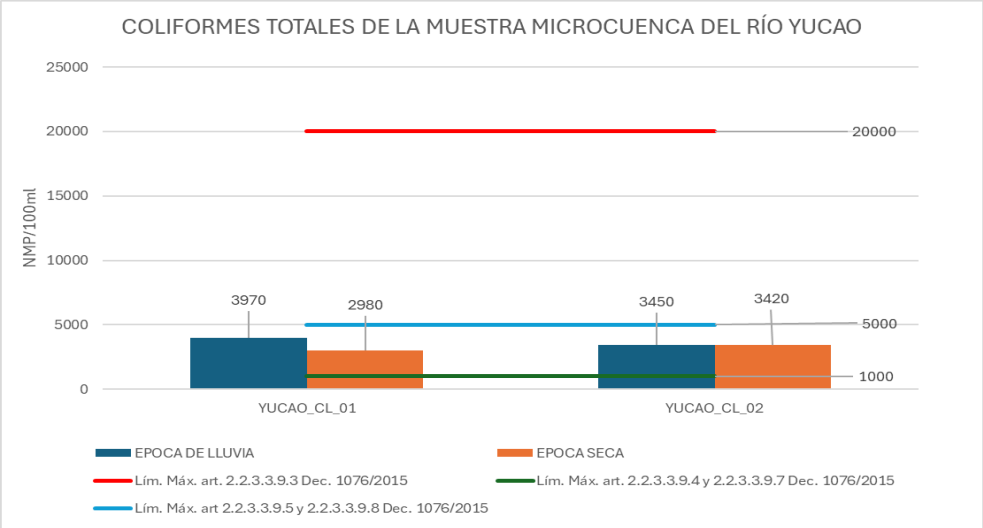
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – río Yucao
Acidez, Alcalinidad total y Bicarbonatos	La acidez registró en la mayoría de los puntos concentraciones inferiores al límite de detección de la técnica usada por el laboratorio (<2 mg/L), el único punto que registró una concentración superior fue YUCAO_CL_02 durante la época seca, con un valor igual a 2,5 mg/L. Los parámetros alcalinidad total y bicarbonatos reportaron en todos los puntos de la microcuenca, en ambas épocas climáticas, concentraciones iguales al límite de detección de la técnica usada por el laboratorio (<2 mg/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no estipula límites máximos permisibles para estos parámetros, No obstante, según lo establecido en la Resolución 2115 de 2007, se admite una alcalinidad máxima de 200 mg/L y una acidez no mayor a 60 mg/L para agua para consumo humano. Criterios cumplidos por los cuerpos de agua monitoreados.
Dureza total y Dureza Cálcica	Para la época de lluvia y seca, la totalidad de los puntos muestreados de la microcuenca del río Yucao, registraron tanto para el parámetro de dureza cálcica como para dureza total, valores inferiores al límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio MCS (<3 mg/L $CaCo_3$). Estos valores permiten clasificar el agua de la microcuenca del caño como "Blanda". A nivel normativo, el Decreto 1076 de 2015 no establece límites máximos permisibles en ninguno de los artículos de comparación en el presente complemento del EIA (2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10).
Grasas y Aceites e Hidrocarburos totales	La totalidad de los puntos registraron concentraciones inferiores al límite de detección de los métodos analíticos utilizados por el laboratorio MCS (<1,40 mg/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015, no fijan límites para estos parámetros, pero si establecen que no se deben presentar películas visibles de grasas y aceites flotantes criterio que se cumple en los puntos monitoreados en la microcuenca del río Yucao.
Sulfatos	Para la época de lluvia y seca, la totalidad de los puntos muestreados en la microcuenca del río Yucao registró valores inferiores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<5 mg SO_4^{2-}/L). Los resultados evidencian cumplimiento a nivel normativo al límite establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (400 mg SO_4^{2-}/L), es decir que cumple con los criterios para uso doméstico.
Cloruros	Las concentraciones en los puntos muestreados en la microcuenca del río Yucao durante la época de lluvia y seca, presentaron concentraciones inferiores a 4,00 mg Cl-/L (límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio). Todos los puntos cumplen con el límite máximo permisible (250 mg/L) establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015.
Color de la muestra en UPC	Para la época de lluvia, los resultados oscilaron entre 13 UPC, y 21 UPC en el punto YUCAO_CL_01. En la época seca, los resultados presentaron concentraciones en un rango entre 5 UPC, y 54 UPC en el punto YUCAO_CL_02. De acuerdo con los resultados reportados todos los puntos superan el límite máximo permisible del artículo 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (20 UPC), a su vez, todos los puntos cumplen el límite permisible establecido en el artículo 2.2.3.3.9.3 (75 UPC).

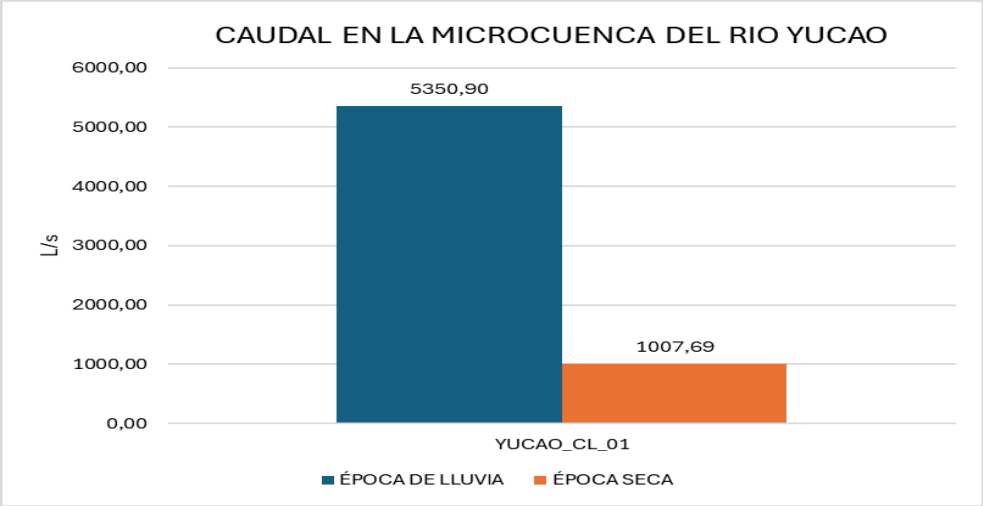
Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – río Yucao
Color de la muestra en UPC	 **Figura 3.2.5-514 Color en UPC de las muestras de la microcuenca del río Yucao en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Fenoles totales	Los fenoles totales, registraron en la totalidad de puntos muestreados en la microcuenca del río Yucao valores inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio MCS para su determinación (<0,002 mg/L). cumpliendo plenamente con el criterio de calidad estipulado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 del Decreto 1076 de 2015, e indicando que los cuerpos de agua no presentan afectación por parte de estos compuestos.
Material Flotante	Los puntos de la microcuenca del río Yucao no reportaron presencia de materiales flotantes en las dos épocas climáticas evaluadas. A nivel normativo, los artículos comparables del Decreto 1076 de 2015 no fijan límites máximos permisibles para este parámetro, pero si establecen que no se deben presentar materiales flotantes, criterio que se cumple.
Olor y sabor	La totalidad de puntos de monitoreo en la microcuenca del río Yucao se han reportado como "Aceptable". Los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros.
Nitratos y Nitritos	Para el parámetro Nitratos, en época de lluvia y seca, los puntos muestreados presentaron concentraciones comprendidas entre 0,14 mg N-NO3/L y 0,16 mg N-NO3/L, lo que indica bajas concentraciones de estos compuestos en las muestras de agua analizadas. En cuanto a los Nitritos este parámetro reportó en las dos épocas climáticas analizadas, concentraciones inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada para su determinación por el laboratorio MCS (<0,0100 mg N-NO2/L). Al comparar estas concentraciones frente a los límites estipulados en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto único reglamentario 1076 de 2015 (1 mg/L para nitritos y 10 mg/L para nitratos), se comprueba que en los dos casos existe cumplimiento frente a la norma.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – río Yucao
Nitratos y Nitritos	 **Figura 3.2.5-515 Nitratos de las muestras de la microcuenca del río Yucao en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Nitrógeno Amoniacal y Nitrógeno total Kjeldahl	En las dos épocas climáticas caracterizadas, la totalidad de los puntos en la microcuenca del río Yucao registró valores <1 mg/L, valor correspondiente al límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio MCS. A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. La concentración de Nitrógeno total Kjeldahl, registró una concentración igual al límite cuantificable establecido por la técnica de análisis empleada por el laboratorio MCS (<5,00 mg N/L) en la totalidad de puntos de monitoreo evaluados. Es importante mencionar que el parámetro descrito no se encuentra regulado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.6, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8, 2.2.3.3.9.9 y 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015.
Compuestos de Fósforo: Orgánico, inorgánico, ácido hidrolizable total, fósforo Total, y fósforo reactivo total - Ortofosfatos	La totalidad de puntos en la microcuenca del río Yucao registraron una concentración de fósforo orgánico, fósforo ácido hidrolizable total, fósforo total, y fósforo reactivo total, <0,150 mg/L (límite de cuantificación de la técnica analítica empleada en el laboratorio MCS). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. Para el fósforo inorgánico, en las dos épocas hidroclimáticas, la totalidad de puntos en la microcuenca del río Yucao reportaron valores menores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio MCS (<0,1 mg/L). A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro.
Carbono Orgánico Total	Para la época de lluvia, las concentraciones oscilaron entre 2,50 mg/L y 4,32 mg/L, mientras que, en época seca, la totalidad de los puntos monitoreados registraron concentraciones inferiores al límite utilizado por el laboratorio para su análisis (<2 mg/L) por el método EPA 415.1. A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – río Yucao
Carbono Orgánico Total	 **Figura 3.2.5-516 Carbono orgánico total (COT) de las muestras de la microcuenca del río Yucao en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
DBO_5 y DQO	Para la época de lluvia y seca, la totalidad de puntos en la microcuenca del río Yucao reportaron valores menores al límite de cuantificación del parámetro DBO_5 (<2 mg/L), y el parámetro demanda química de oxígeno (<20 mg/L). A nivel normativo, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no presentan límites permisibles para estos parámetros, por lo cual no es posible compararlo con la normatividad.
Metales, no metales y Metaloides	Los parámetros aluminio total, arsénico total, bario total, cadmio total, cobre total, cromo total, níquel total, plata total, selenio total, berilio, cobalto, estaño, litio, molibdeno, manganeso, mercurio, plomo, vanadio, y Zinc presentaron en la totalidad de los puntos de monitoreo de la microcuenca del río Yucao, para las dos épocas, concentraciones inferiores a los límites de cuantificación de los respectivos métodos analíticos empleados por el laboratorio; la totalidad de los puntos monitoreados cumplen con los límites normativos establecidos para cada metal y metaloide en los artículos aplicables del 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.6 del Decreto 1076 de 2015. En cuanto al calcio total, magnesio total, potasio y sodio totales, los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, no establecen un límite permisible para estos parámetros, además estos iones no representan algún tipo de riesgo, pues se considera como normal su presencia en los ecosistemas acuáticos debido al lavado del suelo, las rocas y el lecho de los cuerpos de agua. El Hierro total registro concentraciones que oscilan desde 0,26 mg/L a 0,29 mg/L en época de lluvia; y entre 0,35 mg/L (límite de detección utilizado por el laboratorio) a 1 mg/L en época seca. Los resultados dan cumplimiento al límite establecido en el artículo 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015, como se observa en la figura a continuación.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – río Yucao
Metales, no metales y Metaloides	 **Figura 3.2.5-517 Hierro de las muestras de la microcuenca del río Yucao en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Coliformes Fecales Termotolerantes	En la época de lluvia, las coliformes fecales termotolerantes registraron en los cuerpos de la microcuenca del río Yucao concentraciones entre 305 NMP/100mL en el punto YUCAO_CL_02, y 313 NMP/100mL en el punto YUCAO_CL_01. En la época seca, las concentraciones se encuentran en un rango entre 275 NMP/100 mL hasta 330 NMP/100mL en el punto YUCAO_CL_02. A nivel normativo, se reporta cumplimiento de los límites de los artículos 2.2.3.3.9.3 (2000 NMP/100ml), y, 2.2.3.3.9.5 (1000 NMP/100ml), sin embargo, todos los puntos en ambas épocas superan el límite del art.2.2.3.3.9.7 (200 NMP/100ml).  **Figura 3.2.5-518 Coliformes Fecales Termotolerantes de las muestras de la microcuenca del río Yucao en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S 2025

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – río Yucao
Coliformes totales	Los valores de concentración para coliformes totales estuvieron en un rango de 3450 NMP/100mL (YUCAO_CL_02) hasta 3970 NMP/100mL (YUCAO _CL_01) en época de lluvia, y, entre 2980 NMP/100mL (YUCAO _CL_01) a 3420 NMP/100 mL (YUCAO_CL_02) en época seca. A nivel normativo, se observó cumplimiento de los límites máximos permisibles del Decreto 1076 de 2015 establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 (20000 NMP/100mL), 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.8 (5000 NMP/100mL), mientras que todos los puntos superan el límite máximo del artículo 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 (1000 NMP/100ml).  **Figura 3.2.5-519 Coliformes Totales de las muestras de la microcuenca del río Yucao en época de lluvia y época seca** Fuente: Gessig S.A.S., 2025
Huevos de Helmintos	Los huevos de Helmintos para la totalidad de los puntos de monitoreo, durante las dos épocas hidroclimáticas analizadas, presentaron concentraciones menores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio (<1 huevos/L). Adicionalmente, en la normativa de referencia no se estipula ningún límite permisible en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 aplicables.
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	Para el monitoreo realizado en la microcuenca del río Yucao se obtuvieron concentraciones en el límite de cuantificación por la técnica analítica empleada en laboratorio para su determinación (<0,200 mg LAS/L), en la totalidad de los puntos evaluados, los resultados indican que no se presenta ningún tipo de afectación derivada de la presencia de vertimientos sobre los cuerpos de agua monitoreados en el área de influencia. De igual forma, se cumple a cabalidad con el límite máximo permisible contemplado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.8 del Decreto 1076 de 2015 (0,5 mg LAS/L).
Pesticidas órgano-fosforados	Para el monitoreo en las dos épocas climáticas, la totalidad de puntos muestreados en la microcuenca del río Yucao presentaron concentraciones inferiores al límite mínimo de cuantificación establecida por la respectiva técnica analítica empleada en el laboratorio para su determinación (<0,00001 mg/L en época de lluvia, y, <0,00020 mg/L en época seca). Por lo anterior, es posible afirmar que hay ausencia de dicho compuesto en las muestras de agua analizadas, concluyendo así que la calidad del agua de estos ecosistemas acuáticos no ha sido afectada por vertimientos de fuentes exógenas que contengan este tipo de compuesto.

Parámetro	Análisis Calidad de agua época de lluvia y seca – río Yucao
Caudal	Se realizó el aforo de caudal en el punto YUCA_CL_01 aguas arriba del río Yucao, durante la época de lluvia y seca; por cuestiones de seguridad, no fue posible realizar el aforo de caudal en el punto YUCA_CL_02. El caudal máximo fue registrado en la época de lluvia y fue igual a 5.350,9 L/s .  **Figura 3.2.5-520 Caudal de las muestras de la microcuenca del río Yucao en época de lluvia y época seca** **Fuente: Gessig S.A.S., 2025**

Fuente: Gessig S.A.S., 2025, adaptado de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2025

3.2.5.2.2 Índice de Calidad del Agua (ICA)

A partir de los resultados obtenidos para las variables de DQO, conductividad eléctrica, pH, sólidos suspendidos totales y oxígeno disuelto, se calculó el Índice de Calidad de Agua – ICA, con el fin de calificar y diagnosticar el estado actual del cuerpo de agua en el punto monitoreado y determinar si es apto o no para cierta destinación de uso. A continuación, en la **Tabla 3.2.5-59** se presenta la clasificación y código otorgado a cada nivel de calidad del agua. La descripción detallada del cálculo del índice se describe en el **Anexo 1.8-10_Calidad_Usos del agua**.

Tabla 3.2.5-59 Clasificación de calidad de agua según los valores ICA

ICA	Calidad
0,0 a 0,25	**Muy mala**
0,26 a 0,5	**Mala**
0,51 a 0,7	**Regular**
0,71 a 0,9	**Aceptable**
0,91 a 1,0	**Buena**

Fuente: IDEAM, 2020[8].

[8] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. (2020). Índice de Calidad de Agua en corrientes superficiales (ICA). Pág. 7.

En la **Tabla 3.2.5-60** se presentan comparativamente los ICAs obtenidos para cada punto de monitoreo por microcuenca, en las dos épocas hidroclimáticas analizadas. Para más información detallada y en forma gráfica ver **Anexo 3.2-5a_Informe_Lab**.

Tabla 3.2.5-60 Comparación del Índice de Calidad de Agua (ICA) durante la época de lluvia y seca de los puntos de muestreo en el AI fisicobiótica del Bloque CPO-5

Microcuenca	Nombre del punto	Época de lluvia		Época seca	
		ICA	Interpretación	ICA	Interpretación
BAJO RÍO NEGRO	NEGRO_CL_01	0,88	Aceptable	0,87	Aceptable
	NEGRO_CL_02	0,86	Aceptable	0,84	Aceptable
	MADREVIEJA_NEGRO_02	0,85	Aceptable	0,42	Mala
CAÑO BANDERAS	BANDERAS_CLE_01	0,89	Aceptable	0,57	Regular
	OCmn12	0,77	Aceptable	0,48	Mala
	OCmn13	0,72	Aceptable	0,32	Mala
CAÑO BARBASCOS	BARBASCOS_CL_01	0,88	Aceptable	0,80	Aceptable
CAÑO EL ACEITE	ACEITE_CL_01	0,81	Aceptable	0,80	Aceptable
	OCmn17	0,80	Aceptable	0,74	Aceptable
CAÑO EL BORAL	BORAL_CL_01	0,74	Aceptable		
	BORAL_CL_02	0,78	Aceptable	0,64	Regular
	BORAL_CL_03	0,77	Aceptable		
	PMASup_DS_11	0,75	Aceptable		
	PMASup_DS_13	0,79	Aceptable		
	PMASup_DS_14	0,84	Aceptable		
	PMASup_DS_15	0,74	Aceptable	0,75	Aceptable
	PMASup_DS_17	0,73	Aceptable		
	PMASup_DS_19	0,80	Aceptable	0,77	Aceptable
	BORAL_CLE_01	0,74	Aceptable	0,58	Regular
	BORAL_CLE_02	0,76	Aceptable	0,55	Regular
CAÑO EL PASO	EL PASO_CL_01	0,79	Aceptable	0,82	Aceptable
CAÑO EL TOTUMAL	TOTUMAL_CL_01	0,78	Aceptable	0,70	Regular
	TOTUMAL_CLE_02	0,86	Aceptable	0,84	Aceptable
	TOTUMAL_CLE_03	0,61	Regular	0,81	Aceptable
	PMASup_DS_12	0,83	Aceptable	0,74	Aceptable
CAÑO EMMA	EMMA_CL_03	0,81	Aceptable	0,85	Aceptable
	OCMY12	0,75	Aceptable	0,83	Aceptable
	OCMY13	0,80	Aceptable	0,78	Aceptable
	OCMY14	0,81	Aceptable	0,80	Aceptable
	OCMY15	0,76	Aceptable	0,91	Buena
	OCMY17	0,77	Aceptable	0,79	Aceptable
CAÑO GÜIO	GÜIO_CL_01	0,70	Regular	0,77	Aceptable
	OCMY4	0,86	Aceptable	0,86	Aceptable
	GÜIO_CLE_01	0,72	Aceptable	0,38	Mala
	GÜIO_CLE_02	0,77	Aceptable	0,56	Regular

Microcuenca	Nombre del punto	Época de lluvia		Época seca	
		ICA	Interpretación	ICA	Interpretación
CAÑO IPAPA	IPAPA_CL_01	0,87	Aceptable	0,67	Regular
	OCMY9	0,76	Aceptable	0,85	Aceptable
CAÑO LA LILBANA	OCmn19	0,84	Aceptable	0,78	Aceptable
CAÑO LA VICTORIA	OCmn14	0,79	Aceptable	0,82	Aceptable
	OCmn15	0,77	Aceptable	0,80	Aceptable
	OCMY11	0,75	Aceptable	0,92	Buena
CAÑO MACAPAY	MACAPAY_CL_01	0,71	Aceptable	0,85	Aceptable
	MACAPAY_CL_02	0,79	Aceptable	0,82	Aceptable
CAÑO MENEGUA	MENEGUA_CLE_02	0,83	Aceptable	0,37	Mala
	MENEGUA_CL_02	0,85	Aceptable	0,78	Aceptable
	OCMY18	0,96	Buena	0,87	Aceptable
CAÑO NAVAJAS SUR	NAVAJAS_SUR_CL_01	0,80	Aceptable	0,79	Aceptable
	NAVAJAS_SUR_CL_02	0,56	Regular	0,87	Aceptable
	NAVAJAS_SUR_CLE_01	0,58	Regular	0,73	Aceptable
CAÑO NAVAJITAS	NAVAJITAS_CL_01	0,92	Buena	0,78	Aceptable
	NAVAJITAS_CL_02	0,76	Aceptable	0,84	Aceptable
PIEDRA CANDELA	PIEDRA CANDELA_CL_01	0,83	Aceptable	0,87	Aceptable
	OCMY10	0,82	Aceptable	0,84	Aceptable
CAÑO PIRIGUA	OCmn1	0,69	Regular		
	OCmn2	0,77	Aceptable	0,77	Aceptable
	OCmn3	0,79	Aceptable		
	OCmn11	0,84	Aceptable	0,79	Aceptable
	OCMY1	0,72	Aceptable		
	OCMY2	0,86	Aceptable	0,83	Aceptable
	OCMY6	0,65	Regular	0,81	Aceptable
	PIRIGUA_CL_02	0,79	Aceptable	0,76	Aceptable
	PIRIGUA_CLE_01	0,84	Aceptable	0,75	Aceptable
	PIRIGUA_CLE_02	0,82	Aceptable	0,75	Aceptable
CAÑO SANTOYA	SANTOYA_CL_01	0,82	Aceptable	0,84	Aceptable
	SANTOYA_CL_02	0,85	Aceptable	0,71	Aceptable
	SANTOYA_CLE_01	0,75	Aceptable	0,67	Regular
	SANTOYA_CLE_02	0,74	Aceptable	0,49	Mala
CAÑO VENTUROSA	VENTUROSA_CLE_01	0,55	Regular	0,41	Mala
	VENTUROSA_CLE_02	0,81	Aceptable	0,78	Aceptable
	VENTUROSA_CLE_03	0,75	Aceptable	0,64	Regular
CAÑO YARICO	YARICO_CL_01	0,71	Aceptable		
	OCMY5	0,79	Aceptable	0,87	Aceptable
	YARICO_CL_03	0,76	Aceptable	0,59	Regular
	YARICO_CLE_01	0,81	Aceptable	0,75	Aceptable
	YARICO_CLE_02	0,75	Aceptable	0,81	Aceptable
	PMASup_DS_18	0,73	Aceptable	0,65	Regular

Microcuenca	Nombre del punto	Época de lluvia		Época seca	
		ICA	Interpretación	ICA	Interpretación
CAÑO YURIMENA	OCmn16	0,86	Aceptable	0,79	Aceptable
	OCmn18	0,84	Aceptable	0,85	Aceptable
	OCMY16	0,82	Aceptable	0,87	Aceptable
	YURIMENA_CL_03	0,77	Aceptable	0,78	Aceptable
RÍO CABUYARITO	CABUYARITO_CL_01	0,82	Aceptable	0,84	Aceptable
	CABUYARITO_CL_02	0,88	Aceptable	0,71	Aceptable
	OCmn10	0,76	Aceptable		
	OCmn5	0,87	Aceptable		
	OCmn6	0,85	Aceptable		
	OCmn7	0,79	Aceptable		
	OCmn8	0,86	Aceptable	0,91	Buena
	OCmn9	0,82	Aceptable	0,73	Aceptable
RÍO HUMEA	HUMEA_CL_01A	0,62	Regular	0,84	Aceptable
	MADREVIEJA_HUMEA_01	0,84	Aceptable	0,80	Aceptable
	MADREVIEJA_HUMEA_02	0,61	Regular	0,36	Mala
RÍO META	META_CL_01A	0,63	Regular	0,77	Aceptable
	META_CL_02	0,51	Regular	0,58	Regular
	META_CL_03	0,50	Mala	0,70	Regular
	META_CLE_01	0,71	Aceptable	0,42	Mala
	MADREVIEJA META_01	0,56	Regular	0,71	Aceptable
	MADREVIEJA META_02	0,76	Aceptable	0,83	Aceptable
	OCmn4	0,75	Aceptable		
	OCMY7	0,69	Regular	0,80	Aceptable
RÍO METICA	METICA_CL_01	0,54	Regular	0,59	Regular
	METICA_CL_02	0,58	Regular	0,61	Regular
	METICA_CL_03	0,49	Mala	0,64	Regular
RÍO UPIA	UPIA_CL_01	0,53	Regular	0,82	Aceptable
	UPIA_CL_02	0,63	Regular	0,84	Aceptable
RÍO YUCAO	YUCAO_CL_01	0,79	Aceptable	0,76	Aceptable
	YUCAO_CL_02	0,77	Aceptable	0,83	Aceptable

Nota: Las celdas en gris hacen referencia a los puntos de muestreo que se encontraron secos o aquellos que no pudieron ser monitoreados por dificultad de acceso al punto.
Fuente: Gessig S.A.S., 2025

En términos generales, durante la época de lluvia se evidenció en la mayoría de los puntos una calidad de agua "Aceptable", sin embargo, los puntos de las microcuencas del río Meta, río Metica y río Upía, registraron una calidad de agua entre "Aceptable" y "Mala". Para la época seca, se observa una disminución en la calidad de agua de la mayoría de los puntos, los cuales pasan de presentar una clasificación "Aceptable" a "Regular" y "Mala", siendo la razón principal, el incremento en la concentración de los sólidos suspendidos totales, la conductividad eléctrica y la saturación de oxígeno generado por la disminución del caudal de agua que suele tener lugar durante la época seca. Ningún punto registró una calidad de agua "Muy mala". Los cuerpos de

agua lénticos muestreados registraron un ICA inferior a los cuerpos de agua lóticos, esto ligado a las condiciones propias del cuerpo de agua léntico que, debido al poco flujo e intercambio de entrada y salida de agua, hace que se concentren en mayor medida algunas sustancias contaminantes.

Las microcuencas del caño Barbascos, caño El Aceite, caño El Paso, caño Emma, caño La Lilbana, caño La Victoria, caño Macapay, caño Navajitas, caño Piedra Candela, y el caño Yurimena, registraron la mejor calidad de agua (entre "Aceptable" y "Buena"), en ellas la mayoría de los puntos registraron valores similares del ICA entre épocas hidroclimáticas. Es decir, son aguas que, dados los óptimos porcentajes de saturación de oxígeno, las bajas conductividades, la presencia de sólidos suspendidos totales y los bajos valores de materia orgánica en forma de DBO_5 y DQO, refleja una condición favorable para las fuentes superficiales, pues permiten la autodepuración de las aguas y favorecen la calidad fisicoquímica de las mismas, presentando a su vez pocas restricciones para su uso.

3.2.5.2.3 Índices de Contaminación del agua (ICO's)

Los Índices de Contaminación (ICO's) representan de manera cuantitativa el alcance del impacto que ciertos parámetros fisicoquímicos específicos pueden ocasionar sobre el cuerpo de agua monitoreado. Se emplean 4 índices de contaminación (ICO), asociados a contaminación por materia orgánica (ICOMO), mineralización (ICOMI), pH (ICOpH), sólidos suspendidos (ICOSUS) y fósforo total (ICOTRO); cada índice considera un tipo diferente de contaminación, los cuales son complementarios en sentido ecológico, y, por tanto, permiten precisar los problemas en el cuerpo de agua. En la **Tabla 3.2.5-61** se presenta el código de colores de los índices ICO.

Tabla 3.2.5-61 Código de colores Índices ICO

ICO	Contaminación
0,0 a 0,2	Ninguna
> 0,2 a 0,4	Baja
> 0,4 a 0,6	Media
> 0,6 a 0,8	Alta
> 0,8 a 1,0	Muy Alta

Fuente: Ramírez, Restrepo, & Viña, 1997[9].

A diferencia de la mayoría de los ICO's, en los cuales se determina un valor entre cero y uno, para el Índice de Contaminación Trófica (ICOTRO), la concentración del fósforo otorga una clasificación diferente según lo indica la **Tabla 3.2.5-62**.

[9] Ramírez, A., Restrepo, R., & Viña, G. (1997). Cuatro índices de contaminación para caracterización de aguas continentales. Formulaciones y aplicación. T&F-Ciencia, Tecnología y Futuro, 1 (3), 135 – 153.

Tabla 3.2.5-62 Escala colorimétrica nivel de contaminación Fósforo Total – ICOTRO

Concentración de Fósforo Total	Calificación
<0,01 (mg/L)	Oligotrofia
0,01 a 0,02 (mg/L)	Mesotrofia
0,02 a 1,00 (mg/L)	Eutrofia
> 1,00 (mg/L)	Hipereutrofia

Fuente: Ramírez, Restrepo, & Viña, 1997[10].

A partir de los resultados obtenidos en los cuerpos de agua evaluados se procedió a calcular los ICO's. La metodología usada para el cálculo de cada uno de los índices se describe en el **Anexo 1.8-10_Calidad_Usos del agua**. En la **Tabla 3.2.5-63** se relacionan los índices de contaminación en los puntos muestreados durante la época de lluvia, y en la **Tabla 3.2.5-64** se relacionan los índices de contaminación en los puntos muestreados durante la época seca.

Tabla 3.2.5-63 Índices de Contaminación – ICO's de agua superficial en época de lluvia en los puntos de monitoreo en el AI fisicobiótica del Bloque CPO-5

Microcuenca	Nombre del punto	Época de Lluvia				
		ICOMO	ICOMI	ICOpH	ICOSUS	ICOTRO
BAJO RÍO NEGRO	NEGRO_CL_01	0,33	0,04	0,00	0,04	<0,150
	NEGRO_CL_02	0,35	0,04	0,00	0,06	<0,150
	MADREVIEJA_NEGRO_02	0,32	0,05	0,01	0,08	<0,150
CAÑO BANDERAS	BANDERAS_CLE_01	0,32	0,00	0,00	0,23	<0,150
	OCmn12	0,46	0,00	0,02	0,09	<0,150
	OCmn13	0,46	0,00	0,13	0,09	<0,150
CAÑO BARBASCOS	BARBASCOS_CL_01	0,26	0,00	0,04	0,02	<0,150
CAÑO EL ACEITE	ACEITE_CL_01	0,42	0,00	0,01	0,01	<0,150
	OCmn17	0,42	0,00	0,02	0,03	<0,150
CAÑO EL BORAL	BORAL_CL_01	0,44	0,00	0,02	0,05	<0,150
	BORAL_CL_02	0,40	0,03	0,02	0,06	<0,150
	BORAL_CL_03	0,43	0,03	0,01	0,16	<0,150
	PMASup_DS_11	0,50	0,01	0,01	0,10	<0,150
	PMASup_DS_13	0,40	0,01	0,04	0,03	<0,150
	PMASup_DS_14	0,45	0,00	0,04	0,09	<0,150
	PMASup_DS_15	0,45	0,03	0,06	0,06	<0,150
	PMASup_DS_17	0,44	0,00	0,31	0,08	<0,150
	PMASup_DS_19	0,41	0,01	0,03	0,01	<0,150
	BORAL_CLE_01	0,44	0,01	0,04	0,14	<0,150
	BORAL_CLE_02	0,45	0,03	0,00	0,33	<0,150
CAÑO EL PASO	EL PASO_CL_01	0,42	0,00	0,08	0,02	<0,150

[10] Ramírez, A., Restrepo, R., & Viña, G. (1997). Cuatro índices de contaminación para caracterización de aguas continentales. Formulaciones y aplicación. T&F-Ciencia, Tecnología y Futuro, 1 (3), 135 – 153.

Microcuenca	Nombre del punto	Época de Lluvia				
		ICOMO	ICOMI	ICOpH	ICOSUS	ICOTRO
CAÑO EL TOTUMAL	TOTUMAL_CL_01	0,39	0,02	0,02	0,19	<0,150
	TOTUMAL_CLE_02	0,31	0,07	0,00	0,06	<0,150
	TOTUMAL_CLE_03	0,43	0,39	0,01	0,21	<0,150
	PMASup_DS_12	0,37	0,02	0,00	0,12	<0,150
CAÑO EMMA	EMMA_CL_03	0,29	0,00	0,08	0,18	<0,150
	OCMY12	0,46	0,00	0,15	0,02	<0,150
	OCMY13	0,34	0,00	0,33	0,04	<0,150
	OCMY14	0,34	0,01	0,11	0,01	<0,150
	OCMY15	0,41	0,00	0,33	0,01	<0,150
	OCMY17	0,39	0,00	0,41	0,01	<0,150
CAÑO GÜIO	GÜIO_CL_01	0,44	0,01	0,35	0,21	<0,150
	OCMY4	0,42	0,01	0,00	0,07	<0,150
	GÜIO_CLE_01	0,44	0,02	0,12	0,14	<0,150
	GÜIO_CLE_02	0,43	0,01	0,06	0,01	<0,150
CAÑO IPAPA	IPAPA_CL_01	0,32	0,00	0,02	0,02	<0,150
	OCMY9	0,44	0,00	0,11	0,01	<0,150
CAÑO LA LILBANA	OCmn19	0,35	0,00	0,02	0,02	<0,150
CAÑO LA VICTORIA	OCmn14	0,43	0,00	0,02	0,01	<0,150
	OCmn15	0,30	0,00	0,08	0,01	<0,150
	OCMY11	0,31	0,00	0,24	0,03	<0,150
CAÑO MACAPAY	MACAPAY_CL_01	0,31	0,02	0,03	0,72	<0,150
	MACAPAY_CL_02	0,33	0,01	0,06	0,27	<0,150
CAÑO MENEGUA	MENEGUA_CLE_02	0,38	0,01	0,01	0,12	<0,150
	MENEGUA_CL_02	0,35	0,00	0,01	0,03	<0,150
	OCMY18	0,28	0,00	0,00	0,01	<0,150
CAÑO NAVAJAS SUR	NAVAJAS_SUR_CL_01	0,36	0,02	0,09	0,02	<0,150
	NAVAJAS_SUR_CL_02	0,52	0,02	0,00	1,00	<0,150
	NAVAJAS_SUR_CLE_01	0,52	0,03	0,00	1,00	<0,150
CAÑO NAVAJITAS	NAVAJITAS_CL_01	0,30	0,00	0,00	0,01	<0,150
	NAVAJITAS_CL_02	0,39	0,00	0,40	0,05	<0,150
PIEDRA CANDELA	PIEDRA CANDELA_CL_01	0,30	0,00	0,21	0,05	<0,150
	OCMY10	0,31	0,00	0,08	0,01	<0,150
CAÑO PIRIGUA	OCmn1	0,57	0,01	0,20	0,52	<0,150
	OCmn2	0,44	0,04	0,01	0,03	<0,150
	OCmn3	0,29	0,18	0,00	0,42	<0,150
	OCmn11	0,28	0,24	0,00	0,07	<0,150
	OCMY1	0,52	0,01	0,01	0,14	<0,150
	OCMY2	0,36	0,03	0,00	0,17	<0,150
	OCMY6	0,49	0,07	0,00	0,66	<0,150
	PIRIGUA_CL_02	0,44	0,04	0,00	0,15	<0,150
	PIRIGUA_CLE_01	0,33	0,05	0,01	0,09	<0,150
	PIRIGUA_CLE_02	0,33	0,04	0,01	0,16	<0,150

Microcuenca	Nombre del punto	Época de Lluvia				
		ICOMO	ICOMI	ICOpH	ICOSUS	ICOTRO
CAÑO SANTOYA	SANTOYA_CL_01	0,37	0,00	0,06	0,01	<0,150
	SANTOYA_CL_02	0,37	0,00	0,01	0,01	<0,150
	SANTOYA_CLE_01	0,44	0,01	0,08	0,09	<0,150
	SANTOYA_CLE_02	0,47	0,00	0,11	0,04	<0,150
CAÑO VENTUROSA	VENTUROSA_CLE_01	0,52	0,00	0,07	1,00	<0,150
	VENTUROSA_CLE_02	0,42	0,00	0,02	0,01	<0,150
	VENTUROSA_CLE_03	0,40	0,00	0,09	0,21	<0,150
CAÑO YARICO	YARICO_CL_01	0,49	0,02	0,07	0,15	<0,150
	OCMY5	0,39	0,01	0,02	0,14	<0,150
	YARICO_CL_03	0,41	0,01	0,13	0,09	<0,150
	YARICO_CLE_01	0,42	0,03	0,01	0,01	<0,150
	YARICO_CLE_02	0,40	0,03	0,18	0,07	<0,150
	PMASup_DS_18	0,49	0,00	0,16	0,01	<0,150
CAÑO YURIMENA	OCmn16	0,29	0,00	0,03	0,03	<0,150
	OCmn18	0,31	0,00	0,08	0,01	<0,150
	OCMY16	0,29	0,00	0,34	0,03	<0,150
	YURIMENA_CL_03	0,41	0,01	0,08	0,06	<0,150
RÍO CABUYARITO	CABUYARITO_CL_01	0,28	0,02	0,04	0,22	<0,150
	CABUYARITO_CL_02	0,26	0,02	0,00	0,20	<0,150
	OCmn10	0,41	0,00	0,15	0,08	<0,150
	OCmn5	0,25	0,00	0,15	0,01	<0,150
	OCmn6	0,26	0,00	0,26	0,01	<0,150
	OCmn7	0,35	0,00	0,33	0,01	<0,150
	OCmn8	0,32	0,01	0,02	0,02	<0,150
	OCmn9	0,32	0,00	0,26	0,01	<0,150
RÍO HUMEA	HUMEA_CL_01A	0,41	0,11	0,00	1,00	<0,150
	MADREVIEJA_HUMEA_01	0,46	0,03	0,00	0,01	<0,150
	MADREVIEJA_HUMEA_02	0,54	0,04	0,01	0,55	<0,150
RÍO META	META_CL_01A	0,44	0,07	0,00	1,00	<0,150
	META_CL_02	0,57	0,18	0,01	1,00	<0,150
	META_CL_03	0,63	0,13	0,00	1,00	<0,150
	META_CLE_01	0,45	0,01	0,15	0,16	<0,150
	MADREVIEJA META_01	0,61	0,06	0,01	0,82	<0,150
	MADREVIEJA META_02	0,45	0,01	0,04	0,07	<0,150
	OCmn4	0,38	0,01	0,41	0,07	<0,150
	OCMY7	0,44	0,01	0,02	0,51	<0,150
RÍO METICA	METICA_CL_01	0,52	0,09	0,06	1,00	<0,150
	METICA_CL_02	0,50	0,12	0,00	1,00	<0,150
	METICA_CL_03	0,57	0,18	0,00	1,00	<0,150
RÍO UPIA	UPIA_CL_01	0,41	0,76	0,00	1,00	<0,150
	UPIA_CL_02	0,70	0,23	0,01	1,00	<0,150
RÍO YUCAO	YUCAO_CL_01	0,36	0,00	0,49	0,01	<0,150
	YUCAO_CL_02	0,40	0,00	0,35	0,01	<0,150

Fuente: Gessig S.A.S., 2025

Tabla 3.2.5-64 Índices de Contaminación – ICOs de agua superficial en época seca en los puntos de monitoreo en el AI fisicobiótica del Bloque CPO-5

Microcuenca	Nombre del punto	Época Seca				
		ICOMO	ICOMI	ICOpH	ICOSUS	ICOTRO
BAJO RÍO NEGRO	NEGRO_CL_01	0,38	0,05	0,00	0,07	<0,150
	NEGRO_CL_02	0,26	0,13	0,00	0,11	<0,150
	MADREVIEJA_NEGRO_02	0,72	0,02	0,01	1,00	<0,150
CAÑO BANDERAS	BANDERAS_CLE_01	0,48	0,00	0,11	0,71	<0,150
	OCmn12	0,66	0,03	0,01	0,48	<0,150
	OCmn13	0,77	0,01	0,12	1,00	<0,150
CAÑO BARBASCOS	BARBASCOS_CL_01	0,33	0,01	0,11	0,11	<0,150
CAÑO EL ACEITE	ACEITE_CL_01	0,38	0,05	0,01	0,12	<0,150
	OCmn17	0,43	0,00	0,41	0,01	<0,150
CAÑO EL BORAL	BORAL_CL_01					
	BORAL_CL_02	0,40	0,19	0,00	0,76	<0,150
	BORAL_CL_03					
	PMASup_DS_11					
	PMASup_DS_13					
	PMASup_DS_14					
	PMASup_DS_15	0,48	0,03	0,03	0,01	<0,150
	PMASup_DS_17					
	PMASup_DS_19	0,43	0,05	0,01	0,15	<0,150
	BORAL_CLE_01	0,52	0,03	0,01	1,00	<0,150
	BORAL_CLE_02	0,55	0,03	0,01	1,00	<0,150
CAÑO EL PASO	EL PASO_CL_01	0,36	0,00	0,09	0,02	<0,150
CAÑO EL TOTUMAL	TOTUMAL_CL_01	0,39	0,09	0,00	0,51	<0,150
	TOTUMAL_CLE_02	0,39	0,06	0,00	0,17	<0,150
	TOTUMAL_CLE_03	0,38	0,06	0,00	0,30	<0,150
	PMASup_DS_12	0,46	0,09	0,00	0,15	0,44
CAÑO EMMA	EMMA_CL_03	0,31	0,00	0,08	0,01	<0,150
	OCMY12	0,33	0,00	0,06	0,01	<0,150
	OCMY13	0,41	0,00	0,16	0,01	<0,150
	OCMY14	0,40	0,00	0,05	0,01	<0,150
	OCMY15	0,33	0,00	0,00	0,01	<0,150
	OCMY17	0,42	0,01	0,02	0,09	<0,150
CAÑO GÜIO	GÜIO_CL_01	0,43	0,05	0,01	0,13	<0,150
	OCMY4	0,39	0,04	0,00	0,11	<0,150
	GÜIO_CLE_01	0,73	0,03	0,21	0,87	<0,150
	GÜIO_CLE_02	0,59	0,04	0,12	0,57	<0,150
CAÑO IPAPA	IPAPA_CL_01	0,43	0,00	0,06	0,56	<0,150
	OCMY9	0,44	0,00	0,01	0,06	<0,150
CAÑO LA LILBANA	OCmn19	0,41	0,00	0,11	0,01	<0,150

Microcuenca	Nombre del punto	Época Seca				
		ICOMO	ICOMI	ICOpH	ICOSUS	ICOTRO
CAÑO LA VICTORIA	OCmn14	0,37	0,00	0,03	0,01	<0,150
	OCmn15	0,37	0,00	0,06	0,03	<0,150
	OCMY11	0,31	0,00	0,01	0,08	<0,150
CAÑO MACAPAY	MACAPAY_CL_01	0,38	0,04	0,00	0,13	<0,150
	MACAPAY_CL_02	0,37	0,05	0,00	0,12	<0,150
CAÑO MENEGUA	MENEGUA_CLE_02	0,66	0,36	0,00	1,00	<0,150
	MENEGUA_CL_02	0,42	0,00	0,10	0,01	<0,150
	OCMY18	0,25	0,00	0,03	0,01	<0,150
CAÑO NAVAJAS SUR	NAVAJAS_SUR_CL_01	0,39	0,00	0,33	0,01	<0,150
	NAVAJAS_SUR_CL_02	0,28	0,01	0,03	0,07	<0,150
	NAVAJAS_SUR_CLE_01	0,38	0,00	0,14	0,32	<0,150
CAÑO NAVAJITAS	NAVAJITAS_CL_01	0,41	0,00	0,08	0,01	<0,150
	NAVAJITAS_CL_02	0,31	0,00	0,08	0,01	<0,150
PIEDRA CANDELA	PIEDRA CANDELA_CL_01	0,37	0,00	0,01	0,01	<0,150
	OCMY10	0,30	0,00	0,11	0,01	<0,150
CAÑO PIRIGUA	OCmn1					
	OCmn2	0,43	0,03	0,01	0,18	<0,150
	OCmn3					
	OCmn11	0,34	0,20	0,00	0,10	<0,150
	OCMY1					
	OCMY2	0,35	0,11	0,00	0,11	<0,150
	OCMY6	0,33	0,20	0,00	0,03	<0,150
	PIRIGUA_CL_02	0,32	0,16	0,00	0,45	<0,150
	PIRIGUA_CLE_01	0,39	0,13	0,01	0,08	<0,150
	PIRIGUA_CLE_02	0,38	0,11	0,02	0,09	<0,150
CAÑO SANTOYA	SANTOYA_CL_01	0,29	0,00	0,11	0,01	<0,150
	SANTOYA_CL_02	0,34	0,00	0,14	0,55	<0,150
	SANTOYA_CLE_01	0,56	0,00	0,10	0,17	<0,150
	SANTOYA_CLE_02	0,64	0,00	0,04	1,00	<0,150
CAÑO VENTUROSA	VENTUROSA_CLE_01	0,68	0,00	0,27	1,00	<0,150
	VENTUROSA_CLE_02	0,40	0,01	0,02	0,22	<0,150
	VENTUROSA_CLE_03	0,57	0,01	0,19	0,43	<0,150
CAÑO YARICO	YARICO_CL_01					
	OCMY5	0,31	0,06	0,00	0,10	<0,150
	YARICO_CL_03	0,58	0,02	0,06	0,58	<0,150
	YARICO_CLE_01	0,36	0,07	0,01	0,20	<0,150
	YARICO_CLE_02	0,36	0,06	0,01	0,01	<0,150
	PMASup_DS_18	0,66	0,00	0,29	0,05	<0,150
CAÑO YURIMENA	OCmn16	0,35	0,00	0,16	0,14	<0,150
	OCmn18	0,30	0,00	0,06	0,01	<0,150
	OCMY16	0,30	0,00	0,02	0,01	<0,150
	YURIMENA_CL_03	0,34	0,00	0,06	0,23	<0,150

Microcuenca	Nombre del punto	Época Seca				
		ICOMO	ICOMI	ICOpH	ICOSUS	ICOTRO
RÍO CABUYARITO	CABUYARITO_CL_01	0,39	0,05	0,00	0,09	<0,150
	CABUYARITO_CL_02	0,38	0,05	0,00	0,79	<0,150
	OCmn10					
	OCmn5					
	OCmn6					
	OCmn7					
	OCmn8	0,33	0,03	0,00	0,01	<0,150
	OCmn9	0,37	0,00	0,33	0,26	<0,150
RÍO HUMEA	HUMEA_CL_01A	0,28	0,22	0,00	0,19	<0,150
	MADREVIEJA_HUMEA_01	0,46	0,04	0,00	0,06	<0,150
	MADREVIEJA_HUMEA_02	0,59	0,06	0,01	1,00	<0,150
RÍO META	META_CL_01A	0,26	0,13	0,01	0,65	<0,150
	META_CL_02	0,54	0,14	0,00	1,00	<0,150
	META_CL_03	0,33	0,14	0,00	0,86	<0,150
	META_CLE_01	0,74	0,02	0,02	1,00	<0,150
	MADREVIEJA META_01	0,45	0,01	0,01	0,49	<0,150
	MADREVIEJA META_02	0,32	0,01	0,04	0,14	<0,150
	OCmn4					
	OCMY7	0,41	0,02	0,01	0,10	<0,150
RÍO METICA	METICA_CL_01	0,44	0,10	0,00	1,00	<0,150
	METICA_CL_02	0,49	0,07	0,00	1,00	<0,150
	METICA_CL_03	0,36	0,15	0,00	1,00	<0,150
RÍO UPIA	UPIA_CL_01	0,32	0,18	0,00	0,12	<0,150
	UPIA_CL_02	0,31	0,18	0,00	0,11	<0,150
RÍO YUCAO	YUCAO_CL_01	0,39	0,00	0,41	0,05	<0,150
	YUCAO_CL_02	0,32	0,00	0,10	0,03	<0,150

Nota: Las celdas en gris hacen referencia a los puntos de muestreo que se encontraron secos o aquellos que no pudieron ser monitoreados por dificultad de ingreso.
Fuente: Gessig S.A.S., 2025

El índice de contaminación por materia orgánica (**ICOMO**), evidenció en las dos épocas climáticas evaluadas una contaminación desde baja hasta contaminación alta, los valores de contaminación por materia orgánica fueron menores durante la época de lluvia en comparación con la época seca. Se registró contaminación alta por materia orgánica en algunos puntos de las microcuencas bajo río Negro (época seca), caño Banderas (época seca), caño Güio (época seca), caño Menegua (época seca), caño Santoya (época seca), caño Venturosa (época seca), caño Yarico (época seca), río Meta (época de lluvia y seca), y, río Upía (época de lluvia). Estos valores reflejan en gran medida el resultado de las concentraciones de coliformes totales y DBO_5, indicando una alta presencia de carga orgánica que proviene de fuentes naturales y antrópicas.

El índice de Contaminación por Mineralización (**ICOMI**), no evidenció contaminación en la casi la totalidad de los puntos monitoreados, los puntos TOTUMAL_CLE_03 (época de lluvia),

MENEGUA_CLE_02 (época seca), HUMEA_CL_01A (época seca), UPIA_CL_02 (época de lluvia), y los puntos de ocupación de cauce OCmn11 (época de lluvia y seca), y, OCMY6 (época seca), registraron contaminación baja, producto de un aumento leve en los parámetros de conductividad, alcalinidad y dureza; mientras que, el punto UPIA_CL_01 en época de lluvia, registró una contaminación Alta por mineralización, relacionado con las concentraciones máximas registradas para conductividad eléctrica (416 µS/cm), dureza total (163 mg/L), alcalinidad total y bicarbonatos (106 mg/L), todos vinculados con la mineralización natural por arrastre de escorrentía superficial por lluvias, de suelos y disolución de materiales geológicos.

El Índice de pH (**ICOPH**), no evidenció contaminación en la mayoría de los puntos de monitoreo, sin embargo, registró contaminación "baja" a "media" en algunos puntos de las microcuencas del caño El Aceite, caño El Boral, caño Emma, caño Güio, caño Navajitas, caño Navajas Sur, caño Venturosa, caño Yarico, caño La Victoria, caño Yurimena, río Meta, río Cabuyarito, y río Yucao. A pesar de esto, los resultados permiten descartar algún tipo de contaminación por parte del potencial de hidrógeno (pH), el cual no influye sobre los procesos fisicoquímicos ni biológicos que se llevan a cabo al interior de los cuerpos de agua.

El Índice de Contaminación por Sólidos Suspendidos (**ICOSUS**), evidenció un aumento en la concentración de sólidos suspendidos de la época de lluvia a la época seca, los rangos de contaminación registrados fueron desde "ninguna" hasta "muy alta", las microcuencas que registraron un ICOSUS muy alto durante las dos épocas hidroclimáticas muestreadas fueron: río Metica, río Meta, río Humea, caño Venturosa, las que sólo registraron en época de lluvia fueron: río Upía, caño Navajas Sur y el caño Macapay; y, en la época seca fue el caño Güio, caño El Boral, caño Banderas, y bajo río Negro. Los resultados para el ICOSUS están estrechamente relacionados con el incremento del nivel de sólidos suspendidos para la época seca. Esto permite evidenciar un aumento de partículas orgánicas e inorgánicas en suspensión en una concentración hasta de 2680 mg/L, lo cual incrementa la turbidez a concentraciones mayores a 1000 NTU, afectando negativamente a los organismos acuáticos, especialmente aquellos que requieren realizar el proceso de fotosíntesis.

Finalmente, en el caso del Índice de Contaminación Trófica (**ICOTRO**), la totalidad de los puntos durante las dos épocas registraron concentraciones inferiores al límite de detección de la técnica analítica utilizada por el laboratorio, a excepción del punto PMASup_DS_12 el cual en época seca registró una concentración de fósforo igual a 0,442 mg/L, lo anterior indica que, los valores son bajos a no detectables, lo que sugiere baja disponibilidad de fósforo, nutriente limitante clave en los procesos de eutroficación. De acuerdo con los resultados obtenidos, no se evidencian condiciones generalizadas de eutrofización en las microcuencas analizadas, dado que los niveles de fósforo y nitrógeno son bajos o no detectables, y la DBO5 y DQO son generalmente bajas. Sin embargo, existen indicios de procesos tróficos localizados en cuerpos de agua lénticos como caño Totumal (PMASup_DS_12), caño Menegua (MENEGUA_CLE_02) y caño Banderas, donde la combinación de fósforo detectable, alta carga orgánica (COT) y DBO5 elevada podría generar condiciones favorables para acumulación de biomasa y reducción de oxígeno disuelto.

3.2.5.2.4 Conclusiones

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos a partir del monitoreo y la caracterización fisicoquímica y microbiológica realizada en los puntos de muestreo de las principales microcuencas al interior del área de influencia fisicobiótica del Bloque CPO-5, se realizan conclusiones presentadas a continuación. Además, en el **anexo 3.2-5h_Resumen_FQ-HB**, se presentan las características principales de cada punto relacionando los resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos presentados en este documento, con los resultados de los parámetros hidrobiológicos presentados en el *capítulo 3.2.3 Ecosistemas acuáticos*.

- Los resultados evidencian un comportamiento térmico normal donde el intercambio de energía entre el sistema atmosférico y el cuerpo de agua se regula, debido a que la temperatura ambiente fue superior a la temperatura del agua; la temperatura ambiente durante la época de lluvia osciló entre 25,9 °C y 35,2 °C; y durante la época seca osciló entre 24,2 °C y 37,2 °C. Los resultados obtenidos no evidenciaron alteraciones importantes en los cuerpos de agua evaluados y evidencian condiciones para disolución de oxígeno y mantenimiento de los procesos biológicos.
- Los valores de pH registrados permitieron inferir características ácidas y alcalinas en los puntos monitoreados, se determinó un comportamiento tendente a la acidez en la mayoría de los puntos muestreados, lo cual está directamente relacionado con la composición de las aguas superficiales, la actividad biológica y la naturaleza fisicoquímica y mineral de los suelos por donde corren las aguas, así mismo, la mayoría los puntos monitoreados registraron un pH inferior al límite permisible en el Artículo 2.2.3.3.9.4. (6,5 unidades de pH). La microcuenca del río Yucao registró los valores de pH más bajos durante la época de lluvia y seca (5,00 a 5,62 unidades de pH).
- El oxígeno disuelto es un indicador muy importante de la calidad de agua ya que, permite detectar el grado de contaminación del agua y condiciona la presencia de organismos aeróbicos. Los resultados del monitoreo realizado evidencian una menor concentración de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua lénticos frente a los lóticos. En la microcuenca del río Humea se registró para la época de lluvia, la concentración de OD más baja igual a 0,94 mg/L (en el punto MADREVIEJA_HUMEA_02), y, la concentración más alta igual a 7,33 mg/L (en el punto HUMEA_CL_01A), mostrando un diferencial marcado entre los cuerpos de agua lénticos y lóticos. Durante la época seca, el valor mínimo de OD se registró nuevamente en la microcuenca del río Humea en el punto MADREVIEJA_HUMEA_02 (0,22 mg/L), mientras que el valor más alto se registró en la microcuenca del caño Navajas Sur, en el punto NAVAJAS_SUR_CL_02 (7,54 mg/L).

  Al menos un punto de monitoreo en cada microcuenca monitoreada presentó niveles de OD menores a 4 mg/L, límite establecido por el artículo 2.2.3.3.10 del Decreto 1076 de 2015 para la preservación de flora y fauna en aguas cálidas dulces. En general, las microcuencas analizadas reportaron valores de OD aceptables para asegurar un funcionamiento ecológico óptimo para las especies acuáticas.

- La conductividad eléctrica para la época de lluvia registró valores desde 3,40 µS/cm (en el punto de ocupación de cauce OCMY18 de la microcuenca del caño Menegua), hasta 416 µS/cm (en el punto UPIA_CL_01 de la microcuenca del río Upía); para la época seca, se registraron concentraciones entre 3,25 µS/cm (nuevamente el punto OCMY18 de la microcuenca del caño Menegua), y 226 µS/cm (en el punto MENEGUA_CLE_02 de la microcuenca del caño Menegua). Se observó una tendencia en los sistemas lóticos, a registrar conductividades desde muy débiles a una mineralización débiles, mientras que en los sistemas lénticos se presenta una mineralización entre muy débil y media.
- La concentración de Sólidos Disueltos Totales (SDT) incluye a las sales, minerales, metales y cualquier otro compuesto orgánico o inorgánico (< 1,5 µm) que se encuentra disuelto en el agua y que no puede ser separado de la muestra de agua mediante filtración. Durante la época de lluvia y seca, la mayoría de las microcuencas reportaron concentraciones que oscilaron desde <30 mg/L el cual es el límite de detección del método de cuantificación utilizado por el laboratorio, hasta 235 mg/L (en el punto UPI_CL_01) en época de lluvia, y, hasta 136 mg/L (en el punto MENEGUA_CLE_02) en época seca. Los valores más altos reportados fueron en los puntos muestreados de la microcuenca del caño Pirigua, el río Upía, el río Meta, y el río Metica.
- Las concentraciones de Sólidos Sedimentables (SSD) registraron en la mayoría de los puntos muestreados valores inferiores a 0,1 mL/L-h (límite de cuantificación del método implementado por el laboratorio), hasta a 6,0 mL/L-h en el punto METICA_CL_03 durante la época de lluvia, y, hasta 9,0 mL/L-h en el punto META_CLE_01 durante la época seca. La concentración de los sólidos sedimentables reportados en el monitoreo para la mayoría de los puntos es muy bajo o prácticamente nulo, siendo esto un indicativo del dinamismo en el sistema, el cual, se encuentra relacionado con los flujos internos y laminares.
- Los Sólidos Suspendidos Totales (SST) registraron concentraciones desde <10 mg/L (límite de cuantificación de la técnica analítica usada por el laboratorio), hasta >1000 mg/L para la época de lluvia y seca, en las microcuencas del caño Navajas Sur, el río Metica, y el río Meta. En época de lluvia, se observan mayores concentraciones de SST, y una alta influencia de materia orgánica e inorgánica particulada lo cual también se refleja en las concentraciones de Turbidez.
- La turbiedad evidenció una relación directa con la concentración de sólidos suspendidos totales (SST) registrados en los puntos de monitoreo. Los valores de turbiedad oscilaron en la época de lluvia entre 6,78 NTU (en el punto YUCAO_CL_01), y 530 NTU (en el punto HUMEA_CL_01A), mientras que, en la época seca, se obtuvieron para los cuerpos de agua lénticos valores entre 4,30 NTU (en el punto de ocupación de cauce OCmn18 de la microcuenca del caño Yurimena), y 730 NTU (en el punto de ocupación de cauce OCmn13 de la microcuenca del caño Banderas), y para los cuerpos de agua lóticos se obtuvieron concentraciones desde 14,3 NTU (PMASUP_DS_19). La turbiedad en las microcuencas del caño Pirigua, caño Banderas, caño El Boral, caño Güio, caño Ipapa, río Upía, río Meta, río Metica y río Humea, registró concentraciones superiores al límite permitido en el Artículo 2.2.3.3.9.4. del Decreto 1076 de 2015, en al menos 1 punto de la microcuenca.

- La concentración de compuestos que generaron una reacción ácida en el agua registró en la mayoría de los puntos de muestreo, en ambas épocas climáticas, valores inferiores al límite de cuantificación del método de análisis implementado por el laboratorio (<2 mg $CaCO_3$/L). Los valores máximos de acidez fueron 3,50 mg $CaCO_3$/L, en los puntos NAVAJAS SUR_CL_02 y MADREVIEJA_NEGRO_02, en época de lluvia; y, 3,00 mg $CaCO_3$/L en el punto PMASup_DS_12 de la microcuenca del caño El Totumal. Lo anterior indica que a nivel general los puntos muestreados en las microcuencas del área de influencia físico-biótica del Bloque CPO-5 presentan cantidades bajas de aniones, principalmente a base de nitrógeno y derivados de la descomposición del material orgánico y algunos cationes de carácter ácido.
- Los compuestos alcalinos tales como los bicarbonatos, reportaron una concentración proporcional a la alcalinidad, en las microcuencas analizadas se reportaron concentraciones generalmente bajas, inferiores al límite de cuantificación del método analítico empleado por el laboratorio MCS (<2 mg/L) en la mayoría de los puntos muestreados, tanto en la época de lluvia como en la época seca. Sin embargo, en algunos puntos de las microcuencas del río Upía, caño Macapay, caño Navajas Sur, río Meta, caño El Boral, y algunos cuerpos de agua lénticos, se registraron valores más altos al límite de determinación, alcanzando hasta 106 mg/L en el punto UPIA_CL_01 en época de lluvia, y, 110 mg/L en el punto MENEGUA_CLE_02 en época seca. Estos resultados son acordes a los valores de pH reportados en cada punto de muestreo y refleja una capacidad amortiguadora adecuada en los cuerpos de agua, contribuyendo a la estabilidad del pH, y evitando alteraciones significativas por sustancias ácidas.
- Los parámetros de dureza cálcica y dureza total, en la mayoría de los puntos de monitoreo, reportaron niveles bajos, con concentraciones por debajo del límite de cuantificación del método de análisis implementado por el laboratorio (<3 mg/L $CaCo_3$), clasificando el agua de la mayoría de los puntos como "Blanda". Sin embargo, en algunos puntos específicos de las microcuencas se registraron valores más altos alcanzando un grado de dureza del agua entre moderadamente dura a dura, de acuerdo con la clasificación de Roldan y Ramírez (2008), llegando a registrar valores de hasta 149 mg/L de dureza cálcica y 162 mg/L de dureza total en el punto UPIA_CL_01 en época de lluvia. Estos resultados reflejan una baja presencia de compuestos como calcio y magnesio en la mayoría de los cuerpos de agua, lo que contribuye a la calidad del agua y su aptitud para diversos usos.
- En la totalidad de puntos muestreados, los parámetros de grasas y aceites, hidrocarburos, y fenoles totales, registraron concentraciones inferiores al límite de detección de los métodos analíticos utilizados por el laboratorio (<1,40 mg/L para hidrocarburos totales, grasas y aceites, y, <0,002 mg/L para fenoles totales). Teniendo en cuenta que en todos los casos las concentraciones fueron inferiores a los límites detectables por el método de análisis, se considera que no existen afectaciones relacionadas con estos compuestos en ninguno de los puntos evaluados. Además, se reportó cumplimiento del límite máximo permisible de fenoles totales establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 del Decreto 1076 de 2015.

- Los sulfatos y los cloruros, en la mayoría de los cuerpos de agua monitoreados, registraron valores inferiores al límite de cuantificación del método de análisis utilizado por el laboratorio encargado MCS (<5 mg SO_4^{2-}/L para sulfatos, y <4 mg/L para cloruros) en las dos épocas climáticas analizadas. En las microcuencas del caño Pirigua, río Upía, río Metica, río Humea, el caño Boral, caño Totumal, caño Menegua, y el caño Navajas Sur, se obtuvieron concentraciones detectables que demostraron cumplimiento del límite máximo permisible establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (400 mg/L para sulfatos y 250 mg/L para cloruros).
- El color de las muestras reportado en la mayoría de los puntos caracterizados fue superior al límite permisible establecido en los Artículos 2.2.3.3.9.3. (20 UPC) y 2.2.3.3.9.4. (75 UPC), posiblemente relacionado a la presencia de hierro, así como el contacto del agua con desechos orgánicos, hojas, madera, raíces, etc., en estado de descomposición, y la presencia de taninos y ácido húmico.
- En la época seca no se registra material flotante en ningún punto muestreado, mientras que durante la época de lluvia se observó presencia de material flotante en al menos un punto de las microcuencas del caño Yarico, caño El Boral, caño Güio y el río Humea. La presencia de material flotante en los puntos monitoreados puede deberse a diversas razones como la presencia de materia orgánica en descomposición en la superficie de los cuerpos de agua que cuentan con vegetación arbustiva, la presencia de contaminantes provenientes de fuentes industriales, agrícolas o urbanas, y el aumento de la pluviosidad que favorece el transporte de materiales hacia los cuerpos de agua ya sea mediante la escorrentía superficial o aumento del caudal.
- En cuanto a olor y sabor, la totalidad de puntos de monitoreo se han reportado como "Aceptable" para las épocas climáticas seca y de lluvia, indicando que no existe una presencia alta de sustancias o compuestos orgánicos que alteren las propiedades organolépticas del agua.
- En la mayoría de los puntos muestreados se registró concentraciones de Nitratos entre 0,14 mg/L y 0,16 mg/L la época de lluvia y seca, alcanzando una concentración máxima 0,64 en la laguna Venturosa (VENTUROSA_CLE_01) en época de lluvia, y de 0,99 mg/L en el punto de ocupación de cauce OCMY7 sobre el caño Ipapa en época seca. Los resultados permiten inferir que los cuerpos de agua no presentan un contenido importante de nitratos, lo que indica que no existirían afectaciones en el recurso hídrico por compuestos nitrogenados.
- Los Nitritos en casi la totalidad de puntos muestreados reportaron concentraciones inferiores al límite de cuantificación del método de análisis empleado por el laboratorio MCS (<0,0100 mg N-NO2/L). En algunos puntos de las microcuencas del caño Macapay, caño Ipapa, caño El Totumal, río Meta, río Negro, y laguna Venturosa, registró valores superiores alcanzando hasta 0,04 mg/L en el punto VENTUROSA_CLE_01 en época de lluvia, y 0,14 en el punto de ocupación de cauce OCMY7 sobre el caño Ipapa en época seca. Los resultados obtenidos evidencian valores bajos y/o nulos que indican que los sistemas hídricos poseen las condiciones necesarias para permitir la oxidación de nitritos a su forma más asimilable.

- El parámetro de nitrógeno amoniacal es un indicador de contaminación reciente con compuestos orgánicos, en muestras analizadas, la totalidad de los puntos reportó concentraciones menores al límite de cuantificación de la técnica de análisis empleada por el laboratorio <1 mg/L, a excepción del punto EL PASO_CL_01 de la microcuenca del caño El Paso, el cual registró un valor detectable de 4,90 mg/L en la época seca. A nivel normativo, el decreto 1076 de 2015 no fija límites para este parámetro. En general, los cuerpos de agua monitoreados no muestran presencia de estos compuestos.
- En la mayoría de los puntos muestreados, tanto en época seca como lluviosa, las concentraciones de todas las formas de fósforo (orgánico, inorgánico, ácido hidrolizable, total y reactivo total) fueron inferiores a los límites de detección o cuantificación del método analítico empleado por el laboratorio (<0,10 mg/L para Fósforo inorgánico, y <0,150 mg/L para los demás compuestos fósforo). Solo el punto PMASup_DS_12 de la microcuenca del caño Totumal, en época seca, presentó concentraciones detectables de fósforo inorgánico, fósforo ácido hidrolizable, fósforo total y ortofosfatos. Los resultados reflejan una baja disponibilidad de este nutriente en el ecosistema evaluado y, por tanto, un bajo riesgo de procesos de eutrofización.
- El carbono orgánico total es un elemento que se origina de forma natural en plantas y animales como resultado de su metabolismo, excreción y descomposición. En la mayoría de las microcuencas, el COT fue bajo (<2 mg/L) en época seca y presentó valores ligeramente mayores en época de lluvia, con algunas excepciones alcanzando valores de hasta 18,2 mg/L en el punto de ocupación de cauce OCmn13 de la microcuenca del caño Banderas en época seca. En general, los valores de COT registrados son producto del aporte natural de materia orgánica por arrastre de hojarasca, suelos y vegetación durante lluvias; en la época seca, puede haber concentración por menor dilución y actividad biológica local.
- La DBO_5 y la DQO registraron concentraciones predominantemente bajas en todas las microcuencas iguales al límite cuantificable de la técnica analítica empleada para su determinación (<2 mg/L para DBO_5, <20 mg/L para DQO). El punto MENEGUA_CLE_02, ubicado sobre un cuerpo de agua léntico tipo Pantano, asociado a la microcuenca del caño Menegua, fue donde se registraron los valores máximos para estos parámetros durante la época seca, 156 mg/L para DBO_5, y, 285 mg/L para DQO, atribuibles a alta descomposición orgánica en ese punto determinado. En general, las microcuencas analizadas presentan una baja carga orgánica biodegradable, que suele acumularse en cuerpos de agua lénticos, e incrementar la concentración durante la época seca.
- Se analizaron diferentes metales, metaloides y no metales para los puntos de monitoreo. Los parámetros arsénico total, bario total, cadmio total, cobre total, cromo total, níquel total, plata total, selenio total, berilio, calcio total, cobalto, estaño, litio, molibdeno, magnesio total, mercurio, potasio, sodio total y vanadio presentaron en casi la totalidad de los puntos de monitoreo de cada microcuenca, para las épocas climáticas seca y de lluvia, concentraciones inferiores a los límites de cuantificación de los respectivos métodos analíticos empleados por el laboratorio; la totalidad de los puntos monitoreados cumplen a su vez con los límites normativos establecidos para cada metal y metaloide en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015. Las concentraciones obtenidas permiten descartar posibles

afectaciones por la presencia de dichas sustancias en los cuerpos de agua monitoreados durante este complemento del EIA.

- En general, los resultados de aluminio, zinc, hierro, manganeso y plomo total registraron concentraciones mayores al límite de detección en algunas microcuencas, pero dentro de los límites de calidad establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 del 2015. Sin embargo, algunos de los puntos muestreados en las microcuencas del río Meta, río Humea, río Metica, caño Menegua, río Cabuyarito, río Upía, río Negro, y el caño Navajas Sur, reportaron valores superiores al límite permitido en dicha norma para los parámetros Aluminio total, Hierro Total, y Manganeso total, tuvieron altas concentraciones. Estas concentraciones elevadas de aluminio, hierro y manganeso especialmente durante la época de lluvias, son atribuibles a una combinación de factores naturales como la geología y los suelos de la zona ricos en minerales que se liberan al agua por procesos de meteorización, condiciones anaeróbicas del agua evidenciado en los bajos niveles de OD y la tendencia a la acidez del agua que puede aumentar la solubilidad de estos metales; con factores antrópicos como la sobreexplotación y mal manejo de los suelos vulnerables a la erosión y el uso de fertilizantes y enmiendas en actividades agrícolas.
- Las coliformes fecales termotolerantes se refieren a un grupo específico del microbiota intestinal que durante la deposición de heces son excretadas al medio; así pues, la concentración de coliformes fecales termotolerantes en todas las microcuencas analizadas cumplen con los límites máximos permisibles para fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano sin tratamiento (2.000 NMP/100 mL, art. 2.2.3.3.9.3) y para aguas crudas con tratamiento convencional (1.000 NMP/100 mL, art. 2.2.3.3.9.5) del Decreto 1076 de 2015. Sin embargo, todas las microcuencas presentan concentraciones que superan el límite más estricto de 200 NMP/100 mL (art. 2.2.3.3.9.7), aplicable para cuerpos de agua destinados a actividades recreativas con contacto primario y para mantener óptima calidad sanitaria. La superación de este límite estricto se asocia principalmente con el aporte de excretas de fauna silvestre y ganado en áreas de pastoreo cercanas a los cauces, el arrastre superficial de materia orgánica durante la época de lluvias, y el inadecuado manejo de alcantarillado en asentamientos dispersos.
- Los coliformes totales se refieren a la totalidad de bacterias Gram negativas, que tengan origen intestinal excretadas al medio por heces, y aquellas que son de vida libre presentes en el suelo, el agua y adheridas a la flora, por lo tanto, parte de su concentración son las coliformes fecales. Los valores de concentración para coliformes totales en todas las microcuencas cumplen con los límites para agua cruda destinada a consumo humano (20.000 NMP/100 mL, art. 2.2.3.3.9.3) y con el límite de 5.000 NMP/100 mL para cuerpos de agua con tratamiento convencional (arts. 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.8). Sin embargo, todos los puntos superan el límite de 1.000 NMP/100 mL (arts. 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7) que aplica a cuerpos de agua para actividades recreativas con contacto primario. Los resultados de las coliformes fecales coinciden con los resultados obtenidos para coliformes totales, las posibles fuentes son similares: carga difusa de fuentes fecales, escorrentía agrícola, excremento de ganado, y posibles descargas puntuales mal gestionadas.

- Los huevos de Helmintos son la forma de reproducción de los parásitos Helmintos, que incluyen gusanos y lombrices. Estos parásitos pueden infectar a humanos y animales a través de alimentos, agua, suelo y otros medios[11]. Los huevos de Helmintos presentaron para la totalidad de los puntos de monitoreo, durante la época de lluvia y la época seca, concentraciones menores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio (< huevo/L). Adicionalmente, en la normativa de referencia no se estipula ningún límite permisible en los artículos 2.2.3.3.9.3 al 2.2.3.3.9.10 aplicables.
- Las sustancias activas al azul de metileno son compuestos principalmente tensoactivos que por su naturaleza en mayor o menor grado producen espuma cuando el agua es agitada, y cuya causa principal reside en la permanencia de residuos detergentes domésticos[12]. Para las dos épocas hidroclimáticas analizadas se registró en las microcuencas analizadas concentraciones inferiores al límite de cuantificación por la técnica analítica empleada por el laboratorio MCS para su determinación (<0,200 mg LAS/L), en la totalidad de los puntos evaluados, los resultados indican que no se presenta ningún tipo de afectación derivada de la presencia de vertimientos sobre los cuerpos de agua monitoreados en el área de influencia. De igual forma, se cumple a cabalidad con el límite máximo permisible contemplado en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.8 del Decreto 1076 de 2015 (0,5 mg LAS/L).
- Los pesticidas organofosforados son sustancias y/o mezclas de elementos cuya función es prevenir, eliminar o controlar una "plaga", también puede ser utilizado como regulador del crecimiento de las plantas, sin embargo, en altas concentraciones pueden ser perjudiciales para la salud y el medio ambiente[13]. Este parámetro presentó en la totalidad de puntos muestreados en cada microcuenca concentraciones inferiores al límite mínimo de cuantificación establecida por la respectiva técnica analítica empleada por el laboratorio para su determinación (<0,00001 mg/L). Por lo anterior, es posible afirmar que hay ausencia de dicho compuesto en las muestras de agua analizadas, concluyendo así que la calidad del agua de estos ecosistemas acuáticos no ha sido afectada por vertimientos de fuentes exógenas que contengan este tipo de compuesto, lo cual es favorable para la calidad del agua superficial y el desarrollo de los organismos vivos al interior de los sistemas hídricos. También es de aclarar que en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.6, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8, 2.2.3.3.9.9 y 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no se establecen límites restrictivos para este parámetro, por lo tanto, no se realiza comparación normativa.
- Respecto al caudal, en general, hay un patrón de mayor caudal en época de lluvia, se evidencia que los cuerpos de agua lóticos correspondientes drenajes intermitentes y canales, registraron condiciones de bajo o nulo flujo de agua durante la época seca, teniendo implicaciones en el aumento de la concentración de parámetros como nitritos, nitratos, fósforo total, nitrógeno amoniacal, ortofosfatos, entre otros. Para ver más información, detallada y en forma gráfica, del aforo de caudal, sección mojada, velocidades, ancho superficial, área mojada, perímetro

[11] Pineda, C. (2010). Prevalencia de Huevos de Helmintos en lodos, agua residual cruda y tratada provenientes de un sistema de tratamiento de aguas residuales de municipio el Rosal, Cundinamarca. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C.
[12] Barrenechea, A. (2004). Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua. Tratamiento de agua para consumo humano. Plantas de filtración rápida. Manual I: teoría. Tomo I. Lima: CEPIS.
[13] Marín, B. (2009). Manual de química del agua. Teoría y práctica. Universidad del Magdalena. 220p.

mojado, velocidad media, profundidad media, velocidad máxima y caudal, remitirse al **anexo 3.2-5_Calidad_ASUP**.

3.2.5.3 Análisis multitemporal de la tendencia de la calidad de agua superficial en el Bloque CPO-5

Con el objetivo de evaluar la tendencia de la calidad fisicoquímica, bacteriológica e hidrobiológica del agua superficial en el Bloque CPO-5, se realizó un análisis multitemporal de la tendencia de la calidad de agua de ocho puntos que han sido monitoreados a lo largo de los años durante la operación del Bloque CPO-5, estos puntos están ubicados en los principales cuerpos de agua al interior del área de influencia fisicobiótica del proyecto, a saber: caño Boral, caño Yarico, río Cabuyarito, río Humea, río Meta, río Metica, río Yucao, y caño Barbascos.

Para el análisis multitemporal se consideraron los datos de los monitoreos reportados a la autoridad ambiental ANLA desde el año 2011 (Evaluación de Impacto Ambiental - EIA para la obtención de la Licencia Ambiental Global del Bloque CPO-5) hasta el 2025, incluyendo los monitoreos realizados para el actual EIA para la modificación de licencia ambiental. Se analizaron los índices de contaminación (ICOMO, ICOSUS, ICOMI, ICOpH e ICOTRO), el índice de calidad del agua (ICA) y parámetros hidrobiológicos.

Los resultados del análisis multitemporal se presentan en el **anexo 3.2-5i_Analisis_MT_calidad_AS**. En general, los resultados proporcionan una visión de cómo las actividades humanas han afectado la calidad del agua en los cuerpos hídricos evaluados, y refuerza la información acerca de los impactos sinérgicos y acumulativos, utilizada en la evaluación de impacto ambiental del presente complemento al EIA, así como, proporciona información para el diseño de medidas de manejo que aborden los impactos identificados en la calidad del agua.

3.2.5.4 Bibliografía

Barrenechea, A. (2004). Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua. Tratamiento de agua para consumo humano. Plantas de filtración rápida. Manual I: teoría. Tomo I. Lima: CEPIS.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. (2007). Determinación de Sólidos Suspendidos Totales en agua secados a 103 – 105 °C. Bogotá: Subdirección de hidrología – grupo laboratorio calidad ambiental.

Marín, B. (2009). Manual de química del agua. Teoría y práctica. Universidad del Magdalena. 220p.

Pineda, C. (2010). Prevalencia de Huevos de Helmintos en lodos, agua residual cruda y tratada provenientes de un sistema de tratamiento de aguas residuales de municipio el Rosal, Cundinamarca. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C.

Ramírez, A., Restrepo, R., & Viña, G. (1997). Cuatro índices de contaminación para caracterización de aguas continentales. Formulaciones y aplicación. T&F-Ciencia, Tecnología y Futuro, 1 (3), 135 – 153.

ROMERO, J. (2009). Calidad del agua. Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Tercera edición.

Roldan Restrepo, G., & Ramírez Restrepo, J. J. (2008). Fundamentos de limnología neotropical. Universidad de Antioquía.

Rodier, J. (1996). Análisis de las aguas naturales, aguas de mar: Física, Química, Bacteriológica y Biología (1st ed.).

VON, M. (2007). Wastewater charactheristics, tratment and diposal. Vol I. Brasil