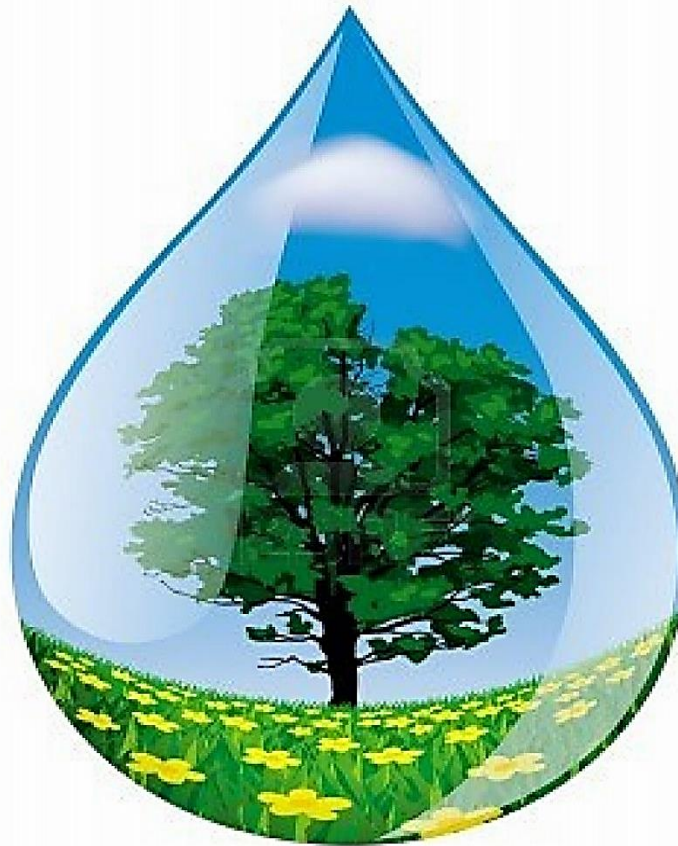


**PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO DE
LA QUEBRADA EL PESCADOR, JURISDICCIÓN DEL
MUNICIPIO DE EL HOBO EN EL DEPARTAMENTO DEL
HUILA.**



CONSORCIO PORH CAM 2017

**FASE 4: PLAN DE ORDENAMIENTO DEL
RECURSO HIDRICO**

4.8. RESUMEN EJECUTIVO

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	12
OBJETIVOS	13
OBJETIVO GENERAL	13
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
GLOSARIO	15
MARCO LEGAL	22
MARCO CONCEPTUAL	25
DECLARATORIA DE ORDENAMIENTO DEL CUERPO DE AGUA	28
DIAGNOSTICO, INFORMACION DISPONIBLE E INSPECCION EN CAMPO 29	
4.8.1. Ubicación general de la subcuenca y localización en la estructura hidrográfica	29
4.8.2. Resultados de los recorridos en campo.....	32
4.8.2.1. Identificación de los tributarios principales.....	33
4.8.2.2. Establecimiento de la red de monitoreo.....	38
4.8.2.3. Determinación de tramos homogéneos	40
4.8.2.4. Censo de usuarios a partir del análisis de información disponible y recolectada en campo.....	43
4.8.2.4.1. Clasificación de los usos actuales	47
4.8.2.5. Análisis de los conflictos actuales.....	50
4.8.2.5.1. Conflicto por Riesgo Alto en la calidad del agua para uso doméstico	50
4.8.2.5.2. Conflicto por disminución de caudal	53
4.8.2.5.3. Conflicto por uso del suelo.....	60
RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA	65
4.8.3. Determinación de parámetros In Situ	65
4.8.4. Determinación de parámetros en laboratorio.....	71
4.8.4.1. Análisis de resultados fisicoquímico y bacteriológico	76
4.8.4.2. Determinación de cargas contaminantes.....	78
4.8.4.2.1. Cargas contaminantes cauce principal y afluentes caracterizados.....	78
4.8.4.3. Perfiles de calidad del cuerpo de agua.....	82
4.8.4.3.1. Parámetros In Situ	82
4.8.4.3.1.1. Caudal.....	82
4.8.4.3.1.2. Potencial de Hidrógeno – PH.....	85
4.8.4.3.1.3. Temperatura.....	87
4.8.4.3.1.4. Conductividad Eléctrica.....	89
4.8.4.3.1.5. Oxígeno Disuelto.....	92
4.8.4.3.2. Parámetros evaluados en el laboratorio	96
4.8.4.3.2.1. Demanda Biológica de oxígeno (DBO ₅)	96
4.8.4.3.2.2. Demanda química de oxígeno (DQO)	98
4.8.4.3.2.3. Coliformes Totales	101

4.8.4.3.2.4. Coliformes Fecales.....	103
4.8.4.3.2.5. E. Coli.....	106
4.8.4.4. Índices de calidad del agua	108
4.8.4.4.1. Índice de calidad de agua (ICA) por la metodología propuesta por el Estudio Nacional de Agua (ENA, 2014)	109
4.8.4.4.1.1. Índice de calidad de Agua (ICA) – Qda. El Pescador... ..	109
4.8.4.4.1.2. Índice de calidad de Agua (ICA) – Afluentes.....	111
ESTIMACIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA TOTAL Y DISPONIBLE	114
4.8.5. Análisis de las condiciones climáticas	114
4.8.5.1. Caracterización de la precipitación	114
4.8.5.2. Caracterización de la Temperatura.....	121
4.8.5.3. Estimación de la evapotranspiración	124
4.8.6. Estimación del caudal ambiental	127
4.8.6.1. Metodología. Índices hidrológicos 7Q10 y Q95%	127
4.8.6.1.1. Propuesta de caudales ambientales	128
4.8.6.2. Oferta hídrica superficial disponible	128
DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA ACTUAL DEL RECURSO HÍDRICO.	131
4.8.7. Demanda sectorial.....	131
4.8.7.1. Demanda del sector humano o doméstico.....	133
4.8.7.2. Demanda del sector agrícola	133
4.8.7.3. Demanda del sector pecuario	133
4.8.8. Demanda total	134
RIESGOS ASOCIADOS A LA REDUCCIÓN DE LA OFERTA Y A LA DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO	135
4.8.9. Determinación y análisis del riesgo asociado a la reducción	135
4.8.10. Riesgos asociados a la disponibilidad del recurso hídrico	138
4.8.10.1. Determinación del Riesgo por estación y por tramos	138
4.8.11. Análisis de riesgos.....	141
PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA	142
4.8.12. Demanda Proyectada	142
4.8.12.1. Demanda proyectada del sector humano o doméstico	142
4.8.12.2. Demanda proyectada del sector pecuario	144
4.8.12.3. Demanda proyectada del sector agrícola	146
MODELACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA	150
4.8.13. Protocolo de modelación de calidad del agua	150
4.8.14. Selección o desarrollo del código del modelo.....	150
4.8.14.1. Definición de las variables y los procesos y a simular	151
4.8.15. Planteamiento de escenarios.....	153
4.8.16. Conclusiones y recomendaciones	157
IDENTIFICACIÓN DE USOS POTENCIALES	158
4.8.17. Usos potenciales definidos en el corto, mediano y largo plazo	158
4.8.18. Descripción de los usos potenciales.....	166
ESTRATEGIA DE PARTICIPACIÓN	168
4.8.19. Paso a paso de la Estrategia	168

CLASIFICACIÓN DEL CUERPO DE AGUA EN ORDENAMIENTO	173
4.8.20. Aguas que pertenecen a Clase I.....	173
4.8.21. Aguas que pertenecen a Clase II.....	173
4.8.22. Descripción de las clases de aguas.....	174
ESTABLECIMIENTO DE USOS Y DEFINICIÓN O AJUSTE DE OBJETIVOS Y CRITERIOS DE CALIDAD	176
4.8.23. Definición de los objetivos de calidad para el corto, mediano y largo plazo	176
4.8.24. Zonas y condiciones de uso del recurso hídrico – Quebrada El Pescador.....	177
4.8.24.1. Zonas prohibidas para el desarrollo de actividades como la pesca, deporte y similares.....	178
4.8.24.2. Zonas donde se prohíbe o condiciona la descarga de aguas residuales o residuos líquidos y/o Gaseosos.....	178
4.8.25. Usos definitivos por tramos	179
DEFINICIÓN DE METAS QUINQUENALES DE REDUCCIÓN DE CARGAS CONTAMINANTES	180
4.8.26. Metas quinquenales de reducción de carga contaminante.....	180
4.8.26.1. Línea Base por tramos de monitoreo.....	181
4.8.26.2. Carga Máxima Permisible.....	182
4.8.26.3. Metas de reducción de carga contaminante	184
PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AL RECURSO HÍDRICO	186
4.8.27. Aspectos generales para el programa de seguimiento y monitoreo	186
4.8.28. Objetivos, programa de monitoreo y seguimiento del recurso hídrico	186
4.8.29. Duración de las campañas de monitoreo	186
4.8.30. Parámetros a monitorear	187
4.8.31. Ubicación de las estaciones de monitoreo	189
4.8.32. Recomendaciones a tener en cuenta	194
4.8.33. Proyección de costos para seguimiento y monitoreo del recurso hídrico en el corto, mediano y largo plazo	195
4.8.34. Cronograma de seguimiento al recurso hídrico	197
PRESUPUESTO GENERAL – COMPONENTE PROGRAMÁTICO QDA. EL PESCADOR Y SUS PRINCIPALES AFLUENTES	198
CONCLUSIONES.....	199
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	212

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Principales normas colombianas relacionada con el medio ambiente, ordenamiento y manejo del recurso hídrico	24
Tabla 2. Veredas que conforman la Subcuenca de La Quebrada El Pescador	29
Tabla 3. Ubicación del cuerpo de agua en la estructura hidrográfica de la cuenca	31
Tabla 4. Estado actual de los principales afluentes de la Qda. El Pescador.....	38
Tabla 5. Descripción general de los puntos de monitoreo sobre el cauce de la Qda. El Pescador y sus afluentes principales	39
Tabla 6. Descripción de Tramos.....	41
Tabla 7. Usos reportados para la resolución 66 de 1950	43
Tabla 8. Usos concesionados posteriormente a la resolución de reglamentación 66 de 1950	44
Tabla 9. Usuarios identificados durante la inspección en campo	44
Tabla 10. Predios identificados durante la inspección en campo	45
Tabla 11. Fuente de abastecimiento hídrico para cada predio.....	45
Tabla 12. Usos reglamentados y no reglamentados por tramos de análisis	47
Tabla 13. Usos reglamentados y no reglamentados por red de monitoreo	47
Tabla 14. Caudales concesionados por usos y clasificados por tramos	48
Tabla 15. Clasificación de usos por tramos.....	49
Tabla 16. Resultados para los años 2016 y 2017 del nivel de riesgo por calidad de agua Qda. El Pescador, municipio de Hobo-Huila	51
Tabla 17. Resultados aforos líquidos por vadeo para las dos campañas de monitoreo	55
Tabla 18. Características de los sitios de aforos	56
Tabla 19. Problemática por disminución de caudal de la Qda. El Pescador	58
Tabla 20. Registro Fotográfico – Parámetros IN SITU “Qda. El Pescador”.....	66
Tabla 21. Registro Fotográfico – Parámetros IN SITU “Afluentes”	67
Tabla 22. Resultados Parámetros IN SITU Campaña 1	68
Tabla 23. Resultados Parámetros IN SITU Campaña 2	68
Tabla 24. Datos In Situ Estación C01 - Qda. El Pescador	69
Tabla 25. Datos In Situ Estación C02 - Qda. El Pescador	69
Tabla 26. Datos In Situ Estación C03 - Qda. El Pescador	70
Tabla 27. Datos In Situ Estación C04 - Qda. El Pescador	70
Tabla 28. Datos In Situ Estación A01 – Qda. Santa Bárbara	70
Tabla 29. Datos In Situ Estación A02 – Qda. El Madroñal	71
Tabla 30. Resultados Parámetros medidos en Laboratorio Qda. El Pescador.....	72
Tabla 31. Resultados Parámetros medidos en Laboratorio Qda. El Pescador.....	73
Tabla 32. Resultados Parámetros medidos en Laboratorio – Afluentes principales de la Qda El Pescador Campaña N° 1	74
Tabla 33. Resultados Parámetros medidos en Laboratorio – Afluentes principales de la Qda El Pescador Campaña N° 2	75
Tabla 34. Conversión de mg/l a meq/l para Aniones y Cationes – Qda. El Pescador y principales Afluentes – Campaña 1	77

Tabla 35. Conversión de mg/l a meq/l para Aniones y Cationes – Qda. El Pescador y principales Afluentes – Campaña 2	77
Tabla 36. Resultados de DBO ₅ , SST y Caudal para la determinación de cargas contaminantes Qda. El Pescador y afluentes principales “Campaña 1 y 2”	78
Tabla 37. Carga Contaminante – Qda. El Pescador y afluentes principales	79
Tabla 38. Escala de calificación de calidad de agua, con base en la DBO	96
Tabla 39. Coliformes fecales en heces animales y el hombre.....	104
Tabla 40. Parámetros utilizados para determinar – ICA “Qda. El Pescador” – Campaña 1.....	109
Tabla 41. Parámetros utilizados para determinar – ICA “Qda. El Pescador” – Campaña 2.....	109
Tabla 42. Cálculo de los Subíndices para determinar el ICA Qda. El Pescador – Campaña 1.....	110
Tabla 43. Cálculo de los Subíndices para determinar el ICA Qda. El Pescador – Campaña 2.....	110
Tabla 44. Índice de calidad de aguas – ICA Qda. El Pescador Campaña 1 y 2..	110
Tabla 45. Parámetros utilizados para determinar – ICA “Afluentes” – Campaña 1	111
Tabla 46. Parámetros utilizados para determinar – ICA “Afluentes” – Campaña 2	111
Tabla 47. Cálculo de los Subíndices para determinar el ICA “Afluentes” – Campaña 1	111
Tabla 48. Cálculo de los Subíndices para determinar el ICA “Afluentes” – Campaña 2	111
Tabla 49. Índice de calidad de aguas – ICA “Afluentes” Campaña 1 y 2.	112
Tabla 50. Estaciones Meteorológicas seleccionadas	114
Tabla 51. Datos de precipitación mensual y anual multianual de las estaciones con dominio en la subcuenca de la quebrada El Pescador.....	115
Tabla 52. Datos de precipitación total anual (mm) de las estaciones de dominio en la subcuenca de la quebrada El Pescador	118
Tabla 53. Registros medios mensuales multianuales de temperatura media, máxima y mínima de la estación Los Rosales	121
Tabla 54. Registros medios mensuales multianuales de temperatura media, máxima y mínima de la estación Algeciras	122
Tabla 55. Evapotranspiración potencial estimada para la estación Los Rosales	124
Tabla 56. Evapotranspiración potencial estimada para la estación Algeciras	125
Tabla 57. Resultados metodología 3 para la estimación de caudales ambientales	128
Tabla 58. Propuesta de caudales ambientales para un año hidrológico medio ..	129
Tabla 59. Propuesta de caudales ambientales en términos de fracción	129
Tabla 60. Propuesta de caudales ambientales para año hidrológico seco.....	129
Tabla 61. Oferta hídrica superficial disponible para año hidrológico medio	130
Tabla 62. Oferta hídrica superficial disponible para año hidrológico seco.....	130
Tabla 63. Demanda actual por sectores socioeconómicos	131
Tabla 64. Demanda actual del sector humano o doméstico de la quebrada El Pescador	133
Tabla 65. Demanda actual del sector agrícola de la quebrada El Pescador	133

Tabla 66. Demanda Actual del sector pecuario.....	134
Tabla 67. Demanda actual de la quebrada El Pescador	134
Tabla 68. Riesgo asociado a la reducción de la oferta para un año hidrológico normal	135
Tabla 69. Riesgo asociado a la reducción de la oferta para un año hidrológico seco	135
Tabla 70. Determinación del Riesgo por estación– Qda. El Pescador	138
Tabla 71. Determinación del Riesgo por tramos – Qda. El Pescador	138
Tabla 72. Censos de población rural en el municipio de Hobo.....	142
Tabla 73. Estimación de tasa de crecimiento para el sector rural del municipio de Hobo por el método geométrico	143
Tabla 74. Proyección de la demanda sector consumo humano para los escenarios de corto, mediano y largo plazo	143
Tabla 75. Factor de proyección estimado para el subsector piscícola, municipio de Hobo.....	145
Tabla 76. Módulo de consumo para el subsector piscícola	145
Tabla 77. Demanda proyectada para el subsector piscícola	146
Tabla 78. Cultivos irrigados con aguas de la quebrada El Pescador	146
Tabla 79. Factor de proyección cultivo de pastos municipio de El Hobo.....	147
Tabla 80. Factor de proyección cultivo de frutales y cholupa municipio de El Hobo	147
Tabla 81. Factor de proyección cultivo de cacao municipio de El Hobo.....	147
Tabla 82. Módulo de riego de concesiones de agua para cultivos en la quebrada El Pescador	148
Tabla 83. Área y demanda hídrica proyectada para el cultivo de pastos	149
Tabla 84. Área y demanda hídrica proyectada para el cultivo de frutales y cholupa	149
Tabla 85. Área y demanda hídrica proyectada para el cultivo de cacao	149
Tabla 86. Comparación entre modelos de calidad del agua	150
Tabla 87. Parámetros a medir en el cauce y vertimiento	152
Tabla 88. Constantes cinéticas para calibración	153
Tabla 89. Escenarios de modelación	154
Tabla 90. Escenario E1: Corto Plazo	155
Tabla 91. Escenario E2: Mediano Plazo	155
Tabla 92. Escenario E3: Largo Plazo	156
Tabla 93. Tramos definidos de acuerdo con los usos del recurso hídrico identificados	159
Tabla 94. Usos potenciales definidos para el corto plazo – Qda. El Pescador ...	159
Tabla 95. Usos potenciales definidos para el Mediano plazo – Qda. El Pescador	162
Tabla 96. Usos potenciales definidos para el Largo plazo – Qda. El Pescador ..	164
Tabla 97. Descripción de usos potenciales – Qda. El Pescador	167
Tabla 98. Mecanismos de convocatorias para los talleres de socialización	168
Tabla 99. Cronograma de talleres de socializaciones PORH de la Qda. El Pescador	170

Tabla 100. Resultado de los análisis de los talleres para la zona alta	171
Tabla 101. Resultado de los análisis de los talleres para la zona media	171
Tabla 102. Resultado de los análisis de los talleres para la zona baja	172
Tabla 103. Clasificación de las aguas de la Quebrada El Pescador – Hobo Huila	175
Tabla 104. Objetivos de calidad – Qda. El Pescador	177
Tabla 105. Información asociada a la categoría actual, objetivos y criterios de calidad.....	177
Tabla 106. Usos Definitivos por Tramos – Qda. El Pescador.....	179
Tabla 107. Descripción de los tramos de monitoreo de la Qda. El Pescador.....	181
Tabla 108. Línea base en Cargas contaminantes para DBO ₅ y SST, Quebrada El Pescador	182
Tabla 109. Cargas máximas permisibles Quebrada El Pescador	183
Tabla 110. Metas de reducción de carga contaminante a corto, mediano y largo plazo, Quebrada El Pescador.....	184
Tabla 111. Tiempos de Viaje – Quebrada El Pescador.....	187
Tabla 112. Parámetros objeto de monitoreo para el seguimiento – Qda El Pescador	189
Tabla 113. Costos proyectados a corto plazo para el seguimiento y monitoreo .	195
Tabla 114. Costos proyectados a mediano plazo para el seguimiento y monitoreo	196
Tabla 115. Costos proyectados a largo plazo para el seguimiento y monitoreo .	196
Tabla 116. Cronograma de actividades para el seguimiento y monitoreo del recurso hídrico – Quebrada El Pescador	197
Tabla 117. Componente programático del recurso hídrico Subcuenca Qda. El Pescador y sus principales afluentes	198

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estructura Hidrográfica – Subcuenca Qda El pescador	31
Figura 2. Ubicación espacial de los afluentes identificados en el área de estudio	42
Figura 3. Distribución espacial predial.....	46
Figura 4. Red de monitoreo – Aforo líquido por vadeo.....	54
Figura 5. Distribución espacial de las derivaciones que presentan conflictos por cantidad.....	57
Figura 6. Conflicto por uso del suelo en la subcuenca de la quebrada El Pescador	61
Figura 7. Usos identificados en campo y clasificación de conflictos por uso del suelo	63
Figura 8. Índice de calidad de Agua (ICA) Qda El Pescador y Afluentes - Campaña 1	112
Figura 9. Índice de calidad de Agua (ICA) Qda El Pescador y Afluentes - Campaña 2	113
Figura 10. Distribución espacial de la precipitación media anual multianual en la subcuenca de la quebrada El Pescador	120

Figura 11. Distribución espacial de la temperatura media anual multianual en la subcuenca de la quebrada El Pescador	123
Figura 12. Distribución espacial ETP media anual multianual en la subcuenca de la quebrada El Pescador	126
Figura 13. Demanda actual sobre la subcuenca de la quebrada El Pescador	132
Figura 14. Determinación y análisis del riesgo asociado a la reducción para un año hidrológico normal – Qda. El Pescador	136
Figura 15. Determinación y análisis del riesgo asociado a la reducción para un año hidrológico seco – Qda. El Pescador	137
Figura 16. Riesgo por disponibilidad del recurso hídrico – Qda. El Pescador “C 1”	139
Figura 17. Riesgo por disponibilidad del recurso hídrico – Qda. El Pescador “C 2”	140
Figura 18. Compatibilidad del suelo para Ley 2da de 1959 “Usos potenciales en el T 1”	160
Figura 19. Usos potenciales definidos para el corto plazo – Qda. El Pescador ..	161
Figura 20. Usos potenciales definidos para el Mediano plazo – Qda. El Pescador	163
Figura 21. Usos potenciales definidos para el Largo plazo – Qda. El Pescador .	165
Figura 22. Ubicación socializaciones - PORH Qda. El Pescador	170
Figura 23. Clasificación de las Aguas en ordenamiento.....	173
Figura 24. Mapa de la clasificación de las aguas de la Quebrada Pescador	175
Figura 25. Ubicación de los tramos de monitoreo sobre la Quebrada El Pescador	180
Figura 26. Ubicación estaciones de Monitoreo – Red de monitoreo Qda. El Pescador	193

LISTA DE GRAFICAS

Gráfica 1. Porcentaje de los usos del agua de acuerdo al caudal concesionado..	49
Gráfica 2. IRCA meses del año 2016 - Qda. El Pescador, Junta Administradora de Acueducto Vereda Centro	52
Gráfica 3. IRCA meses del año 2017 - Qda. El Pescador, Junta Administradora De Acueducto Vereda Centro	52
Gráfica 4. Comparación resultados aforos líquidos por vadeo para las dos campañas de monitoreo	55
Gráfica 5. Carga contaminante Cauce Principal (DBO5 y SST) – Campaña 1	80
Gráfica 6. Carga contaminante Cauce Principal (DBO5 y SST) – Campaña 2	80
Gráfica 7. Carga contaminante Afluentes Principales (DBO5 y SST) – Campaña 181	
Gráfica 8. Carga contaminante Afluentes Principales (DBO5 y SST) – Campaña 282	
Gráfica 9. Perfil de Caudal – Cauce principal Qda. El Pescador.....	83
Gráfica 10. Perfil de Caudal Qda. El Pescador “Campaña 1”	83
Gráfica 11. Perfil de Caudal Qda. El Pescador “Campaña 2”	84
Gráfica 12. Perfil de Calidad del PH – Cauce principal Qda El Pescador	85
Gráfica 13. Comportamiento del PH Qda El Pescador “Campaña 1”	86
Gráfica 14. Comportamiento del PH Qda El Pescador “Campaña 2”	86

Gráfica 15. Perfil de Calidad de la Temperatura – Cauce principal Qda El Pescador	87
Gráfica 16. Comportamiento de la Temperatura Qda El Pescador “Campaña 1” .	88
Gráfica 17. Comportamiento de la Temperatura Qda El Pescador “Campaña 2” .	88
Gráfica 18. Perfil de Calidad de la conductividad – Cauce principal Qda. El Pescador	90
Gráfica 19. Comportamiento de la conductividad Qda. El Pescador “Campaña 1”	90
Gráfica 20. Comportamiento de la conductividad Qda El Pescador “Campaña 2”	91
Gráfica 21. Perfil de Calidad del Oxígeno disuelto – Cauce principal Qda. El Pescador	92
Gráfica 22. Comportamiento del Oxígeno disuelto Qda El Pescador “Campaña 1”	93
Gráfica 23. Comportamiento del Oxígeno disuelto Qda El Pescador “Campaña 2”	93
Gráfica 24. Perfil de Calidad de la saturación de oxígeno –Qda El Pescador.....	94
Gráfica 25. Comportamiento % sat. Oxígeno Disuelto Qda. El Pescador “Campaña 1”	95
Gráfica 26. Comportamiento % sat. Oxígeno Disuelto Qda. El Pescador “Campaña 2”	95
Gráfica 27. Perfil de Calidad de la DBO ₅ – Cauce principal Qda El Pescador	97
Gráfica 28. Comportamiento de la DBO ₅ Qda El Pescador “Campaña 1”	97
Gráfica 29. Comportamiento de la DBO ₅ Qda El Pescador “Campaña 2”	98
Gráfica 30. Perfil de Calidad de la DQO – Cauce principal Qda El Pescador	99
Gráfica 31. Comportamiento de la DQO Qda El Pescador “Campaña 1”	100
Gráfica 32. Comportamiento de la DQO Qda El Pescador “Campaña 2”	100
Gráfica 33. Perfil de Calidad de los coliformes totales – Cauce Ppal. Qda El Pescador	101
Gráfica 34. Comportamiento de Los coliformes totales Qda El Pescador “Campaña 1”	102
Gráfica 35. Comportamiento de Los coliformes totales Qda El Pescador “Campaña 2”	103
Gráfica 36. Perfil de Calidad de los coliformes fecales – Cauce Ppal. Qda El Pescador	104
Gráfica 37. Comportamiento de Los coliformes fecales Qda El Pescador “Campaña 1”	105
Gráfica 38. Comportamiento de Los coliformes fecales Qda El Pescador “Campaña 2”	105
Gráfica 39. Perfil de Calidad de E. Coli– Cauce Ppal. Qda El Pescador.....	106
Gráfica 40. Comportamiento de E. Coli Qda El Pescador “Campaña 1”	107
Gráfica 41. Comportamiento de E. Coli Qda El Pescador “Campaña 2”	108
Gráfica 42. Datos medios mensuales multianuales de la estación Los Rosales .	115
Gráfica 43. Datos medios mensuales multianuales de la estación La Arcadia ...	116
Gráfica 44. Datos medios mensuales multianuales de la estación El Hobo.....	116
Gráfica 45. Datos medios mensuales multianuales de la estación Algeciras.....	117
Gráfica 46. Registros medios, máximos y mínimos mensuales multianuales de temperatura de la estación Los Rosales	121

Gráfica 47. Registros medios, máximos y mínimos mensuales multianuales de temperatura de la estación Algeciras	122
Gráfica 48. Evapotranspiración potencial estimada para las estaciones Los Rosales y Algeciras.....	125
Gráfica 49. Demanda Actual por sectores socioeconómicos en la quebrada El Pescador	131
Gráfica 50. Line Base en carga contaminante para DBO y SST (Kg/año), Quebrada El Pescador.....	182
Gráfica 51. Cargas máximas permisibles para SST a corto mediano y largo plazo, Quebrada El Pescador	183
Gráfica 52. Cargas máximas permisibles para DBO ₅ a corto mediano y largo plazo, Quebrada El Pescador	183
Gráfica 53. Metas de reducción de carga contaminante para SST a corto plazo, mediano y largo plazo	184
Gráfica 54. Metas de reducción de carga contaminante para DBO ₅ a corto, mediano y largo plazo	185

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Normatividad ambiental vigente enmarcada en el decreto 1076 de 2015	23
Ilustración 2. Fases para la formulación del PORH – Quebrada El Pescador.....	25
Ilustración 3. Rangos para niveles de Riesgo de agua para consumo humano	51

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Resolución de ordenamiento emitido por la autoridad ambiental – CAM28	
Imagen 2. Georreferenciación del cauce principal de la corriente de la Quebrada El Pescador	32
Imagen 3. Aforos líquidos por vadeo sobre el cauce de la quebrada El Pescador y sus principales afluentes	53
Imagen 4. Puente canal conductora de agua para uso piscícola	59
Imagen 5. Actividades desarrolladas en la zona baja de la subcuenca	62
Imagen 6. Cultivos de las diferentes zonas.....	169
Imagen 7. Reunión de socialización PORH – Actores sociales zona alta, Media y Baja	172
Imagen 8. Estación de Monitoreo C01 – Qda. El Pescador	190
Imagen 9. Estación de Monitoreo C02 – Qda. El Pescador	190
Imagen 10. Estación de Monitoreo C03 – Qda. El Pescador	191
Imagen 11. Estación de Monitoreo C04 – Qda. El Pescador	191
Imagen 12. Estación de Monitoreo A01 – Qda. Santa Bárbara.....	192
Imagen 13. Estación de Monitoreo A02 – Qda. El Madroñal.....	192

INTRODUCCIÓN

Con la formulación del plan de ordenamiento del recurso hídrico de la Quebrada el Pescador en jurisdicción del municipio de El Hobo, se busca garantizar las condiciones de calidad y cantidad requeridas para el sostenimiento de los ecosistemas acuáticos y los usos actuales y potenciales de dichos cuerpos de agua.

El plan de ordenamiento del recurso hídrico de la Quebrada El Pescador, se enfoca en presentar una visión detallada sobre la situación actual de las corrientes, identificando su estado en cuanto a calidad y cantidad para posteriormente proyectar diferentes escenarios que sean alcanzables permitiendo controlar y mitigar los impactos negativos que se diagnostique y registren sobre la subcuenca.

En este documento se emite el diagnóstico de la corriente hídrica de la Quebrada El Pescador, en lo que hace referencia al análisis de la información existente, ubicación del cuerpo de agua, revisión de la información de calidad y cantidad del recurso, identificación de instrumentos de planificación y de usos existentes, revisión y análisis de quejas que se hayan presentado, análisis de la distribución y tamaño de predios, implementación de procesos de participación, censo de usuarios, definición de tramos a analizar, definición de la estructura conceptual del modelo, diseño y ejecución del plan de monitoreo, determinación de cargas contaminantes, perfiles de calidad actual del cuerpo de agua, cálculo de los índices de calidad ambiental, análisis de los conflictos actuales por calidad, identificación de zonas de recarga y descarga de acuíferos, estimación de la oferta hídrica total disponible, estimación de la demanda de agua, riesgos asociados a la reducción de la oferta y disponibilidad del recurso; todo lo anterior con la finalidad de emitir la sistematización de información resultado de la fase de diagnóstico.

De esta manera se buscará establecer la situación actual del cuerpo de agua objeto de ordenamiento siendo para este proyecto la Quebrada El Pescador, teniendo en cuenta sus aspectos tanto sociales, físicos, bióticos y antrópicos (involucrando variables físicas y químicas), con el propósito de establecer las potencialidades, conflictos y restricciones del mismo, lo que implica desarrollar actividades de recopilación, organización y clasificación de información histórica y, ejecutar programas de monitoreo, recolección y procesamiento de información de las condiciones actuales.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Formular, Elaborar y Diseñar el diagnóstico para el ordenamiento del recurso hídrico de la Quebrada El Pescador, proyectado a la calidad y cantidad de la fuente, mediante la aplicación de los instrumentos legales vigentes.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la pertinencia de la información disponible en cuanto a análisis de calidad existente sobre la corriente.
- Evaluar y Determinar la calidad de la corriente de la Quebrada El Pescador, que discurren por el municipio de El Hobo, con la ayuda de las autoridades competentes y de los alcances técnicos establecidos en la guía técnica para la formulación de los planes de ordenamiento hídrico.
- Establecer la situación ambiental actual de la Quebrada El Pescador, teniendo en cuenta variables sociales, físicas, bióticas y antrópicas.
- Revisar los instrumentos de planificación ambiental existente, en cuanto a usos, oferta, demanda y calidad de la fuente.
- Trazar y ejecutar un plan de monitoreo para evaluar la calidad del agua de la Quebrada El Pescador.
- Determinar las cargas contaminantes de los cuerpos de agua y vertimientos con base en lo establecido en el decreto 2667 de 2012 contenido en el capítulo 7 del decreto 1076 de 2015.
- Elaborar los perfiles de calidad para los parámetros representativos en la definición de la línea base de calidad de agua de la Quebrada El Pescador.
- Calcular los índices de calidad de agua de la Quebrada El Pescador.
- Identificar los usos potenciales de la Quebrada El Pescador como parte fundamental del proceso de ordenamiento.
- Desarrollar el diagnóstico inicial del plan de ordenamiento del recurso hídrico de la Quebrada El Pescador, teniendo en cuenta la información recopilada.

- Identificar los actores principales del proceso de ordenamiento del recurso hídrico corriente de la Quebrada El Pescador que discurre por el municipio de El Hobo.
- Diseñar y ejecutar los talleres de socialización y construcción colectiva del diagnóstico con actores representativos nacionales, departamentales y locales.
- Desarrollar actividades que permitan a los usuarios aportar información clave para el ordenamiento del recurso hídrico y para la finalización del proceso, permitiendo dar a conocer los resultados del diagnóstico realizado.
- Reconocer y analizar la información suministrada por usuarios contrarrestándola con los procesos de reconocimiento en campo.
- Identificar junto con los actores relevantes y representativos, asociados al cuerpo de agua en ordenamiento, los usos potenciales del recurso hídrico.
- Construir los escenarios sostenibles del recurso hídrico junto con los actores relevantes, en los que se retroalimente los planes de control y mitigación propuestos.

GLOSARIO

- **Acuífero:** Unidad de roca o sedimento, capaz de almacenar y transmitir agua.
- **Afluente:** Agua o cualquier otro líquido, en su estado natural o tratada parcial o totalmente, que ingrese a un reservorio o algún proceso de tratamiento. Curso de agua que no desemboca en el mar, si no en otro curso más importante.
- **Aforo:** Acción u operación de registrar o medir la magnitud o posición de una cosa cuando estas características están sujetas a cambio, para determinar el caudal en un curso de agua utilizando mediciones de altura y sección.
- **Agua:** Sustancia líquida sin olor, color ni sabor que se encuentra en la naturaleza en estado más o menos puro formando ríos, lagos y mares, ocupa las tres cuartas partes del planeta Tierra y forma parte de los seres vivos; está constituida por hidrógeno y oxígeno.
- **Aguas continentales:** Cuerpos de agua que se encuentran en tierra firme, sin influencia marina. Se localizan en las tierras emergidas, ya sea en forma de aguas superficiales o aguas subterráneas.
- **Agua Residual:** Se consideran Aguas Residuales a los líquidos que han sido utilizados en las actividades diarias de una ciudad o lugar (domésticas, comerciales, industriales y de servicios).
- **Alcantarilla (Al):** Conducto subterráneo construido para recoger el agua de la lluvia y las aguas residuales de una población, vereda o vivienda.
- **Aliviadero:** Conducto que sirve para dar salida a las aguas sobrantes de un embalse o de una canalización.
- **Asimilación:** Capacidad de un cuerpo de agua para aceptar y degradar sustancias, elementos o formas de energía, a través de procesos naturales, físicos químicos o biológicos sin que se afecten los criterios de calidad e impidan los usos asignados.
- **Atributo:** Característica propia e implícita que describe a cada uno de los tipos de objetos geográficos, asignándole propiedades y comportamientos que toman valores particulares en cada instancia de objeto.
- **Autodepuración:** Capacidad de las fuentes de agua para recuperarse o limpiarse naturalmente.

- **Biodegradación:** Transformación de la materia orgánica en compuestos menos complejos, por acción de microorganismos.
- **Bocatoma (Ba):** Es una estructura hidráulica destinada a la derivación de un caudal sobre el lecho del río con la finalidad de ser utilizada en un fin específico, como puede ser abastecimiento de agua potable, riego, generación de energía eléctrica, etc.
- **Box Couvert (Bc):** Son elementos que son utilizados para la conducción de fluidos, normalmente son fabricados de hormigón. Se usa debajo de puentes pequeños para cruzar un pequeño canal de agua por una carretera.
- **Caja de Inspección (Ci):** Cámara que se instala en los cambios de dirección, diámetro o pendiente en las tuberías de alcantarillado de la red pública, la misma sirve para permitir la inspección y mantenimiento de los colectores.
- **Cajilla de Distribución (Cd):** Es una estructura empleada para la división de un caudal, dependiendo del número de comunidades o sectores a los cuales se les quiera llevar agua.
- **Calidad de Agua:** Este parámetro se puede definirse como la composición físico-químico-biológica que la caracteriza y recordado el hecho de que el agua pura no existe en la naturaleza, se habla que un agua es de calidad, cuando sus características la hacen aceptable para un cierto uso.
- **Calidad de la información geográfica:** Grado en el cual las propiedades de un producto geográfico cumplen con los requisitos establecidos en la especificación técnica.
- **Canal Natural (Cn):** Conductos de agua estrechos que buscan redirigir el curso del agua hacia otras zonas y que buscan también mantener ese curso de agua más controlado.
- **Canal Revestido (Cr):** Son el principal medio físico para la conducción de las aguas desde su fuente de origen hacia las áreas de riego, los cuales son revestidos con concreto para reducir las filtraciones de agua durante su recorrido.
- **Canaleta Parshall (Cp):** Es una estructura hidráulica que permite medir la cantidad de agua que pasa por una sección de un canal.
- **Caracterización:** Toma de muestras de agua de interés sanitario para su posterior análisis fisicoquímico en laboratorio.

- **Carga Contaminante:** Entendida como la medida para determinar el grado de contaminación presente en los cuerpos de agua, ya sean aguas residuales o fuentes de agua superficial o subterránea, medida en unidades de masa por unidad de tiempo.
- **Catálogo de objetos:** Primera aproximación a una representación abstracta y simplificada de la realidad en una estructura que organiza los tipos de objetos espaciales documentando sus definiciones y características (atributos, relaciones y operaciones).
- **Caudal:** Cantidad de agua que lleva una corriente o que fluye de un manantial o fuente.
- **Colectores (C):** Estructura receptora encargada de la descarga final de aguas residuales de una red de alcantarillado sobre una fuente hídrica.
- **Coordenadas:** Cantidades lineales o angulares que designan la posición ocupada por un punto en un sistema de referencia.
- **Concentración:** Cantidad o concentración en que se encuentra una sustancia específica en una muestra. La cantidad de material disuelto o suspendido en una unidad de solución, expresado en mg/L.
- **Control de escorrentía (E):** Estructura que se usa para reducir la velocidad del agua lluvia en pendientes, mermando de esta manera el efecto erosivo y mejorando las posibilidades de filtración del suelo.
- **Compuerta (Co):** Mecanismo formado por una hoja grande y fuerte que se levanta o baja para permitir o impedir, respectivamente el paso del agua.
- **Cuenca Hidrográfica:** Una cuenca hidrográfica es un área de terreno que drena agua en un punto común, como un riachuelo, arroyo, río o lago cercano. Cada cuenca pequeña drena agua en una cuenca mayor que, eventualmente, desemboca en el océano.
- **Datos geográficos:** Información acerca de algún elemento sobre o debajo de la superficie terrestre.
- **Dátum:** Descripción matemática de la posición del origen, la escala y la orientación de los ejes de un sistema de coordenadas.
- **Descarga:** Indica una situación en la que las sustancias (sólido, líquido o gaseoso) ingresan al medio ambiente.

- **Derivación (Dr):** Estructura que se utiliza para interceptar la gradiente de escorrentía superficial y desviarla a otra estructura de conducción de caudal.
- **Desarenador (De):** Es una estructura hidráulica que tiene como función remover las partículas de cierto tamaño que la captación de una fuente superficial permite reemplazar.
- **Descole (De):** Es una estructura diseñada para reducir la velocidad de disipar la energía de los flujos de agua en la salida de obras de drenaje y así entregar de manera segura el agua a canales naturales u otros canales no erosionables.
- **Dominio:** Lista de posibles valores que puede tomar un atributo.
- **Efluente:** Agua o cualquier otro líquido, en su estado natural o tratado total o parcialmente, que sale de un tanque de almacenamiento, depósito o planta de tratamiento. La salida o flujos salientes de cualquier sistema que despacha flujos de agua. Este es el agua producto dada por el sistema.
- **Elevación:** Altura sobre un nivel de referencia determinada.
- **Escala:** Relación entre una longitud medida en un mapa y su correspondiente medida en el terreno.
- **Escasez hídrica:** Exceso de demanda de agua para el suministro disponible.
- **Exactitud:** Cercanía de las observaciones a los valores aceptados como ciertos para el nivel de resolución.
- **Imagen digital:** Arreglo bidimensional de píxeles espaciados regularmente que constituye una gráfica.
- **Latitud:** La latitud es la distancia que existe entre un punto cualquiera y el Ecuador, medida sobre el meridiano que pasa por dicho punto.
- **Longitud:** La longitud es la distancia que existe entre un punto cualquiera y el Meridiano de Greenwich, medida sobre el paralelo que pasa por dicho punto.
- **Modelación de calidad de agua:** Implementación de software que permiten dimensionar y diseñar soluciones estructurales (plantas de tratamiento) y no estructurales (tecnologías de producción más limpias) requeridas para alcanzar estándares de calidad de agua bajo diferentes niveles de contaminación y/o tratamiento.

- **Muestra Compuesta:** Es la mezcla de varias muestras puntuales de una misma fuente, tomadas a intervalos programados y por periodos determinados, las cuales pueden tener volúmenes iguales o ser proporcionales al caudal durante el periodo de muestras.
- **Muestra Integrada:** La muestra integrada es aquella que se forma por la mezcla de muestras puntuales tomadas de diferentes puntos simultáneamente, o lo más cerca posible. Un ejemplo de este tipo de muestra ocurre en un río o corriente que varía en composición de acuerdo con el ancho y la profundidad.
- **Muestra Puntual:** Muestra tomada al azar en una hora determinada, su uso es obligatorio para el análisis de un parámetro que normalmente no puede preservarse.
- **Norma de vertimiento:** Conjunto de parámetros y valores que debe cumplir el vertimiento en el momento de la descarga.
- **Objetivo de calidad:** Conjunto de parámetros que se utilizan para definir la idoneidad del recurso hídrico para un determinado uso.
- **Ordenación de Corrientes:** Destinación de las aguas en forma genérica bajo parámetros de calidad para los diferentes usos, atendiendo lo establecido en el decreto 1076 de 2015 (reglamentación de corrientes hídricas).
- **Ordenación de Cuencas:** Proceso de planificación, permanente, sistemático, previsorio e integral adelantado por el conjunto de actores que interactúan en y con el territorio de una cuenca, conducente al uso y manejo de los recursos naturales de ésta, de manera que se mantenga o restablezca un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento social y económico de tales recursos y la conservación de la estructura y la función físico biótica de la cuenca.
- **Parámetro:** Variable que, en una familia de elementos, sirve para identificar cada uno de ellos mediante su valor numérico.
- **Paso Elevado (Pe):** Estructura que se utiliza para el salto de un elemento sobre una topografía abrupta.
- **Pontón (Po):** Estructura en forma de puente de dimensiones pequeñas del orden de 3 a 10 mt.

- **Predio:** Es un lote de terreno que pertenece a uno o más propietarios en virtud de una escritura o título, es decir una unidad definida por razones estrictamente legales. Un propietario puede tener varios predios, incluso contiguos, sin que ello implique la obligación de englobarlos en uno sólo. Un predio de varios propietarios puede dividirlo en partes administradas por separado o un propietario puede no explotar su predio sino arrendarlo o abandonarlo.
- **Punto de control del vertimiento:** Lugar técnicamente definido y acondicionado para la toma de muestras de las aguas residuales de los usuarios de la autoridad ambiental o de los suscriptores y/o usuarios del prestador del servicio público domiciliario de alcantarillado, localizado entre el sistema de tratamiento y el punto de descarga.
- **Punto de descarga:** Sitio o lugar donde se realiza un vertimiento al cuerpo de agua, al alcantarillado o al suelo.
- **Puente (P):** Son construcciones que sirven para conectar diferentes espacios y salvar obstáculos naturales como ríos, valles, lagos o brazos de mar y obstáculos artificiales como vías férreas o carreteras.
- **Rápida (R):** Estructura que se usa para conducir agua desde una elevación mayor a una más baja. La estructura puede consistir de una transición de entrada, un tramo inclinado.
- **Reglamentación de Corrientes:** Procedimiento que se realiza para obtener una mejor distribución de las aguas de una corriente o derivación, teniendo en cuenta el reparto actual y las necesidades de los predios.
- **Sifón Invertido (S):** Son conductos cerrados que trabajan a presión, se utilizan para conducir el agua en el cruce de un canal con una depresión topográfica o quebrada, también para pasar por debajo de un camino, una vía de ferrocarril, un dren o incluso otro canal.
- **Tamaño de los predios:** Es la superficie en hectáreas ocupada por cada uno de los predios. Esta variable toma el tamaño de los predios en número de hectáreas para luego agruparlos por categorías en pequeña, mediana y grande, según los rangos establecidos por el Censo del Minifundio para Colombia (1994, Ministerio de Agricultura).
- **Toma Bombeo (TB):** Es una obra que consiste en un encauzamiento de las aguas desde una cota baja hasta una más alta.

- **Toma Predial (Tp):** Estructura encargada de regular el paso del agua desde una derivación sobre el cauce principal hasta un área determinada.
- **Tratamiento de Aguas Residuales:** Procesos físicos, químicos y/o biológicos que ayudan a descontaminar el agua, hacerla más aceptable, es decir, mejorar sus características físicas, químicas y/o microbiológicas.
- **Túnel (T):** Es una obra subterránea de carácter lineal, cuyo objeto es la comunicación de dos puntos a través de un monte, por debajo de un río u otro obstáculo.
- **Usuario de la autoridad ambiental competente:** Toda persona natural o jurídica de derecho público o privado, que cuente con permiso de vertimientos, plan de cumplimiento o plan de saneamiento y manejo de vertimientos para la disposición de sus vertimientos a las aguas superficiales, marinas o al suelo.
- **Vertimiento:** Cualquier descarga final de un elemento, sustancia o compuesto, que contenido en un líquido residual de cualquier origen, ya sea agrícola, minero, industrial, de servicios, aguas residuales a un cuerpo de agua, canal, al suelo o el subsuelo.
- **Vertedero (Ve):** Es una estructura hidráulica destinada al paso libre o controlado del agua en los escurrimientos superficiales, siendo el aliviadero en exclusiva para el desagüe y no para la medición.
- **Viaducto (V):** Es una obra de manera de puente, para el paso del agua sobre una topografía abrupta para ser conducida a un lugar específico.
- **Zona de mezcla:** Área técnicamente determinada a partir del sitio de vertimiento, indispensable para que se produzca mezcla homogénea de este con el cuerpo receptor; en la zona de mezcla se permite sobrepasar los criterios de calidad de agua para el uso asignado, siempre y cuando se cumplan las normas de vertimiento.

MARCO LEGAL

El Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible es el ente encargado de delegar la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre el medio ambiente y sus recursos renovables a las autoridades ambientales denominas CAR´S.

De esta manera la normatividad ambiental está enfocada al conjunto de normas que permiten establecer un marco legislativo encaminado a la Protección, administración, mejoramiento y aprovechamiento racional sostenible del medio ambiente y los recursos ambientales que lo conforman.

Lo antes mencionado se sustenta en el decreto 1076 de 2015 donde se tiene la certeza de que el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible es el rector de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y de definir las políticas y regulaciones por medio de las cuales se sujetarán la recuperación, conservación, protección, manejo, ordenamiento, uso y aprovechamiento sostenible, sin perjuicio de las funciones asignadas a otros sectores.

De esta manera la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena “CAM” es la máxima autoridad ambiental en el departamento del Huila, la cual se encarga de ejecutar las directrices estipuladas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Dentro de las directrices se encuentra la ordenación y reglamentación de corrientes que se encuentran en conflicto y que están en jurisdicción.

De esta manera se presenta el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH de la Quebrada El Pescador, con la finalidad de intervenir de manera sistémica para garantizar las condiciones de calidad y cantidad para la sostenibilidad del ecosistema acuático, importante en el desarrollo social, económico y ambiental de la región.

Según lo anterior y dando cumplimiento a los lineamientos de la Guía para la elaboración de planes de ordenamiento del recurso hídrico, se presenta a continuación la legislación que enmarcan los aspectos ambientales en el territorio Colombiano para la protección, mitigación, conservación y compensación de impactos y efectos negativos al recurso hídrico.

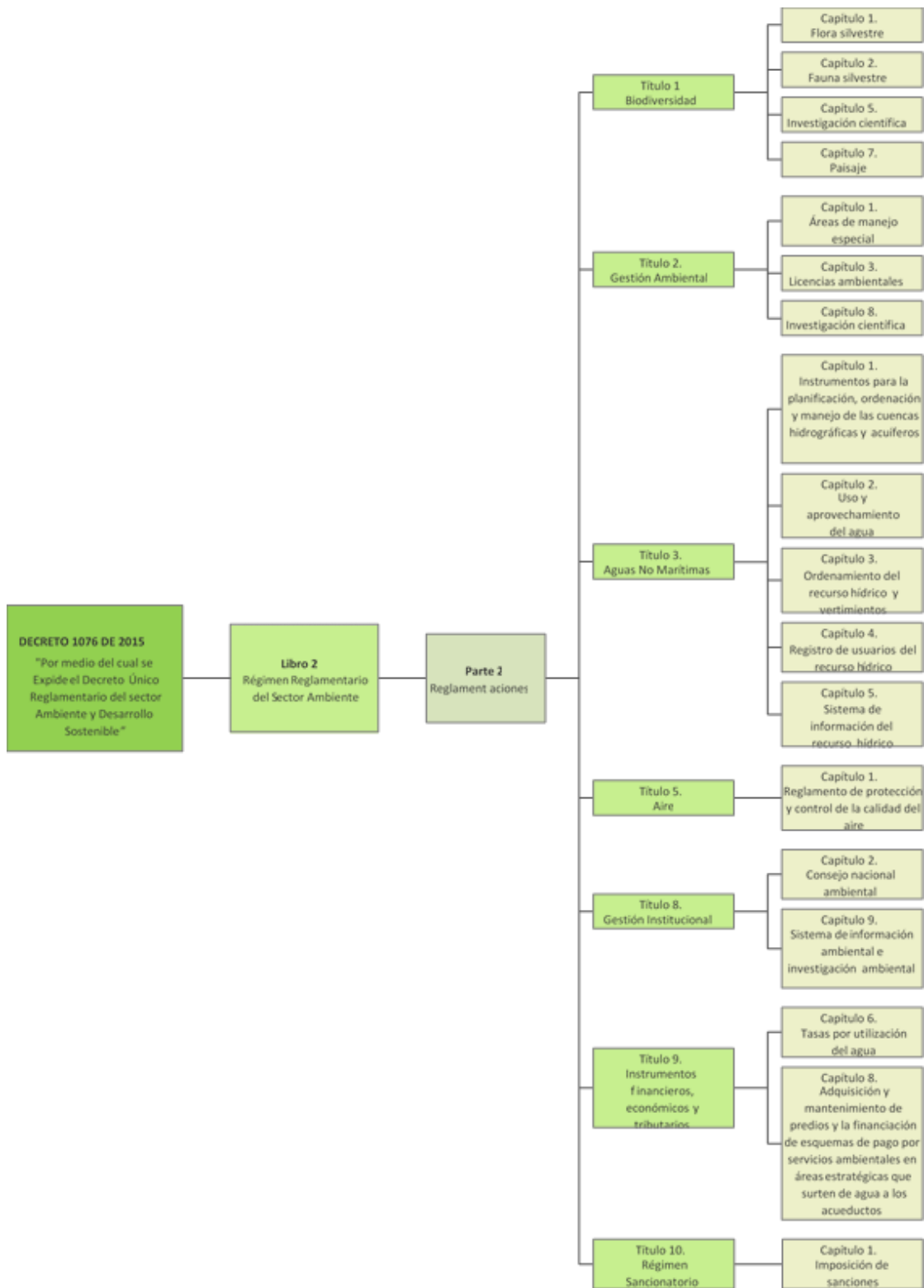


Ilustración 1. Normatividad ambiental vigente enmarcada en el decreto 1076 de 2015
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

TIPO DE NORMA	NÚMERO	TITULO-ALCANCES
Decreto	1076 de 2015	<i>Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.</i> Compilación del sector administrativo de ambiente y desarrollo sostenible.
Resolución	955 de 2012	<i>Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.</i> Por el cual se adopta el Formato con su respectivo instructivo para el Registro de Usuarios del Recurso Hídrico.
Decreto	2667 de 2012	Por el cual se reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales, y se toman otras determinaciones.
Resolución	865 de 2004	Por el cual se adopta la metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales a que se refiere el Decreto 155 de 2004 y se adoptan otras disposiciones.

Tabla 1. Principales normas colombianas relacionada con el medio ambiente, ordenamiento y manejo del recurso hídrico

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

MARCO CONCEPTUAL

El Ordenamiento del Recurso Hídrico es un proceso de planificación que realiza la autoridad ambiental competente en este caso es la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM), con el cual se contribuye al control de la contaminación y al uso eficiente del recurso hídrico en el Departamento del Huila.

Considerando el concepto de Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico, se logra una proyección hacia la subcuenca de la quebrada El Pescador en jurisdicción del municipio de El Hobo en el Departamento del Huila.

Esta proyección está direccionada a la elaboración del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la quebrada El Pescador, teniendo en cuenta los lineamientos estipulados en la Guía Nacional para la elaboración de dicho plan; para ello se desarrollaran las siguientes fases:

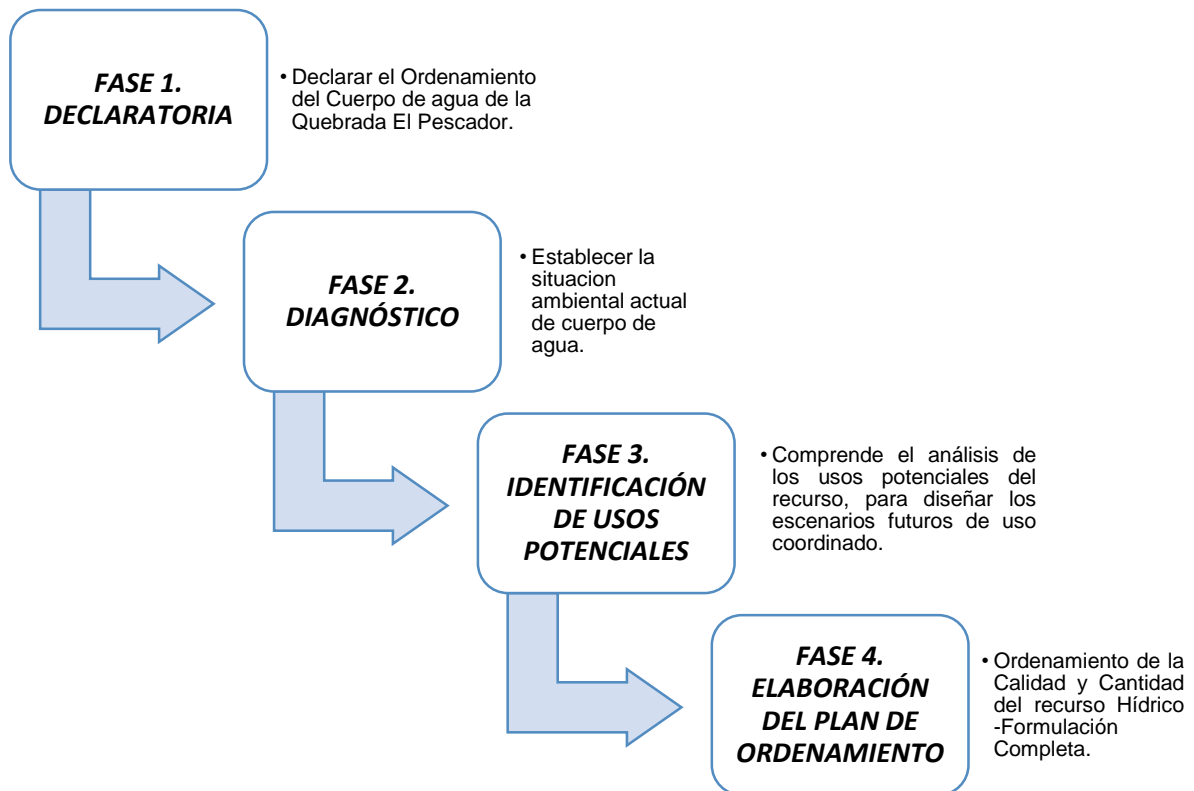


Ilustración 2. Fases para la formulación del PORH – Quebrada El Pescador

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

Teniendo en cuenta la Guía técnica emitida por el ministerio de ambiente, a continuación se estipulan las fases sobre las cuales se desarrollara el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico “PORH” de la quebrada El Pescador.

FASE 1 – DECLARATORIA: La Autoridad Ambiental competente mediante resolución, declarará en ordenamiento el cuerpo de agua y definirá el cronograma de trabajo, de acuerdo con las demás fases previstas para el proceso.

La declaratoria, incluida dentro del ejercicio como una de las fases del ordenamiento, se realizará mediante resolución emitida por la respectiva Autoridad Ambiental Competente, o la Comisión Conjunta según el caso, conforme a las competencias de los integrantes y tiene por objeto dar inicio al proceso de ordenamiento. La publicación del acto administrativo se hará de conformidad con lo establecido en el ordenamiento jurídico.

FASE 2 – DIAGNÓSTICO: En esta etapa se busca establecer la situación ambiental actual de cuerpo de agua objeto de ordenamiento, teniendo en cuenta sus aspectos sociales, físicos, bióticos y antrópicos (involucrando variables físicas y químicas), con el fin de establecer las potencialidades, conflictos y restricciones del mismo, e implica desarrollar actividades de recopilación, organización y clasificación de información histórica y, ejecutar programas de monitoreo, recolección y procesamiento de información de las condiciones actuales. Para la formulación de diagnóstico del PORH se requiere desarrollar las siguientes actividades:

a) Caracterización Inicial

- Análisis de la información disponible.
- Ubicación del cuerpo de agua en la estructura hidrográfica de la cuenca.
- Delimitación del área de trabajo
- Revisión del estado de las redes hidrometeorológicas y de la calidad hídrica existente.
- Identificación y revisión de instrumentos de planificación ambiental e información existente.
- Clasificación de información para el registro de usuarios del recurso hídrico – RURH.
- Identificación de usos existentes del recurso hídrico y obras hidráulicas en el cuerpo de agua.
- Revisión y análisis de quejas.
- Análisis de la distribución y tamaños de predios.

b) Estrategia de participación

- Diseño e implementación del proceso de participación de actores, en donde se lleva a cabo actividades informativas y espacios de consulta y retroalimentación.

c) Construcción línea base

- Censo de usuarios
- Definición de tramos o sectores de análisis
- Estructura conceptual de modelación de la calidad del agua
- Diseño y ejecución de un Plan de monitoreo.
- Línea base de calidad de agua, línea base de oferta, usos actuales, análisis de conflictos y la determinación de riesgos.

d) Sistematización de información resultado de la fase de diagnostico

FASE 3 – IDENTIFICACIÓN DE USOS POTENCIALES: Comprende el análisis de los usos potenciales del recurso, para diseñar los escenarios futuros de uso coordinado y sostenible del recurso hídrico. Esta es la fase prospectiva del plan y esta direccionada a la realización de la proyección de la demanda de agua, modelación de la calidad del recurso hídrico, identificación de usos potenciales y al desarrollo de las estrategias de participación.

FASE 4 – ELABORACIÓN DE PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HIDRICO - PORH: Una vez efectuadas la fase 1, 2 y 3 se procede a consolidar los resultados obtenidos durante dicho proceso, con el objetivo de incluir los aspectos a los que se refiere el numeral 4 del artículo 2.2.3.3.1.8 del decreto 1076 de 2015:

- Establecer la clasificación del cuerpo de agua en ordenamiento. Fijar su destinación y sus posibilidades de uso, con fundamento en la priorización definida para tales efectos en el artículo 2.2.3.2.20.1 del Decreto 1076 de 2015.
- Consolidación de la información de usuarios.
- Establecimiento de usos y definición o ajuste de objetivos y criterios de calidad por uso.
- Definición o ajuste de metas quincenales de reducción de cargas contaminantes
- Articulación con el plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas – POMCA.
- Establecer el programa de seguimiento de la corriente hídrica con el fin de verificar la eficiencia y efectividad del ordenamiento del recurso.
- Estructuración del componente programático del plan de ordenamiento del recurso hídrico.

DECLARATORIA DE ORDENAMIENTO DEL CUERPO DE AGUA

La autoridad ambiental competente declarará en ordenamiento, cualquier corriente o depósito de aguas públicas que considere pertinente, previo estudio de priorización de corrientes en conflicto. Una vez seleccionada la corriente objeto de ordenamiento, se define un cronograma de trabajo, de acuerdo con las fases del proyecto.

Con base en estas contemplaciones, mediante **Resolución 2382 del 29 de Agosto de 2017**, la *Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM*, declaró en ordenamiento la corriente de uso público Quebrada El Pescador, jurisdicción del municipio de El Hobo en el Departamento del Huila, para dar cumplimiento a esta declaratoria se suscribió el contrato de consultoría No. 157 de 2017 entre la *Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM* y *CONSORCIO PORH CAM 2017*, en el que se estableció la formulación del plan de ordenamiento de la corriente mencionada.



Imagen 1. Resolución de ordenamiento emitido por la autoridad ambiental – CAM
Fuente: CAM, 2017

DIAGNOSTICO, INFORMACION DISPONIBLE E INSPECCION EN CAMPO

4.8.1. Ubicación general de la subcuenca y localización en la estructura hidrográfica

La Quebrada El Pescador se localiza en las estribaciones de la cordillera oriental en jurisdicción del municipio de El Hobo y hace parte de la cuenca hidrográfica del Río Magdalena que constituye el eje del sistema hídrico del municipio, donde se unen las fuentes hídricas que nacen en su región Oriental.

Nace a una altura de 1800 m.s.n.m, en cercanías al Filo Pan De Azúcar; tiene una longitud de 18.38 km hasta depositar sus aguas sobre el Embalse de Betania, recibiendo a su paso las aguas de las Quebradas El Zapallo, Galápago, El Guineal, El Madroñal y El Limón (Municipio de El Hobo, 2000).

La subcuenca de la Quebrada El Pescador se encuentra en su totalidad en el municipio de El Hobo Departamento del Huila, cabe aclarar que no todo el municipio hace parte de la subcuenca (abarca las veredas Las Vueltas, Estoracal, El Batán y el Centro) representando el 20% del área del municipio.

El área de la subcuenca es de aproximadamente 3949 ha, vierte aproximadamente 1200 l/seg y presenta una pendiente en la parte alta de 13.47%, una pendiente en la parte media de 7.10% y una pendiente en la parte baja de 3.36%. (Municipio de El Hobo, 2000).

La siguiente tabla, relaciona cada una de las veredas y su área correspondiente dentro de la subcuenca de la quebrada El Pescador.

ID MUNICIPIO	ID VEREDAS	VEREDA	ÁREA (ha)
41349	3490201003	Las Vueltas	1848
	3490202002	El Batán	1344
	3490202003	Estoracal	500
	3490201002	El Centro	257

Tabla 2. Veredas que conforman la Subcuenca de La Quebrada El Pescador

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

Por otra parte, la ubicación de la estructura hidrográfica o zonificación de Colombia es determinada por el Instituto de Hidrología y Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), el cual tiene como propósito establecer el concepto de las cuencas hidrográficas como unidades geográficas que permitan la planificación, uso y manejo sostenible, de tal forma que se conserve el equilibrio entre el aprovechamiento y la conservación de las corrientes de agua.

De esta forma la metodología de zonificación y codificación nacional y regional utilizada en Colombia, da inicio desde un sistema determinado por el IDEAM, en el que por medio de 10 dígitos se sectorizan las principales cuencas hidrográficas del país. Los 4 primeros dígitos hacen parte de la llave primaria la cual es asignada a nivel nacional por el IDEAM, fundamentándose básicamente en la identificación de las regiones naturales y en la red de drenaje, identificando las cuencas de primer y segundo orden mediante un código raíz fijo e inmodificable.

El dígito o número inicial determina el **Área Hidrográfica**, la cual establece las principales cuencas aportantes de primer orden; este dígito identifica cada área o vertiente hidrográfica, es un territorio natural que agrupa grandes sistemas de drenaje, donde fluyen hacia el mar, al océano, a un lago o un río principal. Las características fisiográficas, morfológicas y climáticas hacen que los ríos de Colombia drenen en diferentes direcciones; esta distribución hace que tomen distintos nombres según la cual desembocan, Caribe-Catatumbo, Magdalena – Cauca, Orinoquia; Amazonia y El Pacífico. El segundo número o dígito del código define la **Zona Hidrográfica**, la cual hace referencia a la región natural que agrupa varias cuencas en un gran sistema de drenaje y sus aguas tributan a través de un afluente principal hacia una área hidrográfica. Luego, cada una de estas zonas se subdivide en **Sub-Zonas Hidrográficas** de segundo orden, las cuales se representan por el tercero y cuarto dígito. Estas se identifican como un subsistema hídrico con características de relieve y drenaje homogéneo, integrado por cuencas de las partes altas, medias o bajas de una zona hidrográfica y que captan agua y sedimentos de los tributarios de diferente orden tales como nacimientos de agua, arroyos, quebradas y ríos.

Los siguientes dígitos deben ser asignados por la Corporación Autónoma, la cual debe realizar la zonificación hidrográfica regional con apoyo de la cartografía base oficial y el IDEAM. Según la información antes descrita, la corriente hídrica Quebrada El Pescador, pertenecen al área hidrográfica **Magdalena-Cauca**, zona hidrográfica **Alto Magdalena**, subzona hidrográfica **Ríos directos Magdalena (md)**. La información de la estructura hidrográfica de la cuenca se describe en la siguiente tabla.

Área Hidrográfica	Código	Zona hidrográfica	Código	Subzona hidrográfica	Código	Nivel subsiguiente	Código	Subcuenca	Código	Drenaje	Código
Magdalena-Cauca	2	Alto Magdalena	1	Ríos directos Magdalena (md)	06	-----	0	Q. El Pescador	08	-----	00

Tabla 3. Ubicación del cuerpo de agua en la estructura hidrográfica de la cuenca
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017

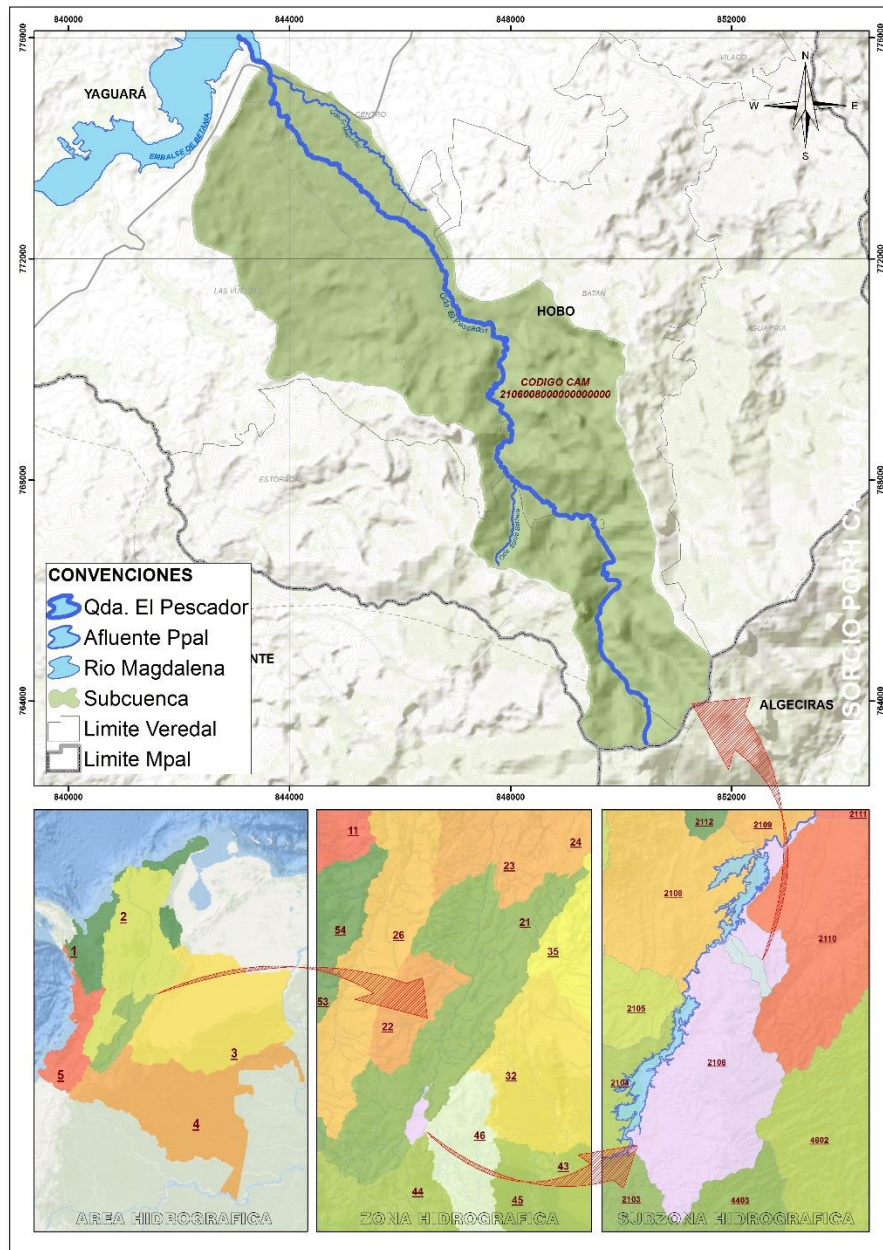


Figura 1. Estructura Hidrográfica – Subcuenca Qda El pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017

Una vez establecida la zona de estudio, se realizan campañas de inspección ocular en campo, donde se identifican y analizan puntos de interés y aquellos aspectos generales referentes a la demanda y oferta de la fuente hídrica objeto de ordenación.

4.8.2. Resultados de los recorridos en campo

Para las actividades de georreferenciación, se delegó una comisión de topografía encargada del recorrido metro a metro sobre el cauce principal de la corriente de la quebrada, canales de conducción principal, secundaria, tomas prediales y demás estructuras hidráulicas.

La georreferenciación del cauce principal de la quebrada se realizó metro a metro como lo muestra la Imagen 2, mediante la toma de puntos con GPS a una distancia aproximada de 10 metros uno del otro en la misma dirección de la corriente de agua, aclarando que en ciertas áreas por ser de difícil acceso, se opta por rodear el tramo hasta encontrar una zona segura para continuar con el recorrido por el cauce.

La marcación de puntos se llevó a cabo desde el nacimiento de la quebrada, esta zona se caracteriza por poseer pendientes inclinadas y ser de difícil acceso, hasta la desembocadura de la quebrada El Pescador en el Embalse de Betania.

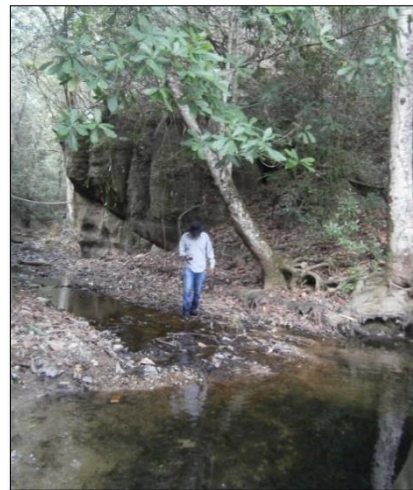


Imagen 2. Georreferenciación del cauce principal de la corriente de la Quebrada El Pescador
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

Durante el recorrido por el cauce principal de la quebrada El Pescador, se identificaron algunas zonas escarpadas lo cual imposibilita el acceso al área, con el fin, de establecer sobre el cauce algún punto de interés en lo que respecta a monitoreos y seguimiento para este.

A su vez, la quebrada El Pescador surte un acueducto veredal y canales de riego para las veredas Estoracal, Las Vueltas y El Centro. El terreno ubicado en sus márgenes es muy susceptible a deslizamientos por las altas pendientes y por encontrarse estas desprovistas de vegetación protectora.

4.8.2.1. Identificación de los tributarios principales

Luego de realizado el recorrido por el cauce de la quebrada El Pescador y una vez digitalizada la información recolectada en campo y apoyados en la cartografía base implementada para este proyecto, se localizaron e identificaron aquellos tributarios al cauce de la quebrada El Pescador.

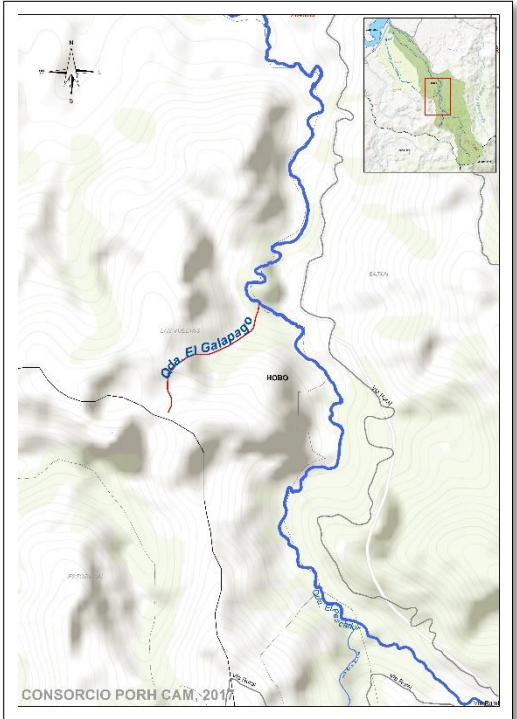

Para el estudio se consideraron solo los afluentes que durante su curso actúan también como colectores de aguas residuales servidas (tratadas o no tratadas) de centros poblados e industrias que generan un aporte significativo de caudal o carga contaminante, también los que reciben las descargas producto de actividades de riego (descoles) y finalmente aquellos afluentes que son usados como fuente de suministro de agua para algunas poblaciones.

De acuerdo con lo analizado en la cartografía, y teniendo en cuenta las condiciones anteriormente mencionadas, se logró identificar 9 corrientes de agua, que debido a su área de cobertura dentro de la subcuenca, pueden ser considerados afluentes principales, los cuales son las quebradas: de Perico, Rúchica, Santa Bárbara, El Cedral, El Galápago, El Guineal, El Abejón, El Zapallo y El Madroñal, sin embargo, ninguna de las anteriores son transportadoras de aguas residuales servidas de centros poblados e industrias por lo tanto no se cumple esta condición, además durante el recorrido de campo se evidenció que las quebradas Santa Bárbara y El Madroñal son las únicas corrientes de agua que logran conducir su caudal hasta lograr el cauce de la quebrada El Pescador, los demás afluentes no presentan dicha característica en sus desembocaduras y en algunos de estos su acceso es difícil.

Por lo tanto, en la siguiente tabla se mencionan algunas características generales de los afluentes identificados con base en la cartografía y recorridos de inspección en campo.

Afluente: Quebrada de Perico	
Coordenadas desembocadura: X= 849934; Y= 766038	
Descripción	Imagen
<p>La quebrada de Perico nace en la Vda. El Batán a 1962 m.s.n.m en las coordenadas X= 851192; Y= 764322 desembocando en la Qda. El Pescador en la misma vereda a 1450 m.s.n.m con una longitud de 2340 m y una pendiente del 22%, de difícil acceso.</p> <p>En la parte alta de esta, se evidencia cultivos de café, pero, el proceso de beneficio no afecta el cauce de la quebrada, debido a que las instalaciones se encuentran la mayoría sobre las cimas del sistema montañoso del área de influencia.</p> <p>Sin embargo, el recorrido sobre esta es de mucha dificultad, por poseer áreas de deslizamientos rocosos y zonas del cauce resbaladizos.</p>	
Afluente: Quebrada Ruchica	
Coordenadas desembocadura: X= 848835; Y= 767374	
Descripción	Imagen
<p>La quebrada Rúchica nace en la Vda. Estoracal a 1565 m.s.n.m en las coordenadas X= 848340; Y= 766317 desembocando en la Qda. El Pescador en la misma vereda a 1200 m.s.n.m con una longitud de 1190 m y una pendiente del 31%, de fácil acceso a su desembocadura.</p> <p>El agua proveniente de esta quebrada es aprovechada por habitantes de la zona para uso doméstico, en la parte alta de esta, se evidencia cultivos de café, pero, el proceso de beneficio no afecta el cauce de la quebrada, debido a que las instalaciones se encuentran la mayoría sobre las cimas del sistema montañoso del área de influencia.</p> <p>Sin embargo, el recorrido sobre esta es de mucha dificultad, por poseer áreas de deslizamientos rocosos y zonas del cauce resbaladizos.</p>	

Afluente: Quebrada Santa Bárbara	
Coordenadas desembocadura: X= 848044; Y= 767983	
Descripción	Imagen
<p>La quebrada Santa Bárbara nace en la Vda. Estoracal a 1503 m.s.n.m en las coordenadas X= 847785; Y= 766469 desembocando en la Qda. El Pescador en la misma vereda a 1150 m.s.n.m con una longitud de 1768 m y una pendiente del 20%, de fácil acceso a su desembocadura.</p> <p>El agua proveniente de esta quebrada es aprovechada por habitantes de la zona para uso doméstico, en la parte alta de esta, se evidencia cultivos de café, pero, el proceso de beneficio no afecta el cauce de la quebrada, debido a que las instalaciones se encuentran la mayoría sobre las cimas del sistema montañoso del área de influencia.</p> <p>Sin embargo, el recorrido sobre esta es de mucha dificultad, por poseer áreas de deslizamientos rocosos y zonas del cauce resbaladizos.</p>	
Afluente: Quebrada El Cedral	
Coordenadas desembocadura: X= 848014; Y= 769039	
Descripción	Imagen
<p>La quebrada El Cedral nace en la Vda. El Batán a 1550 m.s.n.m en las coordenadas X= 849355; Y= 768291 desembocando en la Qda. El Pescador en la misma vereda a 1050 m.s.n.m con una longitud de 1684 m y una pendiente del 30%, de difícil acceso.</p> <p>El agua proveniente de esta quebrada es aprovechada por habitantes de la zona para uso doméstico, sin embargo, el recorrido sobre esta es de mucha dificultad, por poseer áreas de deslizamientos rocosos y zonas del cauce resbaladizos.</p> <p>Sus aguas no alcanzan a desembocar en la quebrada El Pescador durante la mayor parte del año.</p>	

Afluente: Quebrada El Galápagó	
Coordenadas desembocadura: X= 847646; Y= 769461	
Descripción	Imagen
<p>La quebrada El Galápagó nace en la Vda. Las Vueltas a 1250 m.s.n.m en las coordenadas X= 847219; Y= 768952 desembocando en la Qda. El Pescador en la misma vereda a 1000 m.s.n.m con una longitud de 765 m y una pendiente del 33%, de difícil acceso.</p> <p>El recorrido sobre esta es de mucha dificultad, por poseer áreas de deslizamientos rocosos y zonas del cauce resbaladizos.</p> <p>Sus aguas no alcanzan a desembocar en la quebrada El Pescador durante la mayor parte del año.</p>	
Afluente: Quebrada El Guineal	
Coordenadas desembocadura: X= 847682; Y= 770693	
Descripción	Imagen
<p>La quebrada El Guineal nace en la Vda. El Batán a 1585 m.s.n.m en las coordenadas X= 849524; Y= 768220 desembocando en la Qda. El Pescador en la misma vereda a 900 m.s.n.m con una longitud de 4307 m y una pendiente del 16%, de fácil acceso a su desembocadura.</p> <p>El agua proveniente de esta quebrada es aprovechada por habitantes de la zona para uso doméstico, sin embargo, el recorrido sobre esta es de mucha dificultad, por poseer áreas de deslizamientos rocosos.</p> <p>Sus aguas no alcanzan a desembocar en la quebrada El Pescador durante la mayor parte del año.</p>	

Afluente: Quebrada El Abejón	
Coordenadas desembocadura: X= 843979; Y= 774392	
Descripción	Imagen
<p>La quebrada El Abejón nace en la Vda. Las Vueltas a 921 m.s.n.m en las coordenadas X= 846178; Y= 770610 desembocando en la Qda. El Pescador en la misma vereda a 600 m.s.n.m con una longitud de 5316 m y una pendiente del 6%, de fácil acceso a su desembocadura.</p> <p>El agua de esta quebrada es mayormente proveniente de actividades de riego del predio San Luis, cuya captación se encuentra sobre la quebrada El Pescador, sin embargo, el recorrido sobre esta es de mucha dificultad, por poseer áreas de deslizamientos rocosos.</p> <p>Sus aguas no alcanzan a desembocar en la quebrada El Pescador durante la mayor parte del año.</p>	
Afluente: Quebrada El Zapallo	
Coordenadas desembocadura: X= 843979; Y= 774392	
Descripción	Imagen
<p>La quebrada El Zapallo nace en la Vda. Las Vueltas a 1050 m.s.n.m en las coordenadas X= 845740; Y= 769768 desembocando en la Qda. El Pescador en la misma vereda a 575 m.s.n.m con una longitud de 8820 m y una pendiente del 5%, de fácil acceso a su desembocadura.</p> <p>Sus aguas no alcanzan a desembocar en la quebrada El Pescador durante la mayor parte del año.</p>	

Afluente: Quebrada El Madroñal	
Coordenadas desembocadura: X= 843658; Y= 775345	
Descripción	Imagen
<p>La quebrada El Madroñal nace en la Vda. Las Vueltas a 750 m.s.n.m en las coordenadas X= 846471; Y= 772877 desembocando en la Qda. El Pescador en la Vda. El Centro a 575 m.s.n.m con una longitud de 4861 m y una pendiente del 2%, de fácil acceso.</p> <p>El agua de esta quebrada es mayormente proveniente de actividades de riego del predio San Luis y algunas piscícolas ubicadas en el sector, cuya captación se encuentra sobre la quebrada El Pescador.</p>	

Tabla 4. Estado actual de los principales afluentes de la Qda. El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

Debido a que el plan de ordenamiento del recurso hídrico contempla el análisis desde el punto de vista de cantidad-calidad en los cuerpos de agua en estudio, no se tienen en cuenta los afluentes que permanecen secos la mayor parte del año y que su acceso para seguimiento y monitoreos futuros sean difíciles.

En el recorrido realizado en campo se encontraron 2 cuerpos de agua los cuales cumplen con las condiciones anteriormente descritas y que realizan un aporte significativo de caudal a la quebrada El Pescador, siendo estas las quebradas Santa Bárbara y El Madroñal, (se describen en la Tabla 4).

4.8.2.2. Establecimiento de la red de monitoreo

Una vez definidos los afluentes de interés que serán objeto de estudio, adicional al trabajo de campo se revisó toda la información bibliográfica y de referencia que dispuso la autoridad ambiental y los entes con jurisdicción en la zona de influencia del proyecto; posteriormente se analizó, evaluó y clasifíco por temáticas la información disponible y se catalogaron de interés los siguientes puntos de monitoreo y seguimiento: (Ver Tabla 5).

ID	X	Y	NOMBRE
C01	848844	767373	Sobre el cauce de la Qda. El Pescador antes de la desembocadura de la Qda. Rúchica. El monitoreo de la calidad – cantidad sobre este punto permite conocer las características fisicoquímicas de la Qda. El Pescador, teniendo en cuenta que en la parte alta hay producción cafetera por lo cual los análisis en este punto permitirán conocer posibles afectaciones de este tipo.
A01	848047	767974	Sobre el cauce de la Qda. Santa Bárbara antes de la desembocadura con la Qda. El Pescador. El análisis de parámetros de calidad - cantidad sobre este punto permite conocer las condiciones del agua que este afluente está aportando a la Qda. El Pescador; teniendo en cuenta que en la parte alta hay producción cafetera por lo cual los análisis en este punto permitirán conocer posibles afectaciones de este tipo.
C02	847555	770815	Sobre el cauce de la Qda. El Pescador antes de la captación San Luis. El análisis de la calidad – cantidad sobre este punto permite determinar afectaciones producidas por la quebrada Santa Bárbara y las redes de drenajes de escorrentía ubicadas aguas arriba de este punto.
C03	844289	773978	Sobre el cauce de la Qda. El Pescador después de los descoles provenientes de labranzas. El análisis de la calidad – cantidad sobre este punto permite determinar afectaciones producidas por actividades de riego en esta zona de influencia de la quebrada El Pescador ubicadas aguas arriba de este punto.
A02	843669	775333	Sobre el cauce de la Qda. El Madroñal antes de la desembocadura con la Qda. El Pescador. El análisis de parámetros de calidad - cantidad sobre este punto permite conocer las condiciones del agua que este afluente está aportando a la Qda. El Pescador; teniendo en cuenta que sus aguas son provenientes de actividades de riego y aliviaderos del paso del recurso hacia piscícolas ubicadas en la zona lo cual, permitirán conocer posibles afectaciones de este tipo.
C04	843582	775518	Sobre el Cauce de la Qda. El Pescador antes de desembocar al Embalse de Betania. El análisis de parámetros de calidad – cantidad permite conocer en qué estado fisicoquímico la Qda. El Pescador desemboca al Embalse de Betania y permite además, hacer análisis comparativos con los valores registrados en la parte alta; en la parte baja de la subcuenca de la Qda. El Pescador se presenta usos con fines agrícolas.

Tabla 5. Descripción general de los puntos de monitoreo sobre el cauce de la Qda. El Pescador y sus afluentes principales
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

Con la determinación de estos puntos de interés se evidencia la calidad de los cuerpos de agua en ordenamiento y la influencia de factores externos como vertimientos, usos, efectos antrópicos sobre la cantidad y calidad del recurso hídrico y su variabilidad temporal, por lo tanto, identificados aquellos puntos y siguiendo la metodología descrita en la guía técnica para la formulación del plan de ordenamiento del recurso hídrico y establecidas las entradas y salidas de caudal teniendo en cuenta los criterios de cantidad y calidad, se establecieron tramos considerados como homogéneos, lo que representan el cambio de calidad del agua por sectores a lo largo de toda la fuente hídrica; consolidando la propuesta de diseño de la red de seguimiento y monitoreo de la fase de diagnóstico.

4.8.2.3. Determinación de tramos homogéneos

Con base en lo anterior, se procede entonces a identificar aquellos tramos homogéneos lo cual se basan en características más relevantes de los diversos componentes del medio físico, biológico y social que se ven involucrados a lo largo del recorrido del proyecto, mediante una descripción que permita establecer los parámetros para una adecuada ponderación y jerarquización de los impactos, (Solucion calidad y medio ambiente, s,f).

En la siguiente tabla se describe cada uno de los tramos establecidos.

TRAMOS	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
TRAMO 1	Tramo comprendido desde el nacimiento de la Qda. El Pescador, hasta antes de la desembocadura de la Qda. Ruchica.	<p>Este tramo tiene una altura máxima de 2212 m.s.n.m y mínima de 1200 m.s.n.m, con una longitud sobre el cauce de 6052 m, comprendidos entre las coordenadas (X= 850454; Y= 763234) y (X= 848844; Y= 767373).</p> <p>Dicho tramo se cataloga como zona de recarga de la subcuenca, no se presenta ningún tipo de vertimiento, por lo cual el impacto de origen antrópico sobre la calidad-cantidad del recurso hídrico es mínimo.</p> <p>La quebrada tiene en este tramo un perfil marcado y definido por material rocoso y pendientes inclinadas características de alta montaña, el lecho se caracteriza por estar compuesto de gravas, piedras y cantos rodados de diferentes tamaños.</p>

TRAMOS	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
TRAMO 2	Tramo comprendido desde antes de la desembocadura de la Qda. Ruchica, hasta antes de la captación San Luis.	<p>Este tramo tiene una altura máxima de 1200 m.s.n.m y mínima de 900 msnm, con una longitud sobre el cauce de 5681 m, comprendidos entre las coordenadas (X= 848844; Y= 763234) y (X= 847555; Y= 770815).</p> <p>En este tramo se encuentra el punto de monitoreo A01 el cual corresponde a la desembocadura de la quebrada Santa Bárbara, no se identificaron captaciones a lo largo de esta zona.</p> <p>La quebrada tiene en este tramo un perfil marcado y definido por material rocoso y pendientes moderadas.</p>
TRAMO 3	Tramo comprendido desde antes de la captación San Luis, hasta la antes de la desembocadura de la Qda. El Pescador al Embalse de Betania.	<p>Este tramo tiene una altura máxima de 900 m.s.n.m y mínima de 575 msnm, con una longitud sobre el cauce de 7577 m, comprendidos entre las coordenadas (X= 847555; Y= 770815) y (X= 843582; Y= 775518).</p> <p>En este tramo se encuentra el punto de monitoreo A02 el cual corresponde a la desembocadura de la quebrada El Madroñal, además de identificarse 5 captaciones sobre el cauce de la Qda. El Pescador y 5 sobre la Qda. El Madroñal.</p> <p>La quebrada tiene en este tramo un perfil marcado y definido por material rocoso y pendientes suaves.</p>

Tabla 6. Descripción de Tramos
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

La siguiente figura muestra los resultados de la inspección en campo donde se detalla el cauce de la quebrada El Pescador, así como de los afluentes principales, la red de monitoreo y los tramos homogéneos.

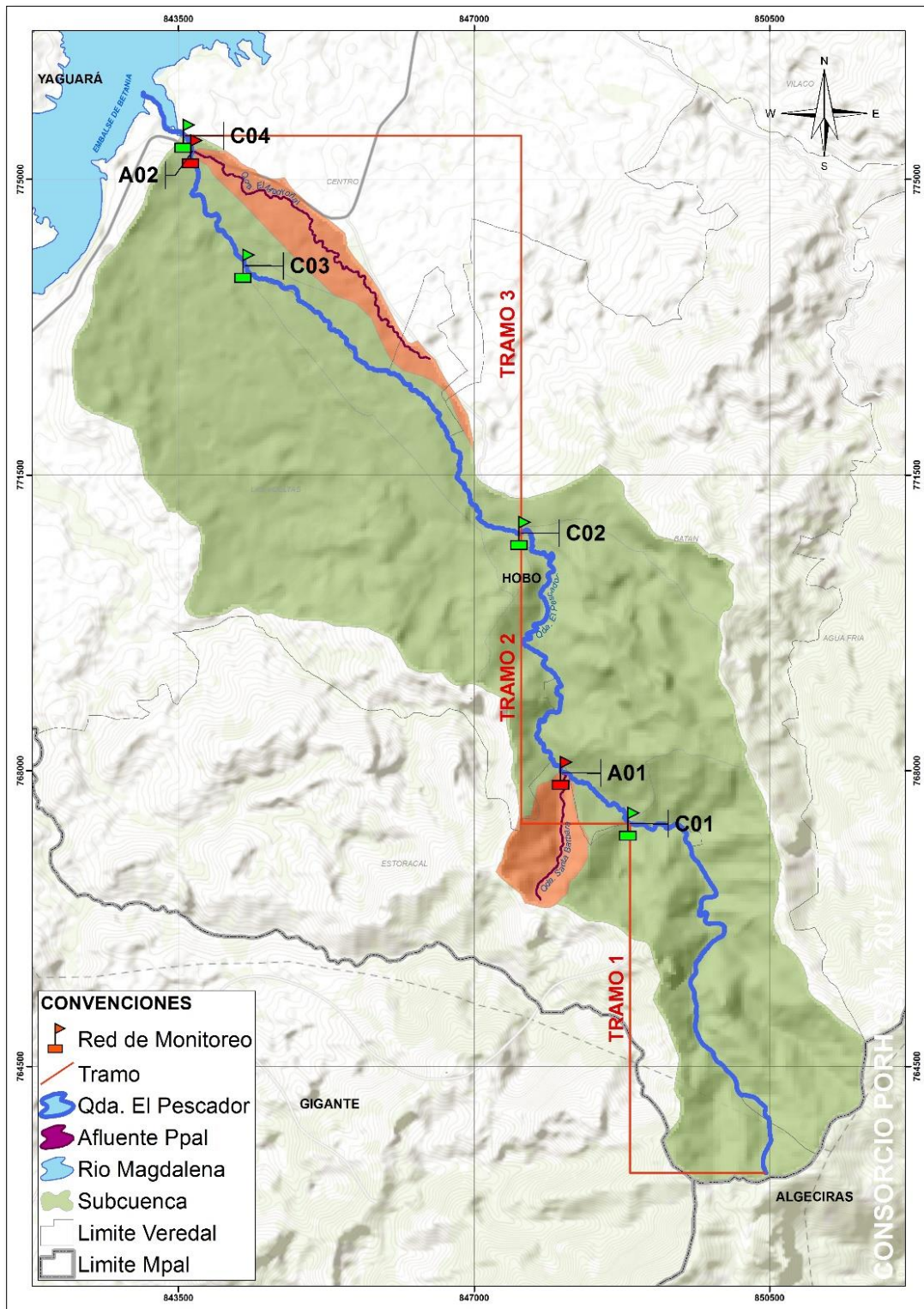


Figura 2. Ubicación espacial de los afluentes identificados en el área de estudio
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

4.8.2.4. Censo de usuarios a partir del análisis de información disponible y recolectada en campo

En la quebrada El Pescador los usos y aprovechamientos del recurso hídrico fueron reglamentados mediante la resolución No. 66 del 26 de mayo de 1950, emanada por la Gobernación del Departamento del Huila; sin embargo, no se tiene disponibilidad física de este documento y los usos de esta resolución que son reportados en la siguiente tabla, son extraídos principalmente del cuadro de facturación de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena - CAM.

USUARIO	PREDIO	SECTOR USUARIO	CAUDAL CONCESIONADO (l/s)
Aura Helena Bautista de Tovar	Pomerania	Pecuario	23,26
Sucesión Gaspar Ávila – Dolores Osorio	San Isidro hoy La Esperanza	Pecuario	2,77
Arturo Ríos	S.N. Las Delicias	Pecuario	2,77
Edgar Montealegre Toledo	El Pescador	Pecuario	5,54
Total			34,34

Tabla 7. Usos reportados para la resolución 66 de 1950
 Fuente: Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena - CAM

Por otra parte, se identificaron concesiones del recurso hídrico que fueron otorgados por la autoridad ambiental recientemente.

USUARIO	PREDIO	SECTOR USUARIO	DESCRIPCIÓN USO	CONSUMO UNITARIO	CAUDAL CONCESIONADO (l/s)	RESOLUCIÓN
Empresa Unión Piscícola San Isidro S.A.S	Las Delicias – San Isidro	Agropecuario	13 ha de pastos	1,2 lps	50.58	1424 del 25 de mayo del 2013
			10 ha de espejo de agua	3,5 lps		
Junta de Acción Comunal Vereda El Centro	Acueducto Comunal	Doméstico			2.70	1321 del 31 de diciembre del 2006
Myriam Lucia Tovar Bautista	El Puntero	Doméstico Agropecuario	4 habitantes	0.003 lps/hab	0.01	1058 del 05 de abril del 2018
			20 cabezas de ganado	0.001 lps/cab	0.02	
			2.5 ha de pastos y frutales	1.2 lps/ha	3.00	
			3.04 ha de espejo de agua	3.5 lps/ha	10.64	
Ercilia Escobar de Murcia	Vega de Pomerania	Doméstico Agropecuario	6 habitantes	0.003 lps/hab	0.02	
			30 cabezas de ganado	0.001 lps/cab	0.03	
			2.5 ha de pastos	1.2 lps/ha	3.00	
Carlos Alberto Tovar Bautista	Pomerania	Doméstico Agropecuario	6 habitantes	0.003 lps/hab	0.02	
			90 cabezas de ganado	0.001 lps/cab	0.09	
			2.5 ha de pastos frutales	1.2 lps/ha	3.00	
			1.41 ha de espejo de agua	3.5 lps/ha	4.94	

USUARIO	PREDIO	SECTOR USUARIO	DESCRIPCIÓN USO	CONSUMO UNITARIO	CAUDAL CONCESIONADO (l/s)	RESOLUCIÓN
Francy Elena Tovar Bautista	El Madroño y Puertas Juntas	Doméstico Agropecuario	4 habitantes	0.003 lps/hab	0.01	
			50 cabezas de ganado	0.001 lps/cab	0.05	
			2.5 ha de pastos frutales	1.2 lps/ha	3.00	
			3.23 ha de espejo de agua	3.5 lps/ha	11.31	
Jose Armando Tovar Cobo	El Japón	Doméstico Agropecuario	10 habitantes	0.003 lps/hab	0.03	2084 del 09 de julio de 2018
			340 cabezas de ganado	0.001 lps/cab	0.34	
			5 ha en frutales	1 lps/ha	5	
Total					97.79	

Tabla 8. Usos concesionados posteriormente a la resolución de reglamentación 66 de 1950
 Fuente: Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM

Así pues, la información suministrada nos da un panorama de referencia de los usos presentes en la zona en lo que respecta al aprovechamiento del recurso hídrico, se evidencia una alta demanda para piscícolas y pastos, datos que fueron corroborados durante la inspección en campo.

Partiendo de los registros existentes en lo referente a los usos de la quebrada El Pescador y lo encontrado en campo, se evidencia una clara desactualización en la información que reposa en las bases de datos de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM, por ende se hace necesario una actualización de aquellos predios que hacen uso del recurso hídrico y no están reportados ante la autoridad ambiental.

En los recorridos de inspección en campo se lograron identificar 18 usuarios que hacen uso del agua proveniente de la quebrada El Pescador y El Madroñal, cabe aclarar que el listado presentado a continuación, es de aquellas personas que se encontraron en su momento a la hora del trabajo de campo, algunos de ellos son propietarios y/o encargados de la administración de los predios. Además, los usuarios referenciados en la Tabla 7 y Tabla 8, fueron identificados también durante la inspección y recorridos en campo.

No.	USUARIO	No.	USUARIO	No.	USUARIO
1	Honorio Suaza Lizcano	7	Hilber Pastrana	13	Eliberto Ramírez
2	Yaneth Perdomo	8	Nancy Barrero Callejas	14	Mercedes Montealegre
3	Dolores Osorio	9	Cesar Augusto Cuellar	15	Juan Carlos Yasno
4	Raúl Barrera Rodríguez	10	Elacio Cruz Gasca	16	José Armando Tovar
5	Adolfo Vargas Sánchez	11	Gilberto Amaya	17	José Javier Gómez
6	Jhorman Andrés Arias	12	Javier Guarnizo	18	Anyela Yurley Trujillo Monje

Tabla 9. Usuarios identificados durante la inspección en campo

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017

Cada uno de ellos surte sus necesidades hídricas de diferentes derivaciones identificadas a lo largo del cauce principal de la quebrada El Pescador y El Madroñal.

Así mismo, en la siguiente tabla se relacionan algunos datos de los predios que usan el recurso hídrico, tomando como base la información suministrada a través de la página web del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC y que sus tomas prediales fueron identificadas en campo, esto da un panorama de la cantidad de predios que satisfacen sus necesidades hídricas de estas fuentes.

ID	PREDIO	MATRICULA INMOBILIARIA	CEDULA CATASTRAL	AREA (ha)
01	Vega de Pomerania	200-74620	41349000200020125000	28.125
02	San Luis	200-38348	41349000100030035000	1388.4359
03	El Puntero	200-64484	41349000200020127000	20.625
04	San Joaquín	200-64489	41349000200020122000	62.5
05	Pomeranita	200-25523	41349000100020023000	43.7999
06	Labranza La Esperanza	N.D	41349000100020029000	0.75
07	Las Tres Torres	200-64488	41349000200020121000	33.75
08	El Madroño Puertas Juntas	200-59910	41349000200020123000	46.875
09	Barro Blanco	200-97199	41349000100030034000	1.475
10	El Pescador	200-154017	41349000100030120000	22.0199
11	San Luis Lote 1	200-61411	41349000100020039000	7.1078
12	Labranza La Virginia	200-0116581	41349000100020027000	1.56
13	El Pescador	200-3359	41349000100020028000	3.1
14	La Virginia	200-87773	41349000100020032000	14.4
15	Lote	200-0144864-94	41349000100020030000	104.75
16	San Isidro	200-8307	41349000100020025000	191
17	La Zoila	200-153125	41349000100030119000	6.9
18	Pomeranita	200-0025580-91	41349000100020024000	6.25
19	Las Delicias	200-80792	41349000100020026000	13.0999
20	Acueducto Vereda Centro	N.A	N.A	N.A

Tabla 10. Predios identificados durante la inspección en campo

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017

Se lograron identificar 19 predios y un acueducto veredal cuya distribución espacial se muestra a continuación, para lo cual 5 de ellos derivan agua de la quebrada El Madroñal afluente de la quebrada El Pescador, un predio se surte de las dos quebradas, por lo tanto se relacionan con el ID asignado la fuente de abastecimiento en la siguiente tabla.

ID	FUENTE DE ABASTECIMIENTO
01 - 02 - 03 - 04 - 05 - 06 - 07 - 08 - 09 - 12 - 13 - 15 - 16 - 18 - 19 - 20	Qda. El Pescador
10 - 11 - 14 - 15 - 17	Qda. El Madroñal
15	Qda. El Pescador – Qda. El Madroñal

Tabla 11. Fuente de abastecimiento hídrico para cada predio

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017

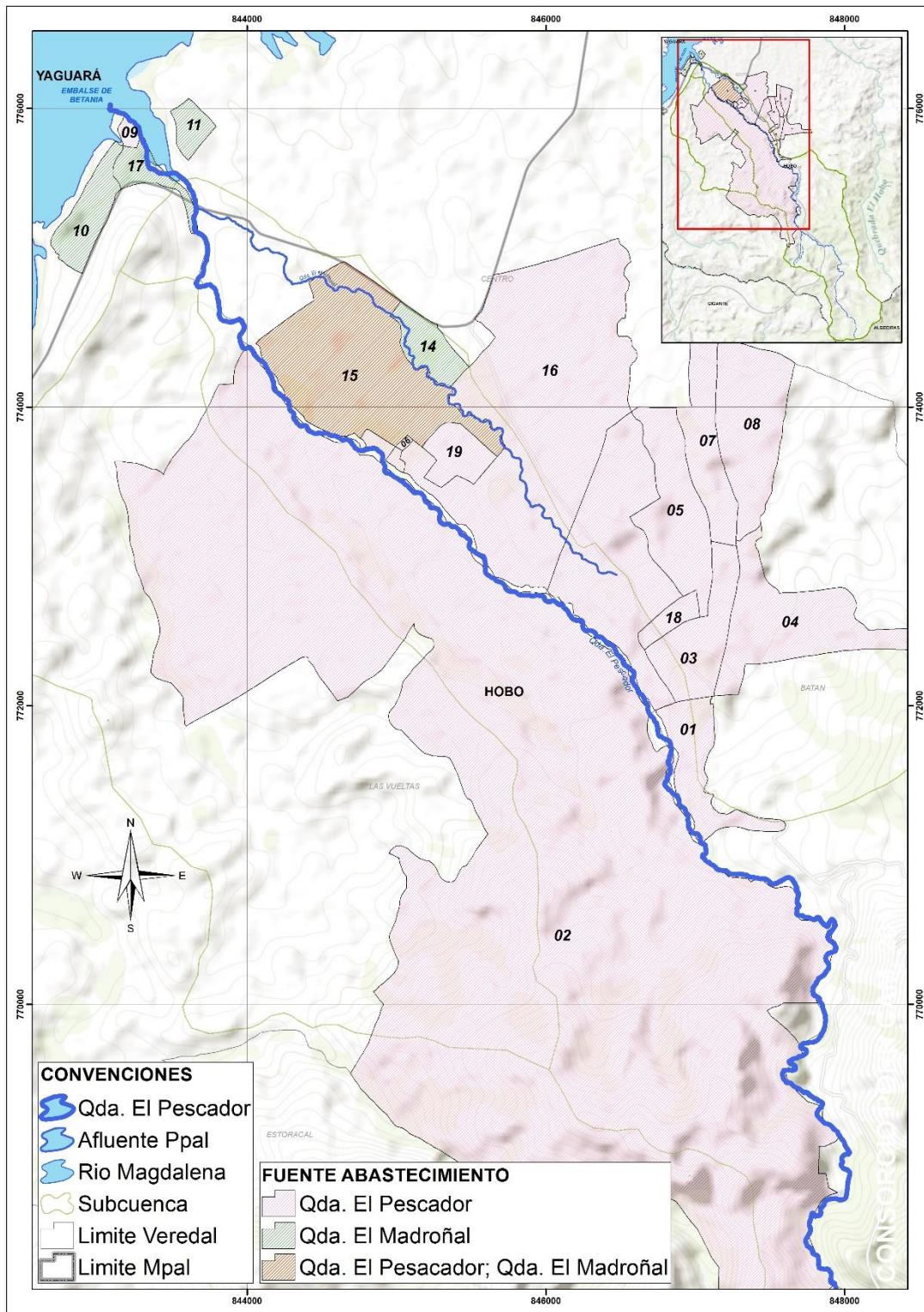


Figura 3. Distribución espacial predial
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017

4.8.2.4.1. Clasificación de los usos actuales

Además, con base a registros de facturación donde referencia la resolución No. 66 del 26 de Mayo de 1950 emanada por la Gobernación del Departamento del Huila, donde se reglamentan los usos y aprovechamientos del recurso hídrico de la quebrada El Pescador y las resoluciones posteriores a esta, donde se otorga concesión de agua a usuarios de la fuente en estudio y/o afluentes, se identificaron aquellos usos a los cuales es sometido el recurso hídrico, teniendo en cuenta también los que no se encuentran reglamentados, y relacionando los usos por tramos con la red de monitoreo establecida.

CAUCE PPAL	TRAMO	USO REGLAMENTADOS	USOS NO REGLAMENTADOS	AFLUENTE	USO ACTUAL	USO POR TRAMO
QDA EL PESCADOR	1	Domestico	Domestico			Domestico
	2		Agrícola Pecuario	QDA. SANTA BARBARA	Domestico	Domestico Agrícola Pecuario
	3	Domestico Agrícola Pecuario		QDA. EL MADROÑAL	Domestico Agrícola Pecuario	Domestico Agrícola Pecuario

Tabla 12. Usos reglamentados y no reglamentados por tramos de análisis

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

TRAMO	PTO MONITOREO	FUENTE	USO REGLAMENTADO	USO NO REGLAMENTADO
1	C01	Qda. El Pescador	Domestico	Domestico
2	A01	Qda. Sta. Bárbara		Domestico
	C02	Qda. El Pescador		Agrícola Pecuario
3	C03	Qda. El Pescador	Domestico Agrícola Pecuario	Domestico Agrícola Pecuario
	A02	Qda. El Madroñal		Domestico Agrícola Pecuario
	C04	Qda. El Pescador	Domestico Agrícola Pecuario	Domestico Agrícola Pecuario

Tabla 13. Usos reglamentados y no reglamentados por red de monitoreo

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

Las tablas anteriores muestran aquellos usos que se encuentran reglamentados y los que no, además de incluir los usos identificados sobre los afluentes principales y drenajes de la subcuenca, aclarando que para definir aquellos que están legales, se toma como base los registros de las resoluciones de concesión otorgadas con influencia de la quebrada El Pescador.

Por otra parte, en base a los registros de las resoluciones de concesión otorgadas, y al cuadro de facturación suministrada por la autoridad ambiental, se identifica el caudal concesionado y se relaciona por tramo junto con el uso al cual es sometido.

TRAMO	PREDIO	USO	CAUDAL CONSESIONADO (lps)
01*	-----	-----	-----
02*	-----	-----	-----
03	Acueducto Comunal Vda El Centro	Doméstico	2.70
	Las Delicias – San Isidro	Agrícola	15.6
		Pecuario (Piscícola)	35
	El Puntero	Doméstico	0.01
		Pecuario	0.02
		Agrícola	3
		Piscícola	10.64
	Vega de Pomerania	Doméstico	0.02
		Pecuario	0.03
		Agrícola	3
	Pomerania	Doméstico	0.02
		Pecuario	0.09
		Agrícola	3.00
		Piscícola	4.94
	El Madroño y Puertas Juntas	Doméstico	0.01
		Pecuario	0.05
		Agrícola	3.00
El Japón	Piscícola	11.31	
	Doméstico	0.03	
	Pecuario	0.34	
TOTAL			97.79

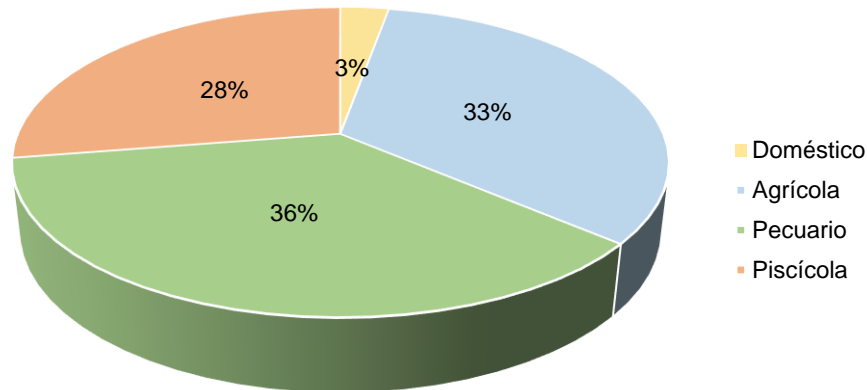
*este tramo no reporta usos por el cauce principal de la Quebrada El Pescador.

Tabla 14. Caudales concesionados por usos y clasificados por tramos

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

Se obtiene que el uso con mayor predominancia es el pecuario con 35.53 lps con un porcentaje del caudal total concesionado de 36%, seguido del agrícola con 32.6 lps (33%), doméstico con 2.79 lps (3%) y por último un caudal concesionado de 26.89 lps (28%) para uso piscícola, actividad que tiende al crecimiento en la zona, para un total de 97.79 lps. (Gráfica 1).

El anterior análisis es en base a los usos que se encuentran concesionados, por tal motivo para el tramo 01 y tramo 02, no se encontraron registros de concesión que involucren la zona pero, no se descarta la existencia de usos existentes sobre drenajes.



Gráfica 1. Porcentaje de los usos del agua de acuerdo al caudal concesionado
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

El análisis anterior se basó en las concesiones otorgadas y en la reglamentación de la quebrada El Pescador, donde se identificaron y localizaron los usuarios en los tramos definidos en los recorridos de inspección en campo, arrojando resultados bases de los usos presentes en la zona para el desarrollo del proyecto.

Adicional, para la clasificación de los usos actuales del recurso hídrico del cauce principal de la quebrada El Pescador, se identificaron aquellos tributarios representativos a esta y que presentan aprovechamiento de sus aguas por parte de habitantes de la zona, los cuales son referenciados en la siguiente tabla relacionando los usos identificados en campo y distribuidos por los tramos de estudio definidos.

FUENTE	TRAMO	USO ACTUAL CAUCE PPAL	AFLUENTE	USO ACTUAL
QDA. EL PESCADOR	01	-----	-----	-----
	02	-----	Qda. Santa Bárbara	<ul style="list-style-type: none"> • Doméstico
	03	<ul style="list-style-type: none"> • Doméstico • Agrícola • Pecuario 	Qda. El Madroñal	<ul style="list-style-type: none"> • Doméstico • Agrícola • Pecuario

Tabla 15. Clasificación de usos por tramos
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

Se obtiene que el uso doméstico se presenta tanto en el cauce principal así como los tributarios seleccionados.

4.8.2.5. Análisis de los conflictos actuales

Según el “*Análisis, prevención y resolución de conflictos por el agua en América Latina y el Caribe*”, los conflictos entre usuarios tradicionales y actividades económicas, como minería y riego, suelen relacionarse con la debilidad de los sistemas de protección de los usos. En general, las legislaciones priorizan la protección de los usos con derivación (extractivos); es decir, aquellos usos *in situ* asociados al régimen natural de las aguas, tales como pesca, abrevadero o el uso de pastizales resultantes de la recurrencia de aguas. Cuando se analiza el otorgamiento de derechos para riego, minería, generación de energía o abastecimiento urbano, los usos afectados no suelen ser debidamente considerados al momento de evaluar los proyectos ni mucho menos compensados.

Para la determinación de aquellos conflictos por uso del recurso hídrico, se evidencia mediante la ampliación de las actividades agropecuarias que registran en la zona de estudio y que son objeto de análisis mediante el trabajo de campo realizado, por otra parte, se identificó aquellos conflictos por uso del suelo, basados en lo estipulado en el *Esquema de Ordenamiento Territorial* del municipio de El Hobo.

4.8.2.5.1. Conflicto por Riesgo Alto en la calidad del agua para uso doméstico

En la ejecución de las campañas de monitoreo sobre el cauce de la quebrada El Pescador y sus principales afluentes, se midieron parámetros para determinar el estado físico – químico del agua y así, determinar los posibles usos que se le pueden llegar a dar al mismo, sin embargo, sobre el cauce existe una captación destinada para el uso doméstico (acueducto veredal), ubicada en las coordenadas x: 847269; y: 770870; h: 850 m.s.n.m de la *Junta Administradora del Acueducto Vereda Centro*, que según reporte de la Secretaría de Salud Departamental del Huila en muestras de agua tomadas en los años 2016 y 2017, arroja como resultado el *Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano – IRCA* entre **Alto a Inviabile Sanitariamente**.

Es de aclarar que el acueducto no cuenta con un sistema de tratamiento de agua, solo presenta bocatoma, desarenador y tanque de distribución siendo repartido el líquido para la vereda Centro con un promedio de 50 usuarios. Los resultados son mostrados a continuación y pertenecen a análisis realizados para el acueducto vereda Centro, teniendo en cuenta que solo se disponen de los registros por pruebas realizadas por la Secretaría de Salud Departamental del Huila, pero, son muy concretos en sus resultados y vendrían a formar parte del análisis para la comparación con los resultados de las campañas de monitoreo.

PERSONA PRESTADORA	Junta Administradora del Acueducto Vereda Centro		
AÑO	MES	IRCA (%)	NIVEL DE RIESGO
2016	Abril	70.96	Alto
	Mayo	38.70	Alto
	Junio	38.70	Alto
	Agosto	70.96	Alto
	Octubre	70.96	Alto
2017	Marzo	98.06	Inviabile Sanitariamente
	Mayo	90.32	Inviabile Sanitariamente

Tabla 16. Resultados para los años 2016 y 2017 del nivel de riesgo por calidad de agua Qda. El Pescador, municipio de Hobo-Huila

Fuente: GOBERNACION DEL HUILA, 2017 Adaptado por CONSORCIO PORH CAM, 2018

Para interpretar los resultados obtenidos en la anterior tabla, se tiene en cuenta la clasificación de nivel de riesgo reportada en el Decreto 1575 de 2007 “Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano”, en el siguiente esquema el rango asignado para cada nivel de riesgo:

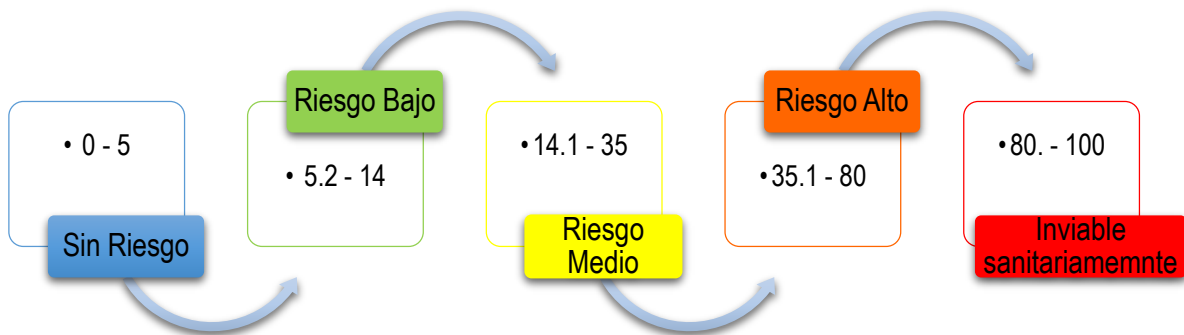
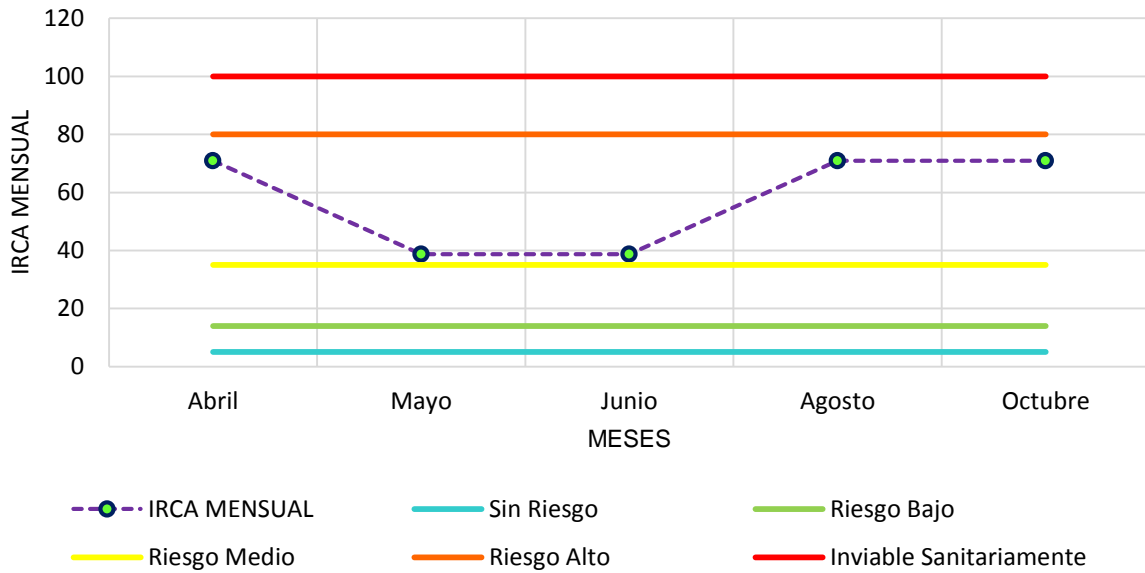


Ilustración 3. Rangos para niveles de Riesgo de agua para consumo humano

Fuente: DECRETO 1575, 2007

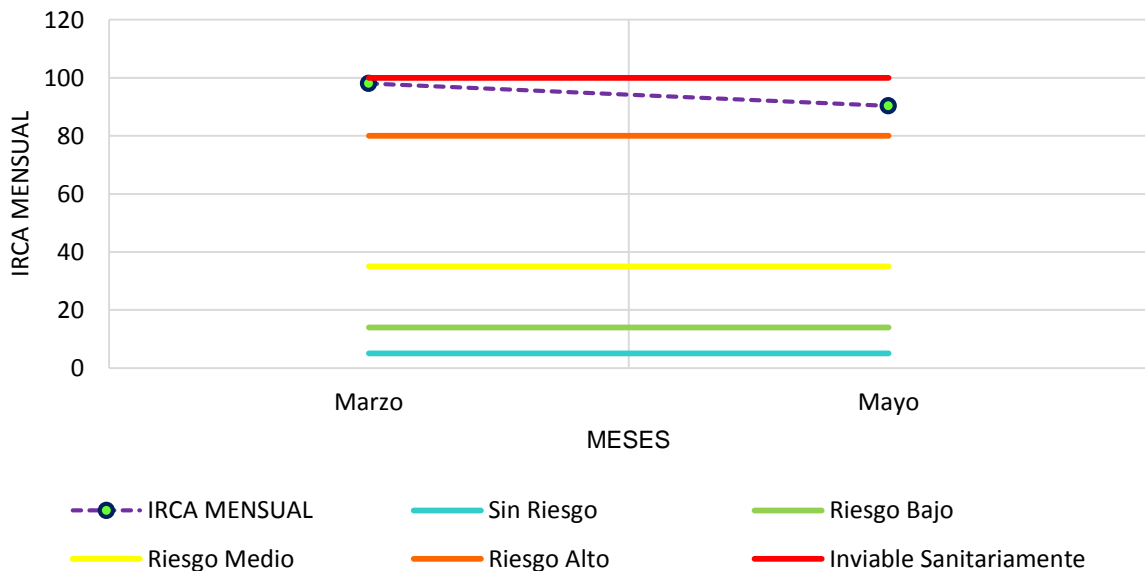
Teniendo en cuenta lo anterior en la siguiente gráfica se resumen los resultados del IRCA obtenidos en unos meses del año 2016, para la corriente hídrica quebrada El Pescador, con jurisdicción en el municipio de El Hobo:



Gráfica 2. IRCA meses del año 2016 - Qda. El Pescador, Junta Administradora de Acueducto Vereda Centro

Fuente: GOBERNACION DEL HUILA, 2017 Adaptado por CONSORCIO PORH CAM, 2018

La Gráfica 2 muestra que el Índice de Riesgo de Calidad de agua para consumo humano en el sector rural del Municipio de Hobo, Junta Administradora de Acueducto Vereda Centro, quebrada El Pescador, evidencian a través del tiempo (meses del año 2016) índices de riesgo medio y alto.



Gráfica 3. IRCA meses del año 2017 - Qda. El Pescador, Junta Administradora De Acueducto Vereda Centro

Fuente: GOBERNACION DEL HUILA, 2017 Adaptado por CONSORCIO PORH CAM, 2018

La Gráfica 3 muestra que el índice de Riesgo de calidad de agua para consumo humano en el sector rural del municipio de Hobo, Junta Administradora de Acueducto Vereda Centro, quebrada El Pescador, evidencian a través del tiempo (meses del año 2017) índices de riesgo inviable sanitariamente.

Con base en lo anterior, se puede determinar que el agua de la quebrada El Pescador no es apta para consumo humano por el riesgo en la calidad que representa para los usuarios, teniendo en cuenta que este acueducto veredal no presenta un tratamiento que garantice la calidad del recurso hídrico.

4.8.2.5.2. Conflicto por disminución de caudal

En los recorridos en campo sobre el cauce principal de la quebrada El Pescador, se identificaron puntos de interés en lo que respecta al uso del recurso hídrico donde se logró identificar algunas problemáticas en lo que respecta al uso del agua, inclinándose más por el factor de cantidad en la mayoría de los casos que por calidad, cabe resaltar que para determinar un déficit del recurso, se realizaron en diferentes puntos a lo largo del cauce de la quebrada algunos aforos líquidos por vadeo, incluyendo además aquellos afluentes de interés a la quebrada (Imagen 3).



Aforo sobre el cauce de la Qda. El Pescador

Aforo sobre la Qda. El Madroñal

Imagen 3. Aforos líquidos por vadeo sobre el cauce de la quebrada El Pescador y sus principales afluentes

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

Es de aclarar que los lugares en los que se realizaron dichos aforos, son los mismos en los estipulados para la red de monitoreo de calidad, para lo cual, su ubicación espacial se muestra a continuación.

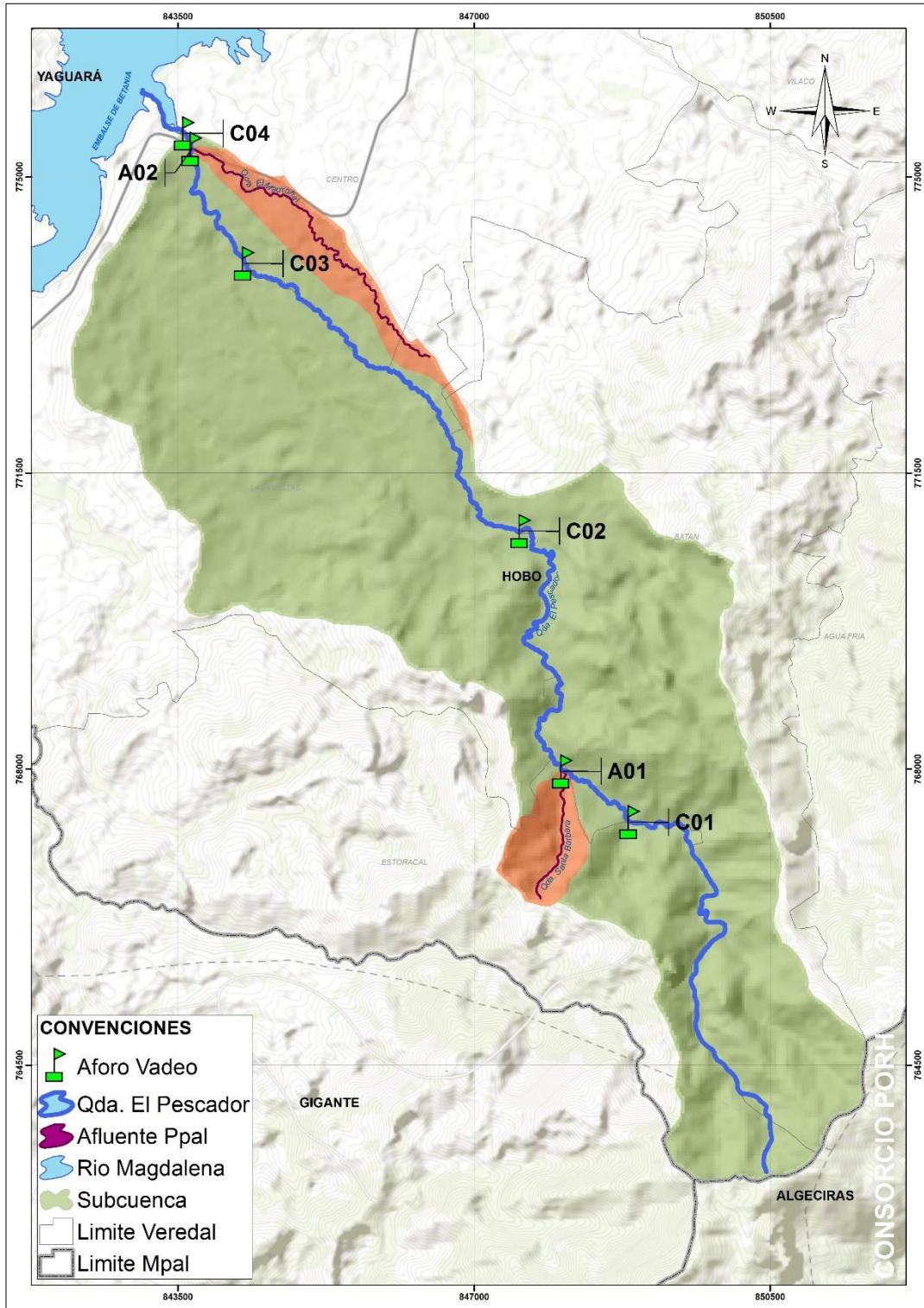


Figura 4. Red de monitoreo – Aforo líquido por vadeo
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

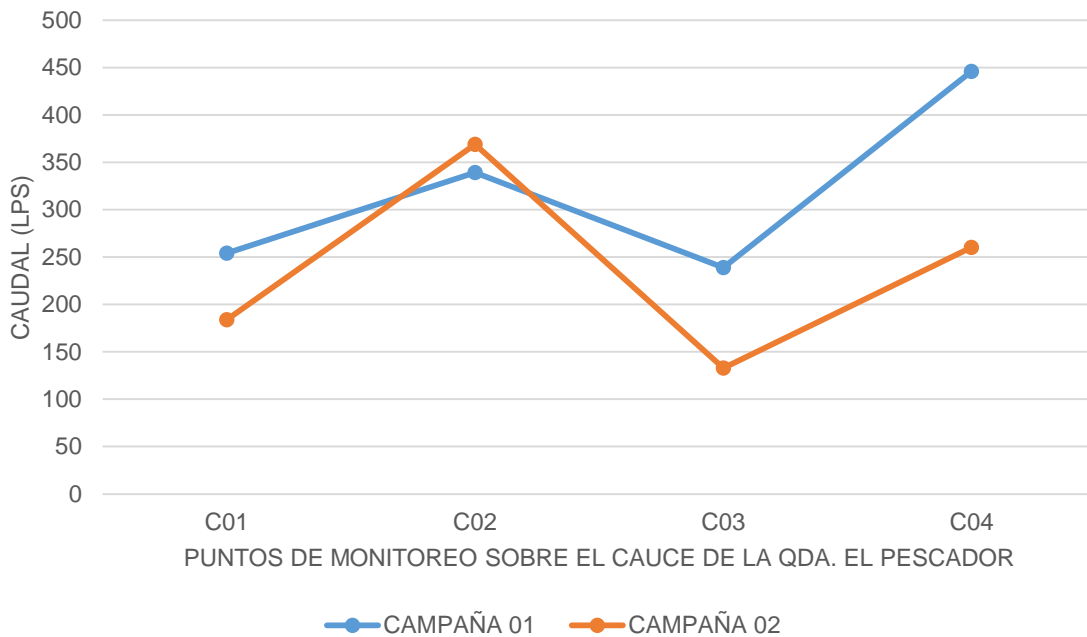
Se realizaron dos campañas de monitoreo arrojando los siguientes resultados.

PUNTO DE MONITOREO	CAMPAÑA 01 (lps)	CAMPAÑA 02 (lps)
C01	254	184
A01*	31	19
C02	339	369
C03	239	133
A02*	99	19
C04	446	260

*Afluentes principales

Tabla 17. Resultados aforos líquidos por vadeo para las dos campañas de monitoreo

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018



Gráfica 4. Comparación resultados aforos líquidos por vadeo para las dos campañas de monitoreo

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

Basados en los resultados de las dos campañas, se evidencia que el comportamiento de la quebrada El Pescador en cuanto a la variación de su caudal es similar en ambas, teniendo en cuenta que estas se realizaron en diferentes temporadas; la primera campaña ejecutada en invierno y la segunda en verano.

Pero, tal comportamiento de aumento y disminución de caudal tiene su explicación de acuerdo a lo evidenciado en las labores de inspección en campo y que se presentan a continuación.

PUNTO DE MONITOREO	CAUDAL CAMPAÑA 01 Y 02 (LPS)		OBSERVACIÓN
	INVIERNO	VERANO	
C01	254	184	Aforo realizado en las coordenadas x: 848844; y: 767373; h: 1200 m.s.n.m, en este lugar los drenajes de la parte alta de la subcuenca discurren hacia el cauce principal de la quebrada transportando en promedio 219 lps. Por este sector no se presentan conflictos por uso del recurso hídrico, aclarando que cerca del nacimiento existe una derivación destinada al uso doméstico de las veredas Estoracal y El Batán, lo cual no tiene incidencia en la cantidad y calidad del recurso, aguas abajo.
C02	339	369	Aforo realizado en las coordenadas x: 847555; y: 770815; h: 900 m.s.n.m, en este lugar también discurren drenajes hacia el cauce de la quebrada, además de incluir el caudal del punto anterior y el afluente considerado para el desarrollo del estudio (A01, Promedio Q: 25 lps) ya que no se presentan usos en este trayecto, su caudal aumenta considerablemente, en este tramo no se identificaron conflictos por cantidad ni calidad del recurso.
C03	239	133	Aforo realizado en las coordenadas x: 844289; y: 773978; h: 642 m.s.n.m, este lugar se caracteriza por presentar una disminución de caudal en promedio 168 lps con respecto al acumulado en los puntos anteriores, esto debido a que en este trayecto se identificaron 5 captaciones para diferentes usos como doméstico, agrícola, piscícola entre otros, por ende, se presentan algunos conflictos relacionados con la cantidad del recurso hídrico sin escatimar la problemática por calidad que presenta la Junta Administradora del Acueducto Vda. El Centro.
C04	446	260	Aforo realizado en las coordenadas x: 843582; y: 775518; h: 575 m.s.n.m, este lugar corresponde a antes de la desembocadura de la Qda. El Pescador en el embalse de Betania, se evidencia un aumento de caudal por aquellos drenajes que discurren hacia el cauce principal y es en este tramo donde se encuentra el segundo afluente considerado para el desarrollo del proyecto (A02, Promedio Q: 59 lps), además de no presentar captaciones en este trayecto, no se presentan conflictos por uso del recurso hídrico.

Tabla 18. Características de los sitios de aforos

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

Se identifica una marcada diferencia de caudal entre los puntos de aforo C02 y C03, allí encontramos captaciones para distintos fines. La problemática radica principalmente en temporada de verano, donde de acuerdo con la Gráfica 4 se evidencia una disminución de caudal de 236 lps que corresponde a la campaña 02, sin embargo, esta disminución afecta a un grupo de usuarios presentes en este trayecto cuyo uso es destinado para riego de cacao y pastos, su captación se encuentra en las coordenadas x: 846144; y: 772640; h: 750 m.s.n.m, a 2355 m aguas abajo de un grupo importante de 3 captaciones separadas una de otra 200 m apróx, estas derivan un caudal importante de la quebrada para uso piscícola en gran proporción, doméstico, agrícola y pecuario (Figura 5).

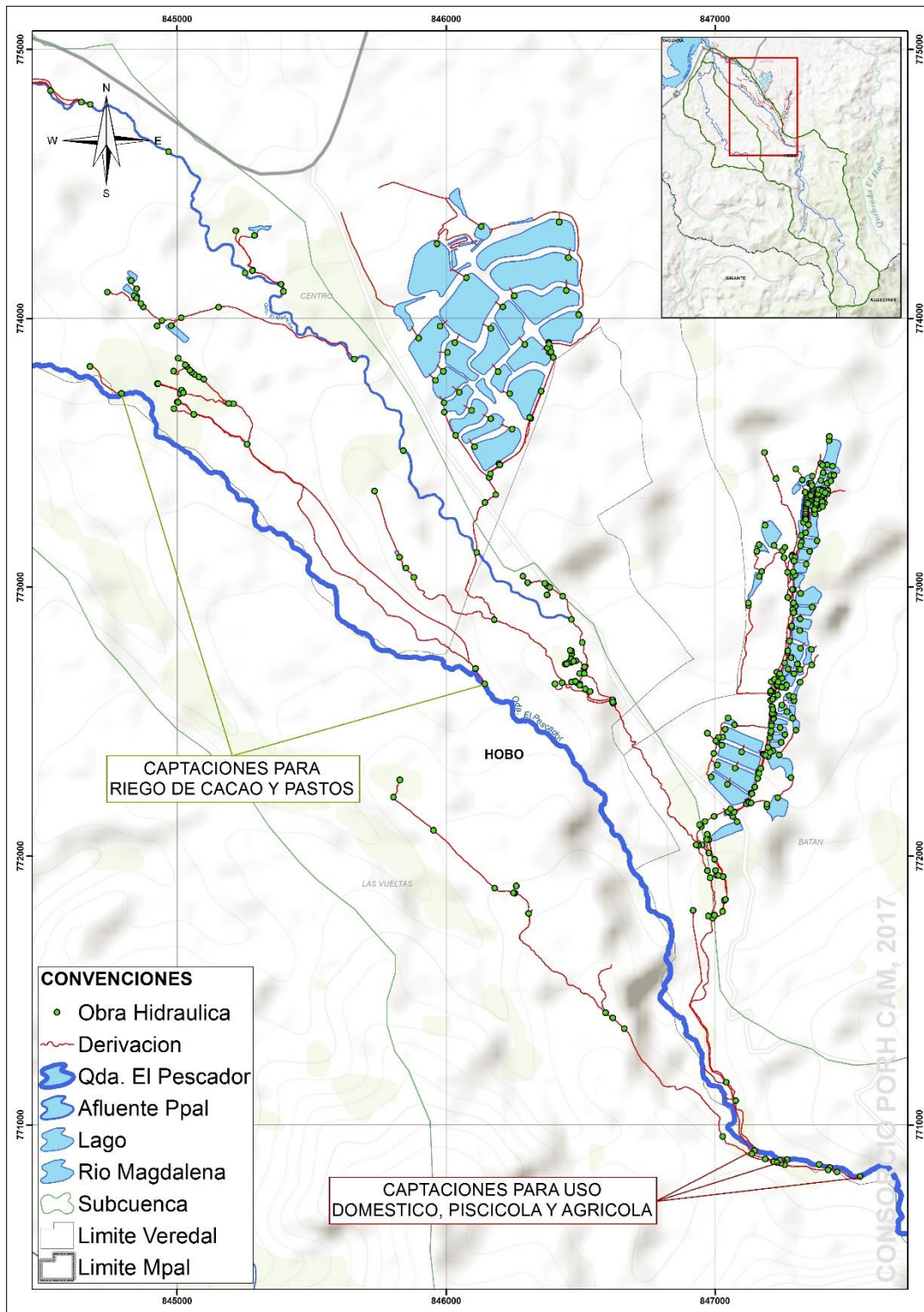


Figura 5. Distribución espacial de las derivaciones que presentan conflictos por cantidad
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

De acuerdo con lo anterior y según los propietarios que tienen sus predios en el sector donde se presenta tal problemática, haciendo referencia a los cultivos de cacao y pastos, alegan que la industria piscícola ubicada aguas arriba acapara un gran volumen de agua afectando los cultivos de cacao ubicado aguas abajo por falta del recurso, esto ocasiona que las actividades de riego para estos, no se les realicen de forma adecuada haciendo que se pierdan algunas cosechas, presentándose este fenómeno en época de verano.

Los usuarios afectados piden que se les respeten su cantidad de agua para evitar pérdidas en los cultivos, por otro lado, en un acuerdo con el propietario de una de las piscícolas, lograron que este destinara un tramo de 1000 m de manguera apróx. Para la conducción del recurso ya que el agua era conducida por canal natural sin ningún contratiempo antes de las piscícolas, ahora por la disminución de caudal que presenta la quebrada en época de verano, este se infiltra llegando hasta el predio muy poca agua y algunas ocasiones no llega hasta los cultivos, pero, con esta solución provisional, aun se ven afectados manifestando que no es suficiente el agua que les llega para sus labores de riego. A continuación se presenta un cuadro resumen de la problemática del sector.






<p>PROBLEMÁTICA</p> <p>Disminución de caudal por captaciones aguas arriba</p>		
		<p>AFECTADOS</p> <p>Predios destinados para cultivo de cacao y pastos</p> <p>PETICIÓN</p> <p>Respetar el caudal para labores de riego</p>
<p>ACUERDOS</p> <p>Conducción de caudal por manguera</p>		
<p>RESULTADOS</p> <p>Solución provisional insuficiente</p>		

Tabla 19. Problemática por disminución de caudal de la Qda. El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

Por otra parte, en una situación similar se encuentran los usuarios que hacen uso del agua proveniente de la quebrada El Madroñal, afluente de la quebrada El Pescador; manifestando que la fuente ha sufrido un bajon considerable en su caudal y esto se deba a que aquellos predios donde hoy se instalan lagos para la piscicultura, se cultivaban en arroz, por ende, los descoles se dirijian a esta quebrada siendo aprovechada aguas abajos por usuarios destinando el recurso para riego y abrevaderos; en la actualidad, dichos sobrantes son vertidos en otros afluentes que no tienen influencia en la subcuenca de la quebrada El Pescador, dejando la quebrada con un caudal mínimo.

Cabe aclarar, que la quebrada El Madroñal adquiere su caudal de descoles de riego proveniente de la quebrada El Pescador y parte de este lo obtiene a través de un puente canal que pasa por encima de la quebrada conduciendo el agua hacia una piscícola, dicha estructura presenta una compuerta que es accionada a la hora de la realización de actividades propias de la piscicultura, aportándole a la quebrada un caudal considerable que es luego aprovechada aguas abajo; tal estructura se encuentra en las coordenadas x: 846114; y: 773129; h: 723 m.s.n.m. (Imagen 4)



Imagen 4. Puente canal conductora de agua para uso piscícola
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

Los usuarios en cierta medida dependen del accionar de dicha compuerta, resaltando que sobre el cauce de la quebrada El Madroñal, se identificaron 5 captaciones presentando características constructivas similares que consisten en muros rústicos elevadores de nivel y conducción por manguera, dichas estructuras pretenden aprovechar al máximo el recurso hídrico debido a que el caudal de la quebrada es mínimo. Los usos para lo cual se destina el agua es mayormente para riego y abrevadero.

Concluyendo que, el cambio de uso del recurso hídrico de arroz a piscícola está afectando a los usuarios tanto de la quebrada El Pescador aguas abajo de la captación para uso piscícola como la quebrada El Madroñal en todo su cauce, al

ser esta última actividad una gran demandante de agua entre otros factores como tiempo de retención del líquido y demás, lo cual ha generado una disminución de caudal en ambos sectores ocasionando malestar entre usuarios y pérdidas de algunas cosechas.

4.8.2.5.3. Conflicto por uso del suelo

De acuerdo con el *capítulo IV dimensiones del desarrollo rural* del EOT del municipio de El Hobo, donde identifican aquellos conflictos en el uso del suelo de mayor o menor magnitud, al igual que las zonas donde no se presenta ningún tipo de conflicto, son la base para identificar la problemática referida al uso del suelo y su relación con el aprovechamiento hídrico de la quebrada El Pescador, es así que en la Figura 6, se muestra la distribución espacial de los conflictos con incidencia en la subcuenca y los predios identificados durante los recorridos en campo, aclarando que donde se presenta la categoría de *Conflicto Alto*, que corresponde a la zona donde se encuentran concentrados los predios que hacen uso del agua de la quebrada el pescador, se refieren a tierras con aptitud para cultivos especialmente arroz y moderadamente para otros cultivos, con cobertura de pastos manejados o pastos con rastrojo y a tierras no aptas para actividades agropecuarias, cubiertas de pasto natural manejados a pastos con rastrojos.

Por otro lado, se evidencia en la parte alta de la subcuenca conflictos de categoría *Medio, Bajo y Nulo*, para lo cual, los conflictos de magnitud media se presentan en tierras no aptas para actividades agropecuarias cubiertas con pasto y rastrojo en terreno de topografía ondulada y áreas cultivadas en arroz o sorgo en tierras con marginal aptitud a no aptas condicionalmente para actividades agropecuarias.

Conflictos Bajos se presentan especialmente en tierras con marginal a no aptas para actividades agropecuarias, pero alta a moderadamente aptas para pastos, bosques y conservación, cultivadas en consociación de café, plátano y rastrojo; de lo anterior, se puede deducir que existen en el municipio grandes extensiones de tierra destinadas a la ganadería, siendo aptas para la agricultura y áreas de la parte alta que deberían ser destinadas a la conservación y a los bosques, que están siendo cultivadas especialmente de café, plátano y caña panelera. (Mpio. de Hobo, 2000).

El EOT del municipio de El Hobo, nos presenta ciertas zonas con un grado de conflicto en cuanto al uso del suelo, donde el área remarcada en rojo es la que mayor dificultad presenta (Figura 6) y teniendo en cuenta aquellos predios que hacen uso del recurso hídrico, para lo cual, estos se ubican en áreas remarcadas en el EOT que presentan algún grado de conflicto.

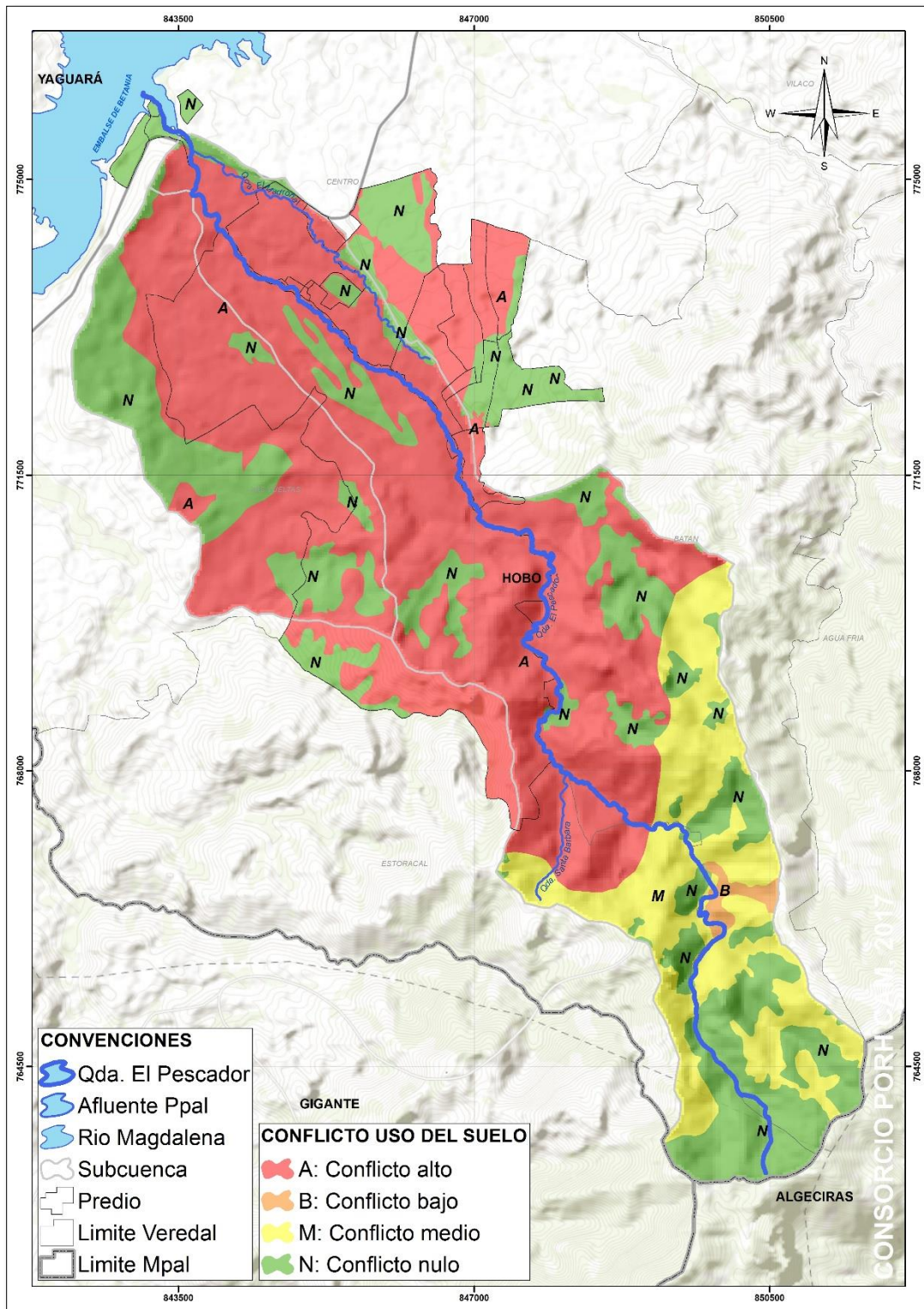


Figura 6. Conflicto por uso del suelo en la subcuenca de la quebrada El Pescador
 Fuente: EOT Mpio de El Hobo – 2000 adaptado por CONSORCIO PORH CAM, 2018

La mayor concentración de usos se encuentran en la parte media y baja de la subcuenca, sin embargo, no todos los predios ocupan la totalidad del terreno para la producción agropecuaria y demás, algunas de sus actividades la ejercen en zonas donde el conflicto por uso del suelo es nulo, encontrándose así, diversidad de cultivos, entre otros, pero también algunos de estos se encuentran en áreas donde el conflicto por uso del suelo es catalogado como alto.



Imagen 5. Actividades desarrolladas en la zona baja de la subcuenca
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

La siguiente figura, muestra la ubicación de aquellos usos que se encuentran en zonas cuyo conflicto es alto y que el EOT describe como aquellas *“tierras no aptas para actividades agropecuarias, cubiertas de pasto natural manejados a pastos con rastrojos”* para algunas zonas ubicadas en las veredas El Centro, El Batán, Las Vueltas es decir, tierras donde se pueden estar adelantando actividades ganaderas y *“tierras con aptitud para cultivos, especialmente el arroz y moderada a marginalmente aptas para otros cultivos, ocupados por pastos manejados, pastos con rastrojo”* para algunas zonas ubicadas en las veredas El Batán, Estoracal y Las Vueltas.

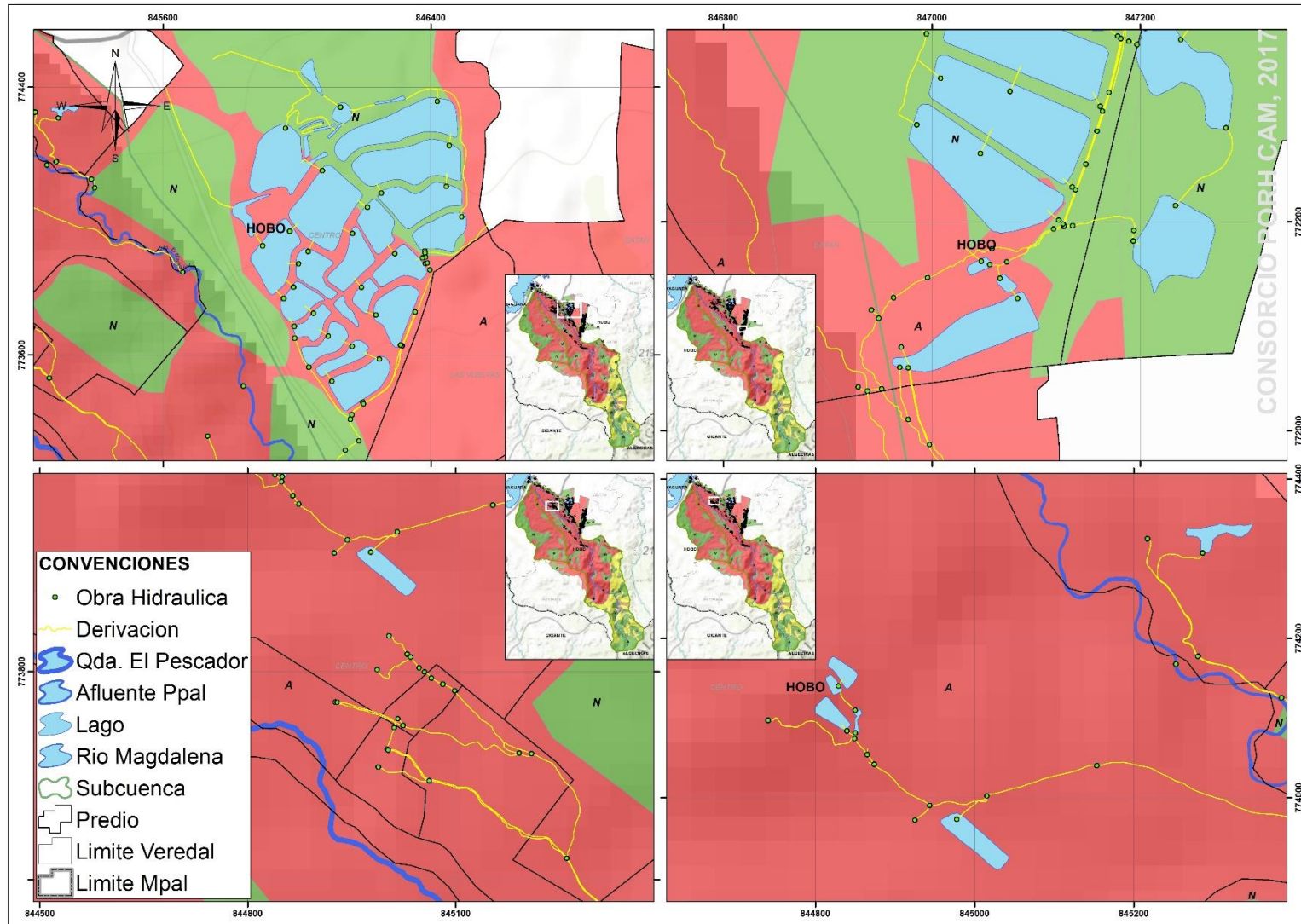


Figura 7. Usos identificados en campo y clasificación de conflictos por uso del suelo
 Fuente: EOT Mpio de El Hóbo – 2000 adaptado por CONSORCIO PORH CAM, 2018

En la anterior figura, se aprecia en color rojo las zonas que presentan conflicto alto y las derivaciones en amarillo, cuya finalidad es la de enseñar la ubicación de los usos, donde en la parte inferior de la Figura 7, se muestran áreas completamente en rojo y es donde en la actualidad se aprovecha el suelo para cultivos como cacao, frutales, potreros, pastos, espejos de agua destinados como reservorios entre otros, que siguiendo el concepto del EOT donde afirma que son *“tierras con aptitud para cultivos, especialmente el arroz y moderada a marginalmente aptas para otros cultivos, ocupados por pastos manejados, pastos con rastrojo”* y *“tierras no aptas para actividades agropecuarias, cubiertas de pasto natural manejados a pastos con rastrojos”*, no se estaría haciendo un uso que modifique de manera drástica el estado físico químico del suelo, pero se estaría haciendo uso para actividades agropecuarias cuando por concepto, son tierras no aptas para tal actividad, por otra parte, el uso piscícola mostrado en la parte superior de la Figura 7 cuyo espejo de agua ocupa 19 ha aprox. en zonas remarcadas en rojo, esto involucra para la construcción de los lagos, la remoción y reubicación de grandes volúmenes de material del suelo e incluso material añadido lo que en cierta medida representa un cambio en el estado físico químico del suelo y también estaría en zonas no aptas para desarrollar la actividad.

Por consiguiente, el uso del recurso hídrico proveniente de la quebrada El Pescador, influye en cierta medida en la calidad del suelo por temas de infiltración y, basados en los usos actuales y en lo estipulado en el EOT referente al conflicto por uso del suelo en la zona de influencia, se concluye que la actividad con fines piscícolas altera tanto el suelo como el agua, generando cambios en los estados físico químicos de los componentes en mención, además de ser este uso de carácter industrial donde requiere un caudal considerable de agua, generando ciertas consecuencias como lo menciona el numeral anterior referente a la disminución de caudal del presente informe, aclarando que por concepto, dicho uso se estaría desarrollando en áreas de tierra no aptas para actividades agropecuarias al igual que las otras actividades agrícolas de la zona.

Por otra parte y en menor proporción se encuentran zonas cuya categoría es (N) perteneciente a conflicto nulo *“tierras que no presentan conflicto por uso de suelo”* y *“tierras no aptas para actividades agropecuarias cubiertas con pasto y rastrojo; en terreno de topografía ondulada”*, resaltando que sobre dichas áreas, se encuentran usos del recurso hídrico identificados en campo; son áreas destinadas en algunos predios para la piscicultura y riego de pastos (Figura 7), y basados en los anteriores conceptos, la totalidad de los usos identificados en labores de inspección en campo, se encuentran ubicados en tierras no aptas para actividades agropecuarias.

RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA

En busca de unos óptimos resultados para el cumplimiento de las etapas en la realización del presente proyecto se realizó un minucioso estudio de la calidad del agua en la subcuenca de la quebrada El Pescador, con jurisdicción en el municipio de El Hobo.

Este sistema hídrico presentó una coloración transparente en la mayoría de curso, exceptuando el punto A02, el cual presentó una tonalidad verde café, así mismo, el lecho del río estuvo compuesto de rocas en bloques, cantos rodados y gravas principalmente, en C04 y A02 la composición fue de arenas en mayor proporción, seguida de limo. En el recorrido que hace la quebrada se observaron hojarascas, palos, raíces y ramas. La vegetación circundante fue de tipo boscoso, con parches de arbustos y zonas con herbáceas, el uso del suelo es destinado a la agricultura y asentamientos humanos. En ninguno de los puntos evaluados se detectó presencia de espuma, iridiscencia y olores. A continuación, se presentan los resultados de calidad de agua obtenidos de la ejecución del plan de monitoreo establecido para el ordenamiento del recurso hídrico de la quebrada El Pescador:

4.8.3. Determinación de parámetros In Situ

Los parámetros In-Situ son medidos de forma puntual y determinan el estado inmediato del cuerpo de agua en los sitios en donde se realizó la medición, estos parámetros se miden directamente en el sitio debido a que sufren variaciones considerables durante los procesos de transporte y almacenamiento. Los parámetros medidos son: Caudal Promedio, pH, Conductividad Eléctrica, Temperatura del Agua y Oxígeno Disuelto, esta labor fue realizada por personal capacitado del CONSORCIO PORH CAM. A continuación, se muestran los resultados arrojados de estos parámetros en los sitios monitoreados:

REGISTRO FOTOGRÁFICO – PARAMETROS IN SITU – QDA. EL PESCADOR

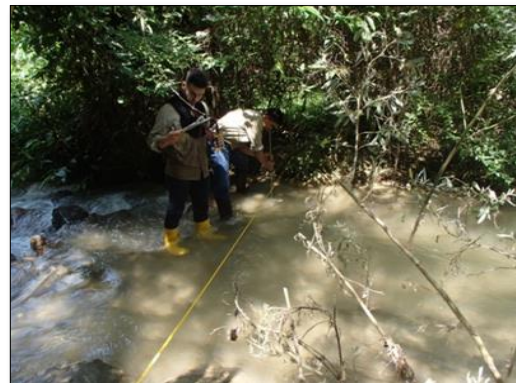


Tabla 20. Registro Fotográfico – Parámetros IN SITU “Qda. El Pescador”
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

REGISTRO FOTOGRÁFICO – PARAMETROS IN SITU – AFLUENTES PRINCIPALES



Tabla 21. Registro Fotográfico – Parámetros IN SITU “Afluentes”
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

Es importante mencionar que la toma de parámetros In situ sobre los cuerpos de agua superficial fueron tomados por el equipo consultor, pues estos corresponde a la serie de parámetros que son medidos de forma puntual y determinan el estado inmediato del cuerpo de agua sobre el cual se hace la medición, estos parámetros se miden directamente en el sitio debido a que sufren variaciones considerables durante los procesos de transporte y almacenamiento. Esta labor fue realizada por personal capacitado utilizando un Multiparámetro Hach (HQ40d).

RESULTADOS IN-SITU "CAMPAÑA 1"								
PUNTOS DE MUESTREO			C01	A01	C02	C03	A02	C04
FECHA			17/12/29	17/12/29	17/12/29	17/12/29	17/12/29	17/12/29
PARÁMETRO	UNIDADES	TECNICA ANALITICA						
Hora	H	-----	09:00	09:40	12:20	15:25	16:55	17:40
Temperatura de la muestra	°C	Termométrico	19.5	20.9	22.5	26.2	25.7	25.3
Oxígeno Disuelto	mg/l	Electrodo de membrana	8.33	7.86	8.15	7.55	7.56	7.3
	% de Saturación		104.5	100.2	104.3	101.1	100.2	95.2
pH	Unidades de pH	Electrométrico	7.81	7.12	7.03	7.20	7.62	7.17
Conductividad Eléctrica	µs/cm	Conductímetro	129.7	50.5	176.4	70.3	196.7	75.7
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	Electrométrico	69.7	26.0	87.3	32.2	91.2	35.3
IN-SITU ADICIONALES								
Caudal		Protocolo Ideam	254.24	30.88	339.38	239.18	98.88	445.90
Coordenada X	L/s	GPS	848843.89	848046.72	847554.53	844288.61	843669.21	843669.21
Coordenada Y	Planas		767373.14	767974.48	773977.67	773977.67	775333.06	775333.06

Tabla 22. Resultados Parámetros IN SITU Campaña 1
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

RESULTADOS IN-SITU "CAMPAÑA 2"								
PUNTOS DE MUESTREO			C01	A01	C02	C03	A02	C04
FECHA			18/02/28	18/02/28	18/02/28	18/02/28	18/02/28	18/02/28
PARÁMETRO	UNIDADES	TECNICA ANALITICA						
Hora	H	-----	08:00	08:40	11:20	14:25	15:55	16:40
Temperatura de la muestra	°C	Termométrico	20.1	20.5	23.0	27.5	27.8	30.1
Oxígeno Disuelto	mg/l	Electrodo de membrana	8.11	7.78	8.01	7.39	7.34	6.81
	% de Saturación		102.9	99.4	103.5	101.1	99.8	97.1
pH	Unidades de pH	Electrométrico	7.45	7.07	7.28	7.16	7.3	7.26
Conductividad Eléctrica	µs/cm	Conductímetro	138.2	77.3	189.0	72.2	87.1	84.1
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	Electrométrico	71.1	28.7	91.9	32.4	38.4	36.1
IN-SITU ADICIONALES								
Caudal		Protocolo Ideam	183.91	19.23	369.33	133.49	18.94	259.62
Coordenada X	L/s	GPS	848843.89	848046.72	847554.53	844288.61	843669.21	843669.21
Coordenada Y	Planas		767373.14	767974.48	773977.67	773977.67	775333.06	775333.06

Tabla 23. Resultados Parámetros IN SITU Campaña 2
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

A continuación, se presenta la comparación de datos en situ durante las dos campaña de monitoreo sobre la quebrada El Pescador, sus principales afluentes y vertimientos representativos para el presente plan de ordenamiento del recurso hídrico.


PARAMETROS	PRIMERA CAMPAÑA	SEGUNDA CAMPAÑA	ESTACIÓN C01
Fecha de Muestreo	17/12/29	18/02/28	
Hora	09:00	08:00	
Temperatura de la muestra (°C)	19.5	20.1	
Oxígeno disuelto (mg/l)	8.33	8.11	
%Saturación de Oxígeno	104.5	102.9	
PH (Unidades de pH)	7.81	7.45	
Conductividad eléctrica (µs/cm)	129.7	138.2	
SDT (mg/L)	69.7	71.1	
Caudal (L/s)	254.24	183.91	

Tabla 24. Datos In Situ Estación C01 - Qda. El Pescador

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018


PARAMETROS	PRIMERA CAMPAÑA	SEGUNDA CAMPAÑA	ESTACIÓN C02
Fecha de Muestreo	17/12/29	18/02/28	
Hora	12:20	11:20	
Temperatura de la muestra (°C)	22.5	23.0	
Oxígeno disuelto (mg/l)	8.15	8.01	
%Saturación de Oxígeno	104.3	103.5	
PH (Unidades de pH)	7.03	7.28	
Conductividad eléctrica (µs/cm)	176.4	189.0	
SDT (mg/L)	87.3	91.9	
Caudal (L/s)	339.38	369.33	

Tabla 25. Datos In Situ Estación C02 - Qda. El Pescador

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018


PARAMETROS	PRIMERA CAMPAÑA	SEGUNDA CAMPAÑA	ESTACIÓN C03
Fecha de Muestreo	17/12/29	18/02/28	
Hora	15:25	14:25	
Temperatura de la muestra (°C)	26.2	27.5	
Oxígeno disuelto (mg/l)	7.55	7.39	
%Saturación de Oxígeno	101.1	101.1	
PH (Unidades de pH)	7.20	7.16	
Conductividad eléctrica (µs/cm)	70.3	72.2	
SDT (mg/L)	32.2	32.4	
Caudal (L/s)	239.18	133.49	

Tabla 26. Datos In Situ Estación C03 - Qda. El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018


PARAMETROS	PRIMERA CAMPAÑA	SEGUNDA CAMPAÑA	ESTACIÓN C04
Fecha de Muestreo	17/12/29	18/02/28	
Hora	17:40	16:40	
Temperatura de la muestra (°C)	25.3	30.1	
Oxígeno disuelto (mg/l)	7.3	6.81	
%Saturación de Oxígeno	95.2	97.1	
PH (Unidades de pH)	7.17	7.26	
Conductividad eléctrica (µs/cm)	75.7	84.1	
SDT (mg/L)	35.3	36.1	
Caudal (L/s)	445.90	259.62	

Tabla 27. Datos In Situ Estación C04 - Qda. El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018


PARAMETROS	PRIMERA CAMPAÑA	SEGUNDA CAMPAÑA	ESTACIÓN A01
Fecha de Muestreo	17/12/29	18/02/28	
Hora	09:40	08:40	
Temperatura de la muestra (°C)	20.9	20.5	
Oxígeno disuelto (mg/l)	7.86	7.78	
%Saturación de Oxígeno	100.2	99.4	
PH (Unidades de pH)	7.12	7.07	
Conductividad eléctrica (µs/cm)	50.5	77.3	
SDT (mg/L)	26.0	28.7	
Caudal (L/s)	30.88	19.23	

Tabla 28. Datos In Situ Estación A01 – Qda. Santa Bárbara
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018


PARAMETROS	PRIMERA CAMPAÑA	SEGUNDA CAMPAÑA	ESTACIÓN A02
Fecha de Muestreo	17/12/29	18/02/28	
Hora	16:55	15:55	
Temperatura de la muestra (°C)	25.7	27.8	
Oxígeno disuelto (mg/l)	7.56	7.34	
%Saturación de Oxígeno	100.2	99.8	
PH (Unidades de pH)	7.62	7.3	
Conductividad eléctrica (µs/cm)	196.7	87.1	
SDT (mg/L)	91.2	38.4	
Caudal (L/s)	98.88	18.94	

Tabla 29. Datos In Situ Estación A02 – Qda. El Madroñal
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

4.8.4. Determinación de parámetros en laboratorio

Estos Parámetros corresponden a la serie de parámetros físicos, químicos y microbiológicos que son medidos en el laboratorio y determina el estado detallado del cuerpo de agua sobre el cual se realizó la medición.

El monitoreo realizado en los 6 sitios propuestos por el CONSORCIO PORH CAM para el análisis del comportamiento de la calidad del agua en el cauce principal de la quebrada El Pescador y sus principales afluentes, fue subcontratado con el equipo consultor con INGECOL S.A.S & HIDROLAB COLOMBIA LTDA, debido a que este último está acreditado por el IDEAM, según resolución N°1950 del 06 Septiembre de 2013.

Por otro lado, los parámetros contratados y analizados corresponden a los requeridos para determinar si el agua de la fuente hídrica estudiada tiene la calidad adecuada para cada uno de los usos identificados durante la recolección de información en campo o si se requiere realizar restricciones de uso y/o vertimiento, lo anterior siguiendo los lineamientos contenidos en el Decreto 1076 de 2015 y Resolución 631 de 2015.

CAMPAÑA 1							
N°	PARAMETROS		RESULTADOS DE LABORATORIO				UNIDAD
	RESPONSABLE DEL MONITOREO		INGECOL AMBIENTAL SAS, HIDROLAB COLOMBIA LTDA Y CONSORCIO PORH CAM				
	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA		6720-01	6720-03	6720-04	6720-06	
	SITIO DE MUESTREO		C01	C02	C03	C04	
	FECHA		29 DE DICIEMBRE DE 2017				
FISICOQUIMICOS BÁSICOS	1	Alcalinidad Total	75.4	80.4	94.5	116	mg/L CaCO3
	2	Dureza Total	97.8	115	138	147	mg/L CaCO3
	3	DBO5 Total	<2	<2	<2	<2	mg/L O2
	4	DBO Filtrada	<2	<2	<2	<2	mg/L O2
	5	DQO Total	<2	<2	<2	<2	mg/L O2
	6	DBO Ultima	<2	<2	<2	<2	mg/L O2
	7	Sólidos Suspendidos Totales	16	14	<5	6	mg/L
	8	Sólidos suspendidos Volátiles	8	8	<5	<5	mg/L
	9	Sólidos Disueltos Totales	70	87	96	107	mg/L
	10	Turbiedad	3.7	2.2	1.6	4.1	NTU
	11	Nitrógeno Total	5.63	<5	<5	14.6	mg/L N
	12	Nitrógeno Amoniacal	<1	<1	<1	<1	mg/L N-NH3
	13	Nitritos	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/L N-NO2
	14	Nitratos	3.9	2.57	0.87	1.29	mg/L N-NO3
	15	Fosforo Total	0.497	0.565	0.241	0.029	mg/L P
	16	Ortofosfatos	0.07	<0.06	<0.06	0.09	mg/L P-PO4-3
	17	Grasas y Aceites	<5	<5	<5	<5	mg/L
	18	SAAM	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	mg/L
	19	Fenoles	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	mg/L
	20	Hidrocarburos totales del petróleo	<5	<5	<5	<5	mg/L
	21	Clorofila	1.87	2.22	1.98	2.09	mg/m3
	22	Compuestos Organoclorados	<10	<10	<10	<10	mg/L
	23	Compuestos Organofosforados	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/L
METALES Y METALOIDES	24	Arsénico (As)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	mg/L
	25	Bario (Ba)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	mg/L
	26	Cadmio (Cd)	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	mg/L
	27	Zinc (Zn)	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	mg/L
	28	Cobre (Cu)	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	mg/L
	29	Cromo Total (Cr)	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	mg/L
	30	Hierro (Fe)	0.27	0.27	0.17	0.31	mg/L
	31	Mercurio (Hg)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	mg/L
	32	Níquel (Ni)	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	mg/L
	33	Plomo (Pb)	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/L
	34	Selenio (Se)	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025	mg/L
	35	Vanadio (Va)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	mg/L
MICROBIOLÓGICOS	36	Cianuros	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	mg/L CN
	37	Cloruros	<3.0	<3.0	3.4	<3.0	mg/L CL-
	38	Sulfatos	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	mg/L SO4-2
	39	Calcio	16.96	8.14	13.15	18.46	mg/L
	40	Magnesio	3.41	4.79	5.15	4.95	mg/L
	41	Sodio	33.1	46.7	9.98	12.1	mg/L
	42	Coliformes termotolerantes	317	3700	5500	101	NMP/100 mL
	43	Coliformes totales	10000	40000	24000	26000	NMP/100 mL
	44	Coliformes Fecales	317	3700	5500	101	NMP/100 mL
	45	E. Coli	304	1000	1000	101	NMP/100 mL

Tabla 30. Resultados Parámetros medidos en Laboratorio Qda. El Pescador
 Campaña N° 1

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017

CAMPAÑA 2							
N°	PARAMETROS	RESULTADOS DE LABORATORIO				UNIDAD	
	RESPONSABLE DEL MONITOREO	INGECOL AMBIENTAL, HIDROLAB COLOMBIA LTDA Y CONSORCIO PORH CAM					
	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	7245-01	7245-03	7245-04	7245-06		
	SITIO DE MUESTREO	C01	C02	C03	C04		
FECHA		28 DE FEBRERO DE 2018					
FISICOQUÍMICOS BÁSICOS	1	Alcalinidad Total	76.0	89.8	95.4	111	mg/L CaCO ₃
	2	Dureza Total	43.5	56.2	61.0	69.5	mg/L CaCO ₃
	3	DBO ₅ Total	<2	<2	<2	<2	mg/L O ₂
	4	DBO Filtrada	<2	<2	<2	<2	mg/L O ₂
	5	DQO Total	<2.0	4	<2.0	<2.0	mg/L O ₂
	6	DBO Ultima	<2	<2	<2	<2	mg/L O ₂
	7	Sólidos Suspendidos Totales	7	8	6	6	mg/L
	8	Sólidos suspendidos Volátiles	<5	<5	<5	<5	mg/L
	9	Sólidos Disueltos Totales	74	94	102	113	mg/L
	10	Turbiedad	5.0	5.9	3.7	4.1	NTU
	11	Nitrógeno Total	6.93	6.10	7.98	7.98	mg/L N
	12	Nitrógeno Amoniacal	<1.00	1.23	1.14	1.38	mg/L N-NH ₃
	13	Nitritos	0.139	0.189	0.111	0.111	mg/L N-NO ₂
	14	Nitratos	15.5	11.2	7.98	6.35	mg/L N-NO ₃
	15	Fosforo Total	0.572	0.261	0.285	0.404	mg/L P
	16	Ortofosfatos	<0.02	0.08	<0.02	0.10	mg/L P-PO ₄ -3
	17	Grasas y Aceites	<5	<5	<5	<5	mg/L
	18	SAAM	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	mg/L
	19	Fenoles	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	mg/L
	20	Hidrocarburos totales del petróleo	<5	<5	<5	<5	mg/L
	21	Clorofila	0.36	0.32	0.4	0.43	mg/m ³
	22	Compuestos Organoclorados	<10	<10	<10	<10	mg/L
	23	Compuestos Organofosforados	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/L
METALES Y METALOIDES	24	Arsénico (As)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	mg/L
	25	Bario (Ba)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	mg/L
	26	Cadmio (Cd)	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	mg/L
	27	Zinc (Zn)	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	mg/L
	28	Cobre (Cu)	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	mg/L
	29	Cromo Total (Cr)	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	mg/L
	30	Hierro (Fe)	0.27	0.16	0.21	0.34	mg/L
	31	Mercurio (Hg)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	mg/L
	32	Níquel (Ni)	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	mg/L
	33	Plomo (Pb)	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/L
	34	Selenio (Se)	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025	mg/L
	35	Vanadio (Va)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	mg/L
MICROBIOLÓGICOS	36	Cianuros	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	mg/L CN
	37	Cloruros	3.5	<3.0	<3.0	<3.0	mg/L CL-
	38	Sulfatos	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	mg/L SO ₄ -2
	39	Calcio	40.64	38.26	30.18	33.95	mg/L
	40	Magnesio	4.13	4.55	5.11	5.88	mg/L
	41	Sodio	6.63	7.73	8.58	11.2	mg/L
	42	Coliformes termotolerantes	1300	722	467	1700	NMP/100 mL
	43	Coliformes totales	2000	1600	870	2000	NMP/100 mL
	44	Coliformes Fecales	1300	722	467	1700	NMP/100 mL
	45	E. Coli	101	93	211	28	NMP/100 mL

Tabla 31. Resultados Parámetros medidos en Laboratorio Qda. El Pescador
 Campaña N° 2

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017

CAMPAÑA 1					
N°	PARAMETROS		RESULTADOS DE LABORATORIO		UNIDAD
	RESPONSABLE DEL MONITOREO		INGECOL AMBIENTAL, HIDROLAB COLOMBIALTDA Y CONSORCIO PORH CAM		
	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA		6720-02	6720-05	
	SITIO DE MUESTREO		A01	A02	
	FECHA		29 DE DICIEMBRE DE 2017		
FISICOQUIMICOS BÁSICOS	1	Alcalinidad Total	65.3	97.5	mg/L CaCO3
	2	Dureza Total	72.4	116	mg/L CaCO3
	3	DBO5 Total	<2	7	mg/L O2
	4	DBO Filtrada	<2	7	mg/L O2
	5	DQO Total	<2	10	mg/L O2
	6	DBO Ultima	<2	10	mg/L O2
	7	Sólidos Suspendidos Totales	<5	<5	mg/L
	8	Sólidos suspendidos Volátiles	<5	<5	mg/L
	9	Sólidos Disueltos Totales	68	90	mg/L
	10	Turbiedad	1.5	8.9	NTU
	11	Nitrógeno Total	<5	<5	mg/L N
	12	Nitrógeno Amoniacal	<1	<1.00	mg/L N-NH3
	13	Nitritos	<0.010	<0.010	mg/L N-NO2
	14	Nitratos	4.71	<0.22	mg/L N-NO3
	15	Fosforo Total	0.282	0.114	mg/L P
	16	Ortofosfatos	0.12	<0.06	mg/L P-PO4-3
	17	Grasas y Aceites	<5	<5	mg/L
	18	SAAM	<0.10	<0.10	mg/L
	19	Fenoles	<0.002	<0.002	mg/L
	20	Hidrocarburos totales del petróleo	<5	<5	mg/L
	21	Clorofila	2.58	1.86	mg/m3
	22	Compuestos Organoclorados	<10	<10	mg/L
	23	Compuestos Organofosforados	<0.010	<0.010	mg/L
METALES Y METALOIDES	24	Arsénico (As)	<0.001	<0.001	mg/L
	25	Bario (Ba)	<0.05	<0.05	mg/L
	26	Cadmio (Cd)	<0.002	<0.002	mg/L
	27	Zinc (Zn)	<0.050	<0.050	mg/L
	28	Cobre (Cu)	<0.10	<0.10	mg/L
	29	Cromo Total (Cr)	<0.020	<0.020	mg/L
	30	Hierro (Fe)	0.15	0.81	mg/L
	31	Mercurio (Hg)	<0.001	<0.001	mg/L
	32	Níquel (Ni)	<0.020	<0.020	mg/L
	33	Plomo (Pb)	<0.010	<0.010	mg/L
	34	Selenio (Se)	<0.0025	<0.0025	mg/L
	35	Vanadio (Va)	<0.01	<0.01	mg/L
MICROBIOLÓGICOS	36	Cianuros	<0.10	<0.10	mg/L CN
	37	Cloruros	3.7	<3.0	mg/L CL-
	38	Sulfatos	<1.0	<1.0	mg/L SO4-2
	39	Calcio	8.14	11.98	mg/L
	40	Magnesio	3.95	4.21	mg/L
	41	Sodio	46.7	15.8	mg/L
	42	Coliformes termotolerantes	411	387	NMP/100 mL
	43	Coliformes totales	33000	740000	NMP/100 mL
	44	Coliformes Fecales	411	387	NMP/100 mL
	45	E. Coli	201	195	NMP/100 mL

Tabla 32. Resultados Parámetros medidos en Laboratorio – Afluentes principales de la Qda El Pescador Campaña N° 1

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

CAMPAÑA 2					
N°	PARAMETROS		RESULTADOS DE LABORATORIO		UNIDAD
	RESPONSABLE DEL MONITOREO		INGECOL AMBIENTAL SAS, HIDROLAB COLOMBIA LTDA Y CONSORCIO PORH CAM		
	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA		7245-02	7245-05	
	SITIO DE MUESTREO		A01	A02	
	FECHA		28 DE FEBRERO DE 2018		
FISICOQUIMICOS BÁSICOS	1	Alcalinidad Total	63.5	123	mg/L CaCO3
	2	Dureza Total	45.1	65.4	mg/L CaCO3
	3	DBO5 Total	<2	<2	mg/L O2
	4	DBO Filtrada	<2	<2	mg/L O2
	5	DQO Total	<2.0	<2.0	mg/L O2
	6	DBO Última	<2	<2	mg/L O2
	7	Sólidos Suspendidos Totales	12	<5	mg/L
	8	Sólidos suspendidos Volátiles	6	<5	mg/L
	9	Sólidos Disueltos Totales	71	120	mg/L
	10	Turbiedad	7.6	4.0	NTU
	11	Nitrógeno Total	8.33	7.28	mg/L N
	12	Nitrógeno Amoniacal	1.29	1.32	mg/L N-NH3
	13	Nitritos	0.150	0.156	mg/L N-NO2
	14	Nitratos	12.8	7.25	mg/L N-NO3
	15	Fosforo Total	0.541	0.450	mg/L P
	16	Ortofosfatos	0.28	<0.02	mg/L P-PO4-3
	17	Grasas y Aceites	<5	<5	mg/L
	18	SAAM	<0.10	<0.10	mg/L
	19	Fenoles	<0.002	<0.002	mg/L
	20	Hidrocarburos totales del petróleo	<5	<5	mg/L
	21	Clorofila	0.44	0.47	mg/m3
	22	Compuestos Organoclorados	<10	<10	mg/L
	23	Compuestos Organofosforados	<0.010	<0.010	mg/L
METALES Y METALOIDES	24	Arsénico (As)	<0.001	<0.001	mg/L
	25	Bario (Ba)	0.06	<0.05	mg/L
	26	Cadmio (Cd)	<0.002	<0.002	mg/L
	27	Zinc (Zn)	<0.050	<0.050	mg/L
	28	Cobre (Cu)	<0.10	<0.10	mg/L
	29	Cromo Total (Cr)	<0.020	0.020	mg/L
	30	Hierro (Fe)	0.30	0.31	mg/L
	31	Mercurio (Hg)	<0.001	<0.001	mg/L
	32	Níquel (Ni)	<0.020	<0.020	mg/L
	33	Plomo (Pb)	<0.010	<0.010	mg/L
	34	Selenio (Se)	<0.0025	<0.0025	mg/L
	35	Vanadio (Va)	<0.01	<0.01	mg/L
MICROBIOLÓGICOS	36	Cianuros	<0.10	<0.10	mg/L CN
	37	Cloruros	187	<3.0	mg/L CL-
	38	Sulfatos	<1.0	<1.0	mg/L SO4-2
	39	Calcio	28.18	27.25	mg/L
	40	Magnesio	5.01	6.64	mg/L
	41	Sodio	9.20	16.0	mg/L
	42	Coliformes termotolerantes	530	2000	NMP/100 mL
	43	Coliformes totales	5900	2400	NMP/100 mL
	44	Coliformes Fecales	530	2000	NMP/100 mL
	45	E. Coli	172	188	NMP/100 mL

Tabla 33. Resultados Parámetros medidos en Laboratorio – Afluentes principales de la Qda El Pescador Campaña N° 2
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017

4.8.4.1. Análisis de resultados fisicoquímico y bacteriológico

Para determinar la calidad del agua en una fuente es necesario cumplir con una serie de lineamientos los cuales se han planificado de manera oportuna y precisa por el equipo técnico del CONSORCIO PORH CAM, los cuales cuentan con la aprobación del personal de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena - CAM.

Los puntos de toma de muestras fueron propuestos por el equipo consultor CONSORCIO PORH CAM de acuerdo a lo observado y trabajado en campo, en concordancia con la interventoría del proyecto CAM con su amplia experiencia en estudios del recurso hídrico; se ubicaron 6 puntos de monitoreo los cuales están distribuidos a lo largo del cauce principal y sus principales afluentes, todos ubicados en sitios estratégicos que fueron determinados con el fin de obtener mejores resultados en la calidad del estudio, determinar verídicamente un perfil de calidad de agua y ubicar los puntos críticos en donde se tenga una calidad de agua mala.

Con el objetivo de determinar la calidad del agua de la quebrada El Pescador de acuerdo con los usos contemplados en el Decreto 1076 de 2015 (incluidos en el decreto 1594 de 1984), se articularán los resultados de los parámetros hallados en los monitoreos del presente año, realizados para el presente ordenamiento, además se establecerán los objetivos de calidad teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el modelo simulación de calidad de agua.

Además de tener en cuenta los criterios de calidad descritos en la resolución 631 de 2015, los cuales se articularán más adelante, se tendrá en cuenta el capítulo VI del Decreto 1594 de 1984 con respecto a los criterios de calidad para destinación del recurso.

El siguiente análisis se enfoca principalmente en la determinación de la calidad del agua para Riego, pues el uso agrícola es el principal uso de la subcuenca hidrográfica de la quebrada El Pescador.

Para efectuar este análisis se requiere calcular algunos índices de calidad de agua como la conductividad Eléctrica, Salinidad Efectiva y salinidad potencial. La mayoría de los cálculos de estos índices así como muchos de los parámetros de clasificación establecidos, requieren que las cantidades obtenidas para los aniones y cationes sean expresadas en miliequivalentes por litro. A continuación se presenta la relación de mg/l a meq/l y los resultados obtenidos de la conversión:

$$\frac{mEq}{l} = \frac{\frac{mg}{l} * valencia}{Peso \text{ átomico}}$$

ELEMENTOS	CATIONES			ANIONES		OTROS	
	SODIO	MAGNESIO	CALCIO	SULFATOS	CLORUROS	NITRATOS	
PESO ATOMICO	22.99	24.305	40.078	96.063	35.453	62.05	
VALENCIA	1	2	2	2	1	1	
PARÁMETRO EN mg/l							
SITIOS DE MUESTREO	C01	33.1	3.41	16.96	1.00	3.0	3.90
	C02	46.7	4.79	8.14	1.00	3.0	2.57
	C03	9.98	5.15	13.15	1.00	3.4	0.87
	C04	12.1	4.95	18.46	1.00	3.0	1.29
	A01	46.7	3.95	8.14	1.00	3.7	4.71
	A02	15.8	4.21	11.98	1.00	3.0	0.22
	PARÁMETRO EN meq/l						
	C01	1.440	0.281	0.846	0.021	0.085	0.063
	C02	2.031	0.394	0.406	0.021	0.085	0.041
	C03	0.434	0.424	0.656	0.021	0.096	0.014
C04	0.526	0.407	0.921	0.021	0.085	0.021	
A01	2.031	0.325	0.406	0.021	0.104	0.076	
A02	0.687	0.346	0.598	0.021	0.085	0.004	

Tabla 34. Conversión de mg/l a meq/l para Aniones y Cationes – Qda. El Pescador y principales Afluentes – Campaña 1

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017

ELEMENTOS	CATIONES			ANIONES		OTROS	
	SODIO	MAGNESIO	CALCIO	SULFATOS	CLORUROS	NITRATOS	
PESO ATOMICO	22.99	24.305	40.078	96.063	35.453	62.05	
VALENCIA	1	2	2	2	1	1	
PARÁMETRO EN mg/l							
SITIOS DE MUESTREO	C01	6.63	4.13	40.64	1.0	3.5	15.5
	C02	7.73	4.55	38.26	1.0	3.0	11.2
	C03	8.58	5.11	30.18	1.0	3.0	7.98
	C04	11.2	5.88	33.95	1.0	3.0	6.35
	A01	9.2	5.01	28.18	1.0	187	12.8
	A02	16.0	6.64	27.25	1.0	3.0	7.25
	PARÁMETRO EN meq/l						
	C01	0.288	0.340	2.028	0.021	0.099	0.250
	C02	0.336	0.374	1.909	0.021	0.085	0.180
	C03	0.373	0.420	1.506	0.021	0.085	0.129
C04	0.487	0.484	1.694	0.021	0.085	0.102	
A01	0.400	0.412	1.406	0.021	5.275	0.206	
A02	0.696	0.546	1.360	0.021	0.085	0.117	

Tabla 35. Conversión de mg/l a meq/l para Aniones y Cationes – Qda. El Pescador y principales Afluentes – Campaña 2

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017

4.8.4.2. Determinación de cargas contaminantes

Parámetros objeto de evaluación de Cargas

Para los puntos monitoreados y según lo registrado en los términos de referencia del contrato para la formulación y ordenamiento de la quebrada El Pescador; para la determinación de cargas contaminantes se utilizarán los parámetros contemplados (DBO₅ y SST) en el Decreto 2667 de 2012 compilado en Decreto Único ambiental 1076 de 2015.

La caracterización y análisis fue realizado por INGECOL AMBIENTAL SAS y su laboratorio HIDROLAB COLOMBIA LTDA, acreditado bajo Resolución N° 1950 del 06 de Septiembre de 2013 por el Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales – IDEAM.

Determinación de cargas contaminantes y definición de tramos

Dentro del contrato de apoyo de Consultoría N°157 de 2017, formulación del plan de ordenamiento del recurso hídrico de la quebrada El Pescador, establecen que la determinación de las cargas contaminantes se deben realizar para los parámetros básicos definidos en el Decreto 2667 de 2012 (compilado en el Decreto único 1076 de 2015). Por lo anterior, las determinación de cargas contaminantes se realizará para los parámetros Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) y sólidos suspendidos totales (SST), establecidos previamente en la Resolución N° 0273 del 1 de Abril de 1997 expedida por el Ministerio de ambiente.

4.8.4.2.1. Cargas contaminantes cauce principal y afluentes caracterizados

A continuación, se presenta la carga contaminante para DBO₅ y SST determinada en los puntos de monitoreo ubicados sobre el cauce principal de la quebrada El Pescador y sus principales afluentes.

PUNTOS	PARAMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y CAUDAL					
	DBO ₅ (mg/L O ₂)		SST (mg/L SST)		Caudal Promedio L/s	
	Camp. 1	Camp. 2	Camp. 1	Camp. 2	Camp. 1	Camp. 2
C01	2	2	16	7	254.24	183.92
C02	2	2	14	8	339.38	369.33
C03	2	2	5	6	239.18	133.49
C04	2	2	6	6	445.90	259.63
A01	2	2	5	12	30.88	19.23
A02	7	2	5	5	98.88	18.94

Tabla 36. Resultados de DBO₅, SST y Caudal para la determinación de cargas contaminantes Qda. El Pescador y afluentes principales “Campaña 1 y 2”

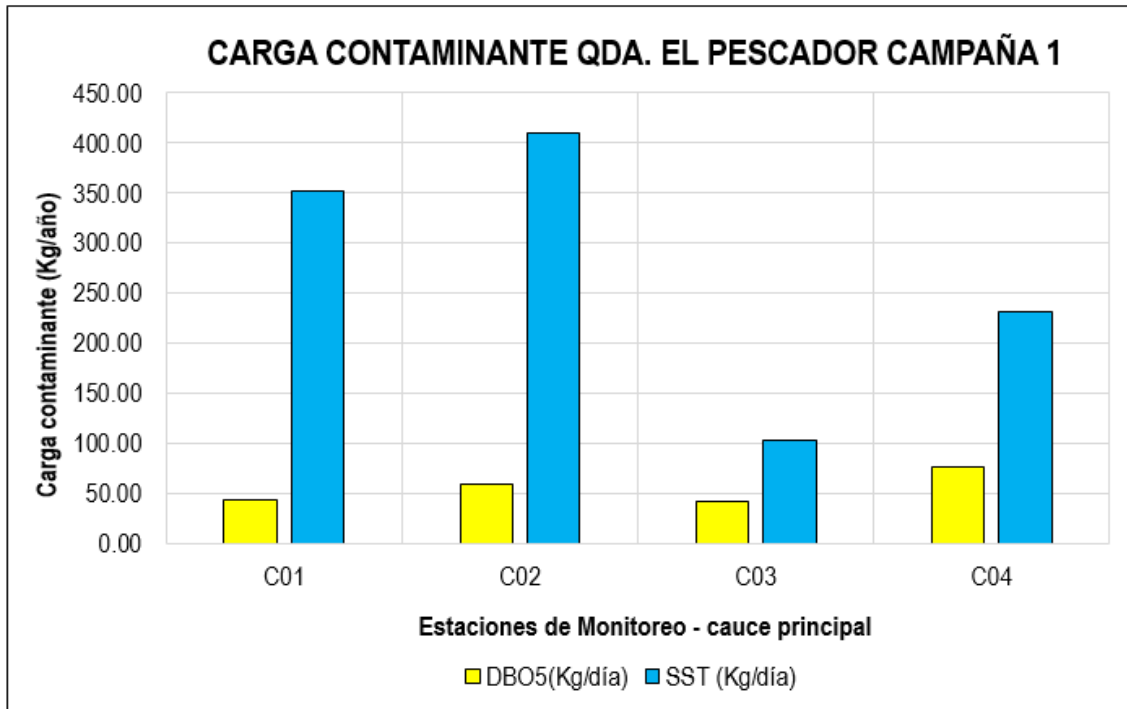
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

PUNTOS	CARGAS CONTAMINANTES (VALOR OBTENIDO)			
	DBO5 (Kg/día)		SST (Kg/día)	
	Camp. 1	Camp. 2	Camp. 1	Camp. 2
C01	43.93	31.78	351.46	111.23
C02	58.64	63.82	410.51	255.28
C03	41.33	23.07	103.33	69.20
C04	77.05	44.86	231.15	134.59
A01	5.34	3.32	13.34	19.94
A02	59.80	3.27	42.72	8.18

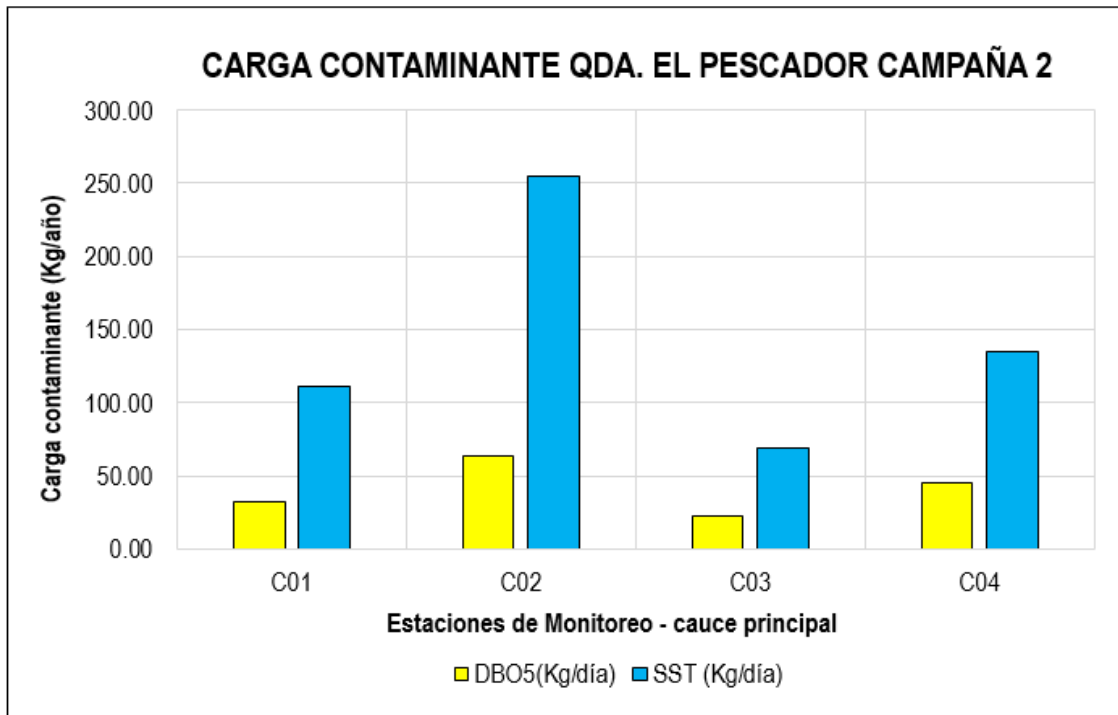
Tabla 37. Carga Contaminante – Qda. El Pescador y afluentes principales
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

La Gráfica 5 y Gráfica 6 muestra el comportamiento de la carga contaminante determinada para los puntos monitoreados sobre el cauce principal de la quebrada El Pescador para la campaña 1 y 2; se tiene que para SST y DBO₅ la menor carga contaminante se encontró en el punto C03 (quebrada El Pescador después de los descoles provenientes de labranzas) durante las dos campañas de monitoreo, este comportamiento se le atribuye a la baja concentración obtenida para los parámetros analizados, la baja presencia antrópica en la zona, además de la reducción obtenida en el caudal debido a las derivaciones existentes antes de esta estación monitoreo (C03), ocasionando así la menor carga contaminante de las estaciones del cauce principal analizadas.

Con respecto a la máxima carga contaminante, en la campaña 1 y 2 para SST se presentó en el punto C02 (quebrada El Pescador antes de la captación San Luis); este resultado se le atribuye al caudal aforado en esta estación, siendo 339.38 y 369.33 l/s para la primera y segunda campaña, respectivamente. Para DBO₅ la máxima carga contaminante en la campaña 1 se registró en el sitio de muestreo C04 (quebrada El Pescador antes de desembocar al embalse de Betania) y para la campaña 2 en el sitio de muestreo C02 (quebrada El Pescador antes de la captación San Luis), este aumento de cargas se debió principalmente a que en estos puntos ubicados el cauce principal son receptores de diferentes tributarios, aumentando así el valor de caudal a medida que la corriente discurre aguas abajo.



Gráfica 5. Carga contaminante Cauce Principal (DBO5 y SST) – Campaña 1
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

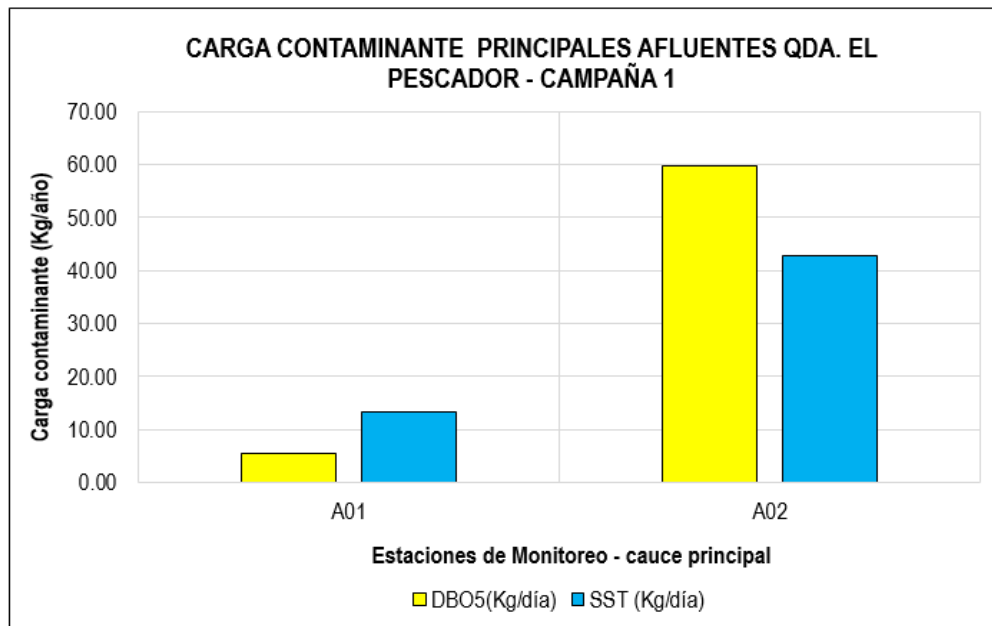


Gráfica 6. Carga contaminante Cauce Principal (DBO5 y SST) – Campaña 2
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

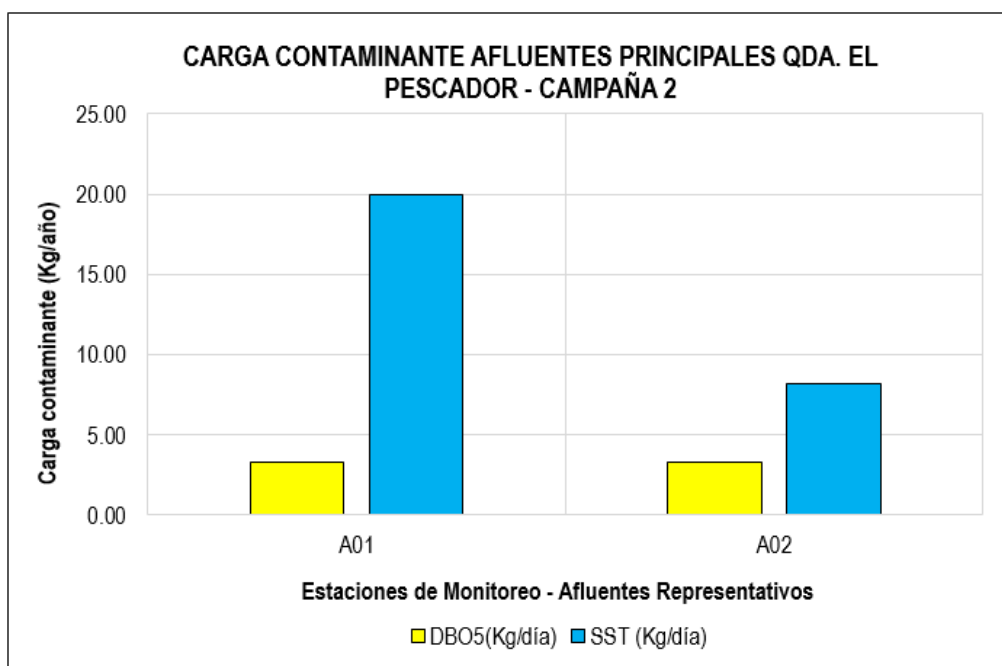
La Gráfica 7 y Gráfica 8 referencia las cargas contaminantes para los puntos monitoreados en los afluentes principales de la quebrada El Pescador, encontrando que para SST la mayor carga contaminante en la campaña 1 se registró en el sitio de muestreo A02 (quebrada El Madroñal antes de la desembocadura con la quebrada El Pescador), debido al aumento de caudal de una campaña a la otra, pasando de 98.77 L/s en la primera campaña a 78.94 L/s en la segunda campaña. Por el contrario, para la segunda campaña de monitoreo la mayor carga para SST se presentó en el punto A01 (quebrada Santa Bárbara antes de la desembocadura con la quebrada El pescador), este comportamiento atribuido a la concentración encontrada pasando de 5 mg/L en la primera campaña a 12 mg/L en la segunda campaña, concentración aumentada debido a un posible arrastre de partículas el día del monitoreo.

Por ende, la menor carga contaminante para SST se presentó en A01 (quebrada Santa Bárbara antes de la desembocadura con la quebrada El pescador) para la campaña 1 y en A02 (quebrada El Madroñal antes de la desembocadura con la quebrada El Pescador) para la campaña 2.

Así mismo, para la DBO₅ se presentó un comportamiento similar a los SST, la máxima carga contaminante se registró en el sitio de muestreo A02 (quebrada El Madroñal antes de la desembocadura con la quebrada El Pescador) y la menor en A01 (quebrada Santa Bárbara antes de la desembocadura con la quebrada El pescador) en la campaña 1 y en la campaña 2 este parámetro se mantuvo constante.



Gráfica 7. Carga contaminante Afluentes Principales (DBO5 y SST) – Campaña 1
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018



Gráfica 8. Carga contaminante Afluentes Principales (DBO5 y SST) – Campaña 2
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

4.8.4.3. Perfiles de calidad del cuerpo de agua

Los perfiles de calidad sobre el cauce principal de la quebrada El Pescador permitirán observar y analizar el comportamiento en los puntos monitoreados y los cambios a largo de trayecto desde el inicio hasta su desembocadura.

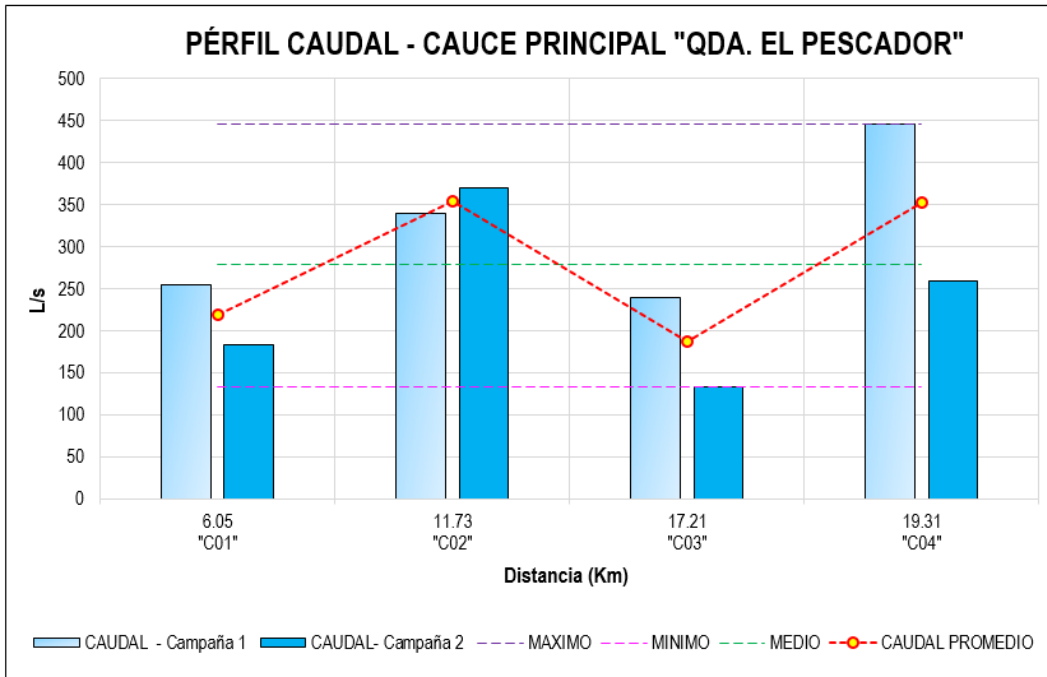
Mediante estos perfiles se identifica y evalúa el comportamiento de la fuente hídrica como receptora de vertimientos, la asimilación y depuración de esta fuente hídrica a lo largo de su trayecto.

A continuación, se presentan los perfiles de calidad de los parámetros más importantes en el momento de evaluar la calidad y cantidad del agua del cauce principal de la quebrada El Pescador y sus principales afluentes.

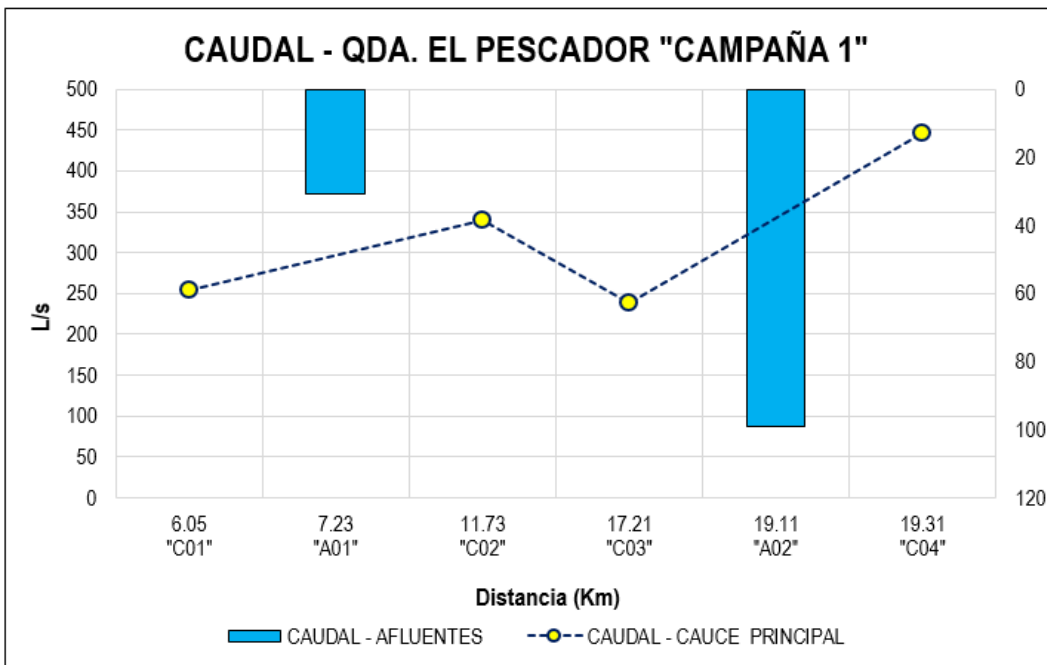
4.8.4.3.1. Parámetros In Situ

4.8.4.3.1.1. Caudal

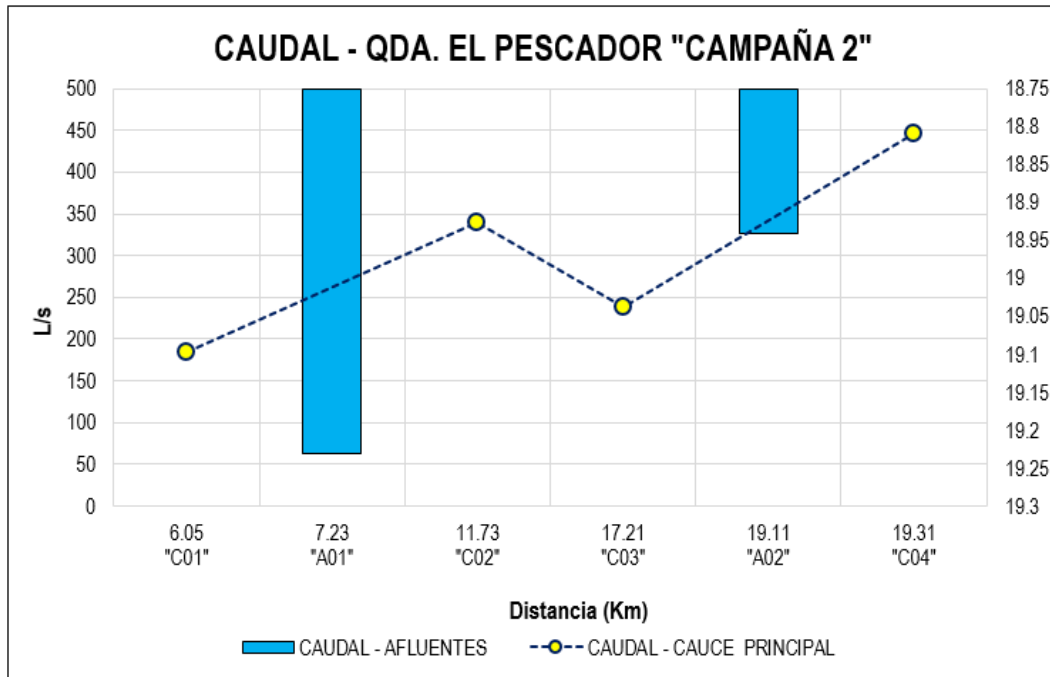
Corresponde a la cantidad de agua en litros por segundo contenida en el cauce principal de la quebrada El Pescador y sus principales afluentes, en el momento en el que se efectuó la primera y segunda campaña de monitoreo.



Gráfica 9. Perfil de Caudal – Cauce principal Qda. El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017



Gráfica 10. Perfil de Caudal Qda. El Pescador "Campaña 1"
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017



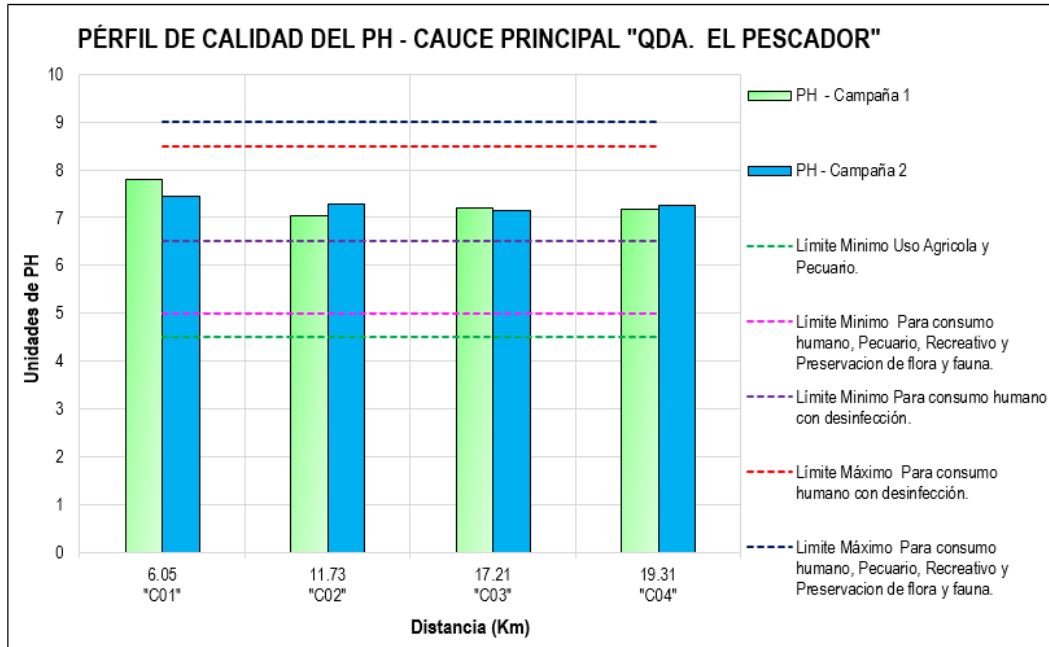
Gráfica 11. Perfil de Caudal Qda. El Pescador "Campaña 2"
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017

La Gráfica 9 muestra el comportamiento del caudal a lo largo de la Quebrada El Pescador y sus dos afluentes principales; los datos corresponden a la primera campaña de monitoreo realizada en el mes de diciembre del año 2017 (época donde se presentaron mayores precipitaciones) y segunda campaña realizada en el mes de febrero del año 2018 (época con menos precipitaciones).

El mayor caudal se reportó en la estación C04 (quebrada El Pescador antes de desembocar al embalse de Betania) con un valor de 445.90 L/s, este comportamiento debido al aporte de tributarios, incluyendo la quebrada El Madroñal (A02) con un caudal de 98.88 L/s; por el contrario el menor se presentó en el punto C03 (quebrada El Pescador después de los descoles provenientes de labranzas) con un valor de 239.18 L/s para la campaña 1 (Gráfica 10), esto debido a que antes de esta estación se encuentran ubicadas 5 captaciones de las cuales 2 se encuentran concesionadas. Para la campaña 2, el valor máximo del caudal se encontró en C02 (quebrada El Pescador antes de la captación San Luis) con un valor de 369.33 L/s, este aumento debido al aporte de la quebrada Santa Bárbara y diferentes drenajes localizados antes de este punto; con relación al menor caudal en la campaña 2 se presentó en la estación muestreo C01 (quebrada El Pescador antes de la desembocadura de la quebrada Ruchica) antes de todo uso (Gráfica 11), siendo un comportamiento normal por tratarse del primer punto de la corriente en proceso de ordenación.

4.8.4.3.1.2. Potencial de Hidrógeno – PH

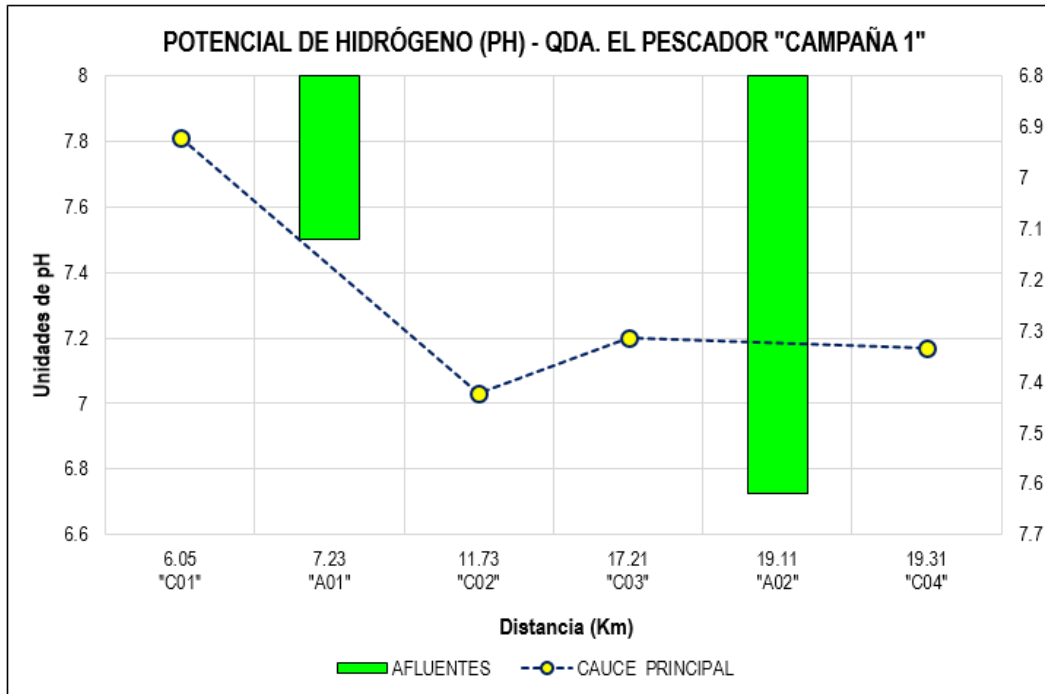
Es una medida que indica la acidez del agua. El rango varía de 0 a 14, siendo 7 el rango promedio (rango neutral). Un pH menor a 7 indica acidez, mientras que un pH mayor a 7, indica un rango básico. Ya que el pH puede afectarse por componentes químicos en el agua, el pH es un indicador importante de que el agua está cambiando químicamente.



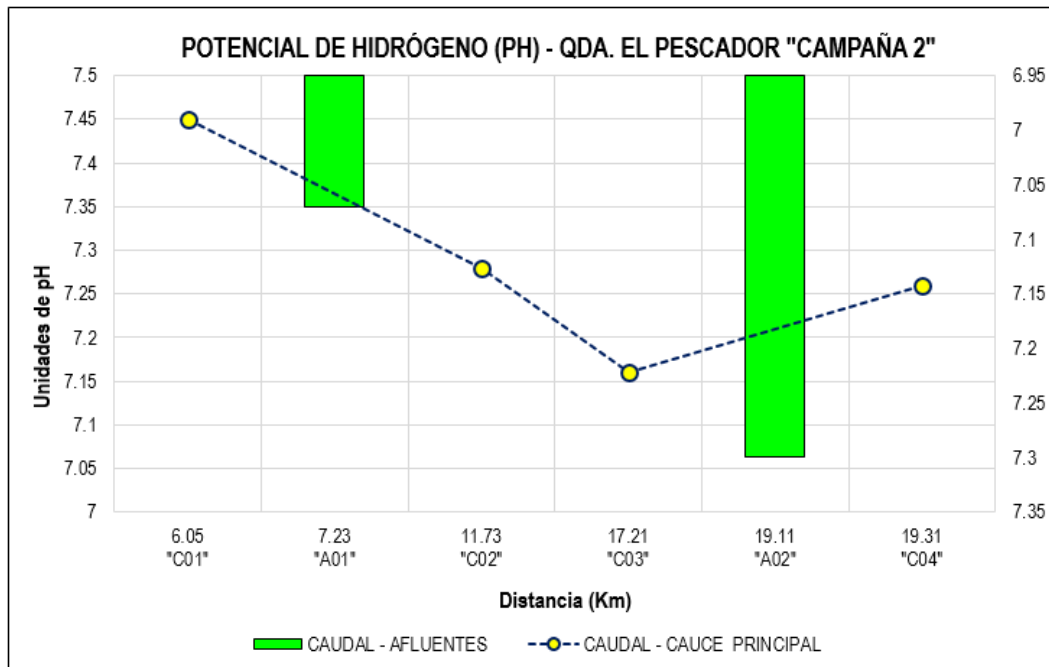
Gráfica 12. Perfil de Calidad del PH – Cauce principal Qda El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017

La tendencia central del pH es uniforme en todos los puntos monitoreados sobre el cauce principal y los principales afluentes de la quebrada El Pescador (Gráfica 12) pues estos mantienen un pH básico en todo el trayecto de la corriente; en cuanto a calidad el pH de la corriente se encuentra dentro de los rangos permisibles por el decreto 1594 de 1984, para consumo humano (Art 38 y 39), uso agrícola (art 409, uso pecuario (art 41), uso recreativo mediante contacto primario (art 42) y secundario (art 43) y preservación de flora y fauna (art 45).

Según la Gráfica 13 y Gráfica 14, el comportamiento del pH en la dos campañas de monitoreo fue ideal, pues cumple con los límites permisibles para los diferentes usos descritos en el decreto 1594 de 1984 compilado dentro del Decreto único ambiental 1076 de 2015.



Gráfica 13. Comportamiento del PH Qda El Pescador "Campaña 1"
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017



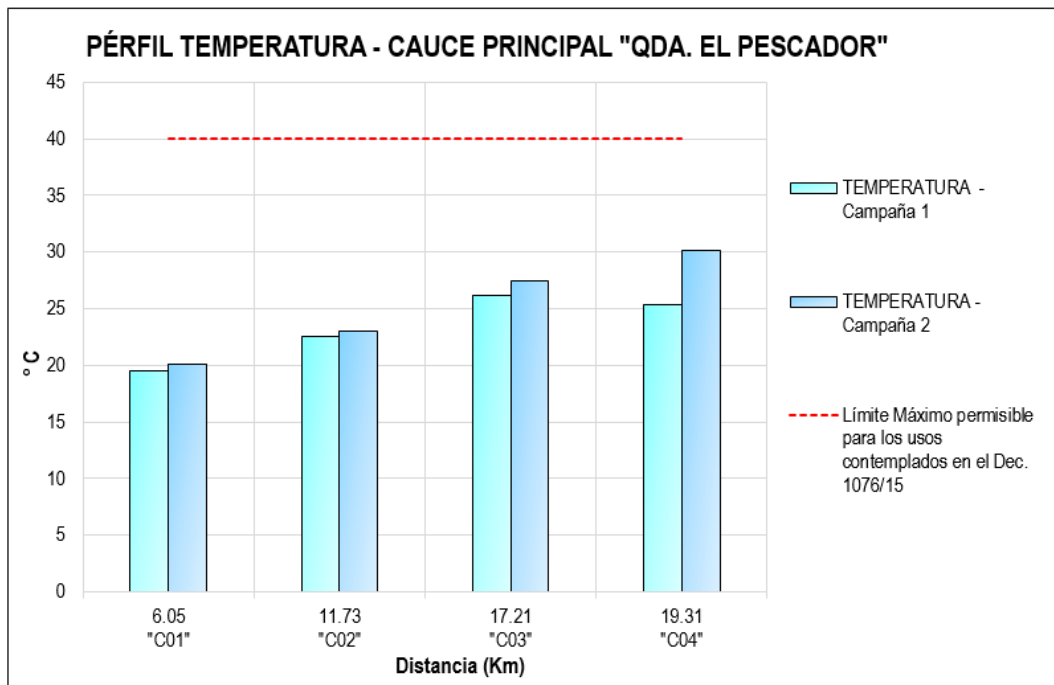
Gráfica 14. Comportamiento del PH Qda El Pescador "Campaña 2"
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017

4.8.4.3.1.3. Temperatura

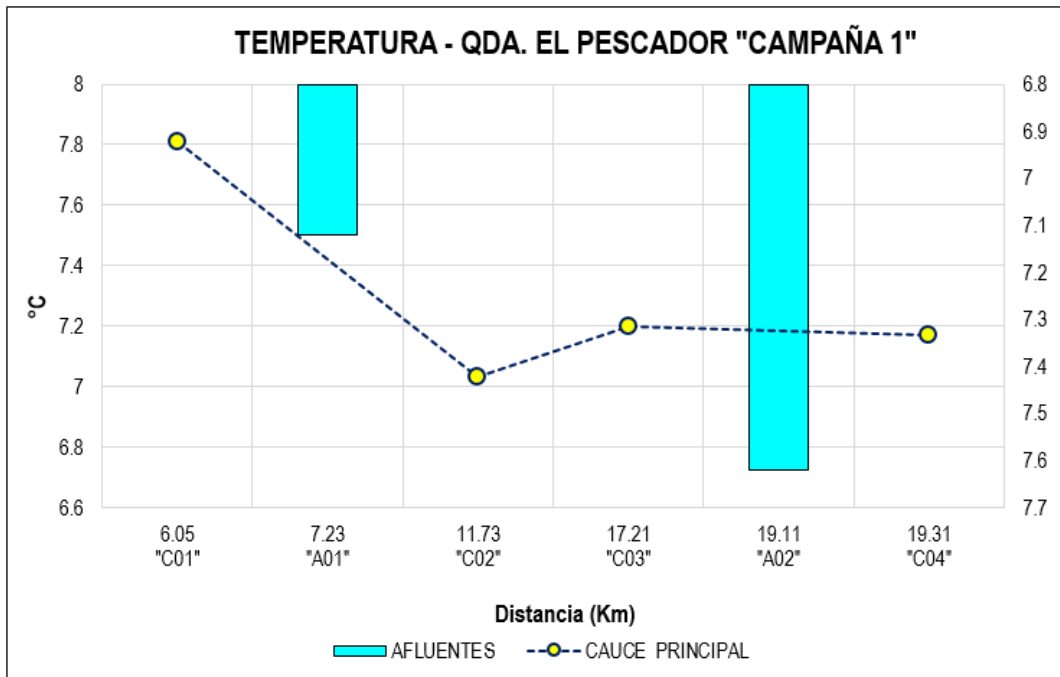
La temperatura es un parámetro importante que se debe conocer para diferentes procesos de análisis de laboratorio. Los cambios extremos o bruscos de temperatura afectan adversamente el ecosistema. Mayor temperatura disminuye el oxígeno disuelto, aumenta la actividad bacterial, aumenta la sensibilidad de la vida acuática a los tóxicos, disminuye el valor del agua para algunos usos.

En este sentido, la determinación exacta de la temperatura es importante para diferentes procesos de tratamiento y análisis de laboratorio, puesto que parámetros como el grado de saturación de oxígeno disuelto, la actividad biológica y el valor de la saturación con carbonato de calcio se relacionan con la temperatura. En estudios de polución de ríos, estudios limnológicos y en la identificación de la fuente de suministro en la temperatura es un dato necesario (Romero 2009).

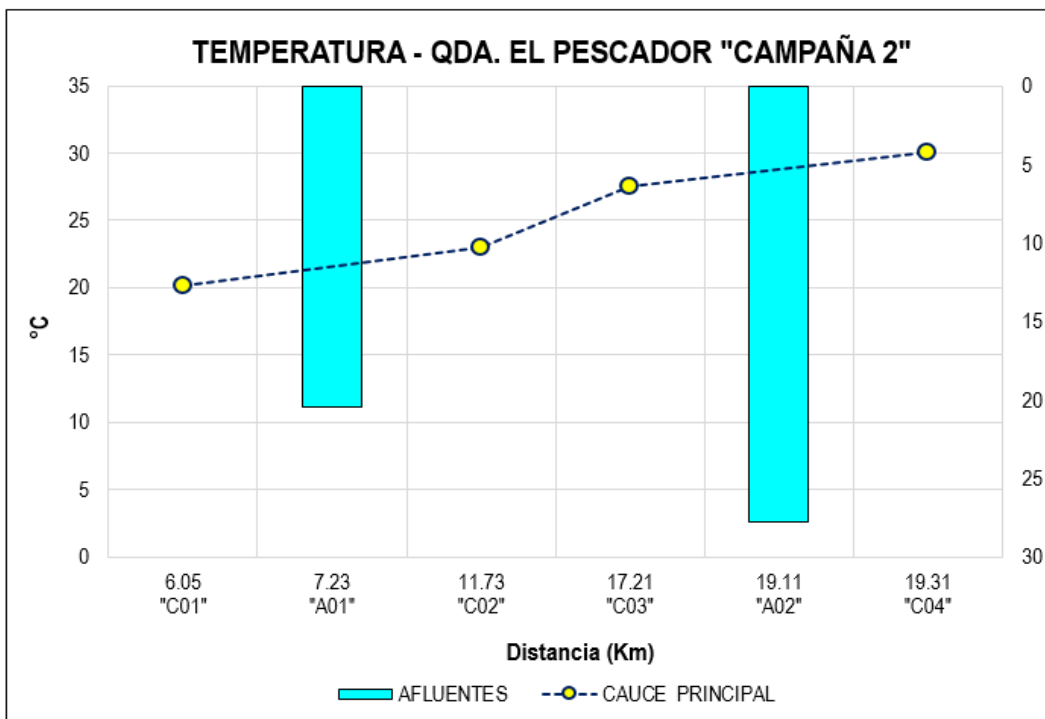
El efecto catalítico de las enzimas, función de la temperatura, pasa por un máximo entre 33°C y 35°C. Pero todas estas reacciones consumen oxígeno; si la temperatura aumenta, el contenido de oxígeno disuelto disminuye y entonces puede aparecer sulfuro de hidrogeno, metano, cadenas parcialmente oxidadas, que producen olores y gustos desagradables. En los circuitos de aguas calientes, el crecimiento de algunos microorganismos se ve favorecido por una elevada temperatura (superior a 30°C) (Rodier 2009).



Gráfica 15. Perfil de Calidad de la Temperatura – Cauce principal Qda El Pescador
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017



Gráfica 16. Comportamiento de la Temperatura Qda El Pescador "Campaña 1"
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017



Gráfica 17. Comportamiento de la Temperatura Qda El Pescador "Campaña 2"
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017

Según la Gráfica 15 todos los puntos que se evaluaron se encuentran por debajo del límite máximo permisible de temperatura (40°C), es decir que cumplen con todos los usos registrados en el decreto 1594 de 1984, consumo humano (Art 38 y 39), uso agrícola (art 40), uso pecuario (art 41), uso recreativo mediante contacto primario (art 42) y secundario (art 43) y preservación de flora y fauna (art 45). Por tanto no existirán restricciones de uso con respecto a este parámetro.

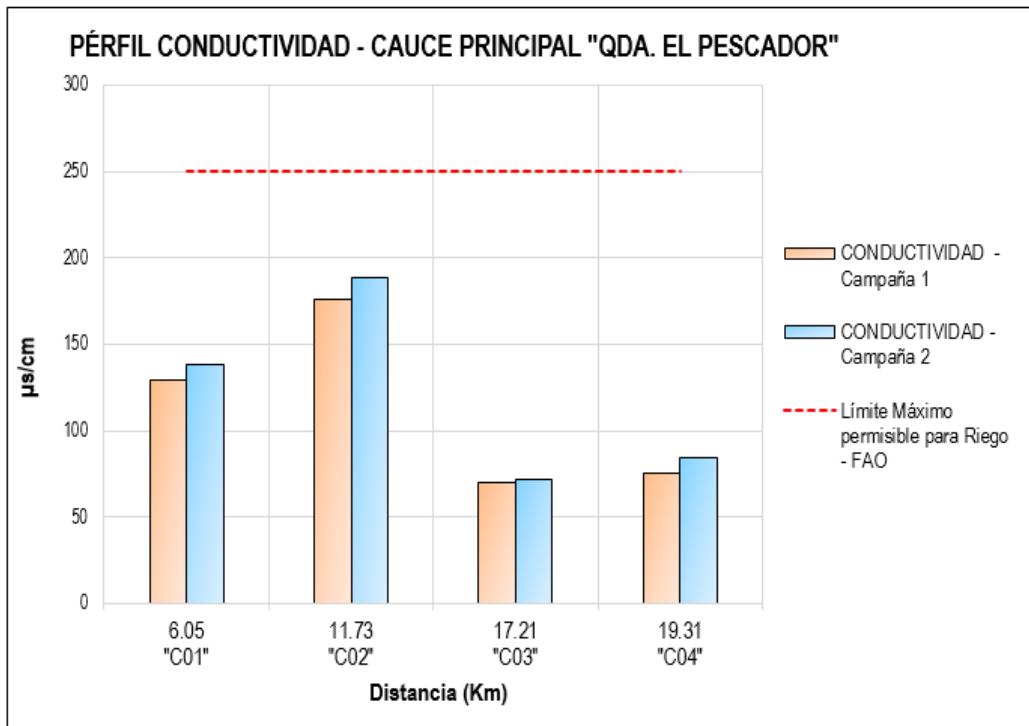
La temperatura del agua osciló entre 19.5 y 26.2 °C en el mes de diciembre del 2017 (Gráfica 16) y entre 20.1 °C y 30.1 °C en el mes de febrero de 2018 (Gráfica 17). Durante las dos campañas de monitoreo realizadas la temperatura mantuvo un equilibrio y no presentaron picos representativos, además todos los puntos se encuentran por debajo de límite máximo permisible para los usos contemplados en el decreto 1594 de 1984 compilado dentro del Decreto único ambiental 1076 de 2015.

4.8.4.3.1.4. Conductividad Eléctrica

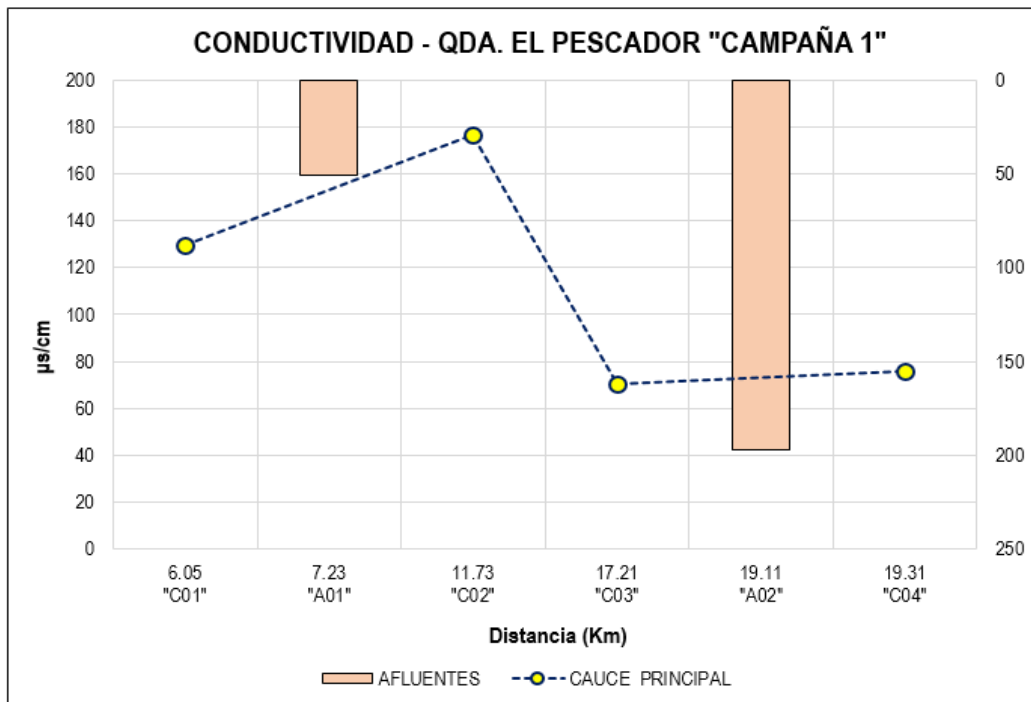
La conductividad del agua es una expresión numérica de su habilidad para transportar una corriente eléctrica, que depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura a la cual se haga la determinación. Por tanto, cualquier cambio en la cantidad de sustancias disueltas, en la movilidad de los iones disueltos y en su valencia, implica un cambio en la conductividad. Por esta razón, el valor de la conductividad se usa mucho en análisis de aguas para obtener un estimativo rápido del contenido de solidos disueltos (Romero 2009).

Una conductividad del agua superior a 1500 $\mu\text{s}/\text{cm}$ hace considerar un agua como difícilmente utilizable en zonas irrigadas. Para los usos industriales, la interpretación de los resultados debe hacerse en función de un análisis completo de agua. Es necesario tener presente, para el control de los vertidos industriales, que la conductividad solo refleja una mineralización global y no permite identificar los elementos químicos en cuestión (Rodier 2009).

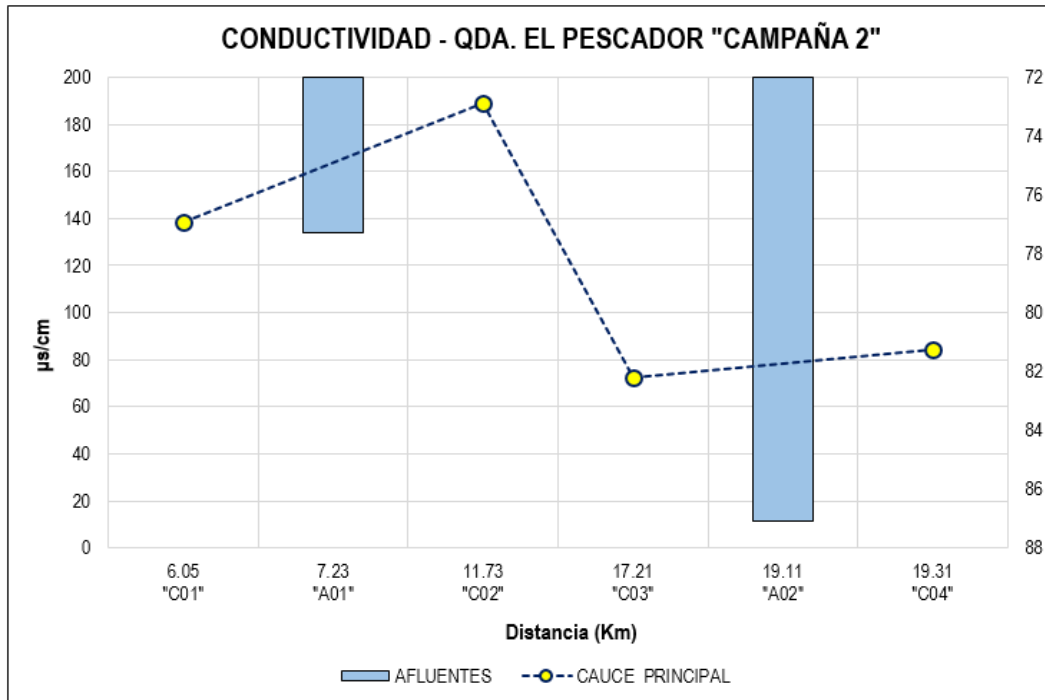
La experiencia indica que el producto del valor de la conductividad en $\mu\text{s}/\text{cm}$ por un factor que oscila entre 0.55 y 0.7 es igual al contenido de solidos disueltos, en mg/L ; dicho factor depende de los iones en solución en el agua y de la temperatura; en general es alto, mayor de 0.7 en aguas salinas o de calderas, y bajo, menor de 0.55 en aguas con alcalinidad caustica o acidez mineral (Romero 2009).



Gráfica 18. Perfil de Calidad de la conductividad – Cauce principal Qda. El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017



Gráfica 19. Comportamiento de la conductividad Qda. El Pescador "Campaña 1"
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017



Gráfica 20. Comportamiento de la conductividad Qda El Pescador "Campaña 2"
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017

Según la Gráfica 18 Los resultados de conductividad eléctrica obtenidos en los sitios de muestreo sobre el cauce principal de la quebrada El Pescador deducen que el agua presenta una mineralización muy débil y débil los diferentes usos del agua. Congruentemente, todos los puntos monitoreados para la campaña 1 y 2 se encuentran por debajo de límite máximo permisible (250 µs/cm) para uso agrícola según la FAO.

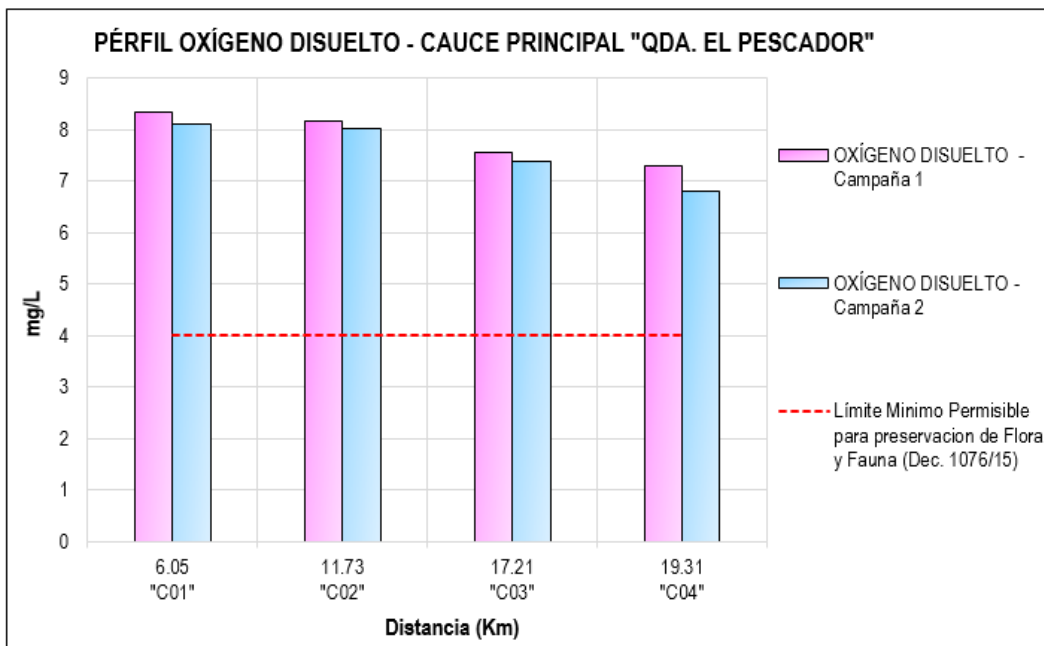
Según la Gráfica 19 el valor máximo de la conductividad eléctrica para la campaña 1 se registró en el sitio de muestreo A02 correspondiente a quebrada El Madroñal antes de la desembocadura con la quebrada El Pescador con 196.7 µs/cm y el mínimo valor se apreció en la estación A01 correspondiente a quebrada Santa Bárbara antes de la desembocadura con la quebrada El pescador con 50.5 µs/cm.

En la Gráfica 20 se evidencian los valores obtenidos en la campaña 2. La mayor conductividad se obtuvo en el sitio de muestreo C02 (quebrada El Pescador antes de la captación San Luis) y la menor en el punto C03 (quebrada El Pescador después de los descoles provenientes de labranzas) con 189.0 µs/cm y 72.2 µs/cm, respectivamente.

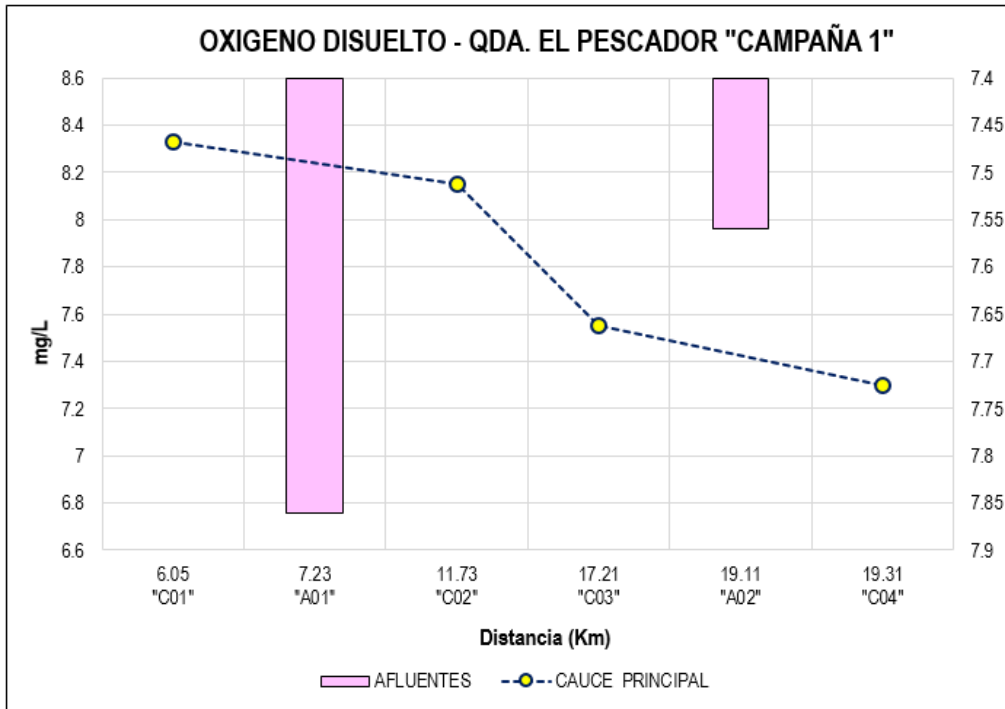
4.8.4.3.1.5. Oxígeno Disuelto

La producción de oxígeno está relacionada con la fotosíntesis, mientras el consumo dependerá de la respiración, descomposición de sustancias orgánicas y otras reacciones químicas. Las aguas superficiales limpias suelen estar saturadas de oxígeno, lo que es fundamental para la vida. Si el nivel de oxígeno disuelto es bajo indica contaminación con materia orgánica, mala calidad del agua e incapacidad para mantener determinadas formas de vida (CORPONARIÑO, 2011).

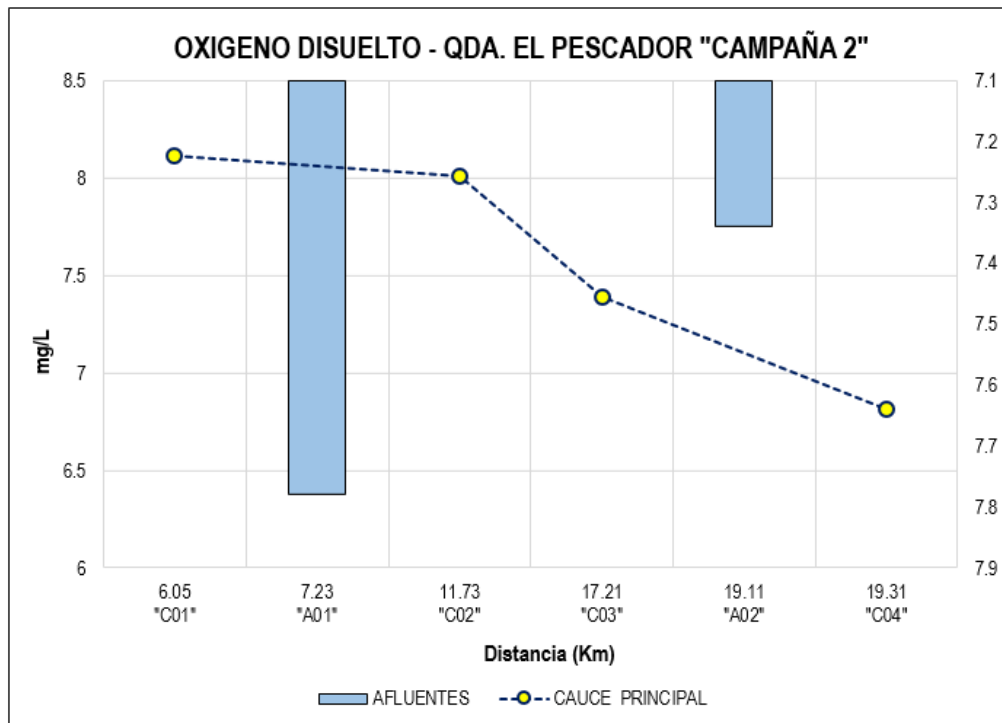
El oxígeno disuelto produce un medio oxidante y juega un papel de gran importancia en la solubilización o insolubilización de iones que cambian con facilidad de valencia así como en la actividad de los microorganismos. Se consume con facilidad si existen sustancias oxidables, tales como materia orgánica, hierro, nitrógeno amoniacal, nitritos, etc., en especial por acción biológica. Previamente a la infiltración, el agua puede estar incluso sobresaturada en oxígeno, pero en el terreno el oxígeno se consume y su renovación es difícil o imposible. La mayoría de las aguas subterráneas tienen entre 0 y 5 mg/L, frecuentemente por debajo de 2 mg/L (Custodio & Llamas. 2001).



Gráfica 21. Perfil de Calidad del Oxígeno disuelto – Cauce principal Qda. El Pescador
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017



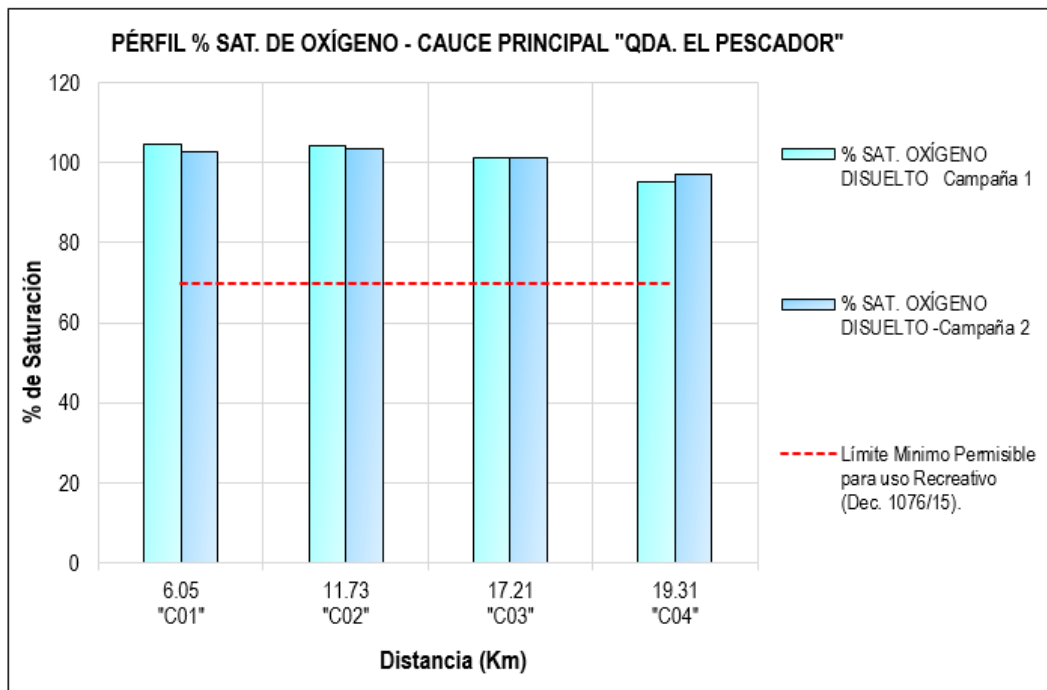
Gráfica 22. Comportamiento del Oxígeno disuelto Qda El Pescador "Campaña 1"
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017



Gráfica 23. Comportamiento del Oxígeno disuelto Qda El Pescador "Campaña 2"
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017

La Gráfica 21, muestra que el oxígeno disuelto en la quebrada El Pescador es aceptable en todos los sitios de muestreo sobre el cauce principal de la corriente en las dos campañas de monitoreo, es decir que cumple con lo requerido para la preservación de flora y fauna (Decreto 1076 de 2015), esto se debe a entrada de diversos tributarios que permiten una buena oxigenación y aireación de la corriente.

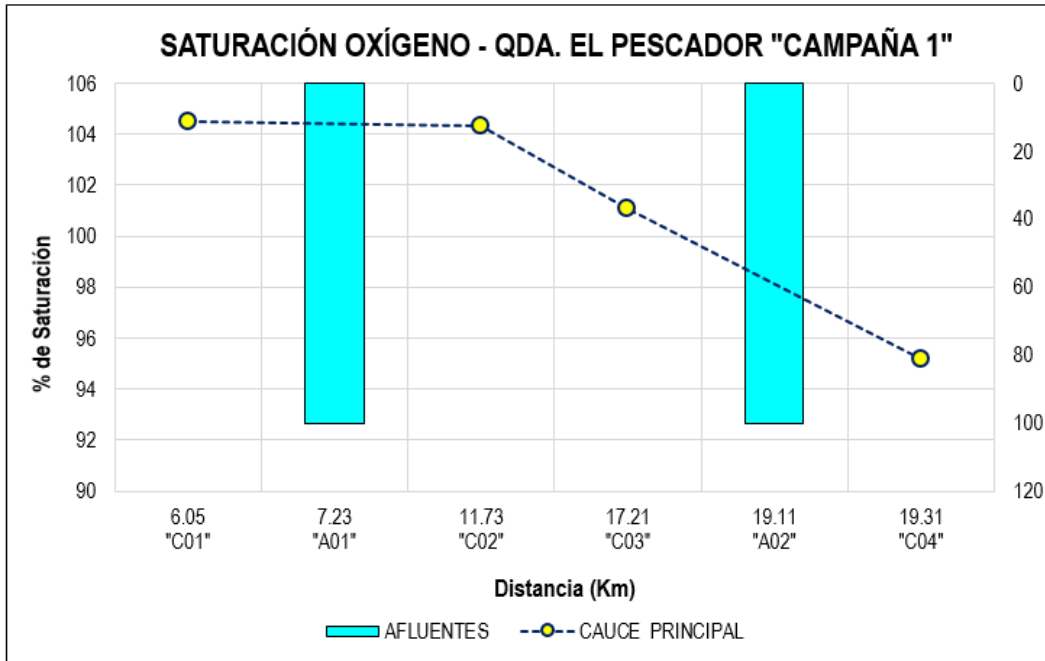
Los resultados oscilaron entre 8.33 mg/L y 7.30 mg/L para la campaña 1 (Gráfica 22) y entre 8.11 mg/L y 6.81 mg/L para la campaña 2 (Gráfica 23). El oxígeno disuelto es mayor en el primer punto de muestreo (C01) por estar ubicado en donde la presión antrópica es casi nula y disminuye a medida que agua discurre aguas abajo.



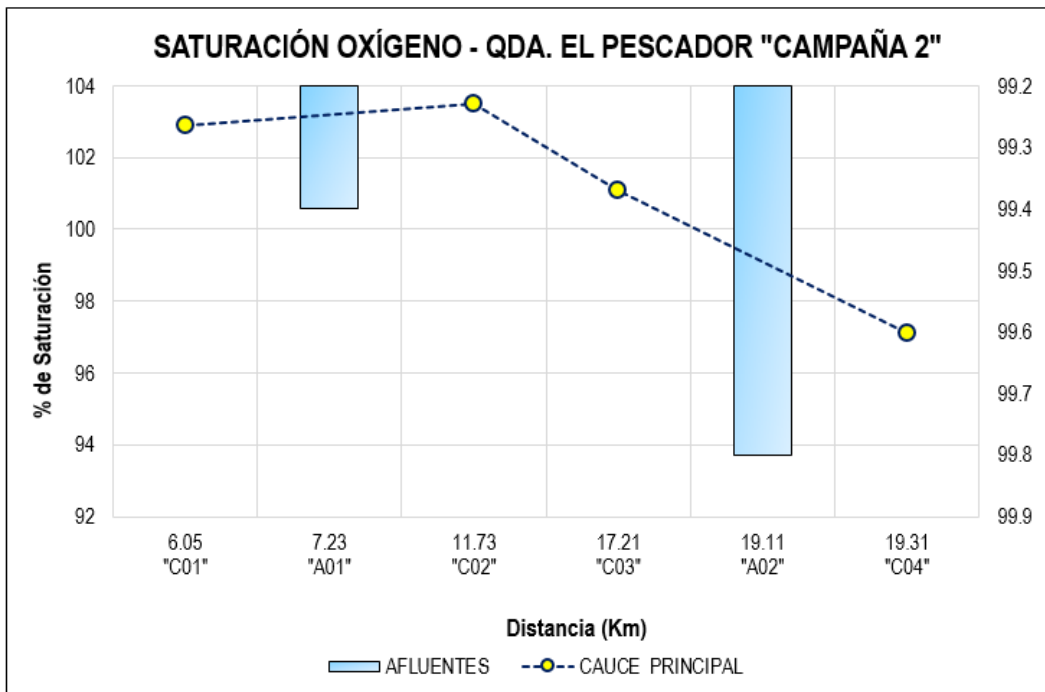
Gráfica 24. Perfil de Calidad de la saturación de oxígeno –Qda El Pescador
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017

La Gráfica 24 mostró que la saturación de oxígeno disuelto en todos los sitios de muestreo para la campaña 1 y 2 supera el 80%, por ende no implica ninguna alteración organoléptica en el agua según (Rodier 2009); además cumple con el Decreto 1076 de 2015 en cuanto a la preservación de flora y fauna (>70%).

Los resultados oscilaron entre 95.2 % y 104.5 % para la campaña 1 (Gráfica 25) y entre 97.1 % y 103.5 % para la campaña 2 (Gráfica 26), representando la buena oxigenación de la fuente hídrica.



Gráfica 25. Comportamiento % sat. Oxígeno Disuelto Qda. El Pescador "Campaña 1"
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017



Gráfica 26. Comportamiento % sat. Oxígeno Disuelto Qda. El Pescador "Campaña 2"
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017

4.8.4.3.2. Parámetros evaluados en el laboratorio

A continuación, se presentan el análisis de los resultados de las variables fisicoquímicas medidas en el laboratorio de las estaciones de monitoreo sobre la quebrada El Pescador y sus principales afluentes, de acuerdo con las muestras recolectadas durante las campañas de monitoreo realizadas en diciembre de 2017 y febrero de 2018. La determinación de los parámetros en el laboratorio fue realizado por INGECOL AMBIENTAL SAS & HIDROLAB COLOMBIA LTDA.

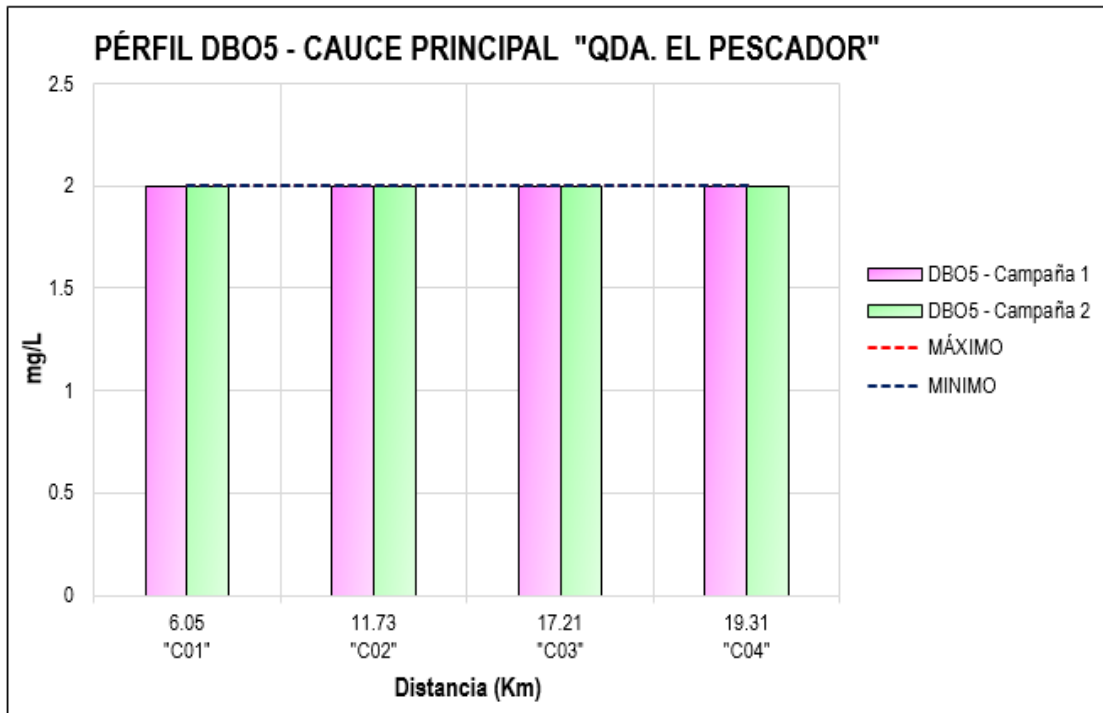
4.8.4.3.2.1. Demanda Biológica de oxígeno (DBO₅)

Mide la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable en condiciones aeróbicas, este parámetro es utilizado además, para caracterizar la calidad de una muestra y establecer el grado de contaminación biológica que presenta. A continuación, se presenta la escala de calificación de calidad de agua, con respecto a la DBO₅.

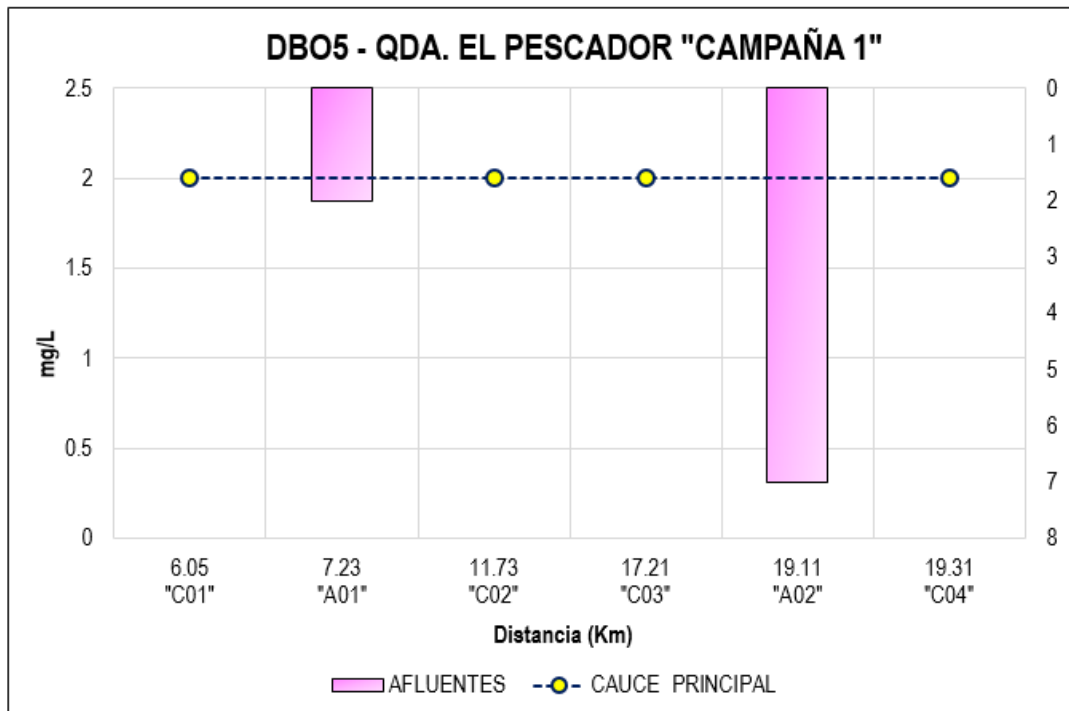
DBO ₅	CRITERIO	DESCRIPCIÓN
Menor o igual a 3 mg/L	Excelente	No Contaminada
Mayor a 3 mg/L y menor o igual a 6 mg/L	Buena calidad	Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable
Mayor a 6 mg/L y menor o igual a 30 mg/L	Aceptable	Aguas superficiales con capacidades de autodepuración
Mayor a 30 mg/L y menor o igual a 120 mg/L	Contaminada	Aguas superficiales con descargas de aguas residuales
Mayor a 120 mg/L	Fuertemente contaminada	Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales.

Tabla 38. Escala de calificación de calidad de agua, con base en la DBO

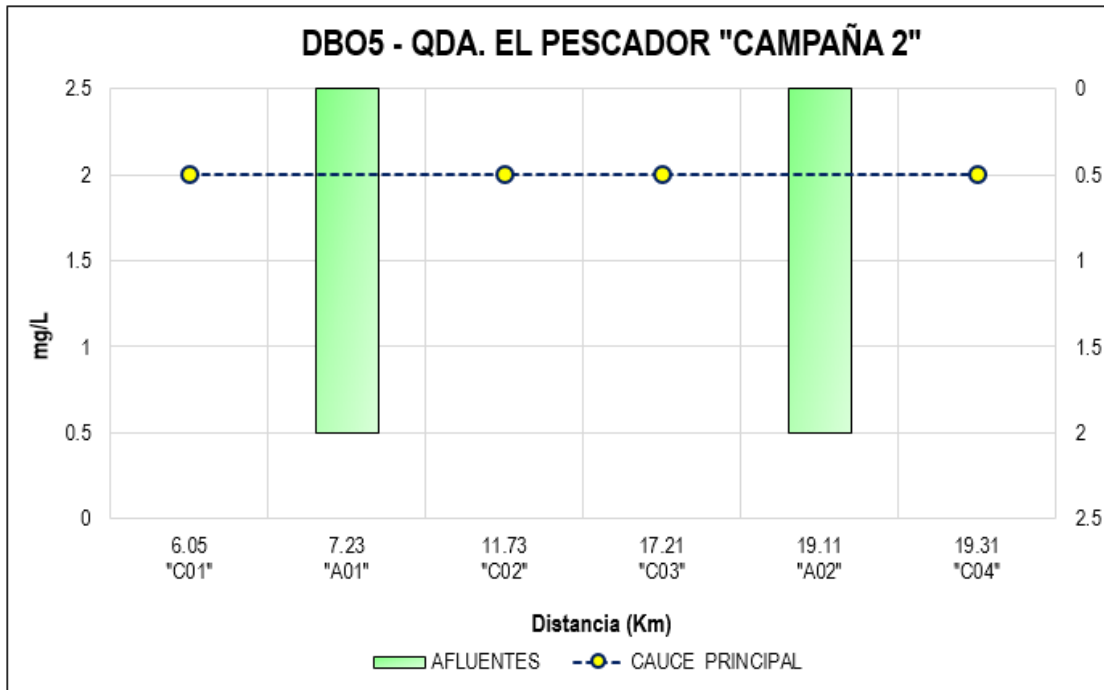
Fuente: Sánchez, 2007



Gráfica 27. Perfil de Calidad de la DBO₅ – Cauce principal Qda El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018



Gráfica 28. Comportamiento de la DBO₅ Qda El Pescador ‘Campaña 1’
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018



Gráfica 29. Comportamiento de la DBO₅ Qda El Pescador “Campaña 2”
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

La Gráfica 27 representa el perfil de calidad de la DBO₅ en los puntos ubicados sobre el cauce principal de la quebrada El Pescador para la primera y segunda campaña, mostrando un comportamiento constante en todas las estaciones monitoreadas.

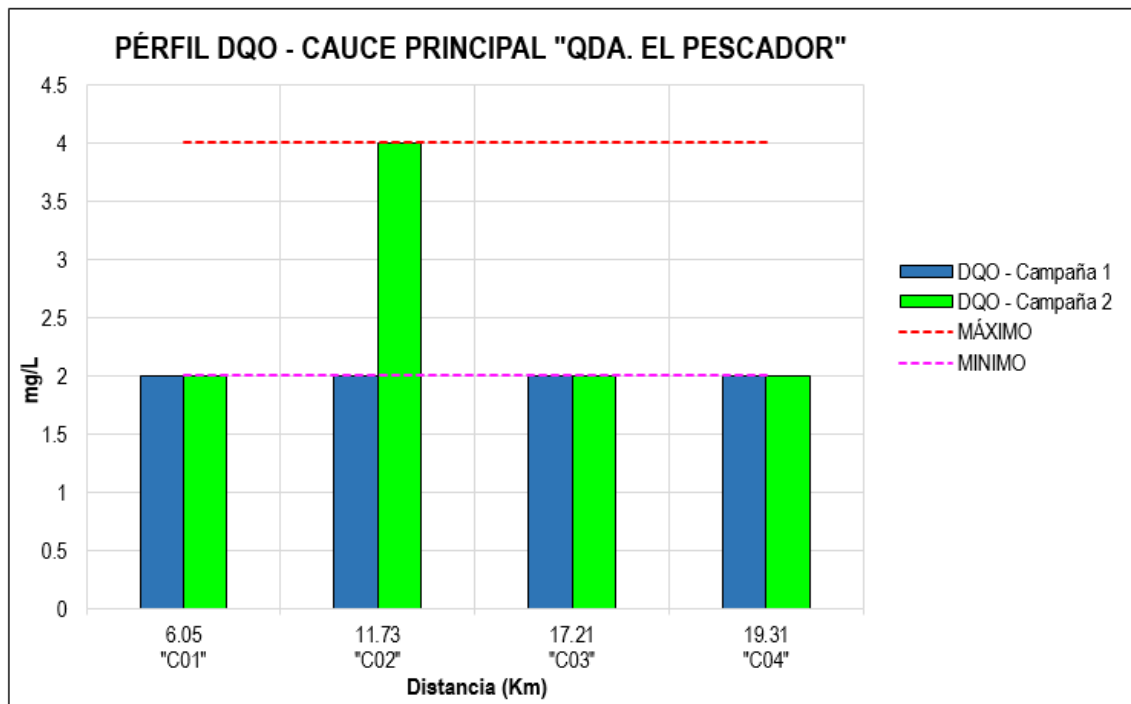
La Gráfica 28 y Gráfica 29, muestran que todos los sitios de muestreo monitoreados en las dos campañas, presentaron valores menores a 2 mg/L (Por debajo del límite de cuantificación del laboratorio <2 mg/L), obteniendo así una calidad del agua respecto a la DBO₅ “Excelente” correspondiente a aguas no contaminadas, excepto el punto A02 (quebrada El Madroñal antes de la desembocadura con la quebrada El Pescador) de la campaña 1, que registró 7 mg/L considerándose “Aceptable” siendo aguas superficiales con un contenido poco relevante de materia orgánica biodegradable, indicando que este cuerpo hídrico posee capacidades de autodepuración, según la clasificación propuesta por Sánchez, 2007.

4.8.4.3.2.2. Demanda química de oxígeno (DQO)

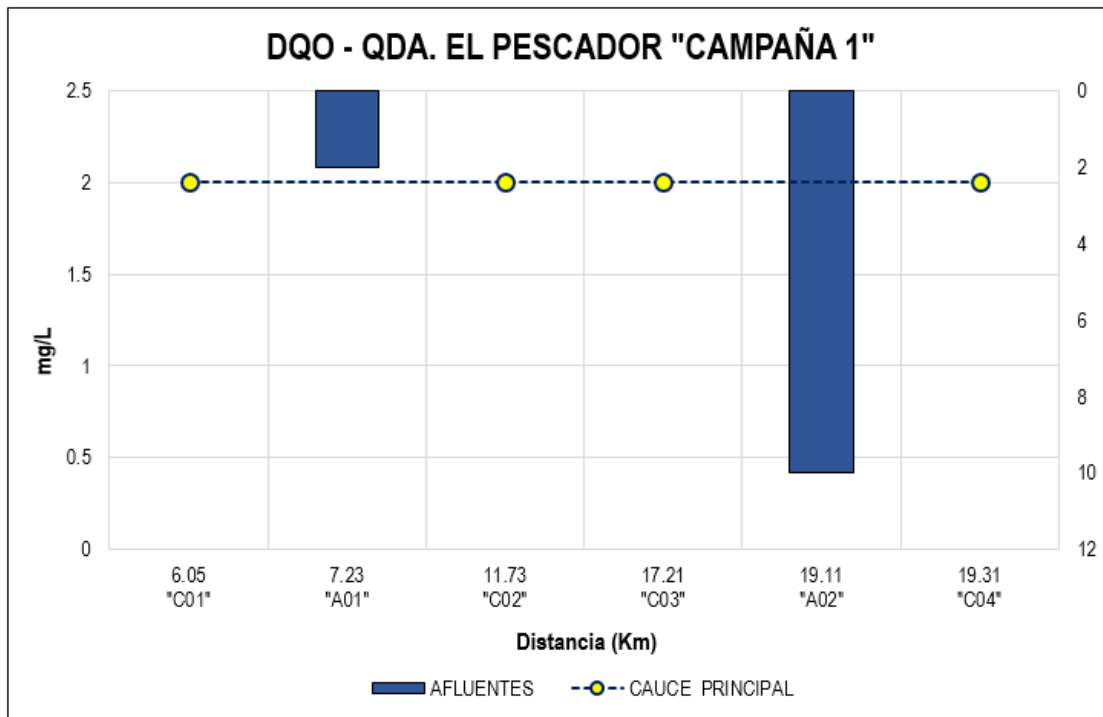
Es el parámetro utilizado para caracterizar la contaminación orgánica del agua que se mide a partir de la calidad de oxígeno disuelto necesario para la degradación química de los contaminantes orgánicos que contiene. Durante la determinación de la DQO, la materia orgánica se convierte en dióxido de carbono y agua, sin importar que tan asimilable biológicamente sea la sustancia. Por ejemplo la glucosa y la

lignina son oxidadas completamente. Como resultado, los valores de la demanda química de oxígeno (DQO) son mayores que los valores de la DBO5 y la diferencia puede ser mucho mayor cuando se presentan cantidades significativas de materia orgánica resistente, como ocurre en el caso de los desechos de pulpa de madera, a causa de su alto contenido de lignina (Roldan 2008).

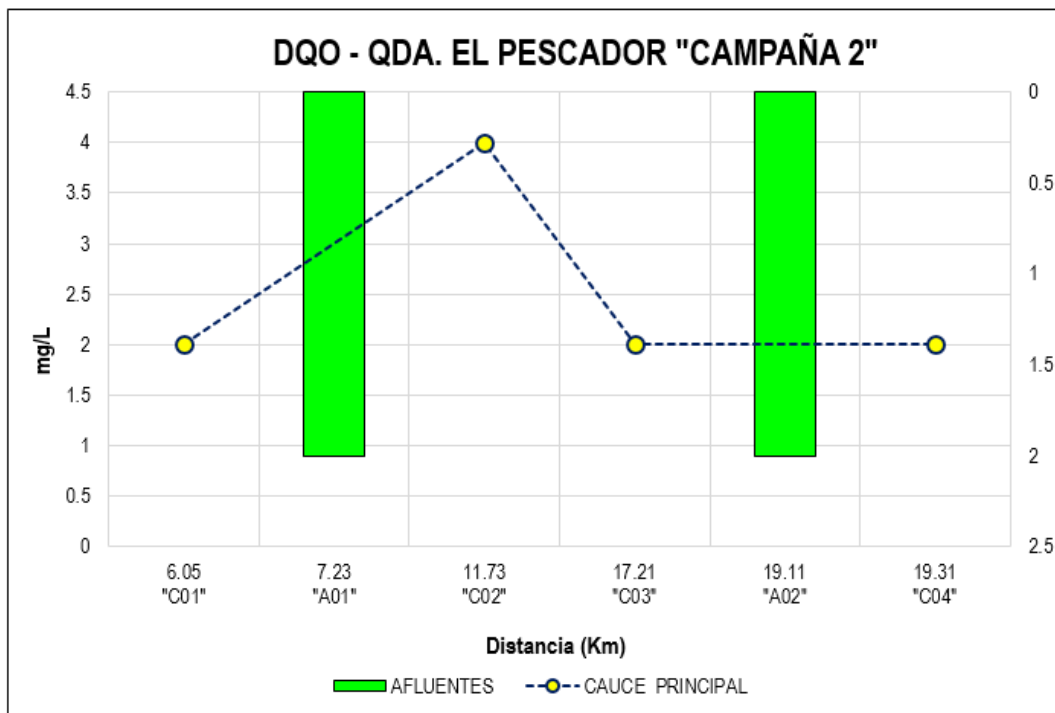
La presencia de iones cloruro de fuerte concentración puede conducir a una sobrevaluación de la DQO. Es importante eliminar esta interferencia por adición de sulfato de mercurio que conduce a la formación de cloromercuriato, soluble y poco oxidable (Rodier 2009).



Gráfica 30. Perfil de Calidad de la DQO – Cauce principal Qda El Pescador
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017



Gráfica 31. Comportamiento de la DQO Qda El Pescador "Campaña 1"
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

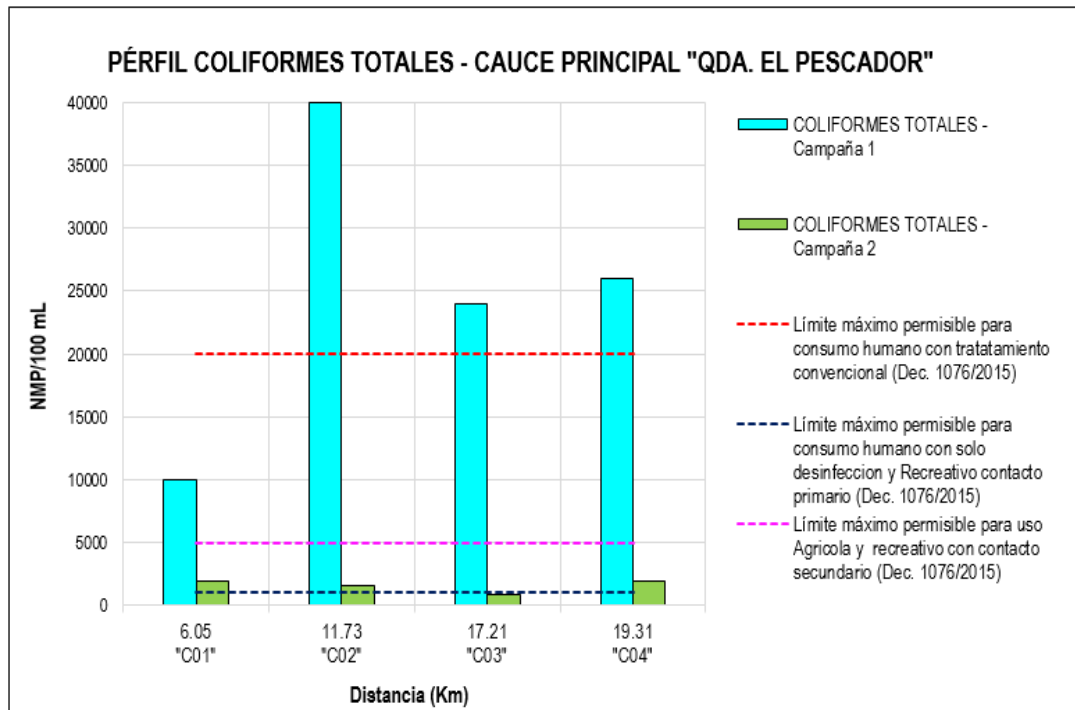


Gráfica 32. Comportamiento de la DQO Qda El Pescador "Campaña 2"
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

La Gráfica 30 representa el perfil de calidad de la DQO, donde se registró para la mayoría de puntos de monitoreo en las dos campañas valores menores a 2 mg/L (Por debajo del límite de cuantificación del laboratorio <2 mg/L), por ende no existió una concentración relevante de materia orgánica susceptible a ser degradada por este medio, a excepción del punto A02 (quebrada El Madroñal antes de la desembocadura con la quebrada El Pescador) de la campaña 1 (Gráfica 31) y C02 (quebrada El Pescador antes de la captación San Luis) de la campaña 2 (Gráfica 32) que obtuvieron valores de 10 mg/L y 4 mg/L, respectivamente, indicando presencia de material orgánico e inorgánico pero con una concentración estable y normal en fuentes de agua superficial.

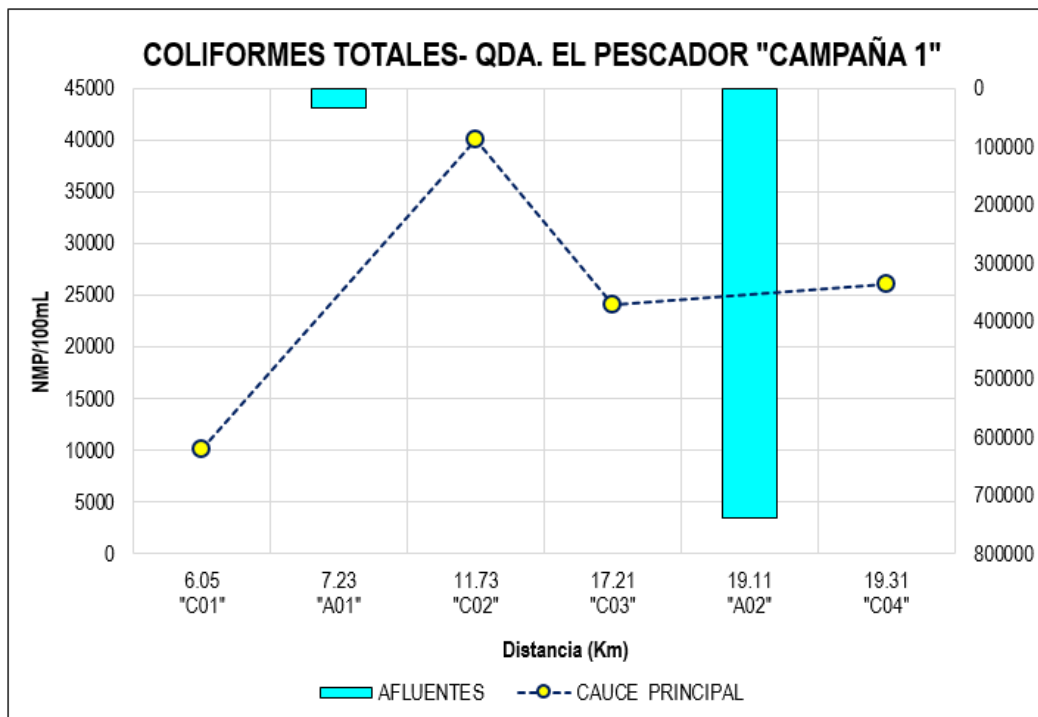
4.8.4.3.2.3. Coliformes Totales

Los grupos de microorganismos más habituales en heces humanas son Bacteroides fragilis, coliformes totales y fecales, Escherichia coli y Estreptococos fecales. Muchos de estos microorganismos no son exclusivos del intestino humano, si no que forman parte de la flora intestinal de diversos animales de sangre caliente. Esto es importante, ya que la contaminación fecal causada por animales puede causar riesgos sanitarios, por lo que hay que considerar los microorganismos más abundantes y frecuente en las heces de los animales, sobre todo en los de producción (Vacunos, porcinos, equinos y aves).

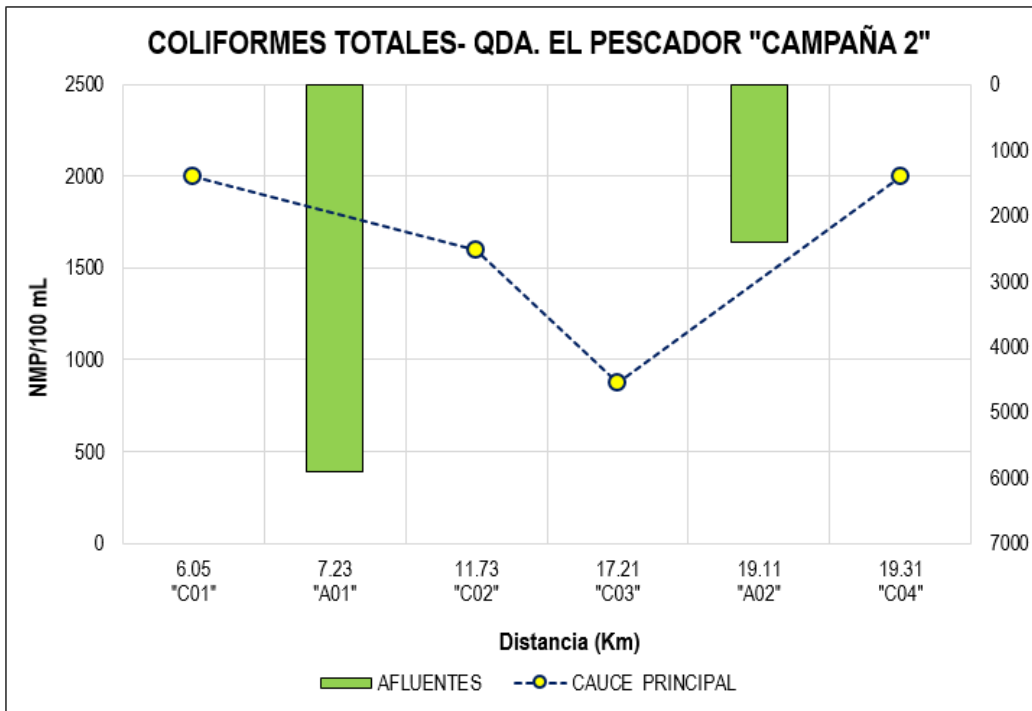


Gráfica 33. Perfil de Calidad de los coliformes totales – Cauce Ppal. Qda El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

Según la Gráfica 33 los coliformes totales registrados en la primera campaña no cumple con lo contemplado en el Decreto 1076 de 2015, excepto en el punto C01 correspondiente a quebrada El Pescador antes de la desembocadura de la quebrada Ruchica, siendo este permisible para consumo humano con tratamiento convencional; contrario a esto, los coliformes totales obtenidos en la campaña 2 son permisibles para uso agrícola y recreativo con contacto secundario y para consumo humano con tratamiento convencional, a excepción del punto de muestreo C03 correspondiente a quebrada El Pescador después de los descoles provenientes de labranzas siendo este permisible únicamente para consumo humano con solo desinfección y Recreativo con contacto primario.



Gráfica 34. Comportamiento de Los coliformes totales Qda El Pescador "Campaña 1"
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018



Gráfica 35. Comportamiento de Los coliformes totales Qda El Pescador "Campaña 2"
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

Para la Gráfica 34 los coliformes totales registraron poblaciones entre 10000 NMP/100mL en C01 (quebrada El Pescador antes de la desembocadura de la quebrada Ruchica) y 740000 NMP/100mL en A02 (quebrada El Madroñal antes de la desembocadura con la quebrada El Pescador) para la campaña 1; así mismo, para la Gráfica 35 se evidenciaron poblaciones entre 870 NMP/100mL en C03 (quebrada El Pescador después de los descoles provenientes de labranzas) y 5900 NMP/100mL en A01 (quebrada Santa Bárbara antes de la desembocadura con la quebrada El pescador) para la campaña 2.

Se infiere, que los resultados este parámetro microbiológico y los demás depende de las condiciones temporales de la fuente hídrica días antes del monitoreo o incluso el mismo el día, por ende para las respectivas restricciones en cuanto a los usos que se pretendan concesionar en el tiempo de ejecución del presente PORH, se recomienda hacer los seguimientos pertinentes a la calidad del agua, antes de otorgar cualquier permiso o concesión.

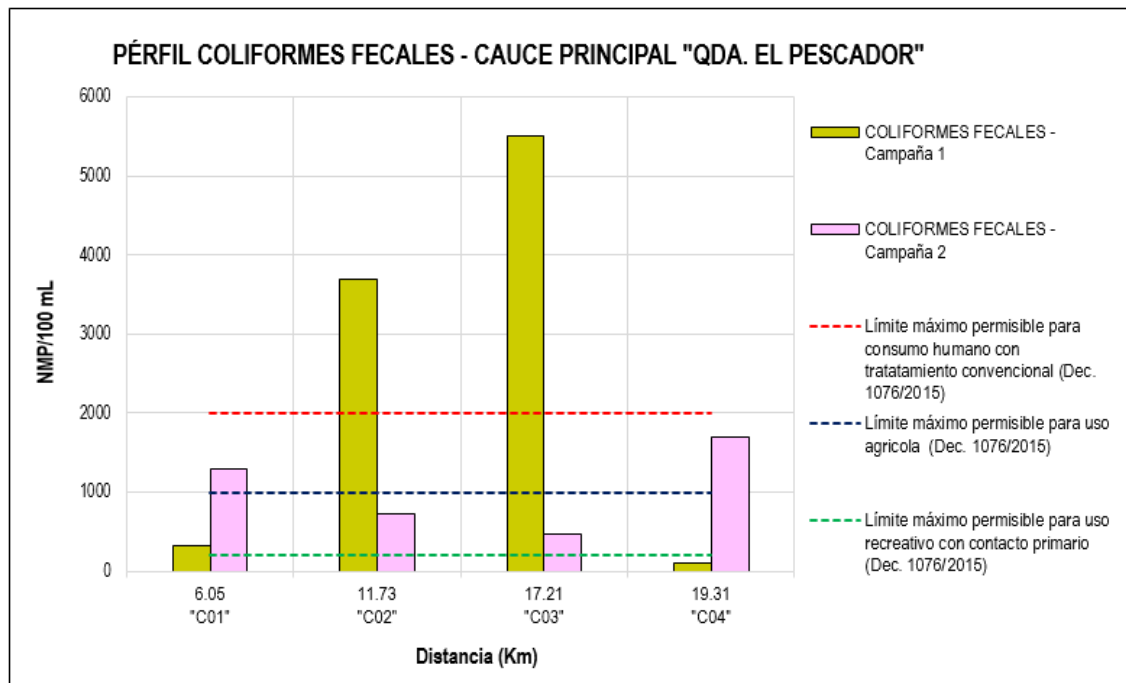
4.8.4.3.2.4. Coliformes Fecales

Entre las principales características de este grupo está su resistencia a condiciones ambientales adversas, la cual es igual o superior a la de los patógenos; además, se comportan de manera similar a éstos. Se encuentran también en el intestino de

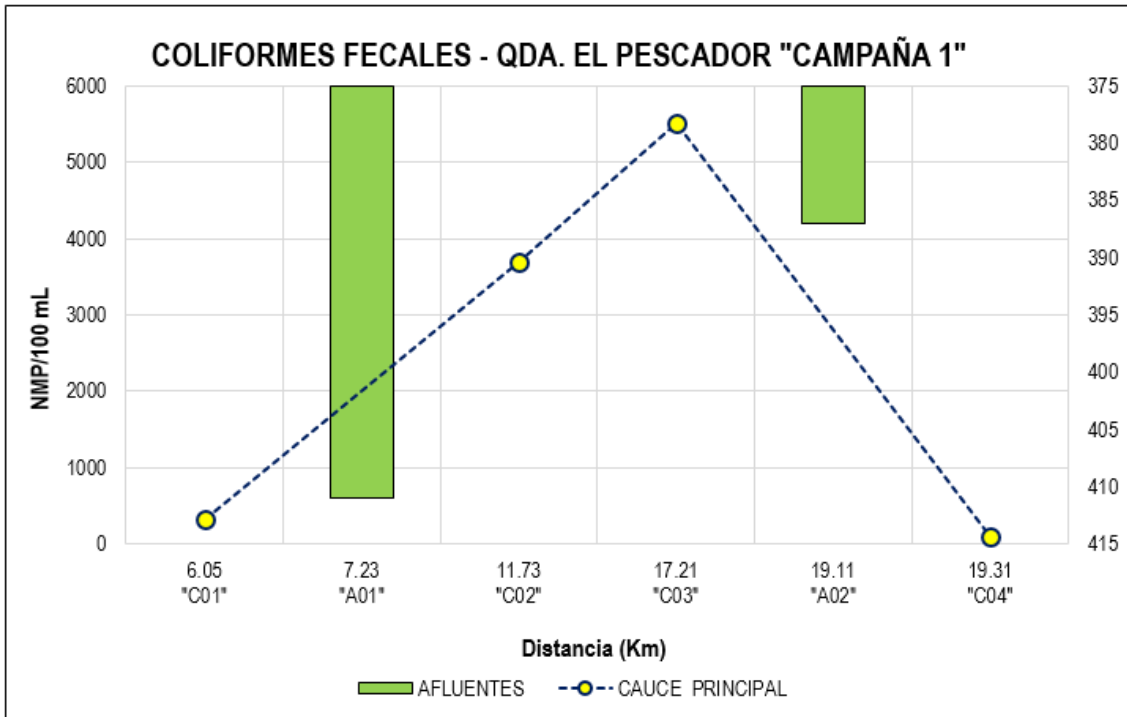
animales de sangre caliente, lo cual es un buen indicador de polución animal. Adicionalmente, los coliformes se pueden encontrar en el suelo, viviendo como saprofitos independientes; de esta manera para separar los géneros de origen fecal de los saprofitos independientes, se les dio el nombre a los primeros de coliformes fecales y a los segundos de coliformes totales. Cada ser humano excreta de 100.000 a 400.000 millones de coliformes por día (González 2011).

HECES	COLIFORMES FECALES DENSIDAD/GRAMO
Hombre	13000000
Vaca	230000
Pollo	1300000
Perro	23000000
Gato	7900000
Cerdo	330000
Oveja	16000000
Ratón	330000

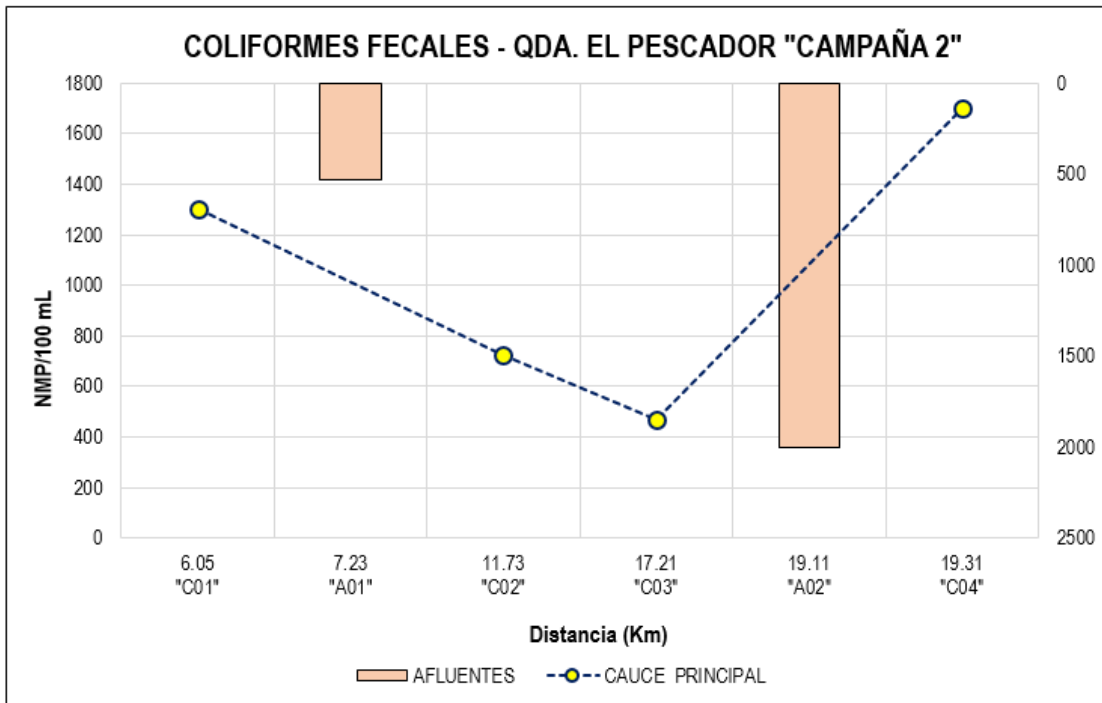
Tabla 39. Coliformes fecales en heces animales y el hombre
 Fuente: González, 2011



Gráfica 36. Perfil de Calidad de los coliformes fecales – Cauce Ppal. Qda El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018



Gráfica 37. Comportamiento de Los coliformes fecales Qda El Pescador "Campaña 1"
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

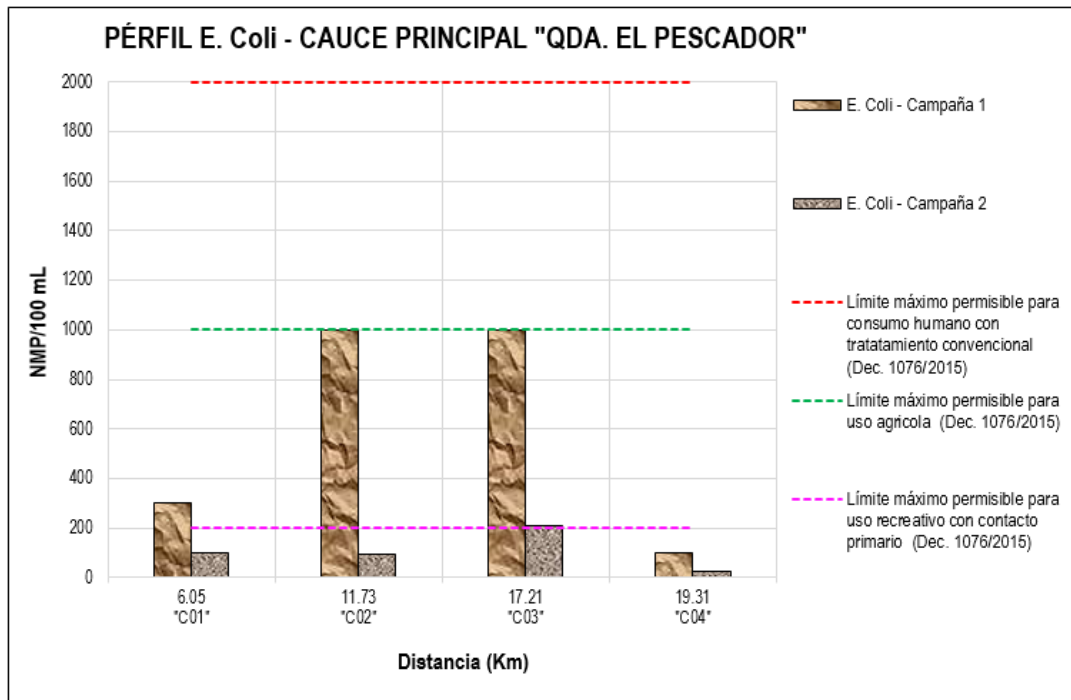


Gráfica 38. Comportamiento de Los coliformes fecales Qda El Pescador "Campaña 2"
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

Según la Gráfica 36 los coliformes fecales registrados en C02 (quebrada El Pescador antes de la captación San Luis) y C03 (quebrada El Pescador después de los descoles provenientes de labranzas) en la primera campaña no cumplen con lo contemplado en el Decreto 1076 de 2015; contrario a esto, el punto C01 (quebrada El Pescador antes de la desembocadura de la quebrada Ruchica) si es permisible para uso agrícola y consumo humano con tratamiento convencional y el punto C04 (quebrada El Pescador antes de desembocar al embalse de Betania) para consumo humano con tratamiento convencional, uso agrícola y uso recreativo con contacto primario. Para la segunda campaña los puntos de muestreo C01 y C04 son permisibles únicamente para consumo humano con tratamiento convencional; así mismo, los puntos C02 y C03 son permisibles para consumo humano con tratamiento convencional y para uso agrícola.

Para la Gráfica 37 los coliformes fecales registraron poblaciones entre 101 NMP/100mL en C04 (quebrada El Pescador antes de desembocar al embalse de Betania) y 5500 NMP/100mL en C03 (quebrada El Pescador después de los descoles provenientes de labranzas) para la campaña 1; así mismo, para la Gráfica 38 se evidenciaron poblaciones entre 467 NMP/100mL en C03 y 2000 NMP/100mL en A02 (quebrada El Madroñal antes de la desembocadura con la quebrada El Pescador) para la campaña 2.

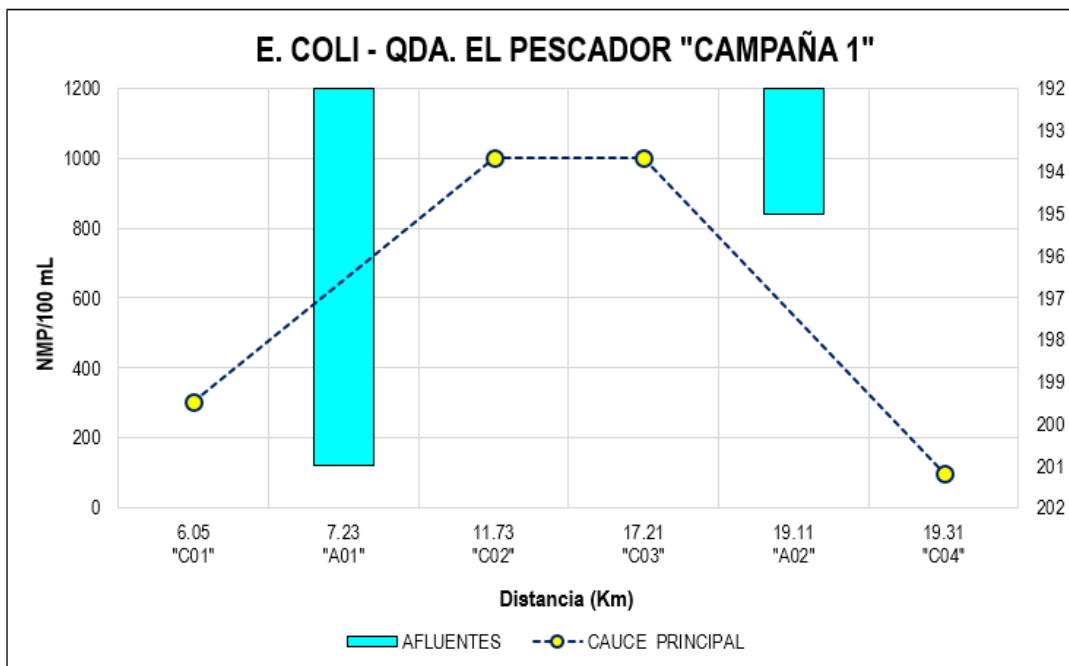
4.8.4.3.2.5. E. Coli



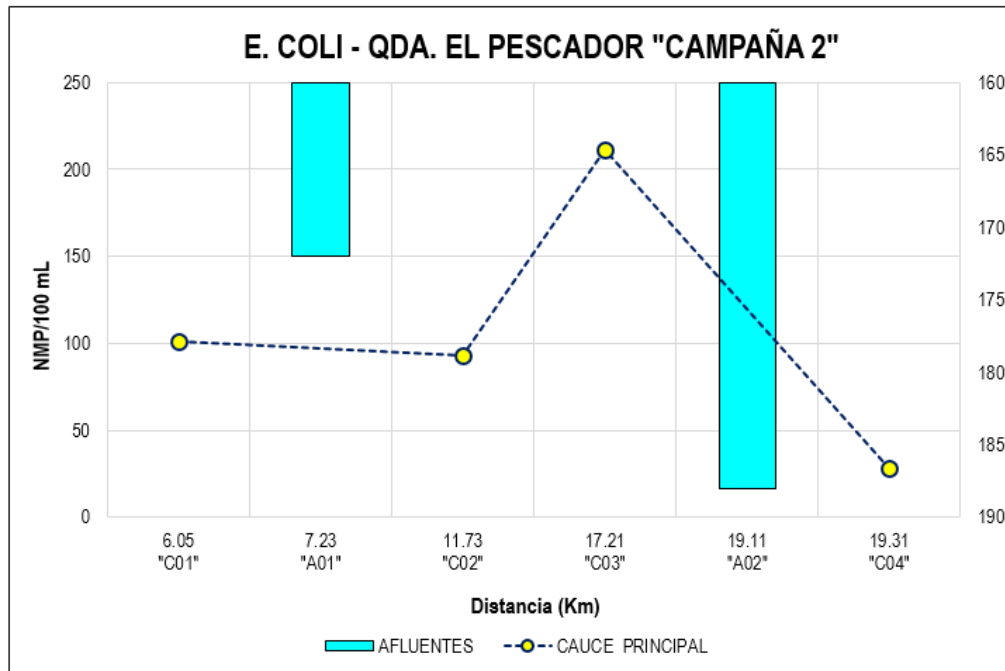
Gráfica 39. Perfil de Calidad de E. Coli- Cauce Ppal. Qda El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

Escherichia Coli es miembro de la familia Enterobacteriaceae. Es una bacteria Gram negativa, anaerobia facultativa que forma parte de la microbiota normal del intestino del ser humano y los animales homeotermos, siendo la más abundante de las bacterias anaerobias facultativas intestinales.

Según la Gráfica 39 los valores de E. Coli registrados en la primera campaña para las estaciones C01 (quebrada El Pescador antes de la desembocadura de la quebrada Ruchica), C02 (quebrada El Pescador antes de la captación San Luis) y C03 (quebrada El Pescador después de los descoles provenientes de labranzas) son permisibles según el decreto 1076 de 2015 para uso agrícola y consumo humano con tratamiento convencional; así mismo, el punto C04 (quebrada El Pescador antes de desembocar al embalse de Betania) cumple con todo lo estipulado en el decreto mencionado anteriormente, siendo permisible para consumo humano con tratamiento convencional, uso agrícola y uso recreativo con contacto primario. En la segunda campaña, los sitios de muestreo C01, C02 y C04 cumplen con todos los límites permisibles, a excepción del punto C03, siendo este permisible para uso agrícola y consumo humano con tratamiento convencional.



Gráfica 40. Comportamiento de E. Coli Qda El Pescador "Campaña 1"
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018



Gráfica 41. Comportamiento de E. Coli Qda El Pescador "Campaña 2"
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

En la Gráfica 40 los valores de E. Coli registraron poblaciones entre 101 NMP/100mL en C04 (quebrada El Pescador antes de desembocar al embalse de Betania) y 1000 NMP/100mL en C03 (quebrada El Pescador después de los descoles provenientes de labranzas) para la campaña 1; así mismo, en la Gráfica 41 se evidenciaron poblaciones entre 28 NMP/100mL en C04 y 211 NMP/100mL en C03 para la campaña 2.

4.8.4.4. Índices de calidad del agua

Los índices ambientales de calidad son una herramienta diseñada para simplificar el análisis de gran cantidad de información, interrelacionando los elementos o parámetros involucrados en dicho análisis, sin necesidad de estudiar el comportamiento de estos en forma individual, permitiendo el entendimiento y la comparación de la calidad de un ambiente específico (CVC, 2002). En este sentido, se deduce que un índice de calidad de agua consiste básicamente, en una simple expresión de combinación más o menos compleja de un número determinado de parámetros, los cuales son llevados a una misma escala mediante diagramas y, posteriormente, agregados aritméticamente mediante asignación de pesos (Jiménez y Vélez, 2006).

A través del tiempo, varias organizaciones nacionales involucradas en el control del recurso hídrico, han usado de manera regular índices fisicoquímicos para la

valoración de la calidad del agua. Esto ha sido más notorio desde la última década del siglo XX, en la que se dio un incremento importante en la aplicación de estos índices, lo que se ha revertido en la actualidad a que existan una cantidad apreciable de formulaciones en diferentes latitudes y con propósitos que varía desde generales hasta específicos, producto de los esfuerzos y desarrollos investigativos de agencias gubernamentales reguladoras de diferente orden, como de estudios de maestría y doctorado (Fernández, Ramírez, & Solano, 2010).

4.8.4.4.1. Índice de calidad de agua (ICA) por la metodología propuesta por el Estudio Nacional de Agua (ENA, 2014)

Según el estudio nacional del agua del año 2014, el índice de calidad del agua es una expresión agregada y simplificada, sumatoria aritmética equiponderada de cinco o seis parámetros fisicoquímicos básicos, medidos sistemáticamente en la red de referencia del agua superficial del Ideam. La ponderación de las variables físicas, químicas y microbiológicas pueden variar, en función de la relevancia, para análisis específicos de condiciones de calidad de agua (ENA, 2014).

4.8.4.4.1.1. Índice de calidad de Agua (ICA) – Qda. El Pescador

A continuación, se presenta los subíndices y el índice de calidad de agua determinado sobre cada punto monitoreado:

CAMPAÑA 1					
PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADOS - PARAMETROS			
		C01	C02	C03	C04
oxígeno disuelto O.D	% Saturación	104.5	104.3	101.1	95.2
E. Coli	NMP/100 mL	304	1000	1000	101
SST	mg/L	16	14	5	6
DBO5	mg/L	2	2	2	2
DQO	mg/L	2	2	2	2
Conductividad	µs/cm	129.7	176.4	70.3	75.7
PH	Unidades de pH	7.81	7.12	7.2	7.17

Tabla 40. Parámetros utilizados para determinar – ICA “Qda. El Pescador” – Campaña 1
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

CAMPAÑA 2					
PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADOS - PARAMETROS			
		C01	C02	C03	C04
oxígeno disuelto O.D	% Saturación	102.9	103.5	101.1	97.1
E. Coli	NMP/100 mL	101	93	211	28
SST	mg/L	7	8	6	6
DBO5	mg/L	2	2	2	2
DQO	mg/L	2	4	2	2
Conductividad	µs/cm	138.2	189	72.2	84.1
PH	Unidades de pH	7.45	7.28	7.16	7.26

Tabla 41. Parámetros utilizados para determinar – ICA “Qda. El Pescador” – Campaña 2
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

CAMPAÑA 1						
PARAMETRO	UNIDAD	% FIJO	RESULTADOS – SUBINDICES			
			C01	C02	C03	C04
Oxígeno disuelto O.D	% Saturación	0.20	1.05	1.04	1.01	1.05
E. Coli	NMP/100 mL	0.18	0.76	0.37	0.37	0.91
SST	mg/L	0.15	0.97	0.98	1.01	1.00
DBO5	mg/L	0.15	1.00	1.00	1.00	1.00
DQO	mg/L	0.12	0.91	0.91	0.91	0.91
Conductividad	µs/cm	0.12	0.63	0.44	0.84	0.82
PH	Unid. de pH	0.08	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 42. Cálculo de los Subíndices para determinar el ICA Qda. El Pescador – Campaña 1
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

CAMPAÑA 2						
PARAMETRO	UNIDAD	% FIJO	RESULTADOS – SUBINDICES			
			C01	C02	C03	C04
Oxígeno disuelto O.D	% Saturación	0.20	1.03	1.04	1.01	1.03
E. Coli	NMP/100 mL	0.18	0.93	0.93	0.80	98.00
SST	mg/L	0.15	1.00	1.00	1.00	1.00
DBO5	mg/L	0.15	1.00	1.00	1.00	1.00
DQO	mg/L	0.12	0.91	0.91	0.91	0.91
Conductividad	µs/cm	0.12	0.59	0.38	0.83	0.79
PH	Unid. de pH	0.08	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 43. Cálculo de los Subíndices para determinar el ICA Qda. El Pescador – Campaña 2
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

ICA QDA EL PESCADOR - METODOLOGÍA DEL ENA 2014				
ESTACIÓN	CAMPAÑA 1		CAMPAÑA 2	
	ICA	CLASIFICACIÓN	ICA	CLASIFICACIÓN
C01	0.91	Buena	0.93	Buena
C02	0.81	Aceptable	0.91	Buena
C03	0.86	Aceptable	0.93	Buena
C04	0.96	Buena	0.97	Buena

Tabla 44. Índice de calidad de aguas – ICA Qda. El Pescador Campaña 1 y 2
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

La Tabla 44 muestra el índice de calidad de agua – ICA determinado por la metodología propuesta por el estudio nacional de agua- ENA del año 2014, donde se observó que para la primera campaña los resultados oscilaron entre agua de Buena y Aceptable calidad para los puntos ubicados sobre el cauce principal de la corriente, mientras que en la segunda campaña, todos obtuvieron una calidad Buena; cabe aclarar que el ICA determinado por esta metodología fue el utilizado como insumo para la determinación de otros aspectos importantes del ordenamiento del recurso hídrico como la determinación de los riesgos asociados a la disponibilidad del recurso.

4.8.4.4.1.2. Índice de calidad de Agua (ICA) – Afluentes

A continuación, se presenta los subíndices y el índice de calidad de agua determinado sobre cada punto monitoreado y sobre los afluentes principales:

CAMPAÑA 1			
PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADOS	
		A01	A02
oxígeno disuelto O.D	% Saturación	100.2	100.2
E. Coli	NMP/100 mL	201	195
SST	mg/L	5	5
DBO5	mg/L	2	7
DQO	mg/L	2	10
Conductividad	µs/cm	50.5	196.7
PH	Unidades de pH	7.12	7.62

Tabla 45. Parámetros utilizados para determinar – ICA “Afluentes” – Campaña 1
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

CAMPAÑA 2			
PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADOS	
		A01	A02
oxígeno disuelto O.D	% Saturación	99.4	99.8
E. Coli	NMP/100 mL	172	188
SST	mg/L	12	5
DBO5	mg/L	2	2
DQO	mg/L	2	2
Conductividad	µs/cm	77.3	87.1
PH	Unidades de pH	7.07	7.30

Tabla 46. Parámetros utilizados para determinar – ICA “Afluentes” – Campaña 2
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

CAMPAÑA 1				
PARAMETRO	UNIDAD	% FIJO	RESULTADOS	
			A01	A02
oxígeno disuelto O.D	% Saturación	0.20	1.00	1.00
E. Coli	NMP/100 mL	0.18	0.79	0.84
SST	mg/L	0.15	1.01	1.01
DBO5	mg/L	0.15	1.00	0.46
DQO	mg/L	0.12	0.91	0.91
Conductividad	µs/cm	0.12	0.89	0.35
PH	Unidades de pH	0.08	1.00	1.00

Tabla 47. Cálculo de los Subíndices para determinar el ICA “Afluentes” – Campaña 1
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

CAMPAÑA 2				
PARAMETRO	UNIDAD	% FIJO	RESULTADOS	
			A01	A02
oxígeno disuelto O.D	% Saturación	0.20	1.01	1.00
E. Coli	NMP/100 mL	0.18	0.86	0.85
SST	mg/L	0.15	0.98	1.01
DBO5	mg/L	0.15	1.00	1.00
DQO	mg/L	0.12	0.91	0.91
Conductividad	µs/cm	0.12	0.81	0.78
PH	Unidades de pH	0.08	1.00	1.00

Tabla 48. Cálculo de los Subíndices para determinar el ICA “Afluentes” – Campaña 2
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

ICA AFLUENTES Y VERTIMIENTOS - METODOLOGÍA DEL ENA 2014				
ESTACIÓN	CAMPAÑA 1		CAMPAÑA 2	
	ICA	CLASIFICACIÓN	ICA	CLASIFICACIÓN
A01	0.94	Buena	0.94	Buena
A02	0.80	Aceptable	0.94	Buena

Tabla 49. Índice de calidad de aguas – ICA “Afluentes” Campaña 1 y 2.
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

La Tabla 49 muestra el índice de calidad de agua – ICA determinado en los dos Afluentes representativos (Quebrada Madroñal y Quebrada Santa Bárbara), obteniendo un resultado de agua de calidad Buena y Aceptable para la primera campaña y agua de Buena calidad para la segunda campaña.

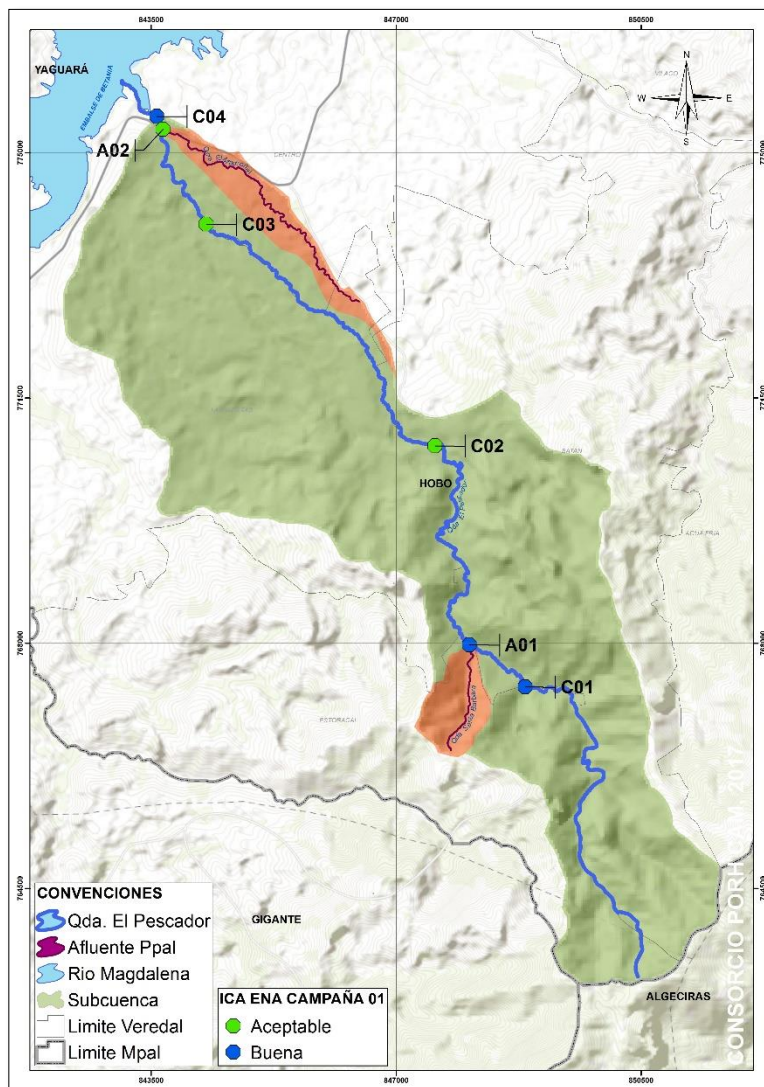


Figura 8. Índice de calidad de Agua (ICA) Qda El Pescador y Afluentes - Campaña 1
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017

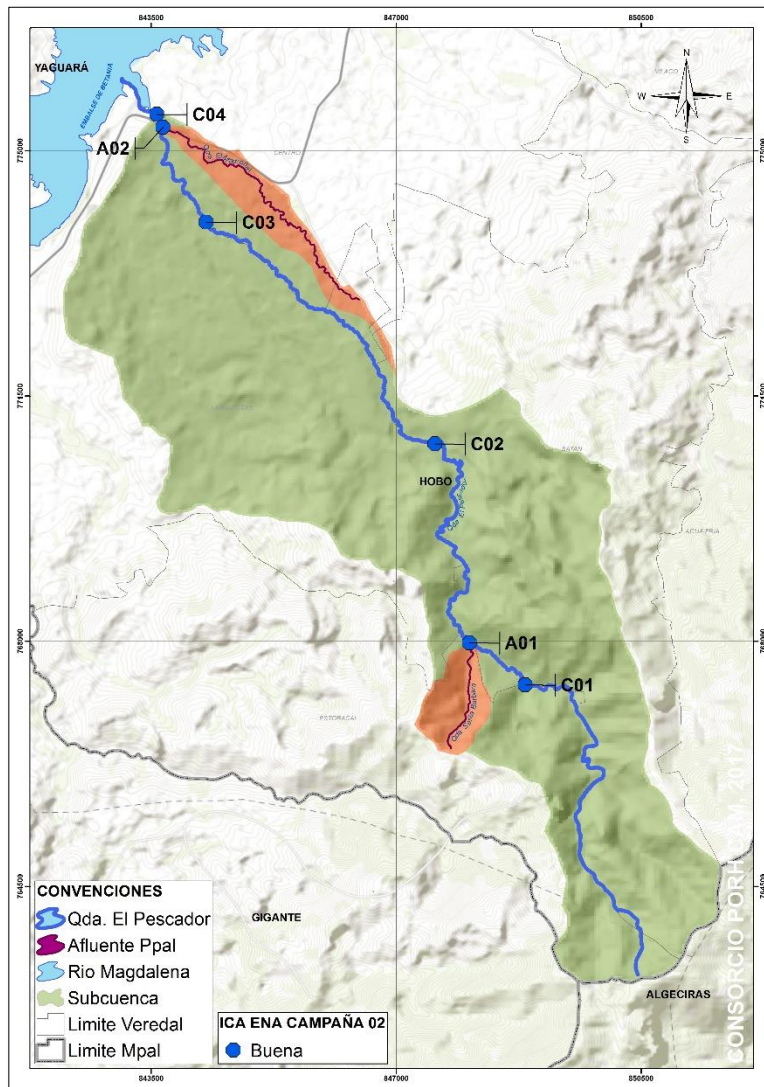


Figura 9. Índice de calidad de Agua (ICA) Qda El Pescador y Afluentes - Campaña 2
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

ESTIMACIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA TOTAL Y DISPONIBLE

4.8.5. Análisis de las condiciones climáticas

A continuación se relacionan las estaciones con influencia sobre el área de estudio:

No	CÓDIGO	NOMBRE	CAT	EST	DPTO	MPIO	CORRIENTE
1	21100140	La Arcadia	PM	ACT	Huila	Algeciras	Blanco
2	21060090	El Hobo	PM	ACT	Huila	Hobo	Qda del Hobo
3	21105030	Algeciras	CO	ACT	Huila	Algeciras	Neiva
4	21105050	Los Rosales	CP	ACT	Huila	Campoalegre	Neiva

Tabla 50. Estaciones Meteorológicas seleccionadas
Fuente: IDEAM, 2017

4.8.5.1. Caracterización de la precipitación

La variable precipitación en la subcuenca hidrográfica de la quebrada El Pescador, se realiza el análisis teniendo en cuenta la información diaria registrada por las cuatro (4) estaciones meteorológicas (Tabla 50) para una serie con una longitud de 37 años que están comprendidos entre los años 1980 hasta el 2016.

La precipitación es, en general, el termino que se refiere a todas las formas de humedad emanada de la atmosfera y depositada en la superficie terrestre, tales como la lluvia, granizo, rocío, neblina, nieve o helada (Monsalve, 1995). Esta variable climática refleja el aporte más importante de agua sobre la superficie terrestre, y sus variaciones tanto temporales como espaciales, lo que permite identificar periodos relacionados con déficit o excesos de agua en una cuenca hidrográfica, puntos de partida para la formulación de proyectos tendientes al uso, control y regulación del recurso hídrico.

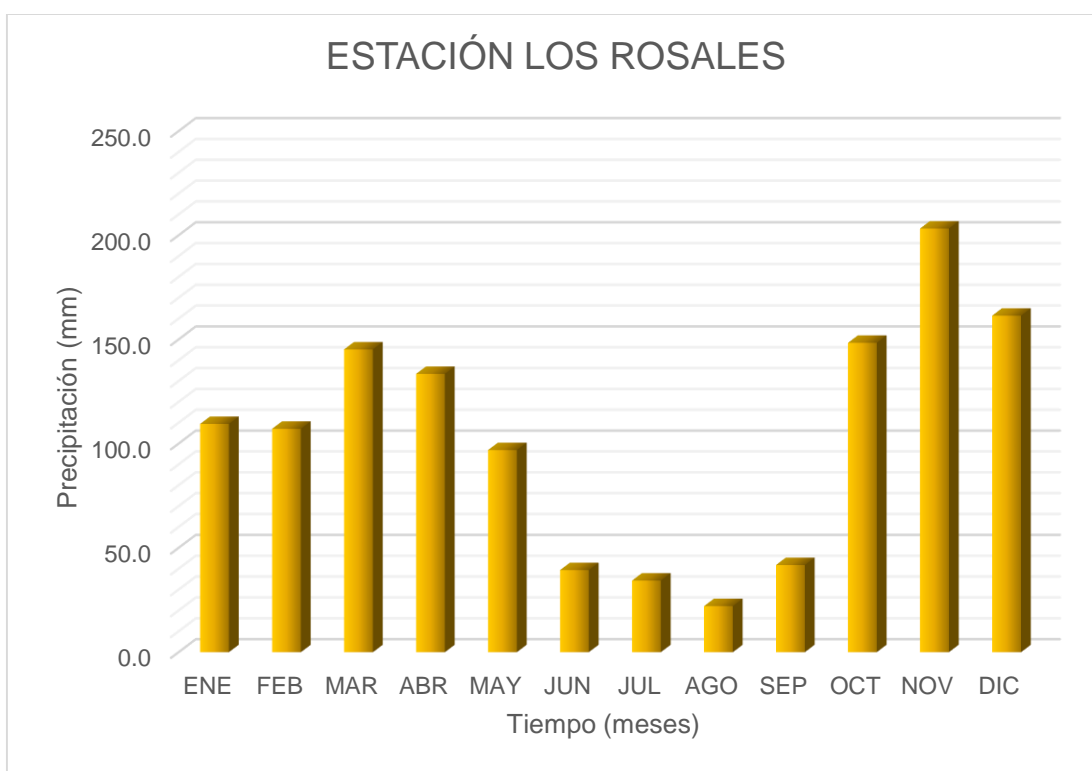
Variación temporal de la precipitación

La variable climatológica precipitación sufre variaciones en el tiempo, destacándose periodos húmedos seguidos por periodos de sequía, con una tendencia siempre hacia la media. En la Tabla 51 se relacionan los valores medios mensuales de precipitación de las estaciones que presentan influencia en la subcuenca de la quebrada El Pescador.

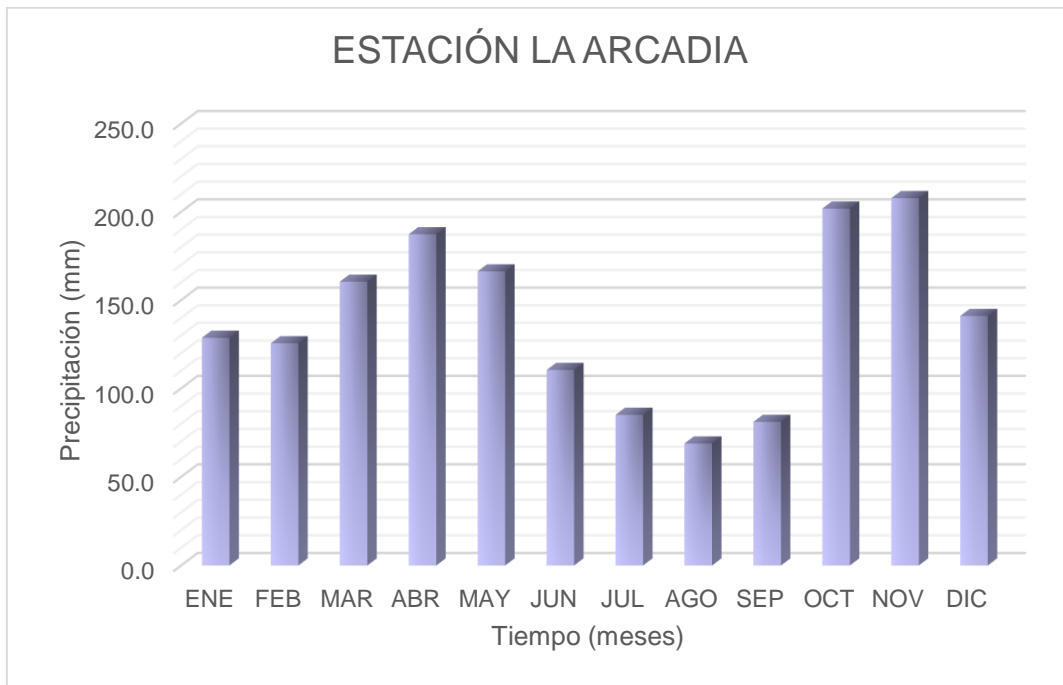
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	VR. ANUAL
LOS ROSALES	109,4	107,1	145,2	133,5	96,9	39,4	34,3	22,1	41,8	148,4	203,2	161,4	1242,8
LA ARCADIA	128,6	125,5	160,4	187,3	166,3	110,4	85,0	68,8	81,0	201,8	207,7	141,0	1663,9
EL HOBO	110,1	120,4	161,8	138,8	115,6	40,1	34,1	21,8	53,7	156,9	207,8	162,6	1323,9
ALGECIRAS	74,5	79,3	115,4	115,7	97,1	67,0	51,6	42,1	47,9	122,2	141,9	102,1	1056,8

Tabla 51. Datos de precipitación mensual y anual multianual de las estaciones con dominio en la subcuenca de la quebrada El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017

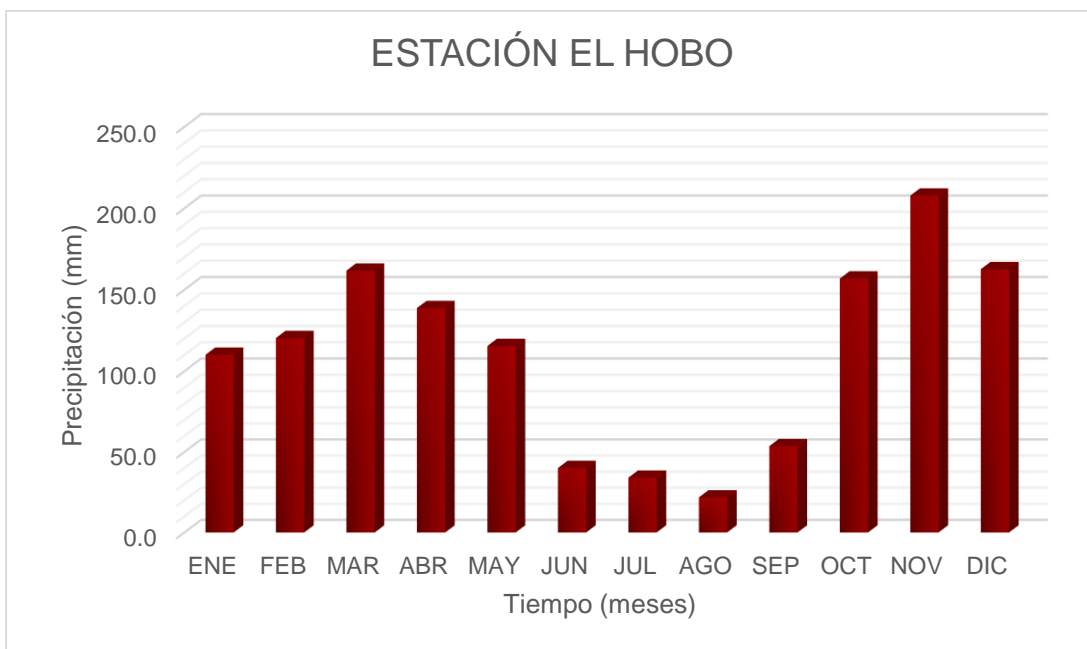
En la siguientes graficas se ilustran mediante histogramas la variabilidad intra-anual o estacional de la precipitación teniendo en cuenta los valores de precipitación mensual y anual multianual de las estaciones relacionadas en la tabla anterior.



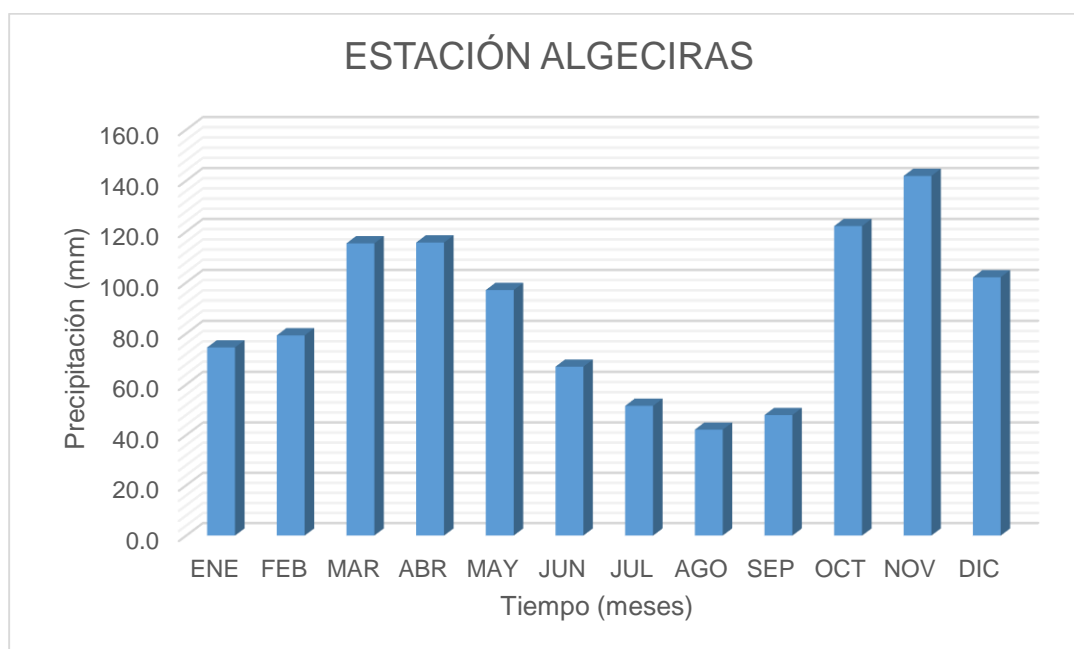
Gráfica 42. Datos medios mensuales multianuales de la estación Los Rosales
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018



Gráfica 43. Datos medios mensuales multianuales de la estación La Arcadia
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018



Gráfica 44. Datos medios mensuales multianuales de la estación El Hobo
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018



Gráfica 45. Datos medios mensuales multianuales de la estación Algeciras
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

En las Gráfica 42, Gráfica 43, Gráfica 44 y Gráfica 45 se puede observar que en todas las estaciones se registró un régimen de precipitación bimodal, en los que se identifican la ocurrencia de dos periodos secos y dos húmedos. Los periodos secos durante el año por las bajas precipitaciones para el primer semestre se presentan entre los meses de enero y febrero y para el segundo semestre entre junio, julio y agosto, siendo para todas las estaciones agosto el mes que presenta un menor valor medio mensual multianual. Los periodos húmedos se identifican entre los meses de marzo y abril para el primer semestre y de octubre a diciembre para el segundo semestre, siendo noviembre el mes más lluvioso del año.

En la siguiente tabla se muestran los valores medios anuales multianuales estimados con los registros de las estaciones objeto de análisis.

AÑO	ESTACIÓN			
	LOS ROSALES	EL HOBO	ALGECIRAS	LA ARCADIA
1980	1141,2	1074	1186,7	779,7
1981	1308,2	1514	1063,2	1366,7
1982	1817	1683	1127,8	2210
1983	1080,3	1272	1012,1	1873
1984	1643,1	1667	1235,6	2085
1985	865,1	1139	1301,5	2336
1986	1491	1460,8	775	1645,4
1987	1158,6	1294	883,7	1006,7
1988	1639,6	1513	1095,7	1015,5
1989	1238,6	1208,5	1168,9	2260,5
1990	1047,6	1014	988,6	1378
1991	1183,4	1081	989,2	1243
1992	989	983	843,3	1071,5
1993	1243	1229,1	1204,7	1778
1994	1590,7	1703	1015	1543,2
1995	1118,1	1343	1012,1	2032,8
1996	1216,3	1267	1456,5	2099
1997	1167	1186	1082,1	1426
1998	1183,2	1100,7	1087,7	1484
1999	1620,3	1635	1237,1	1997
2000	1303,8	1465	1160,3	1705
2001	869,4	833	913,9	1359
2002	1031,3	1122	948,6	516,2
2003	1201,2	1210	1050,2	1590
2004	1233,8	995,3	1060,8	1739
2005	1568,3	1400,2	1010,4	1788
2006	1578,8	1485,7	1198,4	2183,8
2007	1314	1164	1052,7	1820
2008	1557,3	1472	1439,4	2376
2009	1118,8	1150,5	1062	1557,4
2010	1567,1	1770	1539,2	2206,3
2011	2554,8	2886	1932,6	2647
2012	1491,2	1399	910,6	1385,2
2013	694,3	1178	371,2	1652
2014	437,9	1101	734,3	1532
2015	313,7	707	525,4	1187
2016	405,7	1277	424,1	1690

Tabla 52. Datos de precipitación total anual (mm) de las estaciones de dominio en la subcuenca de la quebrada El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

De acuerdo con la variación inter-anual se tiene:

- En el año 2015 se evidencia una disminución de las precipitaciones en todas las estaciones, esto se puede relacionar con la ocurrencia de un fenómeno de EL NIÑO en los años 2014 a 2016.
- En el año 2001 también se evidencio disminución de la precipitación; sin embargo, en la escala regional, el año 2001 fue clasificado como un año en el que aunque fue un periodo de precipitaciones fue más corto, no se configuró un fenómeno del niño.
- El año con mayores valores de precipitación anual es 2011, en este año y desde el 2010 se presentaron las lluvias más fuertes registradas que rompieron los registros históricos, produciendo diferentes desastres en todo el territorio Colombiano. Su afectación llevo a cabo la creación por el gobierno de “Colombia Humanitaria”, “El fondo de adaptación” y “la unidad nacional para la gestión del riesgo de desastres”.

Variación espacial de la precipitación

La ubicación geográfica y los factores orográficos influyen en los patrones de distribución de la precipitación, lo cual resulta ser motivo de interés para realizar predicciones y evaluar los procesos de lluvia por escorrentía.

Para determinar cómo se distribuye la precipitación en el espacio, partiendo de datos puntuales de pluviómetros ubicados en un área específica, se reconocen tres métodos conocidos como media aritmética, polígonos de Thiessen e Isoyetas. El primero de estos presenta limitaciones en cuanto a la cantidad y distribución de los pluviómetros que se deben tener en cuenta para obtener resultados confiables. El segundo el método de polígonos de Thiessen, aunque es más preciso que el anterior, no considera de forma directa las influencias de la orografía de la lluvia y se debe construir una red de Thiessen cada vez que haya un cambio en la red de pluviómetros. Según lo anterior, se utilizó el método de Isoyetas por ser el más preciso, el cual consiste en trazar líneas de igual precipitación utilizando las profundidades de la lluvia entre estaciones adyacentes.

De acuerdo a lo antes mencionado, en las siguientes figuras se presenta la variación espacial de la precipitación media anual multianual y media mensual multianual.

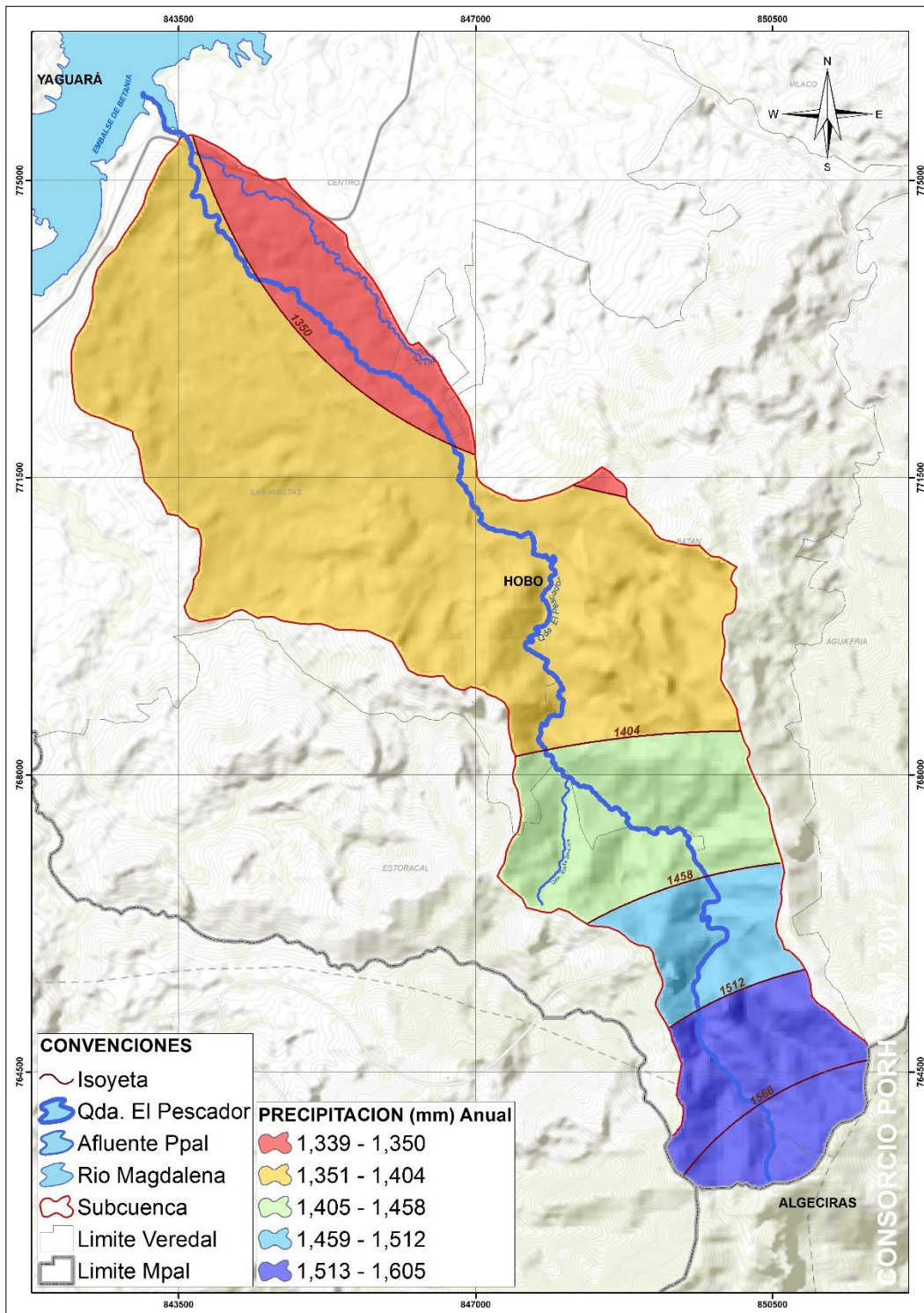


Figura 10. Distribución espacial de la precipitación media anual multianual en la subcuenca de la quebrada El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017

4.8.5.2. Caracterización de la Temperatura

La variable temperatura es considerada como uno de los parámetros climáticos de mayor importancia puesto que afecta algunos procesos climáticos entre los cuales se encuentran la evaporación, la humedad relativa y los vientos (los vientos cálidos tienden a ascender y los vientos fríos a descender).

La variación de la temperatura está influenciada por diversos factores de naturaleza climática y orográfica, la dirección y fuerza del viento, la inclinación de los rayos solares, la latitud, la altura sobre el nivel del mar y la proximidad de la región a masas de agua, son algunos de ellos.

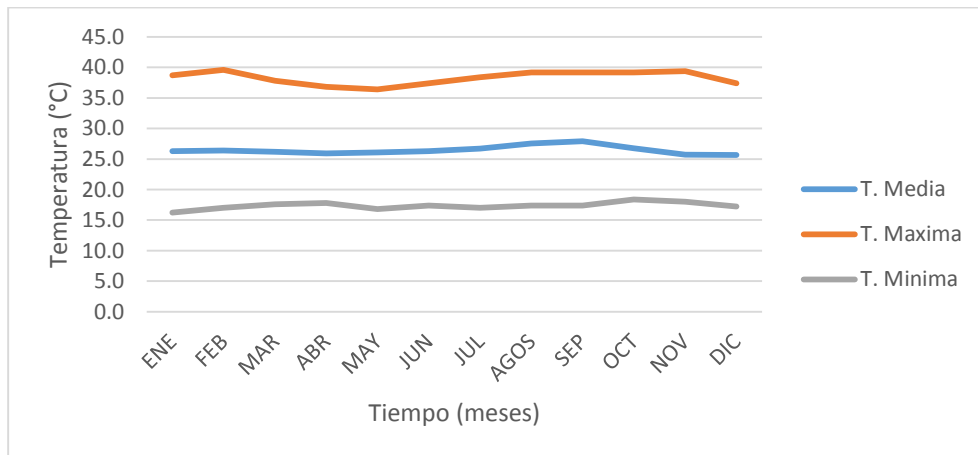
Para la subcuenca hidrográfica de la quebrada El Pescador la temperatura se caracterizó teniendo en cuenta los valores registrados en las estaciones Los Rosales y Algeciras comprendidos entre los años 1980 a 2013.

Variación Temporal de la temperatura

En las siguientes tablas se relacionan los registros de la temperatura media, máxima y mínima mensual y anual de las estaciones ya referenciadas.

ESTACIÓN	VALORES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC
LOS ROSALES	T. Media	26,3	26,4	26,2	25,9	26,1	26,3	26,7	27,6	27,9	26,8	25,7	25,7
	T. Máxima	38,7	39,6	37,8	36,8	36,4	37,4	38,4	39,2	39,2	39,2	39,4	37,4
	T. Mínima	16,2	17,0	17,6	17,8	16,8	17,4	17,0	17,4	17,4	18,4	18,0	17,2

Tabla 53. Registros medios mensuales multianuales de temperatura media, máxima y mínima de la estación Los Rosales
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018



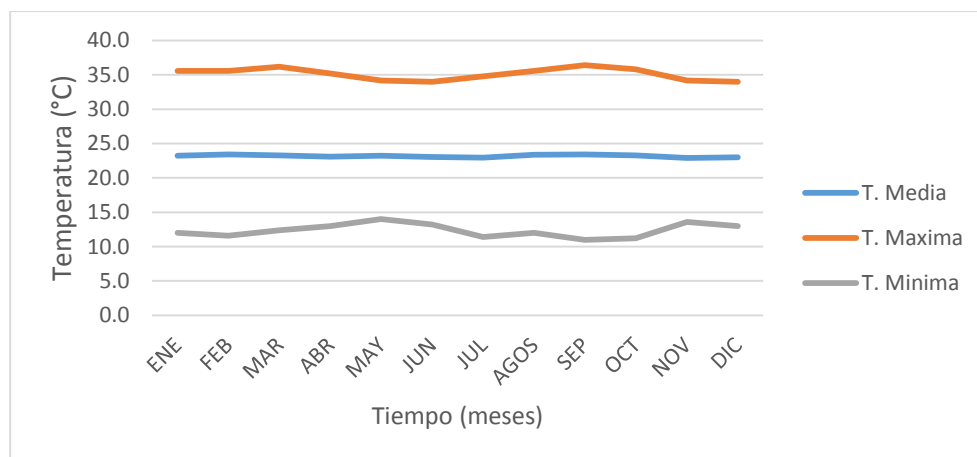
Gráfica 46. Registros medios, máximos y mínimos mensuales multianuales de temperatura de la estación Los Rosales
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

De acuerdo con los datos registrados por la estación los Rosales, se tiene que históricamente los meses con menores valores de temperatura media mensual son mayo, junio y julio, y los mayores valores se presentan en los meses de enero y febrero, la temperatura media anual multianual es de 26,5 °C. Teniendo en cuenta lo antes relacionado se puede decir que las temperaturas medias mensuales presentan pocas variaciones durante el año. La temperatura máxima mensual se presenta en el mes de febrero con un valor de 39,6 °C.

ESTACIÓN	VALORES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC
ALGECIRAS	T. Media	23,2	23,4	23,3	23,1	23,2	23,0	22,9	23,4	23,4	23,3	22,9	23,0
	T. Máxima	35,6	35,6	36,2	35,2	34,2	34,0	34,8	35,6	36,4	35,8	34,2	34,0
	T. Mínima	12,0	11,6	12,4	13,0	14,0	13,2	11,4	12,0	11,0	11,2	13,6	13,0

Tabla 54. Registros medios mensuales multianuales de temperatura media, máxima y mínima de la estación Algeciras

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017



Gráfica 47. Registros medios, máximos y mínimos mensuales multianuales de temperatura de la estación Algeciras

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

Los datos registrados por la estación Algeciras, indican que históricamente los meses con menores valores de temperatura media mensual son junio y julio, y los valores mayores se registran en agosto, septiembre y octubre, la temperatura media multianual es de 23,2 °C. En la tabla anterior se tiene que las temperaturas medias mensuales presentan pocas variaciones durante el año. La temperatura máxima mensual se presentó en el mes de septiembre con un registro de 36,4 °.

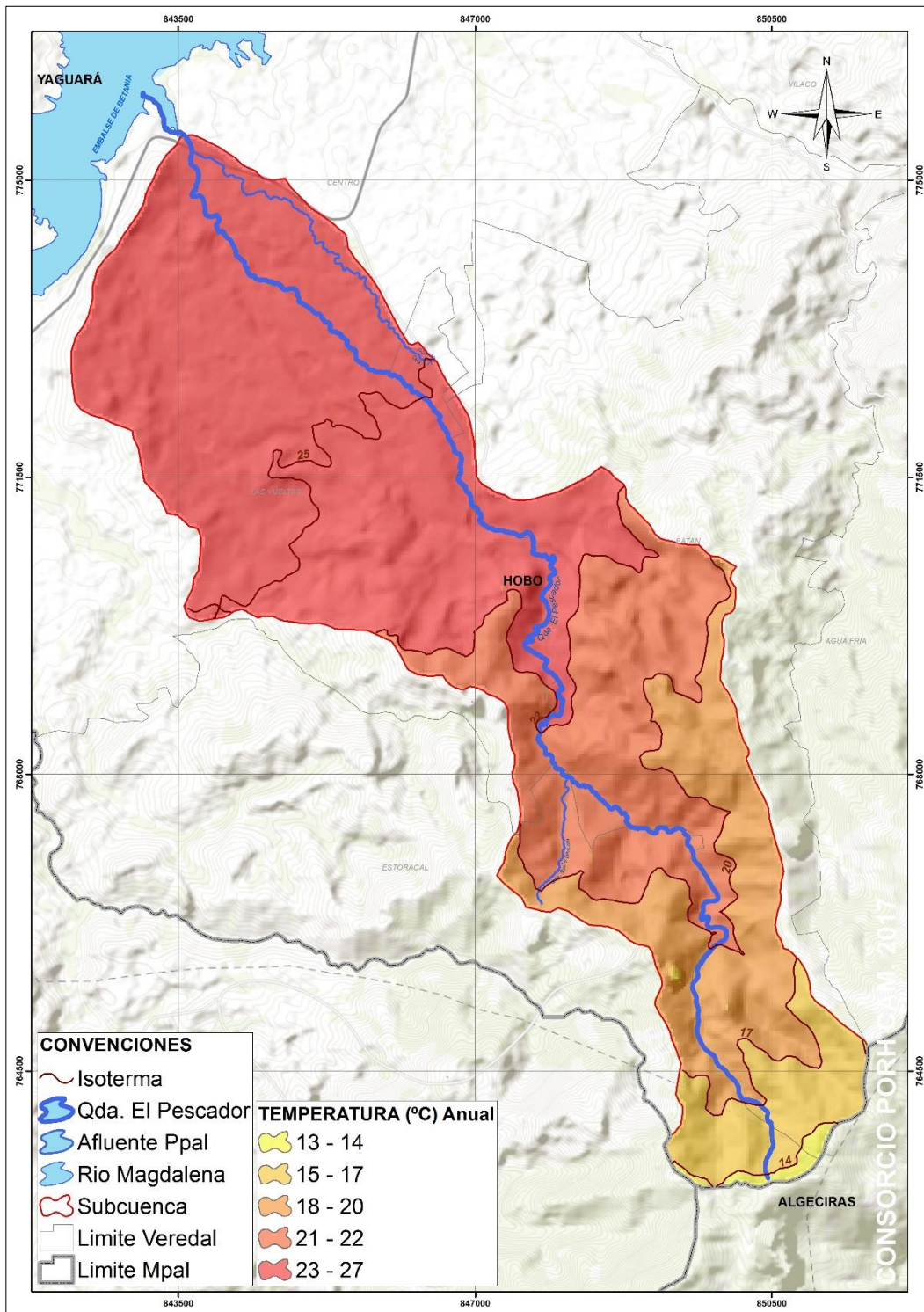


Figura 11. Distribución espacial de la temperatura media anual multianual en la subcuenca de la quebrada El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

4.8.5.3. Estimación de la evapotranspiración

La evapotranspiración es la cantidad de agua transferida del suelo a la atmósfera por evaporación y transpiración de las plantas (Monsalve, 1995.). Son procesos que ocurren de manera simultánea, y son de gran interés desde el punto de vista agronómico para conocer las pérdidas de agua que se dan desde la superficie del terreno cultivado, puesto que establecen una relación suelo-planta, esta varía según el área foliar y densidad del cultivo, cantidad de radiación solar que alcanza la superficie de suelo y aportes de agua recibidos.

Evapotranspiración potencial

Este fenómeno refleja el agua que se pierde desde una superficie líquida o sólida saturada por evaporación y el follaje de las plantas (transpiración) en el caso de que existiera un abastecimiento de agua adecuado. En este proceso no se consideran los aportes de agua subterránea, ni las pérdidas por percolación, considera que el suelo se encuentra a capacidad de campo.

En la Tabla 55 y Tabla 56 se presentan los valores medios mensuales y anuales de la evapotranspiración potencial estimada considerando los registros de temperatura de las estaciones Los Rosales y Algeciras respectivamente.

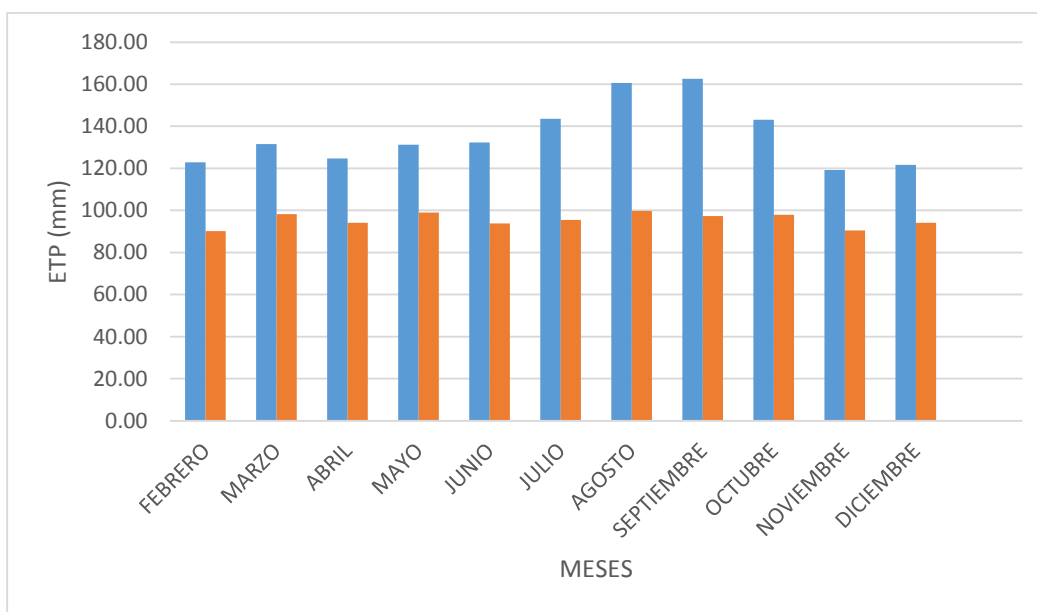
ESTACIÓN LOS ROSALES							
MES	T(°C)	I	a	Ka	ETP (cm)	ETP (mm)	ETP (mm/década)
ENERO	26,30	12,35	3,71	1,02	13,19	131,95	4,26
FEBRERO	26,40	12,42		0,92	12,14	121,37	4,33
MARZO	26,20	12,28		1,03	13,14	131,43	4,24
ABRIL	25,90	12,06		1,01	12,29	122,90	4,10
MAYO	26,10	12,21		1,04	13,09	130,89	4,22
JUNIO	26,30	12,35		1,01	13,08	130,76	4,36
JULIO	26,70	12,63		1,05	14,31	143,10	4,62
AGOSTO	27,60	13,28		1,04	16,10	161,01	5,19
SEPTIEMBRE	27,90	13,50		1,00	16,11	161,08	5,37
OCTUBRE	26,80	12,70		1,02	14,22	142,21	4,59
NOVIEMBRE	25,70	11,92		0,99	11,76	117,57	3,92
DICIEMBRE	25,70	11,92		1,02	12,11	121,13	3,91
TOTAL	26,47	149,63	3,71	12,15	161,54	1615,39	1615,62

Tabla 55. Evapotranspiración potencial estimada para la estación Los Rosales

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

ESTACIÓN ALGECIRAS							
MES	T(°C)	I	a	Ka	ETP (cm)	ETP (mm)	ETP (mm/década)
ENERO	23,20	10,21	2,76	1,02	9,57	95,71	3,09
FEBRERO	23,40	10,35		0,92	8,89	88,88	3,17
MARZO	23,30	10,28		1,03	9,78	97,81	3,16
ABRIL	23,10	10,15		1,01	9,32	93,19	3,11
MAYO	23,20	10,21		1,04	9,76	97,60	3,15
JUNIO	23,00	10,08		1,01	9,25	92,54	3,08
JULIO	22,90	10,01		1,05	9,46	94,61	3,05
AGOSTO	23,40	10,35		1,04	9,99	99,94	3,22
SEPTIEMBRE	23,40	10,35		1,00	9,61	96,09	3,20
OCTUBRE	23,30	10,28		1,02	9,73	97,33	3,14
NOVIEMBRE	22,90	10,01		0,99	8,96	89,61	2,99
DICIEMBRE	23,00	10,08		1,02	9,34	93,44	3,01
TOTAL	23,18	122,35	2,76	12,15	113,67	1136,74	1136,77

Tabla 56. Evapotranspiración potencial estimada para la estación Algeciras
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018



Gráfica 48. Evapotranspiración potencial estimada para las estaciones Los Rosales y Algeciras
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

De acuerdo a lo presentado en la Gráfica 48 los mayores cambios intranuales de la evapotranspiración potencial se dan en la estación Los Rosales, cuyos cambios son proporcionales a la temperatura e inversos a la precipitación. De esta manera, se tiene que los meses cuya ETP es mayor corresponden a agosto y septiembre con 161.01 mm y 161.08 mm, respectivamente, siendo la ETP media anual multianual estimada de 1615.4 mm.

Por otro lado, en la estación Algeciras los cambios de ETP a través del año son menores lo cual corresponde a las pocas variaciones que sufre la temperatura, dada la estrecha relación entre estos parámetros. De esta manera, se tiene una ETP media anual multianual de 1136.7 mm para esta estación. En cuanto a la variación espacial de la ETP media anual multianual representada en la Figura 12, se tiene que aumentan en la medida que se desciende altitudinalmente por la subcuenca hidrográfica, iniciando en valores cercanos a los 1265 mm e incrementándose hasta los 1511 mm en la zona asociada a la confluencia de la quebrada El Pescador con el Embalse de Betania.

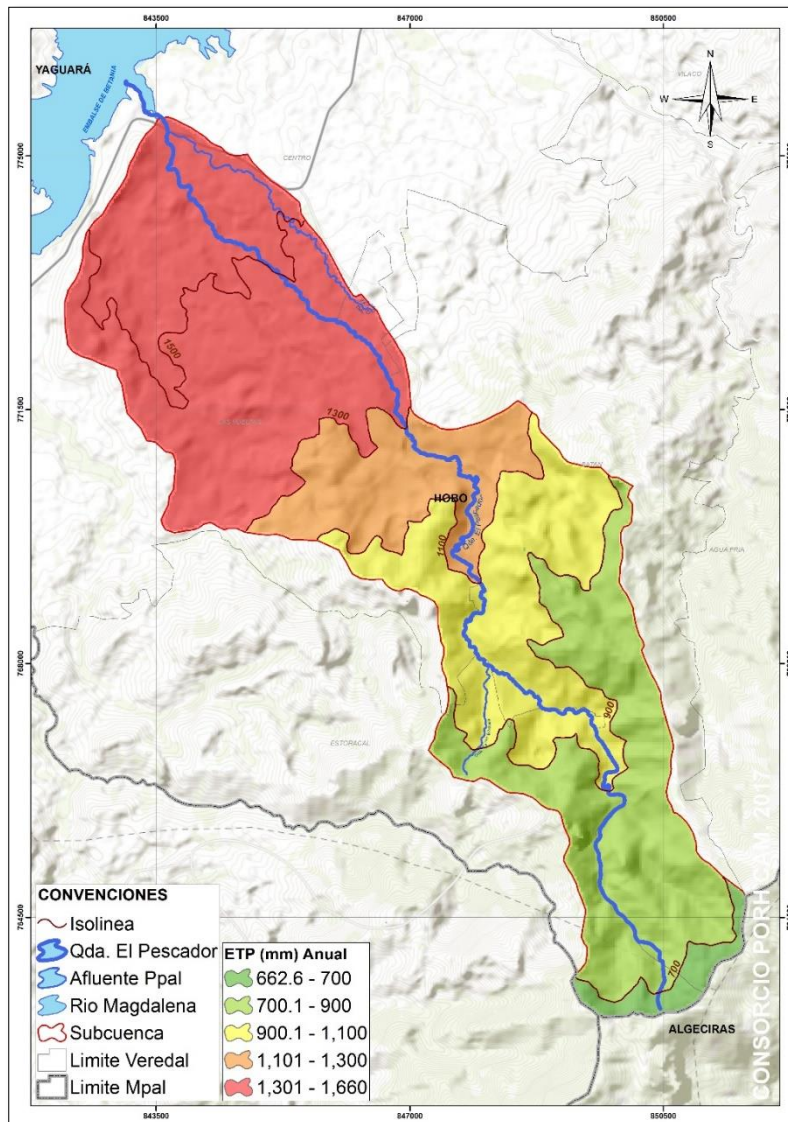


Figura 12. Distribución espacial ETP media anual multianual en la subcuenca de la quebrada El Pescador

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

4.8.6. Estimación del caudal ambiental

El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), define en el Decreto 3930 del año 2010, el caudal ambiental como *“el volumen de agua necesario en términos de calidad, cantidad, duración y estacionalidad para el sostenimiento de los ecosistemas acuáticos y para el desarrollo de las actividades socioeconómicas de los usuarios aguas abajo de la fuente de la cual dependen tales ecosistemas”*.

La estimación del caudal ambiental para cada una de las unidades de estudio se realizó de acuerdo con las metodologías establecidas en la Guía Técnica para la Formulación de Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico emitida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MINAMBIENTE, 2014). Estas metodologías se describen e implementan a continuación.

4.8.6.1. Metodología. Índices hidrológicos 7Q10 y Q95%

Índice 7Q10

Este índice establece que el caudal ambiental puede ser estimado a partir de los registros mínimos diarios de caudal (Chiang & Johnson , 1976), sin embargo y debido a que en contadas ocasiones se cuenta con información de este tipo, la estimación de este índice se puede realizar a partir de los caudales medios diarios (Pinilla, Rodriguez, & Camacho, 2014).

De esta manera a partir de los caudales medios diarios, se aplica un promedio móvil de ventana de siete (7) días y se define con estos valores, el dato mínimo para cada año. La serie así obtenida se ajusta a una función de distribución de probabilidad y se selecciona como caudal ambiental, el caudal asociado a un periodo de retorno de 10 años.

Índice Q95%

Este índice es el caudal que es igualado o excedido el 95% del tiempo en las curvas de duración de caudales medios diarios elaboradas para cada uno de los meses del año y cada una de las condiciones hidrológicas (húmeda, neutra y seco) obteniéndose de esta manera 36 datos de caudal ambiental para cada unidad de estudio, lo anterior en caso de presentarse una fuerte correlación entre la hidrología de la corriente y los fenómenos climáticos. En caso contrario (no hay correlación), las curvas se realizan para cada uno de los meses del año obteniéndose un total de 12 valores para el caudal ambiental.

UNIDAD DE ESTUDIO	7Q10 (m ³ /sg)	Q95% (m ³ /sg)											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
AFLUENTES													
A01	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	0.007	0.008	0.007	0.007	0.006	0.006	0.007	0.006
A02	0.007	0.013	0.011	0.011	0.013	0.013	0.012	0.010	0.009	0.008	0.007	0.010	0.015
QUEBRADA EL PESCADOR													
C01	0.070	0.087	0.077	0.074	0.080	0.085	0.081	0.079	0.079	0.075	0.079	0.109	0.096
C02	0.038	0.049	0.045	0.043	0.051	0.048	0.055	0.042	0.042	0.037	0.033	0.033	0.045
C03	0.020	0.036	0.031	0.030	0.035	0.035	0.033	0.027	0.025	0.021	0.019	0.027	0.040
C04	0.070	0.123	0.106	0.106	0.120	0.123	0.113	0.095	0.086	0.074	0.066	0.092	0.137

Tabla 57. Resultados metodología 3 para la estimación de caudales ambientales

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017

4.8.6.1.1. Propuesta de caudales ambientales

A partir del desarrollo de la anterior metodología, que involucra el índice hidrológico 7Q10 y Q95%, se realiza la propuesta de caudales ambientales para año hidrológico medio y cada una de las unidades de análisis. Para ello se selecciona el caudal máximo entre los índices ya mencionados y se establece el caudal ambiental de manera mensual (Tabla 58). Adicional, los caudales ambientales estimados se expresan como fracción del caudal medio mensual multianual correspondiente (Tabla 59).

De igual manera, se estimaron los caudales ambientales para un año hidrológico seco a partir de lo establecido en por el IDEAM, 2015, según el cual se obtiene “de una proporción entre el caudal ambiental año medio y el caudal medio estimado.” Así, la fracción establecida como el caudal ambiental a partir del caudal medio para año hidrológico normal (Tabla 59), será la misma fracción aplicada para la estimación del caudal ambiental para un año hidrológico seco (Tabla 60).

4.8.6.2. Oferta hídrica superficial disponible

La oferta hídrica superficial disponible resulta de sustraer a la oferta hídrica superficial el agua que garantizaría el uso para el funcionamiento de los ecosistemas, es decir, el caudal ambiental (IDEAM, 2010).

De acuerdo a lo anterior, se estimó la oferta hídrica superficial disponible para cada una de las unidades de análisis, a partir de los caudales ambientales propuestos.

Los resultados para año hidrológico medio se presentan en la Tabla 61 y para año hidrológico seco en la Tabla 62.

PUNTOS DE MONITOREO	OFERTA HÍDRICA TOTAL (m³/sg)	PROPUESTA DE CAUDALES AMBIENTALES AÑO HIDROLÓGICO MEDIO (m³/sg)												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
AFLUENTES														
A01	0.024	0.006	0.006	0.006	0.006	0.007	0.008	0.007	0.007	0.006	0.006	0.007	0.006	0.007
A02	0.030	0.013	0.011	0.011	0.013	0.013	0.012	0.010	0.009	0.008	0.007	0.010	0.015	0.011
QUEBRADA EL PESCADOR														
C01	0.237	0.087	0.077	0.074	0.080	0.085	0.081	0.079	0.079	0.075	0.079	0.109	0.096	0.084
C02	0.142	0.049	0.045	0.043	0.051	0.048	0.055	0.042	0.042	0.038	0.038	0.038	0.045	0.045
C03	0.081	0.036	0.031	0.030	0.035	0.035	0.033	0.027	0.025	0.021	0.020	0.027	0.040	0.030
C04	0.282	0.123	0.106	0.106	0.120	0.123	0.113	0.095	0.086	0.074	0.070	0.092	0.137	0.104

Tabla 58. Propuesta de caudales ambientales para un año hidrológico medio

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

PUNTOS DE MONITOREO	PROPUESTA DE CAUDALES AMBIENTALES FRACCION AÑO HIDROLÓGICO MEDIO												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
AFLUENTES													
A01	0.236	0.268	0.268	0.268	0.304	0.345	0.307	0.288	0.263	0.263	0.307	0.269	0.282
A02	0.439	0.377	0.374	0.425	0.435	0.400	0.335	0.304	0.262	0.232	0.322	0.485	0.366
QUEBRADA EL PESCADOR													
C01	0.368	0.327	0.314	0.338	0.360	0.343	0.332	0.332	0.315	0.335	0.462	0.407	0.353
C02	0.345	0.313	0.305	0.361	0.336	0.389	0.297	0.297	0.268	0.268	0.268	0.314	0.313
C03	0.438	0.376	0.375	0.425	0.435	0.400	0.336	0.305	0.263	0.248	0.329	0.488	0.368
C04	0.438	0.377	0.375	0.425	0.435	0.400	0.335	0.304	0.263	0.247	0.325	0.485	0.367

Tabla 59. Propuesta de caudales ambientales en términos de fracción

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

PUNTOS DE MONITOREO	PROPUESTA DE CAUDALES AMBIENTALES PARA AÑO HIDROLÓGICO SECO (m³/sg)												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
AFLUENTES													
A01	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004	0.003	0.003	0.004
A02	0.005	0.006	0.007	0.007	0.006	0.007	0.007	0.006	0.006	0.005	0.006	0.005	0.006
QUEBRADA EL PESCADOR													
C01	0.024	0.026	0.026	0.037	0.048	0.053	0.048	0.041	0.036	0.031	0.024	0.023	0.035
C02	0.017	0.019	0.023	0.032	0.030	0.026	0.026	0.022	0.020	0.017	0.019	0.019	0.022
C03	0.013	0.015	0.019	0.020	0.017	0.019	0.018	0.016	0.015	0.014	0.017	0.015	0.017
C04	0.046	0.053	0.067	0.068	0.060	0.065	0.063	0.057	0.052	0.047	0.060	0.051	0.058

Tabla 60. Propuesta de caudales ambientales para año hidrológico seco

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

UNIDAD DE ESTUDIO	OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL DISPONIBLE PARA AÑO HIDROLÓGICO MEDIO (m ³ /seg)												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
AFLUENTES													
A01	0.018	0.018	0.018	0.018	0.017	0.016	0.017	0.017	0.018	0.018	0.017	0.018	0.017
A02	0.017	0.019	0.019	0.017	0.017	0.018	0.020	0.021	0.022	0.023	0.020	0.016	0.019
QUEBRADA EL PESCADOR													
C01	0.150	0.159	0.163	0.157	0.152	0.156	0.158	0.158	0.162	0.158	0.128	0.141	0.153
C02	0.093	0.098	0.099	0.091	0.095	0.087	0.100	0.100	0.104	0.104	0.104	0.098	0.098
C03	0.046	0.051	0.051	0.047	0.046	0.049	0.054	0.057	0.060	0.061	0.055	0.042	0.051
C04	0.159	0.176	0.176	0.162	0.159	0.169	0.187	0.196	0.208	0.212	0.190	0.145	0.178

Tabla 61. Oferta hídrica superficial disponible para año hidrológico medio
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

UNIDAD DE ESTUDIO	OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL DISPONIBLE PARA AÑO HIDROLÓGICO SECO (m ³ /seg)												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
AFLUENTES													
A01	0.006	0.006	0.006	0.005	0.004	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005	0.005	0.006	0.005
A02	0.008	0.007	0.005	0.005	0.006	0.005	0.006	0.006	0.007	0.007	0.006	0.007	0.006
QUEBRADA EL PESCADOR													
C01	0.058	0.055	0.056	0.044	0.033	0.028	0.034	0.040	0.045	0.051	0.057	0.058	0.047
C02	0.020	0.019	0.015	0.006	0.008	0.012	0.012	0.015	0.018	0.020	0.019	0.019	0.015
C03	0.020	0.018	0.014	0.014	0.016	0.015	0.015	0.017	0.019	0.020	0.016	0.019	0.017
C04	0.070	0.063	0.050	0.048	0.056	0.051	0.053	0.060	0.064	0.069	0.056	0.065	0.059

Tabla 62. Oferta hídrica superficial disponible para año hidrológico seco
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA ACTUAL DEL RECURSO HÍDRICO

La demanda hídrica es definida por el IDEAM, 2010, como “la extracción (eliminación de agua de cualquier fuente, ya sea permanente o de forma temporal) hídrica del sistema natural destinada a suplir la necesidades y requerimientos del consumo humano, la producción sectorial y las demandas esenciales de los ecosistemas no antrópicos”.

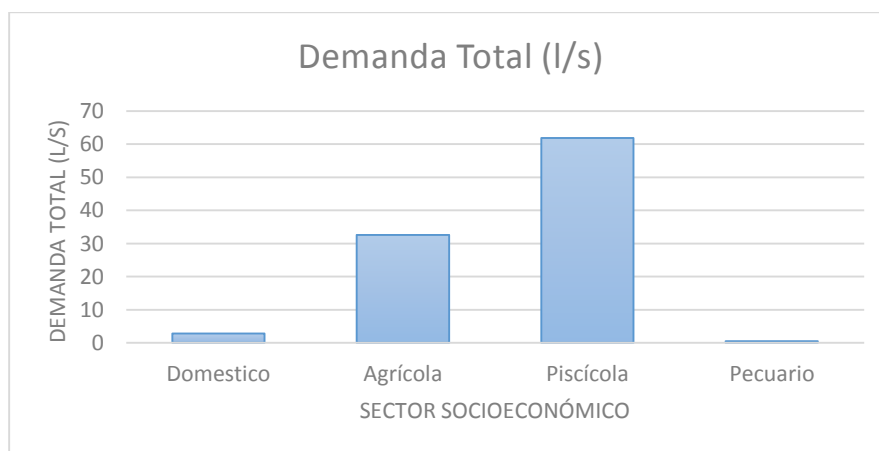
4.8.7. Demanda sectorial

En la Gráfica 49 se relacionan los sectores que demandan agua de la corriente quebrada El Pescador, siendo el sector piscícola el de mayor demanda con un caudal concesionado de 61.89 l/s; seguido por el sector agrícola con 32.6 l/s, y el uso doméstico con 2.79 l/s.

Sub Zona Hidrográfica	Sector socioeconómico	Demanda Total (l/s)
Quebrada El Pescador	Domestico	2.79
	Agrícola	32.6
	Piscícola	61.89
	Pecuario	0.53

Tabla 63. Demanda actual por sectores socioeconómicos
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017

La demanda total del agua de la fuente hídrica de la quebrada El Pescador, obedece a la información relacionada en las resoluciones de concesión de agua 66 de 1950, 1424 del 25 de Mayo del 2013, 514 del 4 de Mayo del 2006 y 1321 del 31 de Diciembre del 2006, las cuales son emitidas por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena - CAM. Es importante aclarar que dicha entidad no ha otorgado concesiones de agua sobre las quebradas Santa Bárbara y El Madroñal por lo tanto no se tendrán en cuenta en el presente estudio.



Gráfica 49. Demanda Actual por sectores socioeconómicos en la quebrada El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

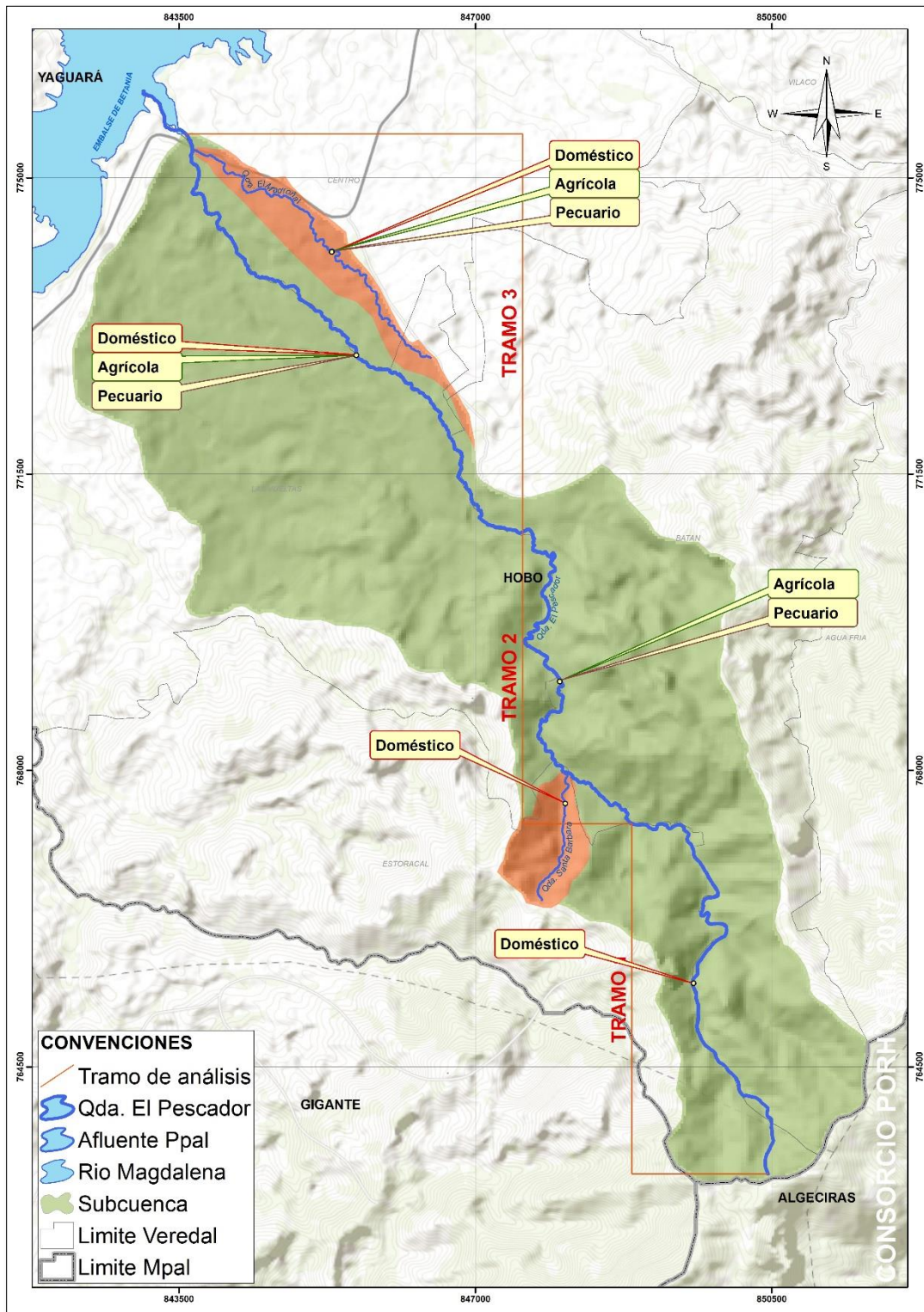


Figura 13. Demanda actual sobre la subcuenca de la quebrada El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017

4.8.7.1. Demanda del sector humano o doméstico

La cuantificación del agua demandada para el sector del consumo humano o doméstico se establece a partir de la estimación del consumo que un habitante requiere para satisfacer las necesidades fundamentales de un día (IDEAM, 2010).

La demanda se realizó basado en las concesiones otorgadas sobre el cauce principal de la quebrada El Pescador, en la que se encuentra la resolución 1321 del 31 de Diciembre del 2006 donde se otorgó un caudal de 2,7 lps.

Recurso Hídrico	Acueductos	Demanda Consumo Humano (l/s)
Quebrada El Pescador	Acueducto comunal Vda El Centro	2,7
	TOTAL	3.67

Tabla 64. Demanda actual del sector humano o doméstico de la quebrada El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017

4.8.7.2. Demanda del sector agrícola

La estimación de la demanda del sector agrícola, se establece en función de las necesidades de riego de los diferentes cultivos y las áreas a irrigar. Para este caso en particular se identificaron cultivos tales como pastos, siendo el de mayor demanda, cacao y frutales. La demanda sobre la quebrada El Pescador se relaciona en la Tabla 65.

CULTIVO	AREA (Has)	CAUDAL (l/s)
Cacao - Moringa - Cholupa	5.0	5.0
Pastos	2.5	3.0
Pastos - Frutales	2.5	3.0
Pastos	13.0	15.58
TOTAL		26.58

Tabla 65. Demanda actual del sector agrícola de la quebrada El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017

4.8.7.3. Demanda del sector pecuario

La demanda hídrica del sector pecuario se define en términos de consumo de agua del hato (l/cabeza-día) y se realiza mediante la adopción de módulos de consumo aplicados diferencialmente en la cadena de producción (IDEAM, 2010).

Para la demanda por consumo de animales se tuvo en cuenta la reglamentación expedida mediante la resolución 66 de 1950 y la resolución 1424 del 25 de Mayo del 2013. A continuación en la siguiente tabla se evidencia la dotación en donde es importante resaltar que en el uso pecuario las únicas actividades que hacen uso del

agua de la quebrada El Pescador son la ganadería y la piscicultura, siendo este último el de mayor caudal derivado.

Unidades de Estudio	Sector Pecuario		Consumo (l/s)
Quebrada El Pescador	Ganadería (Núm)	460	0.46
	Piscicultura (Has)	13	39.94
	Total		40.40

Tabla 66. Demanda Actual del sector pecuario

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

4.8.8. Demanda total

La determinación de la demanda total sobre el cauce principal de la quebrada El Pescador, se calculó teniendo en cuenta las concesiones otorgadas por la CAM mediante las resoluciones 66 del 1950, 514 del 2006, 1321 del 2006 y 1424 del 2013.

Subcuenca	Tramo	Unidades de Estudio	Demanda (m3/s)
Quebrada El Pescador	Tramo 1	Nacimiento-C01	No Registra
	Tramo 2	C01 - C02	No Registra
	Tramo 3	C02-C04	97.81

Tabla 67. Demanda actual de la quebrada El Pescador

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017

En la Tabla 67 se observa la demanda actual por tramos de los estudios establecidos en la corriente hídrica de la quebrada El Pescador. Para la subcuenca se establecieron 3 tramos, entre los que se identificó que en los tramos 1 y 2 no presentan demanda de agua. De esta manera, se establece que en el tramo 3 se concentra toda la demanda de la corriente con un caudal de 97.81 l/s.

RIESGOS ASOCIADOS A LA REDUCCIÓN DE LA OFERTA Y A LA DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO

4.8.9. Determinación y análisis del riesgo asociado a la reducción

El riesgo asociado a la reducción de la oferta para la quebrada El Pescador y sus niveles subsiguientes se determinó a partir de las categorías de amenaza y vulnerabilidad establecidas para cada unidad de estudio. Considerando la condición más crítica de la siguiente manera:

- Vulnerabilidad alta y amenaza alta: riesgo alto.
- Alguna de las dos en nivel alto y la otra en medio: riesgo alto.
- Las dos en nivel medio: riesgo medio.

De esta manera, y considerando la condición más crítica se estableció el riesgo, para los años hidrológicos seco y normal para la quebrada El Pescador, tal y como se presenta en la Tabla 68 y Tabla 69.

FUENTE HÍDRICA	TRAMOS	UNIDAD DE ESTUDIO	AMENAZA	VULNERABILIDAD	RIESGO
Qda El Pescador	1	Nacimiento – C01	Baja	Baja	Bajo
	2	C01-C02	Baja	Baja	Bajo
	3	C02-C04	Media	Alta	Alto

Tabla 68. Riesgo asociado a la reducción de la oferta para un año hidrológico normal
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

FUENTE HÍDRICA	TRAMOS	UNIDAD DE ESTUDIO	AMENAZA	VULNERABILIDAD	RIESGO
Qda El Pescador	1	Nacimiento – C01	Baja	Baja	Bajo
	2	C01-C02	Baja	Baja	Bajo
	3	C02-C04	Alta	Alta	Alto

Tabla 69. Riesgo asociado a la reducción de la oferta para un año hidrológico seco
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

De acuerdo a lo contenido en la Tabla 68 y Tabla 69, se tiene que el riesgo en la quebrada El Pescador es bajo en el tramo 1 y tramo 2, bajo condiciones hidrológicas normales y secas, y alto en el tramo 3 para la condición normal y seca.

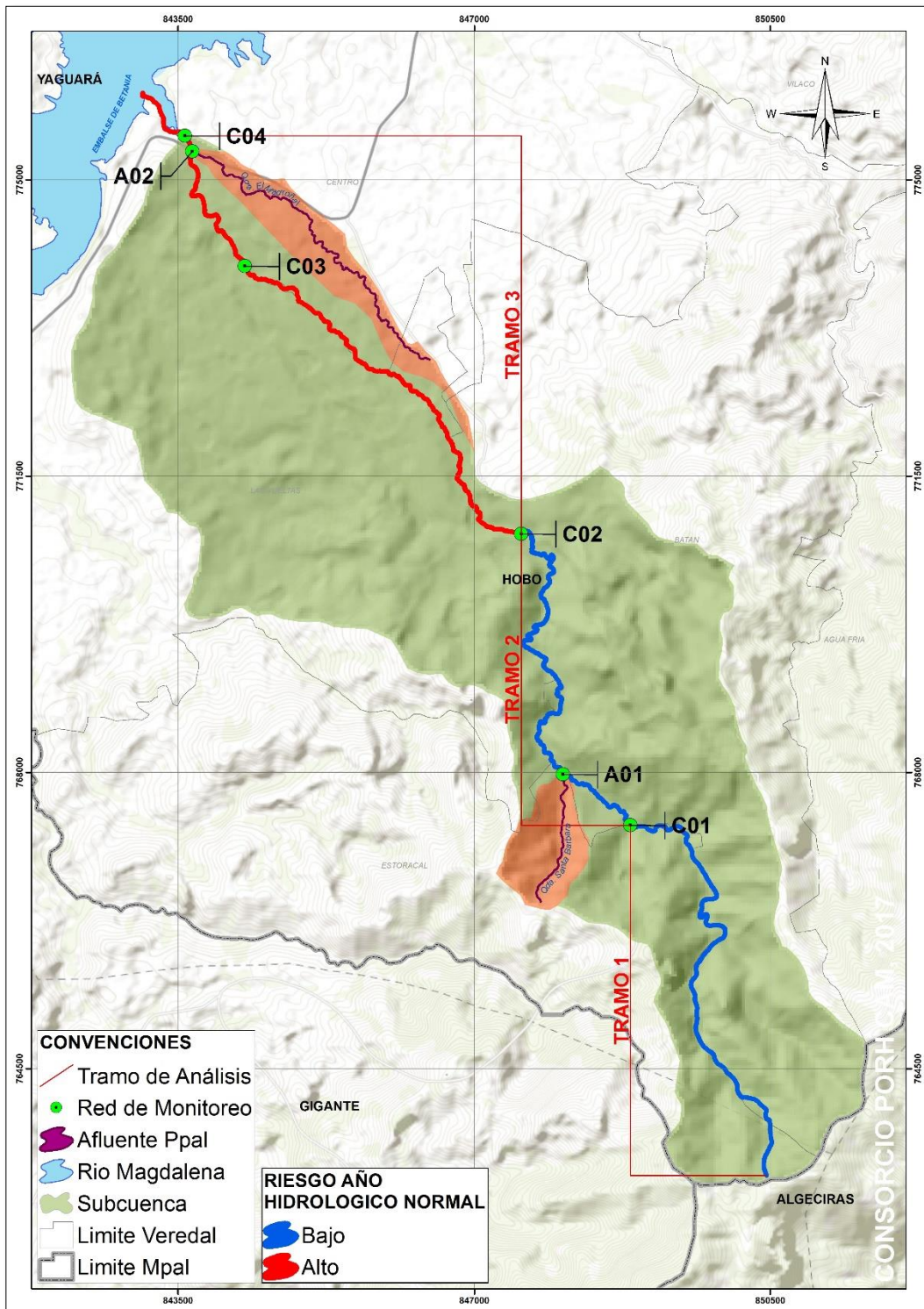


Figura 14. Determinación y análisis del riesgo asociado a la reducción para un año hidrológico normal – Qda. El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

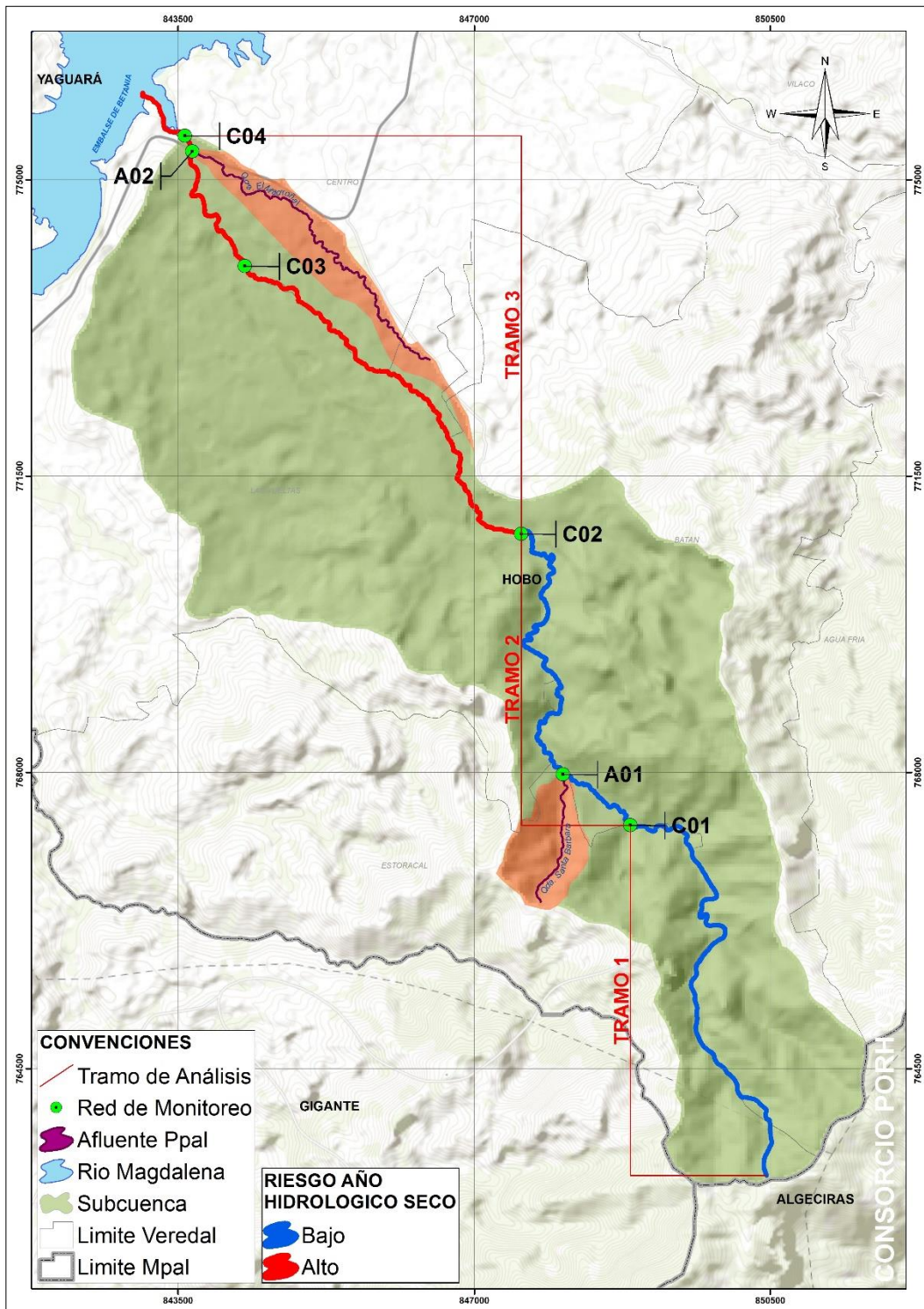


Figura 15. Determinación y análisis del riesgo asociado a la reducción para un año hidrológico seco – Qda. El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

4.8.10. Riesgos asociados a la disponibilidad del recurso hídrico

4.8.10.1. Determinación del Riesgo por estación y por tramos

Una vez categorizada la amenaza y vulnerabilidad, se realiza el análisis cualitativo para determinar el riesgo, considerando la condición más crítica, como se observa en la columna “Riesgo” de la Tabla 70.

TRAMO	ESTACIÓN	COORDENADAS		USOS	AMENAZA	VULNERABILIDAD	RIESGOS
		X	Y				
Tramo 1	C01	848844	767373	Domestico	Alta	Alta	Alto
Tramo 2	A01	848047	767974	Domestico	Alta	Alta	Alto
	C02	847555	770815	Agrícola Pecuario	Alta	Media	Alto
Tramo 3	A02	843669	775333	Domestico Agrícola Pecuario	Alta	Alta	Alto
	C03	844289	773978	Domestico Agrícola Pecuario	Alta	Alta	Alto
	C04	843128	775979	Domestico Agrícola Pecuario	Media	Alta	Alto

Tabla 70. Determinación del Riesgo por estación– Qda. El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017

TRAMO	USOS	AMENAZA	VULNERABILIDAD	RIESGOS
Tramo 1	Doméstico	Alta	Alta	Alto
Tramo 2	Doméstico, Agrícola, Pecuario	Alta	Alta	Alto
Tramo 3	Doméstico, Agrícola Pecuario	Alta	Alta	Alto

Tabla 71. Determinación del Riesgo por tramos – Qda. El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017

Teniendo en cuenta que la amenaza se determinó teniendo en cuenta la calidad del agua en las dos campaña de monitoreo y la vulnerabilidad de acuerdo a los usos actuales por cada tramo, se presenta a continuación la visualización espacial de riesgo determinado por disponibilidad del recurso hídrico en la Quebrada El Pescador.

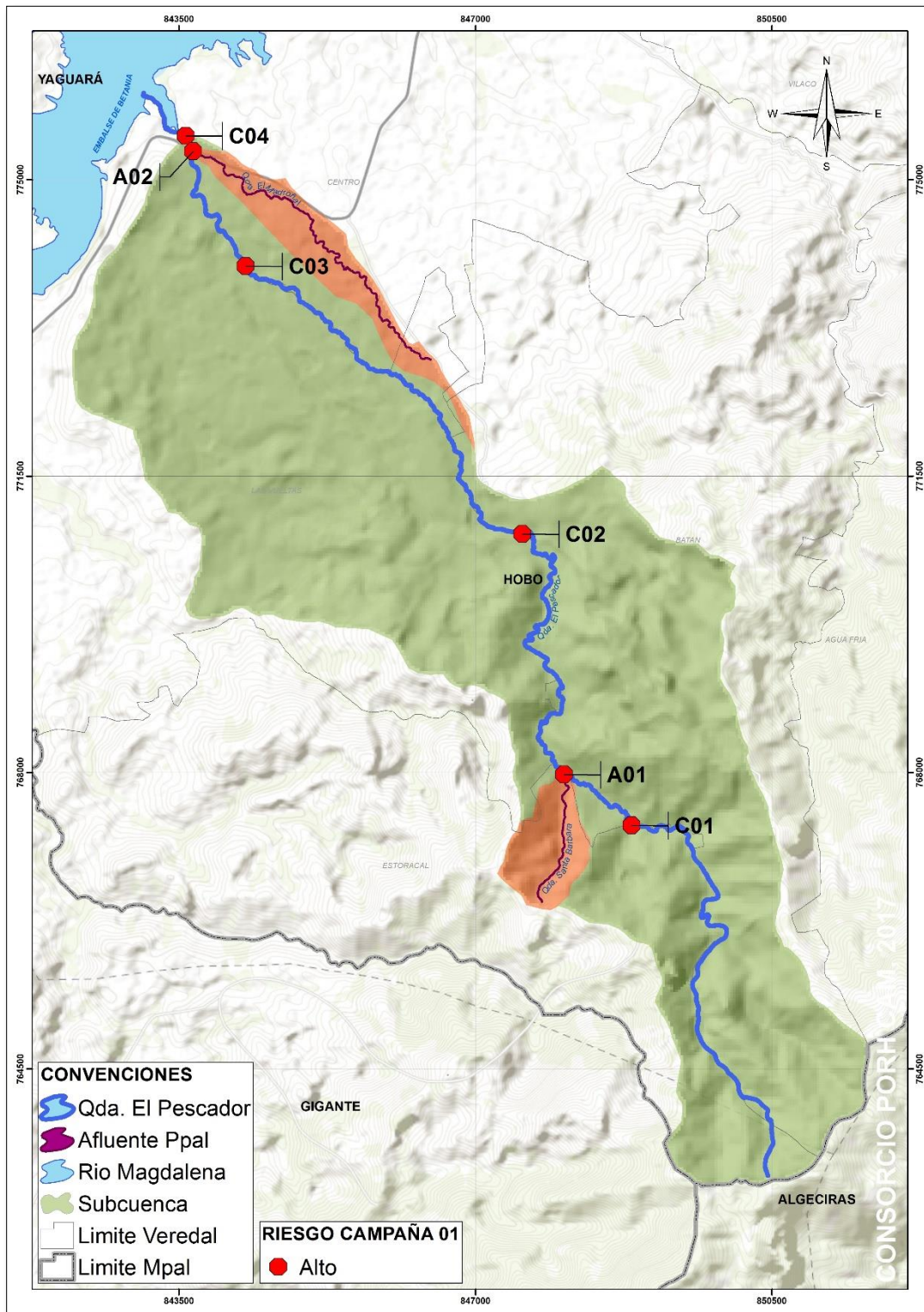


Figura 16. Riesgo por disponibilidad del recurso hídrico – Qda. El Pescador “C 1”
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017

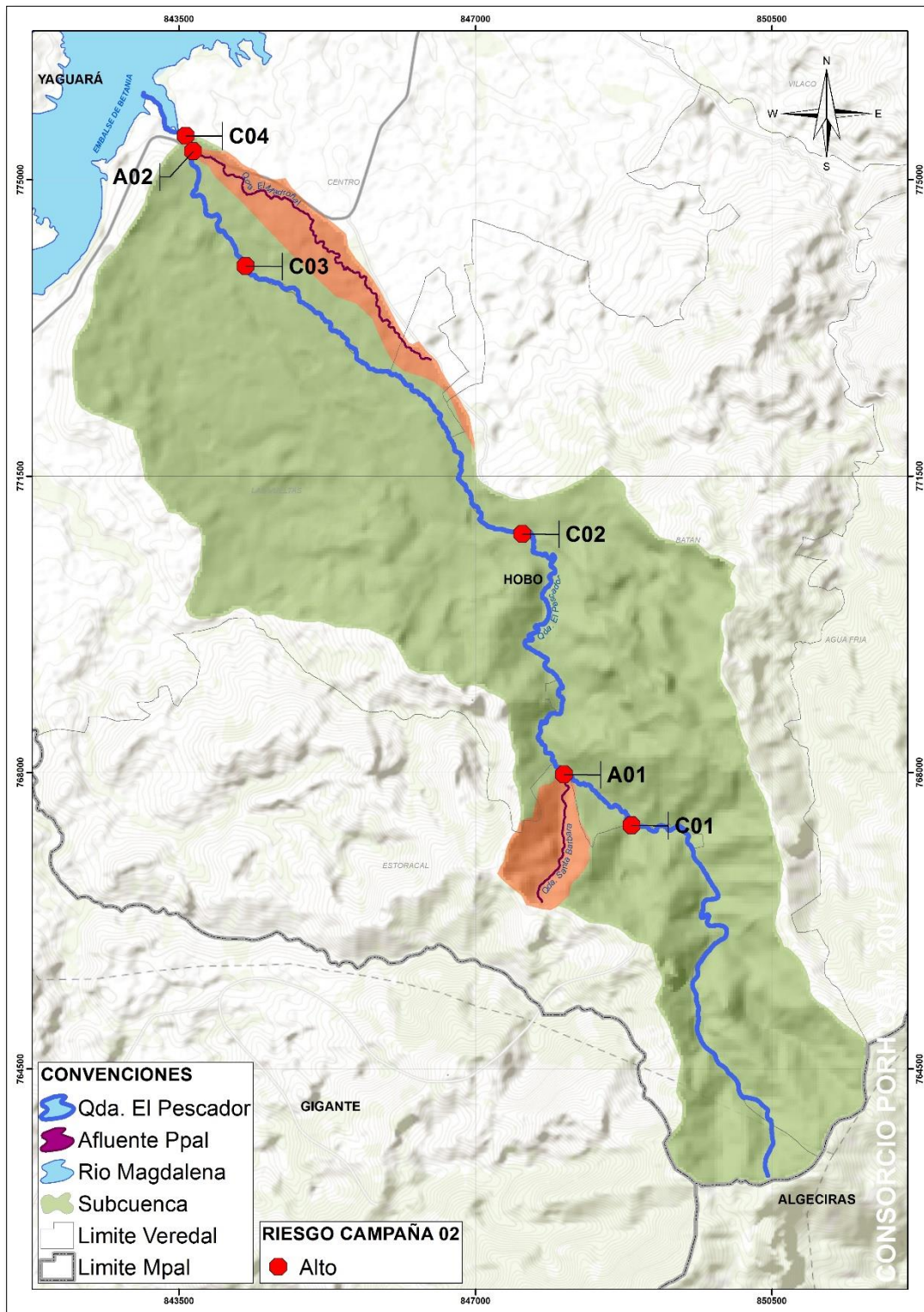


Figura 17. Riesgo por disponibilidad del recurso hídrico – Qda. El Pescador “C 2”
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017

4.8.11. Análisis de riesgos

El objetivo del análisis de riesgos asociados a la reducción de la oferta y disponibilidad del recurso hídrico es determinar la capacidad que tiene la fuente para satisfacer las necesidades existentes en el área de influencia objeto de estudio, acorde a los usos y actividades socioeconómicas; dicha capacidad se valora de acuerdo a la cantidad de agua que puede ofrecer y la calidad de la misma, de tal forma que no se presenten afectaciones a la salud de las poblaciones o que sea apta para las diferentes actividades que se desarrollan en la región.

Los riesgos asociados a la disponibilidad del recurso hídrico, evaluados a partir del Índice de Calidad de Agua (ICA) y el BMWP, arrojan que las condiciones de calidad varían entre Muy Crítica, Crítica, Regular y Aceptable, resultados asociados a la amenaza y la vulnerabilidad asociada a los usos actuales da como resultado una calificación de Riesgo Alto, el cual representa un factor determinante en el ordenamiento de la quebrada El Pescador, debido a que pone de manifiesto las necesidades hídricas en cuanto a la calidad de la fuente, logrando emitir el diagnóstico real en cuanto al riesgo por disponibilidad del recurso hídrico.

Cuando en el tramo a analizar se tienen demandas que abastecen usos domésticos, los riesgos son altos, dado el orden de prioridad que se le da a este uso; es decir, debe existir una alerta para que en caso de presentarse alguna disminución del recurso hídrico, existan medidas que mantengan en la fuente como mínimo el caudal ambiental y el caudal requerido por los habitantes para el desarrollo de sus actividades básicas.

Los riesgos asociados a la disponibilidad del recurso hídrico corresponden a los resultados de amenaza y vulnerabilidad que se asigne a cada estación y tramo en estudio. La amenaza asociada a la disponibilidad se relaciona con la calidad del agua del recurso, mediante el análisis cualitativo de los resultados del ICA y del índice biológico BMWP Colombia y la vulnerabilidad asociada al uso actual.

Se recomienda la ejecución de las actividades propuestas en el programa de seguimiento y monitoreo, así como también los escenarios propuestos a mediano, corto y largo plazo de la modelación de calidad de agua realizada.

PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA

4.8.12. Demanda Proyectada

Para el cálculo de la demanda proyectada del recurso hídrico se utilizaron diferentes fuentes de información; dicha información está ligada directamente a encuestas, registros, datos y coeficientes que permitan generalizar su estimación. Adicional se tienen en cuenta los mapas de uso de suelo para determinar si dicha expansión es viable desde el punto de vista agrológico y los mapas de cobertura, para limitar la ampliación de la frontera agrícola en zonas que la prohíben.

4.8.12.1. Demanda proyectada del sector humano o doméstico

Dado que la quebrada El Pescador es la fuente de abastecimiento del acueducto de la vereda El Centro, se debe realizar la proyección de la población para de esta manera estimar la demanda a futuro. Esta proyección para el sector humano o doméstico, se realiza a partir del crecimiento demográfico, estimando así la población futura que se asienta en la zona de análisis.

Proyección de la población

Para determinar la población proyectada para cada uno de los escenarios establecidos, se utiliza la metodología propuesta por el Ministerio de vivienda, ciudad y territorio (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017).

Censo

Se obtuvo la información de tres censos de población realizados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE en el municipio de Hobo para los años 1985, 1993 y 2005 obteniéndose la información relacionada en la Tabla 72.

AÑO	POBLACIÓN ZONA RURAL (Hab.)
1985	1973
1993	1435
2005	1606

Tabla 72. Censos de población rural en el municipio de Hobo
Fuente: IDEAM, 1985, 1993 y 2005

Método Geométrico: Este método es útil en poblaciones que muestren una importante actividad económica, que genera un apreciable desarrollo y que poseen importantes áreas de expansión las cuales pueden ser dotadas de servicios públicos sin mayores dificultades. La ecuación empleada es:

$$P_f = P_{uc}(1 + r)^{T_f - T_{uc}}$$

Donde r hace referencia a la tasa de crecimiento anual en forma decimal, calculada de la siguiente manera:

$$r = \left(\frac{P_{uc}}{P_{ci}} \right)^{\frac{1}{(T_{uc} - T_{ci})}} - 1$$

Dónde:

r : Tasa de crecimiento anual

P_{uc} : Población correspondiente al último año censado con información

P_{ci} : Población correspondiente al censo inicial con información

T_{uc} : Año correspondiente al último año censado con información

T_{ci} : Año correspondiente al censo inicial con información

r	Tasa de crecimiento anual en forma decimal	0.0094
Puc	Población correspondiente al último año censado con información	1606
Pci	Población correspondiente al censo inicial con información	1435
Tuc	Es el año correspondiente al último año censado con información	2005
Tci	Es el año correspondiente al censo inicial con información	1993

Tabla 73. Estimación de tasa de crecimiento para el sector rural del municipio de Hobo por el método geométrico

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

De esta manera, la demanda hídrica se obtuvo como el producto entre la cantidad de usuarios proyectada para cada escenario y el módulo de consumo, el cual fue obtenido de la Resolución 1321 de 2003, al dividir el caudal concesionado en el número de habitantes de la vereda El Centro. En la Tabla 74 son consignados los resultados.

ESCENARIOS	AÑO	No DE HABITANTES	DEMANDA TOTAL (l/s)	DEMANDA ANUAL (m ³)
0-2 años	1	559.2	2.73	85949.79
	2	564.5	2.75	86759.95
3-5 años	3	569.8	2.78	87577.75
	4	575.2	2.80	88403.25
	5	580.6	2.83	89236.54
6-10 años	6	586.1	2.86	90077.68
	7	591.6	2.88	90926.75
	8	597.2	2.91	91783.82
	9	602.8	2.94	92648.97
	10	608.5	2.97	93522.28

Tabla 74. Proyección de la demanda sector consumo humano para los escenarios de corto, mediano y largo plazo

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

Luego de proyectar la población a los años correspondientes a los escenarios de corto, mediano y largo plazo, de acuerdo al método geométrico, y proyectar su demanda, se concluye que esta aumenta respecto a lo concesionado actualmente.

4.8.12.2. Demanda proyectada del sector pecuario

La proyección de la demanda del sector pecuario se realizó únicamente para el subsector piscícola, ya que la demanda que representan los bovinos, equinos, caprinos, entre otros, es demasiado baja y no representaría un aumento considerable.

Teniendo en cuenta lo anterior, la metodología empleada para la proyección de la demanda piscícola se basó inicialmente en la recopilación de información de áreas de espejo de aguas del municipio de Hobo, tal que reflejara el comportamiento creciente o decreciente a través de los años de este sector y de esta manera estimar el factor de proyección.

Consecuentemente con lo anterior, la expresión utilizada para determinar el área proyectada es la siguiente.

$$A_{proyectada} = f * D$$

Dónde:

A_{proyectada}: Área proyectada para el año n.

f: Factor de proyección estimado para cada cultivo y especie.

D: Área o número de cabezas del año inmediatamente anterior.

Para identificar el factor de proyección estimado a implementar en la proyección de la demanda del sector piscícola, se utilizaron los anuarios estadísticos agropecuario, censos agropecuarios y evaluaciones agropecuarias; esta información suministrada por la base de datos del sistema de información regional del Huila SIR-Huila.

Por otra parte, el factor de proyección **f** se estima mediante la siguiente expresión:

$$f = \frac{\bar{A}}{\bar{V}} + 1$$

Donde:

\bar{A} : Promedio de las áreas

\bar{V} : Promedio de la variación de áreas

En la Tabla 75 se relaciona la variación año a año del área de espejo de agua dedicado a la actividad piscícola y finalmente el factor f de proyección estimado.

PISCICULTURA		VARIACIÓN
AÑO	Has	
2007	10.70	-3.70
2008	7.00	0.00
2009	7.00	2.90
2010	9.90	0.00
2011	9.90	0.00
2012	9.90	10.70
2013	20.60	4.00
2014	24.60	20.00
2015	44.60	1.12
2016	45.72	0.00
2017	45.72	
PROMEDIO	21.42	3.50
FACTOR DE CRECIMIENTO		1.16

Tabla 75. Factor de proyección estimado para el subsector piscícola, municipio de Hobo
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

En el municipio de Hobo la piscicultura ha presentado al año 2017, un incremento del 653% respecto al área en espejo de agua del año 2008, tal que pasó de 7 a 45.72 Has. Por otro lado, ya que el factor de proyección se estimó con base en el área total de espejo de agua localizada en el municipio de Hobo, la proyección de la demanda hídrica se realizará a partir del área concesionada a partir de las resoluciones emitidas por la autoridad ambiental y que se encuentran vigentes sobre el cauce de la quebrada El Pescador. Esto debido a que no se tienen datos de la variación anual de la actividad piscícola que se desarrolla utilizando el agua de la quebrada El Pescador.

Por otro lado, la demanda proyectada se estima como el producto entre el área de espejo de agua proyectada y el módulo de consumo adoptado para el subsector piscícola consignado en la Tabla 76.

SUBSECTOR	MODULO DE CONSUMO (l/s)
Piscicultura	3.5

Tabla 76. Módulo de consumo para el subsector piscícola
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

En la Tabla 77 se presenta la demanda hídrica proyectada para el subsector piscícola agrupada de acuerdo con los escenarios de corto, mediano y largo plazo.

ESCENARIOS	AÑO	ÁREA DE ESPEJO DE AGUA (Has)	DEMANDA TOTAL (l/s)	DEMANDA ANUAL (m³)
0-2 años	1	20.57	72.00	2270466.8
	2	23.93	83.77	2641638.6
3-5 años	3	27.85	97.46	3073488.9
	4	32.40	113.39	3575937.3
	5	37.69	131.93	4160525.0
6-10 años	6	43.86	153.50	4840680.1
	7	51.03	178.59	5632025.7
	8	59.37	207.79	6552739.1
	9	69.07	241.75	7623969.0
	10	80.36	281.28	8870321.6

Tabla 77. Demanda proyectada para el subsector piscícola

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

4.8.12.3. Demanda proyectada del sector agrícola

La proyección de la demanda del sector agrícola se establece de igual forma que para el sector pecuario; es decir, a partir de la información obtenida de los Anuarios Estadísticos Agropecuarios, Evaluaciones regionales y de las bases de datos de SIR-Huila (2016) y mediante la estimación del factor de proyección para cada cultivo. Los cultivos que se tienen en cuenta por ser los que en la actualidad hacen uso del recurso hídrico de la quebrada El Pescador los cuales se presentan en la Tabla 78.

No	CULTIVO
1	Pastos
2	Frutales
3	Cacao
4	Cholupa

Tabla 78. Cultivos irrigados con aguas de la quebrada El Pescador

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

A continuación se presentan los valores de los factores de proyección estimados de acuerdo con la dinámica de crecimiento de los cultivos presentados en la Tabla 78 en el municipio de Hobo.

CULTIVO DE PASTOS		VARIACIÓN	CULTIVO DE PASTOS		VARIACIÓN
AÑO	Ha		AÑO	Ha	
2003	5500	0	2011	5500	0
2004	5500	0	2012	5500	0
2006	5500	0	2013	5500	0
2007	5500	0	2014	5500	-10
2008	5500	0	2015	5490	-90
2009	5500	0	2016	5400	0
2010	5500	0	2017	5400	
PROMEDIO				5485.00	-7.69
FACTOR DE CRECIMIENTO					0.9986

Tabla 79. Factor de proyección cultivo de pastos municipio de El Hobo
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

CULTIVO DE FRUTALES Y CHOLUPA		VARIACIÓN	CULTIVO DE FRUTALES Y CHOLUPA		VARIACIÓN
AÑO	Ha		AÑO	Ha	
2003	4.0	0	2011	5.0	-3
2004	4.0	-4	2012	2.0	5.5
2006	0.0	0	2013	7.5	0
2007	0.0	0	2014	7.5	0
2008	0.0	1	2015	7.5	0
2009	1.0	1	2016	7.5	2
2010	2.0	3	2017	9.5	
PROMEDIO				4.1	0.42
FACTOR DE CRECIMIENTO					1.10

Tabla 80. Factor de proyección cultivo de frutales y cholupa municipio de El Hobo
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

CULTIVO DE CACAO		VARIACIÓN	CULTIVO DE CACAO		VARIACIÓN
AÑO	Ha		AÑO	Ha	
2003	122.0	-15	2011	121.5	3
2004	107.0	-5	2012	124.5	-33.95
2006	102.0	-6	2013	90.6	0
2007	96.0	0	2014	90.6	0
2008	96.0	4	2015	90.6	1
2009	100.0	2.5	2016	91.6	2
2010	102.5	19	2017	93.6	
PROMEDIO				102.0	-2.19
FACTOR DE CRECIMIENTO					0.98

Tabla 81. Factor de proyección cultivo de cacao municipio de El Hobo
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

De acuerdo a lo presentado en la Tabla 79, se puede establecer que el comportamiento del área sembrada en pastos se mantuvo estable desde el año 2003 al año 2014, disminuyendo en el año 2015 y volviéndose a estabilizar en el año 2016, razón por la cual su comportamiento es decreciente.

En relación a los frutales y cholupa, presentado en la Tabla 80 se establece que el área sembrada en el municipio de Hobo ha sido muy variable desde el año 2003 hasta el año 2017. Sin embargo, se evidencia que dicha área es muy pequeña en comparación a otros cultivos establecidos en el municipio.

En cuanto al cultivo de cacao, que se presenta en la Tabla 81, se tiene que el comportamiento del área sembrada en el municipio de Hobo varía constantemente, siendo su tendencia al decrecimiento.

Estas proyecciones al igual que las elaboradas para el subsector piscícola se realizaron considerando la información del municipio de Hobo; por lo tanto, para estimar de manera aproximada las áreas proyectadas para los cultivos irrigados con aguas de la quebrada El Pescador, las áreas de los cultivos señaladas en las resoluciones de concesión de agua individuales se incrementan de acuerdo con los factores de proyección ya estimados. Para los cultivos en los que el factor fue inferior a uno, no se considera reducir su área, sino que se mantiene constante.

La demanda se estima como el producto entre las áreas proyectadas y los módulos de riego adoptados para cada cultivo, los cuales se presentan en la Tabla 82.

No	CULTIVO	MODULOS DE RIEGO (l/s*ha)
1	Pastos	1.2
2	Frutales y Cholupa	1.0
3	Cacao	1.0

Tabla 82. Módulo de riego de concesiones de agua para cultivos en la quebrada El Pescador
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

En la Tabla 83 se presentan los valores de la demanda proyectada para el cultivo de pastos, en la Tabla 84 se presenta la proyección del cultivo de frutales y cholupa, y en la Tabla 85 la proyección del cultivo de cacao.

ESCENARIOS	AÑO	ÁREA (Ha)	DEMANDA TOTAL (l/s)	DEMANDA ANUAL (m ³)
0-2 años	1	17.68	21.22	669067.8
	2	17.68	21.22	669067.8
3-5 años	3	17.68	21.22	669067.8
	4	17.68	21.22	669067.8
	5	17.68	21.22	669067.8
6-10 años	6	17.68	21.22	669067.8
	7	17.68	21.22	669067.8
	8	17.68	21.22	669067.8
	9	17.68	21.22	669067.8
	10	17.68	21.22	669067.8

Tabla 83. Área y demanda hídrica proyectada para el cultivo de pastos
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

ESCENARIOS	AÑO	ÁREA (Ha)	DEMANDA TOTAL (l/s)	DEMANDA ANUAL (m ³)
0-2 años	1	7.50	7.50	236520.0
	2	8.27	8.27	260883.9
3-5 años	3	9.12	9.12	287757.6
	4	10.06	10.06	317399.5
	5	11.10	11.10	350094.9
6-10 años	6	12.24	12.24	386158.1
	7	13.51	13.51	425936.3
	8	14.90	14.90	469812.0
	9	16.43	16.43	518207.4
	10	18.12	18.12	571587.9

Tabla 84. Área y demanda hídrica proyectada para el cultivo de frutales y cholupa
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

ESCENARIOS	AÑO	ÁREA (Ha)	DEMANDA TOTAL (l/s)	DEMANDA ANUAL (m ³)
0-2 años	1	5.00	5.00	157680.0
	2	5.00	5.00	157680.0
3-5 años	3	5.00	5.00	157680.0
	4	5.00	5.00	157680.0
	5	5.00	5.00	157680.0
6-10 años	6	5.00	5.00	157680.0
	7	5.00	5.00	157680.0
	8	5.00	5.00	157680.0
	9	5.00	5.00	157680.0
	10	5.00	5.00	157680.0

Tabla 85. Área y demanda hídrica proyectada para el cultivo de cacao
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

MODELACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

4.8.13. Protocolo de modelación de calidad del agua

La modelación de la calidad del agua de la Quebrada El Pescador se da en el marco del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH, por lo cual las metas y los objetivos del estudio son los siguientes:

- Implementar una herramienta técnica con la capacidad de simular los procesos físicos, químicos y biológicos que ocurren en la Quebrada El Pescador.
- Formular una herramienta de modelación de calidad de agua con la capacidad de simular escenarios futuros de calidad en la Quebrada El Pescador.
- Obtener resultados creíbles que puedan ser utilizados como medidas de planificación y administración de la Quebrada El Pescador.

4.8.14. Selección o desarrollo del código del modelo

Existen diferentes modelos comerciales para la modelación de corrientes, pero para encontrar modelos que se adapten al tipo de región de alta montaña en la que se ubica la quebrada en cuestión, se realizó una evaluación de varios criterios para determinar el modelo a utilizar, la cual se describe en la siguiente tabla:

Aspecto	Modelo			
	Streeter & Phelps	HEC-RAS	WASP	QUAL2KW
Software libre	N.A	✓	✓	✓
Código libre	N.A			✓
Autocalibración				✓
Facilidad de ingreso de datos	✓	✓		✓
Interfaz amigable	N.A	✓		✓
Estudios nacionales	✓	✓	✓	✓
Variables básicas de modelación		✓	✓	✓

Tabla 86. Comparación entre modelos de calidad del agua

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

Se escoge el modelo Qual2Kw, porque como puede verse en la tabla anterior es un modelo con un entorno fácil de usar además de ser completamente gratuito y ampliamente usado en el país. Es útil para modelar en estado estable o dinámico, modela el intercambio de sedimentos con la superficie, incluye la modelación de cargas contaminantes variables o constantes y modela los parámetros principales pedidos para un PORH, excepto los metales pesados.

4.8.14.1. Definición de las variables y los procesos y a simular

En las campañas de monitoreo se evaluaron constituyentes fisicoquímicos y microbiológicos tanto en el cauce principal, como en los principales tributarios. Las variables monitoreadas se presentan en la Tabla 87 y se describen en detalle en el documento de Diagnóstico: Diseño y ejecución del plan de monitoreo (CONSORCIO PORH CAM, 2017)

N°	PARÁMETRO	UNIDAD	ANALIZAR EN:	
			AGUA SUPERFICIAL	VERTIMIENTOS
1	pH	Unidades	X	X
2	Conductividad eléctrica	µs/cm	X	X
3	Oxígeno disuelto	mg/LO ₂	X	X
4	Temperatura del agua	°C	X	X
FISICOQUIMICOS BASICOS				
5	Alcalinidad	mg/L CaCO ₃	X	X
6	Dureza Total	mg/L CaCO ₃	X	
7	DBO5 Total	mg/L O ₂	X	X
8	DBO5 Filtrada	mg/L O ₂	X	X
9	DQO Total	mg/L O ₂	X	X
10	DBO Ultima	mg/L O ₂	X	X
11	Sólidos suspendidos totales	mg/L	X	X
12	Sólidos suspendidos volátiles	mg/L	X	X
13	Sólidos sedimentables	mg/L		X
14	Sólidos disueltos totales	mg/L	X	X
15	Turbiedad	UNT	X	X
16	Nitrógeno total	mg/L N	X	X
17	Nitrógeno amoniacal	mg/L N-NH ₃	X	X
18	Nitritos	mg/L N-NO ₂	X	X
19	Nitratos	mg/L N-NO ₃	X	X
20	Fósforo total	mg/L P	X	X
21	Ortofosfatos	mg/L P-PO ₄	X	X
22	Grasas y aceites	mg/L	X	X
23	SAAM	mg/L	X	X
24	Fenoles	mg/L	X	X
25	Hidrocarburos totales del petróleo	mg/L	X	X
26	Clorofila-a	mg/L Chl-a	X	
27	Compuestos organoclorados	mg/L	X	
28	Compuestos organofosforados	mg/L	X	
METALES Y METALOIDES				
29	Arsénico (As)	mg/L	X	X
30	Bario (Ba)	mg/L	X	X
31	Cadmio (Cd)	mg/L	X	X
32	Cinc (Zn)	mg/L	X	X

N°	PARÁMETRO	UNIDAD	ANALIZAR EN:	
			AGUA SUPERFICIAL	VERTIENTOS
33	Cobre (Cu)	mg/L	X	X
34	Cromo Total (Cr)	mg/L	X	X
35	Hierro (Fe)	mg/L	X	X
36	Mercurio (Hg)	mg/L	X	X
37	Níquel (Ni)	mg/L	X	X
38	Plomo (Pb)	mg/L	X	X
39	Selenio (Se)	mg/L	X	X
40	Vanadio (Va)	mg/L	X	X
IONES				
41	Cianuros	mg/L CN ⁻	X	X
42	Cloruros	mg/L Cl ⁻	X	X
43	Sulfatos	mg/L SO ₄ ²⁻	X	X
44	Calcio	mg/L	X	
45	Magnesio	mg/L	X	
46	Sodio	mg/L	X	
MICROBIOLÓGICOS				
47	Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	X	X
48	Coliformes totales	NMP/100mL	X	X
49	Coliformes fecales	NMP/100mL	X	X
50	E. Coli	NMP/100mL	X	X
HIDROBIOLÓGICOS				
51	Perifiton	[Org/cm ²], [g/m ² Chl-a] y [g/m ² Peso seco]	X	
52	Macroinvertebrados	[Org/cm ²]	X	
53	Fitoplancton	[Org/cm ²]	X	
54	Zooplancton	[Org/cm ²]	X	
55	Macrófitas acuáticas	[Org/cm ²]	X	

Tabla 87. Parámetros a medir en el cauce y vertimiento

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

Los procesos fisicoquímicos de interés para la modelación de la quebrada El Pescador son los que involucran la materia orgánica, los sólidos, los nutrientes (fósforo y nitrógeno) y los patógenos (Coliformes fecales). En la Tabla 88 se presentan las constantes cinéticas que serán calibradas y la descripción de cada una de ellas.

CONSTANTE CINÉTICA	ABREVIACIÓN	UNIDADES
Velocidad de sedimentación de sólidos suspendidos inorgánico	VS - SSI	m/d
Tasa de oxidación de la materia orgánica de rápida degradación	T. Oxidación DBO fast	1/d
Hidrólisis de nitrógeno orgánico	Hidrólisis NO	1/d
Velocidad de sedimentación de nitrógeno orgánico	VS-NO	m/d
Tasa de nitrificación de amonio	Tasa Nitrificación	1/d

CONSTANTE CINÉTICA	ABREVIACIÓN	UNIDADES
Tasa de desnitrificación de nitratos	Desnitrificación	1/d
Coefficiente de transferencia de desnitrificación de nitratos	Sed. Desnitrificación	m/d
Hidrólisis del Fósforo Orgánico	Hidrólisis PO	1/d
Velocidad de sedimentación del Fósforo Orgánico	VS – PO	m/d
Velocidad de sedimentación del Fósforo Inorgánico	VS – PI	m/d
Taza de crecimiento fitoplancton	T. crecimiento	1/d
Taza de respiración	T. respiración	1/d
Taza de muerte	T. muerte	1/d
Tasa de disolución de la materia orgánica particulada (Detritus (POM))	T. Disolución POM	1/d
Velocidad de sedimentación de la materia orgánica particulada (Detritus (POM))	Vel. Sedimentación POM	m/d
Tasa de decaimiento de los patógenos	Tasa Decaimiento Patógenos	1/d
Velocidad de sedimentación de los patógenos	VS - Patógenos	m/d

Tabla 88. Constantes cinéticas para calibración

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

4.8.15. Planteamiento de escenarios

Una de las mayores utilidades de los modelos matemáticos de simulación está determinada por su capacidad predictiva, siendo esta la capacidad del modelo de describir otras series de tiempo sin que se requiera el ajuste de alguno de los parámetros calibrados. Por este motivo, una vez calibrado y confirmado el modelo de calidad QUAL2Kw, se cuenta con una herramienta capaz de predecir la respuesta de la corriente ante distintos escenarios de intervención, para esto, se deben formular los escenarios de posibles soluciones, por ejemplo la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales, la implementación de sistemas individuales de saneamiento o la implementación de las áreas de retiro que permitan mejorar la calidad del agua de la corriente afectada. Una vez se formulan los escenarios, se deben definir los valores de calidad de entrada del modelo y se modela nuevamente con estos valores.

De acuerdo a los lineamientos de la Guía para la modelación del recurso hídrico para aguas superficiales continentales (MADS. 2018), se deben simular diversos escenarios con el objetivo de ser utilizados como herramientas para establecer los usos potenciales del agua, fijar objetivos de calidad y determinar las cargas máximas permisibles. Los escenarios simulados corresponden de forma general a los descritos en la Tabla 89.

ESCENARIOS	CORRIENTE PRINCIPAL		TRIBUTARIOS		VERTIMIENTOS	
	CAUDAL	CALIDAD	CAUDAL	CALIDAD	CAUDAL	CALIDAD
Escenario Base	Caudal característico de condiciones mínimas: Caudal mínimo para un periodo de retorno de 10 años	Condiciones actuales	Caudal característico de condiciones mínimas: Caudal mínimo para un periodo de retorno de 10 años	Condiciones actuales	Condiciones actuales	
E1: Corto plazo (2 años)				Con medidas o acciones planificadas a corto plazo	Máximo proyectado al corto plazo	Concentraciones máximas proyectadas al corto plazo
E2: Mediano plazo (5 años)				Con medidas o acciones planificadas a mediano plazo	Máximo proyectado al mediano plazo	Concentraciones máximas proyectadas al mediano plazo
E3: Largo plazo (10 años)				Con medidas o acciones planificadas a largo plazo	Máximo proyectado al largo plazo	Concentraciones máximas proyectadas al largo plazo Elementos
E4: Carga máxima permisible				Condiciones de escenario(s) crítico(s) definidos	Proceso iterativo de verificación para determinar las cargas máximas permisibles para cada vertimiento puntual	

Tabla 89. Escenarios de modelación
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

La evaluación de los escenarios E1, E2 y E3 tiene en cuenta las situaciones críticas que puedan presentarse para la corriente, sus afluentes y vertimientos principales en cada uno de los plazos establecidos, así como tiene en cuenta las acciones de saneamiento previstas en los diferentes instrumentos de planificación y gestión del recurso hídrico (PDA del Departamento de Huila, Planes Maestro de Acueducto y Alcantarillado, entre otros). Todos estos escenarios se analizan teniendo el referente del escenario base, el cual representa las condiciones actuales de la corriente. Por otra parte, el escenario E4 corresponde a la situación que se presenta bajo condiciones de carga máxima permisible.

A continuación, se describe cada escenario modelado con más de detalle para el manejo de tributarios y vertimientos, puesto que para la corriente se maneja en todos los escenarios el caudal mínimo para un periodo de retorno de 10 años y la calidad del agua de las condiciones actuales. Se resalta que las acciones planificadas y propuestas en este estudio están formuladas en los instrumentos de planificación o se plantearon a partir de las observaciones hechas en campo y el análisis de los resultados del modelo de calidad del agua.

FUENTES PUNTUALES		ACCIONES PLANIFICADAS	CAUDAL	CALIDAD
Tributarios	A01: Quebrada Santa Bárbara	No hay acciones planificadas	Caudal característico de condiciones mínimas: Caudal mínimo para un periodo de retorno de 10 años	Concentraciones de condiciones actuales
	A02: Quebrada El Madroñal			
Observación: Se deben mantener las condiciones de oferta y demanda actual, teniendo cuenta las consideraciones del censo de usuarios del diagnóstico del PORH (Capítulo 2.11).				

Tabla 90. Escenario E1: Corto Plazo
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

FUENTES PUNTUALES		ACCIONES PLANIFICADAS	CAUDAL	CALIDAD
Tributarios	A01: Quebrada Santa Bárbara	No hay acciones planificadas	Caudal característico de condiciones mínimas: Caudal mínimo para un periodo de retorno de 10 años	Concentraciones de condiciones actuales
	A02: Quebrada El Madroñal			Concentraciones de condiciones actuales
Observación: En este escenario se contempla la implementación de sistemas de tratamiento para los vertimientos que se descargan en la corriente, con el fin de dar cumplimiento a la Resolución 631 de 2015. Se resalta que aunque estos vertimientos no fueron ingresados al modelo de calidad del agua como fuentes puntuales, están contemplados como fuentes difusas en el modelo.				

Tabla 91. Escenario E2: Mediano Plazo
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

	FUENTES PUNTUALES	ACCIONES PLANIFICADAS	CAUDAL	CALIDAD
Tributarios	A01: Quebrada Santa Bárbara	No hay acciones planificadas	Caudal característico de condiciones mínimas: Caudal mínimo para un periodo de retorno de 10 años	Concentraciones de condiciones actuales
	A02: Quebrada El Madroñal			Mejorar la calidad del agua de la quebrada El Madroñal mediante la implementación de sistemas de tratamiento en sus vertimientos directos, que permitan cumplir la Res. 631 de 2015.
Observación: En este escenario se contempla la implementación de sistemas de tratamiento para los vertimientos que se descargan en la quebrada El Madroñal, con el fin de dar cumplimiento a la Resolución 631 de 2015.				

Tabla 92. Escenario E3: Largo Plazo
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

Para los escenarios planteados se recomiendan las siguientes medidas tanto en la quebrada El Pescador como en sus tributarios, de tal forma que se eviten los conflictos por usos y el deterioro de la calidad de las corrientes:

- Construcción, operación u optimización de sistemas de tratamiento para los vertimientos de Centros Poblados que descarguen sus aguas para dar cumplimiento al artículo 8 de la resolución 631 del 2015.
- Dar cumplimiento a las determinantes ambientales para el manejo de áreas forestales protectoras de corrientes, de tal forma que se realice la demarcación de las áreas de retiro de los cultivos y los asentamientos humanos.
- Adecuación de estructuras de aforo en las derivaciones y bocatomas existentes.
- Implementación de buenas prácticas agrícolas:
 - Dar cumplimiento a las determinantes ambientales para el manejo de áreas forestales protectoras de corrientes, de tal forma que se realice la demarcación de las áreas de retiro de los cultivos.
 - Construcción de drenajes que eviten encharcamientos dentro del lote y específicamente en la base de las plantas.
 - Utilizar técnicas de riego que minimicen las pérdidas de agua y de erosión.
 - Evitar la entrada de animales a las fuentes de agua del predio.
 - No realizar aplicaciones y preparaciones de agroquímicos cerca de las fuentes de agua.
 - Mantener el suelo con coberturas para evitar que el agua arrastre sedimentos.
 - Medir el caudal de agua para riego y utilizar o la estrictamente necesaria.
 - Los sobrantes de las aplicaciones de plaguicidas y las aguas de lavado de las aspersoras, se asperjan en un sitio de barbecho debidamente identificado y alejado de las fuentes de agua.

4.8.16. Conclusiones y recomendaciones

La información secundaria recopilada y las dos campañas de muestreos fisicoquímicos, biológicos y microbiológicos realizados permitieron implementar el modelo de calidad del agua QUAL2Kw en la Quebrada El Pescador para establecer una línea base en términos de calidad del agua, sin embargo, el modelo presenta incertidumbre por las variables fisicoquímicas que se reportan menores al límite de detección de los laboratorios subcontratados, como es el caso de la DBO₅ y algunos nutrientes.

En los resultados de la calibración y confirmación del modelo, se puede apreciar que para la mayoría de las variables se encuentra un ajuste moderado entre la predicción del modelo y el comportamiento propio de la quebrada, permitiendo ver los sobresaltos y puntos de estrés de la corriente, sobre todo en el Tramo 3, donde se tiene la mayor concentración de captaciones.

La intención de este tipo de modelos es predecir situaciones futuras y poder prevenir posibles impactos en la cuenca de estudio, en este caso, se formularon tres escenarios para cumplir con este propósito; el primero contempla un aumento de los usuarios de la quebrada de acuerdo al Documento de Censo de usuarios, el segundo simula la implementación de sistemas de tratamiento fisicoquímico en los vertimientos dispersos sobre la quebrada, que permitan mejorar la calidad del agua de las fuentes difusas ingresadas; mientras que el tercer escenario se enfoca en la descontaminación de uno de los principales afluentes, la quebrada El Madroñal mediante la implementación de sistemas de tratamiento en sus vertimientos directos.

Los resultados presentados en este informe permitieron conocer el estado actual de la Quebrada El Pescador y su respuesta ante los escenarios futuros formulados, sin embargo, se recomienda contar con futuras campañas de monitoreo que permitan ajustar las constantes calibradas, de tal forma que se aumente el ajuste de la calibración y se pueda predecir más acertadamente la calidad del agua en la corriente ante distintos escenarios. Adicionalmente, se recomienda realizar seguimiento para identificar vertimientos directos a la fuente de tal forma que sean tenidos en cuenta en el modelo de calidad del agua.

IDENTIFICACIÓN DE USOS POTENCIALES

Tal como se establece en el capítulo 3 identificación de usos potenciales del recurso hídrico, dentro de la guía para la formulación de planes de ordenamiento del recurso hídrico emitida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, esta guía está encaminada a orientar la planificación y regulación de sus usos actuales y potenciales de tal forma que, los escenarios de calidad establecidos o a establecer, correspondan con la calidad ideal para garantizar escenarios de recuperación, de preservación, de conservación o de producción sostenible, que la planificación haya establecido (MADS,2010).

Para realizar la definición de los usos potenciales del recurso hídrico de la Quebrada El Pescador, se consideró el marco normativo de referencia donde se establecen los usos del agua, decretos 1541 de 1978 y 3930 de 2010, además de la información recolectada en campo, mediante registro ocular y socialización con los usuarios del recurso hídrico, y los resultados de usos actuales del recurso hídrico de la Quebrada El Pescador, previamente establecidos en la fase de diagnóstico del presente PORH de la Quebrada El Pescador.

4.8.17. Usos potenciales definidos en el corto, mediano y largo plazo

Teniendo en cuenta los periodos de ejecución del plan de ordenamiento del recurso hídrico (PORH) de la Qda El Pescador, además de los usos actuales, los estudios de suelo existentes, la zonificación ambiental, la línea base de calidad con relación a los usos relacionados en el Decreto 1076 de 2015 y la modelación de calidad de agua y sus tres escenarios propuestos, se plantearon los usos potenciales del agua para el corto, mediano y largo plazo.

De acuerdo a lo anterior y teniendo en cuenta las actividades socioeconómicas que se presentan a lo largo de la corriente, esta se dividió en tres tramos donde se emplea el recurso para tres actividades principales, consumo humano, agrícola y pecuario. En la siguiente tabla se presenta la descripción de los tramos en los cuales se establecieron los usos potenciales.

TRAMO	INICIO		FINAL		DESCRIPCIÓN
	X	Y	X	Y	
1	850454	850454	848844	767373	Tramo comprendido desde el nacimiento de la Qda. El Pescador, hasta antes de la desembocadura de la Qda. Ruchica.
2	848844	767373	847555	770815	Tramo comprendido desde antes de la desembocadura de la Qda. Ruchica, hasta antes de la captación San Luis.
3	847555	770815	843582	775518).	Tramo comprendido desde antes de la captación San Luis, hasta la antes de la desembocadura de la Qda. El Pescador al Embalse de Betania.

Tabla 93. Tramos definidos de acuerdo con los usos del recurso hídrico identificados
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

A continuación, se presentan los usos potenciales definidos para el corto, mediano y largo plazo, como objetivo fundamental del presente plan de ordenamiento del recurso hídrico.

CORTO PLAZO 0 – 2 AÑOS			
TRAMO	UBICACIÓN	USOS ACTUALES	USOS POTENCIALES
1	Nacimiento – C01	Doméstico	Consumo humano con tratamiento convencional, preservación de flora y fauna y Agrícola.
2	C01 – C02	Doméstico, Agrícola, Pecuario	Consumo humano con tratamiento convencional, agrícola y pecuario.
3	C02 – C03	Doméstico, Agrícola, Pecuario	Consumo humano con tratamiento convencional, agrícola y pecuario.
	C03 – C04		

Tabla 94. Usos potenciales definidos para el corto plazo – Qda. El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

En el tramo 1, a corto plazo, se establece como uso potencial el consumo humano con tratamiento convencional ya que está definido como uso actual, así mismo, se establece conservación de flora y fauna porque se trata del tramo de preservación de la subcuenca; pues, este tramo abarca la categoría A de la ley 2 de 1959 que incluye zonas que garantizan el mantenimiento de los procesos ecológicos básicos necesarios para asegurar la oferta de servicios ecosistémicos, relacionados principalmente con la regulación hídrica y climática. Por otro lado, el uso agrícola se establece teniendo en cuenta que se podrá realizar únicamente en la categoría C de dicho tramo, para ello se deben relacionar estas categorías dadas en la Figura 18, antes de otorgar cualquier permiso concesión para este uso.

Por lo anterior, es importante reiterar y tener en cuenta estas dos categorías (A y C) establecidas en la ley segunda, sobre el tramo 1, antes de la adjudicación de cualquier uso sobre este tramo, debido a que en este se encuentra presente las dos categorías como se muestra en la Figura 18..

En el tramo 2 y 3, se establece como uso potencial el consumo humano con tratamiento convencional, agrícola y pecuario ya que a su vez se definen como usos actuales y se encuentran dentro de la categoría C “Zonas que por sus características biofísicas ofrecen condiciones para el desarrollo de actividades productivas agroforestales, silvopastoriles y otras compatibles con los objetivos de la Reserva Forestal, que deben incorporar el componente forestal, y que no impliquen la reducción de las áreas de bosque natural presentes en sus diferentes servicios ecosistémicos”

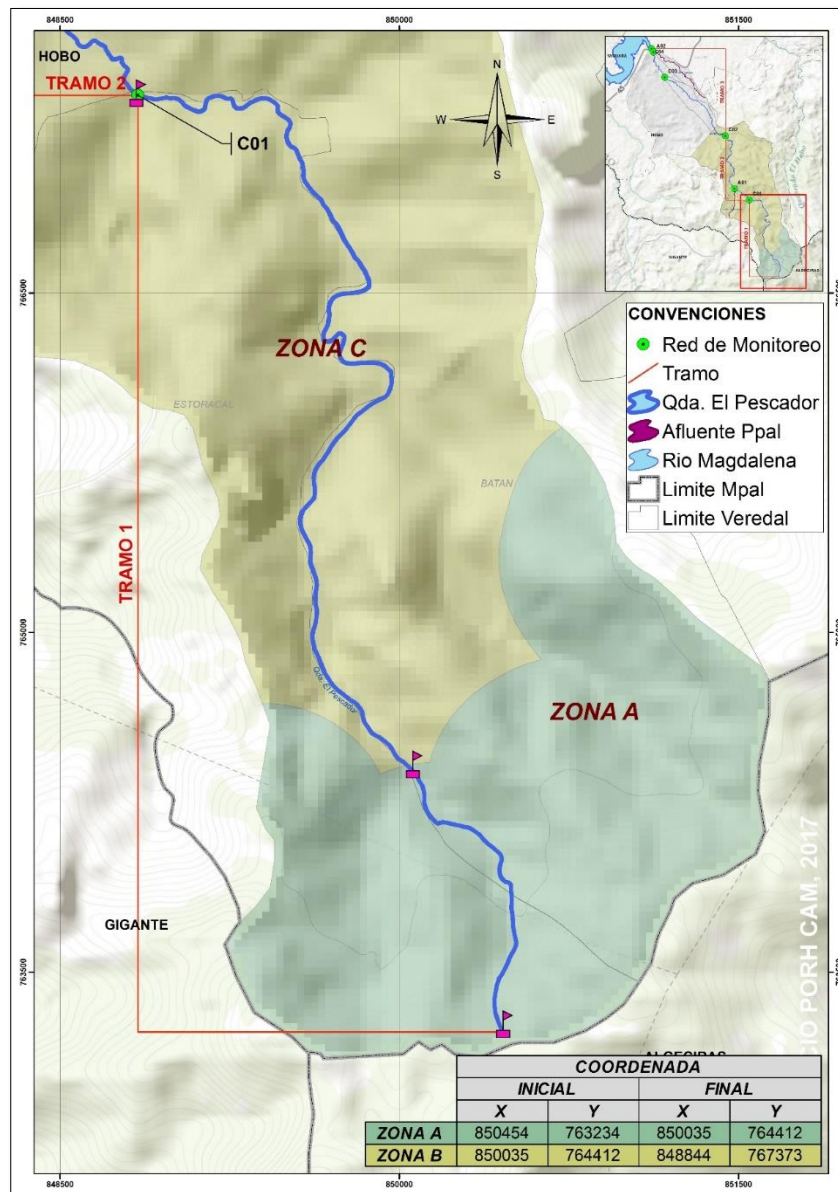


Figura 18. Compatibilidad del suelo para Ley 2da de 1959 “Usos potenciales en el T 1”
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

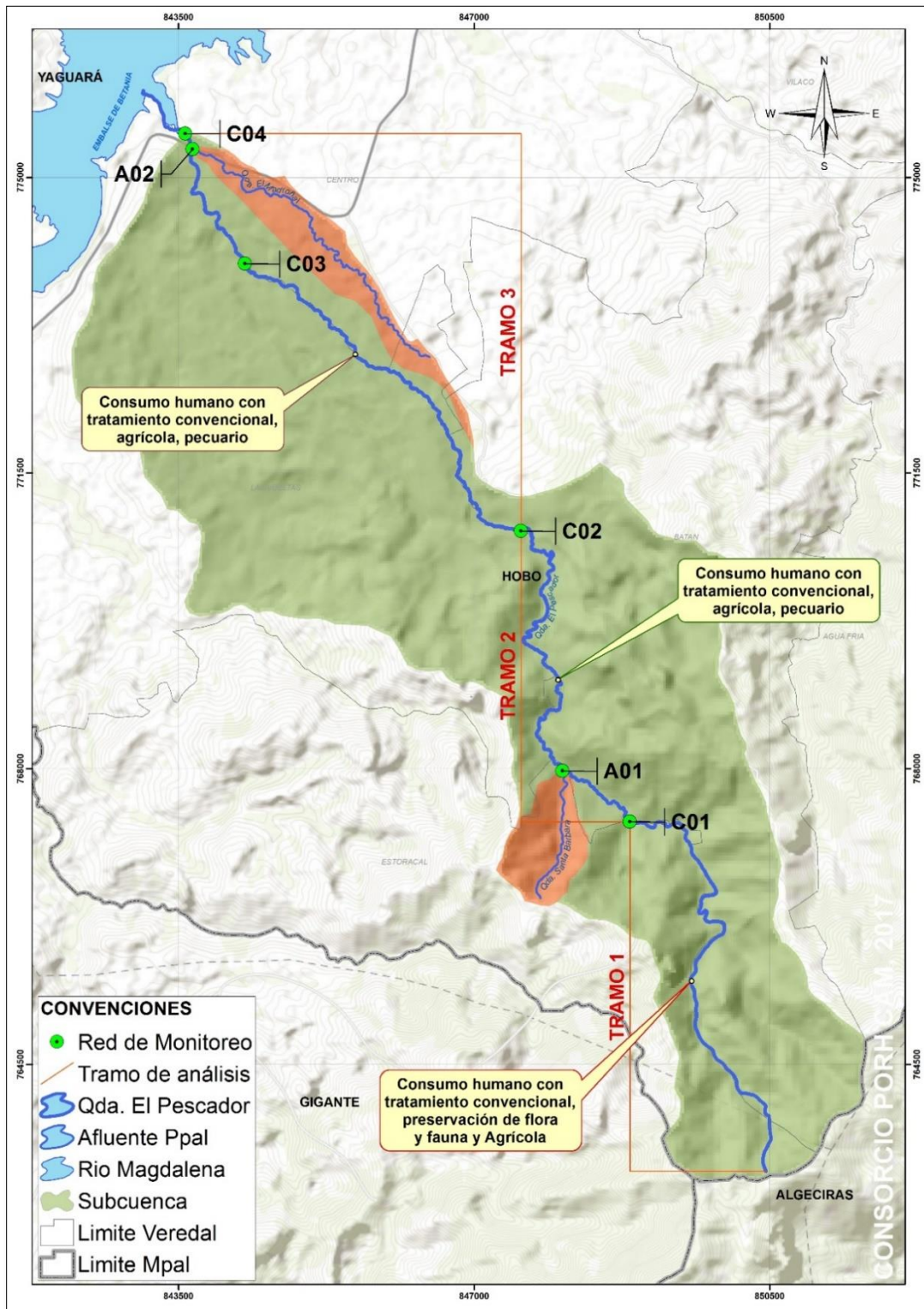


Figura 19. Usos potenciales definidos para el corto plazo – Qda. El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

MEDIANO PLAZO 2 – 5 AÑOS			
TRAMO	UBICACIÓN	USOS ACTUALES	USOS POTENCIALES
1	Nacimiento – C01	Doméstico	Consumo humano con tratamiento convencional, preservación de flora y fauna y Agrícola.
2	C01 – C02	Doméstico, Agrícola, Pecuario	Consumo humano con tratamiento convencional, agrícola, pecuario, preservación de flora y fauna y Agrícola.
3	C02 – C03	Doméstico, Agrícola, Pecuario	Consumo humano con tratamiento convencional, agrícola, pecuario, piscícola, Industrial, recreativo con contacto primario.
	C03 – C04		

Tabla 95. Usos potenciales definidos para el Mediano plazo – Qda. El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

En el tramo 1, a mediano plazo y como se mencionó a corto plazo, se establece como uso potencial el consumo humano con tratamiento convencional ya que está definido como uso actual, así mismo, se establece conservación de flora y fauna porque se trata del tramo de preservación de la subcuenca; Además, este tramo abarca la categoría A de la ley segunda de 1959 que incluye zonas que garantizan el mantenimiento de los procesos ecológicos básicos necesarios para asegurar la oferta de servicios ecosistémicos, relacionados principalmente con la regulación hídrica y climática; Por otro lado, el uso agrícola se establece teniendo en cuenta que se podrá realizar únicamente en la categoría C de dicho tramo.

En el tramo 2, se establece como uso potencial el consumo humano con tratamiento convencional, agrícola, pecuario, preservación de flora y fauna; este último uso se incluye ya que a mediano plazo, la calidad del agua ha mejorado con la asimilación de las cargas contaminantes mediante la implementación de los sistemas de tratamiento.

En el tramo 3, en el escenario a largo plazo, consumo humano con tratamiento convencional, agrícola, pecuario, recreativo con contacto primario; a su vez, se incluye el uso piscícola, ya que se espera que para esta época la calidad del agua es más adecuada para esta práctica y algunos usuarios ven de gran importancia tener en cuenta dicho uso; además, se establece el uso industrial, ya que aparte de la cría de peces, a futuro, se prevén la instalación de plantas procesadoras de pescado.

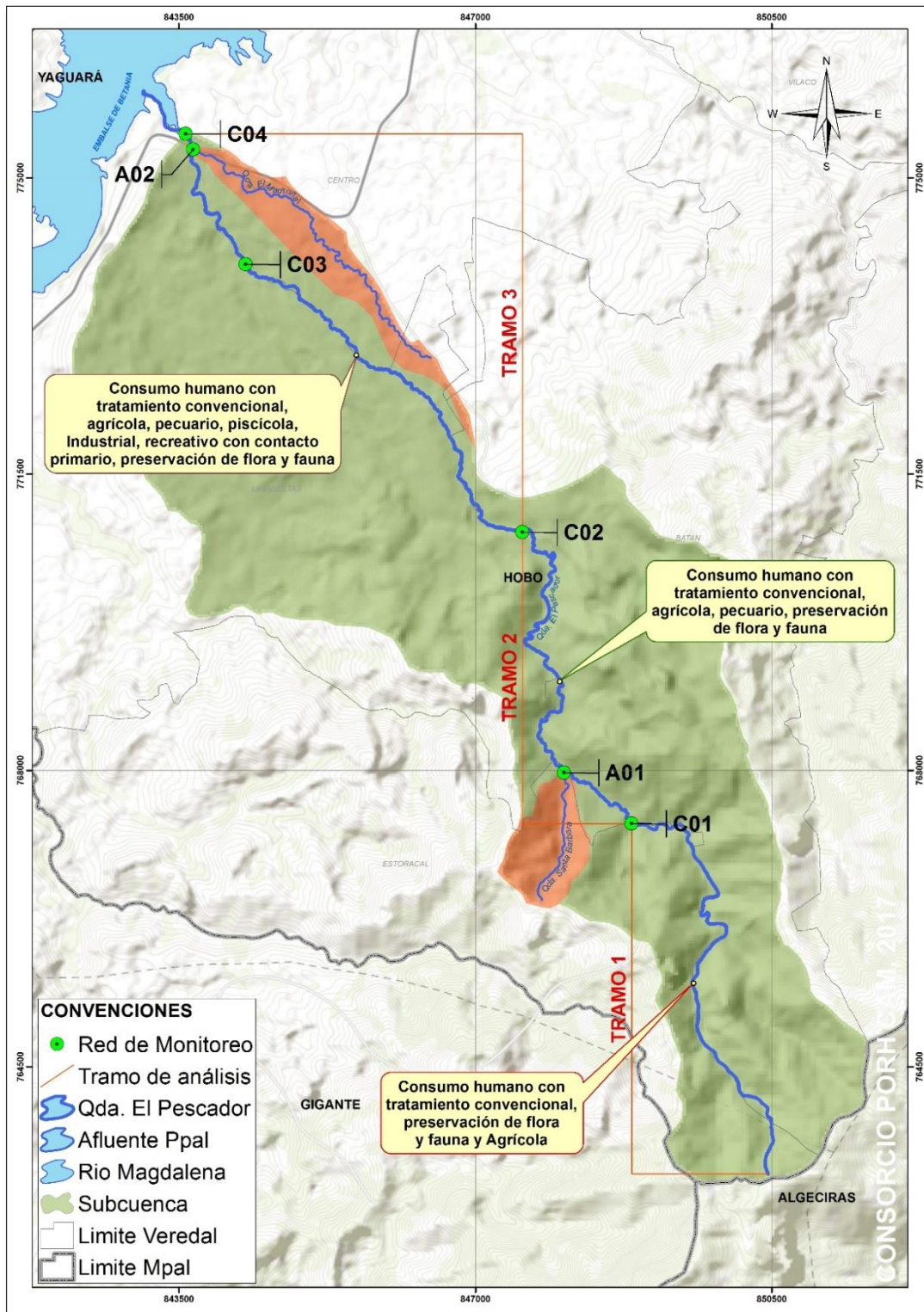


Figura 20. Usos potenciales definidos para el Mediano plazo – Qda. El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

LARGO PLAZO 5 – 10 AÑOS			
TRAMO	UBICACIÓN	USOS ACTUALES	USOS POTENCIALES
1	Nacimiento – C01	Doméstico	Consumo humano con tratamiento convencional, preservación de flora y fauna y Agrícola.
2	C01 – C02	Doméstico, Agrícola, Pecuario	Consumo humano con tratamiento convencional, agrícola, pecuario, preservación de flora y fauna y Agrícola.
3	C02 – C03	Doméstico, Agrícola, Pecuario	Consumo humano con tratamiento convencional, agrícola, pecuario, piscícola, Industrial, recreativo con contacto primario y secundario.
	C03 – C04		

Tabla 96. Usos potenciales definidos para el Largo plazo – Qda. El Pescador

Fuente: CONSORCIO PORH, CAM 2018

En el tramo 1, como se mencionó en los anteriores escenarios, se establece como uso potencial el consumo humano con tratamiento convencional ya que está definido como uso actual, así mismo, se establece conservación de flora y fauna porque se trata del tramo de preservación de la subcuenca; Además, este tramo abarca la categoría A de la ley segunda. Por otro lado, el uso agrícola se establece teniendo en cuenta que se podrá realizar únicamente en la categoría C.

En el tramo 2, se establece como uso potencial el consumo humano con tratamiento convencional, agrícola, pecuario; a su vez, se incluye la preservación de flora y fauna, ya que a mediano plazo, la calidad del agua ha mejorado con la asimilación de las cargas contaminantes mediante la implementación de los sistemas de tratamiento.

En el tramo 3, se establecen como usos potenciales el Consumo humano con tratamiento convencional, uso agrícola, uso pecuario, uso piscícola, uso Industrial y recreativo con contacto primario y secundario ya este correspondería al último periodo de ejecución del presente PORH, donde se espera que las acciones propuestas en los escenarios modelados, programas de seguimiento y componente programático, se ejecuten y calidad del agua mejore significativamente, permitiendo los usos potenciales propuestos.

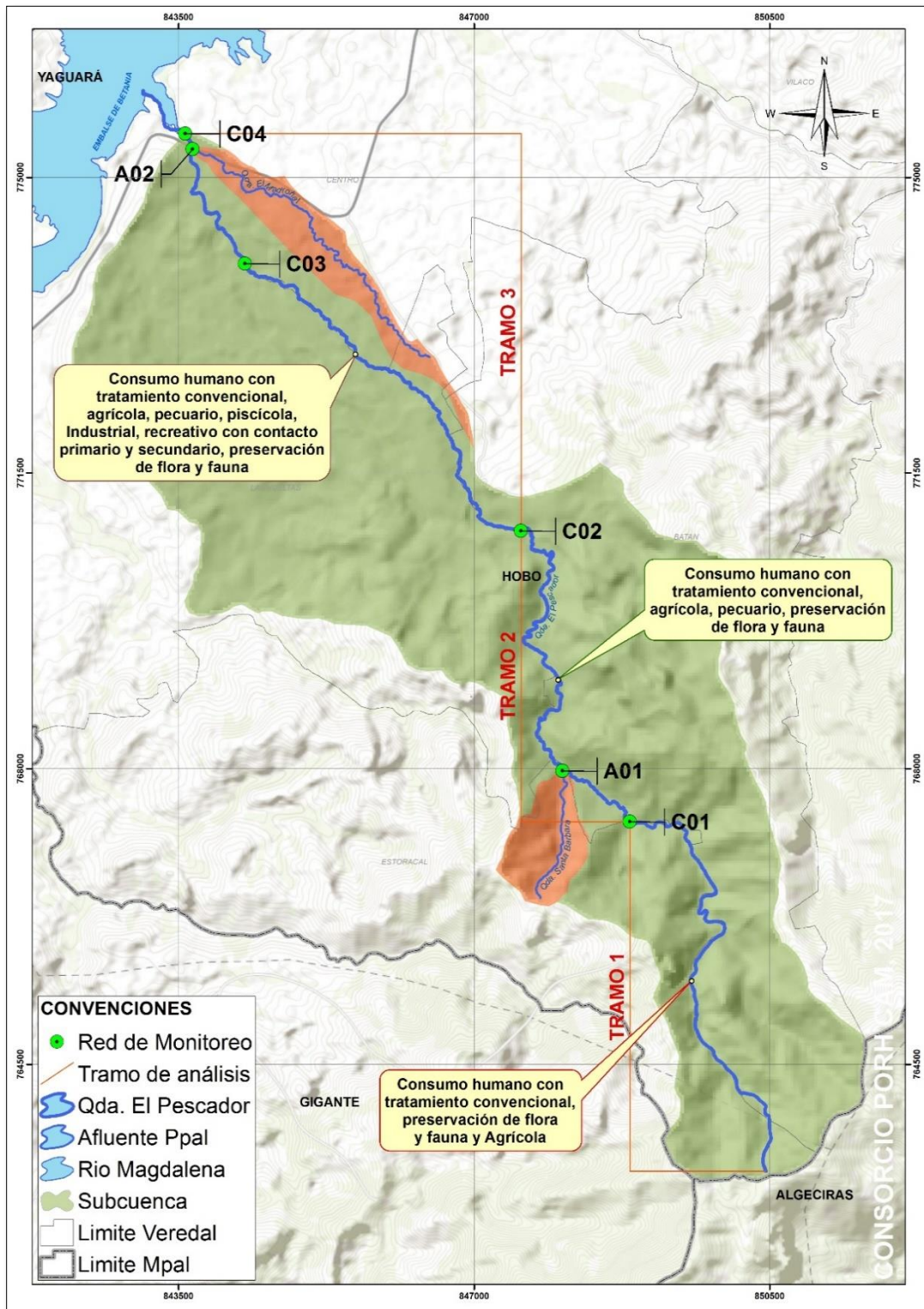


Figura 21. Usos potenciales definidos para el Largo plazo – Qda. El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

4.8.18. Descripción de los usos potenciales

A demás de tener en cuenta los anteriores aspectos para la definición de los usos potenciales, se tuvo en cuenta los recorridos en campo, identificando las necesidades de las comunidades asentadas en cercanías al cauce principal; así mismo el resultado del diagnóstico social participativo.

USO POTENCIAL - AGRÍCOLA



Es el agua que se emplea en la irrigación de cultivos y otras actividades complementarias. Así mismo, se espera el cumplimiento de los objetivos de calidad propuestos en el ordenamiento del recurso hídrico de la Qda. El Pescador; esto se reflejará en el mejoramiento mediante la implementación de buenas prácticas agrícolas en la región.

USO POTENCIAL - CONSUMO HUMANO CON TRATAMIENTO CONVENCIONAL



Este uso se considera como el más importante por su destinación y los usuarios beneficiados, pues se capta el fluido de la Qda. El Pescador para consumo humano; de allí, se abastece el acueducto El Centro en la Vereda El Centro, por ello este uso se propone como potencial para el corto, mediano, y largo plazo mediante la construcción de sistemas de tratamiento con el propósito de cumplir con los objetivos de calidad planteados.

USO POTENCIAL – PRESERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA



Es el agua empleada para mantener actividades propias de los ecosistemas acuáticos y terrestres, de sus ecosistemas asociados, sin causar alteraciones sensibles en ellos.

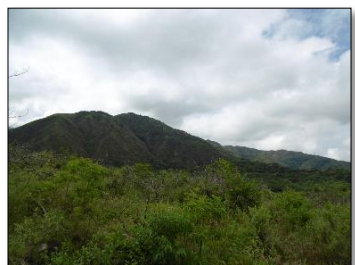
Se identificó este uso en la parte alta de la subcuenca, teniendo en cuenta que allí es la zona de recarga hídrica; adicionalmente, se plantea para el tramo 1 y 2 en todos los plazos, debido a la capacidad de reaeración que tiene la corriente principal y la protección de la misma.

USO POTENCIAL – PECUARIO Y PISCICOLA



Es la utilización del agua para uso en el consumo de piscícolas, ganado vacuno, caprino, porcino y demás animales, así como otras actividades complementarias. Así mismo, el uso piscícola, pero para este se deben tener en cuenta otros aspectos de evaluación como la compatibilidad del suelo.

USO POTENCIAL - RECREATIVO



Es el agua empleada para fines recreativos, presentando las siguientes consideraciones:
 Recreativo con contacto primario: Actividades como la natación, buceo y baños medicinales.
 Recreativo con contacto secundario: Deportes náuticos y pesca. Actualmente no se evidencia el uso recreativo en subcuenca de la Qda. El Pescador, por tal motivo se plantea este como uso potencial, con el propósito de mejorar la calidad del agua de la corriente y que los usuarios puedan disfrutar de este uso en el mediano y largo plazo, teniendo en cuenta que es un uso restrictivo en cuanto a la calidad del agua.

Tabla 97. Descripción de usos potenciales – Qda. El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

ESTRATEGIA DE PARTICIPACIÓN

Para brindar información clara y precisa a los actores involucrados, se implementaron acciones de tipo informativo, donde se busca la participación de los interesados y así establecer una comunicación continua teniendo en cuenta la prospectiva como fase de construcción y consolidación de usos potenciales del recurso; lo anterior tiene como objetivo identificar y construir “escenarios futuros de uso coordinado y sostenible del recurso hídrico”, indiscutiblemente con participación comunitaria.

Para tal motivo se describen a continuación el paso a paso de la estrategia de participación.

4.8.19. Paso a paso de la Estrategia

Con todos los actores de la subcuenca fue necesario desarrollar los siguientes pasos para ejecutar la fase de prospectiva:

Paso 1: estrategia de convocatoria. El objetivo de este paso, es dar a conocer los mecanismos de intervención con diferentes medios de difusión e interacción que le permiten afianzar la relación entre los actores que hacen parte del recurso hídrico de la quebrada El Pescador.

Durante el proceso se implementó los siguientes mecanismos de convocatoria:

MEDIO DE COMUNICACIÓN	ACTORES
Llamada telefónica	Sociales e Institucionales
Convocatoria por medio de cartas	Institucionales
Fijación de avisos informativos dentro de los despachos municipales y lugares estratégicos de las veredas	Sociales

Tabla 98. Mecanismos de convocatorias para los talleres de socialización

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

Paso 2: promulgación y compromiso. Lograr un compromiso en torno a los escenarios y la visión de los actores sociales e institucionales tanto en forma individual como en diferentes tipos de reuniones y talleres.

Actores Institucionales

- Alcaldía Municipal
- Autoridad Ambiental
- Empresas de Servicios Públicos
- Concejo Municipal
- Policía Nacional

Actores Sociales

- Juntas de Acción Comunal
- Juntas Administradoras de Acueductos
- Asociación de cacaoteros
- Asociación de cafeteros
- Piscicultores

El tipo de socialización que se implementó se estableció dependiendo de la ubicación sobre la subcuenca. En la quebrada El Pescador se estableció tres zonas: Alta donde se evidenciaron cultivos de mora, pitahaya, café, tomate de árbol; Media, con presencia de potreros y Baja, donde se encuentran concentrados todos los usos del agua (doméstico, agrícola, pecuario). (Imagen 6), Sin embargo, se logró reunir a los representantes de las diferentes zonas en las instalaciones de la Casa de la Cultura en el municipio de El Hobo, donde expusieron aquellas necesidades e intereses presentes en cada una de ellas, las cuales son presentadas en el presente informe.



Imagen 6. Cultivos de las diferentes zonas
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

Cronograma de socializaciones:

DIA	HORA	MUNICIPIO	ACTORES	LUGAR
Lunes	8:00 a.m.	El Hobo	Institucionales	Alcaldía Municipal
Sábado	8:00 a.m.	El Hobo	Sociales	Casa de la Cultura

Tabla 99. Cronograma de talleres de socializaciones PORH de la Qda. El Pescador

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2017

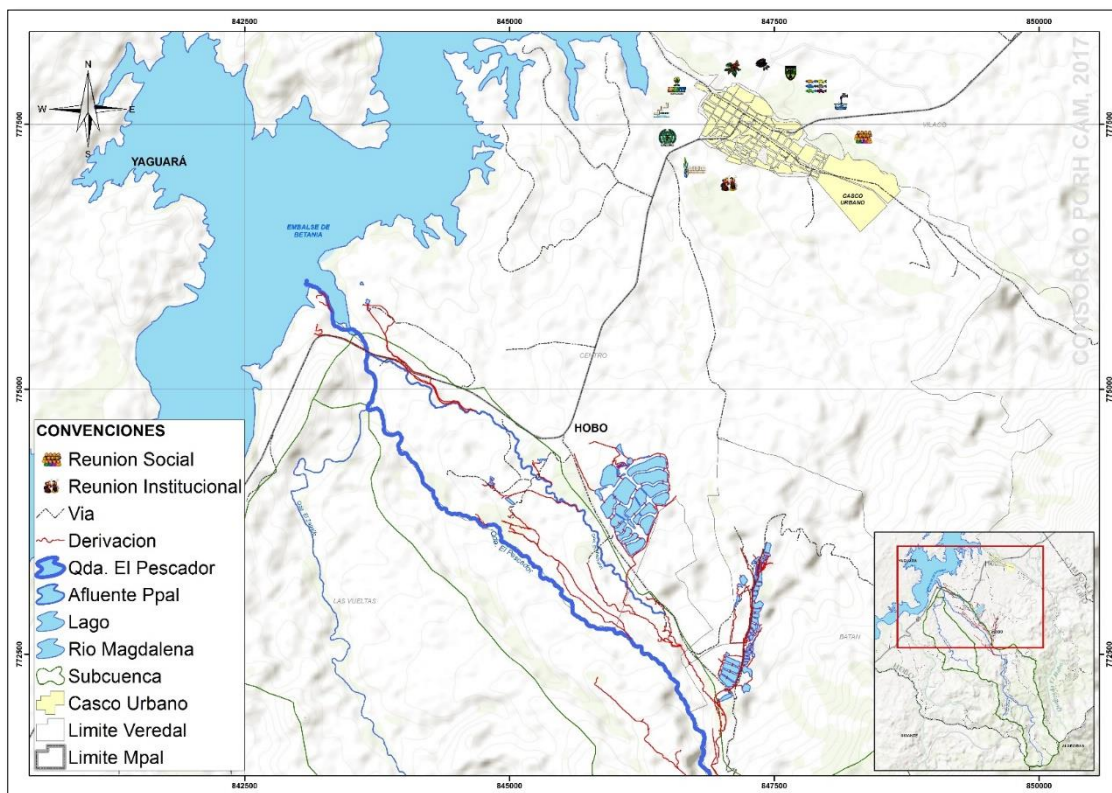


Figura 22. Ubicación socializaciones - PORH Qda. El Pescador

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

Paso 3: estrategia de participación. Se busca la participación de todos los actores que hacen parte del proceso, con el fin de contar con los elementos necesarios para el conocimiento del entorno y de esta manera hacer un análisis de la situación que se presenta en la subcuenca y llegar a un acuerdo sobre el texto de los escenarios y la visión, así como sobre las lecciones y conclusiones que surgen de éstos.

Taller: Basado en el Diagnostico Social Participativo desarrollado con los actores del proceso, a continuación se analizan cuáles son las necesidades e intereses, posibles soluciones y escenarios factibles a corto, mediano y largo plazo para la recuperación en cuanto a calidad y cantidad de la Qda. El Pescador.

NECESIDADES DE LA COMUNIDAD	ZONA ALTA
Contaminación de la quebrada por residuos de café (en cosecha)	
Generar conciencia del cuidado del agua	
Sanción a personas que contaminen el agua	
Sanción a personas que realicen tala de arboles	
INTERESES DE LA COMUNIDAD	ZONA ALTA
Capacitar en temas ambientales	
Proponer actividades para proteger la quebrada y sus nacedores	
Vigilancia y control por ampliación de la frontera agrícola	
POSIBLES SOLUCIONES	ZONA ALTA
Educación ambiental para la concienciación, sensibilización de la protección del medio ambiente	
Reforestación, conservación y preservación	
Mayor control de la Autoridad Ambiental	

Tabla 100. Resultado de los análisis de los talleres para la zona alta
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

NECESIDADES DE LA COMUNIDAD	ZONA MEDIA
Reforestación en la ronda hídrica y nacedores	
Generar conciencia del cuidado del agua	
Sanciones a personas que realizan captaciones ilegales de agua	
Sanción a personas que realicen tala de arboles	
INTERESES DE LA COMUNIDAD	ZONA MEDIA
Reforestación en las riberas de la quebrada	
Realizar control a concesiones autorizadas y sancionar a personar no legalizadas	
Proponer actividades para proteger la quebrada, desde su nacimiento	
Capacitación y acompañamiento en los procesos de organización y fortalecimiento comunitario	
POSIBLES SOLUCIONES	ZONA MEDIA
Mayor Control y presencia de la Autoridad Ambiental	
Educación ambiental para la concienciación, sensibilización de la protección del medio ambiente.	
Capacitaciones en Organización y fortalecimiento comunitario	

Tabla 101. Resultado de los análisis de los talleres para la zona media
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

NECESIDADES DE LA COMUNIDAD	ZONA BAJA
Agua potable en buena calidad	
Reforestación para protección de la ronda hídrica	
Mayor control en las licencias y permisos ambientales	
Generar conciencia del cuidado del agua	
Medidas de sanción a personas que contaminen el agua	
Sanciones a personas que realizan captaciones ilegales de agua	
Medidas de control por bajo caudal del agua.	
INTERESES DE LA COMUNIDAD	ZONA BAJA
Reforestación en las riberas de la quebrada	
Realizar control a concesiones autorizadas y sancionar a personar no legalizadas.	
Formular y ejecutar proyectos de saneamiento Básico y de descontaminación	
Proponer actividades para proteger la quebrada	
POSIBLES SOLUCIONES	ZONA MEDIA
Mayor Control y presencia de la Autoridad Ambiental	
Educación ambiental para la concienciación, sensibilización de la protección del medio ambiente.	
Campañas de descontaminación de los afluentes naturales y cauce principal	

Tabla 102. Resultado de los análisis de los talleres para la zona baja

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

Registro fotográfico



Imagen 7. Reunión de socialización PORH – Actores sociales zona alta, Media y Baja

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

CLASIFICACIÓN DEL CUERPO DE AGUA EN ORDENAMIENTO

Para la clasificación de las aguas con respecto a los vertimientos, de la corriente hídrica Quebrada El Pescador que discurre por el municipio de Hobo - Huila se tuvo en cuenta lo estipulado en el Artículo 2.2.3.2.20.1 del Decreto 1076 de 2015, para efectos de la aplicación del artículo 134 del decreto – Ley 2811 de 1974, donde se establece las siguiente pautas.

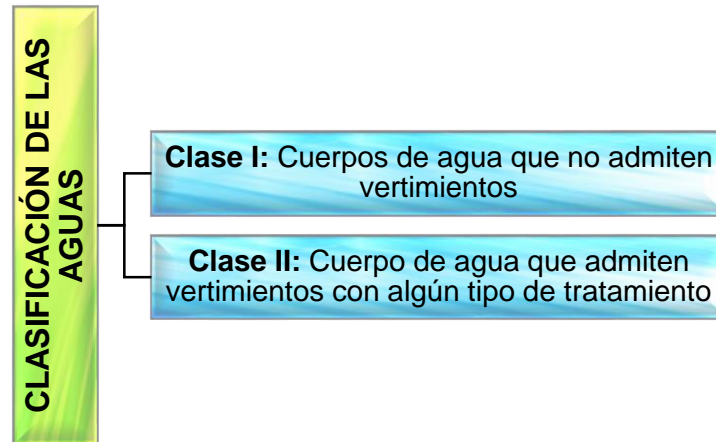


Figura 23. Clasificación de las Aguas en ordenamiento
Fuente: Decreto 1541, 1978 compilado en el Decreto 1076 de 2015

4.8.20. Aguas que pertenecen a Clase I

- Cabeceras de las fuentes de agua.
- Aguas subterráneas.
- Los cuerpos de agua o zonas costeras, utilizadas actualmente para recreación.
- Un sector aguas arriba de las bocatomas para agua potable, en extensión que determinará la Autoridad Ambiental competente conjuntamente con el Ministerio de Salud y Protección Social.
- Aquellos que declare la autoridad ambiental competente como especialmente protegidos de acuerdo con lo dispuesto por los artículos 70 y 137 del Decreto-ley 2811 de 1974.

4.8.21. Aguas que pertenecen a Clase II

- Los demás cuerpos de agua que no se encuentre en la clase I

Se recopiló la información acerca de los vertimientos, sobre las concesiones para uso doméstico y en proceso de solicitud sobre la Quebrada Pescador, información descrita en el capítulo 2.2.1 del presente PORH, que conforme al recorrido sobre el cauce de la Quebrada, no se encontraron vertimientos sobre el cuerpo de agua.

4.8.22. Descripción de las clases de aguas

De acuerdo a la norma citada, se realizó la clasificación del cuerpo de agua en estudio, Quebrada El Pescador, de la siguiente manera:

Clase I. Cuerpos de agua que no admiten vertimientos

El tramo que comprende desde el nacimiento (850454.48 Este, 763234.47 Norte) de la Quebrada El Pescador hasta los límites de la zona de reserva forestal de la Amazonia Ley 2 en coordenadas (850034.70 E, 764412.36 N), para establecer la distancia en clase 1 aguas arriba de las 6 captaciones para uso doméstico, se recurrió al modelo de calidad de agua Qual2kw donde a partir de la calibración y confirmación para la Quebrada El Pescador, se realizó la evaluación de los escenarios de saneamiento en los distintos plazos (corto, mediano y largo), lo cual permite entre otros aspectos, el establecimiento de los objetivos de calidad en los tres tramos en los cuales fue dividida la corriente.

Clase 2

Se seleccionó con clase 2 los sectores de la Quebrada El Pescador desde los límites de la zona tipo A de la reserva forestal de la amazonia en coordenadas (850034.70 E, 764412.36 N), hasta un kilómetro aguas arriba de la bocatoma del acueducto de la vereda Centro (847925.06 E, 770561.82 N), también el sector desde la bocatoma de la piscícola San Isidro (847269.08 E, 770870.13 N) hasta la desembocadura en el embalse Betania en coordenadas (843081.17 E, 776023.88 N).

También se seleccionó en clase 2 el afluente Quebrada El madroñal debido a que desde el nacimiento está compuesto por descoles de los canales derivados de la quebrada el pescador, por tanto estos vertimientos por descoles serán permitidos con tratamiento y se recomienda realizar tratamiento de potabilización para las 5 solicitudes de uso doméstico sobre este afluente. La ubicación geográfica de cada sector de clases 1 y 2 sobre la Quebrada El Pescador se presentan en la Tabla 103 y Figura 24.

No.	TRAMO GENERAL	PUNTO INICIAL	PUNTO FINAL	CLASIFICACIÓN CLASE	X INICIAL	Y INICIAL	X FINAL	Y FINAL
1	1	nacimiento	Limite zona tipo A reserva forestal Ley 2	I	850454.48	763234.47	850034.70	764412.36
2	1, 2	Limite zona tipo A de la reserva forestal Ley 2	1km aguas arriba de la bocatoma de la junta administradora del acueducto vereda Centro	II	850034.70	764412.36	847925.06	770561.82

No.	TRAMO GENERAL	PUNTO INICIAL	PUNTO FINAL	CLASIFICACIÓN CLASE	X INICIAL	Y INICIAL	X FINAL	Y FINAL
3	2,3	1km aguas arriba de la bocatoma de la junta administradora del acueducto vereda Centro	Bocatoma piscícola San Isidro	I	847925,06	770561,82	847269,08	770870,13
4	3	Bocatoma piscícola San Isidro	Desembocadura en el embalse de Betania	II	847269,08	770870,13	843081,17	776023,88

Tabla 103. Clasificación de las aguas de la Quebrada El Pescador – Hobo Huila
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

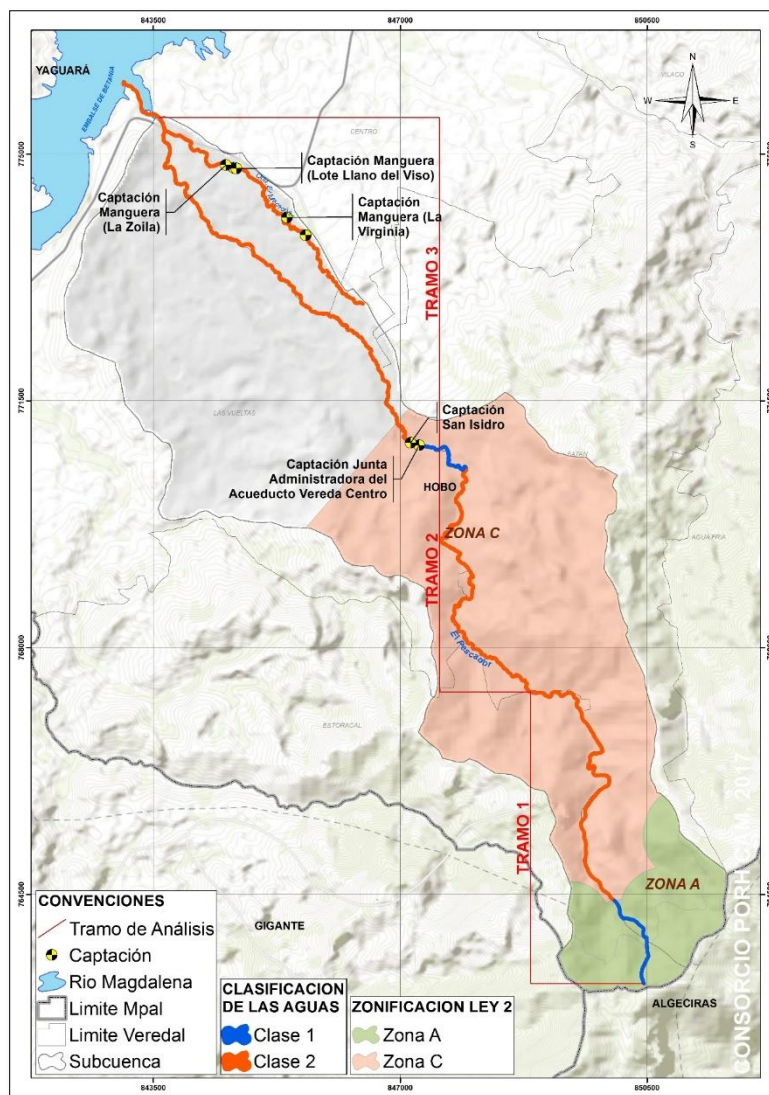


Figura 24. Mapa de la clasificación de las aguas de la Quebrada Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

ESTABLECIMIENTO DE USOS Y DEFINICIÓN O AJUSTE DE OBJETIVOS Y CRITERIOS DE CALIDAD

De acuerdo con lo definido en el Decreto 3930 de 2010¹, el planteamiento de los objetivos de calidad deberá tener unos horizontes de proyección alcanzables en el tiempo para un periodo de evaluación de 10 años; para lo cual, como elementos de análisis se han tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- Usos actuales y potenciales del recurso hídrico por tramos
- Línea base de calidad existente
- Cargas contaminantes actuales y proyectadas
- Condiciones de tratamiento y saneamiento previstas en el corto, mediano y largo plazo
- Resultados de la modelación de la calidad del agua

“La definición o ajuste de objetivos de calidad para un recurso hídrico en particular, permite establecer lineamientos y principios claves para la gestión de la descontaminación del recurso a intervenir, clasificar los cuerpos de agua, reconocer los usos actuales, la calidad de la fuente, el establecimiento de usos potenciales y criterios de calidad, los cuales proporcionan los insumos para el proceso de modelación y así definir los límites de contaminación máxima permisible”².

La calidad del agua de un recurso hídrico depende del uso que se le quiera dar a ésta, y a su vez está determinada por los diferentes parámetros que caracterizan su calidad. Los parámetros de calidad varían en importancia dependiendo del tipo de uso, por esta razón se establecen criterios de calidad de acuerdo al uso que se le quiera dar al recurso hídrico. La utilización de los criterios de calidad del agua permite hacer fundamentalmente dos tipos de estudios: i) el diagnóstico de la calidad actual del agua, y ii) definir los objetivos de calidad de un recurso hídrico (Sierra, 2011).

4.8.23. Definición de los objetivos de calidad para el corto, mediano y largo plazo

La determinación y ajuste de objetivos de calidad para el recurso hídrico, permite establecer directrices y principios importantes para la gestión de la descontaminación del recurso a ordenar, clasificar los cuerpos de agua, identificar los usos actuales, la calidad hídrica de la fuente, el establecimiento de usos potenciales y criterios de calidad, los cuales proporcionarían los elementos básicos

¹ Decreto 3930 de 2010: Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte II - Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones. Capítulo III, artículo 8, Parágrafo 3º (MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, 2010).

² Texto tomado del Plan de ordenamiento de Recurso Hídrico del Río Chichimene, 2014

para el proceso de modelación y así poder definir los límites de contaminación Máxima permisible con relación a los resultados de la misma y sus escenarios propuestos. Se definen los objetivos de calidad para el corto, mediano y largo plazo, de acuerdo a las categorías de calidad del agua que se quieran alcanzar en cada uno de estos plazos y a partir de los resultados del modelo de calidad del agua para cada escenario evaluado, de tal forma que se garantice que las medidas y acciones a llevar a cabo en cada tramo durante los plazos establecidos permitan alcanzar la categoría proyectada.

TRAMO	UBICACIÓN	CATEGORÍA ACTUAL	OBJETIVOS DE CALIDAD		
			CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO
1	Nacimiento - C01	III	III	II	I
2	C01 – C02	IV	IV	III	II
3	C02 – C04	IV	IV	III	II

Tabla 104. Objetivos de calidad – Qda. El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

TRAMO	UBICACIÓN	CATEGORÍA ACTUAL	CRITERIO	UNIDADES	TIEMPO (AÑOS)		
					CORTO (0-2)	MEDIANO (2-5)	LARGO (5-10)
1	Nacimiento - C01	III	O.D	mg/L	>4	>4	>4
			DBO ₅	mg/L	<30	<5	<5
			SST	mg/L	<30	<30	<20
			NH ₃	mg/L	<3	<1.0	<1.0
			PT	mg/L	<1	<0.5	<0.1
			CF	NMP/100 ml	<1000	<1000	<100
2	C01 – C02	IV	O.D	mg/L	≥2	>4	>4
			DBO ₅	mg/L	≤30	<30	<5
			SST	mg/L	≤30	<30	<30
			NH ₃	mg/L	≤3	<3	<1.0
			PT	mg/L	≤1	<1	<0.5
			CF	NMP/100 ml	≤2000	<1000	<1000
3	C02 – C04	IV	O.D	mg/L	≥2	>4	>4
			DBO ₅	mg/L	≤30	<30	<5
			SST	mg/L	≤30	<30	<30
			NH ₃	mg/L	≤3	<3	<1.0
			PT	mg/L	≤1	<1	<0.5
			CF	NMP/100 ml	≤2000	<1000	<1000

Tabla 105. Información asociada a la categoría actual, objetivos y criterios de calidad
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

4.8.24. Zonas y condiciones de uso del recurso hídrico – Quebrada El Pescador

Las zonas y condiciones de uso del recurso Hídrico se definen de acuerdo a la información de los usos actuales de la fase de diagnóstico, los resultados de los usos potenciales definidos a corto, mediano y largo plazo de la fase de prospectiva, la clasificación de las aguas y los objetivos de calidad ajustados en la fase de formulación, para los diferentes tramos. De acuerdo a esta información se

seleccionan las zonas donde se prohíbe o condiciona la descarga de residuos sólidos, líquidos y/o gaseosos, provenientes de diferentes fuentes. También se presenta los lineamientos que permitirán establecer las zonas donde se prohíben actividades tales como la pesca el deporte o similares.

4.8.24.1. Zonas prohibidas para el desarrollo de actividades como la pesca, deporte y similares

Los objetivos de calidad y los usos potenciales definidos para los diferentes tramos de la Qda. El Pescador, son el primer indicador para determinar la prohibición de actividades como la pesca, la recreación y otras similares, de acuerdo a esto se establece:

Las actividades relacionadas con la pesca, deporte y similares, se encuentran asociadas al uso recreativo por contacto primario o secundario, y uno de los usos más restrictivos con relación a la calidad del agua, especialmente por las concentraciones de coliformes totales y fecales, razón por la cual este uso se propuso como potencial en el largo plazo en el tramo 3, donde se espera que durante la ejecución del PORH, el desarrollo de los escenarios propuestos en la modelación de calidad de agua, logren mejorar significativamente la calidad en cuanto a concentración de parámetro Microbiológicos y sus resultados estén por debajo del objetivo de calidad propuesto para este uso en el largo plazo. Es decir, que actualmente para el corto y mediano plazo, este uso se encuentra condicionado por los resultados obtenidos de parámetros Microbiológicos que restringe o prohíben este uso, hasta tanto la calidad del agua arroje resultados por debajo del límite o normativo (Decreto 1076 de 2015) o por debajo del objetivo de calidad propuesto en la Tabla 105.

4.8.24.2. Zonas donde se prohíbe o condiciona la descarga de aguas residuales o residuos líquidos y/o Gaseosos

A continuación, se describen los tramos o zonas donde se prohíbe o condiciona la descarga de aguas residuales o residuos líquidos y gaseosos, provenientes de diferentes fuentes de acuerdo a los usos potenciales establecidos con los resultados de la modelación del recurso hídrico y a la clasificación de las aguas.

Tramo 1: Se **prohíbe** la descarga de vertimientos de cualquier índole sobre el tramo 1 en la distancia que comprende desde el nacimiento (850454.48 E, 763234.47 N) de la Quebrada El Pescador hasta los límites de la zona de reserva forestal de la Amazonia Ley 2 en coordenadas (850034.70 E, 764412.36 N). Se **condiciona** la descarga de vertimientos de cualquier índole sobre el tramo 1 desde los límites de la zona tipo A de la reserva forestal de la amazonia en coordenadas (850035 E, 764412 N), hasta la terminación del tramo en las coordenadas (848844 E, 767373 N), este condicionamiento está ligado a que todo vertimiento debe ser tratado antes

de descargar a la fuente hídrica en ordenamiento o algún afluente principal de la misma y por ende cumplir con los respectivos criterios u objetivos de calidad propuestos para este tramo y con la norma de vertimientos para evaluación puntual sobre los mismos.

Tramo 2: Se **prohíbe** la descarga de vertimientos de cualquier índole en el tramo 2, en el sector que comprende desde el punto (847325 E, 770562 N) hasta (847555 E, 770815n), debido al uso correspondiente a consumo humano y domestico establecido en sus tres plazos, adicionalmente porque actualmente en este tramo se encuentran ubicada captaciones (Bocatomas) para consumo humano. Así mismo, se **condiciona** el inicio del tramo (848844 E, 767373 N) hasta el punto (847925 E, 770562 N) la descarga de vertimientos pero con algún tipo de tratamiento. Por otro lado, también se recomienda el uso de buenas prácticas agrícolas para evitar un arrastre de residuos agroquímicos a los cuerpos de agua por infiltración de contaminantes en el suelo.

Tramo 3: Se **prohíbe** la descarga de vertimientos sin tratamiento sobre el tramo 3 del cauce principal de Qda. El Pescador desde el punto (847555 E, 770815 N)) hasta el punto (847147 E, 770903 N), debido a que este alteraría la calidad del agua para consumo humano y doméstico en las bocatomas ubicadas actualmente sobre este tramo, correspondiente a la captación San Isidro y la Captación Junta Administradora del acueducto vereda Centro. Por otro lado, se **condiciona** la descarga de agua residuales a vertimientos con tratamiento desde el punto (847147 E, 770903 N), hasta (843582 E, 775518 N) de este tramo

4.8.25. Usos definitivos por tramos

TRAMOS	USOS ACTUALES	USOS POTENCIALES		
		CORTO PLAZO 0 – 2 AÑOS	MEDIANO PLAZO 2 – 5 AÑOS	LARGO PLAZO 5 – 10 AÑOS
Tramo 1	Doméstico	Consumo humano con tratamiento convencional, preservación de flora y fauna y Agrícola.	Consumo humano con tratamiento convencional, preservación de flora y fauna y Agrícola.	Consumo humano con tratamiento convencional, preservación de flora y fauna y Agrícola.
Tramo 2	Doméstico, Agrícola, Pecuario	Consumo humano con tratamiento convencional, agrícola y pecuario.	Consumo humano con tratamiento convencional, agrícola, pecuario, preservación de flora y fauna y Agrícola.	Consumo humano con tratamiento convencional, agrícola, pecuario, preservación de flora y fauna y Agrícola.
Tramo 3	Doméstico, Agrícola, Pecuario	Consumo humano con tratamiento convencional, agrícola y pecuario.	Consumo humano con tratamiento convencional, agrícola, pecuario, piscícola, Industrial, recreativo con contacto primario.	Consumo humano con tratamiento convencional, agrícola, pecuario, piscícola, Industrial, recreativo con contacto primario y secundario.

Tabla 106. Usos Definitivos por Tramos – Qda. El Pescador

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

DEFINICIÓN DE METAS QUINQUENALES DE REDUCCIÓN DE CARGAS CONTAMINANTES

4.8.26. Metas quinquenales de reducción de carga contaminante

Para el establecimiento de meta de reducción de carga contaminante, fue necesario segmentar por tramos la subcuenca de la Quebrada El pescador, de acuerdo con los principales afluentes, los Usos y Vertimientos de importancia dentro de la misma como se muestra en la siguiente figura.

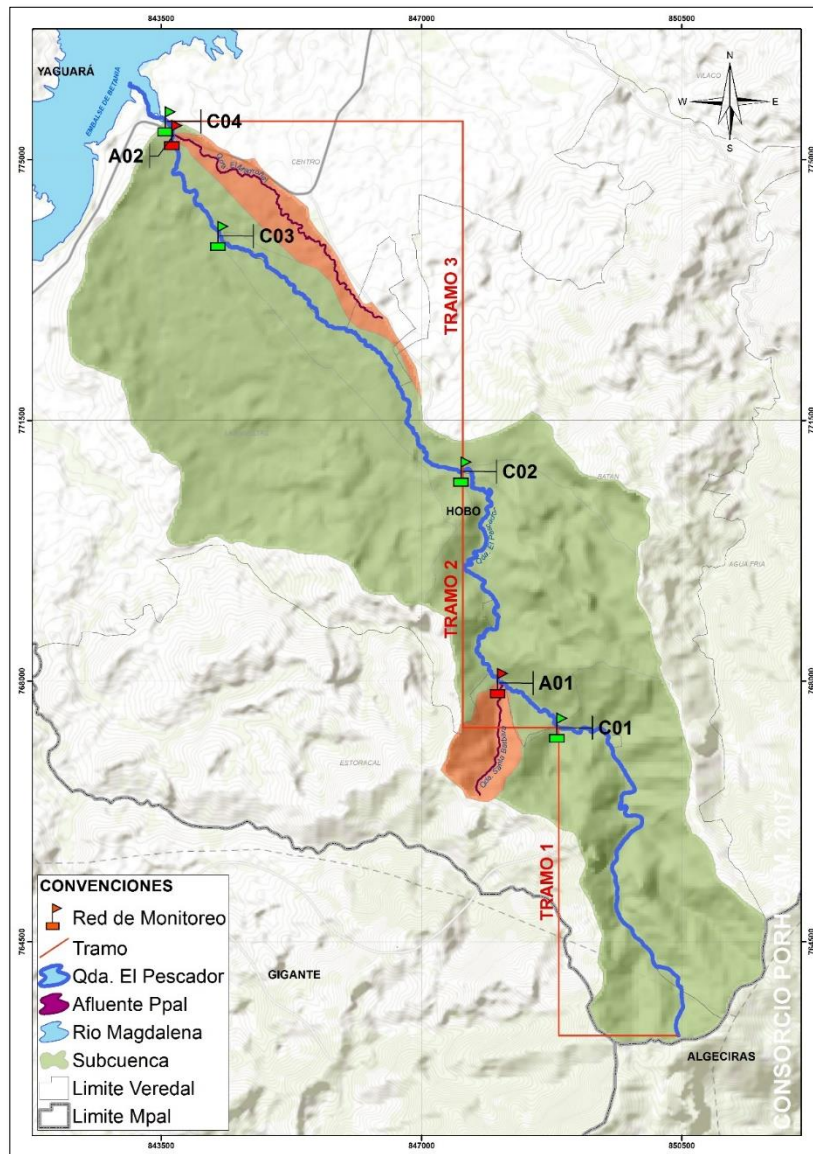


Figura 25. Ubicación de los tramos de monitoreo sobre la Quebrada El Pescador
Fuente: CONSORCIO PORH-CAM, 2018

TRAMOS	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
TRAMO 1	Desde el nacimiento de la Qda. El Pescador, hasta (C01) antes de la desembocadura de la Qda. Ruchica.	Este tramo tiene una altura máxima de 2212 m.s.n.m y mínima de 1200 m.s.n.m, con una longitud sobre el cauce de 6052 m, comprendidos entre las coordenadas (X= 850454; Y= 763234) y (X= 848844; Y= 767373)
TRAMO 2	Desde (C01) antes de la desembocadura de la Qda. Ruchica, hasta (C02) antes de la captación San Luis.	Este tramo tiene una altura máxima de 1200 m.s.n.m y mínima de 900 msnm, con una longitud sobre el cauce de 5681 m, comprendidos entre las coordenadas (X= 848844; Y= 763234) y (X= 847555; Y= 770815) En este tramo se encuentra el punto de monitoreo A01 el cual corresponde a la desembocadura de la quebrada Santa Bárbara, no se identificaron captaciones a lo largo de esta zona
TRAMO 3	Desde (C02) antes de la captación San Luis, hasta (C04) la antes de la desembocadura de la Qda. El Pescador al Embalse de Betania.	Este tramo tiene una altura máxima de 900 m.s.n.m y mínima de 575 msnm, con una longitud sobre el cauce de 7577 m, comprendidos entre las coordenadas (X= 847555; Y= 770815) y (X= 843582; Y= 775518) En este tramo se encuentra el punto de monitoreo A02 el cual corresponde a la desembocadura de la quebrada El Madroñal, además de identificarse 5 captaciones sobre el cauce de la Qda. El Pescador y 5 sobre la Qda. El Madroñal

Tabla 107. Descripción de los tramos de monitoreo de la Qda. El Pescador

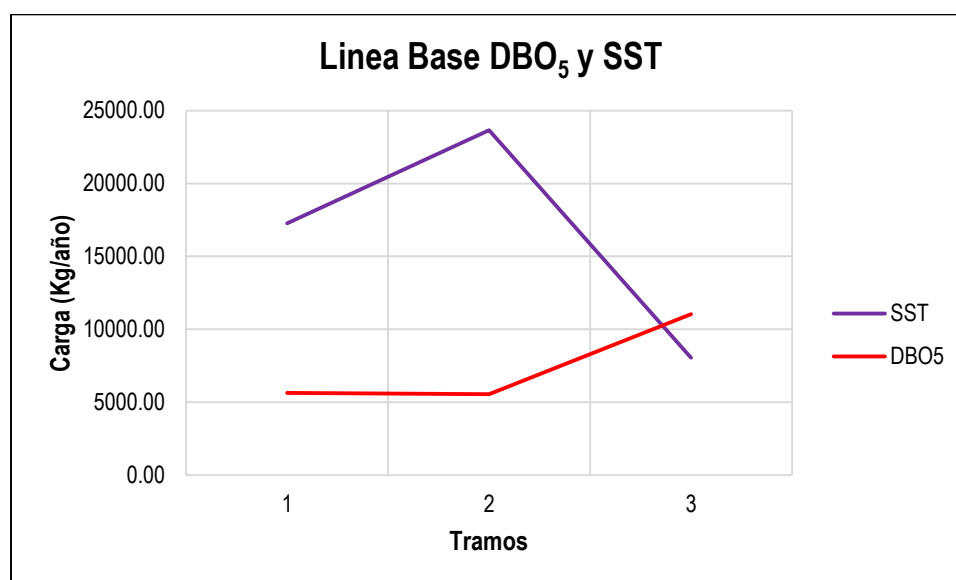
Fuente: CONSORCIO PORH-CAM, 2018

4.8.26.1. Línea Base por tramos de monitoreo

Para hallar la línea base en el 2018, por tramos de monitoreo en la subcuenca de la Quebrada El Pescador, se utilizó la suma de las cargas contaminantes de las fuentes puntuales (vertimientos y afluentes) que aportan al cauce principal en cada tramo, en los parámetros de demanda biológica de oxígeno (DBO₅) y Sólidos suspendidos totales (SST) en (Kg/día) cuyos valores se tomaron del modelo de calidad de agua calibrado con los datos tomados de campo de la primera campaña de monitoreo como se muestra en la siguiente tabla.

TRAMO	UBICACIÓN	CARGAS MÁXIMAS PERMISIBLES (KG/DÍA)		CARGAS MÁXIMAS PERMISIBLES (KG/AÑO)	
		SST	DBO ₅	SST	DBO ₅
1	Entre Nacimiento y C01	47,3	15,4	17276,68	5628,55
2	Entre C01 y C02	64,8	15,2	23652,00	5550,56
3	Entre C02 y C04	22,0	30,2	8041,68	11027,50

Tabla 108. Línea base en Cargas contaminantes para DBO₅ y SST, Quebrada El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH-CAM, 2018



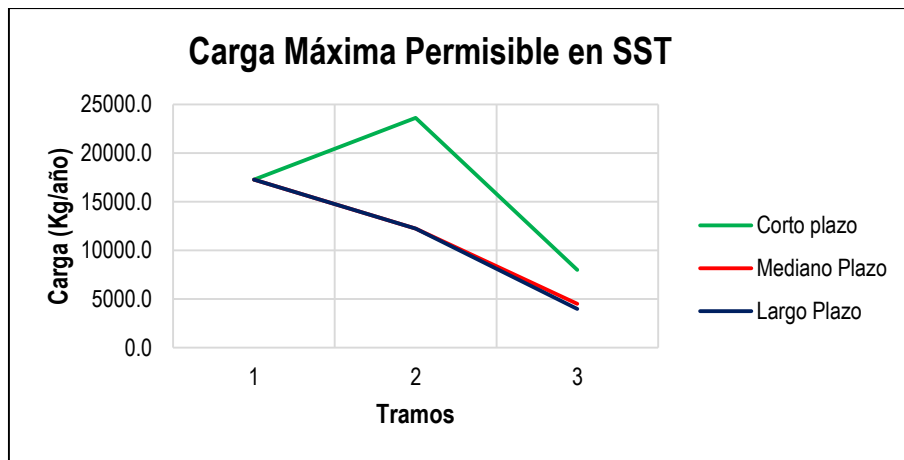
Gráfica 50. Line Base en carga contaminante para DBO y SST (Kg/año), Quebrada El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH-CAM, 2018

4.8.26.2. Carga Máxima Permissible

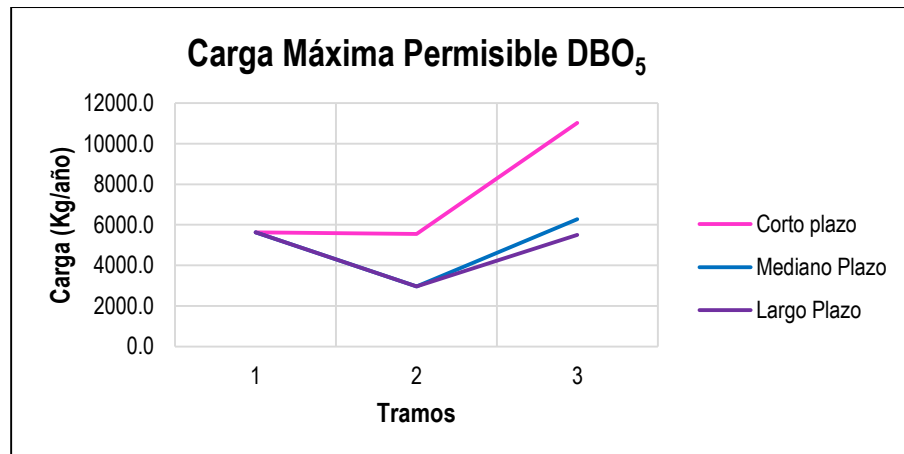
El cálculo de la carga máxima permissible corresponde a los resultados del escenario 4 carga máxima permissible de la Modelación de la calidad del recurso Hídrico, en el cual mediante un proceso iterativo en el modelo QUAL2Kw se van incrementando las concentraciones de las fuentes puntuales hasta que se incumple el objetivo de calidad más restrictivo, para cada uno de los plazos en los 3 tramos de la Qda. El Pescador. En la siguiente tabla se presentan los resultados de las cargas máximas permisibles por tramos para la Quebrada El Pescador para los parámetros que son objeto de cobro de tasa retributiva DBO₅ y SST.

TRAMO	UBICACIÓN	CARGAS MÁXIMAS PERMISIBLES					
		CORTO PLAZO		MEDIANO PLAZO		LARGO PLAZO	
		SST (Kg/año)	DBO ₅ (Kg/año)	SST (Kg/año)	DBO ₅ (Kg/año)	SST (Kg/año)	DBO ₅ (Kg/año)
1	Entre Nacimiento y C01	17276.7	5628.5	17276.7	5628.5	17276.7	5628.5
2	Entre C01 y C02	23602.8	5551.0	12249.8	2964.9	12249.8	2964.9
3	Entre C02 y C04	7999.7	11020.9	4530.8	6279.8	3998.8	5510.5

Tabla 109. Cargas máximas permisibles Quebrada El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH-CAM, 2018



Gráfica 51. Cargas máximas permisibles para SST a corto mediano y largo plazo, Quebrada El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH-CAM, 2018



Gráfica 52. Cargas máximas permisibles para DBO₅ a corto mediano y largo plazo, Quebrada El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH-CAM, 2018

4.8.26.3. Metas de reducción de carga contaminante

Para el cálculo de las metas de reducción de carga contaminante para los parámetros objeto de cobro de tasa retributiva DBO₅ y SST (kg/año), en cada uno de los tres tramos definidos para la cuenca de la Quebrada El Pescador, se tuvo en cuenta la línea base o carga contaminante total vertida existente (CCT_{VE}) y la carga máxima permisible o carga a reducir (CCR_{VR}), de la diferencia de estas dos cargas se obtiene la meta de reducción.

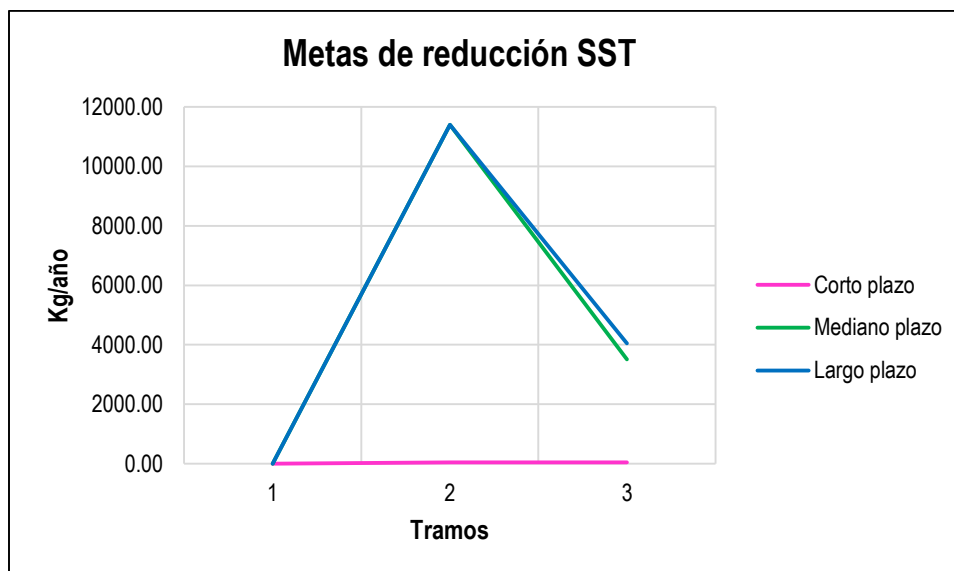
$$\text{Meta de reducción: } (CCT_{VE} - CCR_{VR})$$

La meta de reducción de carga contaminante se obtuvo para los periodos de tiempo de 0 a 2 años corto plazo, 2 a 5 años mediano plazo y 5 a 10 años largo plazo, como se muestra en las siguientes tablas.

TRAMO	UBICACIÓN	META REDUCCIÓN POR TRAMOS CORTO PLAZO		META REDUCCIÓN POR TRAMOS MEDIANO PLAZO		META REDUCCIÓN POR TRAMOS LARGO PLAZO	
		SST (Kg/año)	DBO5 (Kg/año)	SST (Kg/año)	DBO5 (Kg/año)	SST (Kg/año)	DBO5 (Kg/año)
1	Entre Nacimiento y C01	0	0	0	0	0	0
2	Entre C01 y C02	49,20	0,00	11402,16	2585,64	11402,16	2585,64
3	Entre C02 y C04	41,94	6,56	3510,90	4747,67	4042,92	5517,03

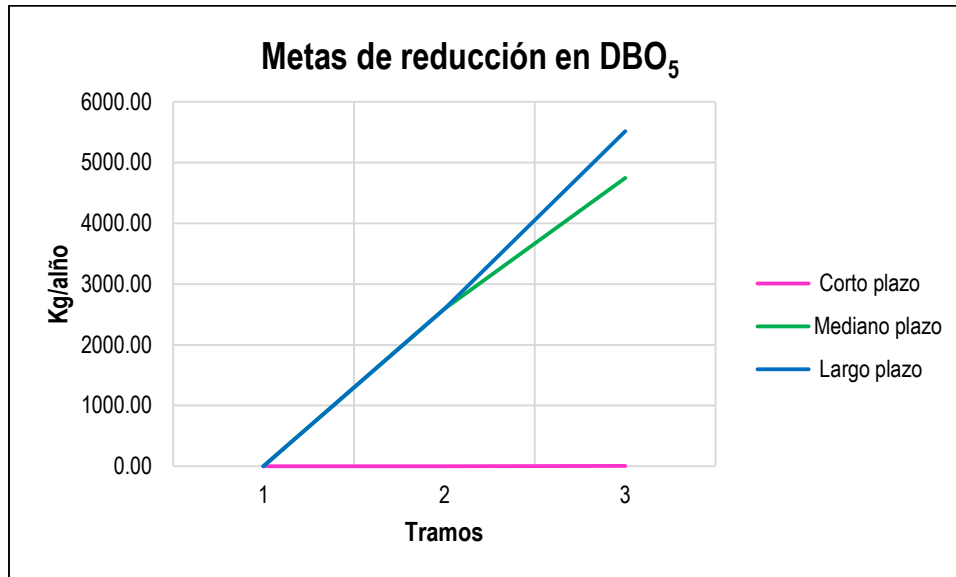
Tabla 110. Metas de reducción de carga contaminante a corto, mediano y largo plazo, Quebrada El Pescador

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018



Gráfica 53. Metas de reducción de carga contaminante para SST a corto plazo, mediano y largo plazo

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018



Gráfica 54. Metas de reducción de carga contaminante para DBO5 a corto, mediano y largo plazo

Fuente: CONSORCIO PORH-CAM, 2018

Se tiene en cuenta que el quinquenio actual comprende el periodo del año 2019 al 2023, por tanto se toma como meta a reducir en el corto plazo (0 a 2 años), una carga en DBO₅ de 49.20 Kg/año en el tramo dos y 41.94 Kg/año en el tramo tres, para el parámetro SST la meta de reducción a corto plazo es de 6.56 Kg/año en el tramo tres.

En el mediano plazo (2 a 5 años), para la DBO₅ las metas de reducción en los tramos 2 y 3 son: 2585.64 Kg/año y 4747.67 Kg/año, para SST las metas de reducción en los tramos y 3 son: 11402.16 Kg/año y 3510.90 Kg/año.

La corporación autónoma regional del alto Magdalena (CAM), reporta una proyección de cargas ajustadas a la norma para el municipio de El Hobo sobre el embalse de Betania en el 2020 por parte de usuarios nuevos acuícolas de 172303 Kg/año en DBO₅ y 257719 Kg/año en SST y para el 2023 de 227995 Kg/año en DBO₅ y 338684 Kg/año en SST, estas cargas son superiores a las máximas permisibles halladas a corto y largo plazo mediante la modelación de calidad de agua para el tramo 3 de la quebrada El Pescador.

Se recomienda la protección de las rondas hídricas, las buenas prácticas agrícolas, la implementación de sistemas agroforestales de manera que se proteja el suelo de la erosión y a la vez reducir el aporte de sedimentos a las fuentes hídricas, como también llevar a cabo las actividades propuestas en el contenido programático e instrumentos de planificación.

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AL RECURSO HÍDRICO

4.8.27. Aspectos generales para el programa de seguimiento y monitoreo

Para la planificación del programa de monitoreo y seguimiento, se tendrá en cuenta los aspectos o criterios que se exponen a continuación, considerando que aplican a la Quebrada El Pescador: El comportamiento hidrológico de la quebrada y sus tributarios principales.

1. Los parámetros de calidad del agua definidos como objetivos de calidad.
2. Los resultados de las campañas de monitoreo realizadas en la fase de diagnóstico y en la línea base de calidad establecida anteriormente.

4.8.28. Objetivos, programa de monitoreo y seguimiento del recurso hídrico

Cuando se diseña un programa de monitoreo y seguimiento lo primero que se debe definir son los objetivos a cumplir, para el caso de la Quebrada El Pescador se plantea los siguientes objetivos:

- ✓ Cumplir con los objetivos y criterios de calidad del agua establecidos por la autoridad ambiental en cada uno de los tramos definidos.
- ✓ Estructurar una base de datos que contenga información prioritaria que sirva:
 - Como fuente de información secundaria.
 - Complementar la información sobre datos de entradas en los modelos de simulación de la calidad del agua.
 - Como fuente de información para la gestión de la calidad y cantidad del recurso hídrico a las autoridades ambientales CAR'S.

4.8.29. Duración de las campañas de monitoreo

Se plantea realizar monitoreos con periodos de hasta aproximadamente 12 horas de trabajo de campo en un día, se tiene en cuenta que las jornadas de trabajo inician de acuerdo a los tiempos de viaje calculados previamente mediante ensayos con trazadores, además se consideran aspectos logísticos como la facilidad de acceso a las estaciones de monitoreo, facilidad de movilidad en la zona.

Esto con el propósito de realizar el respectivo seguimiento a los objetivos de calidad establecidos en el presente plan de ordenamiento.

Así mismo, se debe tener en cuenta que el seguimiento a los objetivos y criterios de calidad debe realizarse en condiciones de caudales bajos, con el fin de tener en cuenta la menor capacidad de depuración y asimilación a los contaminantes presentes en el cuerpo de agua. A continuación, se presenta la programación de los horarios³ para la toma de muestras teniendo en cuenta los tiempos de viaje calculados para el presente ordenamiento.

PUNTO DE ANÁLISIS	LONGITUD (m)	PUNTO DE MONITOREO	VELOCIDAD (m/s)	TIEMPO DE VIAJE (hrs)	TIEMPO DE VIAJE ACUMULADO (hrs)	TIEMPO DE VIAJE (h:min:seg)
NACIMIENTO - TA01	6038,51		0,5851	2,9	2,87	02:55:00
TA01 - C01	13,36	C01	0,5851	0,01	2,87	00:05:00
C01 - DES_A01	1184,17	A01	0,4843	0,7	3,55	00:40:00
DES_A01 - TA03	4477,71		0,4843	2,6	6,12	02:35:00
TA03 - C02	19,40	C02	0,4843	0,0	6,13	00:05:00
C02 - TA04	2767,88		0,4927	1,6	7,69	01:35:00
TA04 - TA05	1989,58		0,4927	1,1	8,81	1:05:00
TA05 - C03	725,54	C03	0,4927	0,4	9,22	0:25:00
C03 - DES_A02	1896,37	A02	0,3584	1,5	10,69	1:30:00
DES_A02 - TA06	25,88		0,3584	0,0	10,71	00:05:00
TA06 - C04	914,63	C04	0,3584	0,7	11,42	00:40:00

Tabla 111. Tiempos de Viaje – Quebrada El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

4.8.30. Parámetros a monitorear

La toma de muestras deberá realizarse en los puntos de monitoreo propuestos en el presente plan de ordenamiento, se deberá seguir la masa de agua para la toma de muestras.

Se debe tener en cuenta los usos potenciales del agua establecidos para cada tramo y los respectivos objetivos de calidad. Así mismo, se determinó analizar los siguientes parámetros descritos en la guía para la formulación de planes de ordenamiento del recurso hídrico emitida por el Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible en el año 2018.

³ Se presentan las horas teniendo en cuenta que se inicie jornada de trabajo a las 6:00 am en el primer punto de muestreo

No.	PARAMETRO	UNIDAD
PARAMETROS IN SITU BÁSICOS		
1	PH	Unidades
2	Conductividad eléctrica	µs/cm
3	Oxígeno disuelto	mg/LO ₂
4	Temperatura del agua	°C
PARAMETROS FISICOQUIMICO BASICOS		
5	Alcalinidad	mg/L CaCO ₃
6	Dureza Total	mg/L CaCO ₃
7	DBO ₅ Total	mg/L O ₂
8	DBO ₅ Filtrada	mg/L O ₂
9	DQO Total	mg/L O ₂
10	DBO Ultima	mg/L O ₂
11	Sólidos suspendidos totales	mg/L
12	Sólidos suspendidos volátiles	mg/L
13	Sólidos sedimentables	mg/L
14	Sólidos disueltos totales	mg/L
15	Turbiedad	UNT
16	Nitrógeno total	mg/L N
17	Nitrógeno amoniacal	mg/L N-NH ₃
18	Nitritos	mg/L N-NO ₂
19	Nitratos	mg/L N-NO ₃
20	Fósforo total	mg/L P
21	Ortofosfatos	mg/L P-PO ₄
22	Grasas y aceites	mg/L
23	SAAM	mg/L
24	Fenoles	mg/L
25	Hidrocarburos totales del petróleo	mg/L
26	Clorofila-a	mg/L Chl-a
27	Compuestos organoclorados	mg/L
28	Compuestos organofosforados	mg/L
METALES Y METALOIDES		
29	Arsénico (As)	mg/L
30	Bario (Ba)	mg/L
31	Cadmio (Cd)	mg/L
32	Cinc (Zn)	mg/L
33	Cobre (Cu)	mg/L
34	Cromo Total (Cr)	mg/L
35	Hierro (Fe)	mg/L
36	Mercurio (Hg)	mg/L
37	Níquel (Ni)	mg/L
38	Plomo (Pb)	mg/L
39	Selenio (Se)	mg/L
40	Vanadio (Va)	mg/L
IONES		
41	Cianuros	mg/L CN-
42	Cloruros	mg/L Cl-
43	Sulfatos	mg/L SO ₄ -
44	Calcio	mg/L
45	Magnesio	mg/L
46	Sodio	mg/L

MICROBIOLOGICOS		
47	Coliformes termotolerantes	NMP/100mL
48	Coliformes totales	NMP/100mL
49	Coliformes fecales	NMP/100mL
50	E. Colí	NMP/100mL
HIDROBIOLOGICOS		
51	Perifiton	[Org/cm2]
52	Macroinvertebrados	[Org/cm2]
53	Fitoplancton	[Org/cm2]
54	Zooplancton	[Org/cm2]
55	Macrófitas acuáticas	[Org/cm2]

Tabla 112. Parámetros objeto de monitoreo para el seguimiento – Qda El Pescador

Fuente: Guía Técnica – PORH (MINIAMBIENTE), 2017

Cabe resaltar que los iones de calcio, magnesio y sodio se incluyen en el monitoreo con el propósito de determinar la relación de adsorción de sodio (RAS), puesto que el uso que predomina es el uso agrícola, por ende este aspecto es importante en el momento de evaluar el uso.

En cuanto a la caracterización de parámetros In situ, se recomienda realizarla mediante equipos portátiles como el multiparámetro hq40d con sus respectivas sondas. Los equipos utilizados para las caracterizaciones de campo deben estar en excelente condiciones, con su respectivo certificado de calibración actualizado.

A demás de los parámetros registrados en la Tabla 112, en todas las campañas de monitoreo se deberá realizar la medición del caudal (aforos), como también la recolección de muestras hidrobiológicas.

4.8.31. Ubicación de las estaciones de monitoreo

Después de analizar los resultados de la fase de diagnóstico, y teniendo que claro que se cuenta con una red de monitoreo planificada y ejecutada en el presente plan de ordenamiento del Recurso Hídrico. A continuación, se presenta las estaciones sobre las cuales se recomienda realizar el seguimiento y monitoreo del recurso hídrico de la Quebrada El Pescador y sus principales afluentes, correspondiente a la red de monitoreo diseñada en la fase de diagnóstico:



ESTACIÓN DE MONITOREO C01

Descripción: Estación C01 – Qda. el pescador antes de la desembocadura de la Qda. Ruchica.

Coordenadas:

X= 848844; Y= 767373

Altitud: 1200 msnm

Fuente: Qda. El Pescador

Vereda: Entre Batan y Estoracal

Imagen 8. Estación de Monitoreo C01 – Qda. El Pescador
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018



ESTACIÓN DE MONITOREO C02

Descripción: Qda. el pescador antes de la captación San Luis

Coordenadas:

X= 847555; Y= 770815

Altitud: 900 msnm

Fuente: Qda. El Pescador

Vereda: Entre Batan y Las Vueltas

Imagen 9. Estación de Monitoreo C02 – Qda. El Pescador
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018



ESTACIÓN DE MONITOREO C03

Descripción: Qda. El Pescador después de los descoles provenientes de labranzas

Coordenadas:

X= 844289; Y= 773978

Altitud: 642 msnm

Fuente: Qda. El Pescador

Vereda: Entre Centro y Las Vueltas

Imagen 10. Estación de Monitoreo C03 – Qda. El Pescador
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018



ESTACIÓN DE MONITOREO C04

Descripción: Qda. El Pescador antes de desembocar al embalse de Betania

Coordenadas:

X= 843582; Y= 775518

Altitud: 550 msnm

Fuente: Qda. El Pescador

Vereda: Entre Centro y Las Vueltas

Imagen 11. Estación de Monitoreo C04 – Qda. El Pescador
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018



ESTACIÓN DE MONITOREO A01

Descripción: Qda. santa Bárbara antes de la desembocadura con la Qda. El Pescador.

Coordenadas:

X= 848047; Y= 767974

Altitud: 1150 msnm

Fuente: Qda. Santa Bárbara

Vereda: Estoracal

Imagen 12. Estación de Monitoreo A01 – Qda. Santa Bárbara
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018



ESTACIÓN DE MONITOREO A02

Descripción: Qda. el madroñal antes de la desembocadura con la Qda. El pescador

Coordenadas:

X= 843669; Y= 775333

Altitud: 575 msnm

Fuente: Qda. El Madroñal

Vereda: Centro

Imagen 13. Estación de Monitoreo A02 – Qda. El Madroñal
Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

Desde la Imagen 8 hasta la Imagen 13, se muestra los puntos de monitoreo de la red de monitoreo que se diseñó para el presente plan de ordenamiento del recurso hídrico de la Quebrada El Pescador y en los cuales se han ejecutado hasta la fecha dos campaña de monitoreo del presente ordenamiento del recurso hídrico.

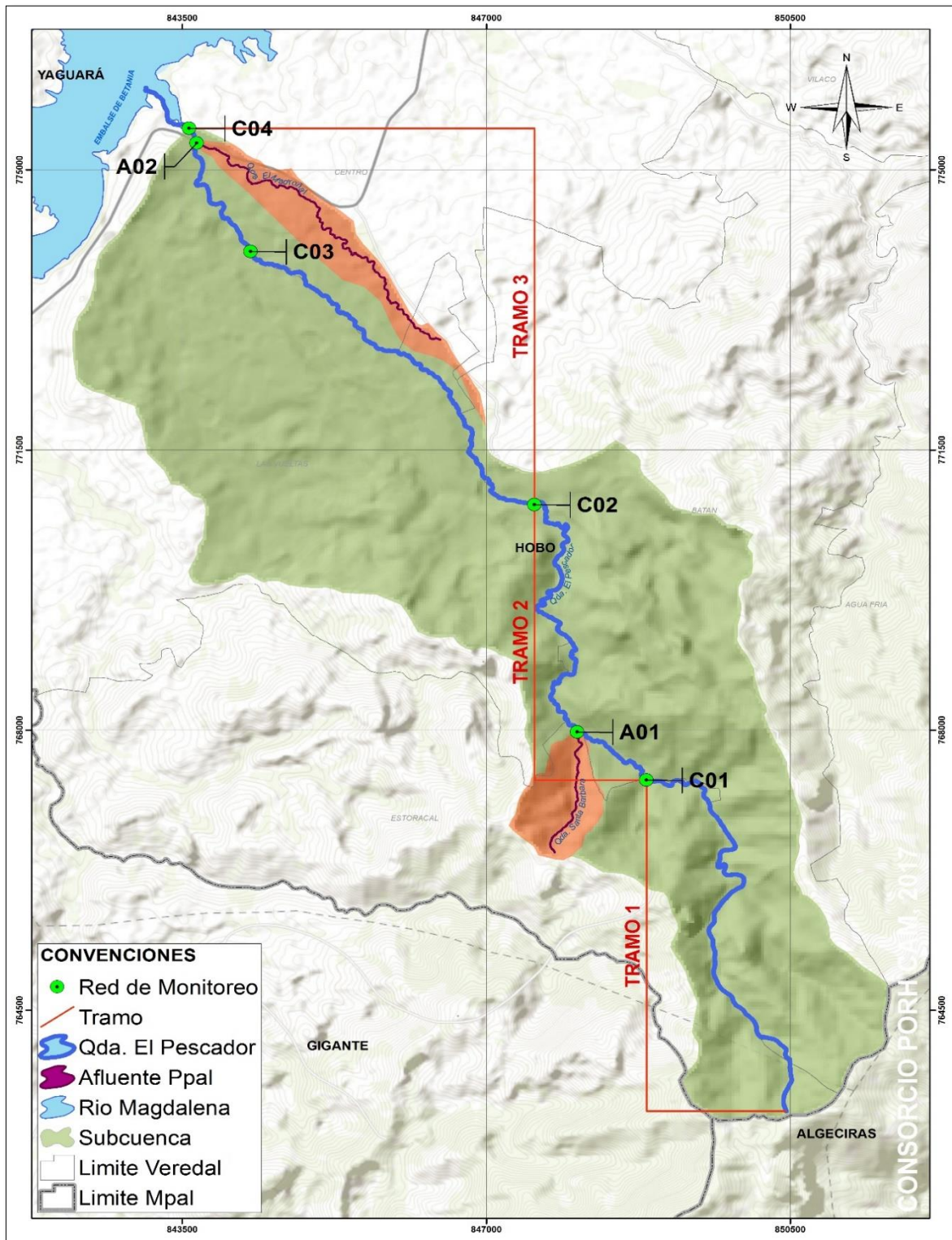


Figura 26. Ubicación estaciones de Monitoreo – Red de monitoreo Qda. El Pescador
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

4.8.32. Recomendaciones a tener en cuenta

Para las campañas de monitoreo es importante considerar el orden de las etapas a llevar a cabo en el proceso, con el objetivo que se estas sean lo más representativas posibles para asegurar confiabilidad e integridad en los resultados que se obtengan. Para ello, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La localización de las estaciones de muestreo deberá establecerse con anterioridad, es decir se debe contar la red de monitoreo planificada, verificando la ubicación con el sistema de información geográfica (SIG) utilizado para obtener las coordenadas exactas de los puntos de monitoreo.
- Para la toma de muestras en el cuerpo de agua principal y sus afluentes principales se debe evitar las áreas de turbulencia excesiva, considerando la profundidad, la velocidad de la corriente, y la distancia de separación entre ambas orillas.
- El recipiente muestreador se ubicará en la dirección opuesta al flujo e independiente del tipo de muestreo que se utilice, se debe purgar dos o tres veces el recipiente con el agua a recolectarse (a menos de que el recipiente contenga un preservante); teniendo en cuenta que para la mayoría de los análisis orgánicos, el llenado de los recipientes es completo, en tanto para los análisis microbiológicos se dejará un espacio para aireación y mezcla.
- Es necesario revisar el tipo de recipiente a utilizar por parámetro a evaluar, así como el volumen mínimo de muestra necesaria, los procedimientos de preservación y el tiempo que pueda mantenerse la muestra preservada, esto depende del protocolo del laboratorio con el que se trabaje.
- Las muestras colectadas deberán conservarse en neveras térmicas a una temperatura de refrigeración (4°C) disponiendo para ello preservantes de temperatura (Hielo seco, Ice pack). Así mismo, los recipientes deberán ser colocados en forma ordenada a fin de evitar daños, rompimientos o derrames.
- Se recomienda tener cuidado especial en el transporte de los recipientes con muestras equipos y reactivos. La logística del transporte, así como del modo de embalar los frascos es determinadas antes de iniciar las labores de campo.
- Las muestras se deberán entregar al laboratorio en el menor tiempo posible, preferiblemente dentro de las 24 horas de realizado el muestreo; teniendo en cuenta su protocolo de preservación de muestras, de acuerdo a los parámetros evaluados.

4.8.33. Proyección de costos para seguimiento y monitoreo del recurso hídrico en el corto, mediano y largo plazo

Después de planificar los aspectos a tener en cuenta dentro del programa de seguimiento y monitoreo del recurso hídrico para la Quebrada El Pescador, se proyecta los costos para la ejecución de las campañas de monitoreo en el corto (0-2 años), mediano (2-5 años) y largo plazo (5-10 años), según el horizonte del presente plan de ordenamiento del recurso hídrico (10 años).

Se presentan los costos por cada campaña de monitoreo para cada plazo, lo ideal es realizar dos campañas de monitoreo, en dos épocas diferentes (invierno y verano), con el objetivo de evaluar el cumplimiento de los objetivos de calidad en el corto, mediano y largo plazo.

Es importante tener en cuenta que los siguientes costos pueden variar dependiendo del laboratorio con el cual se subcontrate los seguimientos al plan de ordenamiento del recurso hídrico de la Quebrada El Pescador, además se pueden adicionar estaciones de monitoreo que la autoridad ambiental considere pertinentes.

Presupuesto Campaña calidad de aguas a corto plazo (Corto Plazo)				
No	Parámetros	Cantidad	Costo Unitario	Total
1	Calidad de Cuerpos de Agua superficial			
1.1	Parámetros in situ	1	23,865.00	23,865.00
1.2	Fisicoquímicos Básicos	1	1,386,390.00	1,386,390.00
1.3	Metales y metaloides	1	482,628.00	482,628.00
1.4	Iones	1	227,550.00	227,550.00
1.5	Microbiológicos	1	129,204.00	129,204.00
1.6	Hidrobiológicos	1	466,200.00	466,200.00
1.7	Otros	1	198,690.00	198,690.00
Sub total Calidad de Cuerpos de Agua				2,914,527.00
Sitios de Análisis de agua superficial		6	2,914,527.00	17,487,162.00
Total calidad de cuerpos de agua				17,487,162.00
2	Logística			
2.1	Honorarios biólogo/ día	2	333,000.00	666,000.00
2.2	Honorarios tecnólogo/ día	4	310,800.00	1,243,200.00
2.3	transporte a la zona de muestreo/día	2	444,000.00	888,000.00
2.4	informe	1	499,500.00	499,500.00
2.5	informe hidrobiológico	1	499,500.00	499,500.00
Total Logística				3,796,200.00
Total Costos Directos Campaña 1.				21,283,362.00
IVA				3,405,337.92
TOTAL				24,688,699.92

Tabla 113. Costos proyectados a corto plazo para el seguimiento y monitoreo
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

Presupuesto Campaña calidad de aguas a mediano plazo (Mediano Plazo)				
No	Parámetros	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Total (\$)
1	Calidad de Cuerpos de Agua			
1.1	Parámetros in situ	1	26,230.00	26,230.00
1.2	Fisicoquímicos Básicos	1	1,523,780.00	1,523,780.00
1.3	Metales y metaloides	1	530,456.00	530,456.00
1.4	Iones	1	250,100.00	250,100.00
1.5	Microbiológicos	1	142,008.00	142,008.00
1.6	Hidrobiológicos	1	512,400.00	512,400.00
1.7	Otros	1	218,380.00	218,380.00
Sub total Calidad de Cuerpos de Agua				3,203,354.00
Sitios de Análisis de agua superficial		6	3,203,354.00	19,220,124.00
Total calidad de cuerpos de agua				19,220,124.00
2	Logística			
2.1	Honorarios biólogo	2	366,000.00	732,000.00
2.2	Honorarios tecnólogo	4	341,600.00	1,366,400.00
2.3	transporte a la zona de muestreo	2	488,000.00	976,000.00
2.4	informe	1	549,000.00	549,000.00
2.5	informe hidrobiológico	1	549,000.00	549,000.00
Total Logística				4,172,400.00
Total Costos Directos Campaña 1.				23,392,524.00
IVA				3,742,803.84
TOTAL				27,135,327.84

Tabla 114. Costos proyectados a mediano plazo para el seguimiento y monitoreo
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

Presupuesto Campaña calidad de aguas a largo plazo (Largo Plazo)				
No	Parámetros	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Total (\$)
1	Calidad de Cuerpos de Agua			
1.1	Parámetros in situ	1	31,175.00	31,175.00
1.2	Fisicoquímicos Básicos	1	1,811,050.00	1,811,050.00
1.3	Metales y metaloides	1	630,460.00	630,460.00
1.4	Iones	1	297,250.00	297,250.00
1.5	Microbiológicos	1	168,780.00	168,780.00
1.6	Hidrobiológicos	1	609,000.00	609,000.00
1.7	Otros	1	259,550.00	259,550.00
Sub total Calidad de Cuerpos de Agua				3,807,265.00
Sitios de Análisis de agua superficial		6	3,807,265.00	22,843,590.00
Total calidad de cuerpos de agua				22,843,590.00
2	Logística			
2.1	Honorarios biólogo	2	435,000.00	870,000.00
2.2	Honorarios tecnólogo	4	406,000.00	1,624,000.00
2.3	transporte a la zona de muestreo	2	580,000.00	1,160,000.00
2.4	informe	1	652,500.00	652,500.00
2.5	informe hidrobiológico	1	652,500.00	652,500.00
Total Logística				4,959,000.00
Total Costos Directos Campaña 1.				27,802,590.00
IVA				4,448,414.40
TOTAL				32,251,004.40

Tabla 115. Costos proyectados a largo plazo para el seguimiento y monitoreo
 Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

4.8.34. Cronograma de seguimiento al recurso hídrico

De acuerdo al horizonte de tiempo del plan de ordenamiento del recurso hídrico de la Quebrada El Pescador y los plazos para la evaluación de los objetivos de calidad, además de régimen pluvial anual de la subcuenca, se propone ejecutar el seguimiento del recurso hídrico realizando dos campañas de monitoreo al año teniendo en cuenta los tiempos para el seguimiento en el cual se dividió el horizonte del presente PORH.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL SEGUIMIENTO AL RECURSO HIDRICO QDA. EL PESCADOR						
ACTIVIDADES	CORTO PLAZO (0-2 AÑOS)		MEDIANO PLAZO (2-5 AÑOS)		LARGO PLAZO (5-10 AÑOS)	
	VERANO	INVERNO	VERANO	INVERNO	VERANO	INVERNO
EPOCA DEL AÑO	AGOSTO	NOVIEMBRE	AGOSTO	NOVIEMBRE	AGOSTO	NOVIEMBRE
MESES	AGOSTO	NOVIEMBRE	AGOSTO	NOVIEMBRE	AGOSTO	NOVIEMBRE
1. Campañas de monitoreo para evaluar los objetivos de calidad en el corto plazo.						
2. Campañas de monitoreo para evaluar los objetivos de calidad en el mediano plazo						
3. Campañas de monitoreo para evaluar los objetivos de calidad en el largo plazo.						

Tabla 116. Cronograma de actividades para el seguimiento y monitoreo del recurso hídrico – Quebrada El Pescador

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

PRESUPUESTO GENERAL – COMPONENTE PROGRAMÁTICO QDA. EL PESCADOR Y SUS PRINCIPALES AFLUENTES

LINEA ESTRATÉGICA	No.	PROGRAMA	ESTRATEGIA	PLAZO DE EJECUCIÓN			PRESUPUESTO ESTIMADO
				CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO	
Oferta	1	Adquisición de terrenos destinados para la conservación de los ecosistemas y procesos hidrológicos de los que depende la oferta de agua de la Qda. El Pescador.	Conservación	X	X	X	\$812.000.000
Demanda	2	Control y seguimiento de la reglamentación anterior establecida (Res. 66 de 1950), de los usos y aprovechamientos de las aguas de la Qda. El Pescador y sus ppales afluentes, que discurren por el municipio de El Hobo en el Depto. del Huila.	Caracterización y cuantificación de la demanda del agua en cuencas priorizadas	X			\$180.000.000
Calidad	3	Seguimiento y monitoreo al recurso hídrico de la subcuenca Qda. El Pescador y sus principales afluentes.	Reducción de la contaminación del recurso hídrico	X	X	X	\$500.000.000
			Monitoreo, seguimiento y evaluación de la calidad del agua.	X	X	X	\$108.336.201
Riesgo	4	Diseño y construcción de obras de infraestructura, que permitan hacer un uso adecuado al recurso hídrico, como medida de adaptación al cambio climático y así, reducir el riesgo de desabastecimiento hídrico al momento de realizar actividades propias de la agricultura y demás.	Medidas de reducción y adaptación de los riesgos asociados a la oferta hídrica	X	X	X	\$1.573.782.000
Fortalecimiento Institucional	5	Familias protectoras del recurso hídrico.	Mejoramiento de la capacidad de gestión pública del recurso hídrico	X			\$80.000.000
Gobernabilidad	6	Consolidación de la asociación de usuarios que hacen uso de las aguas de la subcuenca de la Qda. El Pescador y sus principales afluentes.	Participación	X	X	X	\$300.000.000
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL							\$1.981.909.983

Tabla 117. Componente programático del recurso hídrico Subcuenca Qda. El Pescador y sus principales afluentes

Fuente: CONSORCIO PORH CAM, 2018

CONCLUSIONES

- Se realizaron ensayos con trazadores en 6 sitios representativos para el plan de monitoreo de calidad de agua, todos sobre el cauce principal, estimando de esta manera el comportamiento del transporte de solutos a partir de la relación entre dos variables principales, concentración y tiempo, suponiendo condiciones similares a las de una carga contaminante.
- Los ensayos con trazadores y la velocidad calculada para cada tramo de estudio permitieron estimar tiempos de viaje para la red de monitoreo propuesta.
- Para el plan de muestreo se establece el sitio en el que se toma cada muestra bajo aspectos como accesibilidad, representatividad, información disponible y continuidad en el monitoreo, razón por la cual se establecieron 4 puntos sobre el cauce principal de la quebrada El Pescador y 2 puntos sobre los principales afluentes.
- En general, la realización de los monitoreos estuvo cargo de un laboratorio acreditado por el IDEAM bajo los lineamientos de la norma NTC - ISO/IEC 17025, mediante resolución vigente, con toma de muestra y parámetros analizados de acuerdo a lo estipulado en las especificaciones relacionadas en la guía para la elaboración de planes de ordenamiento del recurso hídrico (55 parámetros fisicoquímicos, microbiológicos e hidrobiológicos), métodos normalizados por la AWWA y APHA, a través del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater y de acuerdo a métodos normalizados por la EPA.
- Los funcionarios de Consorcio PORH CAM 2017 realizaron recorrido aguas abajo desde el primer usuario identificado sobre del cauce principal de la quebrada El Pescador, identificando a su paso vertimientos, afluentes y usos, obteniendo puntos estratégicos en el sistema de coordenadas planas Magna Colombia Bogotá, lo que permitió dividir la subcuenca en 3 tramos con el fin de mejorar los resultados del presente plan de ordenamiento del recurso hídrico.
- El presente plan de ordenamiento del recurso hídrico permite articular la información disponible, con los resultados de los parámetros analizados en laboratorio y tomados en los monitoreos durante las dos campañas realizadas.
- Se definieron 4 puntos de monitoreo sobre el cauce de la quebrada El Pescador y 2 sobre los principales afluentes, repartidos en tres tramos; para ello se determinaron parámetros In situ y en laboratorio, determinando índices de calidad del agua, de acuerdo a la normatividad y a lo que la bibliografía define al respecto. El análisis se enfoca principalmente en la determinación de la calidad del agua para riego, pues el uso agrícola es uno de los principales usos de la subcuenca,

estudiando cálculos como el RAS (relación adsorción de sodio), contenido de sales solubles, salinidad potencial, porcentaje de sodio intercambiable, índice de magnesio y contenido de cloruros, arrojando resultados dentro del rango permisible por la normatividad.

- Para el plan de ordenamiento del recurso hídrico, se toman los parámetros In situ sobre el cuerpo de agua por el equipo consultor, pues estos corresponden a la serie de parámetros que son medidos de forma puntual y determinan el estado inmediato del recurso hídrico sobre el cual se hace la medición de cantidad.
- Se debe implementar periódicamente (corto, mediano y largo plazo) la red de monitoreo establecida en el presente ordenamiento, con el propósito de evaluar y controlar la calidad y cantidad del recurso de esta fuente, de allí, que se formula un programa de seguimiento y monitoreo al recurso hídrico en la fase 4 del plan de ordenamiento.
- Se determinó la línea base de cargas contaminantes mediante los resultados obtenidos en las dos campañas de monitoreo sobre la quebrada El Pescador para el presente plan ordenamiento del recurso hídrico.
- Dentro de los recorridos en campo se identificaron 2 afluentes representativos con usos destinados a la actividad agropecuaria, registrados en el plan de ordenamiento del recurso hídrico del año 2018.
- La caracterización y análisis fisicoquímicos se realizó por el laboratorio Hidrolab Colombia LTDA de Bogotá D.C con la finalidad de brindar mayor confiabilidad en los resultados, debido a que este cuenta con la mayoría de parámetros acreditados por el IDEAM mediante resolución N° 1950 del 06 de Septiembre de 2013.
- Se determinó la carga contaminante para DBO₅, SST, DQO, E. Coli, Coliformes fecales y totales, fósforo, nitrógeno, hierro y cloruros en 4 puntos de monitoreo, ubicados sobre el cauce principal de la Quebrada El Pescador con el propósito de conocer el aporte contaminante por estos parámetros a esta fuente hídrica para las dos campañas de monitoreo.
- Las cargas contaminantes se realizaron para los sólidos suspendidos totales (SST) y la demanda biológica de oxígeno (DBO₅); parámetros definidos en el Decreto 2667 de 2012 (Complicado en el Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015), expedido por el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible por el cual se reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales.

- La tasa de crecimiento poblacional calculada para el municipio de Hobo es de 0.0094 lo cual corresponde a un aumento de 8.5 habitantes en el corto plazo, 24.6 habitantes en el mediano plazo y 52.5 habitantes en el largo plazo, lo cual corresponde a un aumento de 0.08 l/s, 0.13 l/s y 0.27 l/s para el corto, mediano y largo plazo, respectivamente.
- El subsector piscícola presenta, en el municipio de Hobo un factor de crecimiento del 16%, lo cual constituye un aumento considerable en el área ya establecida para el uso piscícola y que utiliza el agua de la quebrada El Pescador para su producción, al pasar de 23.93 Has en el corto plazo a 37.69 Has en el mediano plazo y a 80.36 Has en el largo plazo. Este crecimiento se relaciona directamente con el caudal demandado por la actividad, el cual corresponde a 83.77 l/s en el corto plazo, 131.93 l/s en el mediano plazo y 281.28 l/s en el largo plazo. Lo anterior reafirma la condición actual presentada en la cuenca hidrográfica de la quebrada El Pescador, en la que el principal uso es el sector piscícola y a la vez el que representa la mayor demanda.
- Para las actividades enmarcadas en el sector agrícola y de acuerdo con la variación anual del área dedicada a esta actividad en el municipio de Hobo se proyecta un decrecimiento para los cultivos de pastos y cacao, y un crecimiento del 10% para los cultivos de frutales y cholupa.
- De acuerdo con los resultados obtenidos del índice del uso del agua estimado para una condición hidrológica normal se tiene que el tramo 3 de la quebrada El Pescador, presenta altas condiciones de presión hídrica desde el corto plazo que se mantienen hasta el largo plazo.
- Bajo condiciones hidrológicas secas el índice de uso del agua representa para el tramo 3 de la quebrada EL Pescador una clasificación crítica durante todos los escenarios planteados, lo que evidencia el desbalance que se presenta actualmente de la demanda frente a la oferta hídrica de la fuente.
- La vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico del tramo 3 de la quebrada El Pescador se clasifica en Alta para los escenarios a corto y mediano plazo bajo condiciones normales y Muy Alta para el escenario a largo plazo, el cual corresponde a la demanda proyectada más alta.
- El índice de vulnerabilidad hídrica para el tramo 3 de la quebrada El Pescador bajo condiciones hidrológicas secas se clasifica para todos los escenarios en Muy Alto, lo cual, consecuentemente con lo obtenido respecto a la proyección de la demanda, visibiliza la fragilidad de la corriente para satisfacer la demanda hídrica que sobre ella se ejerce.

- De acuerdo con los resultados obtenidos para los índices IUA e IVH bajo condiciones de aumento de la demanda hídrica (proyectados), se recomienda a la CAM hacer un seguimiento principalmente en periodos de bajas precipitaciones sobre los cauces de la quebrada El Pescador, a fin de evitar que el crecimiento del sector piscícola afecte la disponibilidad del recurso hídrico de esta corriente.
- En los parámetros SST y DBO₅ la menor carga contaminante se encontró en el punto C03 (quebrada El Pescador después de los descoles provenientes de labranzas) durante las dos campañas de monitoreo, este comportamiento se le atribuye a la baja concentración obtenida para los parámetros analizados, la baja presencia antrópica en la zona, además de la reducción obtenida en el caudal debido a las derivaciones existentes antes de esta estación monitoreo.
- La mayor carga contaminante para DBO₅ se encontró en el punto de C04 correspondiente a quebrada El Pescador antes de desembocar al embalse de Betania en la campaña 1 y C02 correspondiente a quebrada El Pescador antes de la captación San Luis en la campaña 2; se debió principalmente a que en estos puntos ubicados en el cauce principal son receptores de diferentes tributarios, aumentando así el valor de caudal a medida que la corriente discurre aguas abajo.
- Para SST la mayor carga contaminante se presentó en el punto de muestreo C02 correspondiente a quebrada El Pescador antes de la captación San Luis para la campaña 1 y 2, este resultado se le atribuye al caudal aforado en esta estación.
- Se encontró que para las cargas contaminantes en los afluentes principales de la quebrada El Pescador, los valores máximos de SST en la campaña 1 se registraron en el sitio de muestreo A02 (quebrada El Madroñal antes de la desembocadura con la quebrada El Pescador), debido al aumento de caudal de una campaña a la otra. Por el contrario, para la segunda campaña de monitoreo la mayor carga para SST se presentó en el punto A01 (quebrada Santa Bárbara antes de la desembocadura con la quebrada El pescador), este comportamiento atribuido al aumento de una campaña a otra debido a un posible arrastre de partículas el día del monitoreo.
- La menor carga contaminante para SST se presentó en la estación A01 (quebrada Santa Bárbara antes de la desembocadura con la quebrada El pescador) para la campaña 1 y en A02 (quebrada El Madroñal antes de la desembocadura con la quebrada El Pescador) para la campaña 2.
- La DBO₅ presentó un comportamiento similar a los SST, la máxima carga contaminante se registró en el sitio de muestreo A02 (quebrada El Madroñal

antes de la desembocadura con la quebrada El Pescador) y la menor en A01 (quebrada Santa Bárbara antes de la desembocadura con la quebrada El pescador) en la campaña 1 y en la campaña 2 este parámetro se mantuvo constante.

- La corriente hídrica de la quebrada El Pescador contó con una buena capacidad de autodepuración de materia orgánica, pues la carga acumulada determinada sobre el cauce principal para la mayoría de parámetros estudiados se encuentra por encima de la acumulada por tributarios.
- Los coliformes totales, demanda química de oxígeno (DQO), fósforo y cloruros presentaron en algunos puntos de monitoreo un aumento en la carga acumulada por tributarios la cual supera la carga analizada sobre el cauce principal debido al ingreso adicional de materia orgánica e inorgánica representada como fuente difusa, ocasionando así un aumento de éstos.
- Se recomienda en los futuros seguimientos, monitorear con los parámetros objeto de tasa retributiva DBO5 y SST los posibles vertimientos que se identifiquen durante la ejecución del PORH, con el objetivo de conocer la carga real que ingresa a la corriente debido a fuentes puntuales y difusas de contaminación.
- Los perfiles de calidad sobre el cauce principal de la quebrada El Pescador permitieron observar y analizar el comportamiento de esta corriente hídrica en los puntos monitoreados desde antes de la desembocadura de la quebrada Ruchica, hasta su desembocadura en el embalse de Betania.
- El comportamiento del caudal en la quebrada El Pescador varía conforme el fluido discurre, debido al aporte de tributarios, sin embargo se evidencia disminución de este en los dos afluentes analizados (A01 y A02) y en la sección que abarca el punto C02 de la red de monitoreo correspondiente a quebrada El Pescador antes de la captación San Luis, hasta el punto C03 quebrada El Pescador después de los descoles provenientes de labranzas, a causa de las derivaciones para uso doméstico, industrial y agropecuario.
- Los perfiles de calidad para los datos in situ (pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica y Oxígeno Disuelto) de los puntos ubicados sobre el cauce principal y sus afluentes de la red de monitoreo del presente proyecto, revelan un comportamiento estable sin variaciones significativas, dado que cumple con los límites permisibles para los diferentes usos descritos en el Decreto 1594 de 1984, actualmente compilado en el decreto único reglamentario 1076 de 2015.

- El parámetro conductividad en los datos in situ de los puntos ubicados sobre el cauce principal, presenta variaciones, sobre todo en los puntos ubicados en la parte media y baja de la subcuenca, sin embargo estos no exceden el límite máximo permisible para riego reportado por la FAO para el uso agrícola.
- Los resultados fisicoquímicos reportados para las estaciones localizadas sobre la quebrada El Pescador y sus principales afluentes, fue realizado por el laboratorio INGECOL AMBIENTAL SAS & HIDROLAB COLOMBIA LTDA, durante la primera y segunda campaña del plan de monitoreo.
- El análisis de los resultados fisicoquímicos medidos en campo y analizados en laboratorio, de acuerdo a las muestras recolectadas durante las campañas realizadas, registran en la mayoría de parámetros valores dentro de los intervalos establecido en las clasificaciones específicas y descritas en el decreto 1594 de 1984 compilado actualmente en el Decreto 1076 de 2015.
- La DQO registró para la mayoría de puntos de monitoreo en las dos campañas valores menores al límite de cuantificación del laboratorio (<2 mg/L), por ende no existió una concentración relevante de materia orgánica susceptible a ser degradada por este medio.
- Los valores máximos reportados para la turbiedad durante la primera y segunda campaña, coinciden con los obtenidos para los de SST, pues cuanto mayor sea la cantidad de sólidos suspendidos en el fluido, mayor será el grado de turbidez, mostrando así la congruencia en los resultados obtenidos.
- El cuerpo de agua no mantuvo su capacidad de autodepuración para los parámetros microbiológicos (coliformes totales y fecales), según los resultados obtenidos, posiblemente, a los aportes contaminantes de origen microbiológico en la zona, de allí que para la primera campaña de monitoreo en algunos puntos los valores hayan incrementado, excediendo el límite máximo permitido para consumo humano según el decreto 1594 de 1984 (Compilado en el Decreto 1076 de 2015).
- Los resultados de los parámetros microbiológicos dependen de las condiciones temporales de la fuente hídrica días antes del monitoreo o incluso el mismo día, por ende para las respectivas restricciones en cuanto a los usos que se pretendan concesionar en el tiempo de ejecución del presente PORH, se recomienda hacer los seguimientos pertinentes a la calidad del agua, antes de otorgar cualquier permiso o concesión.

- Los puntos de monitoreo de la quebrada El Pescador en la campaña 1, analizados para clorofila - a corresponden a aguas productivas, ya que superan un valor de 0.50 mg/m^3 ; por el contrario, todos los sitios de muestreo de la campaña 2 indicaron aguas ligeramente productivas, ya que estuvieron en un rango de $0.20 - 0.50 \text{ mg/m}^3$.
- El índice de calidad de agua – ICA para la campaña 1 arrojó una clasificación Buena en las dos primeras estaciones, pasando por una clasificación Aceptable en los siguientes 3 sitios de muestreo y finalizando nuevamente con una clasificación Buena en el último punto de monitoreo. Este cambio ocurre debido a la concentración obtenida para cada parámetro evaluado dentro del índice de calidad del agua, bajo condiciones estables; con respecto a la campaña 2, todos los puntos monitoreados tienen una clasificación Buena para la calidad del agua, siendo un aspecto positivo para el ordenamiento del recurso hídrico de la corriente Quebrada El Pescador.
- Los resultados del índice de contaminación por materia orgánica – ICOMO, arrojaron que el índice contaminación en todos los puntos monitoreados fue bajo, excepto la quebrada Madroñal (A02) donde se reportó una contaminación media para la primera campaña, lo que indica que los cuerpos de agua presentan una cantidad de oxígeno variable, interviniendo en los procesos metabólicos de los microorganismos; sin embargo, en la segunda campaña varía de ninguna a una contaminación baja, debido a la concentración de coliformes totales y DBO_5 durante la primera campaña, la cual fue mayor con relación a la segunda campaña.
- No existe contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS) en ninguno de los sitios de muestreo para las dos campañas de monitoreo, puesto que este parámetro presentó concentraciones bajas y estables en la fuente.
- La red de monitoreo hidrobiológico del PORH de la Quebrada El Pescador fue constituida por 6 puntos de muestreo durante dos campañas, esta red de monitoreo incluyó la identificación de 17 morfotipos de algas y 23 morfotipos de macroinvertebrados. Tanto entre los sitios ubicados en el cuerpo de agua principal como entre los dos tributarios se evidenciaron ciertas diferencias espaciales en todos los indicadores analizados determinando que en el cauce principal existe una dinámica heterogénea que probablemente se encuentre asociada a las condiciones ambientales que influyen la posición de cada uno de los sitios, en los cuales se puede declarar que las densidades y riquezas de éstos dos grupos hidrobiológicos son de carácter moderado a bajo.

- La ecología de los principales representantes de ambos grupos denota que existen características generales naturales del hábitat a favor, pero como se mencionó anteriormente las densidades y riquezas de ambos grupos no demuestran una importante colonización.
- La densidad de organismos genera un efecto de incrementos y disminuciones entre las diferentes fuentes, el indicador del número de organismos por taxa generó un resultado que esclarece los efectos de tolerancia y adaptación a la contaminación, por su parte el Índice de calidad BMWP registró en la mayoría de las estaciones categorías que oscilaron entre 7-70 durante la primera campaña y 31-35 en la segunda, estos valores corresponden a la clasificación de aguas desde “aguas ligeramente contaminadas” a “fuertemente contaminadas”. La mayoría de los sitios fueron entonces clasificados como “aguas muy contaminadas” y desde este punto de vista la calidad del agua está comprometida desde un nivel moderado a crítico.
- Según los resultados derivados de los índices de calidad ecológica con las algas perifíticas las estaciones ubicadas en los puntos A01 y A02 (A01 Sobre el cauce de la quebrada Santa Bárbara antes de la desembocadura con la quebrada El Pescador y A02 Sobre el cauce de la quebrada El Madroñal antes de la desembocadura con la quebrada El Pescador) corresponden a lugares que presentan afectaciones con gradientes diferenciales y atípicos en la serie analizada, estos resultados presentaron cierta consistencia en ambas campañas, esta mayor divergencia en cuanto a la relación entre la matriz biótica y la fisicoquímica refleja un comportamiento atípico de la relación entre las variables y en consecuencia estos lugares denotan atención prioritaria en la cuenca.
- Los resultados de las variables generales también denotan que los sitios C03 y C04 (C03 Sobre el cauce de la quebrada El Pescador después de los descoles provenientes de labranzas y C04 Sobre el Cauce de la quebrada El Pescador antes de desembocar al Embalse de Betania) generan los más bajos valores de diversidad, por lo cual indican que no existe un ambiente favorable para el desarrollo de la biota acuática.
- La relación del índice de calidad ecológica con las variables sometidas al modelo en cada campaña señala la incidencia de diferentes tendencias ambientales que afectaron el índice por varios grupos de variables. El primero de ellos es el caudal, el pH, la alcalinidad, la dureza total, los sólidos disueltos totales y afines estas variables representan indicadores generales metabólicos como la capacidad de amortiguar la acidez en el agua y carga de material que descarga y afecta a la masa de agua. El segundo grupo de variables lo componen la concentración de diferentes tipos de nutrientes, entre ellos Calcio, Sodio, Hierro y formas nitrogenadas como amonio y nitratos además de formas fosfatadas, este es un

indicio de que la cuenca está afectada por componentes activos de sustancias que en combinación generan una contaminación química compleja, mixta y aditiva.

- Se observó la participación de variables relacionadas con la contaminación orgánica asociada a la descarga de aguas residuales o vertimientos asociados a la producción pecuaria tales como la concentración de coliformes.
- La mayoría de las variables mencionadas generaron relaciones inversas con el índice y algunas de ellas fueron superiores a 0,5, sin embargo, ninguna de estas relaciones fue estadísticamente significativa. Se reitera nuevamente que la claridad del índice depende del número de estaciones involucradas en el modelo y en esta red de monitoreo el número de sitios es limitada por lo cual las tendencias mencionadas anteriormente quedan sujetas a futuros monitoreos en las mismas estaciones o en una red de monitoreo mucho más robusta.
- El índice de calidad ecológico para ambos grupos sugiere que la red de monitoreo se encuentra en un estado aceptable a crítico.
- Las comunidades hidrobiológicas representadas por macroinvertebrados y perifiton han sugerido que la red de monitoreo de la cuenca la Quebrada El Pescador se encuentra en condiciones de vulnerabilidad ambiental, es decir existen condicionantes ecosistémicos de diferente orden que generan una importante afectación.
- Tanto los macroinvertebrados como el perifiton a través de su análisis de abundancias, índices, correlaciones fisicoquímicas, índice BMWP han representado eficientemente los cambios entre los sectores y han permitido detectar zonas aceptables, críticas y vulnerables en la cuenca, estas zonas, las cuales fueron enunciadas anteriormente son llamadas a una perentoria restauración ecológica lo que finalmente garantizará la calidad del recurso hídrico.
- Dentro del análisis hidrobiológico del agua de la Quebrada El Pescador, se analizaron otras comunidades hidrobiológicas, correspondientes a fitoplancton, zooplancton y macrófitas acuáticas para la segunda campaña de monitoreo. Donde el fitoplancton reportó individuos representantes de la división Ochrophyta, con presentando diversidades medio-baja, y ligera dominancia del genero Pediastrum en el punto A01, indicando que este posee características que le otorgan ventajas para aprovechar mejor los nutrientes del medio.

- La comunidad zooplanctónica, reportó una baja riqueza y abundancia, característica común en aguas lólicas, ya que esta población es susceptible a las corrientes; con organismos cosmopolitas representantes de aguas limpias a ligeramente contaminadas por materia orgánica.
- Las macrófitas acuáticas fueron escasas durante el muestreo, reportándose el género *Eleocharis* en el sitio C04; cabe resaltar que esta comunidad es susceptible a los cambios en el nivel de agua, ya que prefieren sustratos estables y sistemas lénticos o con poco caudal.
- Para la subcuenca hidrográfica de la quebrada Pescador, se tiene que el régimen presente es de tipo bimodal, con dos periodos secos y dos húmedos bien diferenciados entre sí. La variación estacional de la precipitación muestra que los periodos húmedos de la subcuenca son de marzo a abril y de octubre a diciembre y, los periodos secos en enero y febrero y de junio a septiembre. El mes más seco es agosto y el más húmedo noviembre. Otras variables climáticas que presentan una variación similar a la precipitación son la humedad relativa y la nubosidad, mientras que en variables como la temperatura, el brillo solar y la evaporación, la variación intra-anual es inversa.
- Con base en el balance hidrológico de largo plazo se tiene que el caudal medio anual multianual para la subcuenca hidrográfica e la quebrada El Pescador es de $0.744 \text{ m}^3/\text{seg}$. Para la quebrada Santa Bárbara y El Madroñal dicho caudal es de $0.023 \text{ m}^3/\text{seg}$ y $0.029 \text{ m}^3/\text{seg}$, respectivamente.
- Los caudales mínimos estimados con un periodo de retorno de 10 años son de $0,198 \text{ m}^3/\text{seg}$ para la subcuenca hidrográfica de la quebrada EL Pescador y de $0,006 \text{ m}^3/\text{seg}$ y $0.007 \text{ m}^3/\text{seg}$ para la quebrada Santa Bárbara y El Madroñal, respectivamente.
- La oferta hídrica superficial total estimada para la subcuenca hidrográfica de la quebrada El Pescador para un año hidrológico normal es de $0.743 \text{ m}^3/\text{seg}$, seco de $0.269 \text{ m}^3/\text{seg}$ y húmedo de $1.964 \text{ m}^3/\text{seg}$. Para la quebrada Santa Bárbara para un año hidrológico normal es de $0,024 \text{ m}^3/\text{seg}$, seco de $0,009 \text{ m}^3/\text{seg}$ y húmedo de $0.050 \text{ m}^3/\text{seg}$. Igualmente, para la quebrada El Madroñal, para un año hidrológico normal es de $0,030 \text{ m}^3/\text{seg}$, seco de $0,012 \text{ m}^3/\text{seg}$ y húmedo de $0.091 \text{ m}^3/\text{seg}$
- Con base en los resultados del índice de aridez, se tiene que todas las unidades de estudio son Altamente deficitarias de agua. Lo anterior evidencia un alto grado de insuficiencia de la precipitación para el sostenimiento de los ecosistemas presentes en la zona.

- La subcuenca hidrográfica de la quebrada El Pescador presentan índices de retención de humedad moderados en todas sus unidades de estudio (C01, C02, C03 y C04), al igual que la unidad correspondiente a la quebrada El Madroñal (A02). Sin embargo, en la quebrada Santa Bárbara dicho índice es Alto.
- La propuesta para la subcuenca hidrográfica de la quebrada El Pescador de caudal ambiental anual (promedio de los caudales ambientales mensuales) es para C01 del 35%, C02 del 31, y C03 y C04 del 37%. Para la quebrada Santa Bárbara el caudal ambiental propuesto en la unidad de estudio A01 es del 28% y para la quebrada El Madroñal (A02) es del 37%.
- La oferta hídrica superficial disponible estimada para la subcuenca hidrográfica de la quebrada El Pescador para un año hidrológico normal es de 0.481 m³/seg y seco de 0,138 m³/seg, para la quebrada Santa Bárbara para un año hidrológico normal es de 0,017 m³/seg y seco de 0,005 m³/seg. Igualmente, para la quebrada El Madroñal para un año hidrológico normal es de 0,019 m³/seg y seco de 0,006 m³/seg.
- Sobre el cauce de la quebrada El Pescador la demanda hídrica es 0,088 m³/s; en donde el sector socioeconómico con la demanda más alta es el Pecuario, con un caudal derivado de 0,069 m³/s, seguido se tiene la agricultura con 0,0155 m³/s y en tercer lugar tenemos el doméstico o consumo humano con 0,0036 m³/s.
- Para la subcuenca en estudio se establecieron 3 Tramos, sobre los Tramos 1 y 2 no se registraron solicitudes de concesión de agua, sobre el Tramo 3 se presenta la mayor demanda hídrica a nivel de toda la Subcuenca con un caudal de 97.81 L/s, dado a que sobre esta zona se encuentra la mayor cantidad de captaciones para uso agrícola más específicamente piscicultura.
- Al evaluar la estimación del IUA para un año hidrológico normal, el estudio arrojó lo siguiente: el IUA para los Tramos 1 y 2 es Muy Bajo, dada que dichos tramos no tienen demanda hídrica alguna, al no tener dentro de su zona concesiones de agua otorgadas. Sin embargo, en el Tramo 3 el IUA es 38.97%, lo cual corresponde a una categoría Alta, abarcando la totalidad de la concesiones de aguas concesionadas.
- Los valores obtenidos en la estimación del IUA para un año hidrológico seco dan cuenta de la presión hídrica de la quebrada El Pescador, dado que su oferta disponible no es suficiente para satisfacer la demanda sobre el Tramo 3. De esta manera, se tiene que el IUA es de 1.58%, siendo de categoría Crítica, y del 0% para los dos tramos anteriores 1 y 2 siendo de categoría Muy Bajo.

- De acuerdo con los valores obtenidos en la estimación del IVH sobre la quebrada El Pescador para un año hidrológico normal, se observa que el grado de fragilidad del sistema hídrico es muy bajo para el Tramo 1 y bajo para el Tramo 2 lo que da evidencia de una oferta hídrica alta con respecto al abastecimiento y a la amenaza de sequía sobre estas dos zonas al momento de presentarse condiciones hidroclimáticas extremas. Es el caso contrario para el análisis sobre el Tramo 3, ya que esta zona presenta un IVH Alto lo que correspondería a una oferta hídrica baja, con alto riesgo de desabastecimiento.
- El análisis de los valores obtenidos en la estimación del IVH sobre la quebrada el pescador para un año hidrológico seco, arrojaron que el grado de fragilidad del sistema hídrico es Muy bajo y bajo para los tramos 1 y 2 respectivamente lo que permite mantener una oferta hídrica alta con respecto al abastecimiento y a la amenaza de sequía sobre estas dos zonas al momento de presentarse condiciones hidroclimáticas extremas. Es el caso contrario para el análisis sobre el tramo 3, ya que esta zona presenta un IVH Muy Alto lo que correspondería a una oferta hídrica baja, con posibles riesgos de desabastecimiento a corto plazo.
- Para la quebrada El Pescador sobre un año hidrológico normal, la categorización de la amenaza es Baja presentando una reducción sobre la oferta en el tramo 1 y en el tramo 2 debido a que sobre estos no se presentan usos concesionados, mientras que para el tramo 3 este índice de amenaza Media, ya que sobre este tramo se encuentra la mayoría de los usos.
- La categorización de la vulnerabilidad a la reducción de la oferta hídrica para la quebrada El Pescador, es Baja para los tramos 1 y 2 tanto época húmeda como seca, ya que no registran demandas. El tramo 3, en el que se concentra toda la demanda agrícola, pecuaria y doméstica, en año hidrológico normal y seco tiene una vulnerabilidad Alta debido a la magnitud de la demanda presente en esta zona.
- La determinación del riesgo asociado a la reducción de la oferta hídrica en la quebrada El Pescador es bajo en el Tramo 1 y Tramo 2 bajo condiciones hidrológicas normales y secas (no existen usos concesionados sobre estas zonas), y alto en el Tramo 3 para la condición normal y seca, esto dado por la demanda que se presenta sobre la zona con la mayoría de usos concesionados y otorgados
- El índice del BMWP evidenciado en todas las estaciones de muestreo para las dos campañas de monitoreo en la quebrada El Pescador, osciló entre una calidad Muy Crítica, Crítica, Aceptable y Dudosa. La categorización de la amenaza para la campaña 1 y 2 se determinó evaluando la calidad del agua en cada estación con relación al índice de calidad de agua – ICA determinado por la metodología

del ENA, 2014 y el índice BMWP el cual se halló con los resultados obtenidos para la comunidad hidrobiológica de macroinvertebrados bentónicos; donde la evaluación de la calidad se definió por la categoría más restrictiva entre los dos índices.

- Las condiciones hidrobiológicas de la fuente hídrica (quebrada El Pescador), definieron la amenaza para la determinación de los riesgos asociados a la disponibilidad del recurso hídrico, a excepción de los puntos C02, A02 y C04 (Determinados únicamente con el ICA), concluyendo así que el agua analizada presenta en varios puntos de monitoreo riesgo para la salud pública por su ingestión o contacto, bien sea por concentraciones elevadas de parámetros fisicoquímicos o por presencia de microorganismos patógenos o indicadores de contaminación.
- La vulnerabilidad hallada a partir de la identificación de los usos en cada tramo de la subcuenca resultó Alta para todas las estaciones de muestreo, a excepción del punto C02 que indico Media, debido a que presenta uso doméstico; esto implica, que en el momento de evaluar los usos potenciales en la fase 3, se debe dejar claro que el consumo humano y el recreativo por contacto directo debe quedar restringidos hasta que las condiciones de calidad mejoren y la amenaza cambie de categoría, para obtener una vulnerabilidad media o baja y por ende el riesgo también cambie.
- Se obtuvo un riesgo Alto por disponibilidad del recurso hídrico en la Quebrada El Pescador, el cual fue definido con la calidad de la fuente desde el ámbito fisicoquímico e hidrobiológico, definiendo así la amenaza y los usos actuales los cuales definieron la vulnerabilidad, para así obtener dicho riesgo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1996. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia, Pama Editores Ltda. Bogotá, Colombia. 217 pp.
- Alba Tercedor J, Sánchez – Ortega A. 1988. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basada en el de Helawell (1978). *Limnética*, 4: 51-56.
- Alba Tercedor, J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. IV simposio del agua en Andalucía (SIAGA). Almería. Vol. II 203 – 213.
- Alcaldía de Hobo. (2000). Esquema de Ordenamiento Territorial. Hobo.
- Análisis comparativo de indicadores de la calidad de agua superficial. Mario, V. María. *Revista avances en recursos hidráulicos – Núm. 14 Octubre 2006 – Medellín.*
- APHA, AWWA, WPCF. (2012) *Standard Methods for the Examination of water and wastewater.* 21 Ed. 2005.
- Bonada N, Rieradevall M, Prat N. 2000. Temporalidad y contaminación como claves para interpretar la biodiversidad de macroinvertebrados en un arroyo mediterráneo (Riera de Sant Augot, Barcelona). *Limnética*. 18:81– 90.
- Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena - CAM. (1950). Resolución 66. Neiva.
- Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena - CAM. (2006). Resolución 1321. Neiva.
- Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena - CAM. (2006). Resolución 514. Neiva.
- Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena - CAM. (2013). Resolución 1424. Neiva.
- Camacho, L., & Cantor, M. (2006). Calibración y análisis de la capacidad predictiva de modelos de transporte de solutos en un río de montaña colombiano. *Avances en recursos hidráulicos - N° 14, Pp. 39-51.*
- Carvajal, Y., & Castro, L. (2010). Análisis de tendencia y homogeneidad de series climatológicas. Santiago de Cali: EIDENAR.

- Chávez, B., & Jaramillo, A. (1998). Regionalización de la temperatura del aire en Colombia. Chinchiná: CENICAFE.
- Chiang, S., & Johnson, F. (1976). Low flow criteria for diversions and impoundments. J Water Res PI-Asce.1976102 (2):227-238.
- Codazzi, U. d. (2012). Atlas de la distribución de la propiedad rural en Colombia. . Bogotá.
- Coffman, W.P. & Ferrington L.C. 1996. Chapter 26: Chironomidae. Páginas 635-754 en: R.W. Merritt y K.W. Cummins (eds.) An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Kendall/HuntPub. Co.
- Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Bogotá D.C
- Congreso de la República de Colombia. Ley 1523 de 2012, por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema nacional de gestión del riesgos de desastres y de dictan otras disposiciones.
- CVC. (2002). Estudio de la calidad del agua del río Cauca y sus principales tributarios mediante la aplicación de índices de contaminación tramo Salvajina - la Virginia. Santiago de Cali: Convenio Interadministrativo 0168 de Noviembre 27.
- Desarrollo, M. D. (2015). Decreto 1076.
- ENA. (2014). Estudio Nacional de Agua. Bogotá, DC: Sistema Nacional de Información Ambiental - SIAC.
- Fernández, N., Ramírez, A., & Solano, F. (2010). INDICES FISICOQUIMICOS DE CALIDAD DEL AGUA UN ESTUDIO COMPARATIVO. Universidad de Pamplona: Conferencia Internacional Usos Múltiples del agua: para la Vida y el desarrollo sostenible.
- Grupo HTM y GOTTA INGENIERIA S.A.S., 2013. Plan de ordenamiento y manejo de recurso hídrico de la corriente hídrica del Río Gualí. Medellín, Antioquia, Colombia.
- Herrera, S. (01 de 04 de 2016). Obtenido de Universidad de Cantabria: www.meteo.unican.es
- IDEAM. (2004). Determinación de Oxígeno Disuelto Método Yodométrico Modificación de Azida. Bogotá.

- IDEAM. (2010). Estudio Nacional del Agua. Bogotá D.C.
- IDEAM. (2013). Zonificación y Codificación de Cuencas Hidrográficas. Bogotá.
- Instituto de Hidrología, meteorología y Estudios ambientales – IDEAM, 2007. Protocolo para el monitoreo y seguimiento del agua.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios ambientales – IDEAM, 2014 Estudio Nacional del Agua (ENA).
- Instituto de Hidrología, meteorología y Estudios ambientales – IDEAM, Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas del (Capítulo 6, tipo de muestras y frecuencia de muestreo) Pág. 16.
- Jaramillo, M., Vélez, J., & Vélez, M. (s.f.). Estimación de caudales mínimos usando un modelo distribuido de tanques. Medellín Colombia.
- Liber Martín, J. B. (2015). Análisis, prevención y resolución de conflictos por el agua en América Latina Y el Caribe.
- Marx, I. A. (2016). Calidad del agua de consumo humano en España. Móstoles.
- Metcalf & Eddy (1995). Ingeniería de aguas residuales, tratamiento vertido y reutilización. Volumen 1 y 2. Mc Graw Hill. Tercera Edición. Madrid.
- MINAMBIENTE. (2014). Guía Técnica para la Formulación de Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico. Bogotá, DC.
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2014. Guía para la formulación de planes de ordenamiento del recurso hídrico – PORH.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Decreto 2667 del 21 de diciembre de 2012, por el cual se reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales, y se toman otras determinaciones.
- Ministerio de ambiente, Vivienda y desarrollo territorial, 2010. Política Nacional para la gestión integral del recurso hídrico.
- Ministerio de ambiente. Ley General Ambiental de Colombia. Ley 99 de 1993, por la cual se crea el Ministerio de ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.

Needham J G, Needham P R. 1982. Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces. Traducción adaptada para España y América. Edit. Reverté. S.A. Barcelona.

OMM. (2012). Glosario Hidrológico Internacional. Ginebra, Suiza.

Organización Mundial de la Salud. (2004). Guías para la Calidad del Agua Potable. Hojas de información sobre sustancias químicas. Obtenido de www.bvsde.paho.org/CD-GDWQ/Biblioteca/GuiasGDW/GDWQ%20OMS%20en%20Esp/gdwq0506_C_hapter_12_S_Final.pdf

Paggi AC. Los Quironoómidos (Diptera) y su empleo como bioindicadores. *Biología Acuática*.2003; 21:50–57.

Pardo, J. (2002). Estudio comparativo de la comunidad de Chironomidae (Díptera) en ríos contrastantes en el eje de la Transístmica, Corregimientos de Chilibre y Nuevo San Juan. Tesis de Maestría en Entomología, V.I.P., Universidad de Panamá. 85pp.

Pérez León, J. M. (2011). Manual para determinar la Calidad del Agua para riego Agrícola. Xalapa de Enriquez, Veracruz: Facultad de Ciencias Agrícolas UV.

Pinilla, G., Rodriguez, E., & Camacho, L. (2014). Propuesta metodológica preliminar para la estimación del caudal ambiental en proyectos licenciados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). Bogotá D.C.

Pizarro, F. (1978). Drenaje Agrícola y Recuperación de Suelos Salinos. Madrid, España: Editorial Agrícola de España.

Presidencia de la República de Colombia. Decreto 1541 de 1978, por el cual se reglamenta la parte III del libro del Decreto – Ley 2811 de 1974 “De las aguas no marítimas” y parcialmente la Ley 23 de 1973.

Presidencia de la República, Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible. Decreto 1076 de 2015, por el cual se expide el decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible.

Presidencia de la República. Decreto 1594 de 1984, por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.

- Presidencia de la República. Decreto 3930 de 2010. Por el cual se reglamenta parcialmente el título I de la Ley 9 de 1979, así como el capítulo II del Título VI- Parte III – Libro II del Decreto – ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.
- Richardson, J. S. (1992). Food, microhabitat, or both? Macroinvertebrate use of leaf accumulations in a montane stream. *Fresh water Biology*, 27: 169-176.
- Rodier J. (2009). Análisis del agua. Ediciones Omega. Novena edición. Barcelona.
- Roldán G, Ruiz E. 2001. Development of Limnology in Colombia. Wetzel. R.G and Gopal B (Ed). *Limnology in Developing Countries* 3: 69 – 119.
- Roldán G. 1988. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Universidad de Antioquia. Fen. Colciencias. Edit. Presencia. Bogotá.
- Roldán G. 1992. Fundamentos de Limnología Neotropical. Primera ed. Editorial Universidad de Antioquia.
- Roldán G. 1999. Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. *Rev. Acad. Colombia. Ciencias* 23(88): 375-387.
- Roldán G.A. 2003. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: propuesta para el uso del método BMWP/Col. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín.
- Roldán G.A.1986. Guía para el estudio de macroinvertebrados acuáticos en el departamento de Antioquia. Fondo Para La Protección Del Medio Ambiente "José Celestino Mutis, Bogotá.
- Roldán, G. 1988. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Fondo FEN - Colombia. Editorial Presencia Ltda. 217 pp. Bogotá, Colombia.
- Romero J. (2009). Calidad del agua. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Tercera edición. Bogotá.
- Soluzion calidad y medio ambiente. (s,f). Estudio de Impacto Ambiental. El Salvador.
- U.S Environmental Protection Agency. Handbook for Analytical quality control in water and wastewater laboratories. June 1972.
- U.S Environmental Protection Agency. Methods for chemical analysis of water and wastes, 1986.

- Viña & Ramírez (1998). Índices fisicoquímicos de calidad de agua un análisis comparativo. Departamento de Biología y química de la Universidad de Pamplona, 211- 213.
- Wirth, W.W.; Blanton, F.S. 1970: Notes on Brachypogon Kieffer (Diptera, Ceratopogonidae), a new species, and two new Neotropical genera of the tribe Ceratopogonini. Florida entomologist, 53(2): 93-104.
- Zamora G, Sarra H. 2001. Calidad biológica de los ecosistemas lóticos afectados por aguas residuales de rallanderías de yuca, mediante la utilización de sus macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores, comparando además de la aplicación de los índices de Shannon- Weaver y BMWP. Unicauca Ciencia 6 (2001).
- Zamora Muñoz C, Sáinz Canteno C.E, Sánchez Ortega A, Alba Tercedor, J. 1995. Are biological índices BMWP an ASPT and their significance regarding water quality seasonally depend. Factors explaining their variations. Wat. Res. 29:285-290.
- Zuñiga de Cardoso M.C, Rojas A.M, Caicedo G. 1997. Indicadores ambientales de calidad de agua en la cuenca del río Cauca. En: Bioindicadores ambientales de la calidad del agua. Universidad del Valle, Cali.