

PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HIDRICO- QUEBRADA PISCOYACO

2014

CORPONARIÑO

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO

SUBDIRECCION DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION AMBIENTAL

PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO- QUEBRADA PISCOYACO

SAN JUAN DE PASTO, 2014

CUERPO DIRECTIVO

YOLANDA BENAVIDES ROSADA
Directora General

FREDY RODRÍGUEZ AUX
Subdirector Administrativa y Financiera

ÁLVARO ALVORNOZ ERAZO
Subdirector de Conocimiento y Evaluación Ambiental

FERNANDO BURBANO VALDEZ
Subdirector de Intervención para la Sostenibilidad Ambiental

TERESA ENRIQUEZ ROSERO
Jefe Oficina Jurídica

FRANKLIN JONNY ROSERO PATIÑO
Jefe Oficina de Control Interno

HUGO MARTIN MIDEROS LÓPEZ
Jefe Oficina de Planeación y Direccionamiento Estratégico

EQUIPO TÉCNICO

ANGIE KATHERINE MUÑOZ CASTILLO

Formulación PORH Quebrada Piscoyaco

Ingeniera Ambiental

MAURICIO BASTIDAS BEDOYA.

Coordinador PORH Quebrada Piscoyaco

Ingeniero Químico

RUBY VIANEY RODRIGUEZ

Cartografía y Sistemas de Información Geográfica

Geógrafa

EQUIPO DE APOYO

MARÍA FERNANDA FOLLECO VILLAREAL

Profesional Universitario

GIOVANNI MUÑOZ

Supervisor

Coordinador Centro Ambiental Minero Los Andes Sotomayor

EQUIPO PROFESIONAL DE CONTRATISTAS AÑO 2014 ORDENAMIENTO

RECURSO HÍDRICO Y CENTRO AMBIENTAL MINERO CORPONARIÑO

FRANCISCO RICARDO MAFFLA CHAMORRO

Modelo de Simulación QUEL2K

Ingeniero Sanitario

ANA ISABEL SANTANDER

Diagnostico Social Participativo

Trabajadora Social

LABORATORIO ESPECIALIZADO

Análisis de Muestras y Reporte de Resultados

Universidad de Nariño – UDENAR

Tabla de Contenido.

INTRODUCCION

2. GLOSARIO..... 20

3. MARCO LEGAL 28

4. MARCO CONCEPTUAL. 34

5. APRESTAMIENTO..... 38

6. DIAGNOSTICO GENERAL. 42

6.1 Descripción general del área de estudio..... 42

6.1.1 Fisiografía de la Subcuenca Quebrada Piscoyaco 49

6.1.2 Datos hidroclimatológicos de la Subcuenca Quebrada Piscoyaco basados en la estación del IDEAM ubicada en el municipio de Samaniego. 50

6.1.3 Usos y coberturas del suelo en la Subcuenca Quebrada Piscoyaco...... 52

6.1.4 Amenazas Naturales en la Subcuenca Quebrada Piscoyaco. 62

6.2 DIAGNOSTICO SECTOR MINERO. 64

6.2.1 Descripción del proceso productivo minero tradicional..... 64

6.2.2 Preparación y Beneficio de Minerales..... 68

6.2.3 Proceso de Neutralización del material Cianurado. 71

6.2.4 Reactivos Químicos utilizados para el proceso de obtención del oro. 72

6.3 Minería presente en el área de influencia de la quebrada Piscoyaco..... 73

6.3.1 Problemas Actuales de la minería a nivel local. 82

6.3.2 Autoridades que directa e indirectamente brindan servicios a los mineros en el Municipio de los Andes. 84

6.4. Diagnostico Social Participativo. 88

6.4.1 Características generales 90

6.4.2 Participación Comunitaria a través del taller de Diagnóstico Social..... 103

6.4.3 Situación Actual 107

6.4.4 Alternativas de Solución Propuestos por la Comunidad..... 109

6.5 Diagnostico de la Corriente Hídrica. 111

6.5.1 Censo de Usuarios 113

6.5.2 Oferta y Demanda Hídrica..... 147

6.6 Perfil de Modelación o Topología 175

6.6.1. Perfil de Modelación o Topología Quebrada Piscoyaco 178

6.7 Determinación de línea base de cargas contaminantes 182

6.7.1 Metodología 182
6.7.2 Evaluación de la Calidad del Cauce Principal. 193
6.8 Diagnostico Hidrobiológico de Calidad del Agua 217
6.8.1 Marco Contextual 217
6.8.2 Metodología 223
6.8.3 Resultados 227
6.8.4 Evaluación de resultados 232
6.8.5 Discusión y Conclusiones 235
6.9 Evaluación Calidad Entradas Monitoreadas 238
6.9.1 Evaluación calidad de entradas estimadas 238
6.9.2 Modelo de calidad de aguas. 239
6.9.3 Criterios de selección del Modelo de calidad de agua 239
6.9.4 Simulación de calidad de agua 252
7. RIESGOS ASOCIADOS A LA DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HIDRICO 265
8. PROPECTIVA. 270
8.1 Análisis Social 270
8.2 Criterios de calidad para los usos actuales y potenciales del recurso hídrico. 272
8.2.1 Usos actuales y potenciales del cauce principal de la Quebrada Piscoyaco. . 272
8.2.2. Criterios de calidad establecidos para los usos asignados. 273
8.3 Definición de tramos de calidad sobre el cauce principal 275
8.4 Definiciones específicas para la determinación de escenarios de calidad de la Quebrada Piscoyaco 281
8.4.1 Estado actual de la corriente hídrica 281
8.4.2 Obras proyectadas 281
8.4.3 Escenarios de calidad sobre el cauce principal 282
8.4.4 Escenario tendencial de calidad Quebrada Piscoyaco. 282
8.4.5 Escenario tendencial Quebrada Piscoyaco. 283
8.4.6 Escenario Factible a 3 años en la Quebrada Piscoyaco. 285
9. FORMULACION. 288
9.1 Objetivos de calidad 288
9.1.1 Propuesta de objetivos de calidad 288
9.2 Necesidades de implementación u optimización de la infraestructura de tratamiento 295

9.3 Cargas contaminantes a verter en el Escenario Factible 296
9.4 Vinculación de instrumentos de Control y Planificación 297
9.4.1. Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos del municipio de los Andes Sotomayor PSMV. 297
9.4.4 Concesiones de Agua y Programas de Uso Eficiente y Ahorro del Agua. 300
9.5 Metas de Descontaminación 302
9.6 Tasa Retributiva 303
9.7 Líneas de Acción para la Formulación de Proyectos 308
9.7.1 Fuentes de Financiación 317
9.7.2 Indicadores de Seguimiento 322
10. CONCLUSIONES 326
11. RECOMENDACIONES 328

Mapas.

Mapa 1. Localización Geográfica Quebrada Piscoyaco. 43
Mapa 2. Localización Geográfica Municipio de los Andes. 47
Mapa 3. Coberturas y uso del suelo Subcuenca Quebrada Piscoyaco 59
Mapa 4. Usuarios de calidad y cantidad zona alta de la Quebrada Piscoyaco 114
Mapa 5. Usuarios de calidad y cantidad zona media de la quebrada Piscoyaco 134
Mapa 6. Usuarios de calidad y cantidad zona media de la quebrada Piscoyaco 141
Mapa 7. Modelo Raster de precipitación media anual Subcuenca Quebrada Piscoyaco. 152
Mapa 8. Modelo Raster de temperatura media anual Subcuenca Quebrada Piscoyaco. 154
Mapa 9. Modelo Raster de Evapotranspiración potencial anual corriente principal Subcuenca Quebrada Piscoyaco. 156
Mapa 10. Modelo Raster de evapotranspiración real media anual corriente principal Subcuenca Quebrada Piscoyaco. 158
Mapa 11. Modelo Raster de escurrimiento superficial total Subcuenca Quebrada Piscoyaco. 159
Mapa 12. Zonificación de la Subcuenca Quebrada Piscoyaco. 161
Mapa 13. Usuarios del recurso hídrico en la Subcuenca Quebrada Piscoyaco. 163
Mapa 14. Demanda de Uso de agua Sector Servicios Subcuenca Quebrada Piscoyaco169
Mapa 15. Áreas cultivadas Subcuenca Quebrada Piscoyaco. 172
Mapa 16. Índice de escasez Subcuenca Quebrada Piscoyaco. 175
Mapa 17. Puntos de Muestreo Sobre Afluentes y Cauce Principal de la Quebrada Piscoyaco 187
Mapa 18. Perfil de Calidad de la Quebrada Piscoyaco 217
Mapa 19. Ubicación geográfica de puntos de muestreo e intervenciones antrópicas. 223
Mapa 20. Cartografía de calidad del agua Puntaje BMWP/col, calidad de agua y color para representación cartográfica de cada tramo. 231
Mapa 21. Tramos de calidad según usos potenciales de la Quebrada Piscoyaco. 275

Figuras.

Figura 1. Diagrama Normatividad Ambiental 29
Figura 2. Bocatoma Vereda El Carrizal 53
Figura 3. Casco Urbano y Colector Municipal 56
Figura 4. Diagrama de flujo- Planta de beneficio del material extraído. 67
Figura 5. Sistema de recirculación para el proceso de Cianuración 67
Figura 6. Reconocimiento participativo del área de influencia de la Quebrada Piscoyaco. 89
Figura 7. Tenencia de la tierra 94
Figura 8. Formas de Aprovechamiento de la Tierra 95
Figura 9. Viviendas del área de influencia. 101
Figura 10. Actividades culturales del Municipio. 102
Figura 11. Trabajo Social con los actores de estudio 106
Figura 12. Socialización de la situación actual de la Subcuenca. 108
Figura 13. Alternativas de solución de la problemática presente en la Subcuenca 110
Figura 14. Diagnóstico de la corriente hídrica 112
Figura 15. Topología – Titulo y Leyenda 176
Figura 16. Topología – Tramo principal. 176
Figura 17. Topología – Entradas Afluentes Naturales 177
Figura 18. Topología – Salidas 177
Figura 19. Topología – Puntos de Aforo y Muestreo 177
Figura 20. Topología – Puntos de Aforo. 178
Figura 21. Topología Detallada Quebrada Piscoyaco Segmento I 179
Figura 22. Topología Detallada Quebrada Piscoyaco Segmento II 180
Figura 23. Topología Detallada Quebrada Piscoyaco Segmento III 181
Figura 24. Perfil de Calidad de la Quebrada Piscoyaco 216
Figura 25. Macroinvertebrados representativos de aguas de buena, intermedia y mala calidad. 218
Figura 26. Relación e influencia de parámetros físicos y químicos que determinan las comunidades bentónicas de un río. 219
Figura 27. Captura de macroinvertebrados con red de Surber. 225
Figura 28. Esquema del proceso de recolección de macroinvertebrados bentónicos. 225
Figura 29. Configuración de Corrientes Hídricas Superficiales 243
Figura 30. Esquema de Balance de Flujo 243
Figura 31. Esquema de Variables de la ecuación de Manning. 245
Figura 32. Esquema de Balance de Masa 246
Figura 33. Procesos de Transferencia de Masa y Modelos Cinéticos 247
Figura 34. Hoja de cálculo condiciones fisicoquímicas y microbiológicas iniciales 248
Figura 35. Hoja de cálculo de Posición y elevación de elementos computacionales 249
Figura 36. Hoja de cálculo de Parámetros Hidráulicos de la corriente 249
Figura 37. Hoja de cálculo de Constantes Cinéticas 250
Figura 38. Hoja de cálculo Descargas Puntuales 251

Figura 39. Hoja de cálculo Descargas Difusas 251
Figura 40. Topología Quebrada Piscoyaco. 253
Figura 41. Resultado prueba de trazadores parta alta Quebrada Piscoyaco 256
Figura 42. Resultado prueba de trazadores parta baja Quebrada Piscoyaco 256
Figura 43. Tramo De Calidad I 277
Figura 44. Tramo De Calidad II 278
Figura 45. Tramo De Calidad III 279
Figura 46. Tramo De Calidad V 280
Figura 47. Tramo De Calidad IV 280
Figura 48. Zona de vertimientos 281

Tablas.

Tabla 1. Alcance Normativo Ambiental 30
Tabla 2. Alcance Normativo- Sector Minero 32
Tabla 3. Fases y Procesos del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico. 34
Tabla 4. Comité Técnico. 39
Tabla 5. Cronograma 40
Tabla 6. División Política Administrativa del Municipio de los Andes 44
Tabla 7. Microcuencas y Fuentes Abastecedoras del Municipio de los Andes 45
Tabla 8. Coordenadas de inicio y desembocadura del cauce principal de la Quebrada Piscoyaco 46
Tabla 9. Contextualización Hidrográfica Subcuenca Quebrada Piscoyaco 47
Tabla 10. Poblaciones Influenciadas por la Quebrada Piscoyaco 49
Tabla 11. Estaciones Hidrográficas Y Limnigráficas- Quebrada Piscoyaco Municipio De Los Andes Sotomayor. 50
Tabla 12. Valores Totales Mensuales De Precipitación Subcuenca Quebrada Piscoyaco 51
Tabla 13. Valores Medios Mensuales De Temperatura De La Subcuenca Quebrada Piscoyaco 52
Tabla 14. Usos y cobertura del suelo- parte alta de la Subcuenca Quebrada Piscoyaco. 54
Tabla 15. Usos y cobertura del suelo- parte media de la Subcuenca Quebrada Piscoyaco. 57
Tabla 16. Usos y cobertura del suelo- parte baja de la Subcuenca Quebrada Piscoyaco. 58
Tabla 17Clasificación de coberturas y uso del suelo Subcuenca Quebrada Piscoyaco. .. 59
Tabla 18. Clasificación de coberturas y uso del suelo Subcuenca Quebrada Piscoyaco. 60
Tabla 19. Minas legales que se encuentran en el área de influencia de la Quebrada Piscoyaco. 75
Tabla 20. Minas en vía de legalización por minería tradicional registradas ante el Ministerio de Minas. 76
Tabla 21. Indicadores Población Unidos. 91
Tabla 22. Oferta de Educación Media 97
Tabla 23. Términos de cobertura según el plan de desarrollo departamental. 98
Tabla 24. Representantes de las Juntas de Acción Comunal 106
Tabla 25. Asociaciones del sector agrícola y agroindustrial 111
Tabla 26. Estaciones meteorológicas de temperatura y precipitación Subcuenca Quebrada Piscoyaco 147
Tabla 27. Ausencia de valores periodo 1993 a 2013 148
Tabla 28. Estaciones identificadas para rellenos estadísticos temperatura Quebrada Piscoyaco 149
Tabla 29. Estaciones identificadas para rellenos estadísticos precipitación Quebrada Piscoyaco 149
Tabla 30. Estaciones meteorológicas utilizadas para determinar el régimen de precipitación 150

Tabla 31. Comportamiento de las estaciones. 151
Tabla 32. Valores de precipitación media anual Subcuenca Quebrada Piscoyaco 152
Tabla 33. Estaciones de temperatura Quebrada Piscoyaco..... 153
Tabla 34. Valores de temperatura media anual Subcuenca quebrada Piscoyaco 153
Tabla 35. Valores de evapotranspiración potencial Subcuenca quebrada Piscoyaco 155
Tabla 36. Valores de evapotranspiración real Subcuenca Quebrada Piscoyaco. 157
Tabla 37. Escurrimiento superficial total Subcuenca Quebrada Piscoyaco 159
Tabla 38. Calculo oferta hídrica total y neta para la Subcuenca Quebrada Piscoyaco ... 162
Tabla 39. Usuarios del recurso hídrico en la Subcuenca Quebrada Piscoyaco. 163
Tabla 40. Calculo de la demanda de uso doméstico Subcuenca Quebrada Piscoyaco.. 164
Tabla 41. Demanda de Uso Pecuario 165
Tabla 42. Inventario de animales en el Municipio de Sotomayor..... 165
Tabla 43. Consumo percápita por especie de animal Subcuenca Quebrada Piscoyaco-Municipio de Sotomayor. 166
Tabla 44. Demanda de agua por uso pecuario Subcuenca Quebrada Piscoyaco 166
Tabla 45. Demanda de agua para el Sector Servicios 168
Tabla 46. Coeficiente de consumo de agua por tipo de cultivo (kc) Subcuenca Quebrada Piscoyaco 170
Tabla 47. Calculo demanda agrícola Subcuenca Quebrada Piscoyaco. 171
Tabla 48. Umbrales críticos de presión índice de escasez..... 174
Tabla 49. Procedimiento para toma de muestras. 183
Tabla 50. Procedimiento para aforo de Caudales. 184
Tabla 51. Descripción de Criterio de Selección..... 186
Tabla 52. Estaciones de Muestreo Quebrada Piscoyaco 188
Tabla 53. Resultados de muestreo sobre la quebrada Piscoyaco para las jornadas del 27 de Agosto y 5 de Noviembre del 2014 194
Tabla 54. Resultados de muestreo sobre la quebrada Piscoyaco para las jornadas del 27 de Agosto y 5 de Noviembre del 2014 195
Tabla 55. Pesos Relativos por cada Parámetro ICA 211
Tabla 56. ICA Punto de Muestreo QP1..... 212
Tabla 57. ICA Punto de Muestreo QP2..... 213
Tabla 58. ICA Punto de Muestreo QP3..... 214
Tabla 59. ICA Punto de Muestreo QP4..... 214
Tabla 60. ICA Punto de Muestreo QP5..... 215
Tabla 61. ICA Punto de Muestreo QP6..... 215
Tabla 62. Piso térmicos que atraviesa la quebrada Piscoyaco y características generales del clima y temperaturas de la zona donde se ubica la Subcuenca. 220
Tabla 63. Características generales de cobertura vegetal de la ronda hídrica discriminada por zonas..... 221
Tabla 64. Morfología general y características físicas de la corriente. 221
Tabla 65. Usos del recurso hídrico y principales intervenciones antrópicas de la corriente. 222

Tabla 66. Criterios para determinar los puntos de evaluación de la calidad hidrobiológica del agua..... 224
Tabla 67. Registros fotográficos de las salidas de campo correspondientes a las dos jornadas realizadas..... 226
Tabla 68. Clase, Orden, familia y puntuación del grado de tolerancia a la contaminación reportado para el índice BMWP/Col de los Macroinvertebrados para el punto 1 y registros fotográficos de laboratorio de algunas familias. 227
Tabla 69. Clase, Orden, familia y puntuación del grado de tolerancia a la contaminación reportado para el índice BMWP/Col de los macroinvertebrados para el punto 2 y registros fotográficos de laboratorio de algunas familias. 228
Tabla 70. Clase, Orden, familia y puntuación del grado de tolerancia a la contaminación reportado para el índice BMWP/Col de los macroinvertebrados para el punto 3 y registro fotográficos de laboratorio de la familia identificada. 229
Tabla 71. Clase, Orden, familia y puntuación del grado de tolerancia a la contaminación reportado para el índice BMWP/Col de los macroinvertebrados para el punto 4 y registros fotográficos de laboratorio de algunas familias. 229
Tabla 72. Clases de calidad de agua, valores BMWP/Col, significado y colores para representaciones cartográficas. (Roldan 2003)..... 230
Tabla 73. Clase, calidad de agua, valores BMWP/Col y significado de resultados hidrobiológicos para la quebrada Piscoyaco. (Roldan 2003)..... 231
Tabla 74. Parámetros fisicoquímicos del agua en los puntos de muestreo hidrobiológico. 232
Tabla 75. Puntajes y clasificación cualitativa de los índices de calidad del agua fisicoquímica ICA e hidrobiológica BMWP/Col en cada punto de muestreo. 234
Tabla 76. Velocidades de la corriente en diferentes tramos de la Quebrada Piscoyaco. 257
Tabla 77. Coeficientes Hidráulicos Quebrada Piscoyaco 257
Tabla 78. Calidad de agua afluentes Quebrada Piscoyaco 258
Tabla 79. Calidad de agua en diferentes puntos Quebrada Piscoyaco 258
Tabla 80. Riesgos Asociados a la Disponibilidad del Recurso Hídrico Sobre El Cauce Principal de la Quebrada Piscoyaco 266
Tabla 81. Usos Actuales Del Cauce Principal de la Quebrada Piscoyaco..... 272
Tabla 82. Usos Potenciales Del Cauce Principal de la Quebrada Piscoyaco. 272
Tabla 83. Criterios de calidad adaptados y complementados con base en el decreto 1594 de 1984 y normas internacionales para los usos planteados. 273
Tabla 84. Definición de Tramos en la corriente principal de la Quebrada Piscoyaco..... 276
Tabla 85. Objetivos de Calidad Quebrada Piscoyaco 290
Tabla 86. Necesidad de Tratamiento, Optimización o Eliminación de Descargas Sobre el Cauce Principal de la Quebrada Piscoyaco. 296
Tabla 87. Cargas Contaminantes a Verter sobre el Cauce Principal de la Quebrada Piscoyaco - Escenario actual (ton/año)..... 296
Tabla 88. Priorización de Proyectos y año de terminación de obra - PSMV Municipio de Los Andes Sotomayor..... 298

Tabla 89. Captaciones de agua efectuadas sobre el cauce principal de la Quebrada Piscoyaco. 301
Tabla 90. Proyección de la TR Primer Quinquenio 2015 – 2019 Escenario con cobro de Tarifa mínima..... 304
Tabla 91. Proyección de la TR Primer Quinquenio 2020 – 2024 Escenario con cobro de Tarifa mínima. 304
Tabla 92. Proyección de la TR Primer Quinquenio 2015 – 2019 Escenario sin Cumplimiento de Metas. 305
Tabla 93. Proyección de la TR Segundo Quinquenio 2020 – 2024 Escenario sin Cumplimiento de Metas 305
Tabla 94. Proyección de la TR Primer Quinquenio 2015 – 2019 Escenario con Cumplimiento de Metas. 306
Tabla 95. Proyección de la TR Segundo Quinquenio 2020 – 2024 Escenario con Cumplimiento de Metas 306
Tabla 96. Comparativo Escenarios de Cobro de la Tasa Retributiva – Valores Totales. 307
Tabla 97. Programa de descontaminación y recuperación de la calidad del recurso hídrico PORH Quebrada Piscoyaco. 309
Tabla 98. Programa de descontaminación y recuperación de la calidad del recurso hídrico PORH Quebrada Piscoyaco. 311
Tabla 99. Programa de protección y conservación de la calidad de la quebrada Piscoyaco PORH 312
Tabla 100. Programa de protección y conservación de la calidad de la quebrada Piscoyaco PORH. 313
Tabla 101. Programa de Fortalecimiento Institucional PORH. 314
Tabla 102. Programa de Fortalecimiento Institucional PORH 315
Tabla 103. Programa de Gestión del Riesgo PORH 316
Tabla 104. Fuentes de Financiación PORH Quebrada Piscoyaco. 317
Tabla 105. Fuentes de Financiación para el Programa de Descontaminación y Recuperación de la Calidad del Recurso Hídrico. 318
Tabla 106. Fuentes de Financiación para el Programa de Protección y Conservación de la Calidad de la Quebrada Piscoyaco. 319
Tabla 107. Fuentes de Financiación para el Programa de Fortalecimiento Institucional. 320
Tabla 108. Fuentes de Financiación para el Programa de Gestión del Riesgo. 321
Tabla 109. Indicadores Programa de Descontaminación y Recuperación de la Calidad del Recurso Hídrico. 322
Tabla 110. Indicadores Programa de Protección y Conservación de la Calidad de la Quebrada Piscoyaco..... 323
Tabla 111. Indicadores Programa de Fortalecimiento Institucional. 324
Tabla 112. Indicadores Programa de Gestión del Riesgo. 325
Tabla 113. Calculo de Cargas Escenario Actual. 334
Tabla 114. Calculo de Cargas Escenario Tendencial 10 Años. 334
Tabla 115. Calculo de Cargas Escenario Factible A 3 Años. 335

Fichas.

Ficha 1. Mina la María. 77
Ficha 2. Planta de Beneficio Cooperativa De Los Mineros. 78
Ficha 3. Planta de Beneficio Cooperativa De Los Ecuatorianos. 79
Ficha 4. Mina La Bomba. 80
Ficha 5. Mina La Candelaria. 81
Ficha 6. Afluentes Naturales de la Quebrada Piscoyaco AN1. 115
Ficha 7. Afluentes Naturales de la Quebrada Piscoyaco AN2. 116
Ficha 8. Afluentes Naturales de la Quebrada Piscoyaco AN3. 117
Ficha 9. Afluentes Naturales de la Quebrada Piscoyaco AN4. 118
Ficha 10. Afluentes Naturales de la Quebrada Piscoyaco AN5. 119
Ficha 11. Afluentes Naturales de la Quebrada Piscoyaco AN6. 120
Ficha 12. Afluentes Naturales de la Quebrada Piscoyaco AN7. 121
Ficha 13. Afluentes Naturales de la Quebrada Piscoyaco AN8. 122
Ficha 14. Afluentes Naturales de la Quebrada Piscoyaco AN9. 123
Ficha 15. Usuarios Cantidad de la Quebrada Piscoyaco UC1 124
Ficha 16. Usuarios Cantidad de la Quebrada Piscoyaco UC2 126
Ficha 17. Usuarios Cantidad de la Quebrada Piscoyaco UC3 128
Ficha 18. Usuarios Cantidad de la Quebrada Piscoyaco UC4 130
Ficha 19. Usuarios de Vertimientos UV1 132
Ficha 20. Afluentes Naturales de la Quebrada Piscoyaco AN10. 135
Ficha 21. Afluentes Naturales de la Quebrada Piscoyaco AN11. 136
Ficha 22. Afluentes Naturales de la Quebrada Piscoyaco AN12. 137
Ficha 23. Usuarios de Vertimientos UV2 138
Ficha 24. Usuarios Cantidad de la Quebrada Piscoyaco UC5 139
Ficha 25. Usuarios Cantidad de la Quebrada Piscoyaco UC6 142
Ficha 26. Usuarios Cantidad de la Quebrada Piscoyaco UC7 144
Ficha 27. Afluentes Naturales de la quebrada Piscoyaco AN13. 146

Gráficas.

Gráfica 1. Valores Totales Mensuales De Precipitación 51
Gráfica 2. Valores Medios Mensuales De Temperatura. 52
Gráfica 3. Coberturas y usos del suelo- Quebrada Piscoyaco. 60
Gráfica 4. Tipos De Trituración 68
Gráfica 5. Tipos De Molinos 69
Gráfica 6. Producción De Oro Año 2005-2013 74
Gráfica 7. Producción De Plata Año 2005-2013 75
Gráfica 8. Componentes Social y Técnico 88
Gráfica 9. Régimen de precipitación 151
Gráfica 10. Demanda por Uso Pecuario 167
Gráfica 11. Demanda por servicios 168
Gráfica 12. Demanda Uso Agrícola 171
Gráfica 13. Demanda Total- Quebrada Piscoyaco 173
Gráfica 14. Demanda Bioquímica de Oxigeno en el Cauce de la Quebrada Piscoyaco 197
Gráfica 15. Demanda Química de Oxigeno en el Cauce de la Quebrada Piscoyaco 198
Gráfica 16. Oxígeno Disuelto en el Cauce de la Quebrada Piscoyaco 199
Gráfica 17. Sólidos Totales en el Cauce de la Quebrada Piscoyaco 200
Gráfica 18. Grasas y Aceites en el Cauce de la Quebrada Piscoyaco 201
Gráfica 19. Alcalinidad Total en el Cauce de la Quebrada Piscoyaco 202
Gráfica 20. Nitritos en el Cauce de la Quebrada Piscoyaco 203
Gráfica 21. Nitratos en el Cauce de la Quebrada Piscoyaco 204
Gráfica 22. pH en el Cauce de la Quebrada Piscoyaco 205
Gráfica 23. Conductividad en el Cauce de la Quebrada Piscoyaco 206
Gráfica 24. Color Aparente en el Cauce de la Quebrada Piscoyaco 207
Gráfica 25. Turbidez en el Cauce de la Quebrada Piscoyaco 208
Gráfica 26. Clasificación Calidad de agua según el ICA 210
Gráfica 27. Comportamiento del índice BMWP/col, DBO, O.D y punto de mayor perturbación de los parámetros fisicoquímicos e hidrobiológicos. 232
Gráfica 28. Valores y comportamiento general del ICA, BMWP/col y número de familias 234
Gráfica 29. Valores de puntajes BMWP/col y número de familias para primera y segunda jornada de muestreos para cada punto. Clasificación de calidad de acuerdo al puntaje del índice BMWP/Col segunda jornada de muestreos. 237
Gráfica 30. Resultado de Calibración de Caudal Quebrada Piscoyaco- modelo Qual2kw. 260
Gráfica 31. Resultado de Calibración de pH Quebrada Piscoyaco - modelo Qual2kw. .. 260
Gráfica 32. Resultado de Calibración de Temperatura Quebrada Piscoyaco- modelo Qual2kw 261
Gráfica 33. Resultado de Calibración de Oxígeno Disuelto quebrada Piscoyaco- modelo Qual2kw 261

Gráfica 34. Resultado de Calibración de la materia orgánica de rápida degradación Quebrada Piscoyaco- modelo Qual2kw. 262
Gráfica 35. Resultado de Calibración de de SST Quebrada Piscoyaco- modelo Qual2kw. 262
Gráfica 36. Resultado de Calibración de de Nitrógeno Total Quebrada Piscoyaco - modelo Qual2kw..... 263
Gráfica 37. Resultado de Calibración de Coliformes Totales Quebrada Piscoyaco- modelo Qual2kw..... 263
Gráfica 43. Comportamiento DBO_5 - Escenario Tendencial 284
Gráfica 44. Comportamiento OD - Escenario Tendencial..... 284
Gráfica 45. Comportamiento DBO - Escenario Factible 286
Gráfica 46. Comportamiento OD - Escenario Factible..... 286
Gráfica 47. Reducción de Cargas de DBO a Usuarios que Descargan al Cauce Principal de la quebrada Piscoyaco (Ton/año) 302
Gráfica 48. Comparativo Escenarios de Cobro de la Tasa Retributiva – Valores Totales Primer y Segundo quinquenio 2015 – 2024 307

INTRODUCCION.

Mucho se habla sobre la contaminación del agua y sus notables consecuencias; así como mucho se escribe y plantea sobre la forma y gestión para su recuperación y conservación. En Colombia con la Promulgación del Decreto 3930 de 2010, se establece un concepto más amplio y una estructura sobre la Planificación de la calidad del agua.

El Plan de ordenación del recurso hídrico de la Quebrada Piscoyaco corresponde a la aplicación de esta política por parte de la Corporación Autónoma Regional de Nariño CORPONARIÑO, al apoyo de la administración y a la dedicación y entrega de un grupo de profesionales que sobre la base del compañerismo y el profesionalismo creímos en este proyecto y lo logramos concretar.

El documento presenta una clara descripción sobre la situación de esta corriente, detalla las fuentes de contaminación y su estado de calidad para posteriormente plantear sobre un escenario alcanzable y estructurado en la base del conocimiento de las necesidades del ecosistema y de las comunidades, los proyectos que deberán ejecutarse con la participación de todos los actores involucrados: instituciones, sector productivo y comunidad.

El documento de formulación del Plan, como meta no puede plantearse como un logro pleno, es apenas un avance importante y un logro parcial, que deja a las instituciones y demás usuarios de la quebrada Piscoyaco, el reto de llevar a la realidad lo que aquí se ha planteado, no solo como un compromiso institucional o personal, sino como un reto ético planteado sobre el verdadero valor del agua.

2. GLOSARIO



2. GLOSARIO

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 desemboca en otro curso más importante.

AFORO VOLUMÉTRICO. Consiste en recoger en un tiempo específico una cantidad de material que se está aforando o recoger un volumen específico midiendo el tiempo utilizado en la recolección de este.

AGUA ÁCIDA. Agua que contiene una cantidad de sustancias ácidas que hacen al pH estar por debajo de 7,0.

AGUA CONTAMINADA. La presencia en el agua de suficiente material perjudicial o desagradable para causar un daño en la calidad del agua.

AGUA POTABLE. Agua con calidad suficiente, que el ser humano puede ingerir sin riesgos para su salud.

AGUA RESIDUAL. Agua que contiene material disuelto y en suspensión, luego de ser utilizada por una comunidad o industria. El gasto o agua usada por una casa, una comunidad, una granja, o industria que contiene materia orgánica disuelta o suspendida.

AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA. Provenientes de cocinas, baños, lavamanos, lavaderos y otros. Contiene materiales minerales, materia fecal, papel, restos de alimentos jabón y otros. En las industrias estas aguas provienen especialmente de unidades sanitarias.

AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL. Conjunto de las aguas que son contaminadas durante su empleo en actividades realizadas dentro de los procesos de una industria.

AGUA SUBTERRÁNEA. Agua que puede ser encontrada en la zona satura del suelo; zona que consiste principalmente en agua. Se mueve lentamente desde lugares con alta elevación y presión hacia lugares de baja elevación y presión, como los ríos y lagos.

AGUA SUPERFICIAL. Toda agua natural abierta a la atmósfera, concerniente a ríos, lagos, reservorios, charcas, corrientes, océanos, mares, estuarios y humedales.

AGUAS GRISES. Aguas domésticas residuales compuestas por agua de lavar procedente de la cocina, lavamos, aguas de los fregaderos, y lavaderos.

AGUAS RECEPTORAS. Un río, un lago, un océano, una corriente de agua u otro curso de agua, dentro del cual se descargan aguas residuales o efluentes tratados.

ALCALINIDAD. Capacidad buffer para establecer el pH.

ALCANTARILLADO COMBINADO. Un sistema de alcantarilla que transporta tanto aguas residuales como agua de lluvia de escorrentía.

AMALGAMACÍON. Proceso en el cual, el oro es atrapado por el mercurio para formar una sustancia viscosa y de color blanco brillante llamada amalgama.

ANÁLISIS. Examen de agua residual o lodos efectuado por un laboratorio.

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO. Pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar sus características físicas y químicas.

ASIMILACIÓN. La capacidad del agua de purificarse de agentes contaminadores.

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.

CALIDAD DEL AGUA. Propiedades físicas, químicas, biológicas y organolépticas (color, olor, sabor) del agua.

CAPACIDAD DE ASIMILACIÓN. La capacidad del agua natural de recibir aguas residuales o materiales tóxicos sin que tengan efectos negativos y sin daño para la vida acuática o para los seres humanos que consumen esa agua.

CARACTERIZACIÓN. Toma de muestras de agua de interés sanitario para su posterior análisis fisicoquímico en laboratorio.

CARGA CONTAMINANTE. Producto de la concentración media de un contaminante por el caudal medio determinado en el mismo sitio. Se expresa en kilogramos por día (kg/día).

CAUDAL. Cantidad de flujo que atraviesa una sección determinada de un curso de agua en una unidad de tiempo. (Volumen / tiempo).

INTERCEPTOR. Conductos que transportan aguas residuales a gran escala.

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.

CONTAMINACIÓN. Presencia en el ambiente de sustancias que deterioran su calidad, como microorganismos, productos químicos, residuos o derramamientos.

CONTAMINANTE. Un compuesto que a concentración suficientemente alta causa daños en la vida de los organismos.

CUENCA. Toda la superficie que encausa agua y sedimentos que convergen hacia un mismo río. Sistema geológico por donde fluye el agua, que incluye aguas superficiales (ríos, lagos, etc.) y subterráneas (acuíferos).

CUERPO RECEPTOR: Curso de agua donde se descargan las aguas residuales.

CURSO DE AGUA. Sistema de aguas superficiales y subterráneas que, en virtud de su relación física, constituyen un conjunto unitario y normalmente fluyen a una desembocadura común.

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO. La cantidad de oxígeno (medido en el mg/l) que es requerido para la descomposición de la materia orgánica por los organismos Unicelulares, bajo condiciones de prueba. Se utiliza para medir la cantidad de contaminación orgánica en aguas residuales.

DBO5. Cantidad de oxígeno usado en la estabilización de la materia orgánica carbonacea y nitrogenada por acción de los microorganismos en condiciones de tiempo y temperatura especificados (generalmente 5 días a 20°C). Mide indirectamente el contenido de materia orgánica biodegradable. La cantidad de oxígeno disuelto consumido en cinco días por las bacterias que realizan la degradación biológica de la materia orgánica.

DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO). Medida de cantidad de oxígeno requerido para la oxidación química de la materia orgánica de aguas residuales, usando como oxidante sales inorgánicas de permanganato o dicromato de potasio. Es usado para medir la cantidad total de contaminantes orgánicos presentes en aguas residuales. En contraposición al DBO, con el DQO prácticamente todos los compuestos son oxidados.

DEPURACIÓN. Nombre que reciben los distintos procesos implicados en la extracción, tratamiento y control sanitario de los productos de desecho arrastrados por el agua y procedentes de viviendas e industrias.

DESCARGA. Indica una situación en la que las sustancias (sólido, líquido o gaseoso) ingresan al medio ambiente.

DISPOSICIÓN FINAL. Disposición del efluente de una planta de tratamiento.

EFICIENCIA DE REMOCIÓN. Medida de la efectividad de un proceso en la remoción de una sustancia especifica.

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.

EMPRESA. Toda unidad económica productora y comercializadora de bienes y servicios con fines lucrativos, cualquiera que sea la persona, individual o jurídica, titular del respectivo capital.

ESCASEZ HÍDRICA. Situación de déficit crónico de recursos hídricos producida por causas meteorológicas.

FACTOR DE DILUCIÓN: Cociente del volumen (flujo o gasto) de agua de una corriente o cuerpo receptor, con el volumen del desecho vertido en aquella.

FILTRO ANAEROBIO: Columna llena de varios tipos de medios solidos usados para el tratamiento de la materia organica en agua residual.

FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE: Sistema de tratamiento de aguas residuales biológico de lecho fijo que permite la depuración por acción biológica con el paso de flujo de abajo hacia arriba.

INDICADOR. Cualquier entidad biológica, proceso, o comunidad cuyas características muestren la presencia de las condiciones ambientales específicas o contaminación.

INDUSTRIA. Transformación que sufren las materias primas con la participación de los factores de la producción, a diferencia de lo que ocurre con los productos obtenidos del sector agropecuario. Por extensión, el conjunto de las actividades en un territorio o país.

INSUMOS. Bienes y servicios usados en la producción de otros bienes.

LAGUNA AEROBIA: Estanque para el tratamiento de aguas residuales, en el cual se inyecta oxigeno por acción mecánica o difusión de aire comprimido.

LAGUNA ANAEROBIA: Esta con alta carga orgánica en la cual se efectúa el tratamiento en ausencia de oxígeno.

LECHO DE SECADO: Tanque de profundidad reducida con arena y grava sobre drenes, destinado a la deshidratación de lodos por filtración y evaporación
LODO ACTIVADO: Lodo constituido principalmente por biomasa con alguna cantidad de solidos inorgánicos que recircula del fondo del sedimentador secundario al tanque de aireación en el tratamiento con lodos activados.

MATERIA ORGÁNICA. Toda materia que tiene carga orgánica en su estructura molecular. Sustancias de material de plantas y animales muertos, con estructura de carbono e hidrógeno.

MERCURIO. Es un metal blanco plateado, pesado. Es el único metal común en estado líquido a temperatura ambiente.

MINERÍA. La minería es una actividad económica del sector primario representada por la explotación o extracción de los minerales que se han acumulado en el suelo y subsuelo en forma de yacimientos

MUESTRA COMPUESTA: Mezcla de varias muestras alícuotas instantáneas recolectadas en el mismo punto de muestreo en diferente tiempo. La mezcla se hace sin tener en cuenta el caudal en el momento de la toma.

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.

MUESTREO ALEATORIO: Ocurre cuando cada unidad de la población tiene una probabilidad igual de ser seleccionada, y cuando esta probabilidad es independiente (no le afecta la selección de cualquier otra unidad).

ORDENACIÓN DE CORRIENTES. Destinación de las aguas en forma genérica bajo parámetros de calidad para los diferentes usos, atendiendo lo establecido en los decretos 2811 de 1974 y 1541 de 1978 (reglamentación de corrientes).

ORDENACIÓN DE CUENCAS. Proceso de planificación, permanente, sistemático, previsivo 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 una cuenca, de manera 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.

OXÍGENO DISUELTO. Concentración de oxígeno solubilizado en un líquido. La cantidad de oxígeno disuelto en agua para un cierto tiempo, expresado en ppm o mg/L.

PARÁMETRO. Una variable, propiedad medible cuyo valor está determinado por las características del sistema en el caso del agua por ejemplo, estas pueden ser la temperatura, la presión, la densidad, etc.

POTENCIAL DE HIDRÓGENO pH. Concentración de iónes de hidrógeno, indica la intensidad del carácter ácido, neutro o alcalino de las soluciones. El valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculado por el número de iones de hidrógeno presente. Es medido en una escala desde 0 a 14, en la cual 7 significa que la sustancia es neutra. Valores de pH por debajo de 7 indica que la sustancia es ácida y valores por encima de 7 indican que la sustancia es básica.

PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA. Aplicación continúa de una estrategia ambiental preventiva integrada en los procesos productivos, los productos y los servicios, para reducir los riesgos relevantes a los humanos y al medio ambiente.

REACTOR UASB: El reactor anaeróbico de lechos de lodos con flujo ascendente, es particularmente acto para tratar aguas residuales industriales con elevada carga orgánica.

RECURSOS HÍDRICOS. Agua dulce líquida disponible o potencialmente disponible para satisfacer una determinada demanda.

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.

REJILLAS: Por lo general de barras paralelas, de separación uniforme (de 4-10 cm), utilizadas para remover solidos flotantes de gran tamaño.

REMOCIÓN. Medida de la eficiencia de un proceso en el tratamiento de una sustancia específica.

RESIDUO. Los residuos secos restantes después de la evaporación de una muestra de agua o de lodo.

SANEAMIENTO. Proceso de gestión y tratamiento de las aguas residuales que garantiza la higiene pública: alcantarillado, tratamiento de aguas, etc.

SECTOR INDUSTRIAL. Sector dedicado a la transformación de materias primas.

SEDIMENTACIÓN. Separación por la acción de la gravedad, de partículas suspendidas cuyo peso específico es mayor que el del agua. Asentamiento de partículas sólidas en un sistema líquido debido a la gravedad.

SISTEMA DE ALCANTARILLADO. Tuberías que colectan y transportan aguas residuales desde fuentes individuales hasta una alcantarilla mayor que la transportará a continuación hacia una planta de tratamiento.

SÓLIDOS SEDIMENTABLES. Materia sólida que sedimenta en un periodo de una hora.

SÓLIDOS SUSPENDIDOS. Pequeñas partículas de sólidos dispersos en el agua, no disueltas.

TANQUE DE AIREACIÓN: Sistema en el cual se inyecta oxigeno para permitir el tratamiento aerobio a pequeña escala.

TANQUE DE CLORACIÓN: Sistema que permite clasificar cloro y realizar la mezcla en una sola etapa.

TANQUE DE SEDIMENTACIÓN: Sistema que permite realizar la retención de solidos suspendidos mediante el principio físico de la sedimentación.

TANQUE SÉPTICO: Tanque que permite la sedimentación y eliminación de flotantes, actual también como digestores anaerobios sin mezclado ni calentamiento.

TASA RETRIBUTIVA. Son los precios que cobra el estado, a través de la autoridad ambiental regional en su jurisdicción, por el servicio prestado de utilizar las corrientes de agua como receptoras y depósito de vertimientos. Es un instrumento ambiental y económico, creado por el Ministerio del Medio Ambiente, adaptable a las circunstancias regionales con resultados positivos en la calidad del agua.

TEMPERATURA. Variable de estado directamente proporcional a la energía cinética media de las partículas de un cuerpo de agua.

TIEMPO DE RETENCIÓN HIDRÁULICA: Tiempo que permanece un fluido en la unidad de tratamiento.

TRAMPA DE GRASAS: Estructura por medio de la cual se separa el agua residual de las grasas y aceites por diferencia de densidades.

TRATAMIENTO BIOLÓGICO: Proceso de tratamiento que intensifica la acción de los microorganismos para estabilizar la materia orgánica presente.

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.

TRATAMIENTO PRIMARIO. Remoción de una considerable cantidad de materia en suspensión sin incluir la materia coloidal y disuelta.

TRATAMIENTO SECUNDARIO. Nivel de tratamiento que permite lograr la remoción de materia orgánica biodegradable y sólidos en suspensión.

TURBIDEZ. Pérdida de la transparencia de un líquido como el agua, por la presencia de partículas sólidas de pequeño tamaño en suspensión que intercepta la luz.

VECTOR. Hospedador invertebrado capaz de transmitir a los seres humanos y a otros vertebrados diversos organismos patógenos como virus, bacterias, hongos y protozoos.

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.

3. MARCO LEGAL



3. MARCO LEGAL

La legislación ambiental en Colombia agrupa una serie de normas, que busca establecer un marco jurídico que conlleve a la administración, protección, mejoramiento y aprovechamiento racional y sostenible del medio ambiente y de los recursos naturales existentes en él.

El medio ambiente al ser un patrimonio común y de todos en el Territorio Nacional, es el Estado o el Gobierno Nacional el encargado de crear, regular y ejecutar la Política Ambiental por medio de entidades públicas especializadas. Es así, que en la actualidad el ente rector de la Política Ambiental en Colombia es el hoy nombrado Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS encargado del establecimiento de las reglas y criterios de ordenamiento ambiental, de uso del territorio y de los mares adyacentes, para asegurar el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del medio ambiente. (pie de página articulo 5 Ley 99 de 1993).

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible delega la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre el medio ambiente y recursos renovables a las Autoridades Ambientales Regionales existentes en el País. En este contexto, la Corporación Autónoma Regional de Nariño CORPONARIÑO es la máxima Autoridad Ambiental en el Departamento, encargada de ejecutar las directrices del Ministerio, entre las cuales se resaltan para motivos del presente documento, las relacionadas con la elaboración de los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico para Aguas Superficiales, Marinas y Subterráneas existentes en el área de Jurisdicción.

Es por lo anterior que a continuación se presenta el cuadro explicativo de cada norma, resaltando el tema que trata y relación con el Ordenamiento del Recurso Hídrico.

Figura 1. Diagrama Normatividad Ambiental

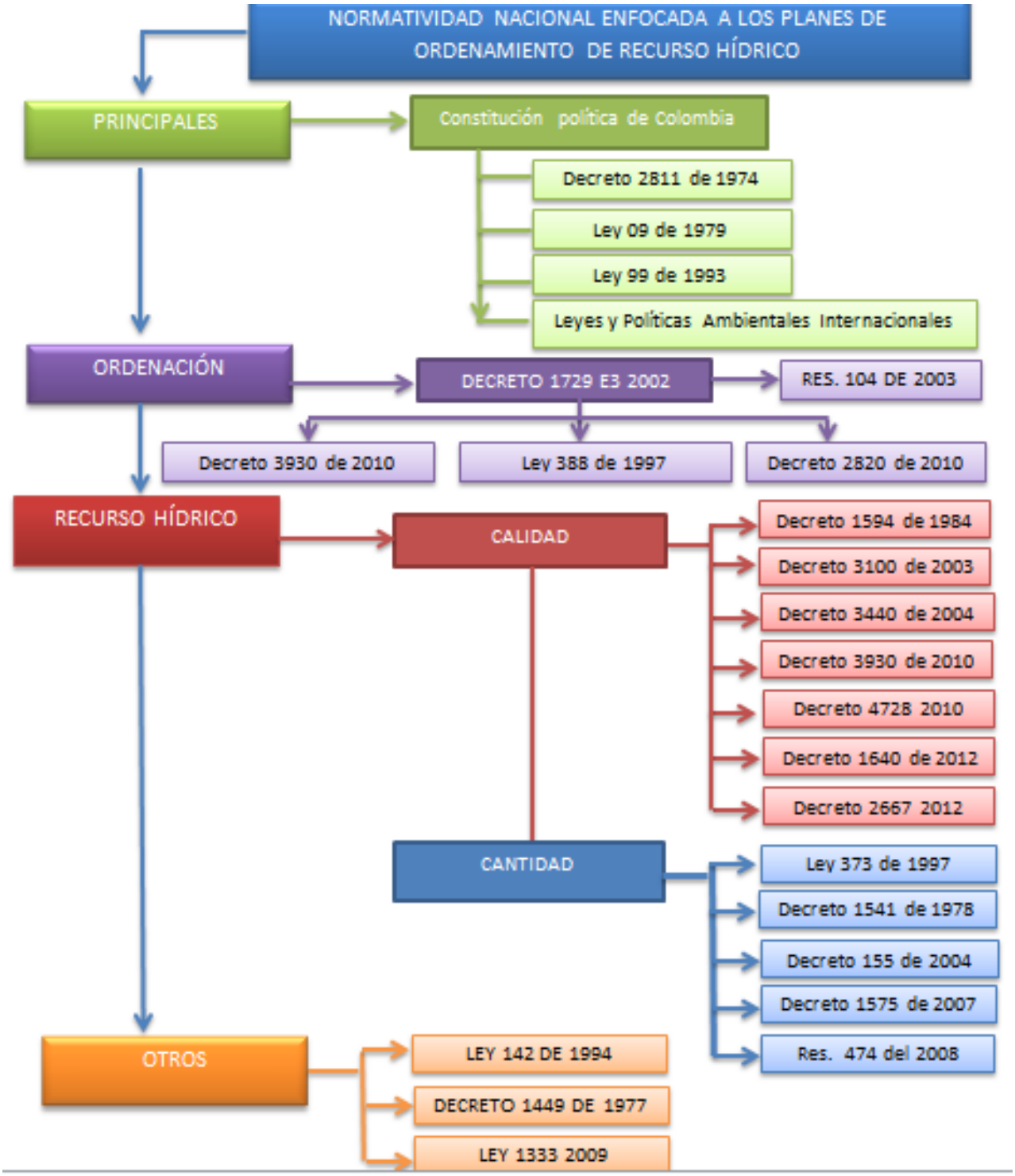


Tabla 1. Alcance Normativo Ambiental

PRINCIPALES	
NORMA	**ALCANCE**
Constitución Política de Colombia	Consagra derechos y obligaciones para proteger los recursos y garantizar un medio ambiente sano. Asigna competencias a diferentes entes estatales para adelantar las tareas de administración, planeación, prevención y defensa del medio ambiente.
Decreto - Ley 2811 de 1974	***Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente:*** define normas generales y detalla los medios para el desarrollo de la Política Ambiental. Entre otras competencias, asigna responsabilidades para ejecución de obras de infraestructura y desarrollo, conservación y ordenamiento de cuencas, control y sanciones, concesiones y uso del agua, tasas, incentivos y pagos, medición de usos, uso eficiente del agua y demás herramientas para la administración, protección, conservación y uso sostenible de los recursos naturales renovables.
Ley 09 de 1979	***Código Sanitario Nacional:*** Establece las normas generales para preservar, restaurar o mejorar las condiciones necesarias en lo que se relaciona a la salud humana y define desde el aspecto sanitario los usos del agua y los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de las descargas de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del Ambiente.
Ley 99 de 1993	***Sistema Nacional Ambiental SINA:*** Crea el Ministerio del Medio Ambiente, reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, y organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA. Define el marco legal y asigna funciones en relación con la formulación de la Política Nacional Ambiental, ordenamiento territorial y manejo de cuencas, obras de infraestructura, control de contaminación, definición y aplicación de tasas de uso del agua y retributivas, licencias ambientales, concesiones de agua y permisos de vertimiento, control, seguimiento y sanciones, manejo de conflictos de competencias, cuantificación del recurso hídrico, seguimiento de la calidad del recurso hídrico, conservación de cuencas, instrumentos económicos y de financiación.
Leyes y políticas ambientales internacionales	Enfocadas a cuerpos hídricos objeto de ordenamiento cuya jurisdicción sea compartida con Naciones Limítrofes aguas marítimas internacionales.

ORDENACIÓN	
NORMA	**ALCANCE**
Ley 388 de 1997	Define, entre otros, competencias en el manejo de las cuencas hidrográficas para elaboración y adopción de los planes de ordenamiento territorial en los municipios y distritos.
Decreto 1729 de 2002	Establece las finalidades, principios y directrices para la ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas-POMCA, la competencia para su declaración, procedimiento, acciones y plazos para su cumplimiento. Se define como norma de superior jerarquía sobre cualquier otro ordenamiento administrativo y determinante de los Planes de Ordenamiento Territorial POT.
Resolución 104 de 2003	Reglamentaria del decreto 1729/02, establece criterios y parámetros para la clasificación y priorización de cuencas hidrográficas
Decreto 3930 de 2010	Define los Usos del Agua y establece que las Autoridades Ambientales Competentes deberán elaborar los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico PORH para las aguas superficiales, marítimas y subterráneas.

RECURSO HÍDRICO		
NORMA		**ALCANCE**
CALIDAD	**Decreto 1594 de 1984**	Aunque el Decreto en la actualidad es reemplazado en su mayor parte por el Decreto 3930 de 2010, aún están vigentes los artículos relacionados con los Usos y Criterios de Calidad del agua, así como las Normas de Vertimientos para usuarios que viertan al suelo o a un cuerpo 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.
	Decreto 3930 de 2010	Establece que todo usuario que realice descargas de aguas residuales al suelo, aguas superficiales, aguas subterráneas y aguas marinas deberá tramitar y legalizar el Permiso de Vertimientos o Planes de Cumplimiento. Está pendiente por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS la elaboración de los nuevos criterios de calidad del agua para los usos asignados y las normas de vertimiento, para derogar en su totalidad el Decreto 1594 de 1984.
	Decreto 1640 de 2012	Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras

		disposiciones.
CANTIDAD	**Decreto 1541 de 1978**	Reglamenta las normas relacionadas con el recurso agua en todos sus estados: reglamenta el dominio y usos de las aguas con fines de desarrollo humano, económico y social, restringe y limita el dominio de las aguas para asegurar su aprovechamiento sostenible y expone las sanciones por el incumplimiento de la norma, entre otros aspectos
	Ley 373 de 1997	Obliga a incorporar el programa de uso eficiente del agua a nivel regional y municipal, y a utilizar métodos eficientes en el uso del recurso hídrico. También obliga a definir una estructura tarifaria que incentive el uso eficiente y ahorro del agua.
	Decreto 155 de 2004	Reglamenta el instrumento económico de las tasas por utilización del agua – TUA
	Res. 474 de 2009	Por la cual se fija la tarifa de la contribución especial para la vigencia 2009 por concepto del servicio de regulación de agua potable y saneamiento básico y se dictan otras disposiciones.

Tabla 2. Alcance Normativo- Sector Minero

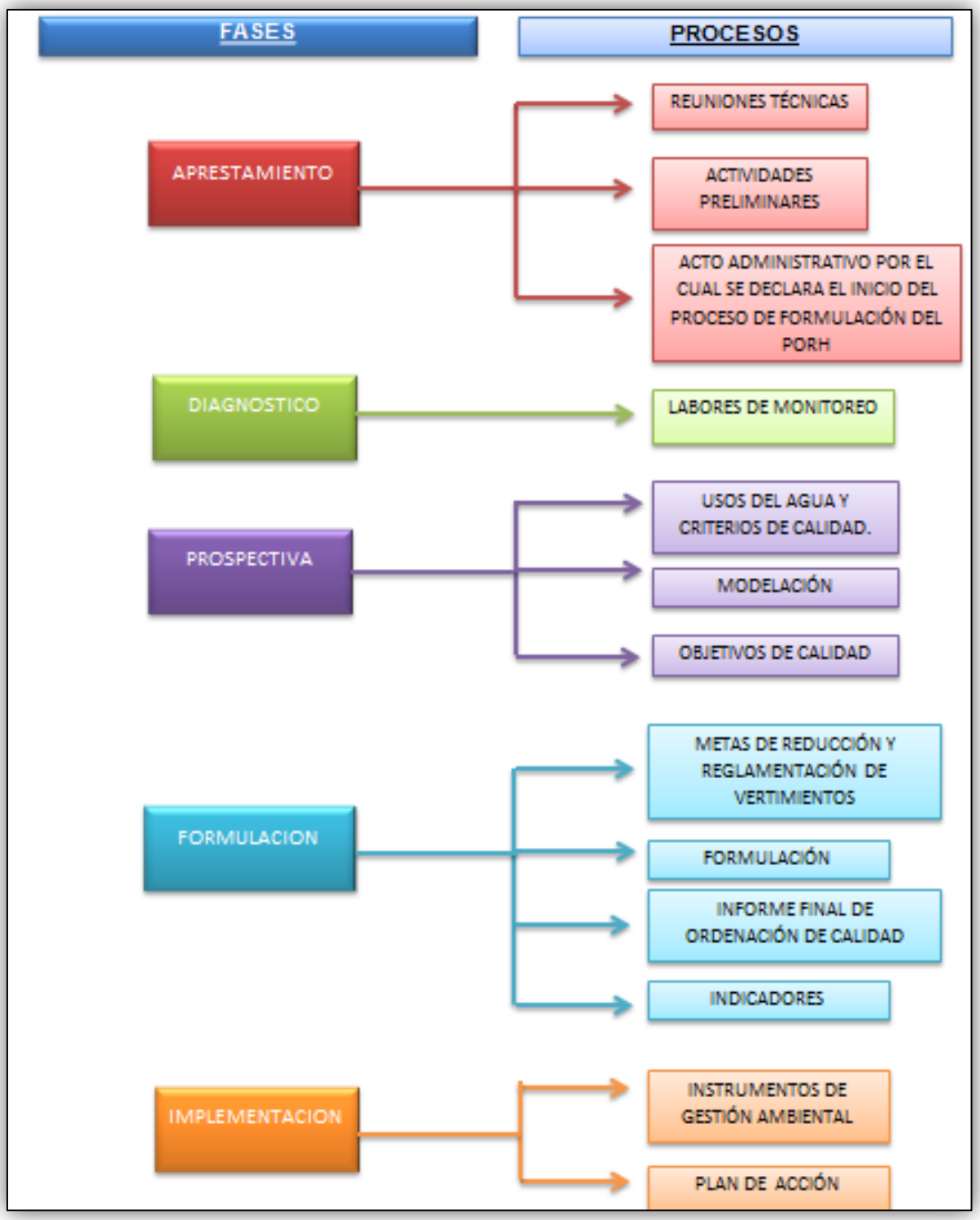
	SECTOR MINERO	
PRINCIPALES	**NORMA**	**ALCANCE**
	Ley 685 de 2001	• Normas reglamentarias y complementarias • Tramites mineros • Medios e instrumentos mineros y ambientales • Tramites ambientales • Registro minero
	Ley 99 de 1993	• Permisos Ambientales • Licenciamiento ambiental

4. MARCO CONCEPTUAL



4. MARCO CONCEPTUAL.

Tabla 3. Fases y Procesos del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico.



Las fases sobre las cuales se desarrolla el ordenamiento y reglamentación del recurso hídrico son Priorización, Aprestamiento Institucional, Diagnóstico, Prospectiva, Plan de Ordenamiento, Implementación y Evaluación y Seguimiento.

- ***Priorización:*** Es el establecimiento del orden de importancia de las corrientes hídricas en la jurisdicción de cada Autoridad Ambiental que requieren o ameritan por importancia emprender procesos de reglamentación y ordenamiento del recurso hídrico.

  La identificación de los usos existentes o potenciales, debe hacerse teniendo en cuenta las características físicas, químicas, biológicas, su entorno geográfico, cualidades escénicas y paisajísticas, las actividades económicas y las normas de calidad necesarias para la protección de flora y fauna acuática.

- ***Aprestamiento Institucional:*** Fase preparatoria que tiene su base en el decreto 1729 de 2002, cuyo propósito es construir los cimientos para iniciar el proceso de ordenación y reglamentación del recurso hídrico, esta fase contempla entre otros, la articulación de los grupos técnicos al interior de la Autoridad Ambiental, el acercamiento a la comunidad, el reconocimiento de fortalezas y debilidades institucionales y la expedición de actos administrativos.

- ***Diagnóstico:*** Busca establecer la situación ambiental actual del recurso hídrico, teniendo en cuenta sus aspectos sociales, físicos, bióticos y antrópicos, con el fin de establecer las potencialidades, conflictos y restricciones del mismo, 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.

  Implica por lo menos la revisión, organización, clasificación y utilización de la información existente, los resultados de los programas de monitoreo de calidad y cantidad del agua en caso de que existan, los censos de usuarios, el inventario de obras hidráulicas, la oferta y demanda del agua, el establecimiento del perfil de calidad actual del cuerpo de agua y/o acuífero, la determinación de los problemas sociales derivados del uso del recurso y otros aspectos que la autoridad ambiental competente considere pertinentes.

- ***Prospectiva:*** Es la fase que parte de los resultados del diagnóstico, para diseñar los escenarios futuros de uso coordinado y sostenible del recurso, para lo cual se debe promover una reflexión colectiva en la que participen los diversos actores del recurso hídrico superficial, atendiendo criterios tanto de cantidad, como de calidad, brindando elementos de juicio que permitan plantear escenarios a corto, mediano y largo plazo.

- ***Plan de Ordenamiento del Recurso:*** En esta fase se adopta el escenario elegido tanto en cantidad “proyecto de reglamentación” como en calidad “Objetivos de Calidad” como directrices de planificación y orientadores de la administración, control y vigilancia de Recurso Hídrico.

  Específicamente el Ordenamiento del Recurso Hídrico es la responsabilidad que tienen las Autoridades Ambientales Competentes de realizar la clasificación de las aguas

superficiales, subterráneas y marinas para fijar en forma genérica su destinación a los diferentes usos que trata el artículo 9 del Decreto 3930 de 2010.

Entre otros aspectos, los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico, determinan los casos en que deba prohibirse el desarrollo de actividades como la pesca, el deporte y otras similares, en toda la fuente o en sectores de ella, de manera temporal o definitiva, fija las zonas en las que se prohibirá o condicionará la descarga de aguas residuales o residuos líquidos o gaseosos, provenientes de fuentes industriales o domésticas, urbanas o rurales, en las aguas superficiales, subterráneas, o marinas y establecen las normas de preservación de la calidad del recurso para asegurar la conservación de los ciclos biológicos y el normal desarrollo de las especies.

- ***Implementación:*** El objetivo de la implementación es utilizar los instrumentos técnicos y económicos para la aplicación del plan de ordenamiento, esta fase contempla entre otros: - Legalizar el uso del agua a través de permisos de concesión. (Dec. 1541 de 1978) - Legalizar los vertimientos a través de permisos. (Dec. 3930 de 201) - Planes de cumplimiento. (Dec. 3930 de 2010) - Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimiento (Res.1433 de 2004) - Implementar el cobro de la tasa por uso de agua (Dec.155 de 2004) - Implementar el cobro de la tasa retributiva (Dec. 3100 de 2003). - Actividades Complementarias de cumplimiento voluntario.

- ***Evaluación y Seguimiento:*** Retomando los conceptos del decreto 1729 de 2002 y aplicándolos específicamente al recurso hídrico, “Se establecen mecanismos e instrumentos de seguimiento y evaluación, así como indicadores de gestión que permitan evaluar el cumplimento del plan de ordenamiento, como son:

  - **Indicadores Mínimos asociados al Recurso Hídrico:** Monitoreo de la Cantidad y Calidad de la Corriente - Evaluación de la Implementación del Plan - Seguimiento a Usuarios legalizados.
  - **Monitoreo de la Cantidad y Calidad de la Corriente**
  - **Evaluación de la Implementación del Plan**
  - **Seguimiento a Usuarios legalizados**

5. APRESTAMIENTO



5. APRESTAMIENTO

En la fase de aprestamiento se tiene en cuenta tres aspectos principales, cuya implementación permitieron el desarrollo y aplicación de las demás fases del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico acorde con lo estipulado en el Decreto 3930 de 2010:

a. PRIORIZACIÓN DE LA FUENTE HÍDRICA SUPERFICIAL

En relación con el Decreto 3930 del 25 de Octubre del *2010, la Autoridad Ambiental Competente es la encargada de realizar el Ordenamiento del Recurso Hídrico de las aguas superficiales, subterráneas y marinas existentes en el área de su jurisdicción; sin embargo considerando la complejidad de este proceso, el Decreto también establece unos criterios mínimos de priorización para que la Autoridad Ambiental priorice en sus Planes de Acción Institucional los cuerpos de agua a ordenar.*

El decreto 3930 de 2010 en su artículo 5 define los criterios de priorización para llevar a cabo un proceso de ordenación del recurso hídrico.
Estos criterios de priorización permiten establecer de manera clara la necesidad de llevar a cabo el proceso de ordenamiento del recurso hídrico de la Quebrada Piscoyaco con jurisdicción en el municipio de los Andes Sotomayor - Nariño.

Sin embargo el principal argumento para llevar a cabo este proceso es el estado actual en relación al deterioro ambiental en el cual está inmersa esta fuente hídrica, representado principalmente por los vertimientos provenientes del Casco Urbano y de la Planta de Beneficio de la Cooperativa Minera, que los principales medios que afectan su calidad en colocando en riesgo la salud de personas que aguas abajo hacen uso de este vital recurso.

Es por lo que en estas situaciones y ante estas acciones que se presentan se hace necesario que CORPONARIÑO como máxima autoridad ambiental tome acciones y cartas sobre el asunto que apunten a la recuperación ambiental y mejoren las posibilidades para el aprovechamiento de dicha fuente.

La priorización de corrientes es el establecimiento del orden por prioridad de las corrientes hídricas que requieren o ameritan por importancia emprender procesos de reglamentación y ordenamiento del recurso hídrico. Esta fase requiere la aplicación de criterios de priorización, como: Uso, calidad y cantidad del recurso hídrico.

b. DECLARATORIA DE ORDENAMIENTO

La declaratoria del Inicio del Proceso de Ordenamiento de la quebrada Piscoyaco, se desarrolló en cumplimiento de lo estipulado en el Artículo 8 del decreto 3930 de 2010:

"Articulo 8. Proceso de Ordenamiento del Recurso Hídrico. *El Ordenamiento del Recurso Hídrico por parte de la autoridad ambiental competente se realizará mediante el desarrollo de las siguientes fases:*

1. *Declaratoria de Ordenamiento. "Mediante Acto Administrativo, Diagnóstico de la situación ambiental actual de las corrientes superficiales descritas anteriormente, Identificación de los Usos Potenciales del Recurso, elaboración del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico para el cauce principal de la Quebrada Piscoyaco en el Departamento de Nariño, y finalmente Declaración de Adopción del Plan de Ordenamiento mediante Acto Administrativo".*

La Resolución también incluye el hecho de informar a los usuarios del recurso y propietarios de los predios que se encuentren dentro del área de influencia del proceso de ordenamiento de la Quebrada Piscoyaco, que CORPONARIÑO en cumplimiento de sus funciones de máxima Autoridad Ambiental en el departamento de Nariño, ejercerá labores de campo para el desarrollo de la fase Diagnostica, para lo cual se solicita y requiere del acompañamiento y disponibilidad por parte de los usuarios para el suministro de información requerida.

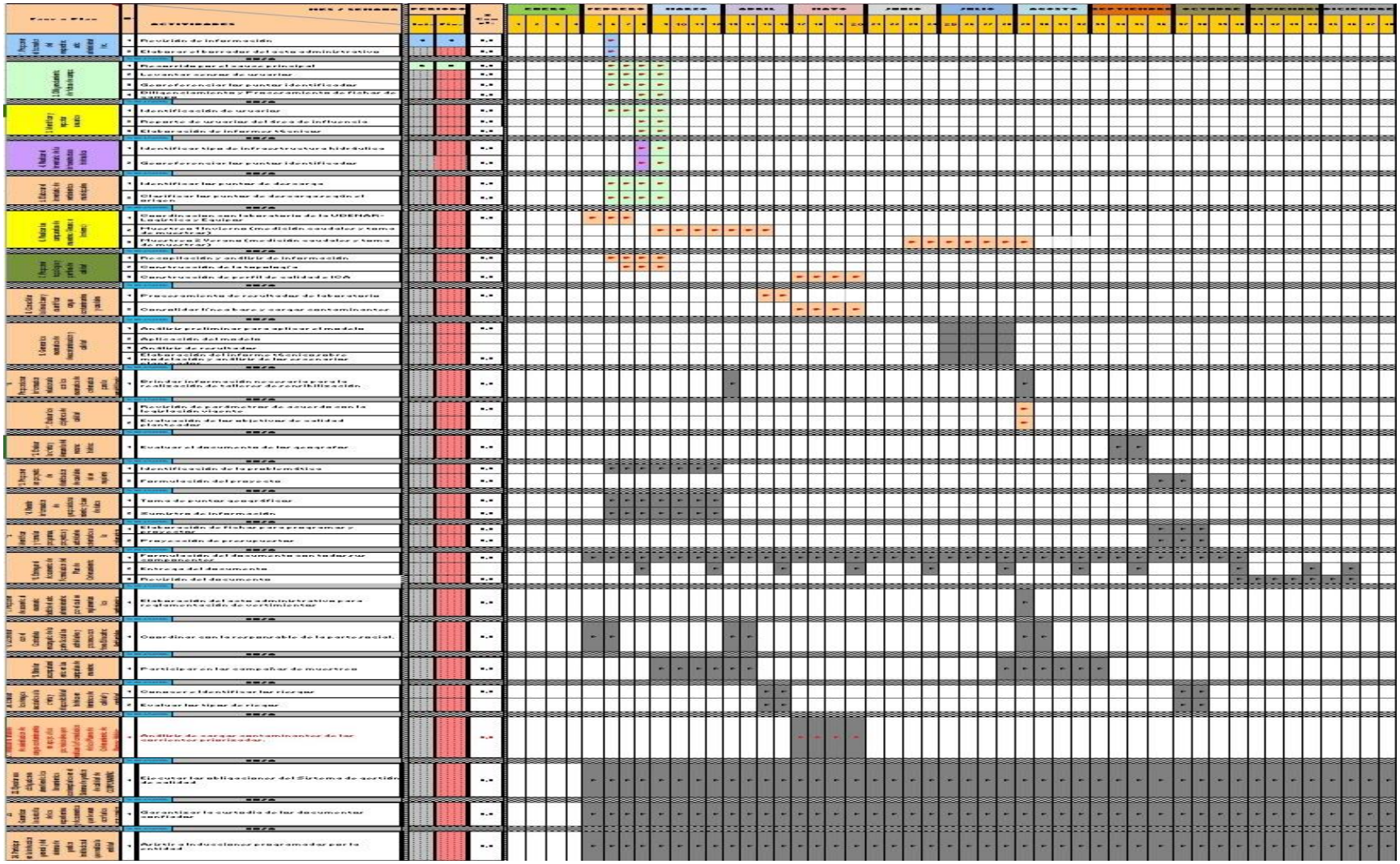
c. APRESTAMIENTO INSTITUCIONAL

El aprestamiento institucional es la fase preparatoria a los procesos de planificación del recurso, el propósito es construir las bases para iniciar los procesos de ordenamiento y reglamentación, esta fase contempla entre otros la articulación del grupo técnico en la Corporación Autónoma Regional de Nariño – CORPONARIÑO, el acercamiento a la comunidad y el reconocimiento de fortalezas y debilidades en el área de influencia de la Quebrada Piscoyaco.
Como parte de este componente se creará el comité técnico donde se involucrara las diferentes áreas relacionadas con el recurso hídrico, evaluando los perfiles y funciones de cada integrante del equipo técnico de Ordenación de dicha fuente.

Tabla 4. Comité Técnico.

NIVEL PROFESIONAL	***PERFIL***
Profesional	Abogados - funcionarios de la oficina Jurídica de CORPONARIÑO los cuales cuentan con la experiencia en los procesos legales requeridos para el otorgamiento de concesiones, permisos, autorizaciones
Profesional	En el Área social con experiencia en fortalecimiento organizativo y sistemas de seguimiento y control social.
Profesional	Con conocimientos académicos en hidrología y/o hidráulica, Modelación Qual2K como parte primordial en la fase de prospectiva.
Profesional	Con conocimientos en la calidad del recurso hídrico y experiencia en los procesos de otorgamiento de concesiones, permisos, autorizaciones y licencias para el uso y aprovechamiento del recurso.
Técnico	Se cuenta con el apoyo del laboratorio especializado de la Universidad e Nariño donde se llevará a cabo el análisis de las muestras de agua producto de las campañas de caracterización.

Tabla 5. Cronograma



6. DIAGNOSTICO GENERAL



6. DIAGNOSTICO GENERAL.

Para efectos del presente documento, en algunos aportes de la etapa de diagnóstico a lo largo de la quebrada Piscoyaco, la presentación de la información se ha clasificado o agrupado en tres zonas:

- ***Zona Alta:***

La parte Alta correspondiente al punto de nacimiento o inicio del Cauce principal de la quebrada Piscoyaco, hasta alcanzar una altura de 1710 mts que corresponde a la vereda el Huilque del Municipio de Sotomayor.

- ***Zona Media:***

La parte media de la Subcuenca de la Quebrada Piscoyaco comprende desde la vereda el Huilque a una altura de 1710 mts, en este tramo la quebrada Chamizal recibe el vertimiento de las aguas residuales de aproximadamente el 70 % del total de la población, en este punto este afluente se une con el cauce principal de la quebrada, hasta el sector de la mina el tesoro 1125 mts.

- ***Zona Baja:***

La parte baja de la Subcuenca de la Quebrada Piscoyaco comprende desde el sector de la mina el Tesoro hasta su desembocadura sobre el rio Guáitara en el sector conocido como La Bomba.

6.1 Descripción general del área de estudio

El municipio tiene como nombre Los Andes y su capital es Sotomayor, se encuentra localizado al noroccidente del departamento de Nariño, presenta un área total de terreno de 61.300 hectáreas de lo cual su extensión está dividida de la siguiente manera:

- Área montañosa: 40.350 hectáreas
- Área rural: 20.958 hectáreas
- Área urbana: 28 hectáreas

Sus límites están comprendidos de la siguiente manera:

- Norte: con los municipios de Cumbitara y Policarpa
- Sur: municipio de la Llanada
- Oriente: municipios de Peñol y Linares
- Occidente: municipio de Barbacoas

El municipio se encuentra georeferenciado con las siguientes coordenadas, altura y temperatura promedio:

- Latitud: 7.731
- Longitud: 1.568
- Altura: 1.588 m.s.n.m
- Temperatura: 22 °C

Mapa 1. Localización Geográfica Quebrada Piscoyaco.



El sector urbano está dividido en 12 barrios: EL Barrio colon, Barrio Sampedro, Barrio Araujo, Barrio Bombona, Barrio Bolívar, Barrio sucre, Barrio Marro, Barrio Benavides Guerrero, Barrio Comercio, Barrio Sanfrancisco, Barrio avenida Bolívar y Urbanización Peñaliza.

La zona rural del municipio de Los andes está comprendida por cuatro (4) corregimientos y treinta y cinco veredas como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6. División Política Administrativa del Municipio de los Andes

ITEMS	CORREGIMIENTO	VEREDA
1	ÁREA URBANA	SOTOMAYOR
2	ÁREA SUBURBANA	LA CARRERA
		SAN ISIDRO
		LA AURORA
		LA TRAVESÍA
3	SAN SEBASTIÁN	EL ARENAL
		EL ALTO
		LA LOMA
		VILLANUEVA
		SAN PEDRO
		EL BOQUERÓN
		EL PARAÍSO
		EL HUILQUE
		LOS GUABOS
4	*LA PLANADA*	LA PLANADA
		SANFRANCISCO
		GUAYABAL
		PROVIDENCIA
		SAN VICENTE
		PIGALTAL
		SAN JUAN
5	*PANGUS*	EL CRUCERO
		PANGUS
		PITAL
		CAMPO BELLO
		LAS DELICIAS
6	*EL CARRIZAL*	EL CARRIZAL
		LA ESMERALDA
		EL PALACIO
		QUEBRADA HONDA
		EL PARAMO
		CORDILLERAS ANDINAS

Fuente: Esquema de Ordenamiento Territorial- Los Andes Sotomayor

Tabla 7. Microcuencas y Fuentes Abastecedoras del Municipio de los Andes

CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA
RÍO PATÍA	*Quebrada Honda*	Quebrada La Plata
		Quebrada Boquerón
		Quebrada Ospino (Cerro Negro y Campanillo)
		Quebrada Los Pinos (Providencia, Tesoro, Platanal)
		Alto Seco, La Mina, Delicias, Derrumbo, Chimbilaquera, La Peña, El Alto.
		Quebrada Cuscunga
		Quebrada La Capilla
		Quebrada La Cueva
		Quebrada El Limonal
	Escurrimientos	Quebrada Tolima Quebrada Guayacanal Quebrada Pendos
RÍO GUÁITARA	*Quebrada Piscoyaco*	La Chorrera, La Piedra, Pichuelo, Palacio, Ojo de Agua, Culuales, La Palma, El Páramo, El Cedro, La Cuesta, Buenavista, La Hoya, Delicias, Arroyos La Peña y La Cueva
	Escurrimientos	La Vuelta, San Antonio, La Cocha, Chupadero, La Peña, Pendos, Chorrera, Trapiche, Hueco Seco.
RÍO PACUAL	*Dos Quebradas*	El Arenal, Aurora, La Chorrera, Hueco del Diablo, Hojarasca, San Pedro, Quebrada Culuales, Pajonal, Palmera, La Cartagua, El Voladero, Murciélago, Artonal, Higuerón, Ojo de Agua.
RÍO TELEMBÍ	*Río Aguaclara*	
	Río San Vicente	
	Río Sumbiambí	Quebrada San Juan
	Río Cuembí	Quebrada San Luis Quebrada Santa Rosa Quebrada La Esperanza Quebrada Turbia

Fuente: Esquema de Ordenamiento Territorial- Los Andes Sotomayor

La Quebrada Piscoyaco se encuentra ubicada al norte de la cabecera municipal, nace en la zona montañosa de la cordillera de los andes y su corriente principal circula por el municipio de los Andes Sotomayor, es atravesada por la vía Cumbitara y algunos sectores veredales del municipio hasta desembocar en el rio Guáitara.

El cauce principal de la quebrada Piscoyaco en su recorrido es alimentada por numerosas quebradas, drenajes y arroyos, esta comprende una distancia de 15 km aproximadamente desde su nacimiento hasta su desembocadura.

El inicio y el final de la Subcuenca, se ubican en las siguientes coordenadas:

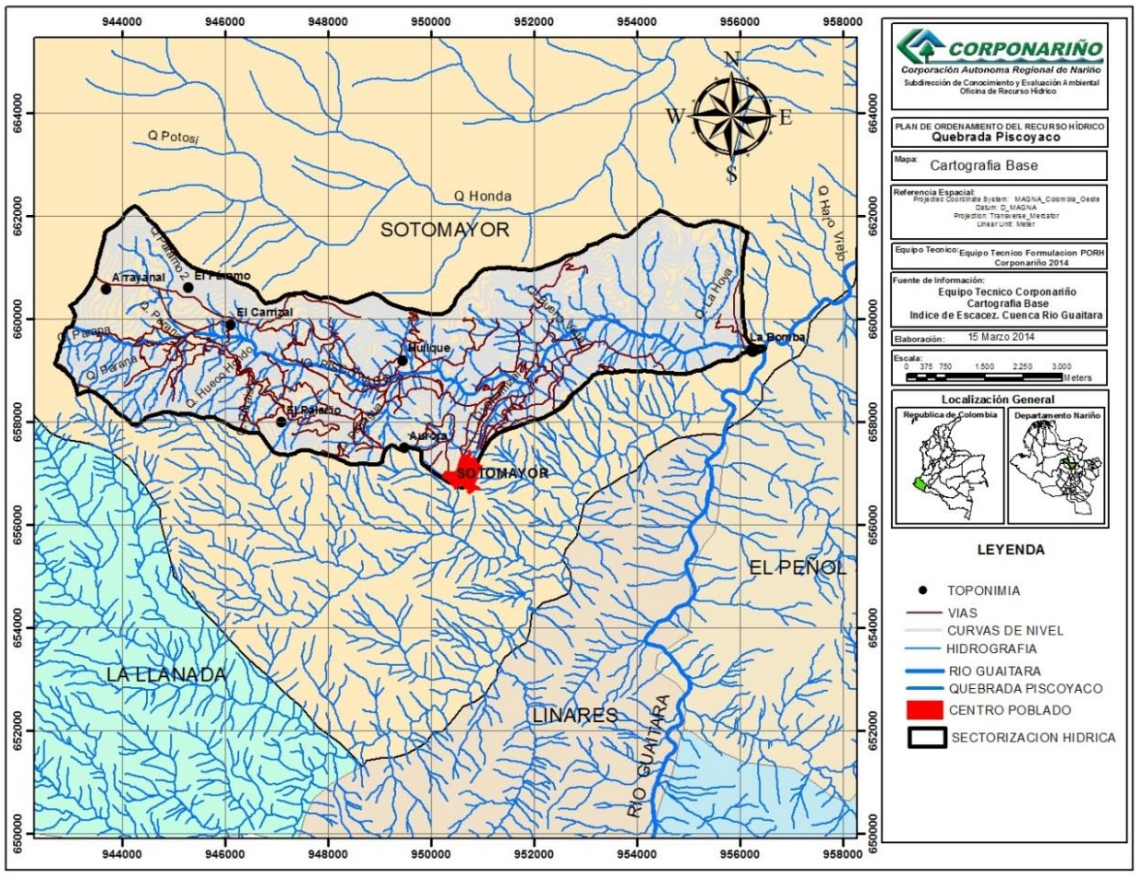
Tabla 8. Coordenadas de inicio y desembocadura del cauce principal de la Quebrada Piscoyaco

UBICACIÓN	N	W	H
Inicio	659836	943070	3100 msnm
Final	659427	956478	550 msnm

Fuente. Ordenamiento del cauce principal de la quebrada Piscoyaco 2014- CORPONARIÑO

La quebrada Piscoyaco, atraviesa el casco urbano del Municipio de los andes Sotomayor y en su recorrido recoge aproximadamente el 70% del aporte de aguas residuales domésticas de la población, de igual forma se ve afectada de forma indirecta por la actividad minera de la región ya que no se realzan vertimientos directos sino que por procesos de escorrentía e infiltración se ve modificada la calidad del agua en relación a la presencia de metales pesados (Zinc, Plomo, Hierro y Cobalto) los cuales excede el límite máximo admisible.

Mapa 2. Localización Geográfica Municipio de los Andes.



Fuente. Ordenamiento del cauce principal de la Quebrada Piscoyaco 2014- CORPONARIÑO

En la siguiente tabla, se presenta la contextualización hidrográfica de la Subcuenca quebrada Piscoyaco de acuerdo a la Zonificación y Codificación de Cuencas Hidrográficas en el departamento de Nariño:

Tabla 9. Contextualización Hidrográfica Subcuenca Quebrada Piscoyaco

Región	Océano Pacífico
Zona Hidrográfica -Macrocuenca	Orden 1: Río Patía 52.
SubZona - Sobre Cuenca	Orden 2: Río Guaitara.
Subcuenca	Orden 3: Quebrada Piscoyaco
Microcuencas	Quebradas: La Chorrera, La Piedra, Pichuelo, Palacio, Ojo de Agua, Culuales, La Palma, El Páramo, El Cedro, La Cuesta, Buenavista, La Hoya, Delicias, Arroyos La Peña y La Cueva
Área	39,39 km^2
Longitud Cauce Principal *Km*	15 Kilómetros

Georeferenciación Punto inicial Cauce Principal	Norte: 659836 Este: 943070 Elevación: 0 mts
Georeferenciación Punto Final Cauce Principal (Desembocadura río Guáitara)	Norte: 659836 Este: 956478 Elevación: 550 mts

Fuente. Ordenamiento del cauce principal de la Quebrada Piscoyaco 2014- CORPONARIÑO

La quebrada Piscoyaco desde su nacimiento cuenta con el aporte de importantes afluentes que permiten aumentar el caudal del cauce principal. En su recorrido el cauce principal cruza por la veredas el Carrizal, Palacio, Paraiso, Pichuelo, Huilque, La Bomba y sector de la desembocadura con el rio Guaitara; en la parte alta se cuenta con dos captaciones legales, la primera para el acueducto veredal del Carrizal y la segundo destinada para un distrito de riego (ASOPISCOYACO), de igual forma se cuenta con una un acueducto veredal ilegal ubicado en la vereda el palacio, esta captación no se realiza directamente del cauce principal de la quebrada sino de un afluente.

En su parte media el cauce principal recibe descargas domesticas de aproximadamente 4200 personas, este vertimiento se realiza directamente a la quebrada Chamizal y aguas abajo se une con el cauce principal de quebrada; en esta zona también se cuenta con la presencia de la Planta de Beneficio de la Cooperativa de los Mineros y la Planta de beneficio de los Ecuatorianos, las cuales de manera indirecta contribuye en la contaminación del cauce principal.

La quebrada Piscoyaco en su último tramo el terreno presenta inclinaciones entre 50 y 60%, grandes peñascos y algunos sectores ondulados y pequeñas vegas en su desembocadura, en este tramo también cuenta con aporte de importantes caudales por porte de quebradas y arroyos.

Las principales poblaciones o asentamientos humanos que son influenciados por el recorrido natural del cauce principal de la quebrada Piscoyaco se describen en la siguiente tabla:

Tabla 10. Poblaciones Influenciadas por la Quebrada Piscoyaco

CAUCE PRINCIPAL	MUNICIPIO	CORREGIMIENTO	VEREDA
Zona Alta	LOS ANDES SOTOMAYOR	Carrizal	Carrizal
			Palacio
		San Sebastián	Paraíso
			Pichuelo
Zona Media		San Sebastián	Huilque
			La bomba
Zona Baja		San Sebastián	La bomba
		Pangús	Límites con la vereda Pangús

6.1.1 Fisiografía de la Subcuenca Quebrada Piscoyaco

- Provincia Fisiográfica: La Provincia Fisiográfica en donde se encuentra ubicada la Subcuenca Miraflores es la Cordillera de los Andes.

- Unidad Climática: En la Subcuenca se presenta un Clima muy variado, el cual se puede subdividir en tres Subunidades Climáticas: Una corresponde a la región alta y montañosa donde nace con temperaturas 10 Grados Centígrados. La segunda Subunidad corresponde a la parte media con temperaturas que oscilan entre los 15 y 18 Grados Centígrados; y en la parte baja se presenta temperaturas ente 20 y 30 Grados Centígrados

- Topografía: En el Municipio se encuentran tres regiones topográficas:

- La Región Oriental: De altas pendientes hacia las cuencas hidrográficas
- La Región Central: Conformada por la zona montañosa
- La Región Occidental conformada por la llanura del Pacífico.

Además, se encuentran accidentes topográficos en todo su territorio, predominando las pendientes superiores al 50%, los peñascos y cañones, principalmente en el entorno de las cuencas, subcuencas y microcuencas de los ríos Patía, Guáitara, Pacual, Dos Quebradas, Quebrada Honda y Quebrada Piscoyaco.

Son pocas las terrazas o vegas de topografía entre ondulada y plana, las que no alcanzan un 0.5% del área habitada del municipio, éstas pequeñas terrazas están localizadas en el sector de Campo bello y donde está ubicado el casco urbano de Sotomayor.

Por lo tanto se concluye que la topografía del Municipio es muy variada, lo que permite encontrar varias unidades de paisaje, las cuales contienen numerosas pisos térmicos, zonas de vida, actividades agrícolas, pecuarias, de extracción minería, las cuales en conjunto conforman el contexto territorial municipal.

6.1.2 Datos hidroclimatológicos de la Subcuenca Quebrada Piscoyaco basados en la estación del IDEAM ubicada en el municipio de Samaniego.

Teniendo en cuenta que para la zona de los Andes Sotomayor existen varias estaciones de donde se pueden obtener valores muy precisos, en el diagnostico se tomaron registros meteorológicos de algunas estaciones según reporte del instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales IDEAM presentado para el año 2013 por cuanto se constituye en la única fuente de información de fenómenos meteorológicos de la región.

Tabla 11. Estaciones Hidrográficas Y Limnigráficas- Quebrada Piscoyaco Municipio De Los Andes Sotomayor.

CÓDIGO	ALTITUD	NOMBRE	CORRIENTE	CATEGORÍA		MUNICIPIO	ALTITUD	ESTE	NORTE
5203502	1007	VIENTO LIBRE	MAYO	ME	METEOROLÓGICA ESPECIAL	TAMINANGO	1007	970386	670733
5207701	423	PTE PUSMEO	PATÍA	LG	LIMNIGRAFICA	CUMBITARA	423	955264	671319
5201701	456	PTE GUASCAS	PATÍA	LM	LIMNIGRAFICA	POLICARPA	456	960849	668074
5206001	1005	PISANDA	PATÍA	PM	PLUVIOMETRICA	CUMBITARA	1005	952381	674372
5207702	340	LOS NORTES	PATÍA	LG	LIMNIGRAFICA	CUMBITARA	340	951146	681591
5207003	353	LLANO VERDE	PATÍA	PM	PLUVIOMETRICA	POLICARPA	353	949911	684141
5201014	478	LA GUASCA	PATÍA	PM	PLUVIOMETRICA	POLICARPA	478	960169	668197
5201003	814	EL ROSARIO	PATÍA	PM	PLUVIOMETRICA	EL ROSARIO	814	971856	684874
5205703	986	AGROYACO	GUÁITARA	LG	LIMNIGRAFICA	LOS ANDES	986	959739	665255

Fuente: IDEAM

A continuación se presenta una descripción y análisis de los parámetros hidroclimatológicos como Precipitación, y temperatura cuyos datos se obtuvieron de la estación Tanamá ubicada en el municipio de Samaniego, donde se consideran elementos como la altitud, la disponibilidad de agua (balance hídrico) y la latitud.
Es importante tener encuenta que la estación meteorológica se encuentra ubicada dentro del área de influencia, lo cual permite contextualizar de manera más precisa las condiciones climáticas de la Subcuenca.

- **Precipitación:**

La precipitación es la cantidad de agua caída a la superficie de la tierra en forma de lluvia, llovizna, nieve o granizo. La precipitación viene siempre precedida por los fenómenos de condensación y sublimación o por una combinación de los dos. El régimen normal de la precipitación está determinado por la situación geográfica y por la influencia de algunos factores importantes, tales como la circulación atmosférica, el relieve, la integración entre la tierra y el mar, la influencia de áreas selváticas o boscosas. La posición geográfica de Colombia en la zona ecuatorial la sitúa bajo la influencia de los Alisios del noreste y sureste. Estas corrientes de aire cálido y húmedo provenientes de latitudes subtropicales

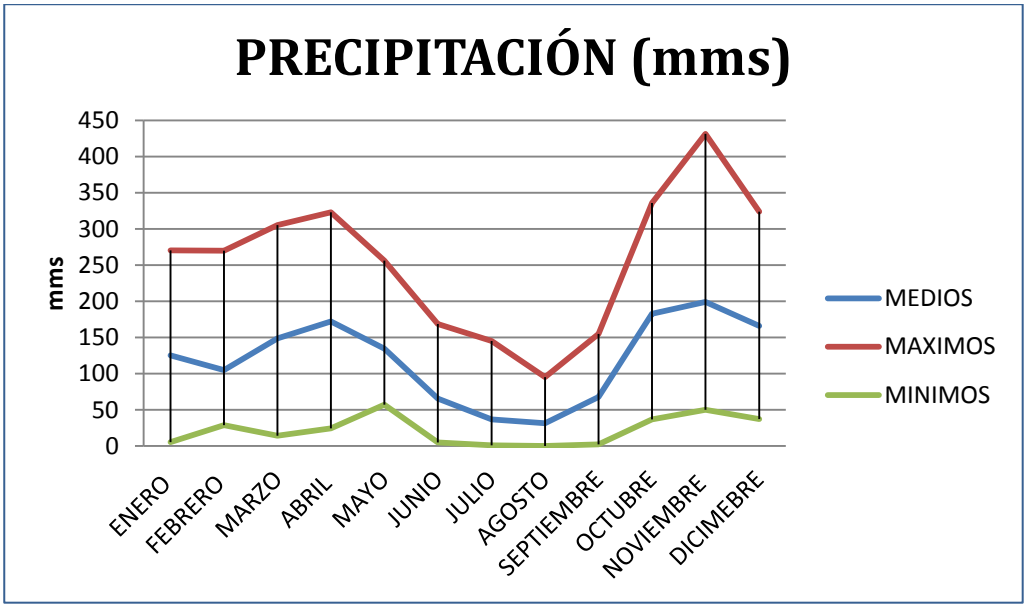
de los dos hemisferios, confluyen en una franja denominada Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT). Ver tabla 12 y Gráfica 1.

Tabla 12. Valores Totales Mensuales De Precipitación Subcuenca Quebrada Piscoyaco

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MEDIOS	125,1	104,8	148,8	172,2	134,4	65,6	36,5	31,6	67,5	182,9	199,2	165,7
MAXIMOS	270,5	270	305,4	323	256,3	168,5	144,9	95	154,8	335,9	431,3	324
MINIMOS	5,2	28,6	14	24,2	57,2	5	0,9	0	2,4	36,9	50,1	37,2

Fuente: IDEAM

Gráfica 1. Valores Totales Mensuales De Precipitación



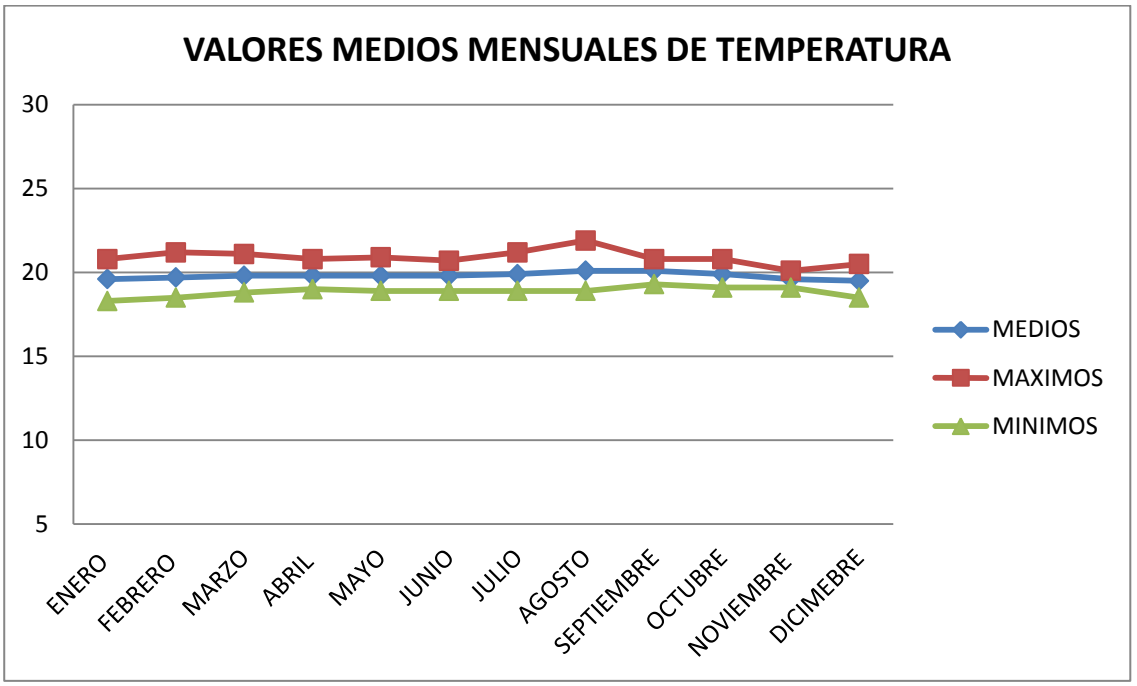
Según la gráfica anterior la máxima precipitación se ha presentado en el mes de noviembre, con un valor correspondiente a 431,3 mm y la mínima en el mes de Agosto con 0 mm aproximadamente.

- **Temperatura:** Definida como el componente del clima que indica el grado de calentamiento del aire atmosférico. Ver tabla 13 y Gráfica 2.

Tabla 13. Valores Medios Mensuales De Temperatura De La Subcuenca Quebrada Piscoyaco

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MEDIOS	19,6	19,7	19,8	19,8	19,8	19,8	19,9	20,1	20,1	19,9	19,6	19,5
MAXIMOS	20,8	21,2	21,1	20,8	20,9	20,7	21,2	21,9	20,8	20,8	20,1	20,5
MINIMOS	18,3	18,5	18,8	19	18,9	18,9	18,9	18,9	19,3	19,1	19,1	18,5

Gráfica 2. Valores Medios Mensuales De Temperatura.



6.1.3 Usos y coberturas del suelo en la Subcuenca Quebrada Piscoyaco.

Para determinar la cobertura y uso del suelo de la microcuenca de la corriente principal de la Quebrada Piscoyaco municipio de Sotomayor, se tomó como referencia la información cartográfica suministrada por el Índice de Escases del Rio Guáitara 2009 relacionada con la cobertura y uso del suelo; a su vez se realizaron recorridos de campo por la parte alta, media y baja de la Subcuenca; con el fin de corroborar la cobertura y uso del suelo de la zona de estudio geo referenciando cada una de ellas con su respectivo registro fotográfico y la descripción de cada zona.

Las áreas de estudio se determinaron de acuerdo a las necesidades y requerimientos del proyecto más no por las características topográficas o naturales de la microcuenca.

- **Parte Alta- Quebrada Piscoyaco.**

La parte Alta de la microcuenca de la Quebrada Piscoyaco comprende desde su Nacimiento sobre el sector del Páramo a una altura de 3100 mts y abarca los sectores de Carrizal, El Palacio, El Paraíso, Los Pichuelos, hasta alcanzar una altura de 1710 mts que corresponde al casco urbano del Municipio de Sotomayor.

En la parte alta de la Subcuenca se encuentra ubicada una mina de oro “La María” la cual en temporada de poca producción procesa el material extraído en esta misma área; esta mina no vierte directamente a la quebrada ya que cuenta con pozetas para la recolección de las aguas resultantes del proceso, pero que por procesos de escorrentía y/o infiltración generan alteraciones en la calidad del agua y teniendo encuenta que unos metros más abajo se encuentra ubicada la bocatoma del acueducto veredal del Carrizal, por lo tanto es importante adecuar estos sistemas de producción con el fin de no generar afectaciones a los seres vivos en general.

Esta zona además cuenta con un distrito de riego que beneficio a gran parte del sector rural y urbano del Municipio de los Andes Sotomayor.

Figura 2. Bocatoma Vereda El Carrizal





Tabla 14. Usos y cobertura del suelo- parte alta de la Subcuenca Quebrada Piscoyaco.

RECORRIDO DE CAMPO				
VEREDA	**UBICACIÓN GEOGRAFICA**	**ALTURA m.s.n.m**	**DESCRIPCION**	**FOTOGRAFIA**
El CARRIZAL	E 944435 N 661443	2852	Presencia de cultivos como: papa, cebolla, granadilla. Presencia de especies nativas como sauce, balso rosado y manzanillo	
EL PALACIO	E 947142 N 658487	2279	Presencia de cultivos en ladera como maíz, plátano, fresas y moras y presencia de especies nativas como: balso, guayabilla y tacasco	
EL PARAISO	E 948699 N 658152	2012	Presencia de cultivos de plátano en laderas y presencia de palma de cera.	

LOS PICHUELOS	E 947534 N 659119	1910	Presencia de cultivos de plátano y café en ladera y frutales como naranja y limas	
LA AURORA	E 949978 N 657035	1714	Cultivos de plátano en ladera intercalados con café.	

Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014

- **Parte Media- Quebrada Piscoyaco.**

La parte media de la Subcuenca de la Quebrada Piscoyaco comprende desde casco urbano del Municipio de Sotomayor y la siguientes Veredas los Huilques y parte del sector de la Bomba. Aproximadamente entre las cotas de 1710 mts y 1250 mts.

En este sector la quebrada Piscoyaco recibe las descargas del 70% aproximadamente de la población, estas aguas residuales son vertidas a la quebrada Chamizal y unos metros más abajo se une con el cauce principal de la quebrada, es este sector también se encuentran ubicadas la Planta de Beneficio de la Cooperativa de los Mineros y la Planta de Beneficio de los Ecuatorianos la segunda en el sector de la Bomba, estas al igual que la mina la María cuenta con sistemas de sedimentación pero por encontrarse muy cerca de este importante afluente genera cambios en las condiciones del agua ya que se encuentra la presencia de metales pesados en estas aguas.

Figura 3. Casco Urbano y Colector Municipal





Tabla 15. Usos y cobertura del suelo- parte media de la Subcuenca Quebrada Piscoyaco.

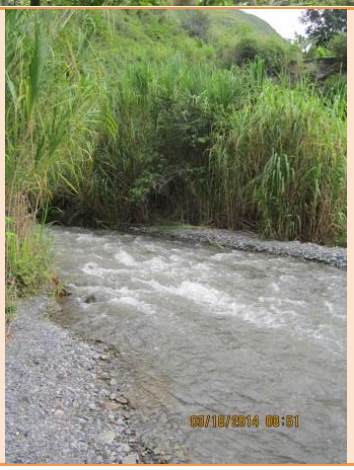
RECORRIDO DE CAMPO				
VEREDA	**UBICACIÓN GEOGRAFICA**	**ALTURA m.s.n.m**	**DESCRIPCION**	**FOTOGRAFIA**
VIA SECTOR EL HUILQUE ALTO	E 950750 N 657979	1671	Cultivos de plátano intercalado con café en zonas de ladera	
SECTOR EL HUILQUE	E 949313 N 658847	1666	Cultivos de pan coger de plátano y maíz y presencia de minas como: el Huilque	
CASCO URBANO MUNICIPO DE SOTOMAYOR	E 951180 N 657850	1464	Localizado en zona montañosa por lo que la mayoría de los cultivos se encuentran ubicados en zonas de ladera predominando el plátano y el café	

Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014

- **Parte Baja- Quebrada Piscoyaco**

La parte baja de la Subcuenca de la Quebrada Piscoyaco comprende desde el sector de la bomba aproximadamente 1250 hasta su desembocadura sobre el rio Guáitara en el sector de límite con la vereda Pangús, aproximadamente 565 mts.

Tabla 16. Usos y cobertura del suelo- parte baja de la Subcuenca Quebrada Piscoyaco.

RECORRIDO DE CAMPO				
VEREDA	**UBICACIÓN**	**ALTURA m.s.n.m**	**DESCRIPCION**	**FOTOGRAFIA**
LA BOMBA	E 956210 N 659048	564	Presencia de cultivos de papaya y maracuyá, vegetación seca propia de áreas de cañón con presencia de vegetación árida y espinosa como cactus.	
DESEMBOCADURA	E 956267 N 659382	559	Desembocadura quebrada Piscoyaco sobre el rio Guáitara	

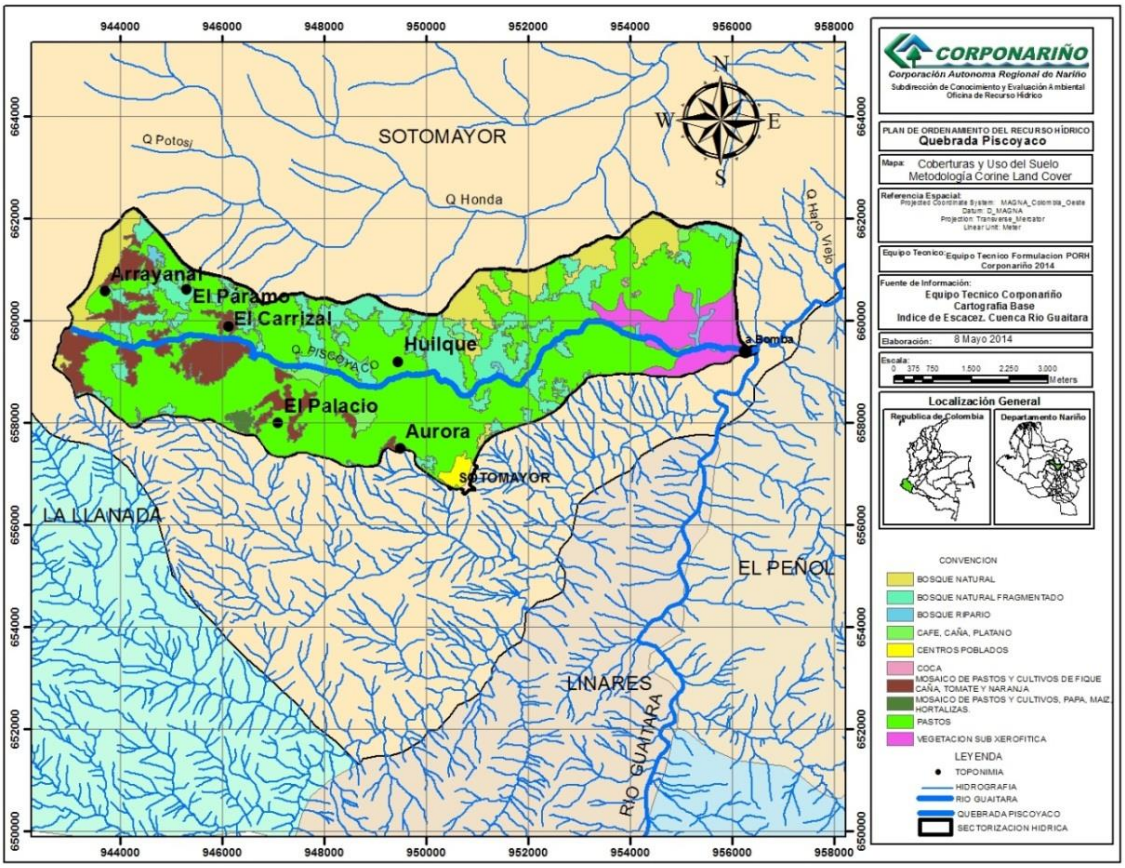
Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014

Tabla 17 Clasificación de coberturas y uso del suelo Subcuenca Quebrada Piscoyaco.

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	Ha	CONVENSION	%
COBERTURAS CONTRUIDAS	ZONAS URBANAS	CENTROS POBLADOS	24,39		0,62
BOSQUES Y AREAS SEMI NATURALES	BOSQUES	BOSQUE RIPARIO	52,25		1,33
	AREAS CON VEGETACION HERBACEA Y/O ARBUSTIVA	VEGETACION SUB XEROFITICA	224,29		5,69
	BOSQUES	BOSQUE NATURAL	325,68		8,27
		BOSQUE NATURAL FRAGMENTADO	576,50		14,64
TERRITORIOS AGRICOLAS	AREAS AGRICOLAS HETEROGENEAS	MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS DE FIQUE, CAÐA, TOMATE Y NARANJA	322,46		8,19
		MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS, PAPA, MAIZ, HORTALIZAS	15,20		0,39
	CULTIVOS PERMANENTES	CAFE, CAÑA, PLATANO	46,74		1,19
	CULTIVOS ANUALES O TRANSITORIOS	COCA	3,29		0,08
	PASTOS	PASTOS	2347,73		59,61

Fuente. Índice de Escases Para Aguas Superficiales Cuenca del Rio Guaitara 2009.CORPONARIÑO.
Fuente. Metodología Corine Land Cover

Mapa 3. Coberturas y uso del suelo Subcuenca Quebrada Piscoyaco



Fuente. Índice de Escases Para Aguas Superficiales Cuenca del Rio Guáitara 2009.CORPONARIÑO.

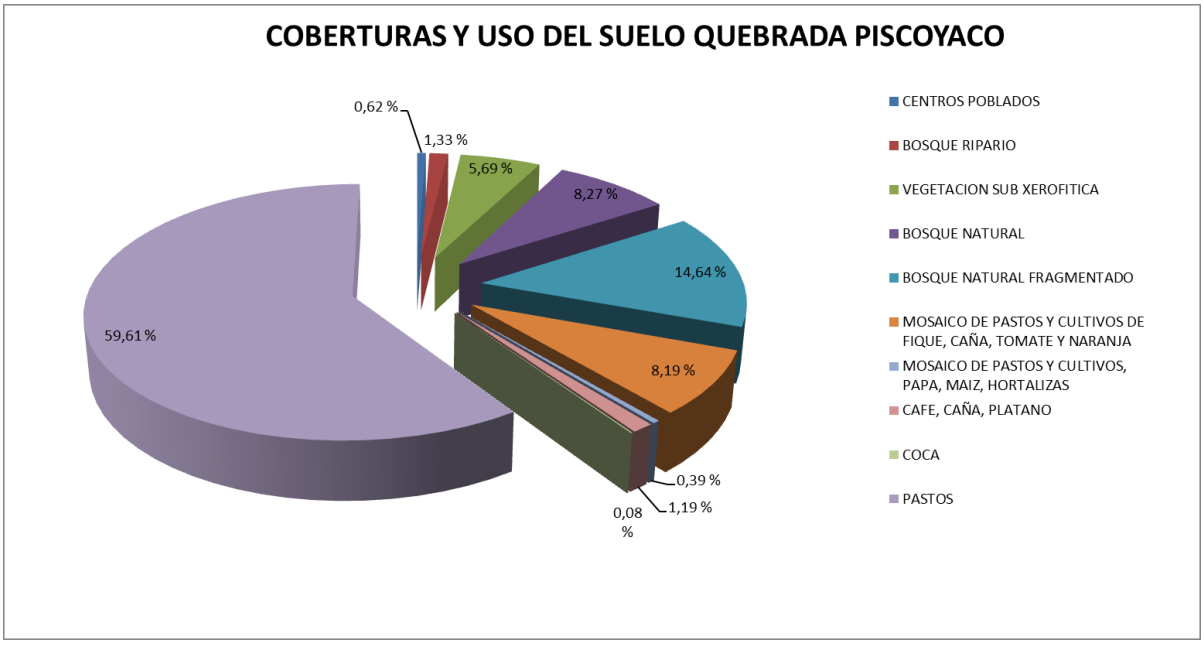
Para el mapa de cobertura y uso del suelo de la microcuenca de la Quebrada Piscoyaco se utilizó la metodología de Corine Land Cover para la clasificación de los niveles como lo solicita y lo especifica la metodología del IDEAM.

Tabla 18. Clasificación de coberturas y uso del suelo Subcuenca Quebrada Piscoyaco.

NIVEL 3	Ha	%
CENTROS POBLADOS	24,39	0,62
BOSQUE RIPARIO	52,25	1,33
VEGETACION SUB XEROFITICA	224,29	5,69
BOSQUE NATURAL	325,68	8,27
BOSQUE NATURAL FRAGMENTADO	576,50	14,64
MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS DE FIQUE, CAÑA, TOMATE Y NARANJA	322,46	8,19
MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS, PAPA, MAIZ, HORTALIZAS	15,20	0,39
CAFE, CAÑA, PLATANO	46,74	1,19
COCA	3,29	0,08
PASTOS	2347,73	59,61

Fuente. Índice de Escases Para Aguas Superficiales Cuenca del Rio Guaitara 2009.CORPONARIÑO.

Gráfica 3. Coberturas y usos del suelo- Quebrada Piscoyaco.



Fuente. Índice de Escases Para Aguas Superficiales Cuenca del Rio Guáitara 2009.CORPONARIÑO.

- **Centros poblados:** Corresponde al municipio de Sotomayor que conforman la microcuenca de la Quebrada Piscoyaco: con un porcentaje de 0,62 % y abarca un área de 24,39 Ha del total de la cobertura y uso del suelo de la microcuenca.

- **Bosque Ripario:** Este bosque ha sido remplazado por la presencia de cultivos propios de la región como plátano, maíz y café y se localizan en forma dispersa sobre la parte alta cerca al nacimiento en sectores como Los Pichuelos, en la parte media en el sector de Huilque y en la baja sobre el sector de la desembocadura muy cerca de la corriente principal de la microcuenca de la Quebrada Piscoyaco representa el 1,33 % del total de la cobertura de la microcuenca con un área de 52,25 Ha.

- **Vegetación Sub Xerofítica:** Se localiza principalmente sobre la desembocadura de la microcuenca y se caracteriza principalmente por adaptarse a condiciones de clima seco y árido abarca 224,29 Ha y representa el 5,69 % del total de las coberturas y uso del suelo de la microcuenca se localiza principalmente sobre el sector de la Bomba.

- **Bosque Natural:** Se localiza de formas dispersa en forma de parches en la parte alta del nacimiento de la Quebrada Piscoyaco sobre el sector del Páramo y el Carrizal y en el sector de la parte media y baja hacia el sector norte de la microcuenca, abarca un área de 576,50 Ha y en porcentaje equivale al 14,64% del total de la cobertura y uso del suelo de la microcuenca.

- **Bosque Natural Fragmentado:** Esta cobertura se localiza a lo largo de toda la microcuenca y representa el 14,64 % y abarca un áreas de 576,50 Ha se caracteriza por la presencia de parches de cultivos propios de la región como plátano y café que son los cultivos más característicos de esta zona remplazando la cobertura original. Se localizan sobre sectores como Carrizal y El Palacio.

- **Mosaico de Pastos, cultivos de Fique, Caña, Tomate y Naranja:** Estos cultivos se localizan en forma dispersa sobre la parte alta en sectores como el Carrizal, El Palacio, El Paraíso, en la parte media en sectores como Huilque y en la parte baja de la microcuenca sobre el sector de la desembocadura; abarca un área 322,46 Ha que equivalen al 8,19% del total de la coberturas y uso del suelo de la microcuenca

- **Mosaico de Pastos, cultivos de papa, maíz y Hortaliza:** Esta es una de las coberturas menos representativa con un porcentaje de 0,39 % y un área de 15,20Ha, se localizan principalmente en la parte alta de la microcuenca de la Quebrada Piscoyaco sobre los sectores del Páramo y el Carrizal.

- **Cultivo de Café, Caña, Plátano:** Son los cultivos más característicos de clima Templado que abarcan la microcuenca de la Quebrada Piscoyaco y representa el 1,19 % del total de la cobertura de la microcuenca y abarca un área de 3,29 Ha y se localiza principalmente sobre la parte alta en sectores como el Paraíso, Pichuelos, El Palacio y La Aurora, en la parte media sobre la gran mayoría de laderas que bordean al municipio y en sectores como Huilque y en la parte baja sobre la desembocadura en sectores como La Bomba y El Placer.

- **Cultivos de Coca:** Se localizan sobre la parte media de la microcuenca, representa el 0.08% del total de la cobertura y uso del suelo de la microcuenca y abarca un área de 3,2 Ha.

- **Pastos:** Corresponde al 59,61 % del total de la cobertura de la microcuenca y abarca un área de 2347,73 Ha se localiza a lo largo de toda la microcuenca presentando grandes extensiones de pastos para ganadería.

6.1.4 Amenazas Naturales en la Subcuenca Quebrada Piscoyaco.

Los Suelos del Municipio de Los Andes son de vocación forestal natural, dedicados a actividades ganaderas y de cultivos limpios, el uso indiscriminado en actividades pecuarias y agricultura limpia y semi limpia, ha causado gran deterioro y una serie de factores que tienen relación directa entre sí, como la erosión por tala, quemas y laboreo en pendientes superiores al 30 %.

Debido al uso indiscriminado del suelo en actividades que potencialmente corresponden a otro tipo, se encuentran suelos con las siguientes incidencias por uso inadecuado:

- **Suelos con sobreuso muy alto:** Es el uso que se le da al suelo diferente a su capacidad potencial, presentándose exigencias mayores a las ofrecidas por éste. Estos conflictos se presentan en las veredas, El Carrizal, el Pichuelo, el Huilque, Quebrada Piscoyaco, Cordilleras Andinas, San Vicente, Providencia, San Francisco, La Planada, San Juan, Guadual, Los Guabos, Pangús, Campo Bello, Bajo Pacual, Arenal, Villa Nueva y La Loma.

- **Suelos con Sobreuso:** Estas Zonas presentan conflicto severo de uso, donde se le da una utilización al suelo diferente a su vocación, caracterizado por su deterioro progresivo. Se presenta en las veredas, El Arenal, La Loma, Aurora, Travesía, San Isidro, Huilque, San Francisco, San Vicente, Guayabal, El Carrizal, Cordilleras Andinas, La Planada y Pangús.

- **Uso Equilibrado:** Es el uso que se le está dando al suelo en actividades similares a las condiciones naturales existentes, o sea que el uso actual del suelo está de acuerdo a su potencialidad. Este uso considerado como el uso normal del suelo, se da en la Zona Montañosa sin recubrimiento fotográfico, hacia el sector del Pie de Monte Andino en los límites con Barbacoas, La Llanada y el Municipio de Cumbitara, que son las dos terceras partes del área total del Municipio. En agricultura encontramos este uso en las vegas del río Guáitara, Patía, en las veredas El Alto, El Carrizal, y Cordilleras Andinas en pasto de pastoreo.

6.2 DIAGNOSTICO SECTOR MINERO



6.2 DIAGNOSTICO SECTOR MINERO.

A continuación se realizará una breve descripción de los procesos y etapas que se presentan dentro de todo el sector minero, además se presenta como complemento del diagnóstico minero dar a conocer a parte de los procesos y actividades que se generan dentro de una planta de beneficio mineral los efectos que causa la utilización de sustancias químicas que pueden ser perjudiciales para la integridad de cada uno de los trabajadores del proyecto.

6.2.1 Descripción del proceso productivo minero tradicional

Teniendo en cuenta que el ministerio de minas y energía expidió los Términos de Referencia que tienen como objetivo definir en el ámbito general los requerimientos, elementos y condiciones de los estudios, trabajos y obras de la industria minera en sus fases de exploración técnica, construcción y montaje, explotación, beneficio, transformación y transporte de los recursos minerales que se encuentren en el suelo o el subsuelo de propiedad estatal, y asegurar que su aprovechamiento comercial e industrial se realice en forma armónica con los principios y normas de explotación racional de los recursos naturales no renovables y del ambiente, dentro de un concepto integral de desarrollo sostenible y del fortalecimiento económico y social del país.[1]

- **Exploración**

La exploración que realizan los mineros para ubicar yacimientos, consiste en extraer muestras de las vetas afloradas por medio de cuñas de hierro o barras para luego triturarlas a mano con macetas en piedras, morteros de hierro, o cabezotes de pisones o dados, hasta obtener una muestra totalmente pulverizada, seguida de cateos en bateas de madera o metálicas; los mineros pueden calcular la cantidad de oro que pueden recuperar por carga (1 carga equivale a 100 kilogramos).

- **Explotación**

Cuando el minero cree que la veta es rentable económicamente para trabajarla, sigue un método de explotación ya sea con guías en el rumbo de la veta y tambores en el buzamiento cuando la veta es vertical; cámaras y pilares cuando la veta es horizontal y la combinación de las dos cuando la veta es inclinada. Estos trabajos se realizan sin ningún planeamiento técnico, explotando el mineral hasta el agotamiento de las zonas enriquecidas y haciendo que la minería manejada en esta forma, se convierta en un negocio económicamente riesgoso.

- **Arranque**

Una vez definida la ubicación de un nuevo túnel, el avance se realiza bien sea en forma manual o con el uso de herramientas neumáticas como martillos de perforación y barrenas de diferentes dimensiones. La preparación de las voladuras se hace a criterio del perforador (arrancador) y para el cargue de los barrenos se utiliza explosivos como el

[1] MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA, Términos de referencia – p. 5.

anfo accionado con fulminantes a base de estignato de mercurio, mecha de seguridad o cordón detonante. Para iniciar la voladura y de acuerdo al número de barrenos a detonar, el número de personas puede variar. Realizada la voladura, se deja des gasificar el socavón por un determinado tiempo y posteriormente se retira el material esteril y el mineral a beneficiar. La mayoría de los túneles no tienen las dimensiones y pendientes reglamentarias para la evacuación de los diferentes tipos de materiales.

- **Cargue y transporte interno**

El cargue en los frentes de trabajo, se realiza manualmente con palendra, el transporte de mineral a beneficiar y el esteril desde el frente de arranque hasta la boca mina, se hace con carretas, vagonetas, malacates eléctricos, sacas plásticas y parihuelas. Internamente cuando la mina tiene tambores, el transporte se realiza por gravedad de un nivel superior a un nivel inferior. En las bocaminas es común encontrar patios de acopio en donde se clasifican los materiales, se efectúa la trituración manual primaria y la ganga o esteril es depositada en los botaderos contiguos.

- **Transporte externo**

El transporte del mineral desde los patios de acopio de boca mina, es llevado a los molinos y plantas de beneficio por diverso medios dependiendo factores como la capacidad económica del minero, condiciones topográficas del sector, distancias y vías de acceso; se efectúa por medio de cables aéreos, a lomo de mula, en saquillas al hombro, en cueros que ellos mismos arrastran y en pocos casos en vehículos.

- **Sostenimiento de socavones**

Dentro del proceso productivo, se tiene en cuenta otras labores como sostenimiento de los socavones por medio de puertas alemanas, canastas, palancas elaboradas con maderas de la región, también es común encontrar minas con sostenimiento natural, es decir galerías en roca debido a la presencia de respaldos con buena competencia y también excavaciones con rellenos de espacios vacíos ya explotados con estériles extraídos de los mismos frentes de trabajo.

- **Ventilación**

La ventilación en la mayor parte de las minas es de tipo natural, presentando problemas de ausencia de oxigeno debido a que la mayoría de los socavones, son de considerable extensión lo que dificulta la respiración de los trabajadores. En pocas oportunidades se construyen tambores o pozos de ventilación a superficie para lograr un circuito de ventilación definido y facilitar la evacuación de gases provenientes de voladuras, descomposición de madera, combustión de velas para iluminación y respiración de los mineros.

- **Iluminación**

El alumbrado interno, se realiza con velas, bombilleria de conexión eléctrica, en pocos casos con plantas generadoras de energía eléctrica y últimamente con lámparas de batería recargables. En muchas zonas de trabajo, socavones con deficiencia de

iluminación, lo que puede originar accidentes y generación de enfermedades profesionales como el NISTAGMUS (pérdida gradual de la visión). En los últimos años debido a la ampliación de las redes eléctricas nacionales, se visualizan un incremento significativo de iluminación de las labores mineras subterráneas.

- **Justificación económica**

Los tenores de oro que oscilan entre 15 y 25 gramos por tonelada según pruebas realizadas en ensayos al fuego en los laboratorios del Centro Ambiental Minero de Sotomayor de las distintas minas del municipio de Los Andes por los procesos de beneficio tradicional, su recuperación es aproximado del 75%; beneficiando el mineral en la planta piloto, se recuperaría entre el 90% y 95% permitiendo una mayor capacidad de reinversión al minero en sus labores extractivas y por ende mayor regalías al municipio.

- **Justificación social**

La falta de tecnologías apropiadas para beneficiar los minerales auroargentiferos y su poca recuperación permiten que el proyecto sea de gran importancia por cuanto eleva la producción, generando 5 empleos directos en la planta en lo que respecta al personal que elabora allí y 5 personas en transporte con volquetas; por otra parte también genera trabajo para 80 mineros informales que laboran en las diferentes minas legales del municipio. Lo anterior refleja mayores ingresos para el gremio minero y al municipio; permitiendo mayor capacidad económica para obras sociales y en general un mejoramiento en la calidad de vida de sus moradores. Al contorno de la planta piloto de beneficio de minerales congrega una mayor actividad minera, impidiendo los tradicionales procesos migratorios hacia los centros urbanos y evitar la siembra de cultivos ilícitos.

Figura 4. Diagrama de flujo- Planta de beneficio del material extraído.

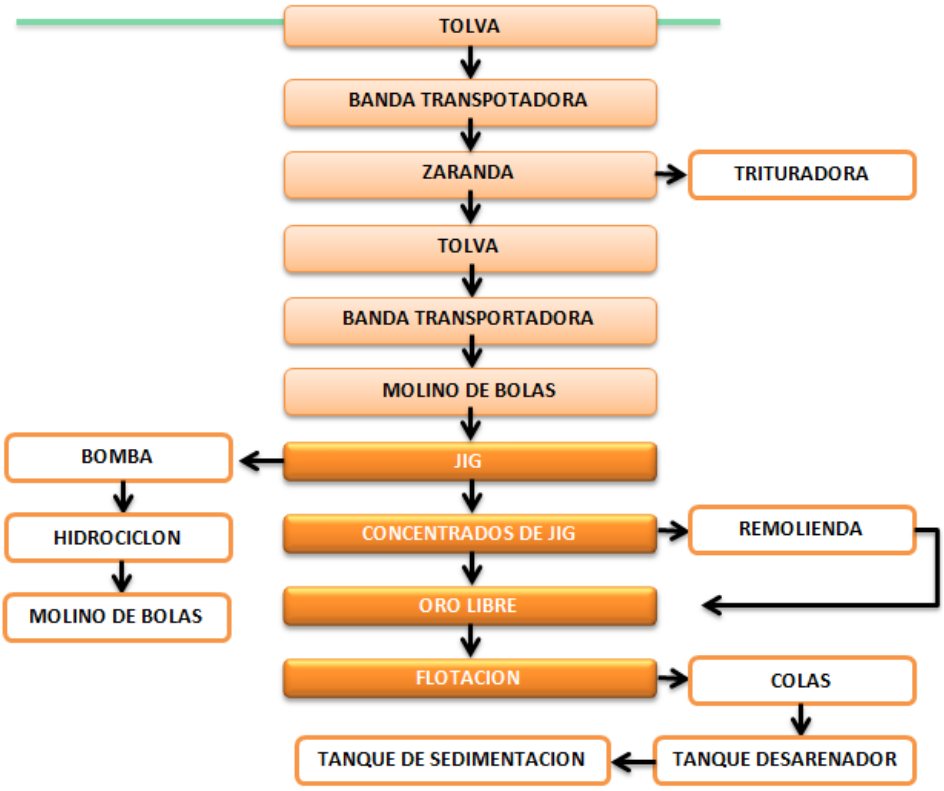
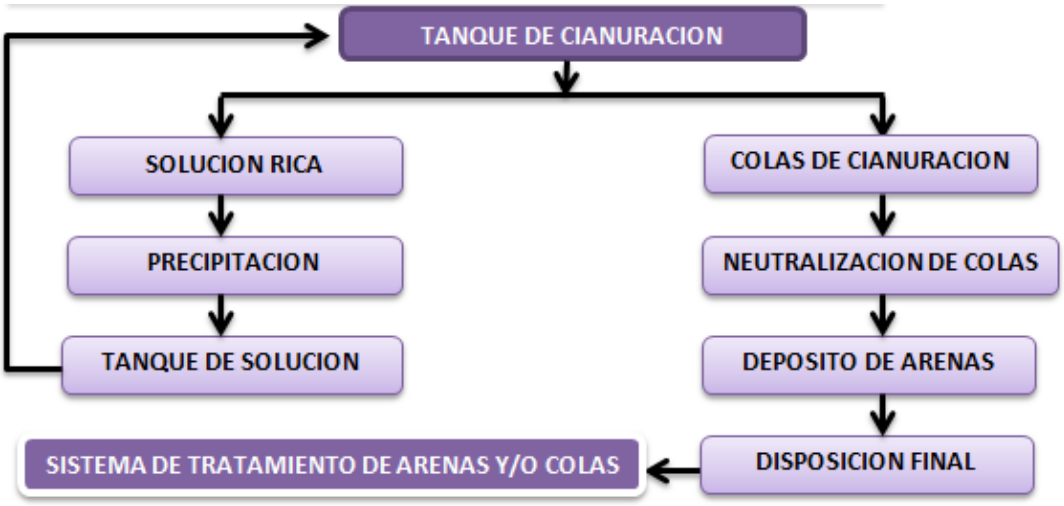


Figura 5. Sistema de recirculación para el proceso de Cianuración



6.2.2 Preparación y Beneficio de Minerales

- **El proceso de beneficio y metalurgia**

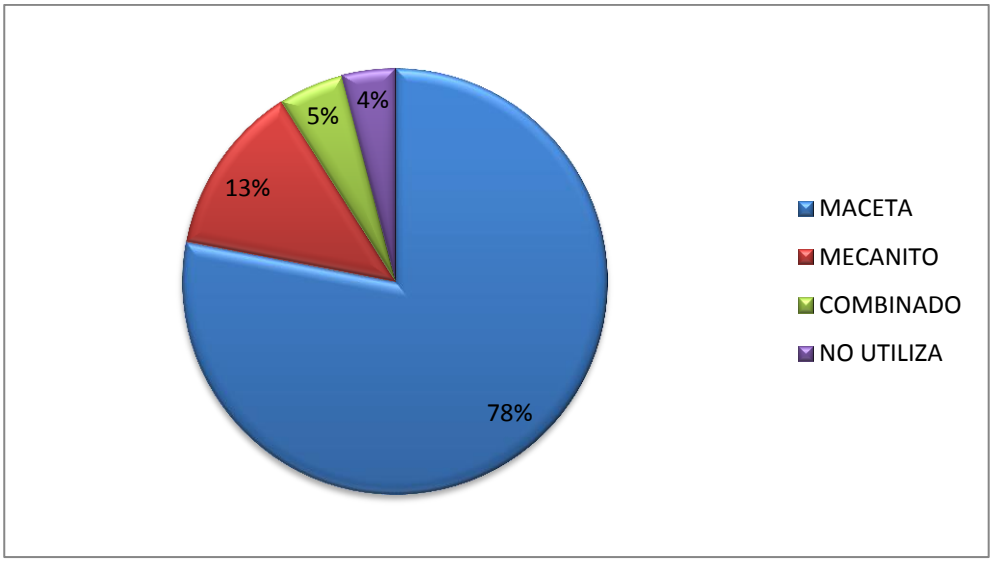
En esta etapa, el mineral sufre tres procesos relacionados con la ocurrencia del oro.

- **Etapa de conminación**

- **Trituración.**

En la mayor parte de las minas, la trituración se realiza de forma manual con macetas y dados de apoyo; en muy pocas unidades de producción minera se procede con trituradoras de mandíbulas para reducir el material y obtener el tamaño de entrada a los molinos subsiguientes. La trituración antes de los procesos y procedimientos de beneficio es de suma importancia, y según censo minero por parte de la Oficina Municipal de Asuntos Mineros en el municipio de Los Andes se tiene: el 78% de la trituración se ejecuta con una maceta, el 13% utiliza como equipo importante la trituradora de mandíbulas, estas se encuentran en las minas de mayor organización, un 5% utiliza estos dos elementos combinados y un 4% no realiza ningún proceso de conminución debido a la baja dureza del mineral.

Gráfica 4. Tipos De Trituración



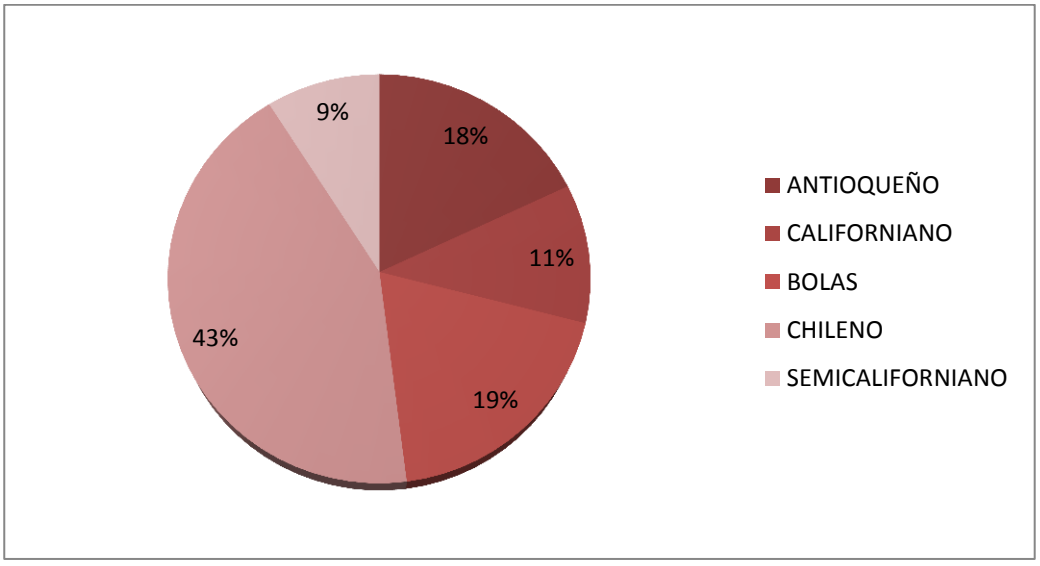
- **Molienda.**

Los procedimientos de conminucion de minerales, son similares en todas las minas, variando únicamente el tipo de molino antioqueño de 3,4 o 5 pisones, en madera, californianos, semicalifornianos, barriles amalgamadores de bolas entre otros. Los molinos de tipo antioqueño en madera, californiano o semicalifornianо, son accionados

por ruedas pelton, motores diesel o con agua. La capacidad de molienda de esta clase de molinos, depende de la cantidad de pisones 3,4 o 5, oscila entre 15,20 y 25 cargas en una jornada de trabajo de 12 horas continuas, clarificando que una (1) carga de mineral según lo establecido por los mineros es de 100 kilos.
Los molinos de bolas en algunas minas son cargados intermitentemente y en otras trabajan continuamente; los últimos tienen la ventaja que su descargue se realiza automáticamente gracias a una malla localizada en uno de sus extremos cuando las partículas han cumplido con la granulometría deseada. En los molinos californianos y antioqueños, se reduce el mineral a un tamaño pasante malla 30 o 40, elemento localizado en un frente de la batería de molienda, la alimentación se realiza manualmente con palendra a intervalos de acuerdo a la sincronización y velocidad de golpeo del molino.

De acuerdo el censo de la Oficina Municipal de Asuntos Mineros tenemos en los equipos de molienda:

Gráfica 5. Tipos De Molinos



- **Recuperación gravimétrica.**

Una vez reducido el mineral, pasa a través de la malla hacia mesas concentradoras, bayetas, paños, cubas y canalones de acuerdo a la característica del mineral. Cuando se trata de paños o bayetas, se despojan de los concentrados cada 30 o 60 minutos o menos tiempo de acuerdo a la calidad del retenido; este material resultante se concentra en canalones y se lleva a la amalgamación en barriles o se lava en batea para obtener el oro libre; la recuperación del resto de oro que se encuentra en la batería, se lleva a cabo al terminar la molienda desmontando la batería y lavando en batea.

- **Amalgamación.**

Debido a la sencillez del proceso y a la poca inversión de capital y a su alta recuperación, la amalgamación es practicada intensivamente; en esta etapa el oro es amalgamado con

mercurio metálico. Este procedimiento se plasma en botellones, placas amalgamadoras, baterías de molino y bateas, cuando la amalgamación se efectúa simultáneamente con la molienda, el minero agrega este elemento a las baterías calculando el tenor de oro en el mineral y revisando el estado de la amalgama realizando cateos sucesivos de la arena que sale por la malla de evacuación de arenas; de esta manera se verifica si la amalgama está seca o no, si está seca como ellos la llaman le agregan más mercurio.

En otros casos, la amalgamación se concreta en barriles amalgamadores accionados por ruedas hidráulicas que los mineros acondicionan y en pocos casos con motores eléctricos. El mineral seleccionado se lo deposita en el barril en donde se le adiciona agua, mercurio, cuerpos moledores como bolas de hierro o rocas y desengrasantes naturales como chilca, borrachera, tabaco; cal y jabón entre otros. La rotación se realiza por espacio de 24 horas. Obtenida la amalgama, se procede a recuperar el mercurio que consiste en ahorcar en un dril o lienzo y posteriormente se quema la amalgama al aire libre o en retortas a unos 350 y 600 grados.

- **Cianuración.**

Las arenas provenientes de procedimientos de molienda y amalgamación, se almacenarán en lugares aptos para el acopio de este tipo de elementos, para ser cianuradas por percolación si se cuenta con la infraestructura necesaria para tal fin. El lugar donde se realiza este proceso de cianuración por percolación cuenta con tres partes fundamentales: un tanque con un falso fondo para depositar las arenas a cianurar, cajas de precipitación para agregar viruta de zinc y un tanque de menor capacidad para almacenar la solución de cianuro de sodio. Para empezar la cianuración, el minero llena el tanque con las arenas a tratar y hace un previo lavado para eliminar sales y sustancias cianicidas, posteriormente agrega cal por capas con el fin de obtener un pH aproximado entre 11 y 12 (básico).

Una vez obtenidas las condiciones propicias de la pulpa, el minero procede a preparar una solución que contiene aproximadamente 2 kilogramos de cianuro por metro cubico de agua, por medio de una motobomba, se la envía del tanque pequeño la solución al tanque que contiene las arenas, la solución pasa a una velocidad de tres litros por minuto en las cajas de precipitación acondicionadas con viruta de zinc; la solución se recircula ajustando la concentración de cianuro inicial; este proceso dura aproximadamente entre 25 y 30 días.

Al realizar un balance general entre la cianuración por percolación y por agitación, podemos determinar que algunos pasos se mantienen como el PH, eliminación de sales por lavaje y las titulaciones de concentración de cianuro con nitrato de plata, fenolftaleína y como indicador yoduro de potasio. Difiere en la duración del proceso, oxigenación de la pulpa y precipitación.

- **Cianuración por agitación.**

La planta de beneficio de minerales está proyectada para cianuración de concentrados, el proceso es obtener el concentrado y acondicionarlo para la cianuración conforme a los siguientes pasos:

- **Ensayos preliminares:** Medir el PH, reconocimiento macroscópico de los minerales para determinar cianicidas y materiales refractarios a la cianuración y en ensayes más

avanzados, análisis microscópicos para el reconocimiento en detalle de los minerales y el tamaño de liberación de las partículas.

- **Acondicionamiento del PH:** El pH debe acondicionarse entre 10 y 11 (básico) que es un rango favorable para la cianuración.
- **Cianuración Propiamente dicha:** Se fija una concentración de trabajo que está relacionada con la concentración de precipitación (razón por la cual se fija entre 1.6 hasta 2.5 kg. De NaCN por m_3 de agua) el tiempo de agitación oscila entre 20 a 48 horas.

- **Precipitación:** La precipitación de las soluciones enriquecidas se las realiza con zinc en polvo mezclado con acetato de plomo para asegurar la precipitación.

6.2.3 Proceso de Neutralización del material Cianurado.

Su neutralización se realiza con hidróxido de sodio (NaOH) o hidróxido de calcio (CaOH) o peróxido de hidrogeno (H_2O_2). Con el peróxido de hidrogeno el proceso consiste en hacer reaccionar con la solución pobre de cianuro en una sola etapa; el H_2O_2 oxida los cianuros libres transformándolos a cianatos que son posteriormente hidrolizados produciendo amoniaco biodegradable y carbonato. Las reacciones que desarrollan son:

$$NaCN \longleftrightarrow Na^{+} + CN^{-}$$

$$CN^{-} + H_2O_2 \longleftrightarrow CON^{-} + H_20$$

$$CON^{-} + 2H_2O_2 = NH_4^{+} + CO_3$$

Cianato

A continuación se coloca como ejemplo una planta proyectada para beneficiar 10 toneladas de mineral en un día, razón para tomar la cantidad de sólidos en un día; el CIMEX según estudios realizados en la Frontino Gold (Antioquia) bajo condiciones normales de operación es de 0.66 kg de H_2O_2 por cada kg de NaCN presente en la solución pobre con un tiempo de reacción de 1.5 horas. Para nuestro caso actual tenemos con 10 toneladas diarias para cianurar con 12 m_3 de solución a una concentración de 1.7 kg de NaCN por m_3 de agua; para un total de 20.4 kg NaCN. Después del proceso de cianuración por agitación la concentración es de 0.3 kg de NaCN por m_3 de solución.

Tomando como base que para neutralizar 1 kg de NaCN se necesita 0.66 kg de H_2O_2 tenemos:

0.3kg NaCN x 0.66 H_2O_2/1 Kg NaCN = 0.198 kg H_2O_2

Ahora: 12 m_3 sol x 0.3 kg NaCN /1m3 = 3.6 kg NaCN

Para neutralizar: 3.6 kg NaCN x 0.66 H_2O_2 / 1kg NaCN **= 2.37 Kg H_2O_2**

Para su neutralización se requiere de **2.37 Kg H_2O_2** por día.

Una vez finalizada la neutralización, se controla la acidez de las arenas y se bombea a la piscina de sedimentación para que al reboce final no lleven sedimentos antes de descargar a una corriente hídrica.

6.2.4 Reactivos Químicos utilizados para el proceso de obtención del oro.

- **Cianuro de sodio**

Es una sal soluble en agua que se utiliza en el proceso de cianuración para disolver el oro presente en el mineral y en la cementación para garantizar la precipitación del oro sobre el zinc. El consumo total reportado de cianuro de sodio es de 745 Kg /mes, a una razón de 3.55 Kg / t de mineral.

- **Cal**

Es un óxido de calcio con una pureza de aproximadamente el 54% de CaO, que se utiliza en el proceso de cianuración, para alcalinizar la solución lixiviante manteniendo un pH superior a 10, para mantener el ión cianuro en solución y minimizar la producción de gas cianhídrico. El consumo estimado de este químico es 357 Kg de cal por mes, a una razón de consumo de 1.7 Kg / t de mineral.

- **Acetato de plomo**

Es una sal de plomo de baja solubilidad en agua, que se utiliza en el proceso de cementación para evitar la oxidación superficial del zinc, y mejorar la precipitación del oro. Su consumo mensual se estima en 2.4 Kg, a razón de 50 g / m3 de solución rica.

- **Zinc**

Zinc metálico en forma de polvo, que se utiliza como precipitante del oro en el proceso de cementación. Su consumo se estima en 23 Kg / mes, a razón de 2.0 Kg zinc / Kg. Au.

- **Bórax**

Es la sal de borato de sodio, utilizada como fundente para la formación de escoria de metales base en el proceso de fundición. Su consumo estimado es de 23 a 28 kg/mes, a razón de 1.0 – 1.2 Kg / Kg de calcina.

- **Ácido nítrico**

Es un líquido incoloro o de color amarillo cuando se adiciona agua y de olor penetrante. Se utiliza para la refinación de la barra metálica obtenida en la fundición del cemento calcinado de zinc-oro. Su consumo estimado es de 20.0 – 30.0 Kg/mes a razón de 0.1 – 0.15 Kg / t mineral cianurado**.**

6.3 Minería presente en el área de influencia de la quebrada Piscoyaco

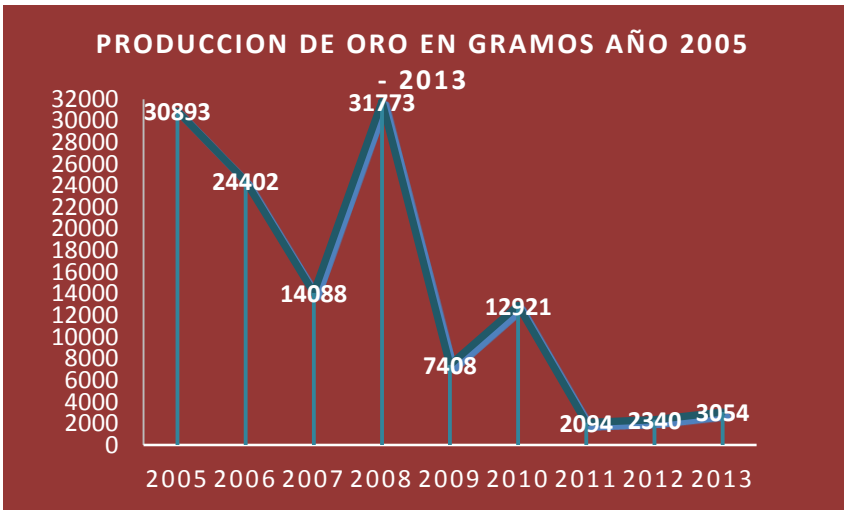
La minería en el municipio de Los Andes se remonta a los primeros indígenas que habitaron estas regiones por cuanto se han encontrado socavones en veta de donde extraían oro calentando el mineral con leña y enfriando con agua para su ruptura, para ser molido en piedras y recuperar el oro por lavado, lo mismo que socavones circulares en las terrazas aluviales de los ríos Guáitara y Patía, para extraer oro de aluvión. La minería es un renglón representativo de la economía después de la agricultura que ocupa el primer lugar, sobre el comercio formal y la ganadería

Los Andes se han caracterizado a nivel Departamental y Nacional, por ser un municipio minero por tradición, razón por la cual existe una organización de mineros acorde a las normas legales ambientales y mineras.

La importancia del sector hizo que numerosas organizaciones mineras públicas tales como la Corporación Autónoma Regional de Nariño -CORPONARIÑO, Gobernación de Nariño, Alcaldías de Municipios productores, Universidades, Redes de Investigación, Ministerio de Minas y Energía y entidades asociadas, entre otras; trabajaran proyectos enfocados a la solución de la problemática de la minería de filón.

Actualmente hay avances considerables que son el resultado de la inversión gubernamental en tecnologías mineras, la asesoría empresarial a los mineros, el control ambiental a los procesos, la asistencia técnica, la ayuda en capital, la investigación y otros programas financiados con recursos de fomento minero del Fondo Nacional de Regalías (1995 hasta 2011), y presupuestos propios de cada entidad. Como ejemplos del apoyo institucional efectivo son: La construcción de las plantas piloto de beneficio para oro filoniano en los municipios de La Llanada y Los Andes, creación de las comercializadoras de metales preciosos en los municipios de Los Andes y La Llanada, donación de compresores para la mecanización de la extracción minera, construcción de plantas de beneficio convencionales, conformación de asociaciones y empresas de mineros, construcción de las casas de los mineros, centros mineros, sede del Observatorio vulcanológico y sismológico de Pasto con sección de atención al gremio, conformación de las oficinas Municipales de Asuntos Mineros, realización de diferentes estudios de consultoría e investigación, montaje de talleres electromecánicos, talleres de orfebrería, laboratorios para la fundición de minerales y en general todo tipo de proyectos que han llegado directamente a los mineros y que sumandos han logrado elevar el nivel de subsistencia que se tenía al principio.

Gráfica 6. Producción De Oro Año 2005-2013



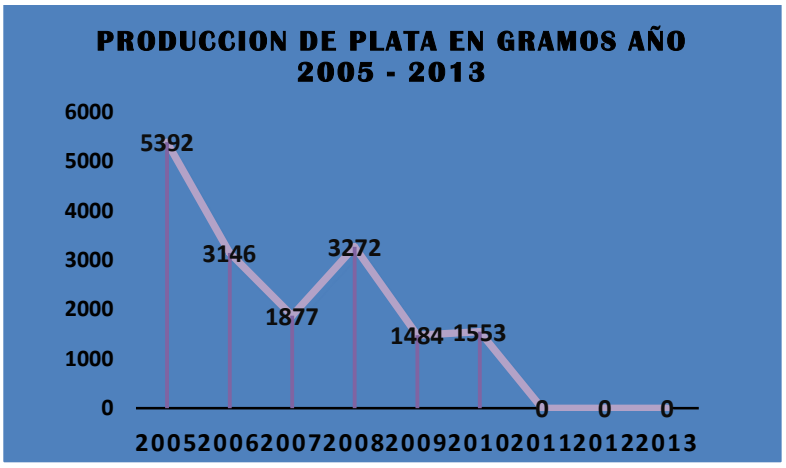
La producción de oro llega estadísticamente a un nivel máximo en la gráfica, debido que la Cooperativa de Mineros mantenía una comercializadora de oro y la adquisición de explosivos lo realizaba la Cooperativa con las fuerzas armadas, quien lo distribuía a sus socios y la consecución de explosivos no tenía tanto trámite y su facilidad de transporte por parte de las Fuerzas Armadas no presentaban problemas en el orden público. Los años del 2006 y 2007, la producción se reduce por la caída de precios del oro y la plata en el ámbito mundial. En el año 2008 a nivel mundial se eleva el precio del oro y la plata y surge nuevamente la actividad minera, a finales del año 2008 y 2009, existe en Colombia una gran bonanza cocalera, y los dueños de títulos, se ven obligados en abandonar los trabajos de la minería, por cuanto la mano de obra se acabó y todos sus trabajadores emigraron a los cultivos ilícitos en Nariño y Putumayo en donde obtenían mejores ganancias diarias.

En la época de la bonanza cocalera, el Estado Colombiano por intermedio del Plan Colombia, inicia la erradicación manual de los cultivos de coca y amapola y erradicación por fumigación aérea, muchas personas se quedaron sin trabajo y volvieron a buscar su sustento a los lugares que habían ejercido su actividad, permitió que muchos propietarios de minas retomen el trabajo de sus minas.

Durante los años 2009 hasta el 2010, la actividad minera comienza a incrementarse por los precios del oro y debido que los mineros al no conseguir los explosivos de las fuerzas armadas, hacen uso de abonos nitrogenados, clorato de potasio. ACPM, azúcar pulverizado entre otros; fabrican sus explosivos para poder trabajar en las minas subterráneas; pero a finales del año 2010,los abonos son fabricados con poco nitrógeno y se restringe el uso de otros productos como el clorato de potasio y la actividad minera sufre una decadencia.

En los años 2011, 2012 y 2013; los precios del oro se mantienen en altos y bajos precios con una moderada alza, el aumento en el comportamiento de la producción se debe a la legalización por minería tradicional de 13 minas de oro a mediados del año 2013, minas que comienzan a pagar regalías al municipio.

Gráfica 7. Producción De Plata Año 2005-2013



Retomando todas las consideraciones anteriores sobre el comportamiento de la producción de oro, cabe anotar que la producción de plata decae totalmente a partir del año 2010, por cuanto los mineros no benefician las arenas por el sistema de cianuración por percolación y agitación, proceso químico que obtiene precipitados que al fundir, se puede extraer la plata.

Tabla 19. Minas legales que se encuentran en el área de influencia de la Quebrada Piscoyaco.

MINA PROCESO GENERADO	**TITULAR**	**TITULO**	**COORDENADAS**		**VEREDA**	**PERSONAL QUE LABORA**
			X	**Y**		
LA MARÍA (EXTRACCION Y BENEFICIO DEL MATERIAL)	Sergio Guerrero	15295	661425	944441	El Carrizal	5

Tabla 20. Minas en vía de legalización por minería tradicional registradas ante el Ministerio de Minas.

Mina Proceso generado	**Titular**	**Placa**	**Coordenada**	**Vereda**	**Personal que labora**
San Sebastián (extracción de material)	Homero Montenegro	OE3-10261	Y = 952240, X=660464, H= 1347	El Placer	7
La Bomba (extracción y beneficio del material)	Orlando Morales	ODT-08241	Y= 952561, X= 659914, H= 1088	El Placer	6
El Tesoro (extracción de material)	Ilderi Rosero	OE3-10021	Y= 951904, X= 658850, H= 1086	El Placer	2
San Miguel (extracción de material)	Luis Ferney Estrada y Franco Mora	OE7-10301	Y= 951324, X= 659046, H=1312	El Huilque	2
La Candelaria (extracción y beneficio del material)	Horacio Pantoja	OE3-09521	Y=952326, X=659838, H=1410	Los Guabos	8
El Sopladero (extracción de piedra)	Adalberto Rodríguez	OE3-11211	Y= 951731, X= 659557.	El Huilque	**4**
El Huilque (extracción de material)	Cooperativa de mineros los andes	OE7-15431	Y= 951149, X=658662, H=1380	El Huilque	4
Planta de benef. Coop. De los ecuatorianos (beneficio del material extraído)	William Orlando Morales Acosta	Nit: 900718637-9	Y= 951059 X=659112 H=1251	LA BOMBA	2
Planta de benef. Coop. De los mineros (beneficio del material)	William Orlando Morales Acosta	Nit: 8001156639-2	Y= 950965 X= 657644 H= 1468	El Huilque	2

A continuación se presentan las siguientes fichas de campo de cada una de las minas que se encuentran asentadas sobre la zona de influencia de la quebrada Piscoyaco con jurisdicción en el municipio de los Andes Sotomayor, y que a su vez realizan procesos de extracción y beneficio del material minero.

Ficha 1. Mina la María.

NOMBRE DE LA MINA	TITULAR	TITULO	VEREDA
LA MARIA	Sergio Guerrero	15295	EL CARRIZAL
COORDENADAS:	**N** → 661448 **W** → 9444373 **H** → 2.846 msnm		
DESCRIPCIÓN:	• En general el impacto paisajístico es puntual y moderado, debido al poco volumen y a la disposición a cielo abierto de los botaderos de estériles y colas de molienda. • El sostenimiento de los socavones se realiza de manera natural, debido a la buena competencia de la roca, sin embargo en ocasiones es necesario utilizar madera como palancas en zonas donde se presenta fallas y deslizamiento de la roca. • En el lugar donde se hace beneficio con el molino de pisones se ha excavado 4 pozetas (sedimentadores) con el fin de retener las arenas y los lodos salientes de la molienda de mineral, como tratamiento de las aguas generadas en el proceso.		

Molino de Bolas- Canal de Lavado



Pozetas (sedimentadores)



Ficha 2. Planta de Beneficio Cooperativa De Los Mineros.

NOMBRE DE LA MINA	TITULAR	Nit	VEREDA
Planta de Beneficio Cooperativa De Los Mineros	William Orlando Morales Acosta	8001156639-2	EL HUILQUE
COORDENADAS:	**N** → 657644 **W** → 950965 **H** → 1.468 msnm		
DESCRIPCIÓN:	• Se encuentra en proceso de legalización sus propietarios es la Cooperativa de Mineros de los Andes, ubicada en la vereda el Huilque, el tipo de minería es oro y sus concentrados. • Esta planta realiza procesos de beneficios del material minero extraído en las diferentes minas presentes en la región.		

Planta de Beneficio de la Cooperativa de los Mineros



Ficha 3. Planta de Beneficio Cooperativa De Los Ecuatorianos.

NOMBRE DE LA MINA	TITULAR	Nit	VEREDA
Planta de Beneficio Cooperativa De Los Ecuatorianos	William Orlando Morales Acosta	900718637-9	LA BOMBA
COORDENADAS:	**N →** 659112 **W →** 951059 **H →** 1.251 msnm		
DESCRIPCIÓN:	• La planta cuenta para el beneficio del material con un molino chileno, un moledor de bolas, una vivienda con 2 habitaciones y una unidad sanitaria. Esta planta se encarga de realizar el beneficio del material extraído por mineros de la zona que no cuentan con estos equipos. • La planta cuenta con dos tanques o lagunas para la disposición de las aguas resultantes del beneficio del material. Es importante tener en cuenta que unos metros más debajo de estas instalaciones pasa la quebrada Piscoyaco. • No hay presencia de estériles y demás materiales sobrantes de la extracción en el área. • La planta cuenta con un pozo séptico en concreto para la disposición de las aguas residuales generadas en la vivienda.		

Planta de Beneficio De Los Ecuatorianos



Residuos De Lavado Del Material-Sedimentadores

Ficha 4. Mina La Bomba.

NOMBRE DE LA MINA	TITULAR	PLACA	VEREDA
LA BOMBA	JOSE ORLANDO MORALES VALLEJO	ODT-08241	EL PLACER
COORDENADAS:	**N** → 659747	**W** → 952320	**H** → 1.134 msnm
DESCRIPCIÓN:	• Se encuentra en proceso de legalización su propietario el Señor José Orlando Morales Vallejo, el tipo de minería es oro y sus concentrados. • El propietario cuenta con un moledor de bolas también llamado bombo cerrado • El procesamiento de este material no se realiza en el lugar en donde se hace la extracción del material, este es conducido aproximadamente 100 metros hacia el lugar de beneficio. • En general el impacto paisajístico es puntual y moderado, debido al poco volumen y a la disposición a cielo abierto de los botaderos de estériles y colas de molienda. • La explotación minería de oro, que se realiza es de forma artesanal.		

Molino De Bolas



Residuos De Lavado



Ficha 5. Mina La Candelaria.

NOMBRE DE LA MINA	TITULAR	PLACA	VEREDA
La candelaria	Horacio Pantoja	OE3-09521	LOS GUABOS
COORDENADAS:	**N** → 660169 **W** → 951962 **H** → 1.410 msnm		
DESCRIPCIÓN:	• Mina La Candelaria: en proceso de legalización su propietario el Señor Horacio Emigdio Pantoja, ubicado en la vereda los Guabos, el tipo de minería es oro y sus concentrados. • El propietario cuenta con un moledor de bolas también llamado bombo cerrado • El procesamiento de este material se realiza en el lugar en donde se hace la extracción del material. Cuenta con 5 socavones en el cual laboran 4 personas. • No hay presencia de estériles y demás materiales sobrantes de la extracción en el área. • La explotación minería de oro, que se realiza es de forma artesanal. • En el lugar donde se realiza el beneficio se generan aguas del lavado del material extraído, la cual es conducida hacia 2 tanques pequeños en los cuales se pretende hacer infiltrar estos residuos líquidos, pero que muy cerca a estas instalaciones pasa la quebrada Buena Vista la cual es un afluente de la quebrada Piscoyaco.		

Molino de Bolas



Sedimentadores



6.3.1 Problemas Actuales de la minería a nivel local.

Como se puede comprender de los problemas que afronta la minería a nivel nacional, es lógico que ellos se extiendan en lo local y presente dificultad al pequeño minero que se encuentra legalizado y en vías de legalización por minería tradicional; entre muchos de ellos podemos citar:

- Falta de una comercializadora de oro legal en el municipio. Los mineros legales y los explotadores de oro en minas de aluvión, están abocados a vender el oro a comerciantes particulares que definen el precio a pagar y no reportan el pago de regalías.

- La no consecución de explosivos por parte de los mineros en las Fuerzas Armadas, sus voladuras la realizan con explosivos de fabricación casera por mezclas de nitrato de amonio o cloratos, con abonos, azúcar pulverizado, azufre y ACPM entre otros, que al explosionar en los frentes de trabajo bajo las minas, concentran grandes cantidades de gases mortales como son el monóxido de carbono y ácido sulfhídrico, poniendo en peligro la vida de propietarios y trabajadores

- Aplicación de prácticas artesanales en los procesos de beneficio del mineral que genera sobrecostos.

- **IMPACTOS AMBIENTALES EN EL SECTOR MINERO**

- **Impacto Por Emisiones Atmosféricas**

- **Emisión de gases:** En el transporte y almacenamiento de materiales y beneficio del mineral, es posible que se produzcan gases por las reacciones químicas de los sulfuros con el aire, gases por la combustión de maquinaria.
- **Emisión de material particulado:** La emisión de polvos es mínima y se puede producir por la descarga con volquetas del mineral a beneficiar, también en la trituradora al reducir de tamaño el mineral y disposición de arenas; el proceso contempla esparción de agua para no producir polvos. El impacto a nivel puntual es bajo y se disminuye a medida que se aleja del sitio de emisión o cuando el mineral llega húmedo desde las minas.
- **Generación de ruido:** El ruido es el principal impacto que genera en cada uina de las minas que realizan proceso de extracción de mineral (oro). Cualquier montaje industrial produce o genera ruido. En el caso de las mina asentadas sobre la zona de influencia de la corriente a priorizar, la trituración y la molienda son los principales focos generadores de ruido y se produce en la mayor parte de los equipos de la planta con mayor o menor intensidad. Por otra parte se debe entender que toda la maquinaria no funciona al mismo tiempo, considerando que los ruidos son puntuales.

- **Impacto sobre el recurso Hídrico.**

- **Contaminación físico – química:** El agua que se utiliza en la molienda, concentración y cianuracion se ve afectada por el contacto directo con sulfuros y lodos provenientes de los minerales a beneficiar y reactivos químicos.

- **Alteraciones de drenajes superficiales:** Los materiales estériles obtenidos por excavación, acumulación de escombreras y mal depósito de arenas; pueden alterar los drenajes superficiales cuando hay una mayor pluviosidad sobre el área del proyecto.
- **Alteración de aguas subterráneas:** Este fenómeno se puede causar, por la acumulación de arenas tratadas químicamente con cianuro de sodio y sin una previa neutralización que por infiltración pueden llegar a posibles fuentes de agua subterránea. Cabe resaltar que las arenas ya han sido neutralizadas previamente.
- **Aportes de sedimentos a corrientes:** Dentro del área de interés, se encuentra la corriente principal la cual vienen siendo afectada por vertimientos tanto industriales como domésticos pero que debido a su caudal ayuda a que estas sustancias sean degradadas con mayor facilidad.
- **Ocupación del cauce:** La afectación es alta debido a que en la zona media las arenas cianuradas neutralizadas se ubican a un costado no mayor a 10 metros que pueden afectar significativamente el cauce, además de intervenir el cauce principal con maquinaria pesada que altere de alguna manera este recurso.

- **Impacto sobre el recurso suelo y subsuelo.**

- **Cambios geomorfológicos – subsidencia:** El impacto es puntual, por cuanto al entorno donde se ubica la maquinaria no son notorio los cambios geomorfológicos razón para considerar como un impacto bajo.

- **Erosión superficial y movimiento en masa:** Este fenómeno es para considerarlo como bajo por cuanto la erosión superficial se produciría por sometimiento de desbroce de vegetación y acumulación de arenas que por la intensidad de épocas de lluvia arrastrarían material en mínimas proporciones desechando un movimiento en masa.
- **Contaminación del suelo:** En el área de acumulación de materiales estériles, la contaminación del suelo se la considera media por residuos de componentes químicos.
- **Cambios uso de suelo:** El desalojo de la capa vegetal y excavación para acondicionar áreas para construir la infraestructura, vías internas y asentamiento de maquinaria, el suelo sufre cambio irreversible, razón para considerar como un impacto alto en los sitios descritos.
- **Alteración compactación del suelo:** El uso de maquinaria pesada para las diferentes actividades afecta de alguna manera el suelo, por tal motivo el impacto es alto.

- **Impacto sobre el paisaje**

- **Deterioro del entorno:** El área en donde se ubica el sector minero se encuentra afectado por la gran cantidad de frentes de excavación que se tiene en cada mina por esta razón este indicador es uno de los más afectados por estas actividades. Cabe resaltar que en la fase de campo se estaban implementando actividades de mejoramiento de paisajes, por medio de reforestaciones.

- **Impacto sobre el componente biótico**

- **Perdida de cobertura vegetal:** El impacto es puntual, se reduce a las áreas en donde se construye la infraestructura, el resto del área en donde se depositan escombreras y arenas no es notorio el impacto, razón para considerar el impacto bajo.
- **Afectación de flora y fauna:** En la adecuación e infraestructura, la flora y fauna sufre un impacto alto por la destrucción de su hábitat pero a medida que se aleja de la zona de construcción el impacto es bajo; lo mismo ocurre por los otros fenómenos de vibración y ruidos de la maquinaria.
- **Emigración de especies:** La zona en donde se ubica el sector minero, ha sufrido una gran presión del terreno, para la agricultura y constantes fumigaciones; esto nos permite concluir que no es notoria la emigración de especies y su impacto es bajo.

6.3.2 Autoridades que directa e indirectamente brindan servicios a los mineros en el Municipio de los Andes.

- **Oficina Municipal de Asuntos Mineros**: Es una Oficina del orden municipal, adscrita a la Secretaria de Asuntos Agropecuarios y Mineros.

Corporación Autónoma Regional de Nariño CORPONARIÑO: cuenta con la sede del Centro Ambiental minero, el cual presta los siguientes servicios:

- Visitas de control y seguimiento a las minas con licencia ambiental y proceso de legalización por minería tradicional.
- Otorgar concesiones de agua y realizar su seguimiento.
- Control y monitoreo a la concesión de aguas.
- Ejecución de proyectos mineros en producción más limpia.
- Talleres de capacitación en la parte legal ambiental y minera.
- Asistencia técnica en el manejo de sustancias químicas contaminantes y procesos de producción y beneficio.
- Control y monitoreo a vertimientos mineros.
- Atención a los mineros.

Cooperativa de Mineros de los Andes: La Cooperativa de Mineros ha venido creciendo conforme a las circunstancias de desarrollo minero y ambiental y servicios de acuerdo a su capacidad de desarrollo.

Asociación Agro minera: Asociación de la vereda Los Guabos del corregimiento de Pangus con 23 socios activos entre hombres y mujeres que realizan la activad agrícola y minera.

ASOMIRCOL: Asociación por una Minería Responsable y Comercio Justo del suroccidente Colombiano, surge del interés de mineros nariñenses en promover y articularse a los programas de Minería Responsable, con el objetivo de mejorar las condiciones de vida y de trabajo de sus asociados, de sus familias, de los trabajadores

vinculados con ellos y de las comunidades mineras a las que pertenecen. Las actividades que desarrolla son:

- Ser el organismo que agrupe a pequeñas empresas mineras, entidades Cooperativas y Asociaciones de Pequeños Mineros, para desarrollar políticas y ejecuciones en pro de una minería responsable y certificar que su empresa o sus propietarios no estén financiando actividades ilegales o conflictos armados.

- Adelantar con entidades públicas o privadas la asesoría y capacitación de los asociados en el desarrollo y cumplimiento de los estándares y criterios para los procesos de certificación Fairmined para minería artesanal y de pequeña escala MAPE, articulados como Organización de Apoyo a los Productores OAP para la iniciativa de la Alianza por la Minería Responsable ARM, en técnicas de explotación y beneficio de minerales, prevención y mitigación de impactos ambientales negativos, ética y valores de acuerdo con los lineamientos de una minería responsable.

- Promueve y coadyuva la articulación con entidades públicas, privadas y comunidad para generar procesos de mejoramiento social, cultural y ambiental

- Trabajo en políticas públicas e incidencia en legislación a fin de lograr una política industrial y social para el sector, que incluya derechos de acceso al recurso mineral, acceso a crédito, capacitación, tecnologías limpias y formación empresarial.

- Articulación con las instituciones y grupos de investigación para el mejoramiento de los procesos productivos.

En los últimos años, la Cooperativa de Mineros de Los Andes, La Alcaldía Municipal de Los Andes y CORPONARIÑO por medio del Centro Ambiental Minero en Sotomayor; en coordinación en varios campos técnicos y asesoría de profesionales de la minería y el medio ambiente, ha logrado solucionar en parte la problemática minera conforme a lo siguiente:

- Construcción de una moderna planta de beneficio de minerales, en donde el 98% de los mineros realizan el beneficio del oro por molienda. El proyecto interadministrativo se logró en convenio No.044 del 19 de diciembre de 2007 con recursos de regalías entre INGEOMINAS y Alcaldía de Los Andes.

- Consecución de maquinaria. Volqueta, retroexcavadora y compresores, que beneficia la labor de los mineros.
- Certificación para Minería Responsable, que se encuentra en proceso en Alianza para Minería Responsable (ARM) para 6 minas de Los Andes.

- Proyecto para el Museo de Oro con Italia programa Fortalecimiento de la Orfebrería en el Municipio de Los Andes; esto es a nivel nacional.

- Pronto a iniciar una comercializadora de oro.

- Laboratorio para carbón activado proyecto Miranda I (en asocio con mineros del Ecuador).

- Legalización de una mina denominada El Huilque por minería tradicional.

- Graduación de 27 Técnicos en Perforación y Voladura. Programa con el SENA de Puerto Berrio Antioquia en coordinación Alcaldía Municipal de Los Andes, Cooperativa de Mineros y Gobernación de Nariño en colaboración de CORPONARIÑO con la disponibilidad de salones para clases.

- Graduación de 33 auxiliares de salvamento minero. Programa desarrollado con INGEOMINAS. Cooperativa de Mineros, Alcaldía Municipal de Los Andes.

- Seis (6) Socorredores Mineros activos graduados en otros cursos.

- Dotación de la Oficina Municipal de Asuntos Mineros adscrita a la Secretaria de Asuntos Agropecuarios y Mineros de la Alcaldía Municipal de Los Andes con equipos de oficina y topográficos. Proyecto Alcaldía Municipal y Gobernación del Departamento de Nariño.

- Para el año 2014 se preparan 12 socorredores mineros para la zona con la ayuda de la Agencia Nacional de Minería.

- Erradicación del mercurio en las fuentes hídricas en un 95% por parte de CORPONARIÑO, con talleres, asistencia técnica y visitas de control y monitoreo conjuntamente con Alcaldía de Los Andes

- Construcción de un polvorín con directrices de las Fuerzas Armadas.
- Legalización de 15 minas en Los Andes (13 minas de oro, una mina de derivados pétreos y una mina de recebo) mediante proyecto de la Alcaldía Municipal de Los Andes en uso de la Ley 1382 y Decreto 0933 del 9 de mayo de 2013.

- Eliminación del trabajo de menores de edad en la minería dentro del municipio de Los Andes en un 100%.

6.4 DIAGNOSTICO SOCIAL PARTICIPATIVO



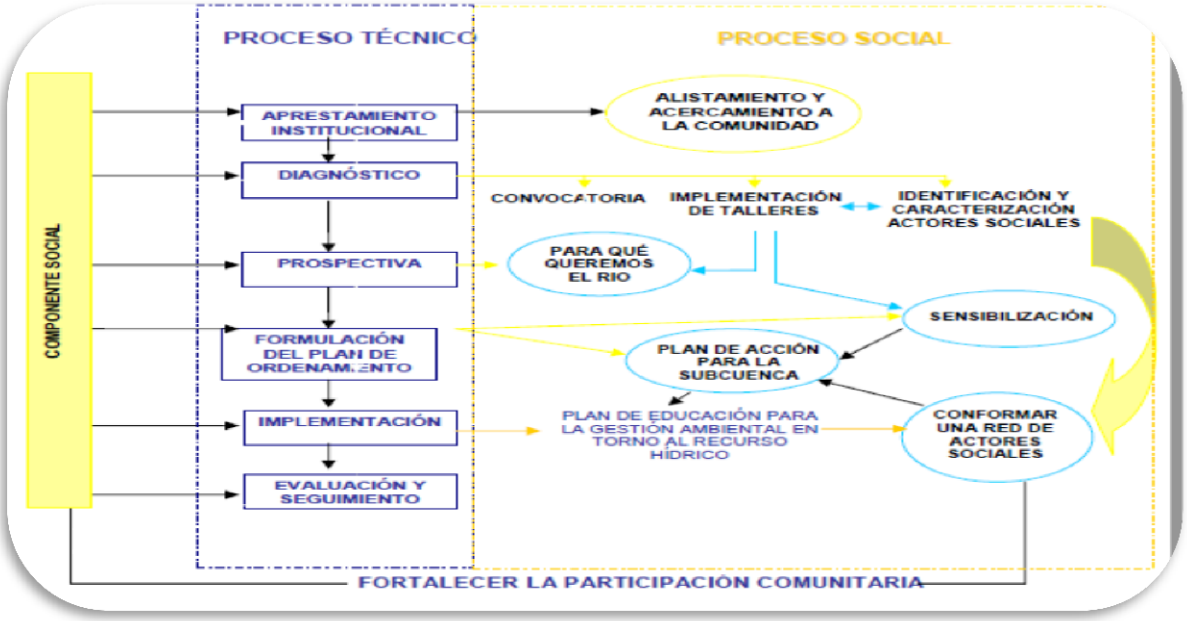
6.4. Diagnostico Social Participativo.

Para la realización del Diagnostico Social Participativo con los Actores de mayor incidencia en la quebrada Piscoyaco en proceso de ordenamiento se diseñó una metodología de intervención en la comunidad basada en lograr espacios de participación desde el inicio del proceso como lo establece la *Constitución Política de Colombia* en sus artículos 79 y 80 "Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo.

Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

Igualmente es importante resaltar que el componente social es parte integral de cada una de las fases, debido a su característica de transversalidad la cual permite que la comunidad se apropie del proceso técnico y participe durante todo el desarrollo del ordenamiento del recurso hídrico de la quebrada Piscoyaco, logrando así una articulación entre los componentes social y técnico como se visualiza en la siguiente gráfica.

Gráfica 8. Componentes Social y Técnico



La Fase Diagnostico busca establecer la situación ambiental actual del recurso hídrico teniendo en cuenta sus aspectos sociales, físicos, bióticos y antrópicos con el fin de establecer las potencialidades, conflictos y restricciones del mismo, 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.

El diagnostico busca proporcionar los elementos técnicos y sociales suficientes para la evaluación de los diferentes escenarios que se propondrán en la fase prospectiva.
Para obtener el Diagnostico Social se realizó el acercamiento Institucional con la Administración Municipal de Sotomayor, Centro Ambiental Minero de Corporación Autónoma Regional de Nariño, CORPONARIÑO, Cooperativa de Mineros de los Andes, donde se explicó el proceso a ejecutar con la comunidad para la realización del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico- PORH de la quebrada piscoyaco, y la importancia de lograr el compromiso y apoyo de la Administración y las Instituciones de incidencia en dicho recurso hídrico, caracterizando así a los actores sociales de este municipio; se logró una actitud positiva, de colaboración y coordinación para cumplir con el objetivo propuesto y dar inicio al proceso.

De igual forma se realizó revisión de información segundaria existente en el Municipio contemplada en el Esquema de Ordenamiento Territorial EOT, Plan de Desarrollo sobre los diferentes aspectos sociales de la comunidad asentada en la zona de influencia de la Quebrada Piscoyaco, documentación realizada con la minería por parte de la Cooperativa de Mineros de los Andes.

Obteniendo información de las veredas sus organizaciones de base y las instituciones de mayor presencia en la comunidad se realizó la convocatoria mediante visita a las veredas entregando el oficio de invitación y desarrollando la entrevista informal que permitió conocer su entorno y obtener información valiosa sustento de este diagnóstico, como también motivar en la importancia de la participación comunitaria en el taller de información y realización del diagnóstico social participativo.

Figura 6. Reconocimiento participativo del área de influencia de la Quebrada Piscoyaco.



Las veredas de incidencia de la quebrada Piscoyaco de acuerdo al recorrido de campo de la parte técnica del PORH son: el Carrizal, el Palacio, el Paraíso, el Huilque, el Placer, el Pichuelo.

Como resultado de esta participación comunitaria se presenta la siguiente información:

6.4.1 Características generales

El municipio de los Andes hace parte de la provincia biogeográfica Norandina subconjunto Macizo colombiano, Distritos Alto Patía, Subandino Alto Patía y bosques andinos Nariño occidental, La región occidental de colinas, terrazas y Llanura hace parte de la provincia del Choco biogeográfico, en el Pacifico Nariñense, Distrito Barbacoas, área estratégica natural para la conservación de la biodiversidad, constituida como Reserva Forestal de la Nación mediante la ley 2ª de 1959.

Administrativamente a nivel nacional el municipio se ubica en la Categoría sexta, correspondiente a aquellos municipios con baja densidad de población.
A nivel de región hidrográfica, el oriente del municipio de Los Andes, hace parte de la gran cuenca del rio Patía, subcuenca binacional del rio Guáitara la cual agrupa 33 municipios, de estos el municipio de Los Andes se localiza en el tramo bajo con una extensión de 7145,05 has sobre la cuenca Guáitara.

El territorio del municipio de Los Andes desempeña un papel importante en la economía del Departamento de Nariño, teniendo en cuenta que es uno de los municipios importantes en la extracción minera; hace parte del Distrito Minero de La Llanada, conjuntamente con los municipios de Santacruz, La Llanada, Samaniego, Cumbitara, y Mallama, tierras caracterizadas por la riqueza de minas de oro de filón, y de veta de alto quilate, cuya explotación viene desde tiempos anteriores a la conquista española.

El municipio de los Andes, hace parte desde 1992 de la Asociación Supra Departamental del Patía – ASOPATIA, creada como respuesta a la crítica situación de sequía, pobreza y desertización de la región norte de Nariño.

- **ASPECTO DEMOGRÁFICO**

Según el DANE la población del municipio de los Andes es de 18.084 habitantes, de los cuales 6.997 que corresponde al 38,69% se ubican en el área urbana y 11.087 con un 61,31% en el área rural.

- **Distribución de la población según sexo**

Son Mujeres 8.877 que corresponde al 49% y 9.207 hombres siendo el 51%. De la población total del municipio.

- **Población Por Grupos De Edad**

Teniendo en cuanta la estructura poblacional este municipio se caracteriza por que 13.457 personas son menores de 35 años, representada en el 74,41% constituyéndose una población mayoritariamente joven.

La población entre los 19 a 50 años, corresponde a 5.995 personas en un porcentaje del 33,15 % de la población total del municipio caracterizada por generar alguna actividad económica. La población económicamente dependiente mayores de 60 años y menores de 20 años es de 12.089 en un porcentaje de 66,85% %.

La población entre 13 a 18 años, es de 6.247 personas, representa el 34,54% del total de habitantes del municipio en edad con potencial de dedicación al estudio entre básica primaria, secundaria y media. El grupo de los niños, entre uno y cinco años, es de 2648 habitantes, representa el 17,56% y el de los infantes o personas menores a 1 año es de 527 habitantes, representa el 2,91% de la población.

La población en estado de vulnerabilidad, registrada en SISBEN es de 8.881 personas sobresale como el grupo más numeroso el de las mujeres representando el 49,11% de la población registrada en el SISBEN del municipio. Los niños menores de 12 años representan el 34,6% los adolescentes 14,6% y los adultos mayores el 7,6%, adultos de 19-64 años 40,4% niños menores de un año 2,9%

- **Índice de necesidades básicas insatisfechas**

En el municipio existe un gran porcentaje de población pobre y vulnerable. Según medición de necesidades básicas y del Índice de Calidad de vida (DANE 2005), Las necesidades básicas insatisfechas es del 48,33%, a nivel de la cabecera municipal, 80.07 % en el área rural. El Índice de Calidad de Vida para el municipio de los Andes es del 57%.

Este municipio es focalizado por la Red Unidos para la superación de pobreza y pobreza extrema.

Tabla 21. Indicadores Población Unidos.

INDICADORES POBLACIÓN UNIDOS		Los Andes
Generalidades	Número de personas	4,303
	Número de personas	1,243
	Promedio de integrantes	3.5
	Porcentaje de Mujeres	50.1%
	Porcentaje desplazados	55.9%
	Promedio edad	30
	Porcentaje ruralidad	49.5%
	Jefatura femenina	48%
	Porcentaje menores edad	35.6%
	ICV	61.0
Indicador de pobreza	NBI	1.7

El municipio de los Andes es receptor y expulsor de población desplazada y los factores de riesgo del desplazamiento son:

Presencia de cultivos de uso ilícito, violencia por grupos al margen de la ley ((Autodefensas Campesinas Nueva Generación", ACNG–, o "Autodefensas Nueva Generación", NG–; Águilas Negras –AGN–FARC, el ELN y BACRIM), enfrentamientos entre grupos emergentes y la fuerza pública, la lucha por territorio entre la guerrilla y los paramilitares, amenazas a la Población, atentados contra la vida, la libertad y la integridad física de la población civil. (Asesinatos selectivos, desapariciones forzadas, violencia sexual, control y exposición de bienes o tierras), utilización de medios o métodos para generar terror en la población civil, afectaciones de la población civil como consecuencia de las acciones bélicas (Enfrentamientos armados con interposición de población civil, accidentes por minas antipersona, ataques indiscriminados, destrucción de bienes civiles y/o afectación de bienes indispensables para la supervivencia de la Población civil), extorsiones, incremento de las MAP, MUSE, AEI en las diferentes veredas, fumigaciones indiscriminadas para el control de cultivos de uso ilícito, zonas confinadas, falta de tecnología para activar las alertas tempranas, Hostigamientos/ emboscadas. Vulneración a derechos Humanos (La vida, la integridad personal, a no ser desaparecido, a la libertad personal, a no ser desplazado, al desarrollo de la libre personalidad, a la libre circulación, a la libertad de residencia, a poder reunirse y manifestarse pública y pacíficamente, a la libre asociación, a participar en la conformación, ejercicio y control del poder político, a no ser constreñido a ejecutar trabajos forzosos.), reclutamientos forzados de niños, niñas, adolecentes, jóvenes y señoritas, falta de presencia permanente de Fuerza Pública en el sector rural, desplazamiento forzado de la Población civil, amenazas a líderes Comunitarios y Funcionarios públicos. Secuestros.

- **Zonas de mayor incidencia de desplazamiento.**

A consecuencia de disputa de territorios entre grupos de guerrilla y grupos de paramilitares, se generaron los desplazamientos masivos siendo afectadas las comunidades de los corregimientos: El Carrizal, el 26 de febrero de 2006 y la Planada, el 26 de marzo de 2006, 30 de octubre y 1 de noviembre de 2006. En los dos corregimientos anteriormente mencionados se presentaron victimas por la presencia de MAP, MUSE y AEI.

- **Zonas de mayor riesgo de desplazamiento**

Veredas del Carrizal, Quebrada honda, Cordilleras, Esmeralda, Boquerón, Providencia, San Vicente, San Francisco, La Planada, Pigaltal, Los Guabos, La Loma, Pangus, Guayabal, Guadual, San Pedro, la Esmeralda, el Palacio, San Juan, el Crucero, sector de Curiaco, el Arenal y Villanueva, por presencia de grupos armados al margen de la ley dadas las condiciones geográficas y la infraestructura vial terciaria se presta como corredor y estadía de estos.
Las MAP, MUSE, AEI sembradas por los grupos terroristas están focalizadas en las veredas de Cordilleras Andinas, Carrizal, Palacio, Quebrada Honda, Paraíso, Boquerón, Providencia, San Francisco, La Planada, San Vicente, Los Guabos y la Esmeralda.

- **Población Económicamente Activa:**

- **Empleo**. El sector agropecuario, es la mayor fuente a de mano de obra presentando desequilibrios entre la oferta y demanda de trabajo, teniendo en cuenta que el proceso de producción agropecuario es discontinuo, existe alta demanda en ciertas épocas del año y desempleo de la población económicamente activa en la mayor parte del tiempo.

En general se estima que el sector Agropecuario genera el 70% del empleo. El sector minero un 20% y los demás sectores un 10% que incluyen la pequeña industria, comercio y los servicios.

El desempleo es una característica general, pero se acentúa más en las zonas que presentan el fenómeno de la sequía y desertificación, especialmente en el área sub xerofítica del municipio trayendo como consecuencia altos niveles de pobreza y todos los problemas que afectan a la familia como es el desplazamiento, el abandono, la desnutrición.

El porcentaje de mano de obra desocupada en el municipio se estima alrededor de un 13.65% de la población en edad de trabajar y no tiene oportunidades de ocupación en ninguno de los sectores productivos.

El empleo formal en la zona urbana, es generado principalmente por el sector público: alcaldía, hospital, instituciones educativas, empresas de servicios públicos, oficinas públicas.

- **Ingresos.** Los ingresos constituyen un factor de medida del grado de pobreza o riqueza de una población, pero es muy difícil medir exactamente los ingresos recibidos por cada una de las familias, pero para el sector rural en donde los precios de los productos dependen de diferentes variables como la demanda, la oferta, el clima, es difícil establecer un promedio mensual o anual, el ingreso de las familias corresponde al pago por el servicio que los agricultores prestan en las fincas grandes, medianas o pequeñas.
  El mayor ingreso familiar en el municipio está relacionado con la actividad agrícola, la minería y luego la ganadera en estos sistemas los niveles de producción (agrícola y pecuario) son inferiores a los promedios nacionales, lo cual es explicado por el bajo nivel tecnológico aplicado, el bajo o nulo apoyo institucional con recursos, la falta de crédito, capacitación y asistencia técnica.

  Los ingresos son muy escasos para la mayoría de los pequeños productores, debido a la falta de trabajo remunerado, el monto mensual no alcanza al salario mínimo que provienen de actividades agrícolas y pecuarias desarrolladas en fincas, percibiendo jornales diarios ocasionales por un valor que oscila entre los ocho mil ($8.000), pesos hasta los doce mil ($12.000) pesos con un promedio mensual de $ 240.000, y de otra parte para el pequeño productor la venta de sus productos es muy escasa puesto que lo poco que se produce, únicamente se utiliza para el consumo de las familias, y en épocas de cosecha los productos los vende a los intermediarios quienes prácticamente manejan los mercados e imponen los precios a excepción de café y el cacao.

  Las actividades agropecuarias podrían generar más ingresos pero debido a factores como falta de asistencia técnica y tecnología, el sector es poco competitivo debido especialmente a la no-existencia de una red de mercado y comercialización bien estructurada y la falta de apoyo a la formulación de proyectos de ampliación y/o diversificación de la producción agrícola, agroindustrial y ganadera.

En el municipio de los Andes las actividades económicas y productivas están representadas en los sectores primario, secundario y terciario de la economía.

- **Sector primario.** Este sector es el de mayor ocupación de la comunidad está representado por las actividades agrícolas como cultivos, minería, la ganadería, las especies menores y las actividades forestales.

Figura 7. Tenencia de la tierra



En el municipio de los Andes se estima que el 81.48% de los predios son menores de 5 hectáreas equivalente a 2.508 predios; de 5 a 20 ha el 16.17% que representan 498 predios, de 20 a 50 ha el 1.94% con 60 predios, de 50 a 100 ha el 0.32% y de 100 a 200 el 0.032% de 200 a 500 el 0.03% mayor de 500 el 0%. Por lo anterior la tenencia de la tierra que persiste es el latifundio en cuanto a extensión de tierra en manos de pocos propietarios y el minifundio es la característica de propiedad de la mayor parte de la población, en más del 95% de los predios con lo cual se visualiza una alta inequidad en la distribución de la tierra y la fuerza de trabajo sigue siendo víctima de una alarmante desocupación y subocupación.

Se evidencia una gran concentración de propietarios en pequeñas extensiones de tierra, entre 1 y 5 has razón por la cual los pequeños productores tienen que combinar las labores de la pequeña propiedad con jornales u otra labor remunerada. De otra parte en cuanto a la propiedad los predios legales con sus respectivas escrituras y títulos registrados son pocos, y en su mayoría corresponde a los predios medianos y grandes, indicando con ello que más de la mitad de los predios en explotación, en un 80% se encuentran en falsa tradición, generándose un conflicto de titulación de tierras.

Figura 8. Formas de Aprovechamiento de la Tierra





En un porcentaje del 60% los suelos están dedicados a la agricultura y ganadería presentando degradación, hundimientos y pérdida de suelos, reducción de la capa orgánica, y alteración de sus condiciones físicas, químicas y biológicas que originan la disminución de la capacidad productiva y producciones afectando a los a los agricultores. Este deterioro se debe por el conflicto de uso de la tierra, por el inadecuado manejo que se le ha dado a los suelos, por el uso irracional de agroquímicos ya que los sistemas de producción agropecuarios se vuelven cada vez más dependientes del uso de pesticidas y la rotación inadecuada de cultivos. La erosión del suelo se está acelerando cada día más y está degradando muchas áreas del municipio especialmente de las laderas de mucha pendiente lo que representa una seria amenaza para el abastecimiento de comida por la pérdida de las tierras dedicada a las actividades agropecuarias y de los bosques, además que se reduce la capacidad de conservación de la humedad de los suelos.

La economía del municipio de Los Andes, es una economía fundamentada en el sector primario, depende en un 70% de la actividad agropecuaria.

La principal actividad económica es la agricultura representada en cultivos de plátano, café, maíz semestral, frijol arbustivo, caña panelera, cacao, seguida de la ganadería. Los predios de los productores son lotes pequeños que alcanzan entre una y cinco hectáreas, con bajos rendimientos por unidad de superficie; la mayor parte, presentan alta susceptibilidad a presentar fenómenos erosivos debido a las fuertes pendientes, con baja retención de humedad y de poca profundidad efectiva. A estos problemas se suma el inadecuado manejo de los predios debido a la falta de transferencia de tecnología, a la poca disponibilidad de recursos con que cuentan los pequeños productores, y no disponen de vías de acceso convenientes a los mercados, y de otras obras de infraestructura, tales como sistemas de riego. Todos estos factores han contribuido a la disminución cada vez mayor de los índices de productividad, lo cual se ve reflejado en los bajos niveles de ingresos y altos índices de pobreza y desempleo, que a su vez han propiciado situaciones de inseguridad, migración e incremento de cultivos ilícitos.

Del área total del municipio (91.926,07 has,) la dedicada a la agricultura corresponde al 2.24%, son aproximadamente 2.059.5 hectáreas, distribuidas en 310.5 has en cultivos

transitorios de frijol, maíz, papa y tomate de mesa, y que representan el 15.07%, en cultivos anuales 15 has (0.72%) representados por la yuca asociada y en cultivos permanentes 1.734 has que representan el 84.19% del área total agrícola, entre los cuales están: aguacate, cacao, caña panelera, café, iraca, mora, plátano cafetero y tomate de árbol.

El café se constituye como el principal cultivo del municipio con 724 has que representa el 35.15% del área agrícola seguido del plátano cafetero con 710 has con el 34.47% y luego el cacao con 131 has (6.36%) y la caña panelera con 90 has con el 4.36% del área agrícola.

La producción total anual de los diferentes cultivos agrícolas alcanza alrededor de las 6.263 toneladas de las cuales la mayor producción corresponde al cultivo de plátano con 4.880 toneladas equivalente al 77.91% de la producción agrícola total, seguido de la caña panelera con 327.6 toneladas equivalentes al 5.23% y el café con 302 toneladas equivalentes 4.82% de la producción agrícola del municipio.

El sector agrícola se desarrolla en pequeña escala, debido al régimen de propiedad minifundista de economía campesina, orientada principalmente a la producción para el consumo familiar o de autoconsumo, con baja vinculación a los mercados nacionales. El sistema de cultivos se caracteriza por la inadecuada preparación de suelos, ninguna o escaza fertilización, deficiente control de malezas, no hay o no se utilizan semillas certificadas de variedades mejoradas, no se aplican las dosis correctas de fertilización, ni se hace un buen control de malezas e insectos.

Teniendo en cuenta el clima y sus condiciones edafológicas las principales áreas dedicadas a cultivos se encuentran distribuidas en los diferentes corregimientos así en el corregimiento de San Sebastián se siembra principalmente café, frijol, maní y maíz. En Carrizal se siembra principalmente maíz en el corregimiento de la planada plátano y en el corregimiento de Pangús frijol arbustivo, en Arenal Guayabal y Carrizal plátano y café y papá en la vereda Cordilleras.

En cuanto a cultivos ilícitos, la coca (Erythroxylon coca) actualmente representa extensiones pequeñas con alrededor de 103 has detectadas de acuerdo a las cifras suministradas por SIMCI- Sistema integrado de Monitoreo de cultivos ilícitos del área para la erradicación de cultivos ilícitos de la Policía Nacional Dirección de Antinarcóticos áreas ubicadas en diferentes lugares del municipio.

En el año 2007 se sembraron 81 has, en los años siguientes de 2008-2009 se presentó una reducción importante de 20 has, lo preocupante es que a partir del 2010 comenzó a incrementarse nuevamente el área. La implementación de los cultivos ilícitos, además de producir el desplazamiento de los cultivos tradicionales, genera la reducción de los pocos bosques existentes, contribuye a la contaminación de las aguas y la esterilización del suelo por el uso indiscriminado de agroquímicos

La ganadería en el municipio de Los Andes, constituye el tercer renglón productivo de importancia, ocupa un número menor de predios y de mayor área, las pocas explotaciones ganaderas se llevan a cabo en 263 predios predominando la ganadería de leche de tipo extensivo con amplias extensiones de terreno, sobre suelos por lo general

marginales de poca productividad agrícola, localizadas en las partes altas del municipio principalmente en las veredas de El Palacio Quebrada Honda la Esmeralda Paramo y Cordilleras Andinas. En las veredas de San Vicente Providencia y en Pigaltal donde existe ganado principalmente de tipo lechero.

Del total de la ganadería 1000 cabezas están dedicadas a la producción de leche, con una producción de 3000 litros diarios aproximadamente para un total de 630.000 litros/ año. De los 262 predios ganaderos solo un 10% de ellos especialmente los más grandes hacen uso de asesoría, los pequeños no cuentan con una asesoría adecuada y alrededor del 70% de la ganadería carece de un buen manejo. En general, se observa que no existe un manejo adecuado de las condiciones que podrían aumentar la capacidad de carga, como división y manejo de potreros, rotación de los mismos, mejoramiento de pasturas, prácticas de fertilización y correctivos, planes sanitarios, entre otros.

Por las características de los suelos del municipio (altas pendientes y gran fragilidad) y la tecnología aplicada al manejo del ganado, la capacidad de carga es muy baja, (0.83) obligando a los productores a ampliar la frontera productiva, con graves consecuencias para la biodiversidad, el suelo y la oferta hídrica.

Los corregimientos de Carrizal y La Planada se constituyen como las áreas piscícolas más importantes en el municipio. La actividad se desarrolla en estanques, los cuales no cumplen con las especificaciones técnicas requeridas para lograr y generar una buena producción y productividad para el mejoramiento de las condiciones económicas y nutricionales de las familias.

- **Educación**

Por ser los Andes un municipio no certificado carece de competencia para prestar de manera directa el servicio educativo, función que es asumida en forma directa por la Nación y el Departamento. Las competencias asignadas al municipio tienen directa relación con la administración de recursos del sistema General de Participaciones y el reporte de información con calidad al Departamento, entidad que a través de la Secretaría de educación Departamental ejerce Vigilancia y control.

Tabla 22. Oferta de Educación Media

CORREGIMIENTO	INSTITUCIÓN EDUCATIVA	COBERTURA
La Planada	Institución Educativa Agropecuaria La Planada	206 estudiantes
El Carrizal	Institución Educativa La Paz	157 estudiantes
Pangús	Institución Técnica Comercial Pangús	155 estudiantes
Casco Urbano	Institución Educativa Técnico San Juan	1642 estudiantes

El Centro Educativo el Guayabal Tolima adopto la modalidad de Tele Secundaria, con 77 estudiantes, este sistema posibilita el acceso de los jóvenes rurales a la básica secundaria.

Tabla 23. Términos de cobertura según el plan de desarrollo departamental.

COBERTURA	PORCENTAJE
Preescolar	22%
Primaria	32%
Secundaria	27%
Media	12%
Deserción	10,60%
Atención integral a Niños y Niñas	87,8%
Tasa de Analfabetismo	5,60%

- **Acceso a Educación Superior**

El municipio no registra cifras en cuanto a acceso a educación superior y presentados los niveles significativos de deserción escolar por parte de los adolescentes, que según el enlace de educación y en entrevistas semiestructuradas con docentes del municipio, son los adolescentes varones entre 15 y 17 años quienes más desertan con el propósito de ser económicamente activos en la oferta laboral municipal. Otro mecanismo mediante el cual los jóvenes acceden a educación técnica es por medio del programa *jóvenes en acción*, que canaliza la oferta del Servicio Nacional de Aprendizaje –SENA, priorizando en primera instancia a la población víctima del conflicto armado y población en condiciones de vulnerabilidad.

- **Salud**

El sistema de salud del municipio conformado por la Dirección Local De Salud y por la empresa social del estado Centro de Salud los Andes que presta servicios de baja complejidad y posee una infraestructura mínima.

Existen tres Puestos de salud ubicados en las veredas: San Francisco corregimiento de La Planada, Pangús corregimiento de Pangús y Quebrada Honda; corregimiento de el Carrizal, los cuales no funcionan por que la infraestructura es inadecuada y falta dotación.

En la actualidad la cobertura de salud del municipio está representada en régimen contributivo y subsidiado, el régimen contributivo está en el 3.1%, cifra que se presenta por que la mayor parte de trabajadores del municipio pertenecen al sector de la economía informal. El régimen subsidiado es del 95 % representando un porcentaje aceptable de cobertura de protección en salud.

De acuerdo al anuario estadístico de la Gobernación de Nariño 2009-2010, la tasa de mortalidad global en el municipio es de 1.8 por 1000 habitantes y acorde a la proyección DANE 2012 la tasa es del 1.03 por 1000 habitantes.

Las primeras causas de mortalidad son muerte por septicemia, paro cardiorespiratorio y en tercer lugar muerte por paro respiratorio, la mortalidad infantil en el municipio es del 0.09 por cada mil niños según SISBEN y 0.05 por cada mil niños según proyección DANE 2012.

La mortalidad materno infantil se registra en un 0.38 por 1000, las principales causas de mortalidad infantil en el último cuatrienio están relacionados con dos muertes perinatales generando una tasa de mortalidad del 0.019%, debemos tener en cuenta que las situaciones que inciden en la presencia de enfermedades en la infancia están determinados en gran medida por conductas de riesgo y estilos de vida poco saludables y se concluye que en gran parte la mortalidad y morbilidad generadas por dichas causas, pueden ser evitables y prevenibles.

La tasa de morbilidad atendida por consulta externa en el municipio es 1229 según SISBEN y 677 según proyección DANE por 1000 habitantes, más alta que la tasa departamental (614,3 por 100 habitantes). Las principales causas de morbilidad varían según el grupo Etareo, así: por EDA, 23.9 (SISBEN) O 13.2 por 1000 habitantes (DANE 2012), IRA 11.2 (SISBEN) Y 61.3 proyección DANE 2012 por 1000 habitantes; Causas de consulta médica caries de la dentina, IRA (rinofaringitis aguda) y tercera hipertensión primaria

En coberturas de vacunación al año 2011 según la población proyectada por DANE se registraron coberturas de vacunación del 22.9% en antipolio, 22.3% en pentavalente, 8.1% en BCG, en TV y fiebre amarilla 24%, por debajo de la meta útil que es del 95% , las coberturas logradas según censo de canalización por la ESE Centro de Salud de Los Andes en BCG del 42.1% catalogada como cobertura baja pero esto se debe a las remisiones que se deben realizar para atención de parto por Cesárea y los recién nacidos son vacunados en la ESE o IPS donde se remitieron. Se observa también en nuestro municipio un proceso migratorio de la población dando como resultado coberturas en polio de 125%, pentavalente de 126%, triple viral y fiebre amarilla 116%, estas coberturas por encima de lo esperado se analiza a partir de la canalización de población flotante que no están incluidos en los censos.

En salud sexual y reproductiva el 46% de la población tiene conocimientos sobre métodos de planificación. La tasa de fecundidad es del 2,67% en el municipio y departamento. Las proyecciones nacionales y departamentales de población 2005-2020 establecen la tasa de fecundidad en el 2%. La tasa de mortalidad materna departamental es de 148,63 por 100.000 mujeres 82.51 por 100.000 habitantes. Los principales factores de riesgo son las bajas coberturas en aseguramiento social, control prenatal, y los bajos niveles de escolaridad de las madres gestantes. El embarazo en adolescentes alcanza niveles del 31%

El reporte de mortalidad por cáncer de cuello uterino producido por el virus del papiloma humano, en mujeres, es de 5,95 por 100.000 mujeres porcentaje que coincide con la tasa departamental pero muy por encima de la tasa nacional del 1.71%.

En Salud mental el municipio adopto e implementó los planes de salud mental, en la subregión Guambuyaco, el acceso al servicio de promoción de la salud es del 38%, en el municipio se da a través de un promotor Social por cada 4 veredas y el requerimiento de la comunidad es que sea por cada dos veredas para que haya un buen cubrimiento.

El porcentaje de desnutrición global en menores de 5 años alcanzó niveles de 5,00 % El porcentaje de desnutrición aguda en menores de 5 años al año 2011 alcanzó 4%, la desnutrición global para < de 10 años fue del 6% y la desnutrición aguda para < de 10 años fue de 5%.

Según el reporte de mortalidad infantil está dada en un 0,37%, significando que la mayoría de niños entre la edad de 1 a 5 años mueren por enfermedades respiratorias y digestivas, teniendo en cuenta las condiciones climáticas y el agua contaminada. El reporte de mortalidad por cuello uterino producido por el virus del papiloma humano es de 7,55 % en mujeres.

- **Servicios Públicos**

La cobertura de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado en el área urbana es buena, teniendo en cuenta que los porcentajes de cobertura están en 90% y 98% respectivamente, en cuanto a la cobertura del área rural de alcantarillado, es muy bajo ya que su cubrimiento solo está en un 9% y la de acueducto es buena, con un cubrimiento de la población en un 83%. De otra parte en el área rural del municipio se presenta una baja cobertura de pozos sépticos.

La disposición de residuos sólidos, se realiza en el Credo, en un relleno sanitario con un área de 1,6 has, localizado a 3 km de Sotomayor. Cuenta con PGIRS aprobado mediante la Resolución 340 del 17 de Julio de 2001 de CORPONARIÑO. La cobertura en recolección de residuos sólidos en el municipio según el Anuario estadístico 2009-2010, es del 32,01% y según el SISBEN 2012 del municipio, tiene una cobertura el 42,8% de los hogares registrados y no tiene cobertura el 57,1%. El servicio es prestado por EMPOSOTOMAYOR. La producción estimada de residuos sólidos generados en el municipio es de 9,2 Tn/ día, a razón de 0,52 kgr/ persona/ día. El reciclaje es incipiente, solo el 3,91% de los usuarios del servicio de aseo realizan separación en la fuente adecuada, el 63% de los usuarios almacenan adecuadamente los residuos en bolsas plásticas y en canecas, un 7% de los usuarios potenciales del servicio realizan prácticas inadecuadas de disposición (Fuente. PGIRS municipio de Los Andes 2005).

- **Transporte**

La prestación del servicio público de transporte de pasajeros lo realiza Cotranscor, San Juan de Pasto y Cootransotomayor destinando buses en diferentes horarios entre Sotomayor, Pasto, la Llanada. Igualmente existen empresas particulares locales que contribuyen en la prestación de servicio de transporte tanto de carga como de pasajeros a través de camperos, chivas y camiones. El Municipio cuenta con transporte para los municipios de Pasto, Ipiales, Samaniego, Cumbitara, Túquerres, La Llanada y lugares intermedios entre estos.

- **Vías**

Los Andes tiene conectividad al municipio de La Llanada ubicado a 26 Km de vía afirmada en regular estado, Al Peñol, distancia 35 Km en estado regular, a Policarpa, 56 km en mal estado, a Cumbitara, 75 km en mal estado.

- **Energía Eléctrica.**

El servicio de electrificación es prestado por CEDENAR. La cobertura en el área urbana es del 95% y en la rural del 75%. Con calidad regular en el área urbana y mala en la rural. En todo el municipio con redes que se encuentran en mal estado, de igual manera que los postes de soporte, sin embargo el consumo de energía es bajo, con alrededor del 13.2 KW, dado que no hay industria. El número de hogares SISBEN (2832) cuentan con cobertura de energía del 100%.

- **Vivienda**

En el municipio de Los Andes existe deficiente construcción, adecuación, mantenimiento y asignación de subsidios de vivienda. El déficit de vivienda es del 30,4% (DANE proyección 2011) y el hacinamiento representa el 9% (Planeación departamental de Nariño- 2012). Según datos SISBEN (2012 municipio de los Andes) las casas cuentan con pisos de tierra y arena en un 46,5% y en cemento o gravilla 44,5%.

Figura 9. Viviendas del área de influencia



- **Cultura Y Turismo**

La identidad de ser una zona con un renglón de explotación del oro, con antecedentes ancestrales, le brinda la oportunidad de adelantar procesos de divulgación para atraer turismo en la denominada Ruta turística del oro.

Como muestras culturales tenemos la participación de la banda sinfónica Salvador Marro, banda de la Paz, Escuela de Danzas La Semana Santa, las fiestas patronales de San Juan Bautista, El Carnaval de Mitos, Leyendas y Costumbres, el Reinado del Plátano, entre otros; eventos en donde la población muestra el patrimonio cultural del pueblo Abades, Hijazal y Pangas.

Figura 10. Actividades culturales del Municipio.



- **Presencia Institucional**

Se destaca la Administración municipal, Gobernación de Nariño, CORPONARIÑO, Cooperativa de Mineros de los Andes, ASOMIRCOL, INGEOMINAS, RED UNIDOS, CUERPO DE BOMBEROS VOLUNTARIOS, POLICIA NACIONAL, CEDENAR como instituciones de mayor presencia e intervención de acuerdo a sus funciones y competencias normativas.

6.4.2 Participación Comunitaria a través del taller de Diagnóstico Social.





- **Vereda el Carrizal**

La habitan 70 familias con un promedio de 6 personas por familia para un aproximado de 420 habitantes.

La principal actividad económica es la agricultura y la minería. El mayor cultivo es de tomate de árbol (en este momento lo ataca una plaga que lo deja el fruto y las hojas negras afectando notablemente la producción), también cultivan la papa, maíz, frijol, lulo y la mora.

Existe la mina de oro la María, trabajan 2 personas de 8 a.m. a 4:00pm

Esta vereda cuenta con acueducto donde se benefician 20 usuarios. El Representante de la Junta Administradora del acueducto es el señor Jorge Baca, La otras familias dueños de los predios utilizan el agua mediante mangueras de una manera ilegal (no tienen concesiones). Esta situación ha generado un conflicto por el uso del agua con las veredas el Carrizal, el Palacio, Paraíso, el Pichuelo, el Huilque, Sotomayor, la Aurora el Placer, Los Guabos quienes se benefician del Distrito de Riego ASOPISCOYACO y la comunidad aduce que el uso inadecuado del recurso agua por las familias del Carrizal afecta el agua requerida para el distrito de riego.

Se requiere mayor sensibilización con el señor Alberto Mora propietario de un predio en la zona alta de la quebrada quien no permite reforestar a pesar que la comunidad le ha solicitado su colaboración.

La fauna existente es: venado, conejos, oso, pavas, tórtolas,

La flora existen: encino, motilón. (Manifiestan reforestar con árboles nativos ya que se ha llevado para esta actividad chachafruto y este árbol no pega, perdiéndose la reforestación.)

Existen dos organizaciones denominadas: FUTURO CARRISALEÑO- dedicada a la producción de vino de mora, con 14 socios y AGROCOMERCIAL – dedicada a la producción de frutas.

Existe el Colegio educativo la Paz, en coordinación del profesor Julián Realpe, con 100 estudiantes. Este colegio ha formulado con los estudiantes proyectos ambientales enfocados al reciclaje.

Las instituciones de mayor presencia en la zona son Acción Social apoyando a los niños en el estudio.

- **Vereda el palacio**

La habitan 30 familias con un promedio de 4 personas por familia para un aproximado de 120 habitantes.

La principal actividad económica es la agricultura y la minería. El mayor cultivo es café, plátano, frutas: mora, tomate, naranja, limón.

Esta vereda cuenta con 2 acueductos de uno se benefician 10 usuarios, y del otro una familia de la finca el corazón. La otras familias dueños de los predios utilizan el agua mediante mangueras de una manera ilegal (no tienen concesiones). El representante de la Junta Administradora del Acueducto es el señor Diego Oviedo.

La fauna existente es: conejo, ardilla, zorra, cusumbe, armadillo, boruga (parecido al cuy),

La flora existente: guayacán, campanillo, quillotocto, cascarillo, limón, pino, hojarasca, chachafruto, balso, higuerón, guallabillo, tacasco, hoja largo, chachafruto, urapan, (estos dos especies considera la comunidad son buenas para reforestación).

Existe la Junta de Acción Comunal como organización reconocida por la comunidad.

Existe el Centro Educativo el Palacio, en coordinación del profesor Alirio Oviedo, con 12 estudiantes.

Requiere esta comunidad se les brinde información relacionada con el proceso de concesiones, que permita sensibilizar a la toda la comunidad en el uso adecuado del recurso agua.

- **Vereda el Paraíso**

La habitan 26 familias con un promedio de 4 personas por familia para un aproximado de 80 habitantes.

La principal actividad económica es la agricultura El mayor cultivo es café, plátano, frijol, yuca, caña.

Esta vereda cuenta con acueducto donde se benefician 26 usuarios, El representante de la Junta Administradora del Acueducto es el señor Antonio Mora.

En esta vereda se benefician 12 usuarios del Distrito de Riego ASOPISCOYACO,

La fauna existente es: ardilla, loros, pájaros.

La flora existente: pichuelo, eucalipto, nogal, pino, guadua, guayacán, nacedero,

Existe la Junta de Acción Comunal como organización reconocida por la comunidad, y algunas familias pertenecen a la asociación FUTURO CARRISALEÑO.

Existe el Colegio educativo Sagrado Corazón de Jesús, en coordinación del profesor Libio Rojas, con 9 estudiantes. Han realizado proyectos ambientales relacionados con el reciclaje, salidas con recorrido a la microcuenca y así sensibilizar a la conservación de las fuentes hídricas.

La institución que hace presencia en la zona es el DPS –Departamento de la Prosperidad Social en restitución de tierras y erradicación de cultivos ilícitos.

- **Vereda el Huilque**

La habitan 80 familias con un promedio de 4 personas por familia para un aproximado de 320 habitantes.

La principal actividad económica es la agricultura El mayor cultivo es café, plátano.

Esta vereda cuenta con acueducto donde se benefician 40 usuarios, El representante de la Junta Administradora del Acueducto es el señor José Vallejo.

En esta vereda se benefician 12 usuarios del Distrito de Riego ASOPISCOYACO,

La fauna existente es: pájaros.

La flora existente: guadua, nacedero.

Existe la Junta de Acción Comunal como organización reconocida por la comunidad, y la Organización UNION CAFETERA con 20 socios y la COOPERATIVA EL PROGRESO.

Existe el Centro Educativo el Huilque, en coordinación de los profesores Jacinto Montenegro y Jorge Baca, con 17 estudiantes.

La institución que hace presencia en la zona es el DPS –Departamento de la Prosperidad Social en restitución de tierras y erradicación de cultivos ilícitos.

- **Vereda el Pichuelo**

La habitan 7 familias con un promedio de 4 personas por familia para un aproximado de 32 habitantes.

La principal actividad económica es la agricultura El mayor cultivo es café, plátano y frutales, naranjo, tomate, lima, limón, aguacate, lulo, limón, maracuyá,

En esta vereda se benefician 1 usuario del Distrito de Riego ASOPISCOYACO.

En esta comunidad existen usuarios ilegales porque no han realizado el trámite de la concesión, manifiestan que se presenta deforestación y quemas afectando el recurso agua de la quebrada por lo que en verano no tienen agua y surgen los conflictos con el señor Álvaro Marroquín propietario del terreno donde nace la quebrada.

La fauna existente es: colibrí, pavas, morados, armadillos, cusumbe, oso, pájaro carpintero, ardilla

La flora existente: guamo, cascarillo, nogal, nacedero, palma, naranjo.

Existe la Junta de Acción Comunal como organización reconocida por la comunidad, y la Organización, ASOPISCOYACO, ASODESMA (Asociación de Desplazados del Putumayo que la conforman 5 familias).

Existe el Centro Educativo pero no funciona ya que los niños van a estudiar a la escuela de la vereda la Aurora, y la secundaria a Sotomayor.

La institución que hace presencia en la zona es el DPS –Departamento de la Prosperidad Social en restitución de tierras y erradicación de cultivos ilícitos. Nariño sin coca COL 53, La Federación de Cafeteros con el Morral Ambiental

Tabla 24. Representantes de las Juntas de Acción Comunal

VEREDA	CARGO	NOMBRE	CELULAR	IDENTIFICACIÓN
El Placer	Presidente	Luis Martin Bravo	3116010645	5.285.681
Paraíso	Presidente Secretaria	Eiler López Mariela Mora	3176916870	98.348.243
Huilque	Presidente	Gloria Yela España	3128016874	1.078.369.628
Pichuelo	Presidente	Gladis Bravo Pantoja	3104233752 3146265174	66.876.056
El Palacio	Presidente	Diego Oviedo	3137700853	1.089.242.693
Carrizal	Presidente	Benito Ortega López	3217077064	5.285.078

Figura 11. Trabajo Social con los actores de estudio



6.4.3 Situación Actual

- Uno de los principales problemas ambientales que genera la ganadería, es la degradación a que se ven sometidos los suelos por el intenso pisoteo del ganado, en algunos sectores ingresan a las fuentes de agua contaminándolas.

- Falta de sensibilización y concientización a la comunidad para el uso adecuado de los recursos naturales y preservación del medio ambiente.

- Contaminación de las aguas por los pozos sépticos que no cuentan con una construcción técnica adecuada y la escorrentía hace que lleguen directamente a las fuentes de agua.

- No se tramita la concesión del agua por algunas personas, por tanto lo realizan de manera ilegal mediante mangueras de la fuente hídrica o nacimientos, manifestando desconocimiento en el trámite.

- Existen zonas de alto riesgo donde sus suelos presentan gran erosión.

- Se presenta la minería ilegal y esto hace que se contamine el recurso agua porque no se cumple con las normas técnicas para su adecuada explotación.

- Existen algunas minas en proceso de legalización, ya que contribuye a la generación de ingresos mediante el trabajo, y por tanto se considera estén legalizadas para que la explotación sea de acuerdo a las normas y se minimice los riesgos para las personas y el medio ambiente.

- En épocas de verano se presentan las quemas y esto es una problemática que no se ha podido controlar ya sea por el comportamiento cultural de los dueños de predios para alistar el suelo antes de la siembra o por personas sin conciencia ambiental que prender el pasto por diversión, maldad, descuido etc., poniendo en riesgo a la comunidad, sus cultivos, viviendas, sus pertenencias y el ambiente con las especies de flora y fauna existentes en esta zona.

- Se desconoce si los hundimientos de suelo presentados en el carrizal, el palacio y el huilque obedece a fallas geológicas, por lo tanto se requiere se nos realice una visita por un profesional geólogo y se nos aclare estas dudas, con el fin de analizar con la comunidad esta situación en búsqueda de alternativas para preservar la vida, y que no nos toque salir corriendo de un momento a otro e incluso con pérdida de seres queridos.

- En la agricultura los fungicidas llegan a las quebradas y las contaminan y en muchas fincas las talegas que cubren la producción de plátanos son dejadas en los sitios donde se lo corta para su posterior venta siendo este plástico un gran contaminante. No existe una disposición final de estos plásticos.

- La deforestación o tala de arbole es otro factor que afecta el recurso agua y las especies de fauna en la zona, siendo este un factor que ha contribuido para su extinción.

Figura 12. Socialización de la situación actual de la Subcuenca



6.4.4 Alternativas de Solución Propuestos por la Comunidad

- Reforestar con cercas vivas sobre todo en las riberas de los ríos y con especies que se adapten a la zona y contribuyan a la preservación del agua. Lo anterior realizarlo con la asistencia técnica y donación de los arboles por CORPONARIÑO, la Alcaldía Municipal con la donación del alambre para cerrar la zona reforestada y así evitar que los animales especialmente el ganado se coman los árboles, la comunidad colocaría la mano de obra y se compromete a cuidar los árboles reforestados.

- Se realice la ubicación de desarenadores para los pozos sépticos sobre todo en el sector de la loma.

- Se aplique la normatividad de saneamiento básico, con apoyo de recursos desde la administración municipal y otras entidades que les competente este aspecto.

- Tramitar las concesiones de agua de acuerdo a la capacidad económica de la persona o comunidad, donde los costos de los análisis del agua sean asumidos por el municipio o CORPONARIÑO.

- Se fortalezca los proyectos para la construcción de acueductos rurales en beneficio de las comunidades.

- Que CORPONARIÑO realice seguimiento de acuerdo a los lineamientos ambientales de las minas legales como ilegales, como también a las personas que utilizan el agua de forma ilegal.

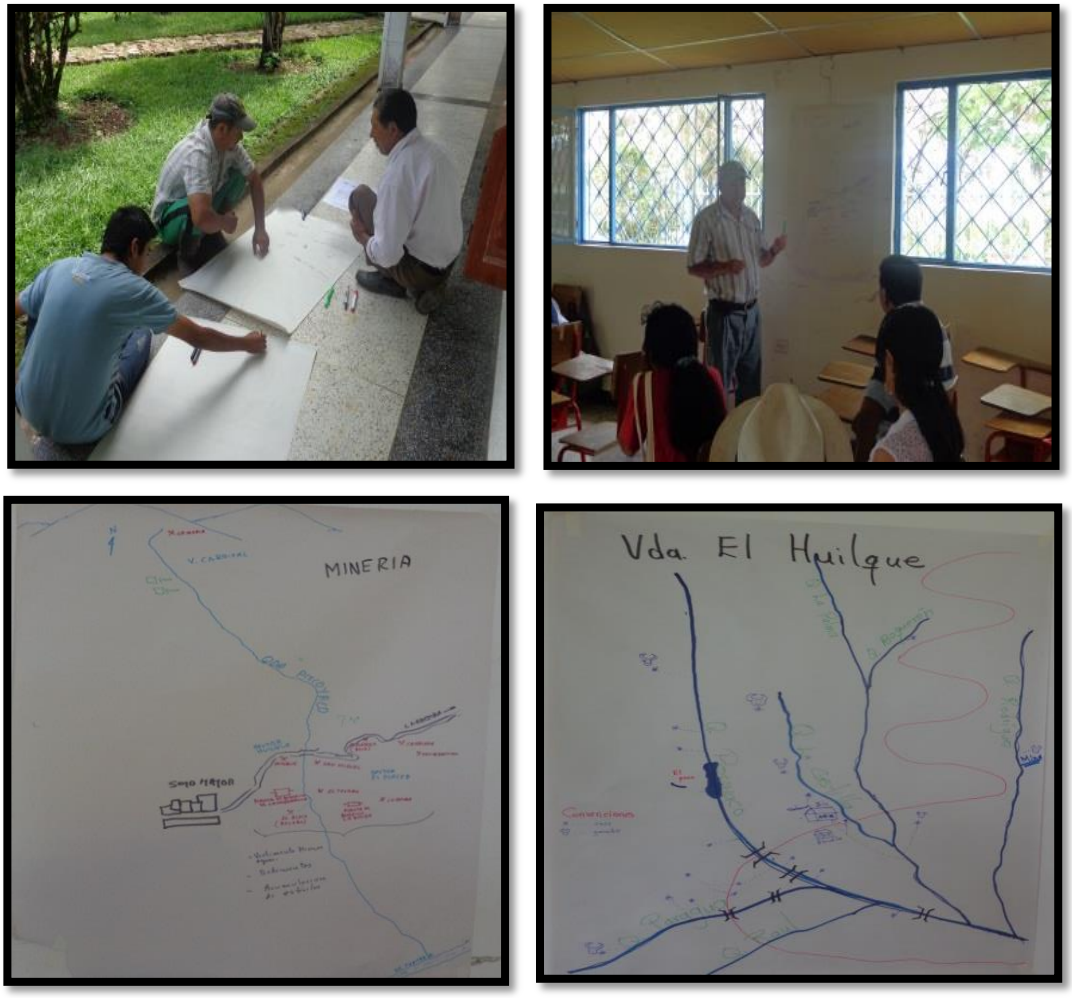
- Que se trabaje un proyecto de educación ambiental teniendo en cuenta las quemas.

- Es importante que el municipio realice un convenio para que se recoja la basura que se produce en el sector rural especialmente en la agricultura y están contaminando, tales como tarros, talegas, plásticos utilizados para la fumigación de cultivos y cubrir los cultivos como el plátano.

- Se solicitaría al Ingeniero Geovanny Muñoz funcionario de CORPONARIÑO de quien se conoce su profesión es geólogo para que en coordinación con la comunidad de las veredas, carrizal, el palacio y el huique les brinde orientación relacionada con el hundimiento del suelo en algunas partes de estas veredas, que tiene preocupados a sus dueño

- Apoyar al sector educativo con los proyectos educativos ambientales que buscan desde temprana edad generar una sensibilización hacia el uso adecuado de los recursos naturales y preservación del medio ambiente, sobre todo el agua que es fuente de vida.

Figura 13. Alternativas de solución de la problemática presente en la Subcuenca



- **La Institucionalidad**

La Administración Municipal de Sotomayor con todas sus dependencias está apoyando el proceso de formulación del Plan de Ordenamiento de la Quebrada Piscoyaco, que permitirá gestionar recursos a través de proyectos para beneficio del municipio.

El Sector Educativo a través de la comunidad educativa continuara trabajando en los proyectos educativos ambientales generando en sus estudiantes y la comunidad educativa la sensibilización en torno a la conservación del medio ambiente.

- **Actores De La Comunidad**

Cada actor social cumple una función reconocida o no por la comunidad y que depende de las responsabilidades, del sentimiento de pertenencia, la apreciación que tenga cada persona de su propia comunidad.

Tabla 25. Asociaciones del sector agrícola y agroindustrial

ASOCIACIÓN	VEREDA	OCUPACIÓN
- Botón de oro	Guabos	Procesa la guayaba y producen bocadillo y pulpa de guayaba;
- Asociación Futuro Verde	Arenal	Plátano
- Agro proyección - Asoloma	Loma	Café
- Asocacao Los Andes	Cacao	
- Asociación Sembradores de Futuro Carrizaleño	Carrizal	Derivados de la mora(vino-mermelada
- Asociación Arte, Moda y Diseño	Sotomayor	Confección y diseño de Ropa
- Agro comercial-Carrizal	Carrizal	Producción de frutas
- Unión Cafetera-Huilque	Huilque	Producción de tomate bajo invernadero
- Agro sembradores	Planada	Producción de Hortalizas
- Asociación Rayito de Luz	Procesan la leche – dulce	
- Asociación Huellas de paz	Guabos	Producción miel de caña
- Asociación agrícola Progreso Guayabaleño	Guayabal	Producción agrícola
- Asociación expendedores de carne	Sotomayor	Carne
- Asociación de Ganaderos del municipio de los Andes	Sotomayor	Ganadería

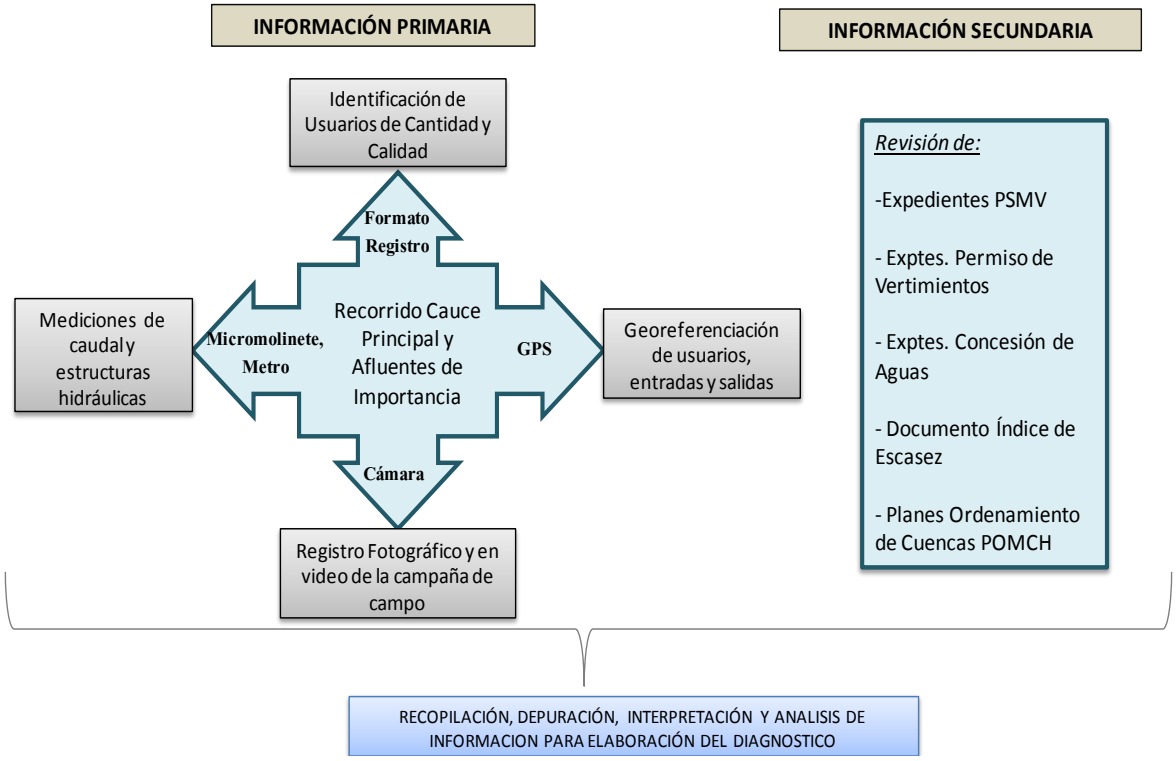
6.5 Diagnostico de la Corriente Hídrica.

El diagnóstico de la corriente hídrica está enfocado al levantamiento, recopilación, organización, análisis, evaluación e interpretación de información primaria y secundaria que permitió el establecimiento y determinación de la situación actual de calidad y cantidad tanto del cauce principal como de los afluentes de la quebrada Piscoyaco, así como la identificación de los usos actuales, potenciales y conflictos por el recurso hídrico presentados entre los usuarios y beneficiarios de la fuente superficial objeto de ordenamiento.

Para esto se efectuó una identificación de usuarios actuales que realizan extracciones o captaciones de agua para satisfacción de los usos demandados con el respectivo inventario de estructuras hidráulicas, la identificación de usuarios generadores de vertimientos que descargan al cauce principal de la quebrada Piscoyaco con su respectivo inventario de estructuras hidráulicas, la identificación de afluentes naturales que escurren o drenan hacia el cauce principal, el desarrollo jornadas de muestreo para la medición de

parámetros fisicoquímicos (19 puntos), muestreos de tipo biológico (8 puntos) y aforos (5) estos muestreos y aforos se realizaron en dos jornadas diferentes del año, efectuadas en puntos estratégicos escogidos sobre el cauce principal y algunos afluentes o descargas de importancia, y por último, un trabajo de oficina en donde se procesó la información obtenida para la determinación de perfiles e índices de calidad de la quebrada Miraflores, línea base de cargas contaminantes, diseño del diagrama de ubicación de vertimientos, afluentes y captaciones, cálculo de la oferta y demanda hídrica y modelación y simulación del comportamiento de la corriente superficial para la generación del escenario actual de calidad y cantidad.

Figura 14. Diagnóstico de la corriente hídrica



6.5.1 Censo de Usuarios

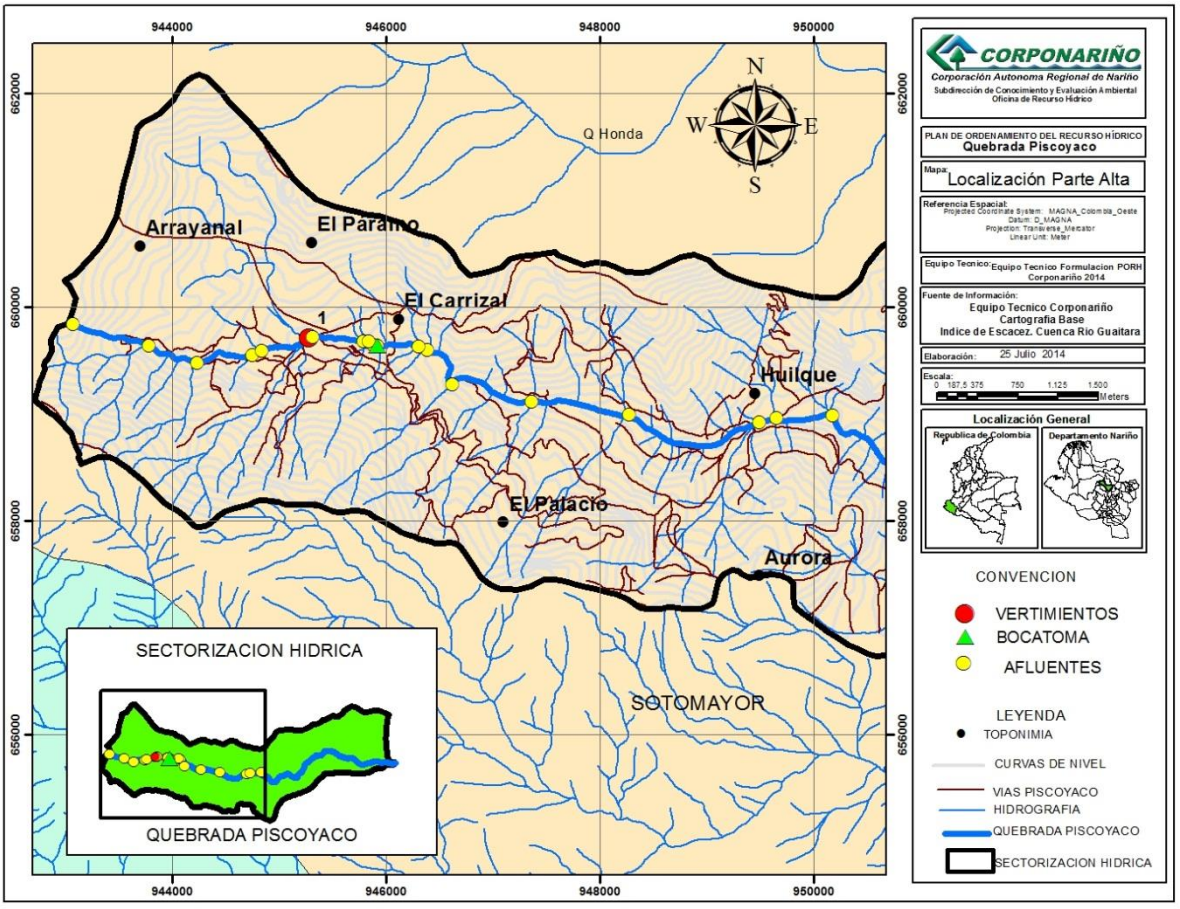
De acuerdo al trabajo de campo realizado y a la recopilación de información de tipo secundario, sobre el cauce principal de la quebrada Piscoyaco y sus afluentes se identificaron los siguientes usuarios del recurso hídrico clasificados tanto para el componente de cantidad como para el de calidad de la siguiente manera:

- USUARIOS CALIDAD:

Relaciona los afluentes naturales y usuarios generadores de vertimientos o aguas residuales de tipo industrial, doméstico y de servicios que alimentan y descargan al cauce principal de la quebrada Piscoyaco incidiendo en su calidad fisicoquímica y bacteriológica, así como en el aumento de caudal.
Se identifica el margen de descarga o vertimiento sobre la fuente receptora, sea derecho o izquierdo acorde con el sentido de flujo de la corriente superficial.

ZONA ALTA QUEBRADA PISCOYACO

Mapa 4. Usuarios de calidad y cantidad zona alta de la Quebrada Piscoyaco



- Afluentes Naturales

Ficha 6. Afluentes Naturales de la Quebrada Piscoyaco AN1.

AN1 ARROYO SUPERFICIAL. El Páramo 1		
Municipio: Los Andes Sotomayor	**Vereda:** Carrizal	**Margen:** Izquierdo
Fuente De Confluencia: Quebrada Piscoyaco		**Aporte O Flujo**: Continuo
Coordenadas:	**N →** 660981 **W →** 944383 **H →** 2.705 msnm	
DESCRIPCIÓN:	• En invierno el arroyo aporta caudal a la quebrada Piscoyaco. • El arroyo no presenta descargas o vertimientos puntuales en su recorrido, que alteren de manera considerable su calidad. • La ganadería es la actividad productiva predominante en este sector, lo cual genera vulnerabilidad en la calidad del agua. • En esta zona se encuentra una mina tradicional “La María” la cual cuanta con 4 tanques. El agua colectada aquí no es vertida directamente sino que se filtra pero teniendo en cuenta la proximidad a este afluente natural sus características pueden estar siendo vulneradas. • A lo largo de su cauce existe vegetación nativa lo cual protege y contribuye en la conservación del recurso hídrico. • Esta quebrada al unirse con el afluente del páramo 2 dan origen a la quebrada Piscoyaco.	
Registro Fotográfico		
		

Ficha 7. Afluentes Naturales de la Quebrada Piscoyaco AN2.

AN2 ARROYO SUPERFICIAL. El Páramo 2		
Municipio: Los Andes Sotomayor	**Vereda:** Carrizal	**Margen:** Derecho
Fuente De Confluencia: Quebrada Piscoyaco		**Aporte O Flujo**: Continuo
Coordenadas:	**N** → 660807 **W** → 944408 **H** → 2.673 msnm	
DESCRIPCIÓN:	• En invierno el arroyo aporta caudal a la quebrada Piscoyaco. • El arroyo no presenta descargas o vertimientos puntuales en su recorrido, que alteren de manera considerable su calidad. • La ganadería es la actividad productiva predominante en este sector, lo cual genera vulnerabilidad en la calidad del agua. • A lo largo de su cauce existe vegetación lo cual protege y contribuye en la conservación del recurso hídrico. • Esta quebrada al unirse con el afluente del páramo 2 dan origen a la quebrada Piscoyaco.	
Registro Fotográfico		



Ficha 8. Afluentes Naturales de la Quebrada Piscoyaco AN3.

AN3 ARROYO SUPERFICIAL PISCOYACO		
Municipio: Los Andes Sotomayor	**Vereda:** Carrizal	**Margen:** Derecho
Fuente De Confluencia: Quebrada Piscoyaco		**Aporte O Flujo**: Discontinuo
Coordenadas:	**N** → 660306 **W** → 944027 **H** → 2.552 msnm	
DESCRIPCIÓN:	• En invierno el arroyo aporta caudal a la quebrada Piscoyaco. • El arroyo no presenta descargas o vertimientos puntuales en su recorrido, que alteren de manera considerable su calidad. • La calidad del arroyo es vulnerable a alteraciones debido al paso de ganado y cultivos presentes en la zona. • En época de verano disminuye notablemente el caudal por tal motivo el aporte de agua a la quebrada Piscoyaco es discontinuo durante todo el año.	
Registro Fotográfico		





Ficha 9. Afluentes Naturales de la Quebrada Piscoyaco AN4.

AN4 ARROYO SUPERFICIAL QUEBRADA NEGRA		
Municipio: Los Andes Sotomayor	**Vereda:** Carrizal	**Margen:** Derecho
Fuente De Confluencia: Quebrada Piscoyaco		**Aporte O Flujo**: Discontinuo
Coordenadas:	**N** → 659550 **W** → 944743 **H** → 2.472 msnm	
DESCRIPCIÓN:	• En invierno el arroyo aporta caudal a la quebrada Piscoyaco. • El arroyo no presenta descargas o vertimientos puntuales en su recorrido, que alteren de manera considerable su calidad. • La calidad del arroyo es vulnerable a alteraciones debido al paso de ganado y cultivos presentes en la zona. • En época de verano disminuye notablemente el caudal por tal motivo el aporte de agua a la quebrada Piscoyaco es discontinuo durante todo el año. • A lo largo de su cauce existe diversidad vegetal que permite la protección de los límites de esta quebrada.	
Registro Fotográfico		
		

Ficha 10. Afluentes Naturales de la Quebrada Piscoyaco AN5.

AN5 ARROYO SUPERFICIAL QUEBRADA PEÑA NEGRA		
Municipio: Los Andes Sotomayor	**Vereda:** Carrizal	**Margen:** Derecho
Fuente De Confluencia: Quebrada Piscoyaco		**Aporte O Flujo**: Discontinuo
Coordenadas:	**N** → 662177 **W** → 947611 **H** → 2.430 Msnm	
DESCRIPCIÓN:	• En invierno el arroyo aporta caudal a la quebrada Piscoyaco. • El arroyo no presenta descargas o vertimientos puntuales en su recorrido, que alteren de manera considerable su calidad. • En época de verano disminuye notablemente el caudal por tal motivo el aporte de agua a la quebrada Piscoyaco es discontinuo durante todo el año. • A lo largo de su cauce existe poca o escasa vegetación lo cual hace vulnerable la calidad y cantidad de la misma. • De esta quebrada se está tomando agua para consumo humano de manera ilegal ya que no tienen permiso de concesiones de aguas.	
Registro Fotográfico		



Ficha 11. Afluentes Naturales de la Quebrada Piscoyaco AN6.

AN6 ARROYO SUPERFICIAL PISCOYACO		
Municipio: Los Andes Sotomayor	**Vereda:** Carrizal	**Margen:** Derecho
Fuente De Confluencia: Quebrada Piscoyaco		**Aporte O Flujo**: Discontinuo
Coordenadas:	**N** → 659619 **W** → 945220 **H** → 2.422 Msnm	
DESCRIPCIÓN:	• El arroyo no presenta descargas o vertimientos puntuales en su recorrido, que alteren de manera considerable su calidad. • En época de verano disminuye notablemente el caudal por tal motivo el aporte de agua a la quebrada Piscoyaco es discontinuo durante todo el año. • A lo largo de su cauce existe poca o escasa vegetación lo cual hace vulnerable la calidad y cantidad de la misma. • De esta quebrada se está tomando agua para consumo humano de manera ilegal ya que no tienen permiso de concesiones de aguas. • Esta quebrada aproximadamente 15 metros aguas abajo se une con la quebrada peña negra las cuales forman una sola quebrada que más abajo cae a la quebrada Piscoyaco. • En esta quebrada ahí presencia de residuos plástico generan contaminación a la misma.	
Registro Fotográfico		
		

Ficha 12. Afluentes Naturales de la Quebrada Piscoyaco AN7.

AN7 ARROYO SUPERFICIAL: Unión quebrada negra y AN6		
Municipio: Los Andes Sotomayor	**Vereda:** Carrizal	**Margen:** Derecho
Fuente De Confluencia: Quebrada Piscoyaco		**Aporte O Flujo**: Discontinuo
Coordenadas:	**N** → 659632 **W** → 945210 **H** → 2.415 Msnm	
DESCRIPCIÓN:	• En invierno el arroyo aporta caudal a la quebrada Piscoyaco. • El arroyo no presenta descargas o vertimientos puntuales en su recorrido, que alteren de manera considerable su calidad. • En época de verano disminuye notablemente el caudal por tal motivo el aporte de agua a la quebrada Piscoyaco es discontinuo durante todo el año. • A lo largo de su cauce existe poca o escasa vegetación lo cual hace vulnerable la calidad y cantidad de la misma. • De esta quebrada se está tomando agua para consumo humano de manera ilegal ya que no tienen permiso de concesiones de aguas. • En esta quebrada ahí presencia de residuos plástico generan contaminación a la misma.	
Registro Fotográfico		



Ficha 13. Afluentes Naturales de la Quebrada Piscoyaco AN8.

AN8 ARROYO SUPERFICIAL LA CHORRERA		
Municipio: Los Andes Sotomayor	**Vereda:** Carrizal	**Margen:** Derecho
Fuente De Confluencia: Quebrada Piscoyaco		**Aporte O Flujo**: Discontinuo
Coordenadas:	**N** → 659580 **W** → 946329 **H** → 2.228 Msnm	
DESCRIPCIÓN:	• En invierno el arroyo aporta caudal a la quebrada Piscoyaco. • El arroyo no presenta descargas o vertimientos puntuales en su recorrido, que alteren de manera considerable su calidad. • En época de verano disminuye notablemente el caudal por tal motivo el aporte de agua a la quebrada Piscoyaco es discontinuo durante todo el año. • A lo largo de su cauce existe vegetación lo cual protege y contribuye en la conservación del recurso hídrico. • Esta quebrada pasa continuo al punto donde se ubica la infraestructura del distrito de riego ASOPISCOYACO.	
Registro Fotográfico		
		

Ficha 14. Afluentes Naturales de la Quebrada Piscoyaco AN9.

AN9 ARROYO SUPERFICIAL PISCOYACO		
Municipio: Los Andes Sotomayor	**Vereda:** Palacio	**Margen:** Derecho
Fuente De Confluencia: Quebrada Piscoyaco		**Aporte O Flujo**: Discontinuo
Coordenadas:	**N** → 650563 **W** → 946761 **H** → 2.321 Msnm	
DESCRIPCIÓN:	• En invierno el arroyo aporta caudal a la quebrada Piscoyaco. • El arroyo no presenta descargas o vertimientos puntuales en su recorrido, que alteren de manera considerable su calidad. • En época de verano disminuye notablemente el caudal por tal motivo el aporte de agua a la quebrada Piscoyaco es discontinuo durante todo el año. • A lo largo de su cauce existe vegetación lo cual protege y contribuye en la conservación del recurso hídrico. • De esta quebrada se abastecen los acueductos de la vereda Palacio y el Paraíso.	
Registro Fotográfico		
		

- USUARIOS CANTIDAD:

Ficha 15. Usuarios Cantidad de la Quebrada Piscoyaco UC1

UC1 ACUEDUCTO: EL CARRIZAL					
Responsable: Benito Ortega				**Cc / Nit:** 5285078	
Municipio: Los Andes Sotomayor		**Corregimiento:** Carrizal		**Vereda:** Carrizal	
Uso O Destinación: Domestico- Agropecuario					
Concesión De Aguas- # Del Expediente: Ccam-01-09					
Componente	**Georeferenciación**			**Dimensiones**	**Material**
	N	**W**	**H**		
Bocatoma	660419	944786	2548	1.3 mt largo * 1.0 de ancho * 1.0 mt alto	concreto
Caja de Derivación	660419	944786	2548	1.0 mt largo * 1.5 de ancho * 1.0 mt alto	concreto
Vertedero	660419	944786	2548	0.5mt largo * 0.5 de ancho * 0.05 mt alto	concreto
Aducción	660419	944786	2548	Tubería de 3 pulgadas	RDE 41 PVC
Tanque Desarenador	660419	944786	2548	2 mt largo * 1.2 mt de ancho * 1.0 mt alto	Concreto reforzado
Conducción	660419	944786	2548	Tubería de 42 pulgadas	RDE 41 PVC
Tanque de almacenamiento	660419	944786	2548	2.5 mt largo * 2.5 mt de ancho * 2.0 mt alto	Concreto reforzado
Red de Distribución	660600	944465	2540	Tubería de 2 pulgadas	RDE 41 PVC

DESCRIPCIÓN:

El sistema cuenta con válvulas de hierro de 2 pulgadas y no cuenta con macro ni micro medidores.

El sistema actualmente se encuentra en un estado regular debido a:

- Las rejillas se encuentran descubiertas no cuentan con pintura anticorrosiva.
- La bocatoma en general se encuentra con residuos vegetales en su interior y alrededor de la misma y debido a su descuido tiene presencia de musgos y nata.
- Todos los componentes de hierro se encuentran oxidados y en estado regular.

El acueducto no cuenta con un fontanero encargado de la limpieza y mantenimiento del sistema.

Registro Fotográfico



REJILLAS



CAJA DE DERIVACIÓN



CAJA DE DERIVACIÓN



DESARENADOR

Ficha 16. Usuarios Cantidad de la Quebrada Piscoyaco UC2

UC2 ACUEDUCTO: EL PARAÍSO					
Responsable: Marcial Morales					**Cc / Nit:** 5,284,884
Municipio: Los Andes Sotomayor			**Corregimiento:** Carrizal		**Vereda:** Palacio
Uso O Destinación: Domestico					
CONCESIÓN DE AGUAS- # DEL EXPEDIENTE: 1582ª					
Componente	**Georeferenciación**			**Dimensiones**	**Material**
	N	**W**	**H**		
Bocatoma	658170	946691	2154	1.0 mt largo * 1.0 de ancho * 0.8 mt alto	concreto
Caja de Derivación	658170	946691	2154	1.5 mt largo * 1.5 de ancho * 1 mt alto	concreto
Vertedero	658170	946691	2154	0.5mt largo * 0.5 de ancho * 0.05 mt alto	concreto
Aducción	658170	946691	2154	Tubería de 3 pulgadas	RDE 41 PVC
Tanque Desarenador	658170	946691	2154	2 mt largo * 1.5 mt de ancho * 1.5 mt alto	Concreto reforzado
Conducción	658170	946691	2154	Tubería de 42 pulgadas	RDE 41 PVC
Tanque de almacenamiento	650293	949110	2544	3 mt largo * 3 mt de ancho * 2.1 mt alto	Concreto reforzado
Red de Distribución	650293	949110	2544	Tubería de 2 pulgadas	RDE 41 PVC

DESCRIPCIÓN:

- El sistema cuenta con válvulas de hierro de 2 pulgadas.
- No cuenta con macro ni micro medidores, para la regulación del caudal captado.
- Presenta perdidas en el sistema de aducción y de distribución por las malas conexiones

- El sistema actualmente se encuentra en buen estado
- Todos los componentes de hierro se encuentran pintados con pintura anticorrosiva.
- El sistema no cuenta con candados o cadenas que aseguren las tapas de los tanques lo que facilitaría la manipulación inadecuada del recurso.
- El sistema se encontró con algunos residuos de hojarasca y materiales que no deberían encontrarse en este lugar.
- El sistema cuenta con una caseta de cloración pero actualmente no está siendo manipulada.

Registro Fotográfico



REJILLAS



CAJA DE DERIVACIÓN



DESARENADOR



LLAVE DE SALIDA Y DE LAVADO

Ficha 17. Usuarios Cantidad de la Quebrada Piscoyaco UC3

UC3 ACUEDUCTO: EL PALACIO					
Responsable: Diego Fernando Oviedo				**Cc / Nit:** 1089242693	
Municipio: Los Andes Sotomayor		**Corregimiento:** Carrizal		**Vereda:** El Palacio	
Uso O Destinación: Domestico					
CONCESIÓN DE AGUAS- # DEL EXPEDIENTE: No Tiene Concesiones De Agua.					
Componente	**Georeferenciación**			**Dimensiones**	**Material**
	N	**W**	**H**		
Bocatoma	657667	946964	2495	1.7mt largo * 1.2 de ancho * 1.3 mt alto	concreto
Caja de Derivación	657667	946964	2495	0.5mt largo * 0.5 de ancho * 0.5 mt alto	concreto
Vertedero	657667	946964	2495	0.5mt largo * 0.5 de ancho * 0.05 mt alto	concreto
Aducción	657667	946964	2495	Tubería de 3 pulgadas	RDE 41 PVC
Tanque desarenador	657667	946964	2495	1.0 mt largo * 0.7mt de ancho * 0.5 mt alto	Concreto reforzado
Conducción	657667	946964	2495	Tubería de 42 pulgadas	RDE 41 PVC
Tanque de almacenamiento	657667	946964	2495	3 mt largo * 2.9 mt de ancho * 1.9 mt alto	Concreto reforzado
Red de Distribución	657667	946964	2495	Tubería de 2 pulgadas	RDE 41 PVC

DESCRIPCIÓN:

- El sistema cuenta con válvulas de hierro de 2 pulgadas.
- No cuenta con macro ni micro medidores, para la regulación del caudal captado.
- Presenta perdidas en el sistema de aducción y de distribución por las malas conexiones

- El sistema actualmente se encuentra en un estado regular debido a:
- Algunos de los componentes de hierro ya se encuentran oxidados y se encuentran pintados con pintura anticorrosiva.
- El sistema no cuenta con candados o cadenas que aseguren las tapas de los tanques lo que facilitaría la manipulación inadecuada del recurso.
- En el sistema se encontró con algunos residuos de hojarasca y materiales inadecuados.
- El sistema no cuenta con una caseta de cloración o algún tipo de tratamiento antes de la distribución.
- Presenta problemas en la válvula de maniobra difícil manipulación
- El sistema no cuenta con un fontanero en cargado del mantenimiento del sistema, este es realizado cada vez que este presenta daños o cuando el agua no está llegando en su totalidad hasta sus casas y el mantenimiento es realizado por los directamente afectados.
- El acueducto no cuenta con permiso de concesiones de agua la captación la está realizando de manera ilegal y tradicional.

Es importante destacar que de la afluente de la cual se está captando el agua también están haciendo siendo utilizada por el acueducto de la vereda paraíso los cuales si poseen permiso de concesiones de agua.

Registro Fotográfico



BOCATOMA-CAJA DE DERIVACIÓN

Ficha 18. Usuarios Cantidad de la Quebrada Piscoyaco UC4

UC4 DISTRITO DE RIEGO: ASOPISCOYACO					
Responsable: Jorge Heriberto Bacca				**Cc / Nit:** 9003314330	
Municipio: Los Andes Sotomayor		**Corregimiento:** Carrizal		**Vereda:** Carrizal	
Uso O Destinación: Riego- Domestico					
Concesión De Aguas- # Del Expediente: Ccam-01-09					
Componente	**Georeferenciación**			**Dimensiones**	**Material**
	N	**W**	**H**		
Bocatoma	659645	946254	2234	4 mt largo * 2 mt de ancho * 1.50 mt alto	concreto
Caja de Derivación	659645	946254	2234	1.20 mt largo * 1.40 mt de ancho * 2 mt alto	concreto
Vertedero	659645	946254	2234	2 mt largo * 2 mt de ancho * 1.50 mt alto	concreto
Tanque desarenador- Tanque de Almacenamiento	659554	946349	2222	11.5 mt largo * 3.50 mt de ancho * 2.50 mt alto	Concreto reforzado
Conducción	659554	946349	2222	30 mt largo	RDE 21 PVC 10”
Macromedidor	659539	946390	2229	8”	Hierro
Llave de salida	659550	946354	2231		Hierro

DESCRIPCIÓN:

- El sistema se encuentra en buen estado.
- El distrito de riego cuenta con la presencia de 2 fontanero encargados de realizar las visitas, limpieza y control de este, y se hace dos veces a la semana.
- ASOPISCOYACO Presta su servicio aproximadamente 6 veredas, las cuales toman

el agua para riego y para consumo humano.

- Cuenta con diversidad de accesorios en buen estado.
- Las pérdidas que se presenta en el distrito de riego están relacionadas con daños en la red de distribución debido aumento y disminución de presiones

Registro Fotográfico



BOCATOMA



REJILLAS



CAJA DE DERIVACIÓN



TANQUE DE ALMACENAMIENTO-DESARENADOR



LLAVE DE SALIDA



MEDIDOR

- ***Usuarios de Vertimientos***

Ficha 19. Usuarios de Vertimientos UV1

UV1 MINA LA MARÍA			
Razón Social: Sergio Guerrero Madroñero			
Representante: Sergio Guerrero Madroñero			
Municipio: Los Andes Sotomayor	**Vereda:** El Carrizal	**Sector:** Rural	
Tipo Vto: Industrial	**Actividad Productiva:** Minería Tradicional		
Permisos: No Cuenta	**Descarga:** El Páramo 1	**Margen:** Izquierdo	
Coordenadas:	**N** → 661448	**W** → 9444373	**H** → 2.846 Msnm
DESCRIPCIÓN:	• No se observa ningún tipo de señalización en ninguno de los campamentos ni en frentes de trabajo. • Podemos decir que hay presencia de vegetación propia de la región sin intervención alguna, la poca afectación de este componente rápidamente se recupera por la inactividad minera. • En general el impacto paisajístico es puntual y moderado, debido al poco volumen y a la disposición a cielo abierto de los botaderos de estériles y colas de molienda. • El sostenimiento de los socavones se realiza de manera natural, debido a la buena competencia de la roca, sin embargo en ocasiones es necesario utilizar madera como palancas en zonas donde se presenta fallas y deslizamiento de la roca. • En el lugar donde se hace beneficio con el molino de pisones se ha excavado 4 pozetas en la tierra con el fin de retener las arenas y los lodos salientes de la molienda de mineral. Los efluentes son conducidos en manguera a un lugar donde por efectos naturales se infiltran y que causa afectaciones a una afluente principal de la quebrada Piscoyaco.		

Registro Fotográfico

Molino De Bolas- Canal De Lavado

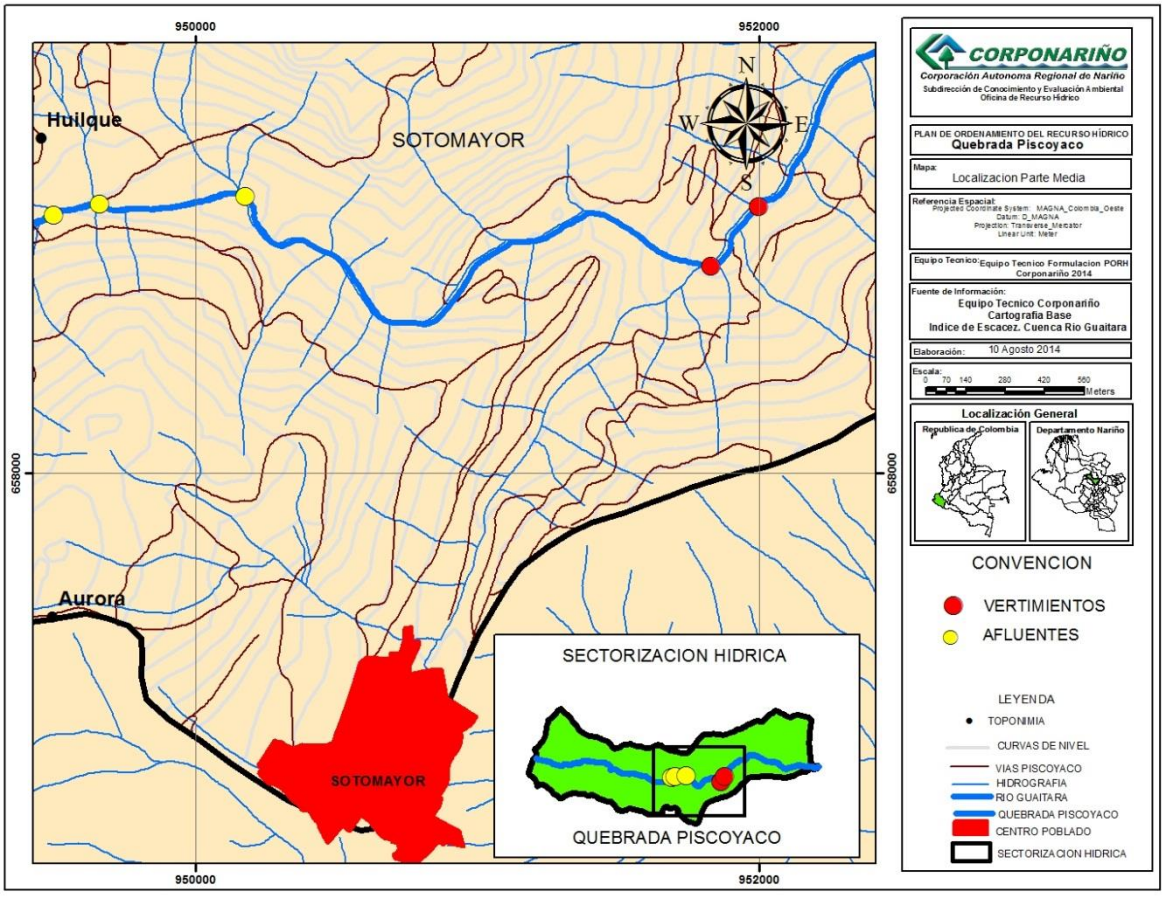


Pozetas-Desarenador



ZONA MEDIA
QUEBRADA PISCOYACO

Mapa 5. Usuarios de calidad y cantidad zona media de la quebrada Piscoyaco



- Afluentes Naturales

Ficha 20. Afluentes Naturales de la Quebrada Piscoyaco AN10.

AN10 ARROYO SUPERFICIAL PISCOYACO		
Municipio: Los Andes Sotomayor	**Zona:** Casco Urbano	**Margen:** Derecho
Fuente De Confluencia: Quebrada Piscoyaco		**Aporte-Flujo**: Discontinuo
Coordenadas:	**N →** 657219 **W →** 950030 **H →** 1.527 Msnm	
DESCRIPCIÓN:	• El arroyo recibe aproximadamente el 60 % de la totalidad de las descargas generadas por el casco urbano del municipio de los Andes Sotomayor. • A lo largo de su cauce existe poca vegetación para la conservación y recuperación de esta área. • Presenta en las laderas de este arroyo cultivos de plátano y café expuestos a la contaminación de los mismos, ya que estos absorben de esta agua. • Aguas abajo este arroyo se une con las aguas que vienen de la quebrada el Chamizal que finalmente se unen con las aguas de la quebrada Piscoyaco.	
Registro Fotográfico		

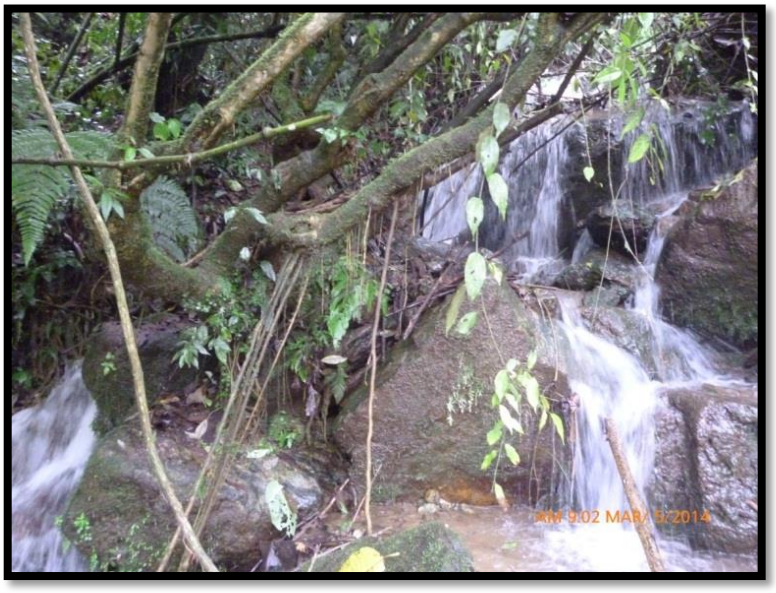


Ficha 21. Afluentes Naturales de la Quebrada Piscoyaco AN11.

AN11 ARROYO SUPERFICIAL. QUEBRADA CHAMIZAL		
Municipio: Los Andes Sotomayor	**Zona:** Casco Urbano	**Margen:** Derecho
Fuente De Confluencia: Quebrada Piscoyaco		**Aporte O Flujo**: Continuo
Coordenadas:	**N** → 657219 **W** → 950030	**H** → 1.527 Msnm
DESCRIPCIÓN:	• El afluente recibe las descargas de la planta de beneficio de la cooperativa de mineros de los Andes Sotomayor, y del arroyo que recibe las descargas de aguas residuales del mismo municipio. • Por lo que la calidad de este afluente y de la quebrada principal se ven vulnerables a alteraciones causando complicaciones. • En época de verano disminuye su caudal pero el aporte de agua a la quebrada Piscoyaco es continuo durante todo el año.	
Registro Fotográfico		



Ficha 22. Afluentes Naturales de la Quebrada Piscoyaco AN12.

AN12 ARROYO SUPERFICIAL. QUEBRADA PARAGUAS		
Municipio: Los Andes Sotomayor	**Zona:** Rural	**Margen:** Derecho
Fuente De Confluencia: Quebrada Piscoyaco		**Aporte O Flujo**: Continuo
Coordenadas:	**N** → 650016 **W** → 949371 **H** → 1.624 Msnm	
DESCRIPCIÓN:	• Este afluente es utilizado y aprovechado por los habitantes de la vereda el Huilque para consumo humano y agrícola. • En invierno el arroyo aporta caudal a la quebrada Piscoyaco • El arroyo no presenta descargas o vertimientos puntuales en su recorrido, que alteren de manera considerable su calidad. • La calidad del arroyo es vulnerable a alteraciones debido al paso de ganado, el cual se detiene a tomar agua de su cauce. • En época de verano disminuye el caudal pero el aporte de agua a la quebrada Piscoyaco es continuo durante todo el año.	
Registro Fotográfico		
		

- ***Usuarios de Vertimientos que descargan a un afluente de la quebrada Piscoyaco***

Ficha 23. Usuarios de Vertimientos UV2

UV2 CASCO URBANO LOS ANDES SOTOMAYOR		
Razón Social: EMPOSOTOMAYOR		
Representante: Alberto Rosero		**Cc / Nit:** 900244035-1
Municipio: Los Andes Sotomayor	**Sector:** Urbano	
Tipo Vto: Combinado	**Actividad Productiva:** Vertimiento Casco Urbano	
Permisos: PSMV	**Descarga:** Afluente Piscoyaco	**Margen:** Derecho
Coordenadas:	**N** → 657219 **W** → 950030 **H** → 1.527 Msnm	
DESCRIPCIÓN:	• El municipio cuenta con un acueducto combinado en el cual aproximadamente el 70% de la totalidad de aguas residuales generadas son vertidas a un afluente de la quebrada Piscoyaco que aguas abajo se unen sin tener esta algún tipo de tratamiento con la quebrada Chamizal que unos metros más abajo se une con el cauce principal de la quebrada Piscoyaco. • Actualmente existe un proyecto para la construcción de una planta de tratamiento para estas aguas residuales generadas. • Un 90 % de las casas poseen tanques sépticos individuales o compartidos para el tratamiento de las aguas residuales • Este punto cuenta con un Bosch y un tubo los cuales conducen las aguas negras.	
Registro Fotográfico **Colector Municipal Sector Peña Lisa**		
		

- ***Usuarios Cantidad***

Ficha 24. Usuarios Cantidad de la Quebrada Piscoyaco UC5

UC5 ACUEDUCTO: EL HUILQUE					
Responsable: Hernan Javier Vaca				**Cc / Nit:** 900,254,551	
Municipio: Los Andes Sotomayor	**Corregimiento:** San Sebastián			**Vereda:** El Huilque	
Uso O Destinación: Domestico					
Concesión De Aguas- # Del Expediente: Ccam - 003 – 13					
Componente	**Georeferenciación**			**Dimensiones**	**Material**
	N	**W**	**H**		
Bocatoma	659756	949171	1921	1.5 mt largo * 0.7 de ancho * 0.7 mt alto	concreto
Caja de Derivación	659756	949171	1921	1.0 mt largo * 1.0 de ancho * 0.8 mt alto	concreto
Vertedero	659756	949171	1921	0.5mt largo * 0.5 de ancho * 0.05 mt alto	concreto
Aducción	659756	949171	1921	Tubería de 3 pulgadas	RDE 41 PVC
Tanque desarenador	659756	949171	1921	1.0 mt largo * 0.7mt de ancho * 0.5 mt alto	Concreto reforzado
Conducción	659756	949171	1921	Tubería de 42 pulgadas	RDE 41 PVC
Tanque de almacenamiento	659426	949489	1674	3.3 mt largo * 3.3 mt de ancho * 2.0 mt alto	Concreto reforzado
Red de Distribución				Tubería de 2 pulgadas	RDE 41 PVC
DESCRIPCIÓN: • El sistema cuenta con válvulas de hierro de 2 pulgadas. • No cuenta con macro ni micro medidores, para la regulación del caudal captado.					

- Presenta perdidas en el sistema de aducción y de distribución por las malas conexiones
- El sistema actualmente se encuentra en buen estado
- Todos los componentes de hierro se encuentran pintados con pintura anticorrosiva.
- El sistema no cuenta con candados o cadenas que aseguren las tapas de los tanques lo que facilitaría la manipulación inadecuada del recurso.
- Todo el sistema tiene presencia de residuos de hojarascas principalmente las rejillas, las estructuras se encuentran con nata y algunos musgos pequeños.
- El sistema cuenta con una caseta de cloración pero actualmente no está siendo manipulada.

Registro Fotográfico



BOCATOMA



REJILLAS



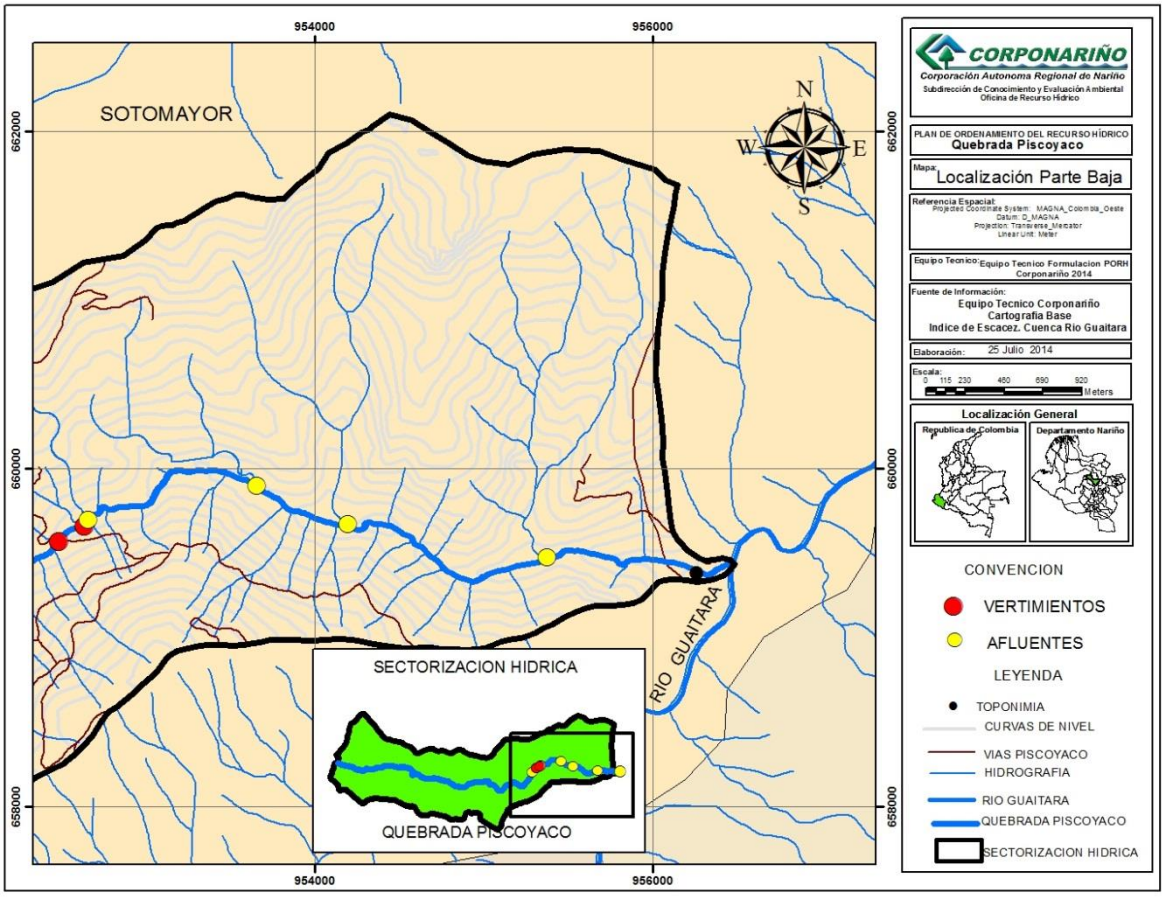
CAJA DE DERIVACIÓN



DESARENADOR

ZONA BAJA QUEBRADA PISCOYACO

Mapa 6. Usuarios de calidad y cantidad zona media de la quebrada Piscoyaco



- ***Usuarios Cantidad***

Ficha 25. Usuarios Cantidad de la Quebrada Piscoyaco UC6

UC6 ACUEDUCTO: LOS GUABOS					
Responsable: Francisco Esteban Mora Pérez				**Cc / Nit:** 5,285,196	
Municipio: Los Andes Sotomayor	**Corregimiento:** Pangús			**Vereda:** Los Guabos	
Uso O Destinación: Domestico					
Concesión De Aguas- # Del Expediente: Ccam-06-10					
Componente	**Georeferenciación**			**Dimensiones**	**Material**
	N	**W**	**H**		
Bocatoma	660818	951230	1952	0.5mt largo * 0.7. de ancho * 0.5 mt alto	concreto
Caja de Derivación	660818	951230	1952	1.2 mt largo * 1.0 de ancho * 0.9 mt alto	concreto
Vertedero	660818	951230	1952	0.5mt largo * 0.5 de ancho * 0.05 mt alto	concreto
Aducción	660818	951230	1952	Tubería de 3 pulgadas	RDE 41 PVC
Tanque desarenador	660818	951230	1952	1.0 mt largo * 1.3mt de ancho * 0.8 mt alto	Concreto reforzado
Conducción	660818	951230	1952	Tubería de 42 pulgadas	RDE 41 PVC
Tanque de almacenamiento	660818	951230	1952	2.2 mt largo * 2.0 mt de ancho * 1.3 mt alto	Concreto reforzado
Red de Distribución	660818	951230	1952	Tubería de 2 pulgadas	RDE 41 PVC
DESCRIPCIÓN: • El sistema cuenta con válvulas de hierro de 2 pulgadas. • No cuenta con macro ni micro medidores, para la regulación del caudal captado. • El Estado actual del sistema es malo debido a daños existentes en toda su					

infraestructura ya que presenta fractura por deterioro a causa del tiempo, mala captación del agua y manejo del mismo.

- Presenta problemas en el sistema de aducción ya que se encuentran dificultades en la válvula de maniobra
- El sistema no cuenta con candados o cadenas que aseguren las tapas de los tanques lo que facilitaría la manipulación inadecuada del recurso.
- Todo el sistema tiene presencia de residuos de hojarascas principalmente las rejillas, las estructuras se encuentran con nata y algunos musgos pequeños.

Registro Fotográfico



REJILLAS



DESARENADOR

Ficha 26. Usuarios Cantidad de la Quebrada Piscoyaco UC7

UC7 ACUEDUCTO: EL PLACER					
Responsable: Piedad Ascención Toro Guevara				**Cc / Nit:** 8,140,049,449	
Municipio: Los Andes Sotomayor		**Corregimiento:** San Sebastián		**Vereda:** El Placer	
Uso O Destinación: Domestico					
Concesión De Aguas- # Del Expediente: Ccam - 001-13					
Componente	**Georeferenciación**			**Dimensiones**	**Material**
	N	**W**	**H**		
Bocatoma	660508	951990	1476	1.20 mt largo * 1.0 de ancho * 1.10 mt alto	concreto
Caja de Derivación	660508	951990	1476	1.2 mt largo * 1.0 de ancho * 1.0 mt alto	concreto
Vertedero	660508	951990	1476	4.0 mt largo * 1.0 de ancho * 1.0 mt alto	concreto
Tanque Desarenador	660508	951990	1476	2.50 mt largo * 5 mt de ancho * 1.20 mt alto	Concreto reforzado
Conducción	660508	951990	1476	Tubería de 42 pulgadas	RDE 41 PVC
Tanque de almacenamiento	660508	951990	1476	5.0 mt largo * 3.0 mt de ancho * 3.0 mt alto	Concreto reforzado
Red de Distribución	660508	951990	1476	Tubería de 2 pulgadas	RDE 41 PVC

DESCRIPCIÓN:

- El sistema cuenta con válvulas de hierro de 2 pulgadas.
- No cuenta con macro ni micro medidores, para la regulación del caudal captado.
- El Estado actual del sistema es regular toda la estructura se encuentra con nata, además presenta fracturas por deterioro a causa del tiempo, mala captación del agua y manejo del mismo.

- El sistema no cuenta con candados o cadenas que aseguren las tapas de los tanques lo que facilitaría la manipulación inadecuada del recurso.
- Todo el sistema tiene presencia de residuos de hojarascas principalmente las rejillas, las estructuras se encuentran con nata y algunos musgos pequeños.
- Las tapas y rejillas se encuentran oxidados y en un estado regular

Registro Fotográfico

REJILLAS



DESARENADOR



- Afluentes Naturales

Ficha 27. Afluentes Naturales de la quebrada Piscoyaco AN13.

AN13 ARROYO SUPERFICIAL BUENA VISTA		
Municipio: Los Andes Sotomayor	**Vereda:** La Bomba	**Margen:** Izquierdo
Fuente De Confluencia: Quebrada Piscoyaco		**Aporte-Flujo**: Discontinuo
Coordenadas:	**N** → 660169 **W**→ 951962 **H**→ 1.410 Msnm	
DESCRIPCIÓN:	• En invierno el arroyo aporta caudal de la quebrada Piscoyaco • En verano es aprovechado y desviado por los habitantes y finqueros para uso agrícola y pecuario. • El arroyo no presenta descargas o vertimientos puntuales en su recorrido, que alteren de manera considerable su calidad. • Las aguas de lavado son filtradas al terreno el cual es aledaño al área por donde pasa está quebrada. • El beneficio del material extraído se hace de manera artesanal y no se utiliza ningún tipo de químicos en este procesamiento. • En época de verano disminuye considerablemente el caudal por lo que su aporte a la quebrada Piscoyaco es discontinuo durante todo el año.	
Registro Fotográfico		
		

6.5.2 Oferta y Demanda Hídrica

- **OFERTA HIDRICA- BALANCE HÍDRICO**

El concepto de **balance hídrico** se deriva del concepto de balance de materia, es decir, que es el equilibrio entre todos los recursos hídricos que ingresan al sistema y los que salen del mismo, en un intervalo de tiempo determinado[2].

- **Información hidrológica y meteorológica**

La información hidrometeorológica para el cálculo del índice se escases de aguas superficiales para la corrientes principal de la microcuenca de la quebrada Piscoyaco se solicitó al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales "IDEAM"; reportando información de estaciones de temperatura y precipitación con periodicidad mensual multianual desde la fecha de instalación de las estaciones hasta la actualidad y suspensión y/o periodo de datos disponibles

Tabla 26. Estaciones meteorológicas de temperatura y precipitación Subcuenca Quebrada Piscoyaco.

CODIGO	ESTACION	TIPO	MUNICIPIO	FECHA INSTALACION	PARAMETRO	ELEVACION (msnm)
52080010	PISANDA	PM	CUMBITARA	1966	PRECIPITACION	850
52050010	EL PEÑOL	PM	EL PEÑOL	1965	PRECIPITACION	1620
52060040	EL VERGEL	PM	LA LLANADA	1983	PRECIPITACION	1770
52010140	LA GUASCA	PM	POLICARPA	1970	PRECIPITACION	500
52045040	TAMINANGO	CO	TAMINANGO	1965	PRECIPITACION	1835
5204502	APTO ANTONIO NARIÑO	SP	CHACHAGUI	1957	TEMPERATURA	1816
52055060	TANAMA	CO	SAMANIEGO	1972	TEMPERATURA	1500
52065020	BARBACOAS	CO	BARBACOAS	1972	TEMPERATURA	60

Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014

Las estaciones mencionadas se seleccionaron teniendo en cuenta el registro de información de 21 años, estaciones vecinas más cercanas al área de estudio, sin embargo en términos de localización y distancia existen estaciones más cercanas al área de estudio pero no cumplen con el registro o presenta muchos datos ausentes para lo cual no se las tiene en cuenta en el estudio.

[2] Índice de escases para Aguas Superficiales, Cuenca del Rio Guaitara 2009. Pág. 28.

Tabla 27. Ausencia de valores periodo 1993 a 2013

CODIGO	ESTACION	SERIE	PARAMETRO	AUSENCIA DE DATOS												TOTAL DATOS AUSENTES	%
				ENE	FEB	MAR	ABR	MY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
52080010	PISANDA	21	PRECIPITACION	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	1,19
52050010	EL PEÑOL	21	PRECIPITACION	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,40
52060040	EL VERGEL	21	PRECIPITACION	0	0	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	13	5,16
52010140	LA GUASCA	21	PRECIPITACION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0,79
52045040	TAMINANGO	21	PRECIPITACION	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0,79
52055060	TANAMA	21	TEMPERATURA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,40
52065020	BARBACOAS	21	TEMPERATURA	1	1	1	1	1	2	1	1	1	3	2	2	17	6,75

Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014

De los 1764 datos totales de temperatura y precipitación, 504 equivalen al 28,57% de datos de temperatura y 1260 equivalen a 71,43% de datos de precipitación.
De los 504 datos de temperatura se registran 18 datos ausentes que corresponden al 4,85% del total de datos, La estación de mayor representatividad con ausencia de datos para las variables de temperatura es Barbacoas ubicada en el municipio de Barbacoas ; presenta 17 datos ausentes que corresponden al 3,37% de datos faltantes
De los 1260 datos de precipitación se registran 31 datos ausente que corresponden al 2,46% del total de datos, la mayor ausencia de datos se presenta en la Estación El Vergel ubicada en el municipio de La Llanada con 13 datos ausentes que corresponden al 1,03% de datos faltantes.

- **RELLENO DE REGISTROS INCOMPLETOS**

Para completar los registros mensuales de temperatura y precipitación de las estaciones que presentan datos ausentes, se identificó por cada estación, las estaciones cercanas es decir considerando[3] aquellas ubicadas al menos dentro de la cuenca y a una altura semejante, por otro lado, se requiere que las estaciones vecinas cuenten con series completas de datos en similares periodos; correlacionando las variables dependiente (y) estaciones con datos incompletos independiente (x) estaciones con datos completos y se realiza el rellenó estadístico mediante la aplicación de regresiones lineales del programa STAR GRAPHICS® Plus 5.

[3] ALFARO, rosario y PACHECO, Rafael. Aplicación de algunos métodos de rellenos a series anuales de lluvia de diferentes regiones de Costa Rica. Instituto Meteorológico Nacional, Ministerio del Ambiente y Energía. Costa Rica: San José. Junio 2000 p.

Tabla 28. Estaciones identificadas para rellenos estadísticos temperatura Quebrada Piscoyaco

CODIGO	ESTACION	TIPO	ELEVACION (m.s.n.m)	DIFERENCIA DE ALTITUD (m.s.n.m)	DISTANCIA HORIZONTAL (KM)
52045040	TAMINANGO	CO	1835		
52055060	TANAMA	CO	1500	335	40,13
52065020	BARBACOAS	CO	60	1775	97,51
52055060	TANAMA	CO	1500		
52045040	TAMINANGO	CO	1835	-335	40,13
52065020	BARBACOAS	CO	60	1440	69,85
52065020	BARBACOAS	C0	60		
52055060	TANAMA	CO	1500	-1440	69,85
52030080	TAMINANGO	CO	1835	-1775	97,51
ESTACIONES REGISTROS INCOMPLETOS				ESTACIONES VECINAS IDENTIFICADAS	

Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014

Tabla 29. Estaciones identificadas para rellenos estadísticos precipitación Quebrada Piscoyaco

CODIGO	ESTACION	TIPO	ELEVACION (m.s.n.m)	DIFERENCIA DE ALTITUD (m.s.n.m)	DISTANCIA HORIZONTAL (KM)
52045040	TAMINANGO	CO	1835		
52050010	EL PEÑOL	PM	1620	215	20,33
52010140	LA GUASCA	PM	500	1335	16,98
52050010	EL PEÑOL	PM	1620		
52045040	TAMINANGO	CO	1835	-215	20,33
52060040	EL VERGEL	PM	1770	-150	23,97
52010140	LA GUASCA	PM	500		
52045040	TAMINANGO	CO	1835	-1335	16,98
52080010	PISANDA	PM	850	-350	10,55
52080010	PISANDA	PM	850		
52010140	LA GUASCA	PM	500	350	10,55
52060040	EL VERGEL	PM	1770	-920	20,3
52060040	EL VERGEL	PM	1770		
52080010	PISANDA	PM	850	920	20,3
52050010	EL PEÑOL	PM	1620	150	23,97
ESTACIONES REGISTROS INCOMPLETOS				ESTACIONES VECINAS IDENTIFICADAS	

Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014

- **ESTIMACION DE PRECIPITACIÓN**

La posición geográfica incluye en la distribución espacial y temporal de la precipitación en el área de estudio, condicionada principalmente por la zona de convergencia intertropical (ZCIT), donde interactúan corrientes de aire cálido húmedo.[4]

Con los registros de las estaciones meteorológicas y tomando la información de valores medios totales de precipitación del área de estudio se determinó el régimen de precipitación para las corriente principal de la Quebrada Piscoyaco**.**

Tabla 30. Estaciones meteorológicas utilizadas para determinar el régimen de precipitación

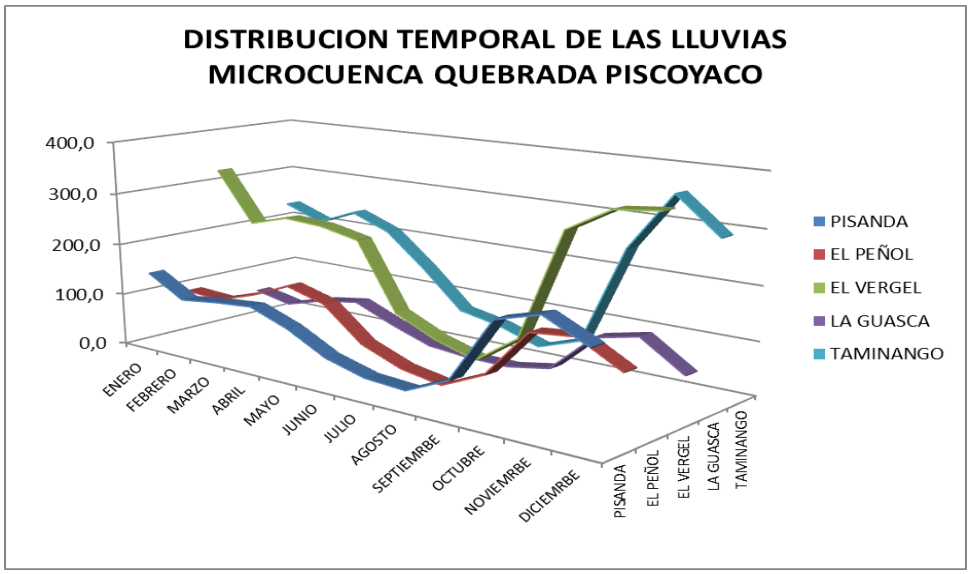
CODIGO	ESTACION	TIPO	MUNICIPIO	FECHA INSTALACION	PARAMETRO	ELEVACION (msnm)
52080010	PISANDA	PM	CUMBITARA	1966	PRECIPITACION	850
52050010	EL PEÑOL	PM	EL PEÑOL	1965	PRECIPITACION	1620
52060040	EL VERGEL	PM	LA LLANADA	1983	PRECIPITACION	1770
52010140	LA GUASCA	PM	POLICARPA	1970	PRECIPITACION	500
52045040	TAMINANGO	CO	TAMINANGO	1965	PRECIPITACION	1835

Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014

Con el fin de analizar el comportamiento de la precipitación de las estaciones en la zona se analizaron los datos históricos de un periodo de 21 años (1993 – 2013) en las 5 estaciones meteorológicas utilizadas para el análisis de precipitación cercana al área de estudio se determinó el régimen de precipitación presente en la corriente principal de la Quebrada Piscoyaco.

[4] INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM. Caracterización climática del macizo Colombiano. Bogotá: el instituto, ____. p 19.

Gráfica 9. Régimen de precipitación



Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014

Según la gráfica anterior se puede establecer la distribución de las lluvias determinando los meses que presentan mayor y menor lluvias; a su vez con esta distribución se puede conocer el comportamiento de las estaciones que para este caso todas presentan un comportamiento monomodal como se indica en el siguiente cuadro resumen:

Tabla 31. Comportamiento de las estaciones.

ESTACION	MESES MAS LLUVIOSOS	MESES MENOS LLUVIOSOS	COMPORTAMIENTO
PISANDA	ENERO Y DICIEMBRE	AGOSTO	MONOMODAL
EL VERGEL			
LA GUASCA	MARZO Y NOVIEMBRE	JULIO	
TAMINANGO	MARZO Y NOVIEMBRE	AGOSTO	
EL PEÑOL	ABRIL Y NOVIEMBRE		

Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014

- **TRAZADO DE ISOYETAS Y ELECCION DEL METODO DE INTERPOLACION**

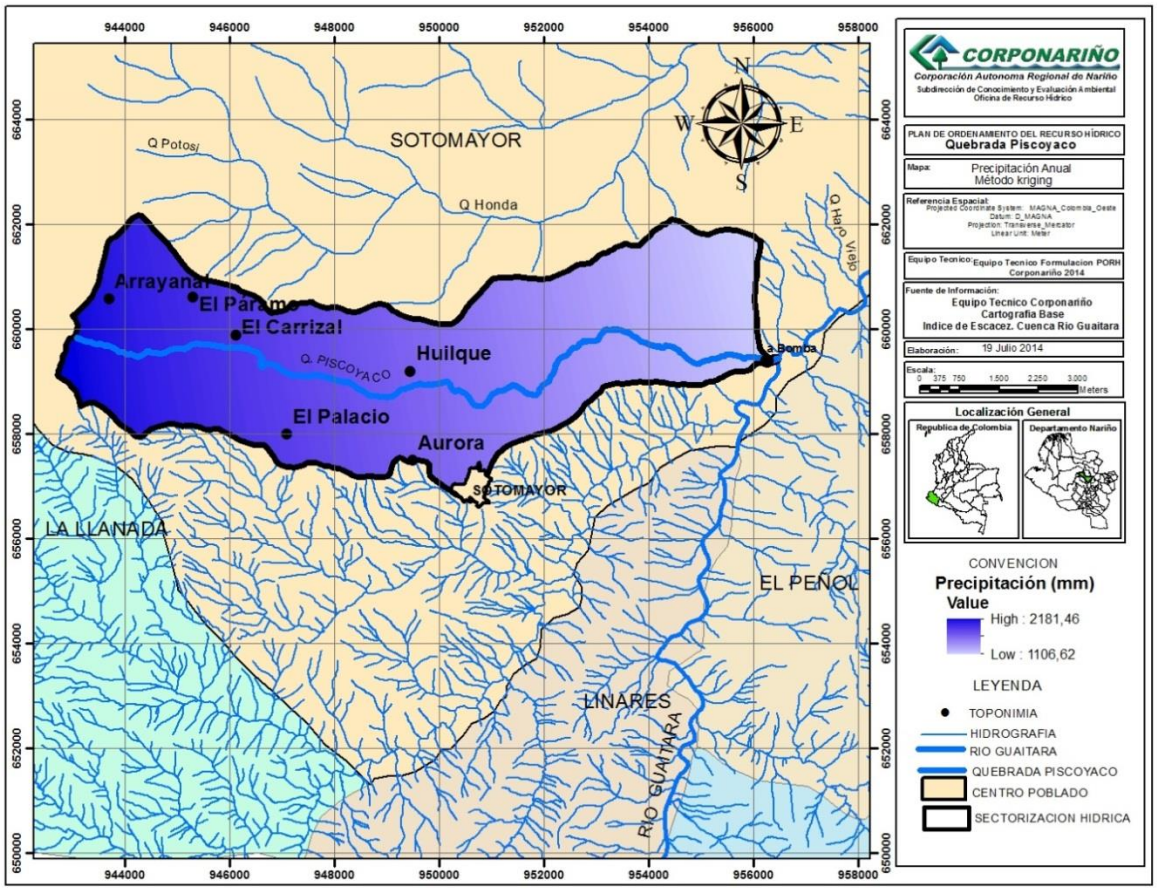
El trazado de isoyetas para precipitación para la corriente principal de la Quebrada Piscoyaco, se realizó mediante la utilización de métodos geoestadísticos a través de la aplicación del software Arcgis y empleando el método de interpolación Kriging puesto que la precipitación no conserva correlación directa con la altitud.

Tabla 32. Valores de precipitación media anual Subcuenca Quebrada Piscoyaco

PRECIPITACION MEDIA ANUAL		
MAXIMO	**MEDIO**	**MINIMO**
2181,46	1650,3	1106,61

Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014

Mapa 7. Modelo Raster de precipitación media anual Subcuenca Quebrada Piscoyaco.



Fuente. Índice de Escases Para Aguas Superficiales Cuenca del Rio Guaitara 2009.CORPONARIÑO.

- **ESTIMACIÓN DE TEMPERATURA**

Para la estimación de la temperatura media anual para la corriente principal de la Quebrada Piscoyaco se tiene en cuenta las estaciones más cercanas al área de estudio y los registros históricos de un periodo de 21 años (1993-2013). Además para el cálculo

de la temperatura se tiene en cuenta la variable altura debido a la relación inversa entre la temperatura y la altura, ya que a mayor altura menor temperatura y viceversa.

Tabla 33. Estaciones de temperatura Quebrada Piscoyaco

CODIGO	ESTACION	TIPO	MUNICIPIO	FECHA INSTALACION	PARAMETRO	ELEVACION (msnm)
52065020	BARBACOAS	CO	BARBACOAS	1972	TEMPERATURA	60
52055060	TANAMA	CO	SAMANIEGO	1972	TEMPERATURA	1500
5204502	APTO ANTONIO NARIÑO	SP	CHACHAGUI	1957	TEMPERATURA	1816

Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014

- **TRAZADO DE ISOYETAS Y ELECCION DEL METODO DE INTERPOLACION:**

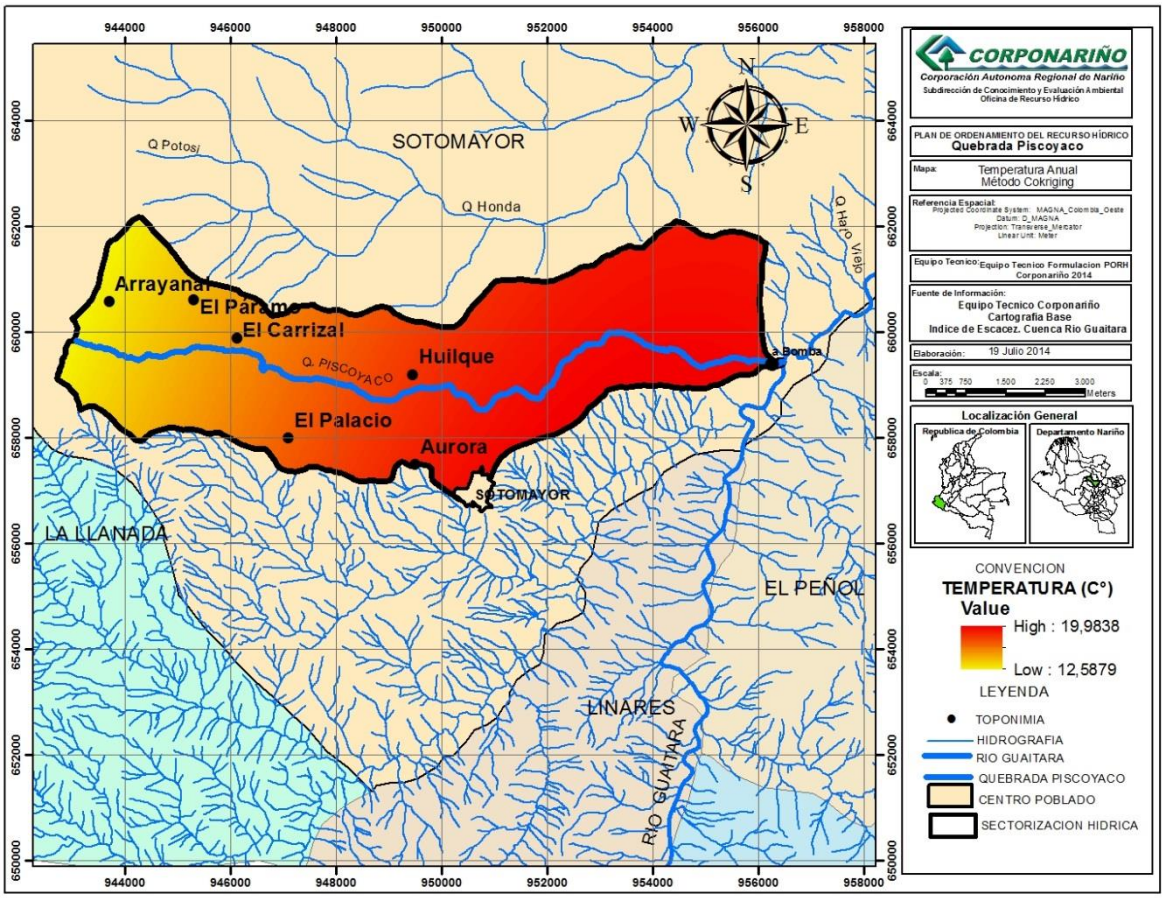
El trazado de isotermas para la corriente principal de la Quebrada Piscoyaco, se realizó mediante la utilización del métodos geoestadísticos a través de la aplicación del software Arcgis y empleando el método de interpolación Cokriging puesto este relaciona el valor anual de cada estación y su respectiva elevación permitiendo mayor exactitud en los resultados.

Tabla 34. Valores de temperatura media anual Subcuenca quebrada Piscoyaco

TEMPERATURA MEDIA ANUAL		
MAXIMO	MEDIO	MINIMO
19,98	17,55	12,58

Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014

Mapa 8. Modelo Raster de temperatura media anual Subcuenca Quebrada Piscoyaco.



Fuente. Índice de Escases Para Aguas Superficiales Cuenca del Rio Guaitara 2009.CORPONARIÑO

- **ESTIMACIÓN EVAPOTRANSPIRACIÓN**

Evapotranspiración Potencial (ETP)

Es la máxima cantidad de agua que puede evaporarse desde un suelo completamente cubierto de vegetación y que se desarrolla en óptimas condiciones[5].

La evapotranspiración potencial anual para las corriente principal de la Quebrada Piscoyaco se calculado aplicando la fórmula de **Thornthwaite y Mather (1955)**, la cual se obtiene de la sumatoria de la evapotranspiración mensual, teniendo como variables la temperatura media mensual y la latitud que implícitamente introduce la duración teórica de la insolación[6]. A continuación se describe el procedimiento llevado a cabo para la especialización de la evapotranspiración.

[5] www.hidromet.com.pa/balance_hidrico.php.
[6] Guía Metodológica Para el Balance Hídrico En América del sur , pág. 54

1. Se estimó mes a mes el **índice térmico** (i) para la corriente principal de la Quebrada Piscoyaco con estos resultados se calculó el índice anual a través de la sumatoria de los 12 índices térmicos medio mensuales de la corriente principal.

$$I = \left(\frac{T}{5}\right)^{1.514} \quad Y \quad I = \sum_{12}^{1} i$$

En donde: *T* = Temperatura media mensual (°C)

2. Se estimó la evapotranspiración potencial no corregida de cada mes para la corriente principal de la Quebrada Piscoyaco con la siguiente expresión:

$$\mathbf{ETP' = C^{*}\ t^{a}}$$

3. Se estima la evapotranspiración potencial corregida

$$\boldsymbol{ETP = k\ ^{*}ETP'}$$

ETP' = Evapotranspiración mensual sin corregir (°C)

K = Coeficiente de corrección mensual (°C)

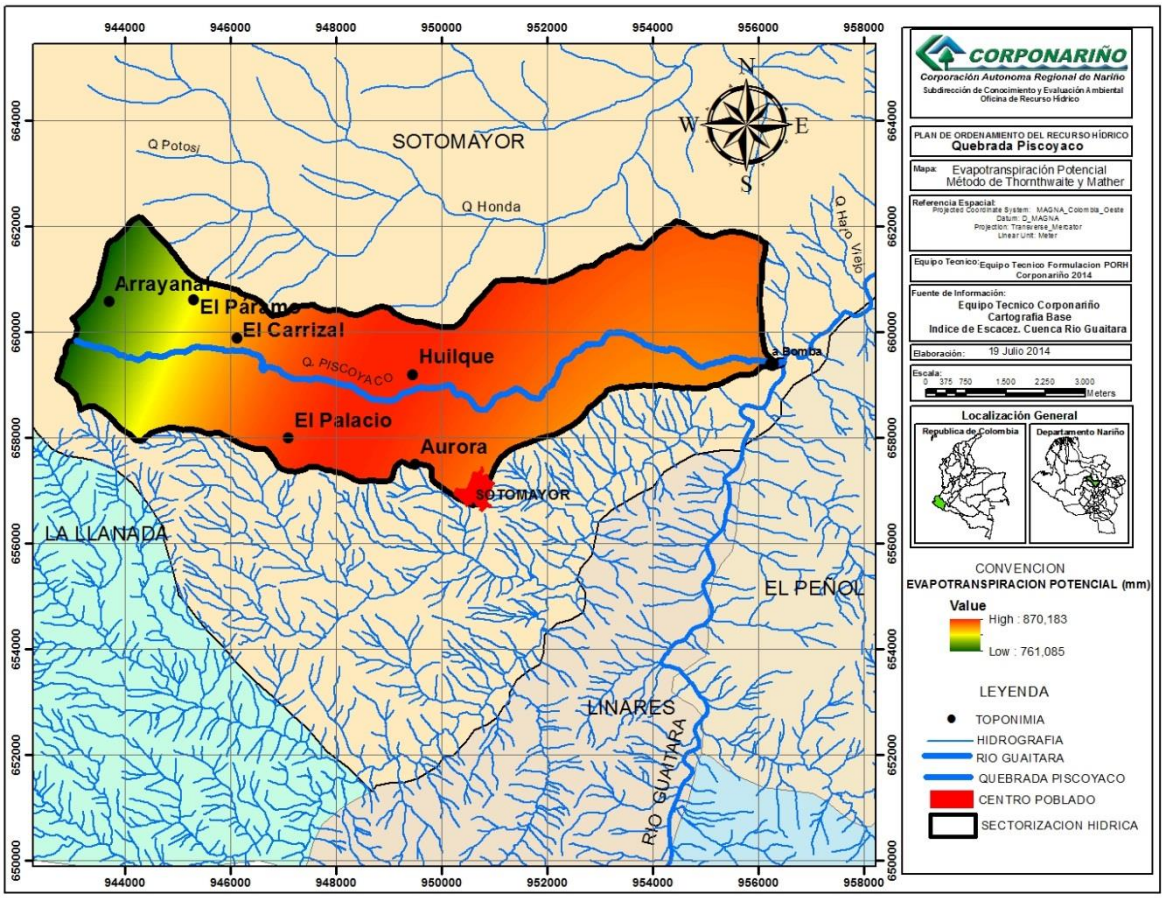
La evapotranspiración potencial anual de la Quebrada Piscoyaco se obtuvo de la suma de los valores mensuales de *ETP corregida.*

Tabla 35. Valores de evapotranspiración potencial Subcuenca quebrada Piscoyaco

EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL MEDIA ANUAL		
MAXIMO	**MEDIO**	**MINIMO**
870,18	846,79	761,08

Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014

Mapa 9. Modelo Raster de Evapotranspiración potencial anual corriente principal Subcuenca Quebrada Piscoyaco.



Fuente. Índice de Escases Para Aguas Superficiales Cuenca del Rio Guaitara 2009.CORPONARIÑO

- **Evapotranspiración Real (ETR)**

Es la evapotranspiración que ocurre en condiciones reales, teniendo en cuenta que no siempre la cobertura vegetal es completa ni el suelo se encuentra en estado de saturación.[7]

Para el cálculo de la evapotranspiración real se aplicó la **fórmula de Turc** (1995) de la UNESCO. Contenida en la Guía metodológica para la elaboración del balance hídrico de América del Sur.[8]

[7] http://agrometeorologia.inia.gob.ve
[8] Guía Metodológica Para el Balance Hídrico en América del Sur. Pág. 51).

$$ETR = \frac{P}{\left(0{,}9 + \frac{P^2}{L_{(T)}^{\ 2}}\right)^{1/2}}$$

ETR: Evapotranspiración Anual (mm)
P: Precipitación media Anual (mm)
L (T): Parámetro heliotérmico, igual a: **L: 300+ 25 t+ 0,05 t^2**
T: temperatura media Anual (°C)

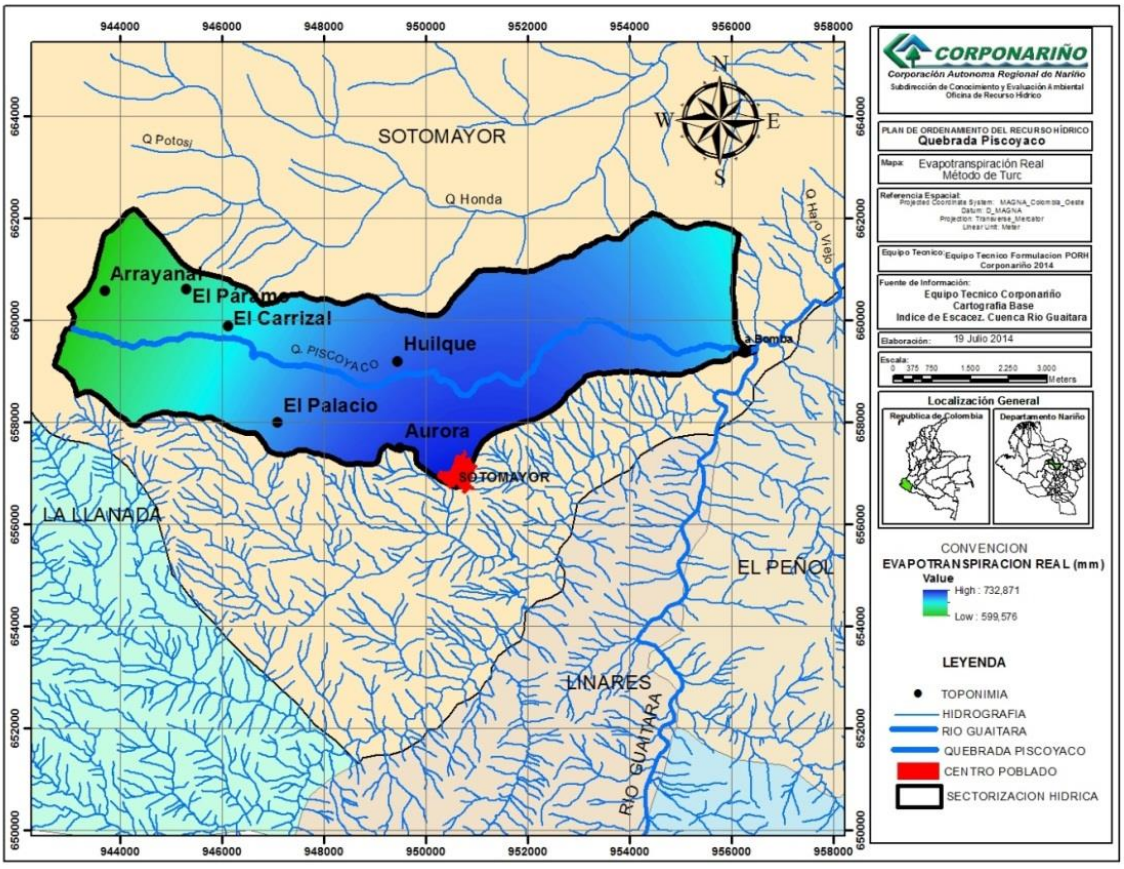
El mapa de Evapotranspiración Real se elaboró con el cruce de los raster de precipitación y temperatura medias anuales utilizando el software ARCGIS y aplicando la fórmula y el modelo cartográfico en formato raster de 30 metros por pixel.

Tabla 36. Valores de evapotranspiración real Subcuenca Quebrada Piscoyaco.

EVAPOTRANSPIRACION REAL MEDIA ANUAL		
MAXIMO	**MEDIO**	**MINIMO**
732,87	683,1	599,57

Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014

Mapa 10. Modelo Raster de evapotranspiración real media anual corriente principal Subcuenca Quebrada Piscoyaco.



Fuente. Índice de Escases Para Aguas Superficiales Cuenca del Rio Guaitara 2009.CORPONARIÑO.

- **OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL**

- **ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL**

Se referirse al volumen de las precipitaciones que caen sobre una cuenca, menos la retención superficial y la infiltración.[9]

Para determinar el escurrimiento superficial total de la microcuenca de la Quebrada Piscoyaco en lámina de agua fue necesario realizar una resta de los raster de Precipitación media anual y Evapotranspiración real mediante la utilización del software ArcGIS y aplicando un modelo cartográfico en formato raster de 30 metros por pixel.

ESC TOTAL = P – ETR

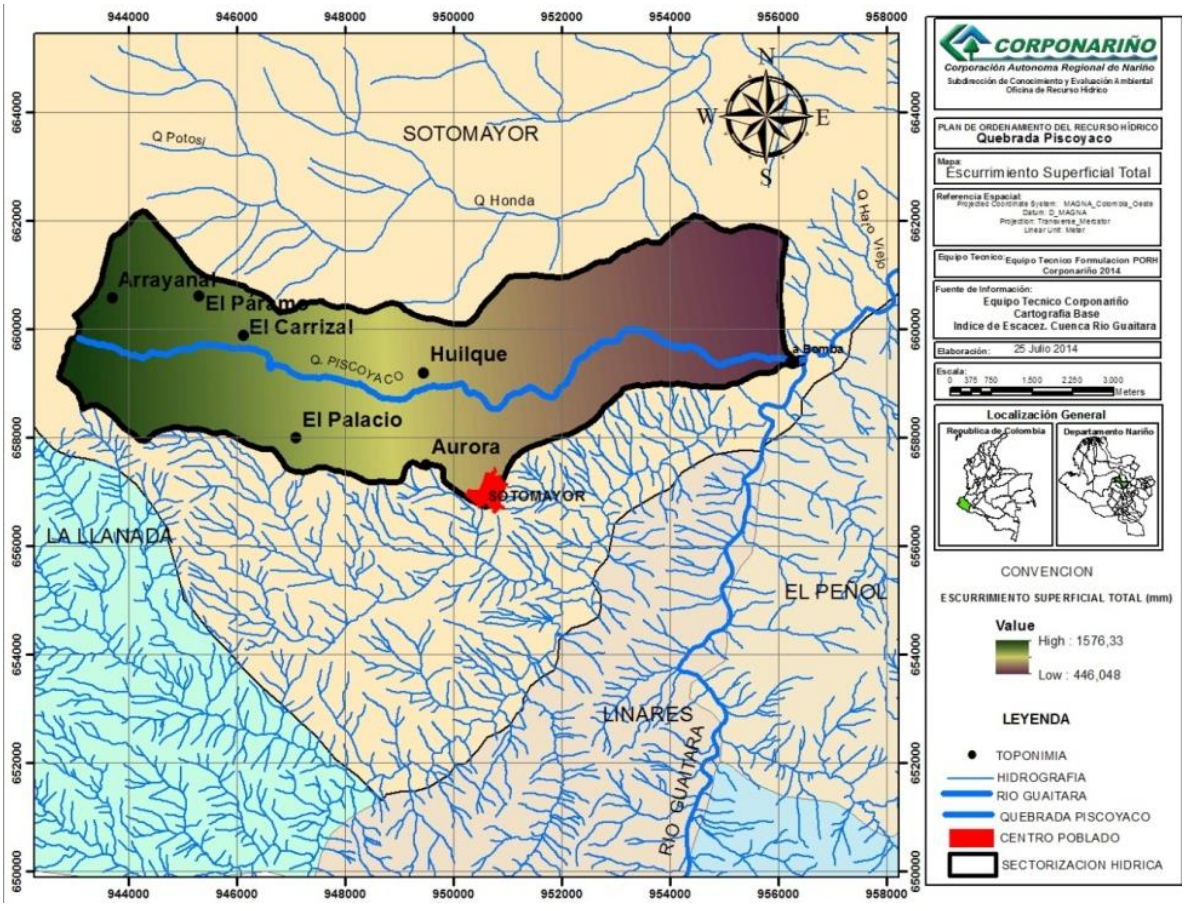
[9] *www.geologia.uson.mx/academicos/lvega/*

Tabla 37. Escurrimiento superficial total Subcuenca Quebrada Piscoyaco

ESCURRIMIENTO TOTAL SUPERFICIAL		
MAXIMO	**MEDIO**	**MINIMO**
1576	967,19	446,09

Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014

Mapa 11. Modelo Raster de escurrimiento superficial total Subcuenca Quebrada Piscoyaco.



Fuente. Índice de Escases Para Aguas Superficiales Cuenca del Rio Guaitara 2009.CORPONARIÑO.

- **OFERTA HIDRICA TOTAL**

Volumen total de agua que fluye por la fuente abastecedora después de haberse precipitado sobre la cuenca y satisfecho las cuotas de evapo-transpiración e infiltración del sistema suelo-cobertura vegetal escurre por los cauces mayores de los ríos y demás corrientes superficiales, alimenta lagos, lagunas y reservorios, confluye con otras corrientes y llega directa o indirectamente al mar.[10]

Para aplicar la fórmula de Oferta hídrica neta, es necesario transformar el valor de lámina de agua resultado del mapa de escurrimiento superficial total a caudal expresado en (millones/m3/año) usando la fórmula propuesta en la guía metodológica para el cálculo del índice de escasez establecida por el IDEAM.

$$Q= Y(A*1000)/t$$

Dónde:

Y = Escurrimiento superficial total (mm)
Q= Caudal (millones de m^3/año)
t= 31536000 seg. En año
A= área de la microcuenca 39,39 km^2

OHT	**38,098**	**MILLONES/M3/AÑO**

Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014.

OHT	**1207,82**	**LTS/SEG**

Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014.

- **OFERTA HIDRICA NETA**

Finalmente aplicando los factores de reducción por régimen de estiaje (25%) y reducción por fuentes frágiles (25%), alternativa metodológica tomadas del Índice de Escases del Guaitara, sobre la oferta hídrica superficial total, se estima la oferta hídrica disponible para lo cual se emplea la siguiente ecuación:

$$OH_N= OH_T – (OH_T * (R_{FF} + R_{RE}))$$

Dónde:

OHN = Oferta hídrica neta (millones m3/s)
OHT = Oferta hídrica total (millones m3/s)
RFF = Factor de reducción por fuentes frágiles (25%)
RRE = Factor de reducción por régimen de estiaje (25%)

[10] Índice de Escases Para Aguas Superficiales. Cuenca del Rio Guaitara 2009. pág. 25.

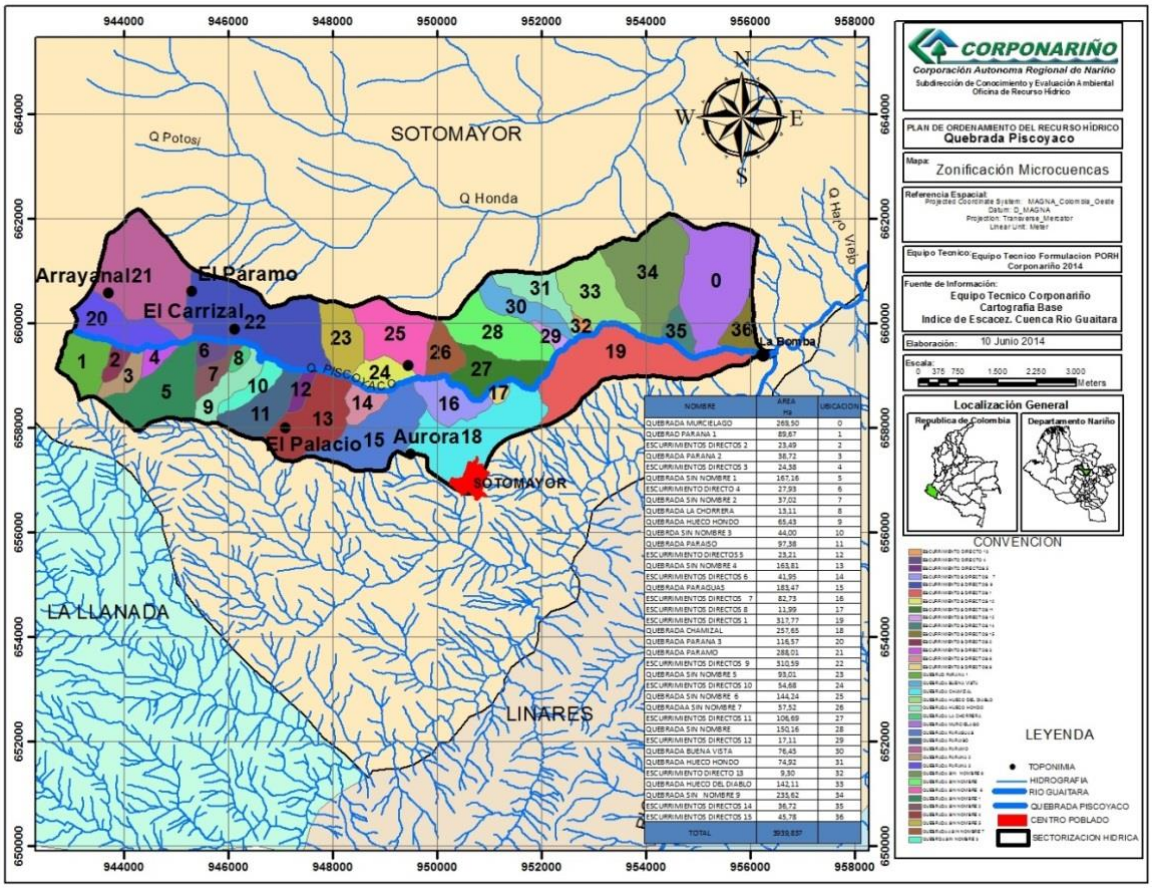
OHN	19,049	MILLONES/M3/AÑO

Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014.

- **DELIMITACION DE LAS SUBCUENCA QUEBRADA PISCOYACO**

Se zonificaron afluentes que aportan un caudal significativo a la corriente principal y escurrimientos directos que caen sobre la quebrada Piscoyaco. Para codificación y orden de las microcuencas se utilizó la zonificación y codificación de cuencas en el departamento de Nariño[11], Quebrada Piscoyaco se ubica en el orden 3.

Mapa 12. Zonificación de la Subcuenca Quebrada Piscoyaco.



Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014.

[11] Zonificación y codificación de cuencas en el departamento. de Nariño. 2007. CORPONARIÑO. Pag.33 -34.

Tabla 38. Calculo oferta hídrica total y neta para la Subcuenca Quebrada Piscoyaco

NOMBRE	AREA KM2	ESC	CAUDAL m3/seg	OFERTA HIDRICA TOTAL millones/m3/año	OFERTA HIDRICA NETA millones/m3/año
QUEBRADA MURCIELAGO	2,695	501,42	0,0429	1,352	0,676
QUEBRAD PARANA 1	0,897	1523,00	0,0043	0,137	0,068
ESCURRIMIENTOS DIRECTOS 2	0,235	1463,92	0,0109	0,344	0,172
QUEBRADA PARANA 2	0,387	1448,14	0,0018	0,056	0,028
ESCURRIMIENTOS DIRECTOS 3	0,244	1386,66	0,0107	0,338	0,169
QUEBRADA SIN NOMBRE 1	1,672	1381,14	0,0732	2,311	1,155
ESCURRIMIENTO DIRECTO 4	0,279	1285,61	0,0011	0,036	0,018
QUEBRADA SIN NOMBRE 2	0,370	1281,16	0,0150	0,475	0,237
QUEBRADA LA CHORRERA	0,131	1232,58	0,0005	0,016	0,008
QUEBRADA HUECO HONDO	0,654	1255,39	0,0260	0,822	0,411
QUEBRDA SIN NOMBRE 3	0,440	1209,62	0,0169	0,533	0,266
QUEBRADA PARAISO	0,974	1195,11	0,0037	0,116	0,058
ESCURRIMIENTO DIRECTOS 5	0,232	1124,35	0,0083	0,261	0,131
QUEBRADA SIN NOMBRE 4	1,638	1108,30	0,0058	0,182	0,091
ESCURRIMIENTOS DIRECTOS 6	0,419	1020,51	0,0136	0,428	0,214
QUEBRADA PARAGUAS	1,835	1000,19	0,0582	1,836	0,918
ESCURRIMIENTOS DIRECTOS 7	0,827	880,50	0,0023	0,073	0,036
ESCURRIMIENTOS DIRECTOS 8	0,120	803,16	0,0031	0,096	0,048
QUEBRADA CHAMIZAL	2,576	848,93	0,0069	0,219	0,109
ESCURRIMIENTOS DIRECTOS 1	3,178	633,33	0,0638	2,014	1,007
QUEBRADA PARANA 3	1,166	1455,76	0,0538	1,698	0,849
QUEBRADA PARAMO	2,880	1401,81	0,0128	0,404	0,202
ESCURRIMIENTOS DIRECTOS 9	3,106	1197,59	0,0031	0,098	0,049
QUEBRADA SIN NOMBRE 5	0,930	1049,00	0,0031	0,098	0,049
ESCURRIMIENTOS DIRECTOS 10	0,547	985,17	0,0031	0,098	0,049
QUEBRADA SIN NOMBRE 6	1,442	958,86	0,0439	1,384	0,692
QUEBRADA SIN NOMBRE 7	0,575	883,44	0,0016	0,051	0,025
ESCURRIMIENTOS DIRECTOS 11	1,067	807,36	0,0273	0,862	0,431
QUEBRADA SIN NOMBRE	1,502	796,79	0,0038	0,120	0,060
ESCURRIMIENTOS DIRECTOS 12	0,171	718,51	0,0039	0,123	0,062
QUEBRADA BUENA VISTA	0,765	757,88	0,0184	0,580	0,290
QUEBRADA HUECO HONDO	0,749	729,71	0,0017	0,055	0,027
ESCURRIMIENTO DIRECTO 13	0,093	674,71	0,0020	0,063	0,031
QUEBRADA HUECO DEL DIABLO	1,421	651,51	0,0029	0,093	0,046
QUEBRADA SIN NOMBRE 9	2,356	575,84	0,0430	1,358	0,679
ESCURRIMIENTOS DIRECTOS 14	0,367	553,93	0,0064	0,204	0,102
ESCURRIMIENTOS DIRECTOS 15	0,458	485,60	0,0007	0,022	0,011

Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014

○ ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA HIDRICA

- DEMANDA DE AGUA POR USO DOMÉSTICO

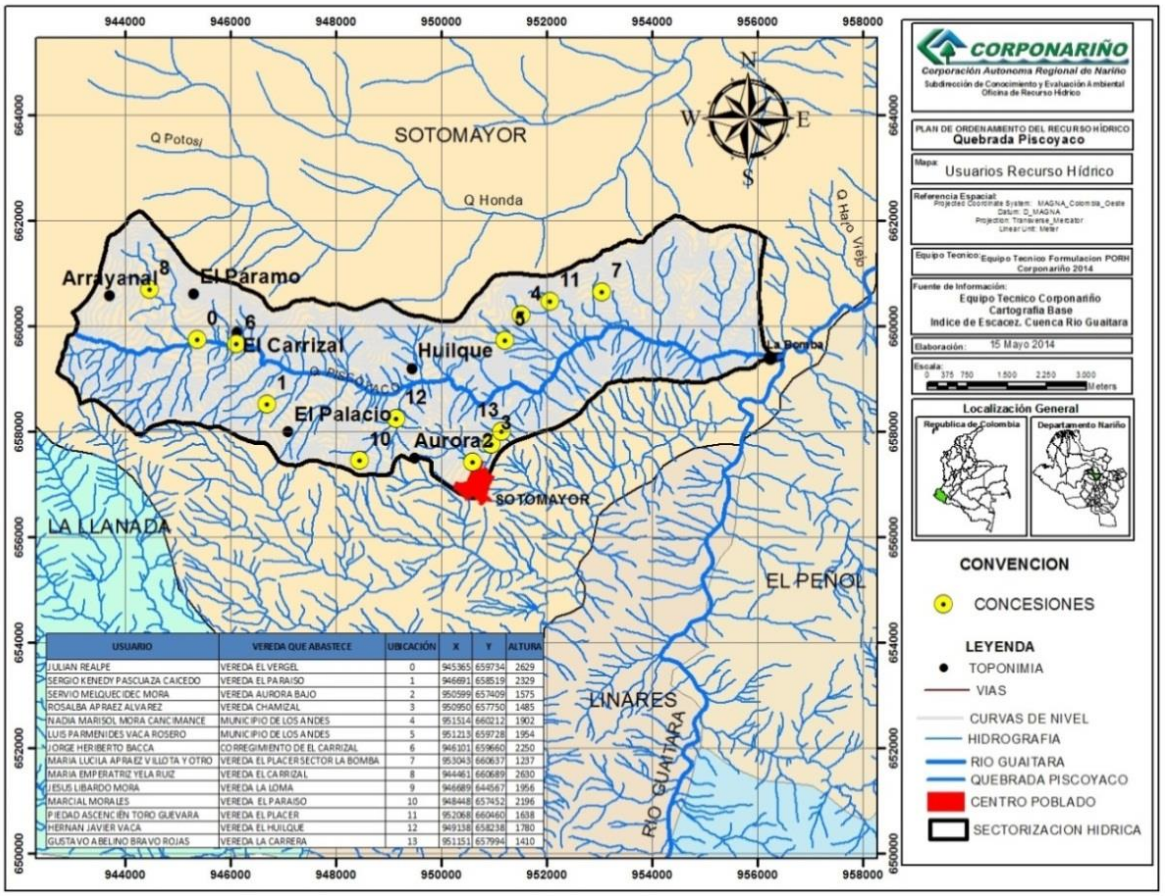
La recopilación de información para la demanda de uso doméstico se retomó de la base de datos de usuarios de recurso hídrico que maneja la Corporación a través de la oficina de Concesiones de agua con información 2013.

Tabla 39. Usuarios del recurso hídrico en la Subcuenca Quebrada Piscoyaco.

USUARIO	VEREDA QUE ABASTECE	FUENTE HIDRICA	CAUDAL l/s	USO	X	Y	ALTURA
JULIAN REALPE	VEREDA EL VERGEL	QUEBRADA PISCOYACO		PISCICOLA	945365	659734	2629
SERGIO KENEDY PASCUAZA CAICEDO	VEREDA EL PARAISO	EL PALACIO PARAGUAS	2	DOMESTICO	946691	658519	2329
SERVIO MELQUECIDEC MORA	VEREDA AURORA BAJO	LA HACIENDA O CHORRERA	0	RECREATIVO	950599	657409	1575
ROSALBA APRAEZ ALVAREZ	VEREDA CHAMIZAL	AGUA MARIANA	1	DOMESTICO	950950	657750	1485
NADIA MARISOL MORA CANCIMANCE	MUNICIPIO DE LOS ANDES	BUENA VISTA	1	DOMESTICO	951514	660212	1902
LUIS PARMENIDES VACA ROSERO	MUNICIPIO DE LOS ANDES	SIN NOMBRE	1	AGROPECUARIO	951213	659728	1954
JORGE HERIBERTO BACCA	CORREGIMIENTO DE EL CARRIZAL	PISCOYACO	200	RIEGO	946101	659660	2250
MARIA LUCILA APRAEZ VILLOTA Y OTRO	VEREDA EL PLACER SECTOR LA BOMBA	HUECO HONDO	2	RIEGO	953043	660637	1237
MARIA EMPERATRIZ YELA RUIZ	VEREDA EL CARRIZAL	QUEBRADA PISCOYACO	3	DOMESTICO	944461	660689	2630
JESUS LIBARDO MORA	VEREDA LA LOMA	LOS ROBLES - PALMERA	0	CONSUMO HUMANO	946689	644567	1956
MARCIAL MORALES	VEREDA EL PARAISO	PARAGUAS	0	PECUARIO	948448	657452	2196
PIEDAD ASCENCIËN TORO GUEVARA	VEREDA EL PLACER	HUECO HONDO	1	CONSUMO HUMANO	952068	660460	1638
HERNAN JAVIER VACA	VEREDA EL HUILQUE	LA PALMA Y PARAGUAS	0	CONSUMO HUMANO	949138	658238	1780
GUSTAVO ABELINO BRAVO ROJAS	VEREDA LA CARRERA	NACIMIENTOS VARIOS	0	RIEGO	951151	657994	1410

Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014

Mapa 13. Usuarios del recurso hídrico en la Subcuenca Quebrada Piscoyaco.



Fuente. Índice de Escases Para Aguas Superficiales Cuenca del Rio Guaitara 2009.CORPONARIÑO.

La información sobre proyección de población se estimó considerando estadísticas del censo DANE para el año 2020, proyectando la población para el año 2014.
Para calcular la demanda de uso doméstico se tuvo en cuenta la RAS 2000[12] sección II. Titulo B donde tiene en cuenta variables necesarios para su cálculo; no se realizó correcciones a la dotación neta para el municipio de Sotomayor porque la temperatura no supera los 20 C° de acuerdo al Raster de temperatura media anual de la corriente.

Tabla 40. Calculo de la demanda de uso doméstico Subcuenca Quebrada Piscoyaco.

ITEM	SOTOMAYOR
	RURAL
POBLACION PROYECTADA (2014)	11574
NIVEL DE COMPLEJIDAD	MEDIA
DOTACION NETA	120%
PERDIDAS	10%
PERDIDAS TECNICAS	30%
DOTACION BRUTA (m3/hab//dia)	0,1196
DEMANDA DE AGUA USO DOMESTICO (m3/año)	505251,4
DEMANDA DE AGUA USO DOMESTICO TOTAL MICROCUENCA (millones/m3/año/)	0,51

Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014.

Para la quebrada Piscoyaco no se calculó demanda urbana porque la población del casco urbano toma el agua para consumo doméstico de la corriente Dos Quebradas, la cual nace en la Vereda San Pedro y sus aguas desembocan en el Rio Pacual.

- **DEMANDA DE USO PECUARIO**

Es el resultado de multiplicar el volumen de producción de animales de importancia comercial, por un factor de consumo promedio aproximado[13].

La demanda de agua para uso pecuario se determinó a partir del volumen de producción de animales de importancia comercial, como bovinos, porcinos y equinos aplicando a cada uno de ellos un factor de consumo aproximado; la información base se retomó del censo agropecuario del 2012[14]; dicho censo presenta el número de ejemplares clasificado por edad a nivel municipal.

[12] Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS 2000. Bogotá D.C. Noviembre 2000.
[13] Índice de Escases Para Aguas Superficiales. Cuenca del Rio Guaitara 2009. pág. 39.
[14] Instituto Colombiano Agropecuario. ICA. Censo Pecuario .2012.

Tabla 41. Demanda de Uso Pecuario

TIPO DE ANIMAL COMERCIAL	TEMPERATURA	CONSUMO (m3/Animal-año)	Fuente
BOVINO	10	11,58	Anexo 3. de la Resolucion No 865 de 2004
	14,4	13,33	Anexo 3. de la Resolucion No 865 de 2005
	21,1	15,61	Anexo 3. de la Resolucion No 865 de 2006
	26,6	19,65	Anexo 3. de la Resolucion No 865 de 2007
	32,2	22,75	Anexo 3. de la Resolucion No 865 de 2008
PORCINO	FRIO < 17	9,13	Modulo de Consumo CAR Septiembre 2005
	MEDIO 17 - 24	10,22	Modulo de Consumo CAR Septiembre 2006
	CALIDO > 24	10,95	Modulo de Consumo CAR Septiembre 2007
AVES DE POSTURA		0,16	Modulo de Consumo CAR Septiembre 2008
AVES DE ENGORDE		0,16	Modulo de Consumo CAR Septiembre 2009
AVES TRASPATIO		0,16	Modulo de Consumo CAR Septiembre 2010
EQUINO	FRIO < 17	7,3	Modulo de Consumo CAR Septiembre 2011
	MEDIO 17 - 24	9,14	Modulo de Consumo CAR Septiembre 2012
	CALIDO > 24	10,95	Modulo de Consumo CAR Septiembre 2013
	FRIO < 17	5,48	Modulo de Consumo CAR Septiembre 2014
	MEDIO 17 - 24	7	Modulo de Consumo CAR Septiembre 2015
	CALIDO > 24	9,13	Modulo de Consumo CAR Septiembre 2016
CUNICOLA	-	0,16	http:/www.mailxmail.com/curso-informacion-utiles-sanidad-animal/consumo-agua2
CUYICOLA	_	0,03	100 ml Por dia FAO Http:/www.fao.org/docrep/W 6562s04.htm

Fuente. Índice de Escases Para Aguas Superficiales Cuenca del Río Guaitara. 2009. CORPONARIÑO

Considerando que la información pecuaria se encuentra por municipio y no por unidad hídrica, se vio la necesidad de estimar el volumen de producción parcial que representa la sección del municipio de Sotomayor que hacen parte de la microcuenca de la Quebrada Piscoyaco, para ello se afectó la producción total con el porcentaje de área del municipio que se incluyen en ésta.

Tabla 42. Inventario de animales en el Municipio de Sotomayor

MUNICIPIO	ESPECIE	TOTAL
SOTOMAYOR	BOVINO	2.684
	PORCINO	200
	EQUINOS	250
TOTAL		3.134

Fuente. Instituto Colombiano Agropecuario. ICA. Censo Pecuario .2012.

Tabla 43. Consumo percápita por especie de animal Subcuenca Quebrada Piscoyaco-Municipio de Sotomayor.

MUNICIPIO	TIPO DE ANIMAL	CANTIDAD DE ANIMALES MUNICIPIO	AREA MPIO SOTOMAYOR (ha)	AREA MICROCUENCA (ha)	CANTIDAD ANIMALES MICROCUENCA
SOTOMAYOR	BOVINO	2684	37.719,56	3.939	280,29
	PORCINO	200			20,89
	EQUINOS	250			26,11
TOTAL		**3.134**			**327**

Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014

De acuerdo a la cantidad de animales presentes en la microcuenca de la quebrada Piscoyaco se puede concluir que el 10,44% de especies están localizadas dentro de la microcuenca con un total de 327 especies, y los 2807 animales restantes hacen parte del municipio de Sotomayor con un porcentaje de 89,56%

Para la elección del valor de temperatura aplicado para determinar la demanda pecuaria de la microcuenca de la Quebrada Piscoyaco, se tuvo en cuenta el raster de temperatura media anual de la microcuenca y para el calcular la demanda pecuario se utilizó la siguiente formula :

$$DUP = \sum_{i=1}^{n} Vpa\ i \times Fca$$

Dónde:

DUP: Demanda de agua para uso pecuario
Vpai: Volumen de producción por tipo de animal industrial
Fca: Factor de consumo según producción animal

Tabla 44. Demanda de agua por uso pecuario Subcuenca Quebrada Piscoyaco

TIPO ANIMAL	TOTAL ANIMALES MICROCUENCA	TEMPERATURA	CONSUMO (m3/Animal-año)	DUP (m3/año)	DUP millones/m3/año
BOVINO	280	12	12,45	3489,564465	0,003489564
PORCINO	21	17	9,13	190,6865828	0,000190687
EQUINOS	26	17	7,3	190,5821542	0,000190582
TOTAL	**327**			**3.870,83**	**0,003870833**

Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014

Gráfica 10. Demanda por Uso Pecuario



Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014

De acuerdo a la gráfica la mayor demanda por uso pecuario la genera la especie de bovinos seguido de porcinos y en menor porcentaje los equinos.

DEMANDA USO PECUARIO	**0,0038**	**MILLONES/M3/AÑO**

Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014

- **DEMANDA DE USO DE SERVICIOS.**

Cantidad de agua consumida por el sector servicios incluye entre otros: comercio, transporte y almacenamiento, comunicaciones, bancos, seguros y servicios a empresas, alquileres de vivienda, servicios personales y servicios del gobierno[15].

Para el cálculo de la demanda de uso por servicios, se utilizó información recopilada de diferentes instituciones entre los cuales están: El Instituto Departamental de Salud, Secretaria de Educación Departamental de Nariño, Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE); Alcaldía del municipio que conforman la microcuenca de la Quebrada Piscoyaco y estación de policía; información Georeferenciadas de los diferentes establecimientos, algunos de ellos producto de la revisión de información y solicitudes a las entidades correspondientes y otros como resultado de Georeferenciación directamente en el sitio.

[15] Índice de Escases Para Aguas Superficiales. Cuenca del Rio Guaitara 2009. pág. 37.

Para cada uno de los servicios encontrados en la microcuenca se estableció el factor de consumo según la siguiente formula.

$$DUS = \sum_{i-1}^{n} N_i * Fcs_i$$

Dónde:

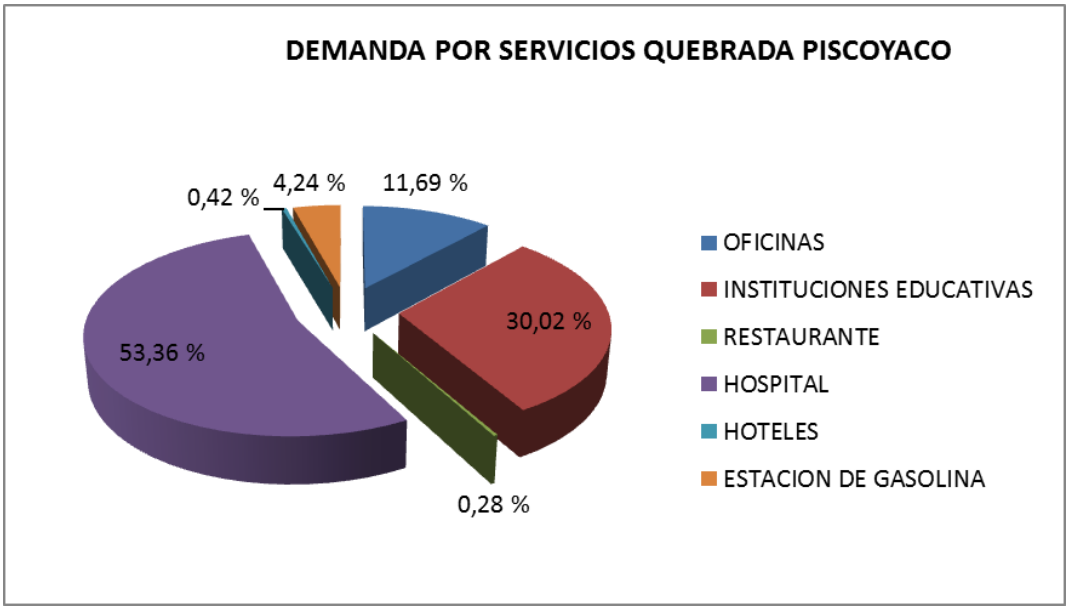
DUS = Demanda de agua para el sector servicios
N i = Número de establecimientos por tipo de servicio
Fcs i = Factor de consumo por tipo de servicio

Tabla 45. Demanda de agua para el Sector Servicios

ENTIDAD	No ESTABLECIMIENTOS	No PERSONAS	FACTOR DE CONSUMO LTS/DIA/USUARIOS	UNIDADES	DUS LTS/DIA	MILLONES/M3/AÑO
OFICINAS	2	69	80	lts/dia/persona	5520	0,00201
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	1	675	21	lts/dia/alumno	14175	0,00517
RESTAURANTE	1	4	32,5	lts/dia/parroquiano	130	0,00005
HOSPITAL	1	63	400	lts/dia/camilla	25200	0,00920
HOTELES	1	1	200	lts/dia/persona	200	0,00007
ESTACION DE GASOLINA	2	4	500	lts/dia/vehiculo	2000	0,00073
TOTAL					47225	0,0172

Fuente: Este estudio. CORPONARIÑO 2014.

Gráfica 11. Demanda por servicios



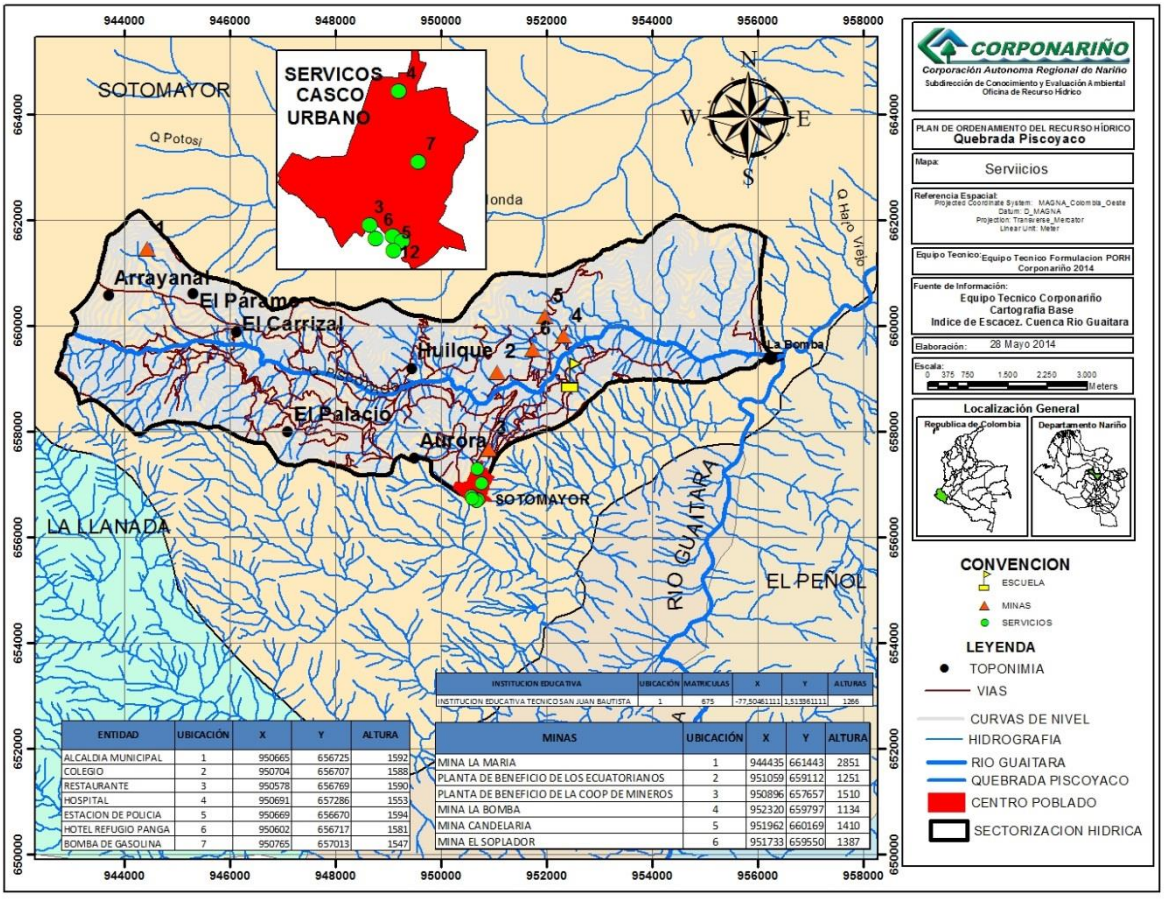
Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014

De acuerdo a la gráfica la mayor demanda por servicios la genera el sector hospitalario seguido de la Institución Educativa y las oficinas (Alcaldía Mpal y puesto de policía) siguen las estaciones de gasolina y en menor proporción los hoteles y restaurantes.

DEMANDA POR SERVICIOS	**0,0172**	**MILLONES/M3/AÑO**

Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014

Mapa 14. Demanda de Uso de agua Sector Servicios Subcuenca Quebrada Piscoyaco



ENTIDAD	UBICACIÓN	X	Y	ALTURA
ALCALDIA MUNICIPAL	1	950665	656725	1592
COLEGIO	2	950704	656707	1588
RESTAURANTE	3	950578	656769	1590
HOSPITAL	4	950691	657286	1553
ESTACION DE POLICIA	5	950669	656670	1594
HOTEL REFUGIO PANGA	6	950602	656717	1581
BOMBA DE GASOLINA	7	950765	657013	1547

MINAS	UBICACIÓN	X	Y	ALTURA
MINA LA MARIA	1	944435	661443	2851
PLANTA DE BENEFICIO DE LOS ECUATORIANOS	2	951059	659112	1251
PLANTA DE BENEFICIO DE LA COOP DE MINEROS	3	950896	657657	1510
MINA LA BOMBA	4	952320	659797	1134
MINA CANDELARIA	5	951962	660169	1410
MINA EL SOPLADOR	6	951733	659550	1387

INSTITUCION EDUCATIVA	UBICACIÓN	MATRICULAS	X	Y	ALTURAS
INSTITUCION EDUCATIVA TECNICO SAN JUAN BAUTISTA	1	675	-77,50461111	1,513861111	1266

Fuente. Índice de Escases Para Aguas Superficiales Cuenca del Rio Guaitara 2009.CORPONARIÑO.

- **DEMANDA POR USO AGRICOLA**

Es la principal fuente de agua para la agricultura es la precipitación, los volúmenes adicionales necesarios para el desarrollo de cultivos, deben ser previstos por sistemas de riego[16].
Para el cálculo de la demanda de uso agrícola conforme lo estipula la metodología para el cálculo del Índice de Escasez de Agua Superficial, desarrollado por Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, se utilizó el rasters de precipitación media anual, generado como resultado de una serie de registros históricos de 21 años y el raster de Evapotranspiración Potencial a partir de las variables de la temperatura media mensual y la latitud que implícitamente introduce la duración teórica de la insolación, con estos y la aplicación de diferentes fórmulas, también especificadas en la metodología del IDEAM, se estableció finalmente la evapotranspiración potencial.

A continuación se describe la fórmula utilizada para el cálculo de la demanda de uso agrícola.

$$DUA = [P-(ETP*Kc)]*Ha$$

Dónde:

DUA = Demanda de agua para el sector agrícola
P = Precipitación
ETP = Evapotranspiración potencial
Kc = Coeficiente de uso de agua del cultivo (FAO 33)
ha = Número de hectáreas cultivadas

Para el cálculo de la demanda de agua de uso agrícola se asignó a cada cultivo un coeficiente de uso de agua del cultivo (Kc) tomado de la resolución 865 de 2004[17] presente en la microcuenca., esta información fue tomada del Índice de Escases y posteriormente se realizó un promedio del kc por cada asociación de cultivos Para Aguas Superficiales Cuenca del Rio Guaitara.

Tabla 46. Coeficiente de consumo de agua por tipo de cultivo (kc) Subcuenca Quebrada Piscoyaco

NIVEL 3	Ha	%	KC- PROMEDIO
MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS DE FIQUE, CAÑA, TOMATE Y NARANJA	322,46	11,79	0,77
MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS, PAPA, MAIZ, HORTALIZAS	15,20	0,56	0,77
CAFE, CAÑA, PLATANO	46,74	1,71	0,86
COCA	3,29	0,12	0
PASTOS	2347,73	85,83	1
TOTAL	2735,41	100	

Fuente. Índice de Escases Para Aguas Superficiales Cuenca del Rio Guaitara 2009. CORPONARIÑO.

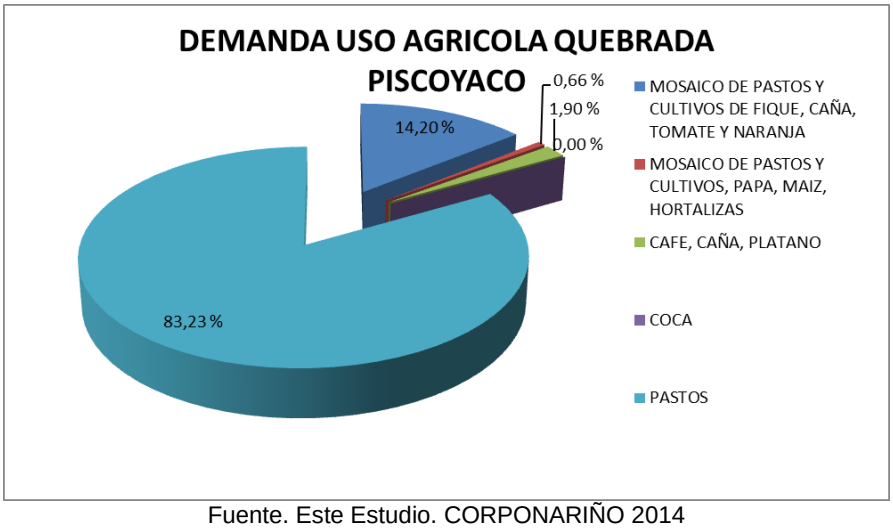
[16] Índice de Escases Para Aguas Superficiales. Cuenca del Rio Guaitara 2009. pág. 38
[17] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Res 865de 2004, Julio 22. Anexo 2 Agrícola.

Tabla 47. Calculo demanda agrícola Subcuenca Quebrada Piscoyaco.

NIVEL 3	AREA HA	%	KC- PROMEDIO	DUA MILLONES/M3/AÑO
MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS DE FIQUE, CAÑA, TOMATE Y NARANJA	322,46	11,79	0,77	0,008819416
MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS, PAPA, MAIZ, HORTALIZAS	15,20	0,56	0,78	0,000412137
CAFE, CAÑA, PLATANO	46,74	1,71	0,86	0,001180737
COCA	3,29	0,12	0	0,000000014
PASTOS	2347,73	85,83	1	0,05168476
TOTAL	2735,41	100		0,062097063

Fuente. Índice de Escases Para Aguas Superficiales Cuenca del Rio Guaitara 2009. CORPONARIÑO.

Gráfica 12. Demanda Uso Agrícola



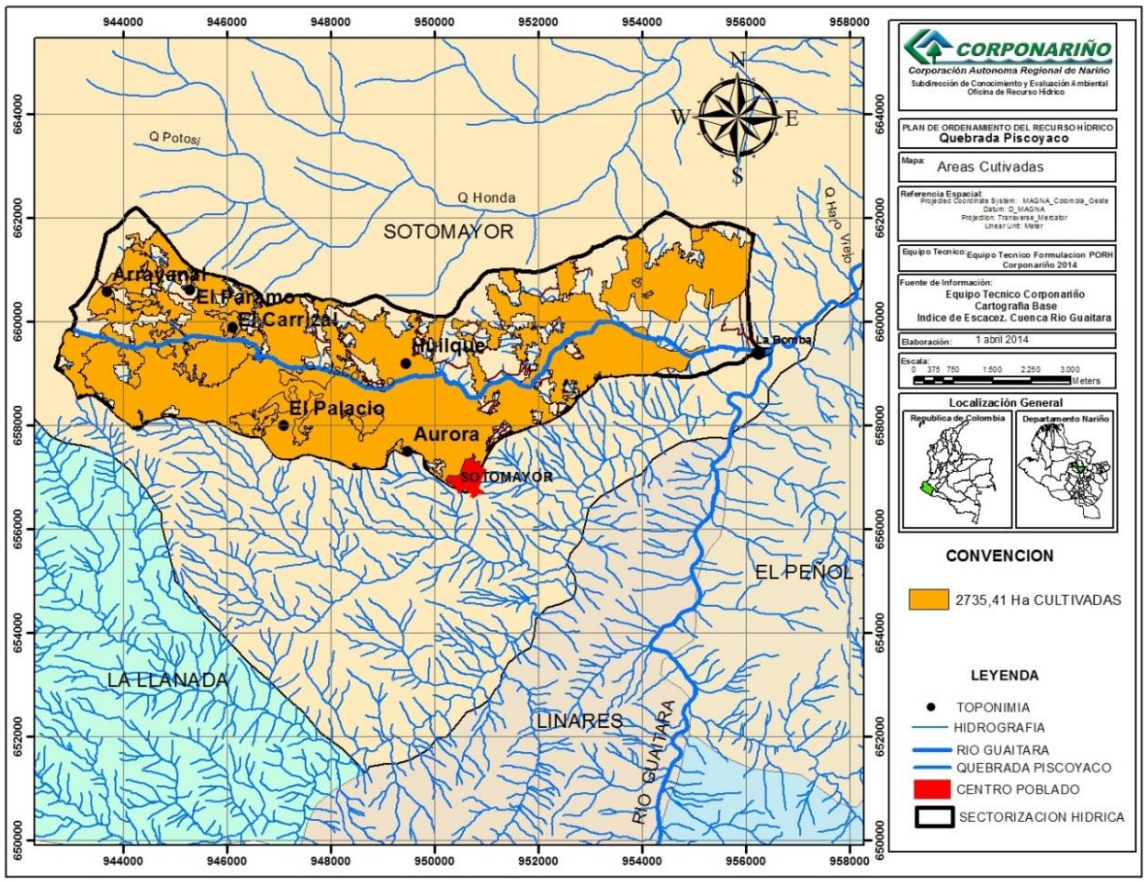
Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014

De acuerdo a la gráfica el cultivo de mayor importancia lo constituyen los pastos seguido de los mosaicos de pastos fique y cultivos de caña y tomate los cuales se encuentran intercalados y localizados en zonas de laderas y en menor importancia están los cultivos de papa, maíz y hortalizas localizadas sobre la parte alta de la Subcuenca.

DEMANDA USO AGRICOLA	**0,06**	**MILLONES/M3/AÑO**

Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014

Mapa 15. Áreas cultivadas Subcuenca Quebrada Piscoyaco.



Fuente. Índice de Escases Para Aguas Superficiales Cuenca del Rio Guaitara 2009. CORPONARIÑO.

- **DEMANDA HIDRICA TOTAL**

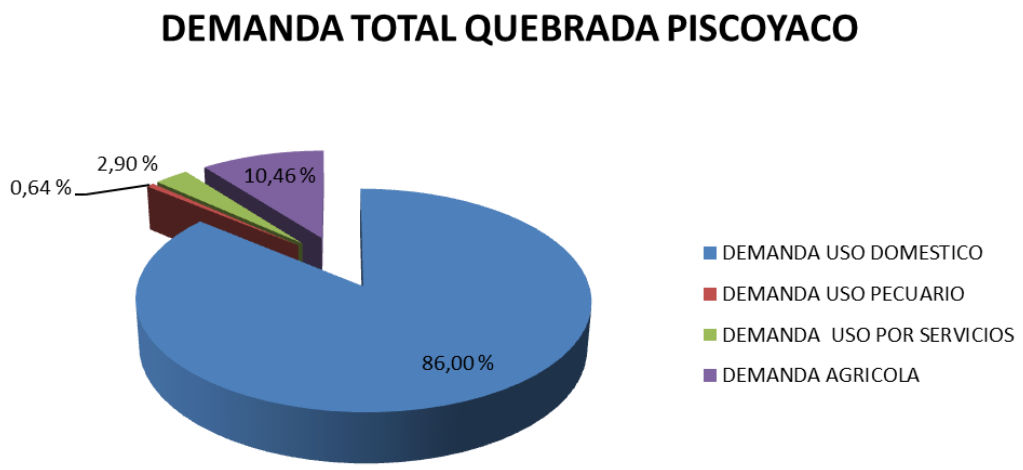
La demanda hídrica total corresponde a la sumatoria de las demandas sectoriales (actividades antrópicas sociales y económicas) expresado en millones de metros cúbicos y que se realizan en la microcuenca Quebrada Piscoyaco; para calcular esta demanda se utilizó la siguiente formula:

$$DT = DUD + DUP + DUS + DUA$$

Dónde:

DT = Demanda Total de agua
DUD = Demanda de Agua para Uso Doméstico
DUS = Demanda de Agua para el Sector Servicios.
DUA = Demanda de Agua para Uso Agrícola.
DUP = Demanda de agua para Uso Pecuario

Gráfica 13. Demanda Total- Quebrada Piscoyaco



Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014

De acuerdo a la gráfica la demanda de mayor importancia la constituye la de uso doméstico seguido de la demanda agrícola y en menor porcentaje están las demandas por servicios y por último la demanda por uso pecuario.

DEMANDA TOTAL	**0,593**	**MILLONES /M3/AÑO**

Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014.

DEMANDA TOTAL	**18,7**	**LTS/SEG**

Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014.

- **INDICE DE ESCASEZ.**

El índice de escasez se establece como la relación entre la oferta hídrica neta superficial y la demanda total de agua necesaria para satisfacer las necesidades de las actividades económicas y sociales para la microcuenca de la Quebrada Piscoyaco municipios de Sotomayor.

Se aplica la siguiente fórmula:

$$IE = DT/OHN * 100\%$$

Dónde:

IE = Índice de Escasez (%)
DT = Demanda Total de Agua (m^3)
OHN = Oferta Hídrica Neta Superficial (m^3)

La escasez se representa cuando la cantidad de agua captada de las fuentes existentes es de un tamaño mayor al que se necesita para el abastecimiento de las necesidades humanas, las eco-sistémicas, de usos productivos y de la demanda potencial (IDEAM 2004).

En el cuadro que se presenta a continuación se establecen por categorías los umbrales críticos de presión sobre el recurso hídrico e interpretación del porcentaje de oferta hídrica utilizada.

Tabla 48. Umbrales críticos de presión índice de escasez

CATEGORIA	% DE LA OFERTA HIDRICA UTILIZADA	INTERPRETACIÓN
ALTO	➢ 40 %	Existe fuerte presión sobre el recurso hídrico, denota una urgencia máxima para el ordenamiento de la oferta y la demanda. En estos casos la baja disponibilidad de agua es un factor limitador del desarrollo económico. Se requiere fuertes inversiones económicas para mejorar la eficiencia en la utilización del agua en los sectores productivos y en los sistemas de abastecimiento de agua potable.
MEDIO	20 – 40 %	Cuando los límites de presión exigen entre el 20 y el 40% de la oferta hídrica disponible es necesario el ordenamiento tanto de la oferta como de la demanda. Es menester asignar prioridades a los distintos usos y prestar particular atención a los sistemas acuáticos para garantizar que reciban el aporte hídrico requerido para su existencia. Se necesita inversiones para mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos hídricos.
MODERADO	10 – 20 %	Indica que la disponibilidad de agua se está convirtiendo en un factor limitador de desarrollo. Se debe implementar en un mejor sistema de monitoreo y seguimiento del agua y desarrollar proyecciones del recurso hídrica a corto y largo plazo.
BAJO	< 10 %	No se experimentan presiones importantes sobre el recurso hídrico en términos de cantidad

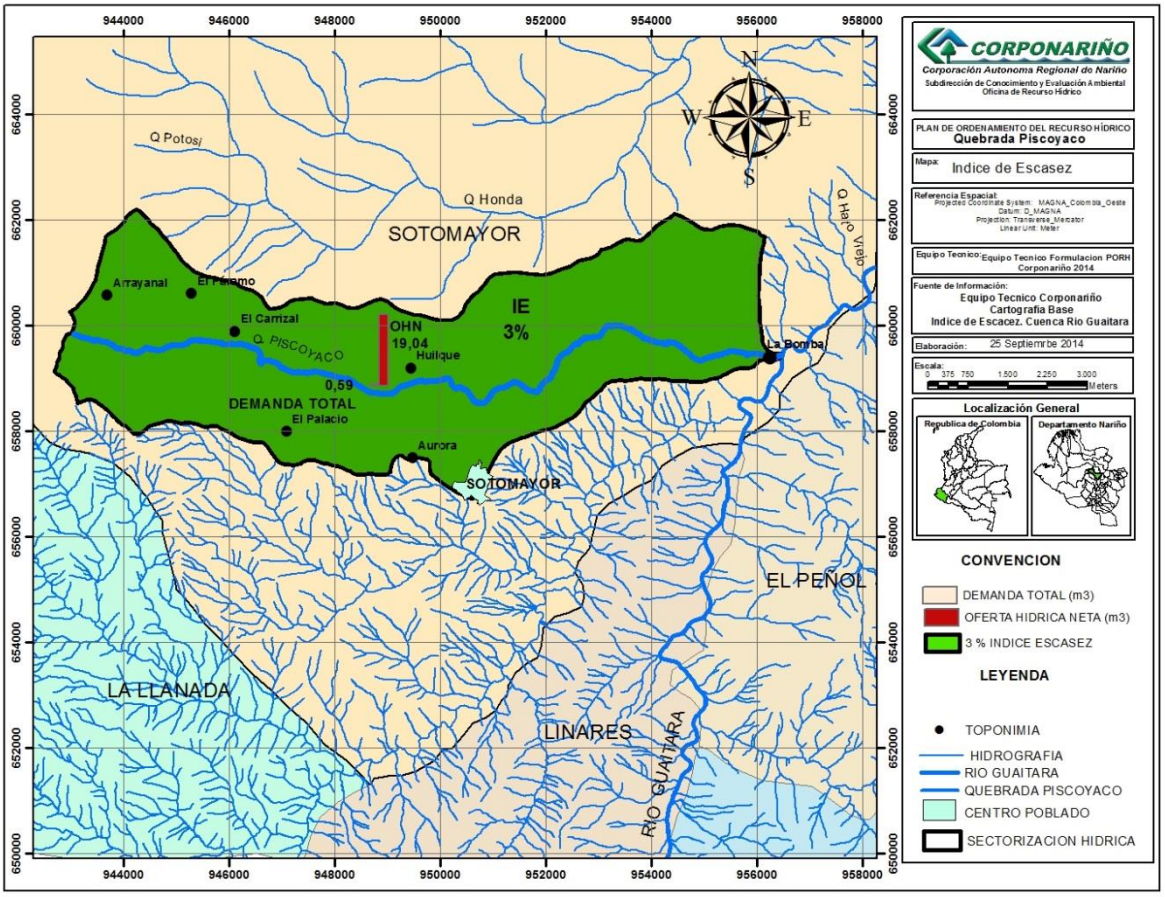
Fuente. Metodología Índice de Escasez IDEAM, 2004.

INDICE DE ESCASEZ QUEBRADA PISCOYACO	**3,099**	**%**

Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014

Realizando la relación entre la oferta hídrica neta superficial con respecto a la demanda total de la microcuenca de la Quebrada Piscoyaco presentan un porcentaje de 3,09 % de la oferta hídrica utilizada, de acuerdo a los umbrales críticos de presión del índice de escases se encuentra en la categoría baja concluyendo que no experimentan presiones importantes sobre el recurso hídrico en términos de cantidad.

Mapa 16. Índice de escasez Subcuenca Quebrada Piscoyaco.



Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014

6.6 Perfil de Modelación o Topología

El Perfil de Modelación o Topología consiste en un diagrama diseñado en Excel, el cual permite visualizar la ubicación y distribución de los usuarios de calidad y cantidad identificados a lo largo de todo el trayecto del cauce principal de la fuente hídrica objeto de ordenamiento, desde su nacimiento hasta su desembocadura.

Es una herramienta técnica utilizada como insumo para el desarrollo y aplicación de modelos de simulación de calidad del agua, para identificar cuáles son los usos actuales que se le está dando a la corriente superficial y para proponer escenarios prospectivos.

La Topología está compuesta o estructurada por los siguientes elementos:

- <u>Titulo y Leyenda:</u> El titulo identifica el nombre de la fuente hídrica superficial objeto de ordenamiento y la Leyenda ubicada a un costado del esquema principal, relaciona con colores cada uno de los elementos que conforman el Perfil de Modelación.

Figura 15. Topología – Titulo y Leyenda

	QUEBRADAS LIMPIAS
	QUEBRADAS CONTAMINADAS
	VERTIMIENTOS

- Tramo o Fuente Principal: Corresponde a la representación del Cauce Principal de la corriente objeto de ordenamiento desde su nacimiento hasta su desembocadura. El Cauce esta segmentado con celdas numeradas; cada celda equivale en distancia a 200 metros o 0,2 kilómetros. La distancia se presenta de manera acumulativa desde el punto o celda cero, correspondiente a la desembocadura del tramo, hasta el punto máximo de distancia correspondiente al inicio o nacimiento del Tramo.

Figura 16. Topología – Tramo principal.

Nacimiento	1,0 Km	5
	0,8	4
	0,6	3
	0,4	2
	0,2	1
Desembocadura	0	0,0 Km

- Entradas: Relaciona los aportes o entradas de agua al Tramo o Cauce Principal.

Dependiendo de su origen, estas pueden ser relevantes o incidentes solamente en la cantidad de la corriente superficial objeto de ordenamiento o también en su calidad.

Cada entrada contiene un código que relaciona la ficha del Censo de Usuarios, el nombre y la distancia de ubicación, la cual fue obtenida mediante georeferenciación en campo.

Las entradas se subdividen en:

- Descargas: que corresponden a aportes directos de usuarios generadores de vertimientos que efectúan la disposición final de aguas residuales directamente sobre el cauce principal.

- Afluentes Naturales: Corresponden a desembocaduras de arroyos, quebradas, escurrimientos superficiales y acequias naturales cuya calidad fisicoquímica y bacteriológica depende de si recibe o no vertimientos antes de su confluencia con el Cauce Principal.

Figura 17. Topología – Entradas Afluentes Naturales

AN 4 Q. NEGRA	1,0 Km	5
	0,8	4
	0,6	3
	0,4	2
	0,2	1
	0	0,0 Km

- Salidas: Corresponde a las captaciones, derivaciones o extracciones de agua del Tramo o Cauce Principal.

Estas captaciones pueden ser para consumo humano, uso agrícola, pecuario, entre otros, efectuados por los habitantes del área de influencia de la corriente hídrica.

Cada salida contiene un código que relaciona la ficha del Censo de Usuarios, el nombre y la distancia de ubicación, la cual fue obtenida mediante georeferenciacíon en campo.

Figura 18. Topología – Salidas

Bocatoma-VEREDA CARRIZAL (0,5 l/s)	0,8	4
	0,6	3
	0,4	2
	0,2	1
	0	0 Km

- Puntos de Aforo y Muestreo: Corresponde a los puntos en donde se efectuaron las jornadas de muestreo que incluyó la toma de muestra y la medición de caudal.

Estos puntos pueden ser sobre el cauce principal o sobre entradas.

Figura 19. Topología – Puntos de Aforo y Muestreo

Nacimiento	1,0 Km	5
	0,8	4
	0,6	3
	0,4	2
	0,2	1
Desembocadura	0	0,0 Km

- Puntos de Aforo: Corresponde a los puntos en donde se efectuaron mediciones únicamente de caudal.

Estos puntos pueden ser sobre el cauce principal o sobre entradas y salidas.

Figura 20. Topología – Puntos de Aforo

Puente Vereda El Pichuelo (292,2 l/S)	1,0 Km	5
	0,8	4
	0,6	3
	0,4	2
	0,2	1
	0	0,0 Km

6.6.1. Perfil de Modelación o Topología Quebrada Piscoyaco

La Topología diseñada y presentada a continuación incluye y esquematiza de manera detallada cada una de las entradas y salidas identificadas en campo.

Como el esquema es muy extenso, para presentarlo se ha segmentado en varias imágenes las cuales están acompañadas de la respectiva descripción y explicación. Cabe mencionar que la Topología resume de manera esquemática los usuarios de calidad y cantidad identificados en campo, los cuales fueron detallados uno a uno en el ítem 6.6 del presente documento.

- **Segmento I:** Incluye Titulo, Leyenda y Perfil del Cauce Principal desde su nacimiento en el segmento o celda No. 75 hasta el segmento o celda No. 40.

Figura 21. Topología Detallada Quebrada Piscoyaco Segmento I



La quebrada Piscoyaco tiene su nacimiento en el sector conocido como el Páramo, desde este punto hasta su desembocadura es conocida con el nombre de quebrada Piscoyaco. En la parte alta de la Subcuenca, se concentran las captaciones de agua para consumo humano, uso agrícola y pecuario, debido a que la calidad del agua en esta zona no presenta vertimientos puntuales sobre su cauce, estas captaciones se encuentran ubicadas en las celdas 66-63 de la topología presentada.

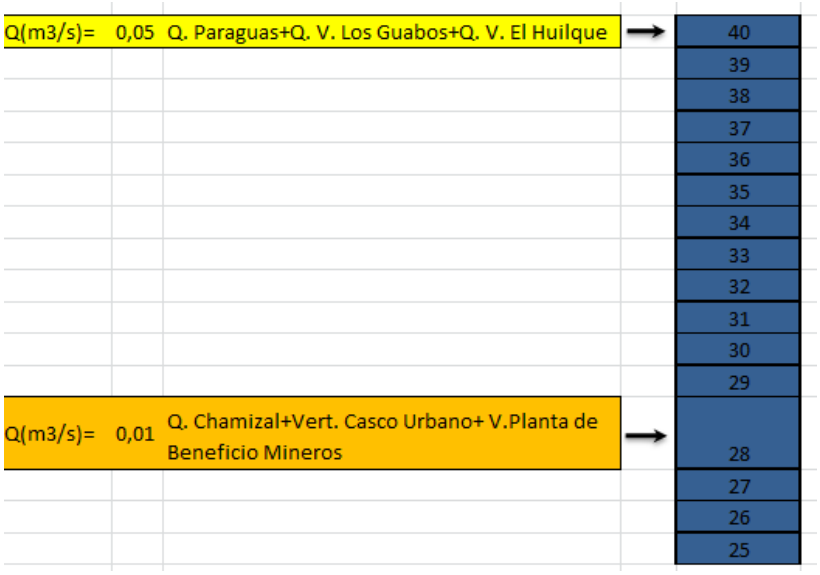
Es importante tener encuenta que antes de estas bocatomas se encuentra ubicada una mina de oro “La María” la cual en temporada de poca producción procesa el material extraído en esta misma área; sin embargo como se explicó en el Censo de Usuarios esta es intermitente y no vierte de manera directa ya que cuenta con pozetas para la recolección de las aguas resultantes del proceso, por lo tanto dependiendo de la cantidad

de agua que se descargue, el vertimiento alcanza o no a llegar al Cauce Principal. De igual forma no se puede desconocer que en el cauce principal existe la presencia de algunos metales pesados como Hierro, Plomo, Zinc y Cobalto, los cuales sobrepasan los límites máximos permisibles
El tramo no presenta vertimientos o descargas que alteren de manera considerable la calidad de la quebrada Piscoyaco. El principal impacto está relacionado con la presencia de viviendas cercanas al cauce principal y a importantes afluentes, la cuales presentan una inadecuada disposición de residuos sólidos.

El cauce es alimentado por varios afluentes naturales en todo su recorrido, algunos de estos pertenecen a arroyos formados de escurrimientos superficiales que se presentan en temporada de invierno y que disminuyen considerablemente en verano ya que son utilizados por los campesinos para uso agrícola y pecuario, de igual forma alguno de estos se unen con afluentes más grandes lo que permite aumentar considerablemente el caudal del cauce principal.

- **Segmento II:** Incluye el Cauce Principal desde el sector de la vereda el Huilque en el segmento o celda No. 29 hasta la celda No. 25 en el sector de la Bomba.

Figura 22. Topología Detallada Quebrada Piscoyaco Segmento II

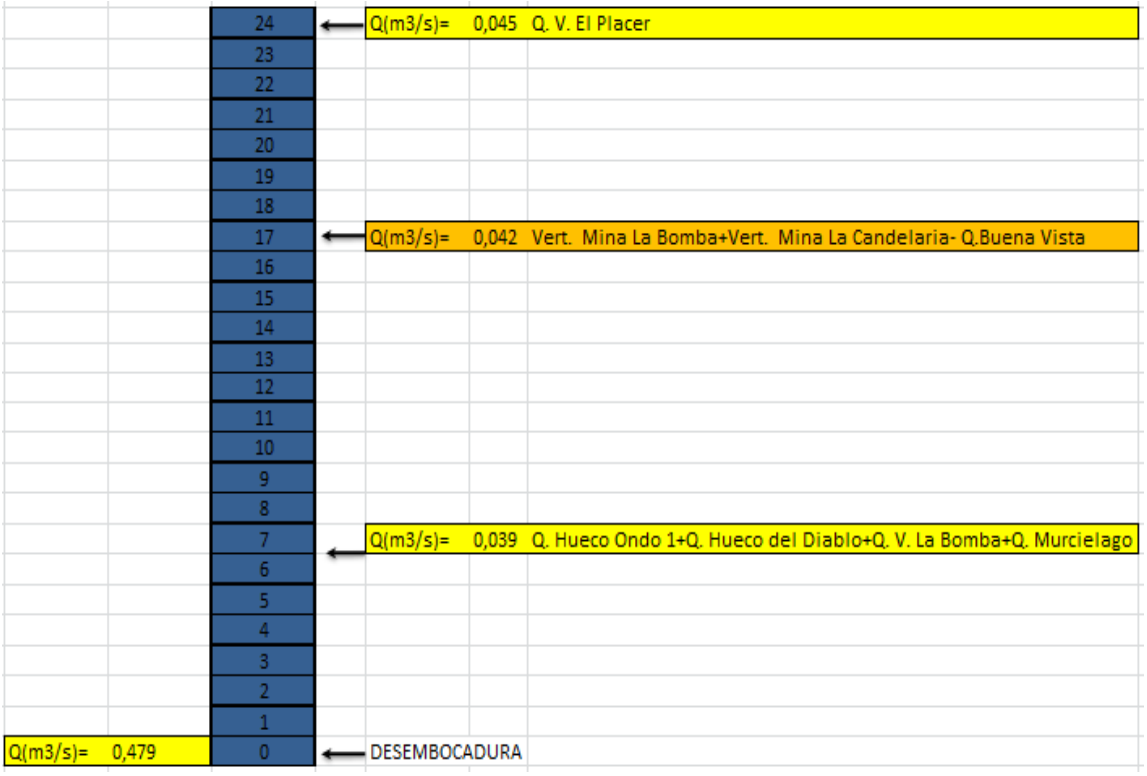


Como principales aportantes de caudal durante todo el año están las quebradas Paraguas y los Guabos. De igual forma en este segmento la quebrada Piscoyaco recibe las descargas de aproximadamente el 70% de la población, estas aguas residuales son vertidas a la quebrada Chamizal y unos metros más abajo estas se unen con el cauce principal.

En este sector también se encuentran ubicadas la Planta de Beneficio de la Cooperativa de los Mineros en el sector del Huilque y la Planta de Beneficio de los Ecuatorianos en sector la Bomba, estas no vierte de manera directa ya que cuenta con un sistema de sedimentación para la recolección de las aguas resultantes del proceso, por lo tanto dependiendo de la cantidad de agua que se descargue, el vertimiento alcanza o no a llegar al Cauce Principal. De igual forma no se puede desconocer que en el cauce principal existe la presencia de algunos metales pesados como Hierro, Plomo, Zinc y Cobalto, los cuales sobrepasan los límites máximos permisibles.

- **Segmento III:** Incluye el Cauce Principal desde el segmento o celda No. 25 hasta su desembocadura al Guaitara en el segmento o celda No. 0.

Figura 23. Topología Detallada Quebrada Piscoyaco Segmento III



La parte baja de la Subcuenca de la Quebrada Piscoyaco comprende desde el sector de la bomba hasta su desembocadura sobre el rio Guáitara, en este segmento el cauce principal cuenta con importantes aportantes de caudal durante todo el año entre estas las quebradas de la vereda el placer, Hueco Hondo, Hueco del Diablo, Quebrada murciélago y arroyos del sector de la bomba, los cual en su recorrido no recibe vertimientos representativos, que puedan alterar las condiciones del agua; de igual la quebrada Piscoyaco cuenta con el aporte de la quebrada Buena vista aledaños a esta fuente se encuentra ubicadas la mina la Bomba y Candelaria las cuales realizan procesos de

extracción y beneficio del material minero; estas no vierte de manera directa ya que cuenta con un sistema de sedimentación para la recolección de las aguas resultantes del proceso, por lo tanto dependiendo de la cantidad de agua que se descargue, el vertimiento alcanza o no a llegar al Cauce Principal. De igual forma no se puede desconocer que en el cauce principal existe la presencia de algunos metales pesados como Hierro, Plomo, Zinc y Cobalto, los cuales sobrepasan los límites máximos permisibles.

6.7 Determinación de línea base de cargas contaminantes

6.7.1 Metodología

La determinación de la línea base de cargas contaminantes se encaminó a la obtención y procesamiento de información que permitió establecer un diagnóstico de la calidad del agua de la quebrada Piscoyaco en todo su recorrido, desde su nacimiento hasta su desembocadura al Guáitara.

La información obtenida fue utilizada para evaluar el comportamiento de la corriente superficial a través de la generación de Perfiles e Índices de Calidad, al igual que sirvió como insumo para la aplicación y calibración del modelo de simulación logrando establecer un escenario actual de la fuente hídrica objeto de ordenamiento con respecto a su capacidad de asimilación de sustancias biodegradables o acumulativas.

La obtención de los datos se logró por medio de la realización de dos campañas de muestreo fisicoquímico (27 agosto y 5 de Noviembre del 2014) y aforo (15 de julio y 5 de Noviembre del 2014), la primera fecha para la jornada de muestreo y aforo correspondió a una temporada de verano y la segunda jornada en invierno.
En total para dos jornadas de muestreo se tomaron diez y nueve (19) muestras y aforos se realizaron cinco (5), de igual forma se realizaron dos jornadas de muestreos biológicos.

En cumplimiento de lo estipulado por la Normatividad Ambiental vigente, el análisis y reporte de resultados analíticos fue llevado a cabo por un Laboratorio acreditado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. Para ello CORPONARIÑO firmó un convenio interadministrativo con la Universidad de Nariño cuyo Laboratorio Especializado en Aguas está acreditado para los parámetros pH, Grasas y Aceites, Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, Demanda Bioquímica de Oxigeno, Demanda química de Oxigeno, Zinc, Plomo, Hierro y Cobalto mediante Resolución No. 042 del 25 de enero de 2011 expedida por el IDEAM.

- El procedimiento llevado a cabo para la toma de muestras y aforo de caudales se describe a continuación:

Tabla 49. Procedimiento para toma de muestras.

ITEM	ACTIVIDAD	LOGISTICA/EQUIPOS	REGISTRO FOTOGRAFICO
1	Desplazamiento y acceso a los puntos de muestreo	Vehículo, Equipo de Profesionales	
2	Etiquetado de los recipientes de acuerdo al punto de muestreo	Recipientes, Etiquetas, Cinta Pegante.	
3	Toma de muestras	Recipientes etiquetados, balde, guantes, botas, alcohol antiséptico.	
4	Fijación de Muestras	Reactivos Acido Clorhídrico, Acido Sulfúrico, Sulfato Manganoso y Azida, guantes, tapabocas, goteros.	

5	Almacenamiento, Refrigeración y sellado de muestras	Neveras, hielo o pilas de refrigeración, sellos, cinta pegante.	
6	Diligenciamiento de cadenas de custodia.	Formato de cadena de custodia por punto de muestreo.	
7	Transporte y entrega de muestras al laboratorio para el análisis de quince (15) parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos.	Neveras con cada una de las muestras tomadas. Instalaciones, equipos, reactivos y personal del Laboratorio UDENAR.	

Fuente. Plan de Ordenamiento quebrada Piscoyaco. CORPONARIÑO 2014.

- Para la ubicación de los puntos de muestreo, se diseñó una guía de campo que incluía la ubicación de cada uno, los materiales entregados y una descripción de cómo tomar y fijar las muestras.

Tabla 50. Procedimiento para aforo de Caudales.

ITEM	ACTIVIDAD	LOGISTICA/EQUIPOS	REGISTRO FOTOGRAFICO
1	Desplazamiento y acceso a los puntos de aforo	Vehículo, Equipo de Profesionales	

2	Adecuación del segmento en donde se efectuará la medición.	Cinta Métrica, Estacas.	
3	Aforo con molinete sobre la sección adecuada.	Molinete o Micromolinete, guantes, botas o fontanero.	
4	Registro de datos en formato de campo	Formato para cada aforo (Ver Anexo D), Planillera.	
5	Calculo de datos y reporte final	Trabajo de oficina	

Fuente. Plan de Ordenamiento quebrada Piscoyaco. CORPONARIÑO 2014.

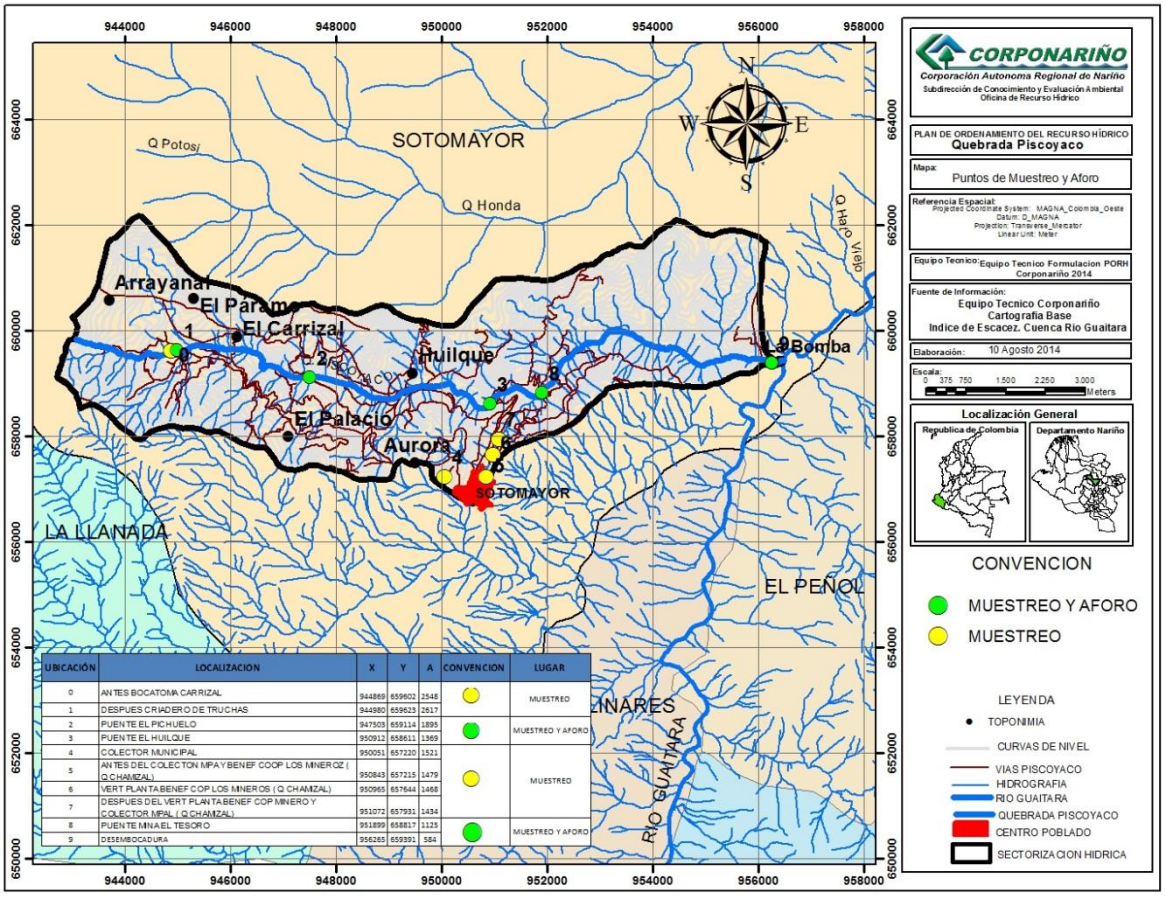
- Los criterios tenidos en cuenta para la selección del número de muestras y puntos de ubicación, se describen en la siguiente tabla:

Tabla 51. Descripción de Criterio de Selección

CRITERIO	
Técnico	Condiciones de calidad naturales o iniciales en el área de nacimiento del cauce principal.
	Puntos sobre el cauce principal en donde pueda existir una alteración o cambio en su calidad por descargas puntuales.
	Puntos sobre el cauce principal en donde se hayan identificado usos actuales o potenciales del recurso hídrico.
	Entradas como descargas o afluentes naturales que puedan alterar la calidad del Cauce Principal
	Selección mínimo de cinco puntos sobre el Cauce Principal como insumo para el Modelo de Simulación.
Facilidad De Acceso	Puntos a los cuales se pueda acceder por vías carreteables o caminos.
	Puntos que por su acceso no retrasen o demoren la jornada, considerando que las muestras deben ser entregadas en unos tiempos estipulados por el Laboratorio.
	Puntos cuyo acceso no represente un riesgo o peligro para la persona o personas que tomaran la muestra.
Numero O Disponibilidad De Muestras	Cantidad de muestras destinadas al Ordenamiento de la Quebrada Miraflores, según el Convenio Institucional establecido y firmado entre CORPONARIÑO y la Universidad de Nariño (Laboratorio de Aguas).
Otros	Puntos o estaciones establecidas anteriormente por la Autoridad Ambiental para la red de monitoreo de calidad de corrientes superficiales.

Teniendo en cuenta los criterios de selección descritos anteriormente, los puntos escogidos para la realización de las dos jornadas de muestreo fisicoquímico, Biológico y aforos de caudal sobre las entradas y cauce principal de la quebrada Piscoyaco, son los siguientes:

Mapa 17. Puntos de Muestreo Sobre Afluentes y Cauce Principal de la Quebrada Piscoyaco



UBICACIÓN	LOCALIZACION	X	Y	A	CONVENCION	LUGAR
0	ANTES BOCATOMA CARRIZAL	944869	659602	2548		MUESTREO
1	DESPUES CRIADERO DE TRUCHAS	944980	659623	2617		
2	PUENTE EL PICHUELO	947503	659114	1895		MUESTREO Y AFORO
3	PUENTE EL HUILQUE	950912	658611	1369		
4	COLECTOR MUNICIPAL	950051	657220	1521		
5	ANTES DEL COLECTON MPA Y BENEF COOP LOS MINEROZ (Q.CHAMIZAL)	950843	657215	1479		MUESTREO
6	VERT PLANTA BENEF COP LOS MINEROS (Q.CHAMIZAL)	950965	657644	1468		
7	DESPUES DEL VERT PLANTA BENEF COP MINERO Y COLECTOR MPAL (Q.CHAMIZAL)	951072	657931	1434		
8	PUENTE MINA EL TESORO	951899	658817	1125		MUESTREO Y AFORO
9	DESEMBOCADURA	956265	659391	584		

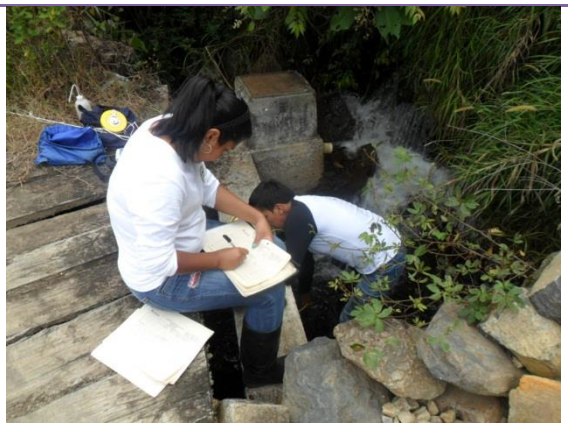
Fuente. Plan de Ordenamiento quebrada Piscoyaco. CORPONARIÑO 2014.

Basados en los criterios de priorización de los puntos de muestreo, se definieron diez (10) estaciones de muestreo que corresponden a seis (6) puntos sobre fuente y cuatro (4) puntos sobre un afluente principal (quebrada Chamizal), ya que este recibe las descargas de un colector municipal, la primera jornada de muestreo que se llevó a cabo el día 27 de Agosto de 2014.

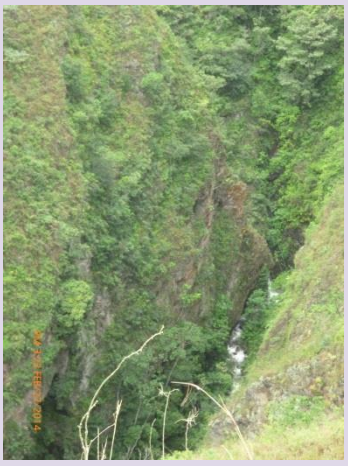
Para la segunda jornada de muestreo se definieron nueve (9) estaciones de muestreo que corresponden a cinco (5) puntos sobre fuente y cuatro (4) puntos sobre un afluente principal (quebrada Chamizal), la segunda jornada de muestreo que se llevó a cabo el día 5 de Noviembre de 2014.

Tabla 52. Estaciones de Muestreo Quebrada Piscoyaco

QUEBRADA PISCOYACO		
LUGAR	**COORDENADAS**	**REGISTRO FOTOGRAFICO**
ANTES BOCATOMA VEREDA CARRIZAL	N 659602 W 944869 2548 m.s.n.m	 Se ubica en la parte alta de la quebrada Piscoyaco. Muestra tomada sobre fuente; esta estación nos permite observar el estado de la corriente antes de que reciba vertimientos directos de tipo doméstico.
DESPUES CRIADERO DE TRUCHAS	N 659623 W 944980 2617 m.s.n.m	 Se ubica en la parte alta de la quebrada Piscoyaco. Muestra tomada sobre fuente después de un criadero de truchas; esta estación nos permite observar el estado de la corriente antes de que reciba vertimientos directos de tipo doméstico.

PUENTE EL PICHUELO	N 659114 W 947503 1895 m.s.n.m	 Se ubica en la parte alta de la quebrada Piscoyaco. Muestra tomada sobre fuente, esta estación nos permite observar el estado de la corriente teniendo encuenta que en su recorrido existen casas aledañas al cauce principal que pueden generar contaminación de forma indirecta a la fuente.
PUENTE EL HUILQUE	N 658611 W 950912 1369 m.s.n.m	 Se ubica en la parte media de la quebrada Piscoyaco. Muestra tomada sobre fuente, esta estación nos permite observar el estado de la corriente teniendo encuenta que en su recorrido existen casas aledañas al cauce principal que pueden generar alteraciones en la calidad del agua.

COLECTOR MUNICIPAL	N 657220 W 950051 1521 m.s.n.m	 Se ubica en la parte media de la quebrada Piscoyaco. Muestra puntual sobre descarga; esta estación nos permite observar el estado del colector que conlleva los vertimientos provenientes del aproximadamente del 70 % de la población del casco urbano del municipio de los Andes Sotomayor.
ANTES COLECTOR MUNICIPAL Y PLANTA DE BENEFICIO COOPERATIVA DE LOS MINEROS (Q. CHAMIZAL)	N 657215 W 950843 1479 m.s.n.m	 Se ubica en la parte media de la quebrada Piscoyaco. Muestra puntual tomada a la quebrada Chamizal con el fin de identificar su condiciones iniciales antes de recibir las descargas del colector municipal ubicado en el sector de peña lisa.

VERTIMIENTO PLANTA DE BENEFICIO COOPERATIVA DE LOS MINEROS (Q. CHAMIZAL)	**N 657644 W 950965 1468 m.s.n.m**	 Se ubica en la parte media de la quebrada Piscoyaco. Muestra puntual sobre descarga; esta estación nos permite identificar el estado de las aguas que son resultado del proceso de beneficio del material minero extraído.
DESPUES PLANTA DE BENEFICIO COOPERATIVA DE LOS MINEROS Y COLECTOR MUNCIPAL (Q. CHAMIZAL)	N 657931 W 951072 1434 m.s.n.m	 Se ubica en la parte media de la quebrada Piscoyaco. Muestra puntual sobre la quebrada Chamizal; esta estación nos permite observar el estado de la corriente una vez haya recibido las descargas del colector municipal y los vertimientos indirectos de la planta de beneficio de la cooperativa los mineros.

PUENTE SECTOR MINA EL TESORO	N 658817 W 951899 1125 m.s.n.m	 Se ubica en la parte media de la quebrada Piscoyaco. Muestra puntual sobre el cauce principal; esta estación nos permite observar el estado de la corriente una vez haya recibido las descargas del colector municipal y los vertimientos indirectos de la planta de beneficio de la cooperativa los mineros (Quebrada Chamizal).
DESEMBOCADURA RIO GUAITARA.	N 659391 W 956265 584 m.s.n.m	 Se ubica en la parte baja de la quebrada Piscoyaco. Muestra puntual sobre fuente; esta estación nos permite observar el estado de la corriente en la desembocadura de la quebrada Piscoyaco hacia el rio Guáitara.

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2014

6.7.2 Evaluación de la Calidad del Cauce Principal.

- **MUESTREO SOBRE EL CAUCE PRINCIPAL**

En los siguientes cuadros se enumeran los resultados de los muestreos y aforos de caudal efectuados sobre el Cauce Principal de la quebrada Piscoyaco, correspondientes a las dos jornadas llevadas a cabo los días 27 de Agosto y 5 de Noviembre del 2014. Los Reportes de Resultados Analíticos del Laboratorio Especializado de la Universidad de Nariño y CORPONARIÑO, se pueden observar en el Anexo B.

Algunos parámetros fisicoquímicos en ciertas estaciones o puntos de muestreo, presentaron concentraciones por debajo del límite de detección (<ND) estipulado en los Protocolos de Validación del Laboratorio Especializado de la Universidad de Nariño, por lo tanto dichos valores no fueron reportados. Sin embargo en cada Informe de Resultados del Laboratorio, se reporta el valor equivalente al límite de detección.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado y considerando que para la elaboración y análisis del Perfil de Calidad del cauce principal de la quebrada Piscoyaco, era necesario contar con los valores numéricos de cada parámetro fisicoquímico y bacteriológico medido en cada una de las diez estaciones de muestreo, se optó por colocar un valor en concentración a los reportes que presentaban el símbolo <ND, teniendo en cuenta su equivalencia numérica descrita en los Informes de Laboratorio.

Tabla 53. Resultados de muestreo sobre la quebrada Piscoyaco para las jornadas del 27 de Agosto y 5 de Noviembre del 2014

Parametro	Metodo	Unidades	Jornada de Muestreo	Antes Bocatoma Carrizal	Despues Criadero de Truchas	Puente el Pichuelo	Puente del Huilque	Puente Mina el Tesoro	Desembocadura
Demanda Bioquimica de Oxigeno (DBO5)	Incubacion 5 dias y Electrodo de Membrana	mg O_2/L	Primer Muestreo	3,8	3,8	3,8	3,8	11,94	3,8
			Segundo Muestreo	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
Oxigeno Disuelto (OD)	Modificacion Acida	mg O_2/L	Primer Muestreo	7,38	7,03	6,78	4,8	6,34	7,08
			Segundo Muestreo	7,4	7,3	6,78	7,9	7,75	7,5
Demanda Quimica de Oxigeno (DQO)	Reflujo Cerrado y Titulometrico	mg O_2/L	Primer Muestreo	20	20	20	20	38,88	20
			Segundo Muestreo	20	20	20	20	20	20
pH In Situ	Electrométrico	Unidades de pH		6,7	6,7	7,3	7,55	7,63	7,3
Temperatura	In Situ	°C		8	8	13	14	16	18
Solidos Totales (ST)	Gravimetrico 103 -105 oC	mg/L	Primer Muestreo	64,0	52,0	74,0	88,0	184,0	160,0
			Segundo Muestreo	46,0	68,0	74,0	95,0	106,0	116,0
Solidos Suspendidos Totales (SST)	Gravimetrico 103 -105 oC	mg/L	Primer Muestreo	12	12	12	12	42,5	16,2
			Segundo Muestreo	12	12	12	14,6	17,4	21,4
Solidos Disueltos Totales (SDT)	Calculo	mg/L	Primer Muestreo	52,0	40,0	62,0	76,0	141,5	143,8
			Segundo Muestreo	34,0	56,0	62,0	80,4	88,6	94,6
Grasas y Aceites (GYA)	Extraccion Soxlet	mg/L	Primer Muestreo	5	5	5	5	9,6	5,2
			Segundo Muestreo	5	5,4	5	5	5,6	9,8

Tabla 54. Resultados de muestreo sobre la quebrada Piscoyaco para las jornadas del 27 de Agosto y 5 de Noviembre del 2014

Alcalinidad Total	Potenciometro con Indicador	mg $CaCO_3$/L	Primer Muestreo	15,21	14,96	20,11	28,94	58,86	74,06
			Segundo Muestreo	21,27	20,79	20,11	25,63	31,43	41,1
Nitratos		mg NO_3-N/L	Primer Muestreo	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
			Segundo Muestreo	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Nitritos		mg NO_2-N/L	Primer Muestreo	0,004	0,004	0,004	0,004	0,334	0,004
			Segundo Muestreo	0,004	0,004	0,004	0,004	0,06	0,05
Coliformes Totales		NMP Coliformes Totales/100 ml	Primer Muestreo	921	372	2190	11900	2280000	7940
			Segundo Muestreo	840	1460	2190	37700	579000	137000
Escherechia Coli (E-Coli)		NMP E-Coli/100 ml	Primer Muestreo	10,9	65	557	1000	377000	100
			Segundo Muestreo	20,9	35,9	557	10300	201000	37300
Turbidez		NTU	Primer Muestreo	1,15	1,15	2,06	2,51	47,60	11,10
			Segundo Muestreo	1,28	1,43	2,06	6,63	11,40	10,20
Color Aparente		UPC	Primer Muestreo	8,00	8,00	8,00	8,00	11,20	8,00
			Segundo Muestreo	8,00	8,00	8,00	14,70	17,10	17,10
Conductividad electrica		µS/cm a 25 °C	Primer Muestreo	29,7	32,5	51,6	72,7	181,3	199
			Segundo Muestreo	24,16	25,23	51,6	61	78,1	106,1
Zinc	ESTANDAR METODOS EDICION No 17 3500Zn-B	ESPECTROFOTO. A.A	Primer Muestreo	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018
			Segundo Muestreo	0,08	1,33	0,018	0,018	0,018	0,018
Plomo	ESTANDAR METODOS EDICION No 17 3500Pb-B	ESPECTROFOTO. A.A	Primer Muestreo	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
			Segundo Muestreo	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018
Hierro	ESTANDAR METODOS EDICION No 17 3500Fe-B	ESPECTROFOTO. A.A	Primer Muestreo	0,57	0,1	0,1	0,1	2,61	1,04
			Segundo Muestreo	0,1	0,1	0,1	0,37	0,38	1,9
CAUDAL (L/S)		L/S				292,195			478,82

- **PERFILES DE CALIDAD:**

Los perfiles permiten evaluar de manera gráfica el comportamiento de la calidad y cantidad del agua del cauce principal de la quebrada Piscoyaco.

Las gráficas muestran el patrón de cada parámetro en cada una de las diez (10) estaciones o puntos de muestreo ubicados a lo largo de los cauces principales de la quebrada Piscoyaco, desde su nacimiento en el punto X=0 Km hasta su desembocadura en el punto X= 14,9 Km, permitiendo comparar, en la misma gráfica, el comportamiento de la calidad para las dos jornadas de muestreo llevadas a cabo en campo los días 27 de Agosto y 5 de Noviembre del 2014.

La jornada de muestreo del 27 de Agosto se efectuó en una temporada de verano, por lo cual presenta caudales menores comparados con la segunda jornada.

Así mismo, el muestreo del 5 de Noviembre del 2014 se efectuó en temporada de invierno, en la cual predominaban las lluvias en la región incidiendo en el aumento de caudales de las corrientes superficiales.

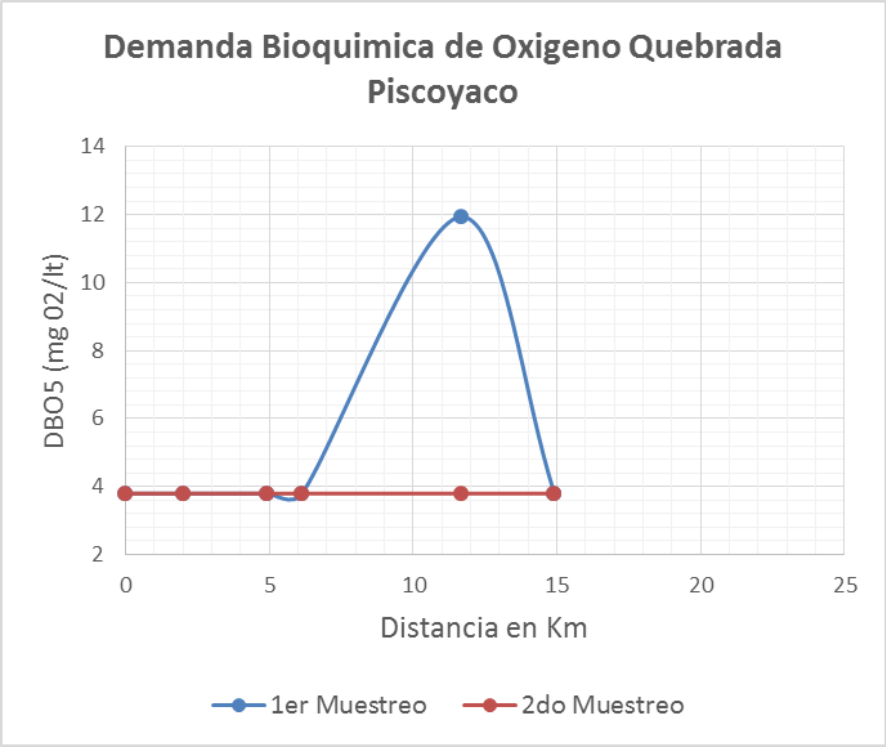
La cantidad de agua natural o caudal presente en el cauce principal de la quebrada Piscoyaco, influye en su capacidad de asimilación y autodepuración de sustancias biodegradables y/o acumulativas descargadas o vertidas.

A continuación se muestra el análisis de los parámetros más importantes medidos sobre los cauces principales de la quebrada Piscoyaco.

- Demanda Bioquímica de Oxigeno a cinco días – DBO_5: Determina la cantidad de oxígeno (medido en mg/l) que es requerido para la descomposición de la materia orgánica por los organismos Unicelulares, bajo condiciones de prueba. Se utiliza para medir la cantidad de contaminación orgánica presente aguas residuales y cuerpos hídricos receptores de vertimientos.

Como se observa en la siguiente gráfica la DBO es menor de 3,8 mg/L que es el límite de detección para este parámetro sin embargo, el trabajo de campo realizado nos permite identificar que en la mayoría de la zona alta se presenta esta condiciones y se incrementa a los 11,25 km aproximadamente que corresponden al punto donde la quebrada Chamizal receptora de un colector municipal entra en confluencia con la quebrada Piscoyaco, cambiando notablemente las condiciones iniciales del cauce principal.

Gráfica 14. Demanda Bioquímica de Oxigeno en el Cauce de la Quebrada Piscoyaco

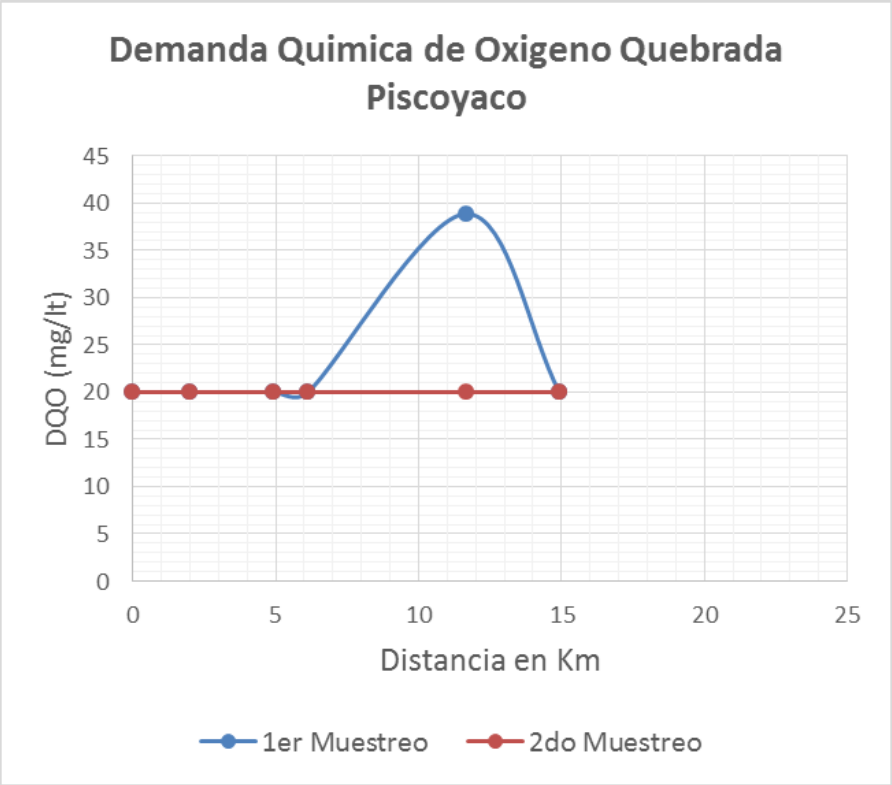


- Demanda Química de Oxigeno – DQO: es la medida de cantidad de oxígeno requerido para la oxidación química de la materia orgánica e inorganica, usando como oxidante sales inorgánicas de permanganato o dicromato de potasio. Es usado para medir la cantidad total de contaminantes orgánicos presentes en aguas residuales y cuerpos hídricos receptores de vertimientos.

Como se observa en la siguiente gráfica la DBO es menor 3,8 mg/L en toda la zona alta de la Subcuenca pero en la zona media de la misma este valor se incrementa paulatinamente con los aportes de aguas residuales provenientes del 70% del casco urbano y por el aporte esporádico de viviendas aledañas al cauce principal de la quebrada, este valor se maximiza a los 11,50 km aprox. que corresponden a los vertimientos del casco urbano.

En este punto el aumento es de la DBO es considerable, aunque es importante tener encuenta que los vertimientos generados por el casco urbano no son vertidos directamente al cauce principal debido a que estos inicialmente caen sobre otro importante afluente que aguas abajo se une con el cauce principal de la quebrada.
Adicionalmente, las condiciones topográficas de la zona le permiten generar procesos de autodepuración y oxigenación.

Gráfica 15. Demanda Química de Oxigeno en el Cauce de la Quebrada Piscoyaco

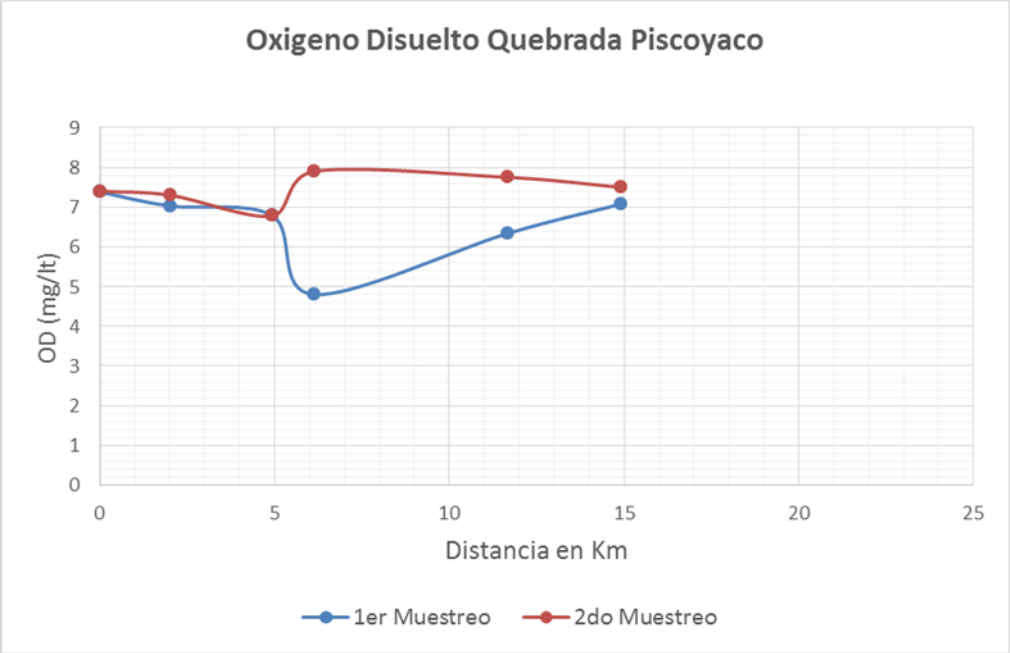


La gráfica de este parámetro tiene la misma tendencia de la DBO5, por lo cual se puede analizar o deducir el mismo comportamiento de la Quebrada Piscoyaco para el parámetro de Demanda Química de Oxígeno.

De lo anterior, podemos inferir que al inicio de la Quebrada Piscoyaco, el agua presenta una Demanda Química de Oxigeno baja lo cual nos indica que el contenido de materia orgánica e inorgánica es baja, la DQO mas alta se presenta en el puente del sector de la Mina el Tesoro debido a la confluencia de la quebrada Chamizal la cual recibe los vertimiento directos de las aguas residuales de uno de los dos colectores municipales y que aproximadamente en los 11,50 km esta se une con el cauce principal de la Quebrada Piscoyaco, incrementando así el contenido de materia orgánica e inorgánica en la corriente.

- Oxígeno Disuelto: Definido como la concentración de oxígeno solubilizado en un líquido. La cantidad de oxígeno disuelto en agua para un cierto tiempo, expresado en mg/L. Es necesario para la respiración de los microorganismos aerobios, así como para otras formas de vida.

Gráfica 16. Oxígeno Disuelto en el Cauce de la Quebrada Piscoyaco



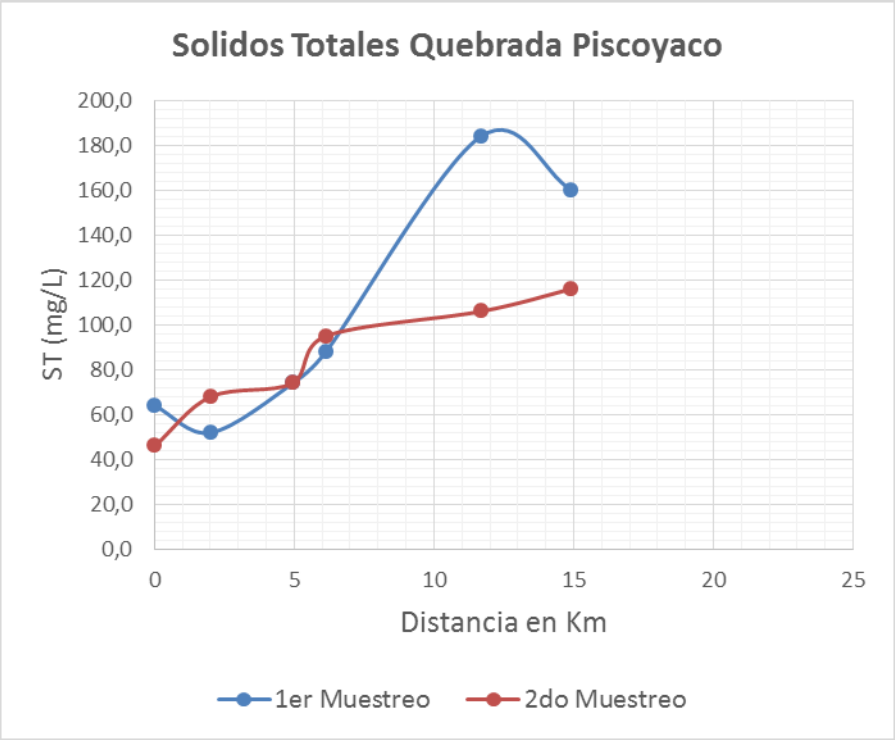
La grafica a diferencia de las demás, presenta una tendencia decreciente, con valores óptimos de oxígeno disuelto en la zona alta y baja de la quebrada Piscoyaco y valores medios que limitan y restringen el desarrollo de microorganismos anaerobios en la parte media del cauce principal.
Los valores altos de oxígeno disuelto se deben a la ausencia de vertimientos puntuales que pongan en riesgo la calidad de la corriente superficial, pero también son el resultado de las pendientes y topografía que recorre la quebrada así como la presencia de piedras en su cauce que ocasionan escenarios de oxigenación y aireación aumentando su capacidad de asimilación y depuración.

La disminución en la concentración de oxígeno disuelto en la parte media, se deben a la presencia de vertimientos no puntuales en el cauce Principal, pero gracias a la gran pendiente que existe antes de que la quebrada Chamizal (receptora de vertimientos) se una con el cauce principal de la quebrada Piscoyaco, permite generar procesos de oxigenación y aireación; de este punto en adelante debido a las altas pendientes y a que no existen descargas de aguas residuales puntuales, esto permite que la corriente se reoxigene recuperando el valor de oxígeno disuelto en el cauce.

- **Sólidos Totales - ST:** Definidos analíticamente como la materia que se obtiene como residuo después de someter al agua a un proceso de evaporación entre 103 y 105 °C. Los Sólidos Totales se pueden obtener también, al sumar los Sólidos Disueltos con los Sólidos Suspendidos.

Para los sólidos totales, disueltos y suspendidos podemos concluir de acuerdo con las gráficas que en la parte alta de los 0 a los 5 km la presencia de solidos es baja, pero presentan un incremento en el valor a partir de los 5, km, debido principalmente a las grandes pendientes que se presentan en todo el recorrido de la quebrada Piscoyaco, provocando el aumento de la velocidad en el cauce de la quebrada arrastrando consigo gran cantidad de partículas de tamaño pequeño (partículas orgánicas e inorgánicas).

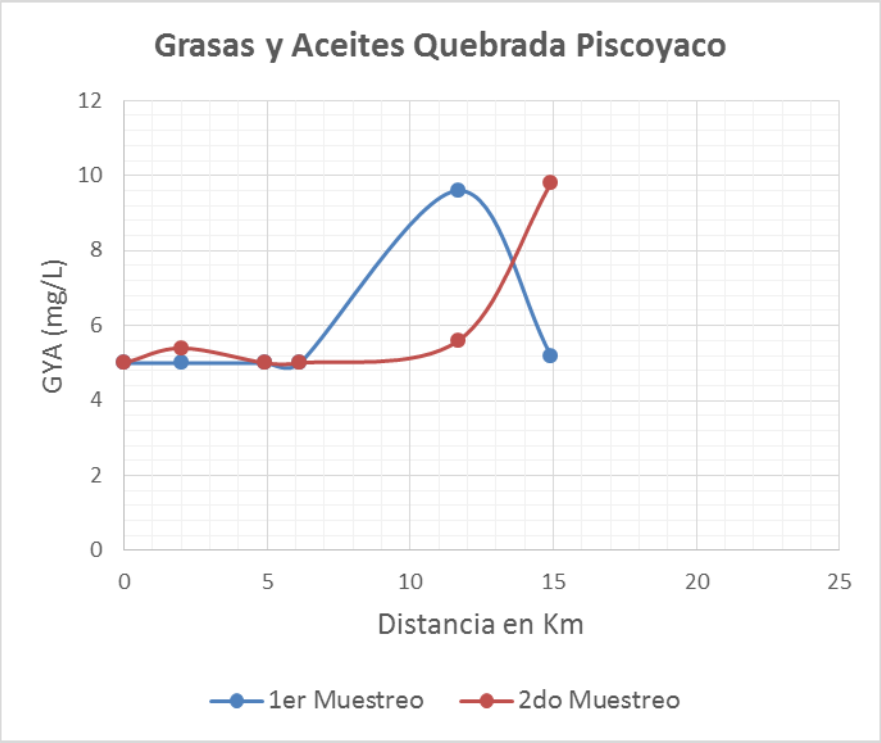
Gráfica 17. Sólidos Totales en el Cauce de la Quebrada Piscoyaco



- Grasas y Aceites: Las grasas y aceites son compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, así como los hidrocarburos del petróleo. Las sustancias grasas se clasifican en grasas y aceites. Teniendo en cuenta su origen, pueden ser animales o vegetales.

Como se observa en la siguiente grafica se puede observar que en los 5 primeros kilómetros de la quebrada la presencia de grasas y aceites es baja, sin embargo se puede identificar que el pico representado en la gráfica corresponden al punto de vertimiento de mayor incidencia que corresponde a las aguas residuales de aproximadamente el 70% de la población total, de igual forma es importante tener presente que este vertimiento no se realiza de manera directa sobre el cauce principal.

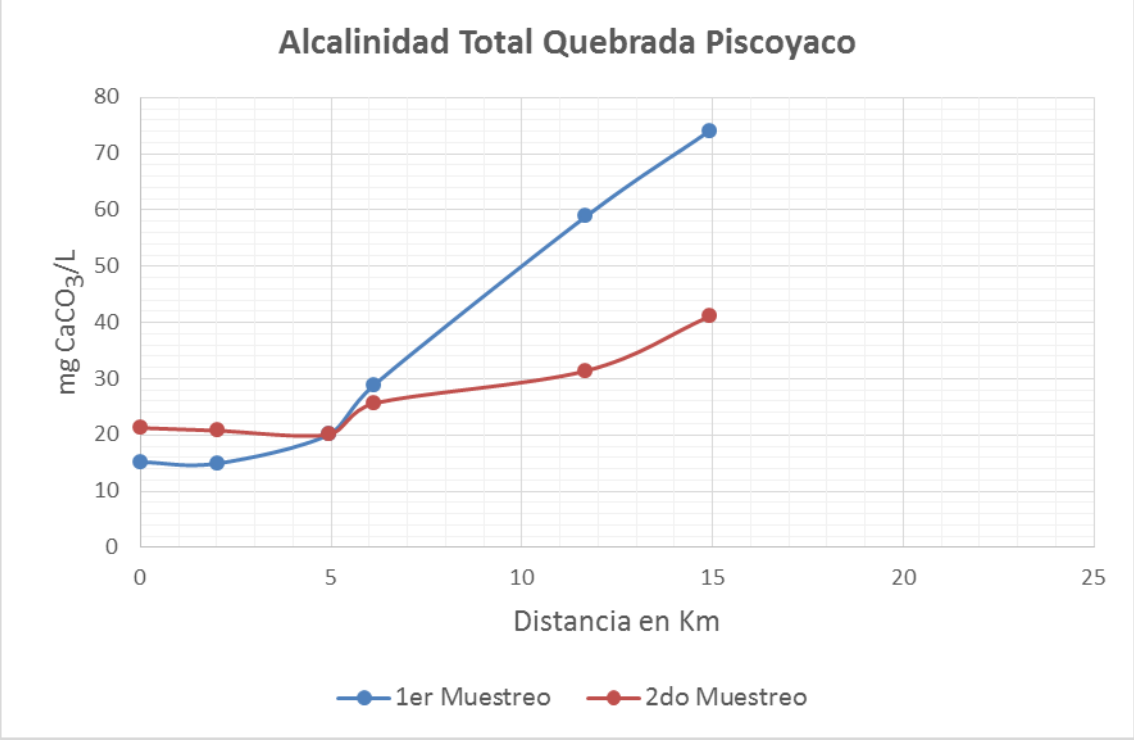
Gráfica 18. Grasas y Aceites en el Cauce de la Quebrada Piscoyaco



Comparando las dos jornadas, la mayor alteración se presenta, como ha ocurrido con los demás parámetros, en el muestreo del 27 de Agosto de 2014, teniendo encuenta que este muestreo se realizó en temporada de verano y el caudal era menor generando consigo importantes alteraciones en el cauce principal de la quebrada en comparación con el muestreo del 5 de Noviembre que se realizó en temporada de invierno.

- Alcalinidad Total: definida como la medida de la capacidad del agua para neutralizar la acidez, gracias a la presencia de iones OH-, entre otros.

Gráfica 19. Alcalinidad Total en el Cauce de la Quebrada Piscoyaco

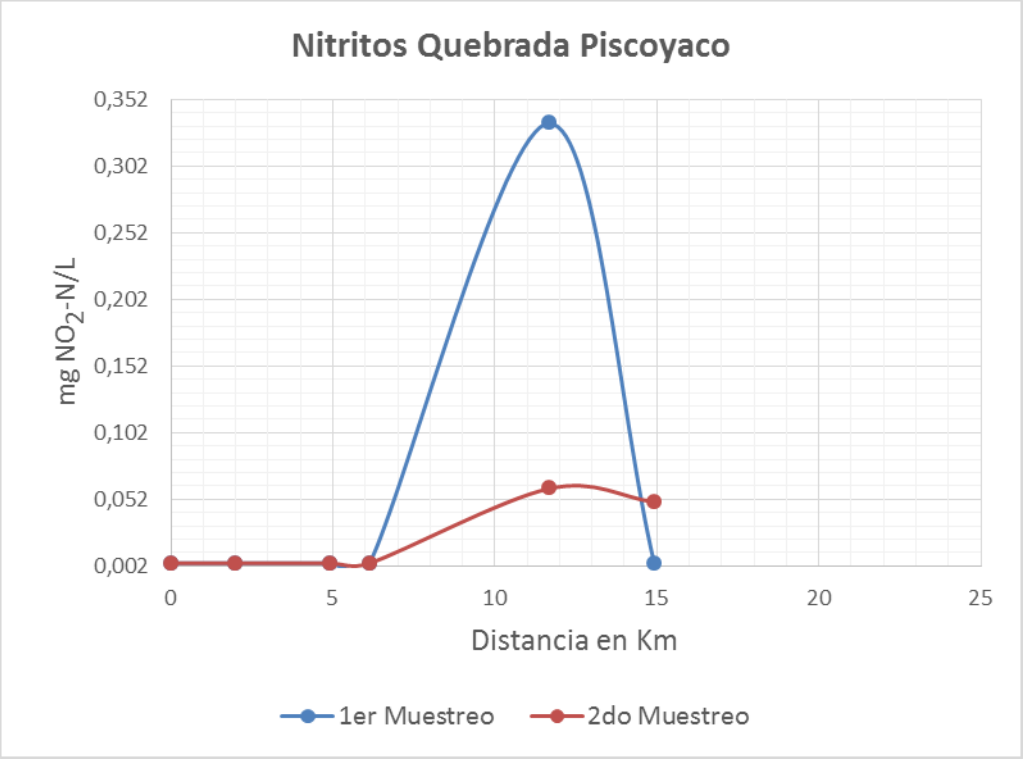


El comportamiento de la gráfica en ambos muestreos es creciente indicando que la calidad de la Quebrada se ve alterada a medida que se va intensificando el número de vertimientos es importante tener encuenta que estos vertimientos no se realizan de manera directa sobre el Cauce Principal. Teniendo como importante afectación el punto correspondiente a la confluencia la quebrada Chamizal con el cauce principal la cual es receptora de los vertimientos municipales.

La tendencia más creciente de alcalinidad total sobre el cauce principal, corresponde al muestreo efectuado el día 27 de Agosto de 2014 tomado en época de disminución de caudales por escases de lluvias.

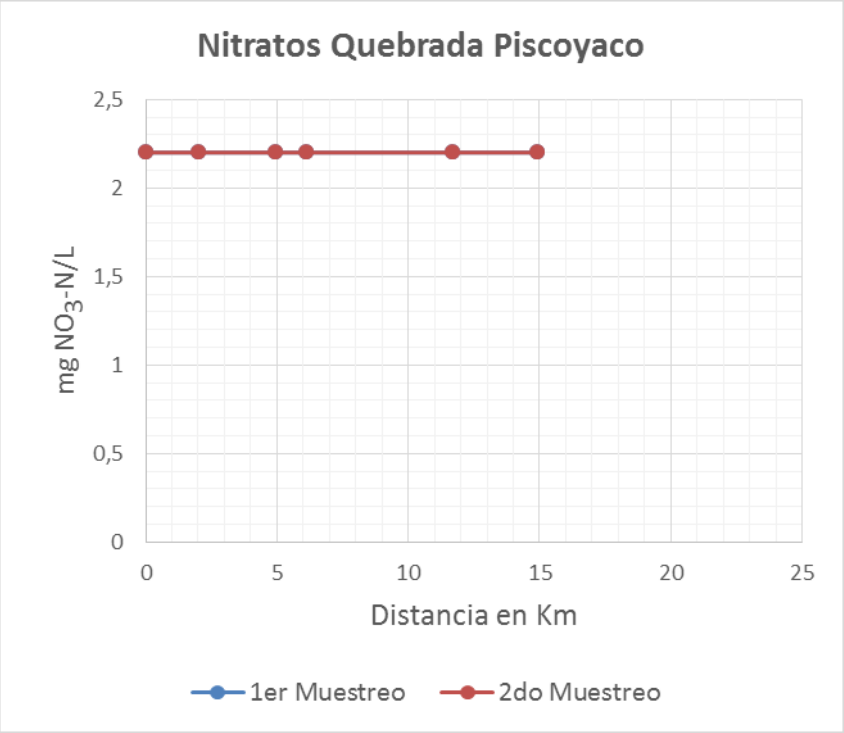
- Nitritos: son productos de partida en la síntesis de diversos compuestos químicos, los nitritos resultan ser tóxicos para los peces. Una concentración de 0,2-0,4 mg/l mata al 50% de una población de truchas. Se nota una mortandad elevada de peces a partir de 0,15 mg/L, de lo anterior no podemos inferir que las concentraciones encontradas en el muestreos afectan las condiciones de la quebrada a partir de los 11,5 km hasta los 15 km aproximadamente.

Gráfica 20. Nitritos en el Cauce de la Quebrada Piscoyaco



- Nitratos: se encuentran en la naturaleza y se forman por la descomposición de compuestos nitrogenados. Los niveles de nitratos en aguas superficiales son generalmente bajos, por lo tanto de acuerdo a la normatividad ambiental vigente el valor admisible de nitratos en el agua destinada para consumo humano es de 10 mg/l.

Gráfica 21. Nitratos en el Cauce de la Quebrada Piscoyaco

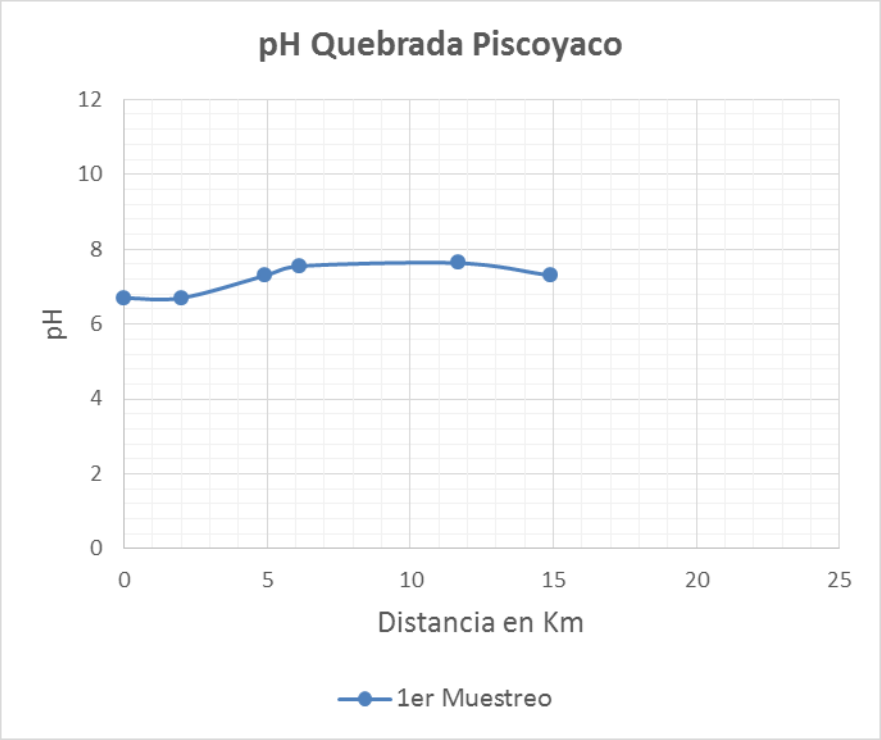


Los valores de Nitratos presentados están por debajo del valor o límite de detección. Por lo tanto con respecto a este parámetro no se puede afirmar que afecte o altere de manera considerable la calidad del agua de manera que ponga en riesgo los usos actuales y/o potenciales de la quebrada Piscoyaco; de igual forma para en la primera y segunda jornada de muestreo los mismo valores no fluctúa o varía demasiado.

- **Potencial de Hidrogeno – pH:** Expresa la intensidad de las condiciones acidas o básicas del agua mediante la concentración del ion hidrogeno H+.

La quebrada Piscoyaco en todo su recorrido presenta pH relativamente neutros con tendencia a valores básicos, cuyos picos máximos no superan las 7,7 unidades.

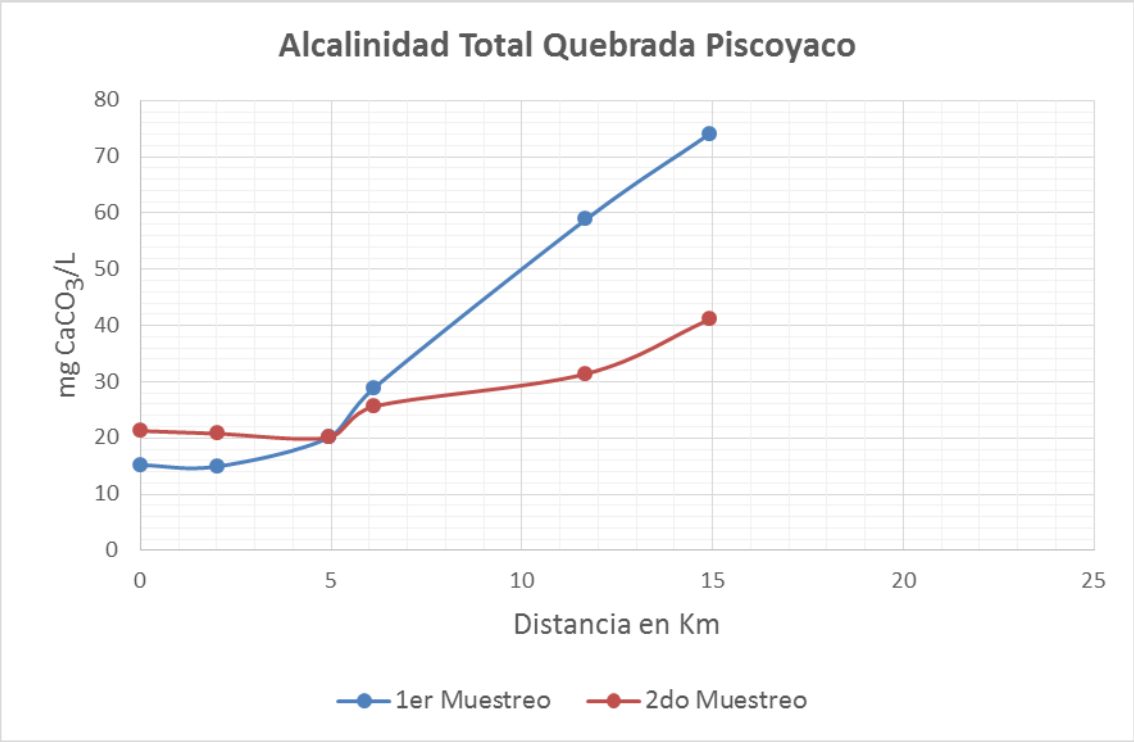
Gráfica 22. pH en el Cauce de la Quebrada Piscoyaco



- Conductividad: Indica la facilidad con que la corriente eléctrica pasa a través del agua. El agua pura o en condiciones naturales no es buena conductora de la corriente eléctrica por lo que conductividades altas indican la presencia de impurezas y sales disueltas.

La Conductividad permite identificar cuando una fuente hídrica superficial está siendo afectada por descargas o vertimientos puntuales de origen antrópico, ya que el agua en condiciones naturales presenta valores bajos para este parámetro.

Gráfica 23. Conductividad en el Cauce de la Quebrada Piscoyaco



La Conductividad permite identificar cuando una fuente hídrica superficial está siendo afectada por descargas o vertimientos puntuales de origen antrópico, ya que el agua en condiciones naturales presenta valores bajos de este parámetro.

El comportamiento de la gráfica en ambos muestreos es creciente indicando que la calidad de la Quebrada se ve alterada a medida que se va acercando a la parte media de la Subcuenca en donde se centran la mayor afectación por el vertimiento indirecto de aguas residuales municipales, sobre su Cauce Principal.

Los valores más bajos de Conductividad se presentan en los puntos de muestreo correspondientes a la zona de nacimiento de la quebrada Piscoyaco en donde la intervención antrópica es mínima y no se identificaron vertimientos puntuales.

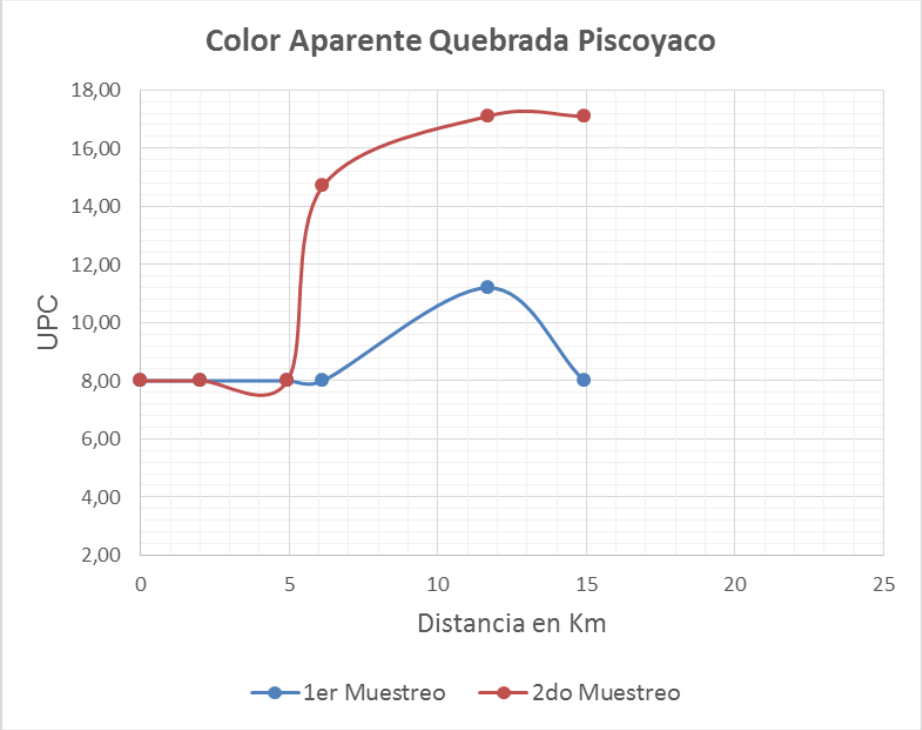
Los valores más altos de Conductividad se presentan aproximadamente en el punto en donde se unen la quebrada Chamizal la cual lleva la descargas de un colector municipal con la quebrada Piscoyaco hasta su punto de desembocadura, en este tramo también se encuentra ubicado el sector el minero el cual no realiza descargas directas sobre el cauce principal.

El mayor impacto sobre la calidad del cauce principal de la quebrada Piscoyaco se presenta en la jornada del 27 de Agosto de 2014, debido principalmente a la disminución de su caudal por ser una temporada de escases de lluvias, incidiendo de manera negativa en su capacidad de asimilación y biodegradación.

- Color Aparente: Color se debe a la presencia de iones metálicos naturales, de plancton, restos vegetales, residuos industriales. El color aparente es debido en parte a material en suspensión.

Como podemos observar en la siguiente gráfica el color aumenta hasta llegar a un máximo en el punto de confluencia de la quebrada Chamizal (receptora de un colector municipal) con el cauce principal de la quebrada Piscoyaco, lo cual se debe principalmente a la disolución de materiales vegetales y materia orgánica en proceso de descomposición. En los puntos finales el color disminuye hasta llegar aproximadamente al valor inicial, lo cual se debe principalmente al aporte de agua de Quebradas naturales. Es importante aclarar que los valores de color no son lo suficientemente significativos como para indicar problemas de contaminación.

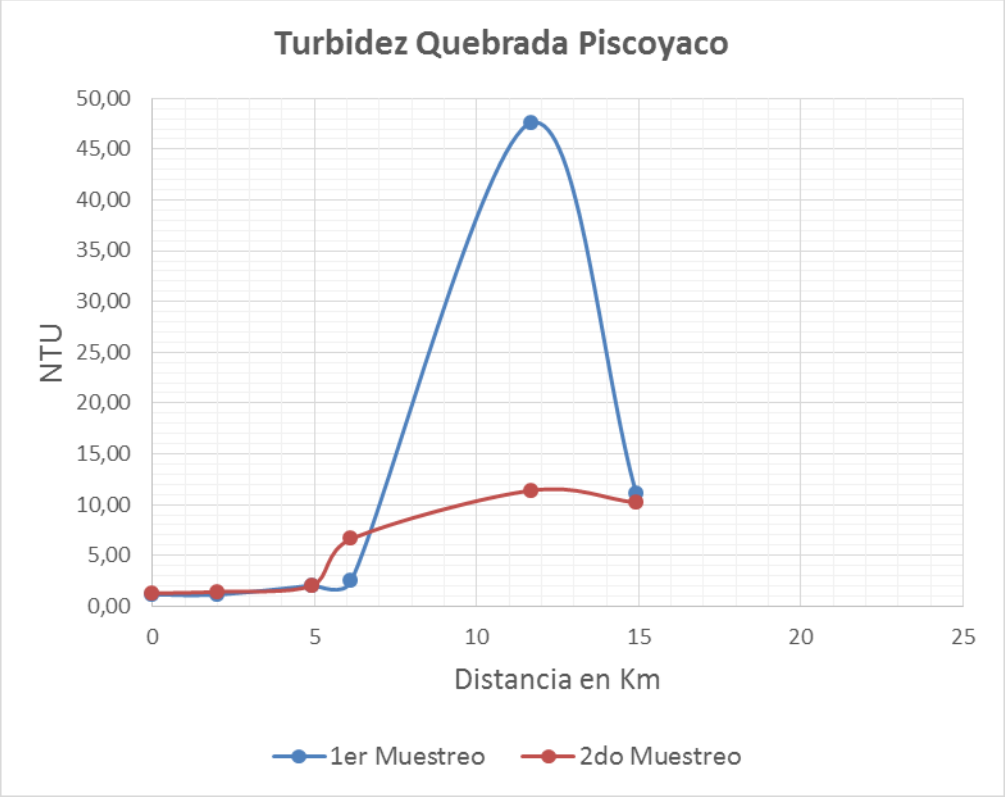
Gráfica 24. Color Aparente en el Cauce de la Quebrada Piscoyaco



- Turbiedad: Es producida por materias en suspensión como arcilla, materia orgánica e inorgánica, plancton etc. La turbiedad es la expresión de la propiedad óptica que origina que la luz se disperse y absorba en vez de transmitirse en línea recta a través de la muestra.

De acuerdo con la siguiente gráfica, el agua presenta una turbiedad baja en todos los puntos a excepción del punto donde se une la quebrada Chamizal receptora del colector municipal con el cauce principal de la quebrada Piscoyaco, lo cual nos indica la presencia de partículas en suspensión que impiden el paso de la luz. Es decir que en la parte media se concentra la mayor presencia de óxidos de hierro, Zinc, Coloides y/o Sólidos suspendidos, debido principalmente a los vertimientos del casco urbano y a la presencia de minas y plantas de beneficio que realizan procesos de extracción y beneficio del material minero.

Gráfica 25. Turbidez en el Cauce de la Quebrada Piscoyaco



- Consideraciones Generales del Perfil de Calidad de la quebrada Piscoyaco:

La contaminación presentada sobre el Cauce Principal es principalmente de tipo u origen orgánico.

La mayor alteración o deterioro de la calidad del agua de la Quebrada, se presenta a partir de las descargas indirectas domesticas e industriales (minería) del casco urbano del municipio de los Andes Sotomayor, es decir toda la zona identificada como parte media e inicios de la parte baja del cauce principal teniendo encuenta los análisis de laboratorio. En este tramo la corriente no es apta para la utilización y satisfacción de ninguno de los usos estipulados por la Normatividad vigente.

La zona alta y baja de la corriente superficial no presenta alteraciones mayores en su calidad fisicoquímica y bacteriológica.

En la Primera jornada de muestreo efectuada el día 27 de Agosto de 2014, se refleja la mayor afectación de la calidad fisicoquímica de la Quebrada.

La primera jornada de muestreo efectuada el 5 de Noviembre de 2014presenta la mayor afectación de la calidad bacteriológica de la Quebrada.

- **INDICE DE CALIDAD ICA:**

Utilizado para evaluar la calidad del agua de una fuente hídrica por medio de la valoración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que indican mediante un rango numérico que va de cero (0) a cien (100) si el agua es de pésima o excelente calidad para la satisfacción de los distintos usos incluyendo el desarrollo biológico y buen desempeño de los ecosistemas dependientes del cuerpo hídrico.

Este índice a pesar de haber sido desarrollado en 1970 para las condiciones propias de una región o país, es ampliamente utilizado a nivel mundial, siendo validado y adaptado por diferentes autores a condiciones especificas de los ríos o fuentes hídricas.

La metodología utilizada para el cálculo del ICA fue el de la Fundación Nacional de los Estados Unidos NSF, la cual tiene en cuenta la interrelación de nueve (9) parámetros fisicoquímicos y microbiologicos, los cuales son:

- ✓ Coliformes Fecales (en NMP/100 mL)
- ✓ pH (en unidades de pH)
- ✓ Demanda Bioquímica de Oxigeno en 5 días (DBO5 en mg/ L)
- ✓ Nitrógeno (en mg/L)
- ✓ Fósforo Total (PO4 en mg/L)
- ✓ Cambio de la Temperatura (en ºC)
- ✓ Turbidez (en FAU)
- ✓ Sólidos disueltos totales (en mg/ L)
- ✓ Oxígeno disuelto (OD en % saturación)

Para evaluar y determinar las condiciones de calidad del agua de una Corriente Hídrica en distintos tramos o estaciones de muestreo, el ICA se clasifica en los siguientes rangos:

Gráfica 26. Clasificación Calidad de agua según el ICA

91 -- 100	EXELENTE	
71 -- 90	BUENA	
51 -- 70	REGULAR	
26 -- 50	MALA	
0 -- 25	PESIMA	

Las aguas con “ICA” mayor que 90 son capaces de poseer una alta diversidad de vida acuática. Además establece condiciones óptimas para la satisfacción de los usos demandados.

Las aguas con un “ICA” de categoría “Regular” tienen generalmente menos diversidad de organismos acuáticos y han aumentado con frecuencia el crecimiento de las algas, además de condicionar algunos usos.

Las aguas con un “ICA” de categoría “Mala” pueden solamente apoyar una diversidad baja de vida acuática y están experimentando probablemente problemas con la contaminación. Limita los usos.

Las aguas con un “ICA” que caen en categoría “Pésima” pueden solamente apoyar un número limitado de las formas acuáticas de la vida, presentan problemas abundantes y normalmente no sería considerado aceptable para las actividades que implican el contacto directo con ella.

Para determinar el valor del “ICA” en un punto deseado es necesario tener las mediciones de los 9 parámetros implicados en el cálculo del Índice los cuales son: pH, Solidos Disueltos, Fosfatos, Nitratos, Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxigeno, Coliformes Fecales, Turbiedad, Temperatura. Además es importante tener en cuenta los valores del peso relativo de cada uno de los 9 parámetros, tal como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 55. Pesos Relativos por cada Parámetro ICA

Parametro	Peso Relativo (W)
PH	0,12
SOLIDOS DISUELTOS	0,08
FOSFATOS	0,1
NITRATOS	0,1
OXIGENO DISUELTO	0,17
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	0,1
COLIFORMES FECALES	0,15
TURBIEDAD	0,08
TEMPERATURA	0,1

Para calcular el Índice de Brown se puede utilizar una suma lineal ponderada de los subíndices (ICAa) o una función ponderada multiplicativa (ICAm). Estas agregaciones se expresan matemáticamente como sigue:

$$ICAa = \sum_{i=1}^{9}(Subi * \mathrm{Wi}) \quad (1)$$

$$ICAa = \prod_{i=1}^{9}(Subi^{Wi}) \quad (2)$$

Dónde:

- Wi: Pesos relativos asignados a cada parámetro (Subi), y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a uno.
- Subi: Subíndice del parámetro i.

El cálculo de los “ICA” se realizó mediante técnicas multiplicativas, que son mucho más sensibles a la variación de los parámetros, reflejando con mayor precisión un cambio de calidad. Es por esta razón que la técnica que se aplicará en este estudio es la multiplicativa (Ecuación 2).

Para determinar el valor del “ICA” es necesario sustituir los datos en la ecuación 2 obteniendo los Subíndices (Subi) a partir del análisis de las gráficas diseñadas en la metodología NSF con sus respectivas adaptaciones. Los valores se elevan por sus respectivos Pesos Relativos asignados (Wi) y se multiplican los 9 resultados obteniendo de esta manera el “ICA”.

El ICA de la quebrada Piscoyaco, se calculó para cada una de las seis (6) puntos de muestreo ubicadas a lo largo de su cauce principal, eligiendo como escenario más representativo, la jornada del 27 de Agosto de 2014, que como se pudo constatar en el Perfil de Calidad, presenta el escenario de deterioro y alteración del recurso hídrico más crítico, teniendo encuenta que le caudal del cauce principal fue menor ya que se realizó en temporada de verano.

A continuación se presentan los ICAS calculados para cada punto de muestreo sobre el Cauce Principal de la quebrada Piscoyaco, con su respectiva tabla de cálculo y análisis de resultados:

- **ICAS QUEBRADA PISCOYACO**

- Punto de Muestreo No QP1: Antes Bocatoma Vereda Carrizal.

Tabla 56. ICA Punto de Muestreo QP1

ANTES BOCATOMA CARRIZAL				
Parametro	**V. Medido**	**Subindice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	6,7	80	0,12	1,692
SOLIDOS DISUELTOS	52	87	0,08	1,429
FOSFATOS	0,1	95	0,1	1,577
NITRATOS	2,2	92	0,1	1,572
OXIGENO DISUELTO	85,68	90	0,17	2,149
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	3,8	70	0,1	1,529
COLIFORMES FECALES	10,90	71	0,15	1,895
TURBIEDAD	1,15	96	0,08	1,441
TEMPERATURA	8	64	0,1	1,516
			1	
			ICA	**81,53**
				BUENA

Como principal parámetro determinante del Índice de Calidad del agua está el de Coliformes Fecales, ya que es el que mayor Peso Relativo presenta e infiere de manera notable en el valor del ICA, al igual que el resto de parámetros medidos muestran una corriente en buenas condiciones y como consecuencia se reflejan en los valores del ICA dando como resultado un índice de calidad de BUENA en este punto.

En este punto existe ya un nivel de intervención antrópica alrededor del área de influencia de la Quebrada, ya que se encuentra la presencia de ganado, generando riesgos en la calidad del agua ya que puede ser alterada ocasionalmente por vertimientos eventuales por escurrimientos superficiales sobre potreros.

- Punto de Muestreo No. QP2: Después Criadero de Truchas.

Tabla 57. ICA Punto de Muestreo QP2

DESPUES CRIADERO DE TRUCHAS				
Parametro	**V. Medido**	**Subindice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	6,7	80	0,12	1,692
SOLIDOS DISUELTOS	40	87	0,08	1,429
FOSFATOS	0,1	95	0,1	1,577
NITRATOS	0,004	95	0,1	1,577
OXIGENO DISUELTO	82,32	89	0,17	2,145
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	3,8	70	0,1	1,529
COLIFORMES FECALES	65	55	0,15	1,824
TURBIEDAD	1,15	97	0,08	1,442
TEMPERATURA	8	64	0,1	1,516
			1	
			ICA	**78,63**
				BUENA

La calidad del agua continúa siendo buena y no presenta mayores alteraciones o cambios con respecto al punto anterior, a pesar de que la corriente en este punto es desviada para el cultivo de truchas y vertida nuevamente a su cauce principal y además atraviesa áreas intervenidas principalmente por pastoreo de ganado.

El oxígeno disuelto en este punto es constante con respecto al punto inicial, así mismo los valores correspondientes a los parámetros en este punto siguen mostrando una fuente en buenas condiciones; sin embargo se observa que el valor del ICA es menor ocasionado principalmente por los pequeños aportes de origen animal ya que en esta zona la ronda hídrica esta desprotegida permitiendo el acceso de los animales directamente a la fuente de estudio.

- Punto de Muestreo No. QP3: Puente el Pichuelo.

Tabla 58. ICA Punto de Muestreo QP3

PUENTE EL PICHUELO				
Parametro	**V. Medido**	**Subindice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	7,3	92	0,12	1,720
SOLIDOS DISUELTOS	62	87	0,08	1,429
FOSFATOS	0,1	95	0,1	1,577
NITRATOS	2,2	99	0,1	1,583
OXIGENO DISUELTO	81,29	88	0,17	2,141
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	3,8	67	0,1	1,523
COLIFORMES FECALES	557	31	0,15	1,674
TURBIEDAD	2,06	83	0,08	1,424
TEMPERATURA	13	64	0,1	1,516
			ICA	**72,31**
				BUENA

La calidad del agua para este punto es nuevamente BUENA, a pesar de que en este sector se pueden generar vertimientos domésticos esporádicos, indirectos y en cantidades bajas, y que gracias a que la corriente presenta un óptimo proceso de asimilación, autodepuración y grandes pendientes, lo que permite que no se alcance alterar de manera considerable la calidad del agua.

- Punto de Muestreo No. QP4: Puente el Huilque.

Tabla 59. ICA Punto de Muestreo QP4

PUENTE EL HUILQUE				
Parametro	**V. Medido**	**Subindice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	7,6	92	0,12	1,720
SOLIDOS DISUELTOS	76	87	0,08	1,429
FOSFATOS	0,1	95	0,1	1,577
NITRATOS	2,2	88	0,1	1,565
OXIGENO DISUELTO	91,34	93	0,17	2,161
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	3,8	64	0,1	1,516
COLIFORMES FECALES	1000	22	0,15	1,590
TURBIEDAD	2,51	94	0,08	1,438
TEMPERATURA	14	64	0,1	1,516
			ICA	**68,89**
				REGULAR

La calidad del agua para esta zona se torna REGULAR, ya que la Quebrada comienza a ser influenciada por escurrimientos superficiales de potreros y fincas que arrastran materia orgánica por la presencia de estiércol proveniente del ganado y químicos.

- Punto de Muestreo No. QP5: Puente Mina El Tesoro.

Tabla 60. ICA Punto de Muestreo QP5

PUENTE MINA EL TESORO				
Parametro	**V. Medido**	**Subindice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	7,63	94	0,12	1,725
SOLIDOS DISUELTOS	141,5	79	0,08	1,418
FOSFATOS	0,27	80	0,1	1,550
NITRATOS	2,2	99	0,1	1,583
OXIGENO DISUELTO	77,41	80	0,17	2,106
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	11,94	30	0,1	1,405
COLIFORMES FECALES	377000	3	0,15	1,179
TURBIEDAD	47,60	40	0,08	1,343
TEMPERATURA	16	64	0,1	1,516
			ICA	**42,66**
				MALA

En este punto, la calidad del agua se torna MALA ya que en este tramo cae la quebrada Chamizal la cual es receptora de aproximadamente el 70% de las aguas residuales del casco urbano, además recibe vertimientos indirectos de la Planta de Beneficio de la Cooperativa de los Mineros, y se une con cauce principal de la quebrada Piscoyaco, cuyos vertimientos superan la capacidad de asimilación y autodepuración de la corriente superficial receptora.

Como principales aportantes de contaminación que aumentan considerablemente los valores de DBO y Coliformes Fecales de la Fuente Hídrica, están las descargas del colector de Peña Lisa, las cuales como se describe en el Censo de Usuarios y en la Topología Detallada, aportan vertimientos de tipo doméstico.

- Punto de Muestreo No. QP6: DESEMBOCADURA.

Tabla 61. ICA Punto de Muestreo QP6

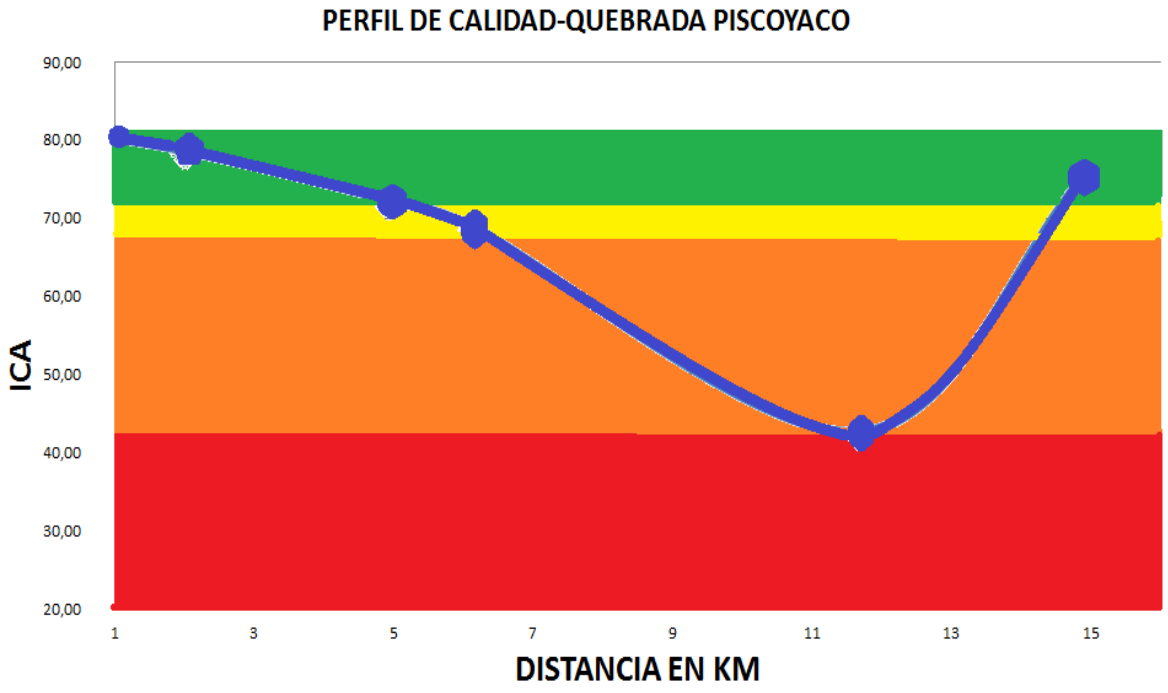
DESEMBOCADURA				
Parametro	**V. Medido**	**Subindice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	7	89	0,12	1,714
SOLIDOS DISUELTOS	143,8	80	0,08	1,420
FOSFATOS	0,1	96	0,1	1,578
NITRATOS	2,2	99	0,1	1,583
OXIGENO DISUELTO	80,99	89	0,17	2,145
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	3,8	66	0,1	1,520
COLIFORMES FECALES	100	46	0,15	1,776
TURBIEDAD	11,10	77	0,08	1,416
TEMPERATURA	18	64	0,1	1,516
			ICA	**75,56**
				BUENA

La calidad del agua para este sector vuelve a ser BUENA aguas debajo de haber recibido la confluencia de la quebrada Chamizal el cauce principal, indicando un óptimo proceso de asimilación y autodepuración de la corriente superficial alcanzado principalmente por los siguientes aspectos:

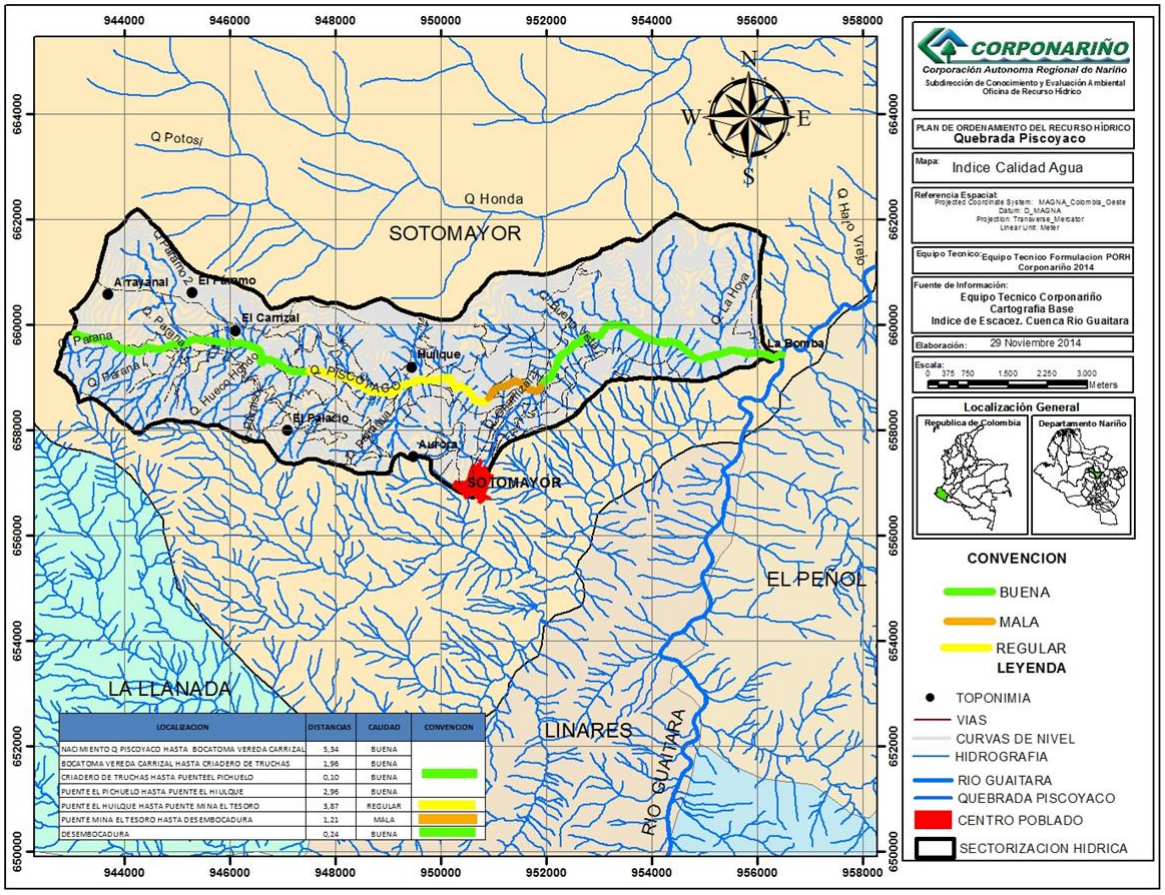
- Ausencia de vertimientos puntuales continuos.

- Aporte en cuanto a cantidad y calidad, los afluentes naturales que confluyen en el Cauce Principal de la quebrada Piscoyaco en este tramo, aportan caudales de agua en condiciones de calidad buenas influyendo de manera positiva en los procesos de depuración y asimilación de la corriente superficial.

Figura 24. Perfil de Calidad de la Quebrada Piscoyaco



Mapa 18. Perfil de Calidad de la Quebrada Piscoyaco



6.8 Diagnostico Hidrobiológico de Calidad del Agua

6.8.1 Marco Contextual

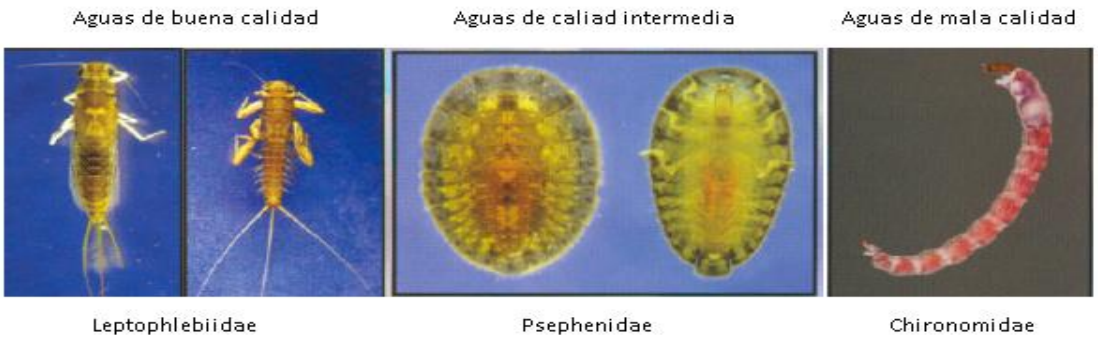
En la actualidad la mayoría de metodologías de estudio y seguimiento de la calidad de aguas están basadas casi exclusivamente en análisis fisicoquímicos que a pesar de aportar información valiosa tiene como principal desventaja el hecho de presentar resultados puntuales en el tiempo, por lo que se hace necesario la exploración e implementación de nuevas opciones (Alonso, A.2005).

El seguimiento y evaluación de una comunidad biológica puede presentarse como una alternativa, ya que su estructura funcional integra el efecto de muchos factores ambientales y, además, necesita de un tiempo más o menos prolongado para recuperarse tras sufrir una perturbación, de tal forma que una alteración de la estructura de la comunidad con respecto a las condiciones naturales, puede ser indicativa de una

perturbación sufrida tiempo atrás o que aún está afectando a la comunidad y que para determinados procesos de contaminación esporádica son detectados, mejor por medio de un seguimiento biológico que fisicoquímico (Alonso, A.2005).

Con base en lo anterior y entendiendo la importancia de complementar y enriquecer los análisis desde un punto de vista biológico, la Corporación Autónoma Regional de Nariño, busca construir una visión integral del agua como recurso tanto en entidades públicas y privadas como en la comunidad en general. Para ello implementa dentro de la Formulación de Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH) vigencia 2014, un criterio hidrobiológico difundido y aplicado a nivel mundial que utiliza los macroinvertebrados acuáticos (Figura 25) como indicadores de calidad a través del índice BMWP (Biological Monitoring Working Party Score System), el cual ha demostrado eficacia en la detección de puntos de alteración y en el cartografiado de la calidad de las aguas por presentar características únicas y ventajosas frente a otros métodos tales como: tener una amplia distribución (geográfica y en diferentes tipos de ambientes), gran riqueza de especies con diversidad de respuestas a los gradientes ambientales, ser en su mayoría sedentarios, lo que permite el análisis espacial de la contaminación, poder utilizar su reacción de huida (deriva) como indicador de contaminación, tener ciclos de vida largo reflejando contaminación en el tiempo, ser muestreados de forma sencilla y barata, disponer de una taxonomía en general bien conocida a nivel de familia y género, sensibilidad bien conocida de muchos taxa a diferentes tipos de contaminación y el uso de muchas especies en estudios experimentales sobre los efectos de la contaminación (Prat, N. 2009).

Figura 25. Macroinvertebrados representativos de aguas de buena, intermedia y mala calidad.

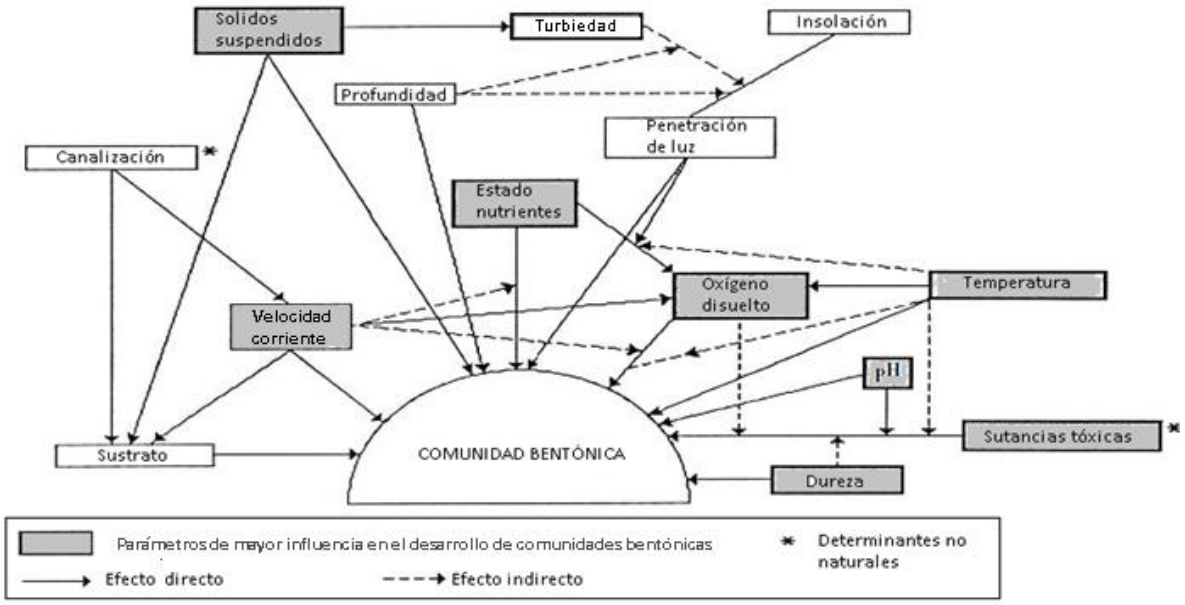


Fuente: Bioindicadores del agua, Springer M. 2007

- **Identificación y características medioambientales de la zona de estudio**

El conocimiento de las condiciones climáticas y topográficas generales de la zona de estudio es de vital importancia en evaluaciones que representan una característica de tipo biológico ya que condicionan tanto los ciclos vitales de los seres vivos, como la dinámica de sus comunidades. Los parámetros físicos y químicos que determinan el desarrollo de los organismos vivos, están relacionados entre sí de forma compleja; un ejemplo se observa en los organismos que habitan el fondo de los ecosistemas acuáticos (comunidades bentónicas), donde intervienen múltiples factores que determinan su desarrollo, algunos de los cuales se afectan con mayor intensidad por algunos parámetros, como: Sólidos suspendidos, estado de los nutrientes, velocidad de la corriente, oxígeno disuelto, temperatura, pH, dureza y sustancias tóxicas (Figura 26).

Figura 26. Relación e influencia de parámetros físicos y químicos que determinan las comunidades bentónicas de un río.



Fuente: *Biological monitoring of rivers* (Vol. 19). John Wiley & Sons. (2008)

Teniendo en cuenta lo anterior, en la fase de diagnóstico del PORH se realizaron salidas de campo en compañía del grupo de profesionales asignados para el desarrollo de este proceso, con el fin de identificar características de la microcuenca que permitan tener una aproximación del estado de disponibilidad del sustrato (limo, algas, tallos, hojas, etc.) con que se alimentan los macroinvertebrados, así: en relación con la cobertura vegetal, temperatura y clima en relación con los pisos térmicos y ubicación geográfica de la corriente hídrica (Tabla 62), características físicas de la corriente (Tabla 64) y usos del agua y afectaciones antrópicas de la Subcuenca (Tabla 65). Toda esta información se

utiliza como referencia en el diseño de los muestreos ya que no solo las intervenciones antrópicas pueden hacer variar el desarrollo de las comunidades bentónicas sino los factores ambientales y climáticos de la zona como condiciones de estado natural de la corriente (Segnini, S. 2003).

Tabla 62. Piso térmicos que atraviesa la quebrada Piscoyaco y características generales del clima y temperaturas de la zona donde se ubica la Subcuenca.

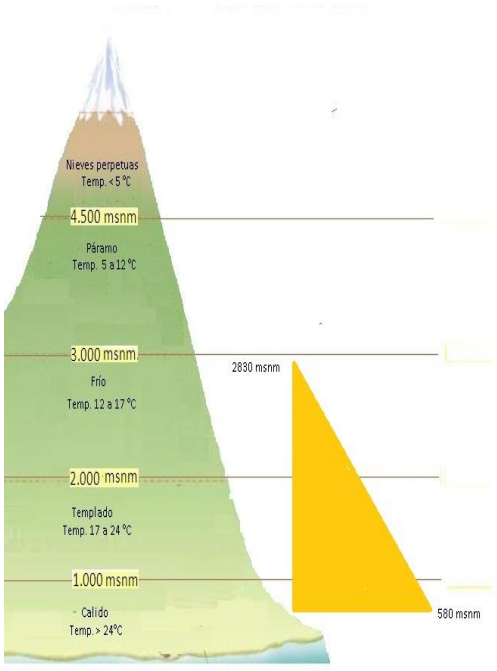
CARACTERISTICAS CLIMATICAS GENERALES	
PISOS TERMICOS	**DESCRIPCION**
	Situada sobre la cordillera occidental de los Andes, nace a los 2830 msnm y desemboca después de 15 km de recorrido en el rio Guaitara a una altura de 580 msnm. Se ubica en la región ecuatorial, caracterizada por presentar regímenes de precipitaciones, humedades relativas e intensidades lumínicas altas. El cauce de la quebrada atraviesa tres pisos térmicos: Frio, Templado y cálido, característica especial que determina la temperatura de cada zona: • 12 a 17°C en la parte alta • 17 a 24 °C en la zona media >24°C en la parte baja.

Tabla 63. Características generales de cobertura vegetal de la ronda hídrica discriminada por zonas.

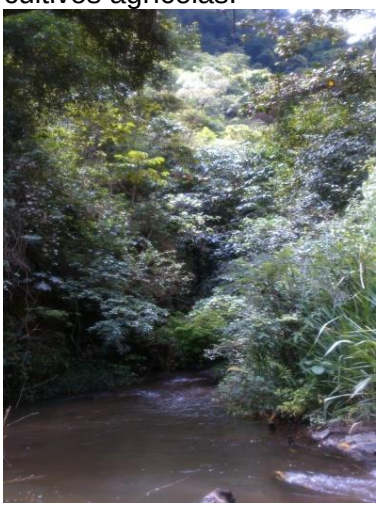
CARACTERISTICAS GENERALES DE COBERTURA VEGETAL DE LA RONDA HÍDRICA		
ZONA ALTA	**ZONA MEDIA**	**ZONA BAJA**
Presencia de bosques primarios en su nacimiento, sin embargo a los 1,5 km de recorrido es fraccionado por áreas de uso agrícola. 	Predomina la presencia de bosques primarios, aunque se distinguen de pastos destinados a la ganadería y cultivos agrícolas. 	Cultivos agrícolas principalmente de plátano sobre la ronda hídrica. 

Tabla 64. Morfología general y características físicas de la corriente.

CARACTERISTICA FISICAS DE LA CORRIENTE		
	Insolación	**Morfología general del Cauce y características del flujo de agua.**
Zona Alta	Baja. Cobertura vegetal densa.	Flujo turbulento por lecho rocoso y pendientes pronunciadas. Su ancho no supera los dos metros. Su velocidad media de 0.3 m/s.
Zona Media	Luz solar directa.	Flujo turbulento y pendientes pronunciadas. Su ancho oscila entre 3 y 5 metros aproximadamente. Velocidad media de 0.4 m/s.
Zona Baja	Luz solar directa.	Flujo turbulento, atraviesa zona de cañón, pendientes pronunciadas. Su ancho oscila entre 5 y 7 metros aproximadamente. Aumento considerable de caudal. Velocidad media de 0.5 m/s.

Tabla 65. Usos del recurso hídrico y principales intervenciones antrópicas de la corriente.

INTERVENCIONES ANTROPICAS DE LA CORRIENTE		
Zona Alta		• Captaciones de agua para consumo humano, (vereda carrizal), distrito de riego y uso acuícola. • Minas de explotación de oro. • Afectación por cultivos agrícolas, erosión de suelos y actividad pecuaria.
Zona Media		• Descarga de las aguas residuales de 4200 habitantes del casco urbano de Sotomayor a través del afluente natural “El Chamizal”. • Dos plantas de beneficio minero: Planta de beneficio de los mineros y Planta de beneficio de los ecuatorianos.
Zona Baja		• Cultivo frutales en los últimos 800 metros de la desembocadura.

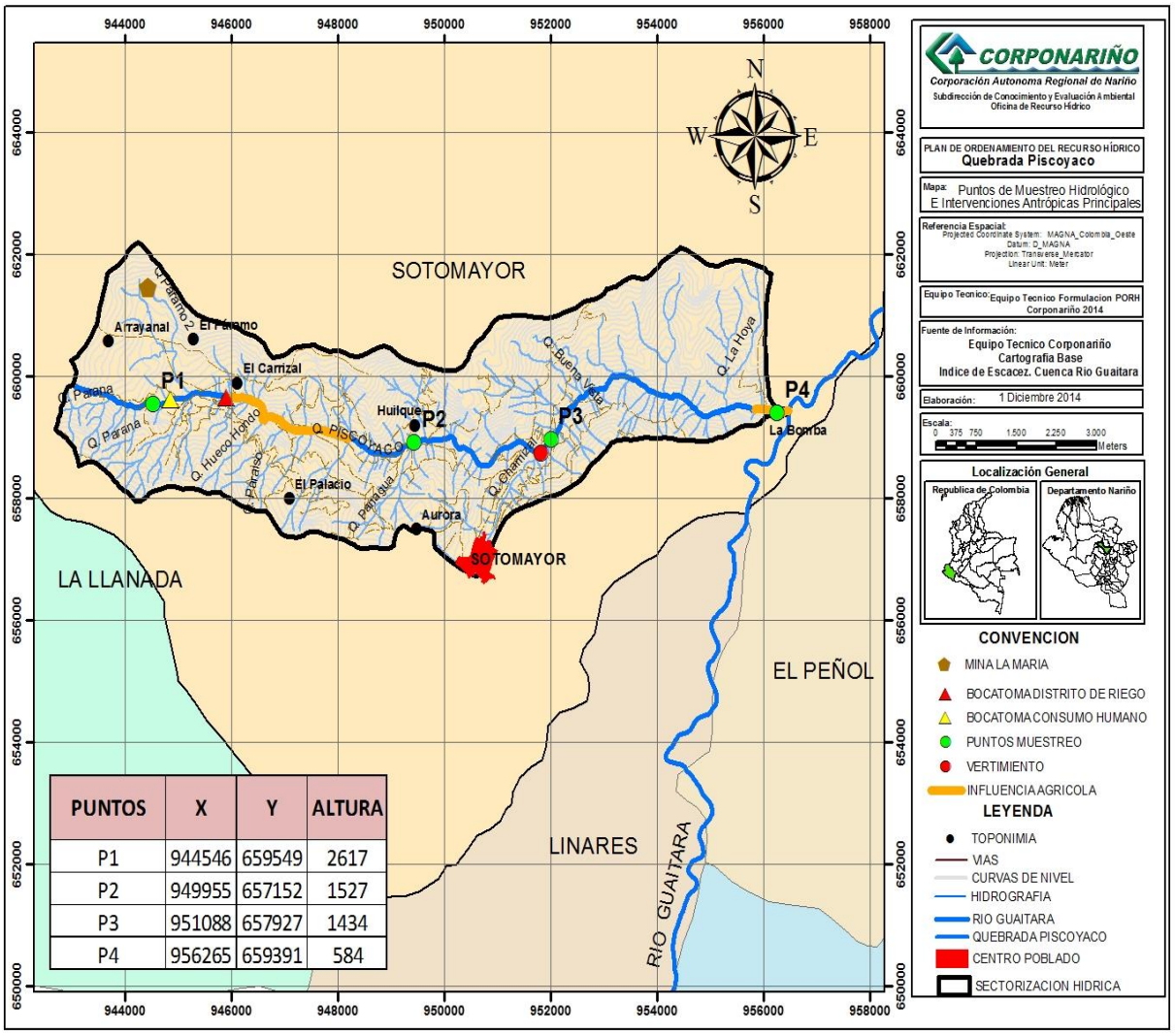
Fuente: Este estudio. CORPONARIÑO 2014

6.8.2 Metodología

- **Planificación, diseño y ejecución del muestreo**

Con referencia a las características medioambientales descritas anteriormente y de acuerdo con la información levantada en campo, se determinan los lugares para la realización de los muestreos correspondientes (Mapa 18), dando mayor importancia a los lugares donde se presenten intervenciones antrópicas (Tabla 66).

Mapa 19. Ubicación geográfica de puntos de muestreo e intervenciones antrópicas.



PUNTOS	X	Y	ALTURA
P1	944546	659549	2617
P2	949955	657152	1527
P3	951088	657927	1434
P4	956265	659391	584

Tabla 66. Criterios para determinar los puntos de evaluación de la calidad hidrobiológica del agua

Puntos	Criterios	Características físicas del punto
1 Inicio Piscoyaco	Conocer la calidad del agua con la que parte la corriente para ser referente de los puntos siguientes. Conocer la calidad del agua captada para consumo humano y agrícola. Evaluar algún posible efecto de la actividad minera aurífera.	Aguas claras, turbulentas y sin presencia de olores. Bosque primario y secundario. Material vegetal acumulado en las orillas y rocas de tamaño mediano dentro de su cauce.
2 Sector El Huilque	Conocer la calidad del agua antes de ingresar de recibir los vertimientos municipales de Sotomayor. Evaluar los efectos de la actividad agropecuaria presente en la zona media.	Pastos destinados a actividad pecuaria. Aguas claras, sin presencia de olores. Bosque secundario. Material vegetal acumulado en las orillas.
3 Planta de Beneficio Los Ecuatorianos	Evaluar el impacto de las descargas de las aguas residuales del municipio de Sotomayor transportadas por un afluente Natural. (Descargas del XX% de las aguas residuales del municipio). Evaluar algún posible efecto de la actividad minera aurífera producida por la plantas de beneficio presente en esta zona.	Aguas turbulentas, medianamente turbias y con presencia de olores sépticos. Cultivos agrícolas en su ronda hídrica.
4 Desembocadura rio Guáitara	Determinar la recuperación en la calidad del agua que alcanza en la zona baja después de recibir los vertimientos municipales.	Aguas claras, turbulentas y con presencia leve de olores sépticos. Material vegetal acumulado en las orillas y rocas de gran tamaño dentro de su cauce.

- **Metodología para la toma de muestras.**

En los puntos de muestreo se tomó un área no mayor a 10 veces el cuadrado del ancho del rio, en este trayecto fueron identificados los diferentes microhábitats presentes, como: hojarasca, arena, grava y piedras; de cada uno de ellos se tomaron muestras. La unidad de esfuerzo fue de 45 minutos, se hizo captura manual con red de Surber (Figura 27). Las muestras extraídas se colocaron en una bandeja blanca y con ayuda de pinzas se extraen y trasladan los macroinvertebrados a recipientes con alcohol al 70%, rotulado con el

número correspondiente de cada punto y nombre de la corriente para su posterior identificación en el laboratorio de Limnología de la Universidad de Nariño.

Figura 27. Captura de macroinvertebrados con red de Surber.



Figura 28. Esquema del proceso de recolección de macroinvertebrados bentónicos.



- **Trabajo de campo**

Se realizaron dos muestreos en el año; uno correspondiente al período seco (Septiembre 26) y otro al período lluvioso (Noviembre 5), con el fin de identificar características propias de la corriente para cada temporada y establecer si existen variaciones significativas en los parámetros hidrobiológicos que influyan en el análisis de los resultados. Registros fotográficos de las salidas de campo se pueden observar en la tabla 67.

Tabla 67. Registros fotográficos de las salidas de campo correspondientes a las dos jornadas realizadas.

Jornada de muestreo Septiembre 26	
	
Recolección Macroinvertebrados zona alta.	Recolección de Macroinvertebrados sector Huilque.
Jornada de muestreo Noviembre 5	
	
Recolección Macroinvertebrados sector desembocadura.	Recolección Macroinvertebrados sector el Huilque Bajo.

6.8.3 Resultados

Los ejemplares colectados se identificaron en el laboratorio con la ayuda de estereoscopios y de claves taxonómicas. Los individuos fueron depositados en la colección de macroinvertebrados del Laboratorio de Limnología de la Universidad de Nariño. Se registraron los datos de Clase, Orden, familia y la puntuación del grado de tolerancia a la contaminación reportado para el índice BMWP/Col (Roldán Pérez, G. A. 2003) para cada punto muestreado.

Tabla 68. Clase, Orden, familia y puntuación del grado de tolerancia a la contaminación reportado para el índice BMWP/Col de los Macroinvertebrados para el punto 1 y registros fotográficos de laboratorio de algunas familias.

Punto 1				
Id	Clase	Orden	Familia	BMWP/Col
1	Insecta	Coleoptera	Elmidae	6
2	Insecta	Coleoptera	Gyrinidae	9
3	Insecta	Coleoptera	Psephenidae	10
4	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	10
5	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	7
6	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	6
7	Insecta	Diptera	Simuliidae	8
8	Insecta	Diptera	Tabanidae	5
9	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	7
10	Insecta	Hemiptera	Veliidae	8
11	Insecta	Odonata	Gomphidae	10
12	Insecta	Plecoptera	Perlidae	10
13	Insecta	Trichoptera	Glossosomatidae	7
14	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	7

			
Clase: *Insecta* Orden: *Coleoptera* Familia: *Ptilodactylidae*	Clase: *Insecta* Orden: *Plecoptera* Familia: *Perlidae*	Clase: *Insecta* Orden: *Diptera* Familia: *Tabanidae*	Clase: *Insecta* Orden: *Hemiptera* Familia: Gerridae

Tabla 69. Clase, Orden, familia y puntuación del grado de tolerancia a la contaminación reportado para el índice BMWP/Col de los macroinvertebrados para el punto 2 y registros fotográficos de laboratorio de algunas familias.

Punto 2				
Id	Clase	Orden	Familia	BMWP/Col
1	Gastropoda	Basommatophora	Physidae	3
2	Insecta	Coleoptera	Elmidae	6
3	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	10
4	Insecta	Diptera	Simuliidae	8
5	Insecta	Diptera	Tipulidae	3
6	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	7
7	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	7
8	Insecta	Ephemeroptera	Oligoneuriidae	10
9	Insecta	Hemiptera	Veliidae	8
11	Insecta	Odonata	Calopterygidae	7
12	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	7
13	Turbellaria	Tricladida	Planariidae	7

			
Clase: *Turbellaria* Orden:*Tricladida* Familia: *Planariidae*	Clase: *Insecta* Orden: *Coleoptera* Familia: *Gyrinidae*	Clase: Gasteropoda Orden: *Basommatophora* Familia: *Physidae*	Clase: *Insecta* Orden: *Diptera* Familia: Simuliidae

Tabla 70. Clase, Orden, familia y puntuación del grado de tolerancia a la contaminación reportado para el índice BMWP/Col de los macroinvertebrados para el punto 3 y registro fotográficos de laboratorio de la familia identificada.

Punto 3				
Id	Clase	Orden	Familia	Bmwp/Col
1	Gasteropoda	Basommatophora	Physidae	3
2	Insecta	Diptera	Chironomidae	2
3	Insecta	Diptera	Simuliidae	8
4	Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	9

			
Clase: *Turbellaria* Orden:*Tricladida* Familia: *Psephenidae*	Clase: *Insecta* Orden: *Diptera* Familia: *Chironomidae*	Clase: Gasteropoda Orden: *Basommatophora* Familia: *Physidae*	Clase: *Insecta* Orden: *Diptera* Familia: Simuliidae

Tabla 71. Clase, Orden, familia y puntuación del grado de tolerancia a la contaminación reportado para el índice BMWP/Col de los macroinvertebrados para el punto 4 y registros fotográficos de laboratorio de algunas familias.

Punto 4				
Id	Clase	Orden	Familia	BMWP/Col
1	Gastropoda	Basommatophora	Physidae	3
2	Insecta	Diptera	Chironomidae	2
3	Insecta	Diptera	Simuliidae	8
4	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	6
6	Insecta	Odonata	Calopterygidae	7
7	Insecta	Odonata	Libellulidae	6
8	Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	9
9	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	7

			
Clase: *Gastropoda* Orden: *Basommatophora* Familia: *Physidae*	Clase: *Insecta* Orden: *Odonata* Familia: Libellulidae	Clase: *Insecta* Orden: *Trichoptera* Familia: *Hydropsychidae*	Clase: *Insecta* Orden: *Diptera* Familia: *Tipulidae*

- **Índice de calidad (BMWP). Puntaje y Mapas de Calidad**

El cálculo del índice BMWP/Col se realizó sumando los puntajes del grado de tolerancia de las familias de macroinvertebrados encontrados en cada punto. La clasificación, significado y colores para representaciones cartográficas (Mapa 19) se basan en la tabla 72 tomada de Roldán Pérez, G. A. (2003).

Tabla 72. Clases de calidad de agua, valores BMWP/Col, significado y colores para representaciones cartográficas. (Roldan 2003).

Clase	Calidad	Valor del BMWP	Significado	Color
I	Buena	>150	Aguas muy limpias	
		101-120	Aguas no contaminadas	
II	Aceptable	61-100	Ligeramente contaminadas: Se evidencian efectos de contaminación	
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	
IV	Critica	16-35	Aguas muy contaminadas	
V	Muy Critica	<15	Aguas fuertemente contaminadas, situación critica	

Mapa 20. Cartografía de calidad del agua Puntaje BMWP/col, calidad de agua y color para representación cartográfica de cada tramo.

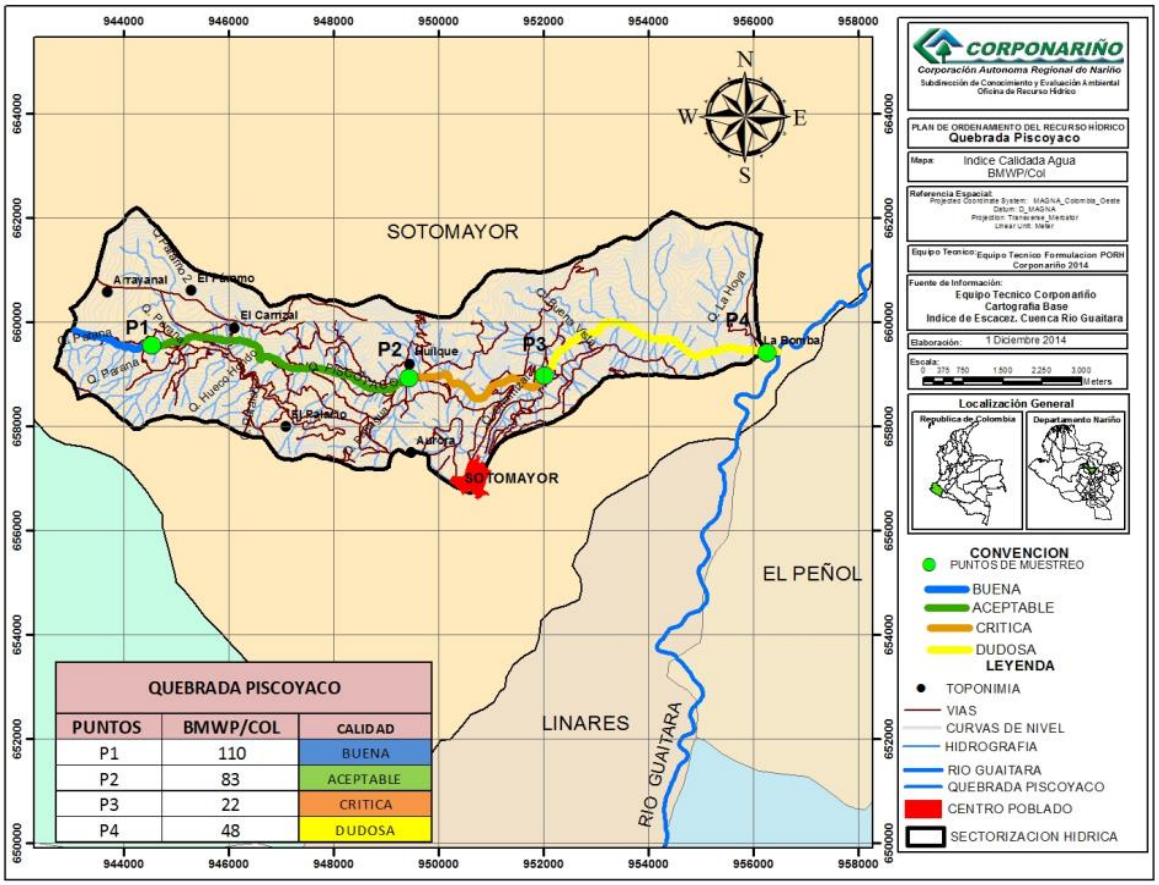


Tabla 73. Clase, calidad de agua, valores BMWP/Col y significado de resultados hidrobiológicos para la quebrada Piscoyaco. (Roldan 2003).

Clase	Calidad	Valor BMWP/Col	Significado
I	Buenas	110	Aguas no contaminadas
II	Aceptable	83	Ligeramente contaminadas: Se evidencian efectos de contaminación
IV	Critica	22	Aguas muy contaminadas
III	Dudosa	48	Aguas moderadamente contaminadas.

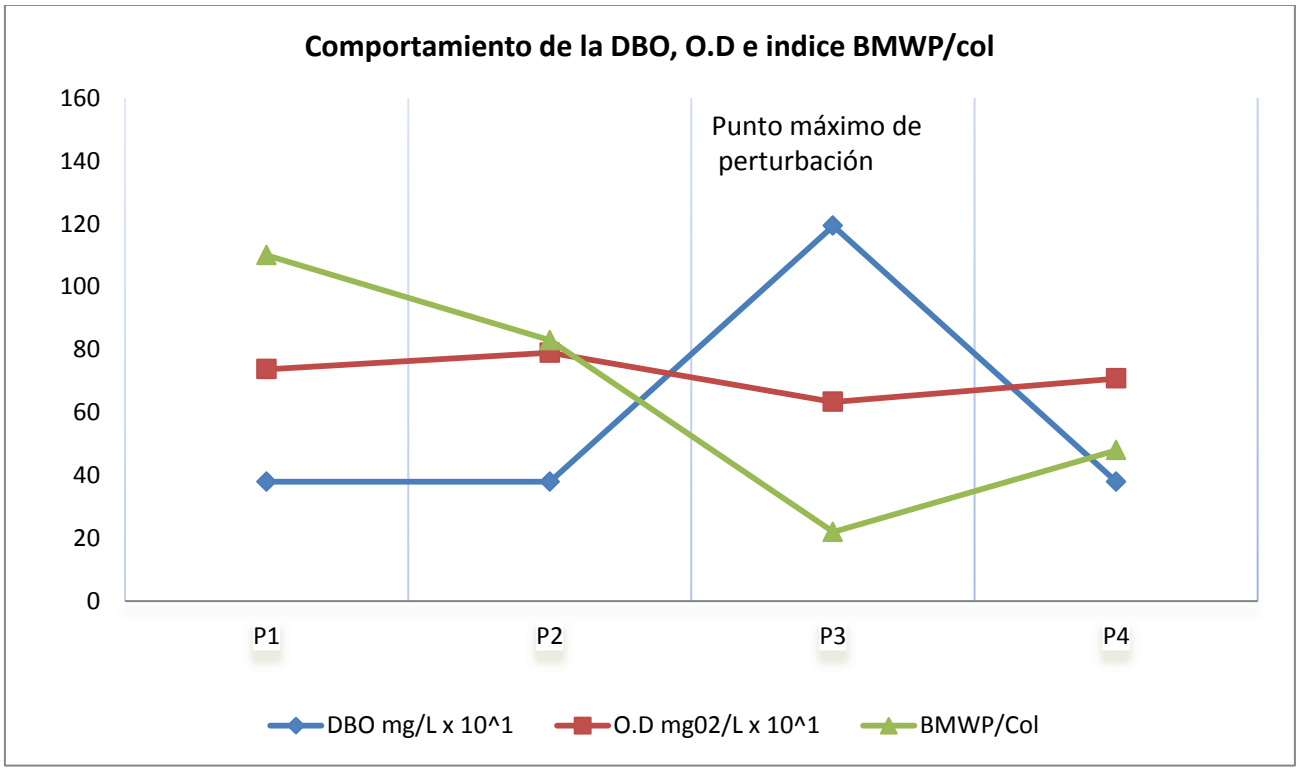
6.8.4 Evaluación de resultados

De acuerdo con lo planteado en la etapa de diseño del muestreo donde se identifican las principales intervenciones antrópicas, se realiza un análisis de los parámetros hidrobiológicos y fisicoquímicos (Grafica 27) en cada punto con el fin de evaluar el impacto que tienen sobre la calidad del agua.

Tabla 74. Parámetros fisicoquímicos del agua en los puntos de muestreo hidrobiológico.

Puntos	Sólidos totales mg/L	Dureza mg CaCO3/l	pH	Coliformes UFC/10000	E.Coli UFC/100ml	DBO mg/L	DQO mg/L	O.D mg02/L	O.D Sat. mg02/L
1	<12	14	6,7	921	10,9	<3.8	<20	7,38	8,61
2	<12	56	7,55	11900	1.000	<3.8	<20	7.9	8,65
3	42,5	79	7,63	2280000	377.000	11,94	38,88	6,34	8,19
4	16,2	97	7,3	7940	100	<3.8	<20	7,08	8,74

Gráfica 27. Comportamiento del índice BMWP/col, DBO, O.D y punto de mayor perturbación de los parámetros fisicoquímicos e hidrobiológicos.



- Punto 1. Inicio Piscoyaco

Los análisis de calidad hidrobiológica y fisicoquímica muestran un agua en excelentes condiciones a través de los índices ICA y BMWP con puntajes altos de 81.53 y 110 respectivamente, que la clasifican en un intervalo de calidad alta. Parámetros fisicoquímicos como la DBO con menos de 3.8 mg/L, coliformes totales con 921 UFC/100ml, coliformes fecales con 10,9 UFC/100ml y un oxigeno disuelto de 7.38 mg02/L 85 % de saturación y características hidrobiológicas como la diversidad de familias de macroinvertebrados encontradas (14) de las cuales el 42% corresponden al orden *Coleoptera* y la presencia de peces demuestran la excelente calidad del agua.

- Punto 2. Sector El Huilque

Los índices de calidad hidrobiológicos y fisicoquímicos muestran descensos importantes en la calidad del agua que la clasifican en calidad regular o levemente contaminada. Una revisión de los parámetros fisicoquímicos e hidrobiológicos confirman que ésta pérdida de calidad se da principalmente por el aumento considerable de coliformes totales y fecales, la disminución en el numero familias de macroinvertebrados con relación al punto anterior y la presencia de familias con puntajes pequeños por su tolerancia a condiciones de contaminación.

- Punto 3. Planta de Beneficio Los Ecuatorianos

La situación de calidad del agua en este sector después de la descarga del colector municipal es crítica con puntajes de 37.5 para el ICA y 18 para el BMWP se constituye en la afectación más fuerte de todas las evaluadas en la corriente (Grafica 27). Una DBO 12.51 mg/L, coliformes totales y fecales con valores de 2280000 UFC/100 ml y 377000 UFC/100 ml respectivamente y un descenso del oxígeno disuelto a 6.34 mgO2/L alcanzando una saturación del 77%, la más baja de los cuatro puntos evaluados, la presencia de 4 familias de macroinvertebrados con bajos puntajes por su tolerancia a condiciones de contaminación fuerte y la sobrepoblación de Chironomidae y Physidae demuestran el alto grado de polución del agua.

- Punto 4. Desembocadura rio Guáitara

La capacidad de recuperación que alcanza el agua en este punto es considerable ya que la puntuación BMWP/Col pasa de 22 a 48 y la diversidad de familias encontradas de 4 a 8 respecto al punto anterior, clasificándola en calidad dudosa. Los análisis fisicoquímicos confirman los resultados hidrobiológicos ya que la DBO, DQO y Coliformes totales y fecales decrecen notoriamente y el oxígeno disuelto se incrementa en un 11% condición muy cercana a la que se tenía en el punto 1.

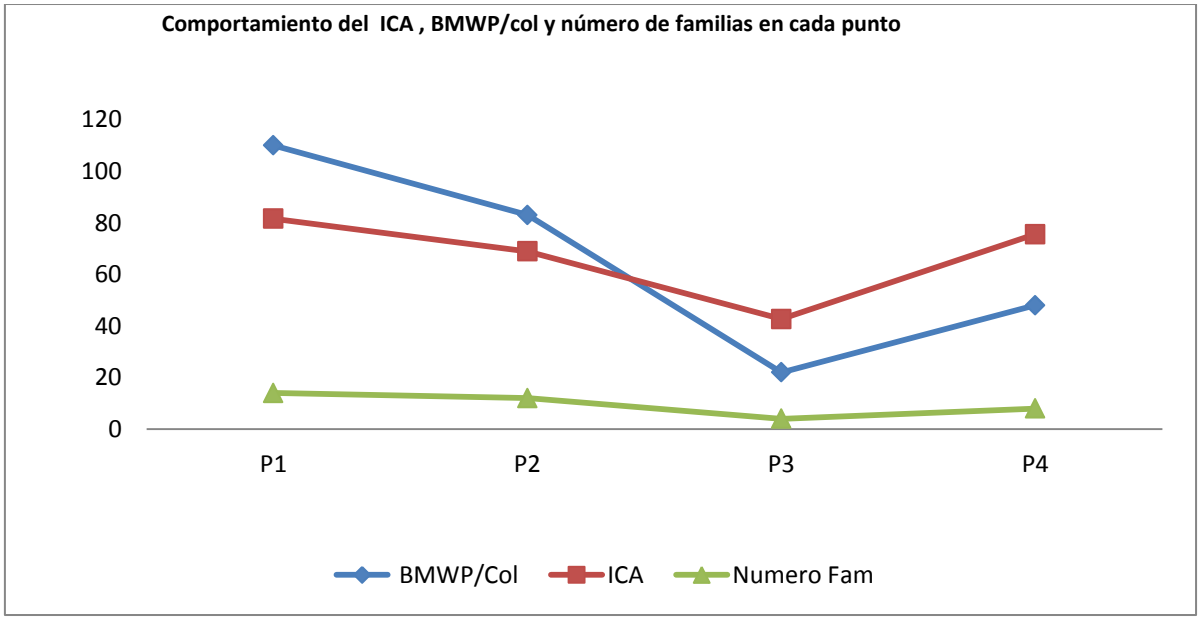
- **Análisis general de calidad del agua Quebrada Piscoyaco.**

El contraste de los índices de calidad del agua ICA y BMWP/Col ofrece una visión del estado de la calidad del agua en toda la corriente, de su análisis se visualiza como los dos índices describen de manera similar una pérdida progresiva en la calidad del agua hasta el punto 3 y recuperación en el punto 4 (Grafica 28).

Tabla 75. Puntajes y clasificación cualitativa de los índices de calidad del agua fisicoquímica ICA e hidrobiológica BMWP/Col en cada punto de muestreo.

Puntos	ICA		BMWP/Col	
	Cuantitativo	Cualitativo	Cuantitativo	Cualitativo
1 Inicio Piscoyaco	81.53	Buena	110	Buenas
2 Sector El Huilque	68.89	Regular	83	Aceptable
3 Planta de Beneficio Los Ecuatorianos	42.64	Mala	22	Critica
4 Desembocadura rio Guáitara	75.56	Regular	48	Dudosa

Gráfica 28. Valores y comportamiento general del ICA, BMWP/col y número de familias



De igual manera se encuentra, que aunque parámetros fisicoquímicos como el pH entre 6.7 y 7.63 unidades, las saturaciones de oxígeno entre 77 % y 92 % y la dureza entre 14 y 97 mg CaCO3/l están dentro de los intervalos normales y no representan condiciones desfavorables para el establecimiento de la biota acuática, el número de familias de macroinvertebrados bentónicos por punto si varia y exhibe un comportamiento similar al de los índices de calidad ICA y BMWP/Col (Grafica 28). Esta situación demuestra que si bien, los parámetros fisicoquímicos más influyentes en el desarrollo de la vida acuática están dentro de los intervalos normales, el deterioro del hábitat implica pérdidas en la diversidad de los organismos que naturalmente lo habitan (Segnini, S. 2003), que para el caso de los macroinvertebrados bentónicos significa cambios en las fuentes de sustrato (Mancilla, G.2009) y cambios intempestivos de las condiciones fisicoquímicas y biológicas de la corriente.

En la quebrada Piscoyaco el comportamiento en los índices de calidad ICA y BMWP/Col permiten visualizar estas dos condiciones claramente (Grafica 27), donde a partir del punto 1 sector El Silencio la pérdida de las condiciones naturales de bosque primario presente en la ronda hídrica contribuyen en el deterioro de la calidad del agua y en el punto 3, Mina Los Ecuatorianos, los cambios abruptos en las condiciones fisicoquímicas del agua desencadenan graves afectaciones a nivel biótico.

6.8.5 Discusión y Conclusiones

En general se observa que el diseño en la ubicación de los puntos permitió hacer una buena descripción de las afectaciones a la calidad hidrobiológica del agua de la quebrada Piscoyaco, porque contempla las diferentes condiciones en las que se puede encontrar y las causas que la generan, de tal manera que pueda identificarse adecuadamente las situaciones y soportar el planteamiento de estrategias o alternativas para su mejoramiento. Así mismo, se concediera importante la evaluación diagnostica de la calidad del agua a través de los índices hidrobiológicos y fisicoquímicos, BMWP/Col e ICA respectivamente, ya que aportan mayores niveles de confiabilidad.

La quebrada Piscoyaco en su parte alta presenta condiciones excelentes en la calidad de sus aguas, que se pueden explicar por la poca intervención antrópica y la conservación de las condiciones naturales de bosque primario en su ronda hídrica. Sin embargo, un resultado particular en este punto se da por la proporción del 42 % de macroinvertebrados del orden *Coleoptera* que de acuerdo con estudios de Adamus y Brandt, 1990, sugieren que se pueden realcionar a una concentración importante de metales pesados producto de la actividad minera que favorecen su desarrollo, aunque se aclara que esta conclusión debe estar sustentada con estudios más rigurosos.

A partir del punto 1 las intervenciones antrópicas de las actividades acuícolas y agropecuarias disminuyen la calidad del agua por el impacto sobre la ronda hídrica y la contaminación por materia fecal sobre las aguas. Una topografía de pendientes pronunciadas y el ingreso de varios afluentes naturales permite que los efectos de

contaminación que producen estas actividades sean asimilados permitiendo que las comunidades de macroinvertebrados puedan tolerar y adaptarse a estas condiciones.

En el punto 3, la quebrada recibe el impacto de la entrada del afluente contaminado con las aguas residuales del municipio de Sotomayor, el cual, a pesar de contar con un recorrido de 1 km, no alcanza a recuperar naturalmente la calidad del agua. De acuerdo con los resultados de calidad fisicoquímica e hidrobiológica del agua en este punto presenta la intervención más fuerte de todos los puntos evaluados, evidenciándose claramente con el descenso en el número de familias de macroinvertebrados encontradas (4) y en sobrepoblación de *Chironomidae.* Estas perturbaciones en las condiciones del agua la alejan mucho de condiciones naturales de referencia (Punto 1) y no permiten regresar o aproximarse naturalmente a su condición inicial de calidad, por lo que se sugiere buscar soluciones de tratamiento de las aguas residuales generadas en el municipio de Sotomayor para la recuperación de las aguas en este tramo.

Los posibles efectos de contaminación por metales pesados producidos por las plantas de beneficio minero asentadas en la zona media no fueron perceptibles en este caso a través del método hidrobiológico ya que no se encontró en los puntos posteriores a los vertimientos (Puntos 3 y 4), indicios que puedan relacionarse a este tipo de contaminación de acuerdo con lo planteado Adamus y Brandt, 1990.

En el punto final se observa que las condiciones de la topografía con pendientes muy altas y la zona de cañón que atraviesa la corriente antes de su desembocadura en el rio Guáitara, favorece enormemente la capacidad de recuperación natural de calidad del agua, ya que, excepto por el número de Coliformes totales y fecales, alcanzaría a recuperar sus condiciones iniciales (Punto 1).

La presencia y diversidad de macroinvertebrados reportada para el primer punto (15 familias), donde se conservan las condiciones naturales de la quebrada, y en los puntos donde el agua es fuertemente perturbada por fuentes contaminantes, el número de familias disminuye; este hecho se convierten en evidencia de que son las intervenciones antrópicas y no una condición natural de la quebrada, la responsable de las alteraciones en las comunidades bentónicas.

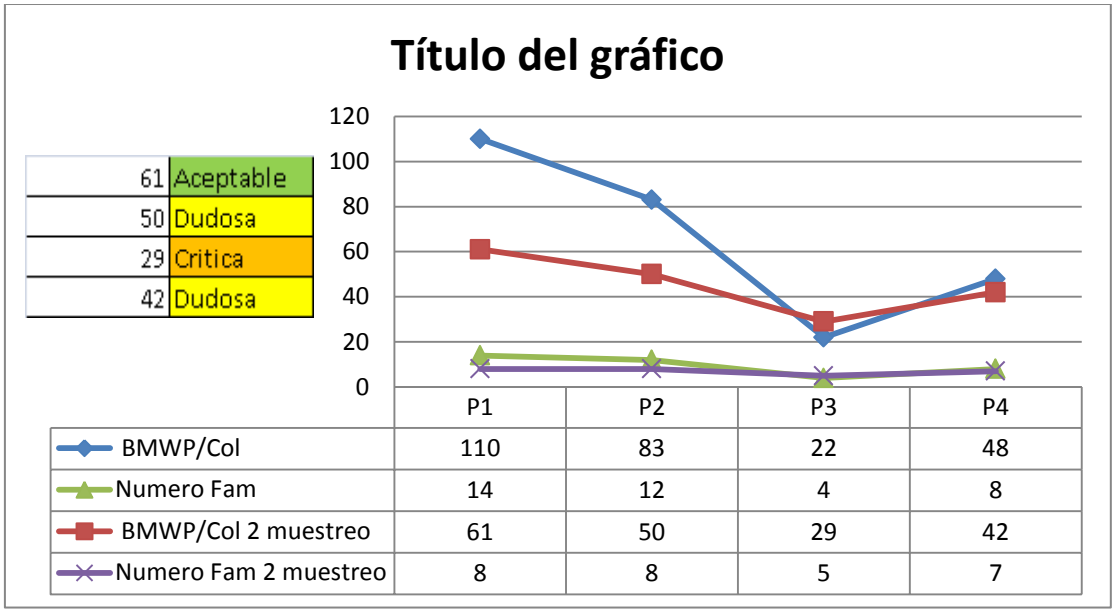
La quebrada Piscoyaco posee una característica muy particular y única dentro de los PORH realizados en el año 2014 y es que atraviesa en su totalidad los pisos térmicos frio y templado y desemboca sobre el piso térmico caliente en solo 15 km de recorrido. Esta característica representa un potencial biológico ya que, al recorrer tres pisos térmicos con ecosistemas diferenciados, es capaz de albergar una gran diversidad de formas de vida. Por esta razón se sugiere inculcar a las comunidades de esta zona el valor de esta característica y los potenciales que podrían representar si se conserva y maneja adecuadamente el recurso hídrico que brinda la quebrada Piscoyaco en el desarrollo del municipio de Sotomayor y que en el futuro podrían representar mayores beneficios y más sustentables que los de la explotación minera.

El índice BMWP/Col utilizado para este estudio puede representar una buena aproximación del estado ecológico de la quebrada porque refleja la diversidad de macroinvertebrados, constituyéndose en referente para posteriores análisis.

- **Resultados Hidrobiológicos Segunda Jornada de Muestreos**

A continuación se presenta en la gráfica 29 los resultados de los puntajes del índice BMWP/Col correspondientes a la segunda jornada de muestreos y su contraste con los obtenidos durante la primera jornada en los cuatro puntos evaluados. Los reportes de las familias encontradas en cada punto se encuentran como documentos anexos del PORH.

Gráfica 29. Valores de puntajes BMWP/col y número de familias para primera y segunda jornada de muestreos para cada punto. Clasificación de calidad de acuerdo al puntaje del índice BMWP/Col segunda jornada de muestreos.



	P1	P2	P3	P4
BMWP/Col	110	83	22	48
Numero Fam	14	12	4	8
BMWP/Col 2 muestreo	61	50	29	42
Numero Fam 2 muestreo	8	8	5	7

Los segundos resultados hidrobiológicos permiten observar un comportamiento que en general es muy similar al obtenido con los resultados de la primera jornada, verificando el impacto de las afectaciones más importantes sobre la corriente.

Las disminución en los puntajes pueden estar relacionados con la época de lluvias en las que se tomó la muestra de la segunda jornada ya que por efecto de las fuerzas hidráulicas que se producen cuando hay crecidas repentinas de caudal los macroinvertebrados pueden verse alterados por efectos de arrastre.

Se sugiere realizar muestreos periódicos que permitan obtener series de datos a través de los cuales se pueda con bases estadísticas establecer si los cambios presentados varían significativamente.

6.9 Evaluación Calidad Entradas Monitoreadas

Corresponde a la presentación de resultados, cálculo de Cargas Contaminantes y Análisis de calidad de los afluentes naturales y descargas monitoreadas y caracterizadas en las jornadas de muestreo efectuadas en el año 2014.

- **Resultados Jornadas de Muestreo:** Los resultados de los muestreos del cauce principal de la Quebrada Piscoyaco, correspondientes a las dos jornadas llevadas a cabo los días 27 de Agosto y 5 de Noviembre de 2014, del Laboratorio Especializado de la Universidad de Nariño y CORPONARIÑO se pueden observar en el Anexo B.

- **Calculo de Cargas:** Teniendo en cuenta las concentraciones determinadas mediante análisis de laboratorio y la medición de caudal para cada una de las entradas priorizadas y muestreadas en campo, se calcularon las cargas de aporte en Kilogramo/día y Tonelada/año aplicando el método de cálculo estipulado en la Normatividad Ambiental vigente.

La determinación de cargas se efectuó como insumo para la aplicación del modelo de simulación de calidad QUAL2K y para el cálculo y evaluación de la Tasa Retributiva a cobrar para cada usuario de vertimientos del cauce principal de la Quebrada Piscoyaco.

Las Tablas de cargas para cada uno de los escenarios se pueden observar en Anexo C.

6.9.1 Evaluación calidad de entradas estimadas

Corresponde a la estimación de caudal y calidad de las entradas al Cauce Principal de la Quebrada Piscoyaco que no fueron caracterizados en las jornadas de muestreo llevadas a cabo los días 27 de Agosto y 5 de Noviembre de 2014.

Para la estimación, se tuvieron en cuenta datos e información secundaria principalmente del PSMV del municipio de los Andes Sotomayor presentado a la Corporación por la Empresa de Servicios Públicos EMPOSOTOMAYOR, y demás documentación relacionada con la Subcuencas Piscoyaco, así como criterios técnicos aportados por el Profesional que recorrió y levantó en campo el diagnóstico de la Corriente Superficial.

6.9.2 Modelo de calidad de aguas.

La preservación de los sistemas hídricos y de la calidad de sus aguas es una constante preocupación para los investigadores que buscan mitigar las consecuencias de la acción humana sobre el medio ambiente. La multiplicidad de usos de los recursos hídricos, asociada a una característica de recurso natural renovable y también finito, define un escenario que refleja una gran complejidad de relaciones para su preservación.

La política nacional de conservación de los recursos naturales establecida en Colombia es una importante herramienta legal para la gestión en la conservación de los cursos de agua y como apoyo a este propósito surgen los modelos matemáticos o programas computacionales, los cuales son utilizados como soporte en la decisión entre alternativas de gestión o uso, o como agentes facilitadores en este proceso.

Los modelos matemáticos son técnicas que permiten representar alternativas propuestas y simular condiciones reales que podrían ocurrir dentro de una franja de incertezas, inherente al conocimiento técnico-científico. Estos modelos se proponen explicar las causas y efectos de los procesos en el medio ambiente, diferenciar las fuentes antrópicas de las fuentes naturales de contaminantes, evaluar la eficiencia de los programas de gestión ambiental, determinar un tiempo o una distancia de recuperación de un cuerpo de agua con el objeto de implementar un programa de reducción de contaminantes, entre otras.

Un modelo matemático de calidad de agua debe ser visto como una herramienta valiosa para evaluar las alternativas propuestas por los planificadores y cuestionadas por la población. La evaluación de la calidad de agua en sistemas complejos, involucra el conocimiento de todos los procesos y ecosistemas de los cuales dependen, lo cual es fundamental para que los resultados de los modelos sean representativos y puedan ser evaluados de forma adecuada.

6.9.3 Criterios de selección del Modelo de calidad de agua

Es claro que la selección del modelo es sólo un paso de todo el proceso de modelación de corrientes hídricas superficiales, dicho paso es extenso y complejo, pero en general lo que se busca es que el modelo escogido sea capaz de representar las condiciones reales referidas a la calidad de agua del río en estudio.

Para el desarrollo de este proyecto el modelo seleccionado fue el “River and Stream Water Quality Model- Qual2Kw” versión 5.1, desarrollado por la división de investigación en ecosistemas de La Agencia de Protección del Ambiente de los Estados Unidos EPA y Tufts university, selección que fue realizada considerando aspectos como:

- Definición del Problema a Estudiar.

- Características Generales del modelo de simulación: tipos de procesos, tipos de métodos de solución, tipo de cuerpo de agua, dimensión, Estado, tipo de transporte y tipo de cuenca, principalmente.

- Capacidad Técnica y Económica del equipo desarrollador: Entrenamiento necesario, manuales de usuario disponibles, facilidad de modificación del código fuente, antecedentes de aplicación en regiones similares y costo, entre otros.

En definitiva el modelo debe estar en la capacidad de:

- Simular los parámetros básicos de calidad de agua como oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, ciclo del nitrógeno y del fósforo, principalmente, además de tener en cuenta la reducción de la concentración de contaminantes por el efecto de entradas de flujo al cauce principal.

- Ser flexible, es decir, poder adaptarse a las condiciones de diferentes corrientes, puesto que sería algo no viable económico y técnicamente utilizar un modelo de simulación diferente para cada corriente.

- Tener antecedentes de aplicabilidad, o sea que haya sido implementado con éxito en otras regiones con características similares.

- Ser simple en su ejecución y preciso en sus resultados, un modelo con entrada de datos o procesos más complejos, necesariamente no es más preciso.

- Tener Viabilidad Económica. No se justifica hacer una gran inversión cuando los resultados finales no ofrecen una sustancial mejora en la precisión de los resultados.

- Ser congruente con la información de entrada disponible y tener la capacidad de aprovechar la información actual e histórica de tipo climatológica, hidrológica y de calidad de aguas[18].

- **Características Generales Del Modelo:**

Dentro de las principales características del modelo Qual2K se encuentran:

- Modelación unidimensional (en dirección del flujo de la corriente).
- El cauce o canal es considerado vertical y horizontalmente bien mezclado.

[18] LOZANO G.,ZAPATA, M.A. y PEÑA, L.E (2003). Selección del Modelo de Simulación de Calidad de Agua en el Proyecto “Modelación de Corrientes hídricas Superficiales en el Departamento del Quindío”. CIDERA Grupo de Investigación, desarrollo y estudio del recurso hídrico y el ambiente, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia.

- Qual2Kw Funciona bajo condiciones hidráulicas en estado estacionario y el flujo es simulado bajo condiciones estacionarias no uniformes.

- Qual2Kw simula sistemas hídricos de tipo dendrítico, es decir; aquellos donde la simulación se extiende no solo a la corriente principal, sino también a corrientes tributarias.

- El modelo simula los siguientes parámetros: Conductividad, Sólidos Suspendidos Inorgánicos, Oxígeno Disuelto, DBO rápida, DBO lenta, Nitrógeno Orgánico Disuelto, Nitrógeno Amoniacal, Nitratos, Fósforo Orgánico Disuelto, Fósforo Inorgánico, Fitoplancton (algas en el seno de la corriente), Detritus(Materia Orgánica Particulada), Patógenos, Alcalinidad, Carbono Orgánico Total, Algas de fondo, pH, Temperatura y Caudal.

- El modelo acepta entradas puntuales y no puntuales de cargas contaminantes y caudales.

- El programa ha sido desarrollado en ambiente Windows mediante, los cálculos de tipo numérico son programados en Fortran 90. Para la interfase gráfica se utiliza Excel y todas las operaciones con el usuario se efectúa bajo Microsoft Office macro language: Visual Basic For Applications.

- La corriente es representada como una sucesión de pequeños tramos o segmentos llamados elementos computacionales, a través de los cuales se efectúan los correspondientes balances de masa, flujo y calor, que finalmente se traducen en curvas que muestran la variación de los parámetros modelados a lo largo de la corriente. Dichos elementos computacionales pueden ser de tamaños distintos.

- Qual2Kw utiliza dos formas para representar el carbono orgánico, siendo éstas: DBO rápida (o materia orgánica degradable rápidamente) y DBO lenta (o materia orgánica degradable lentamente).

- Qual2Kw simula condiciones de anoxia reduciendo a cero las tasas de oxidación. Bajo estas condiciones la denitrificación es modelada como una reacción de primer orden lo cual llega a ser un proceso importante.

- Tiene en cuenta las interacciones entre los sedimentos y el agua. De esta forma el flujo de oxígeno disuelto y nutriente entre ambas fases es simulado como una función de factores tales como: la velocidad de sedimentación de las partículas orgánicas, las reacciones dentro de los sedimentos y la concentración de componentes en el agua.

- El modelo simula explícitamente la influencia de las algas de fondo.

- La extinción de la luz en la corriente es simulada como una función de la concentración de algas, detritus y material inorgánico.

- El pH del río es calculado con base en la cantidad de alcalinidad y de carbono inorgánico total disponible a través de la corriente.

- La remoción de patógenos es determinado como una función de la temperatura, la luz y la sedimentación[19]

- **Abstracciones Conceptuales Del Modelo**

A continuación se describen los principales elementos conceptuales referidos a la representación de corrientes y a los procesos desarrollados en ellas.

- Configuración de Corrientes y Segmentación

Una corriente hídrica superficial mediante el modelo de calidad de aguas Qual2k es representada por una serie de tramos sucesivos denominados elementos computacionales, los cuales se caracterizan por comportarse como reactores completamente mezclados que están unidos unos a otros por medio de fenómenos asociados al transporte de solutos.

La unión de dichos elementos computacionales considerando similitud hidráulica entre ellos dan origen a la conformación de tramos, los cuales son segmentos de un orden de magnitud mayor al de los elementos computacionales y los cuales tiene como función diferenciar ciertos sectores de la corriente con el fin de identificar las diferencias que puede haber en cada uno de ellos, tal como se muestra en la figura 29.

- Balance De Flujo

El modelo Qual2Kw trabaja bajo régimen estacionario, o sea que el flujo entrante y saliente en cada uno de los elementos computacionales en análisis se mantiene constante a través del tiempo. El modelo conceptual de dicho balance es representado mediante la figura 30.

El tiempo de viaje por su parte es determinado con base en la sumatoria de los tiempos de residencia del flujo en cada uno de los elementos computacionales definidos a lo largo de la corriente, lo cual es representado mediante las siguientes ecuaciones:

[19] CHAPRA, S.C., PELLETIER, G.J. and TAO, H. (2008). QUAL2Kw: A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality, Version 2.04: Documentation and Users Manual. Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University, Medford, MA.

$$\tau_k = \frac{V_k}{Q_k} \qquad t_{t,j} = \sum_{k=1}^{j} \tau_k$$

Donde,

ζ_k =Tiempo de Residencia de cada elemento; V_k =Volumen de Cada Elemento (m^3); Q_k=*Caudal en cada elemento (m³/s);* $t_{t,j}$ = Tiempo de Viaje de la Corriente (d).

Figura 29. Configuración de Corrientes Hídricas Superficiales

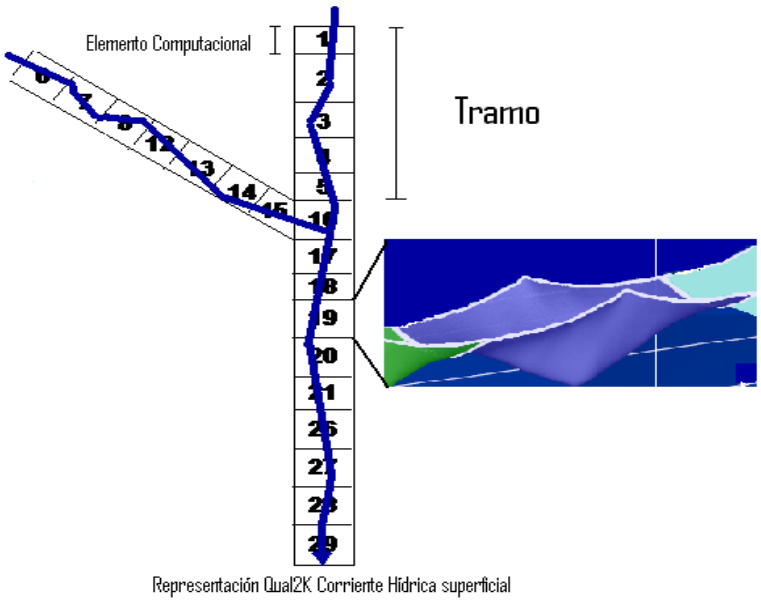
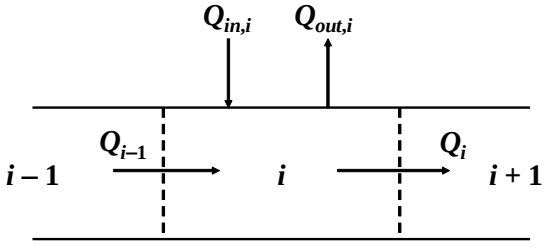


Figura 30. Esquema de Balance de Flujo



En donde,

$$Q_i = Q_{i-1} + Q_{in,i} - Q_{out,i}$$

Qi: Caudal de Salida del Elemento computacional

Qi-1: Caudal de Entrada del Elemento Computacional

Qin,i: Entrada de Caudal neto lateral por fuentes puntuales y difusas

Qout,i: Salida de Caudal neto lateral por Fuentes puntuales y difusas

- **Características Hidráulicas**

Las características hidráulicas del sistema están asociadas a como el Qual2K una vez realizado el balance de flujo hace para calcular el tirante y la velocidad en los elementos computacionales. Este modelo tiene tres formas posibles entre las cueles se encuentran: Vertederos, Curvas de relación y las ecuaciones de Manning, siendo estas dos últimas las utilizadas en el río Pasto para su definición. Utilizándose la primera de ellas para los cauces irregulares y la segunda para los tramos canalizados tal como son los ríos Buesaquito e Ijagui dentro de la zona urbana. Las principales ecuaciones que rigen este comportamiento hidráulico son:

Curvas de Relación

$$U = aQ^b \qquad H = \alpha Q^\beta$$

Donde *a, b,* α *y* β son constantes empíricas, *H* es la profundidad media de la corriente y *U* la velocidad media de la misma.

Ecuaciones de Manning

$$Q = \frac{S_0^{1/2}}{n}\frac{A_c^{5/3}}{P^{2/3}}$$

$$A_c = [B_0 + 0.5(s_{s1} + s_{s2})H]H$$

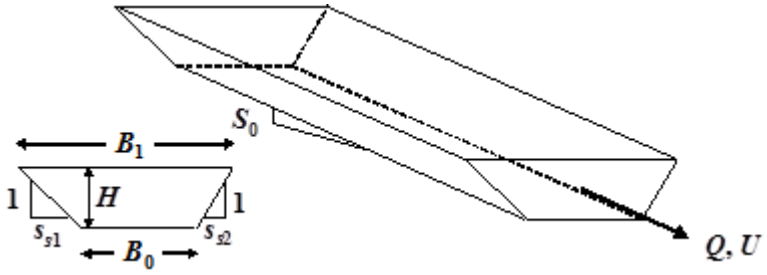
$$P = B_0 + H\sqrt{s_{s1}^2 + 1} + H\sqrt{s_{s2}^2 + 1}$$

En donde,

Q: Caudal; Ac: Área Transversal; P: Perímetro Mojado; So: Pendiente Longitudinal; B1: Ancho Superficial; H: Tirante; Ss: Pendiente de talud.

Tal como se muestra en la figura 31.

Figura 31. Esquema de Variables de la ecuación de Manning.



Con respecto a la dispersión longitudinal entre elementos el modelo da la posibilidad de ingresar valores estimados previamente, en caso de que no sean incorporados dichos valores el Qual2Kw asume o lo calcula con base en la siguiente expresión:

$$E_{p,i} = 0.011 \frac{U_i^2 B_i^2}{H_i U_i^*}$$

La cual fue desarrollada por Fisher en 1979, en donde:

$E_{p,i}$ = Dispersión Longitudinal entre elementos.

U_i = Velocidad (m/s).

B_i = Ancho superficial (m).

H_i = Tirante medio (m).

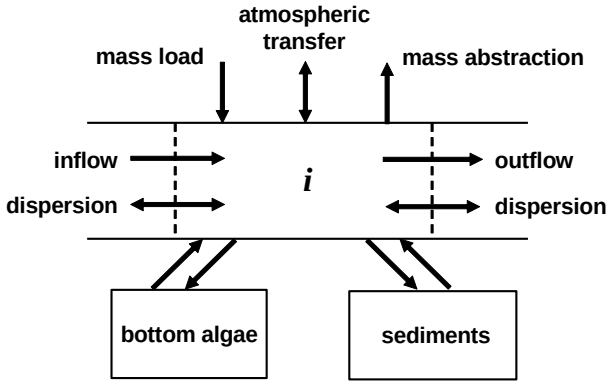
U_i^* = Velocidad de Corte (m/s).

- **Balance de Masa**

El balance de Masa planteado por el Qual2K trabaja con la unidad fundamental denominada "elemento computacional", el modelo considera la siguiente ecuación general de balance para cada constituyente, el cual involucra los fenómenos de transporte (difusión, advección, dispersión), consumo o generación de constituyentes por reacciones químicas o bioquímicas y la generación o pérdida de nutrientes por fuentes

externas o internas (descargas puntuales, captaciones y sedimentación, entre otros.). El modelo conceptual planteado se refleja mediante la figura 32.

Figura 32. Esquema de Balance de Masa



Siendo,

$$\frac{\partial M}{\partial t} = \frac{\partial (A_x D_L \partial C / \partial x)}{\partial_x} d_x - \frac{\partial (A_x u C)}{\partial x} d_x + \frac{(A_x d_x) dC}{dt} + Si$$

En donde,

M: masa; x: distancia; t: tiempo; C: concentración; Ax: área transversal; DL: coeficiente de dispersión; u: velocidad media; Si: fuentes o sumideros.

Considerando que la Masa es igual a la concentración por el volumen y que el modelo asume que la corriente posee un flujo en estado estacionario, entonces la ecuación (10) se convierte en:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial (A_x D_L \partial C / \partial x)}{A_x \partial x} - \frac{\partial (A_x u C)}{A_x \partial x} + \frac{dC}{dt} + \frac{Si}{V}$$

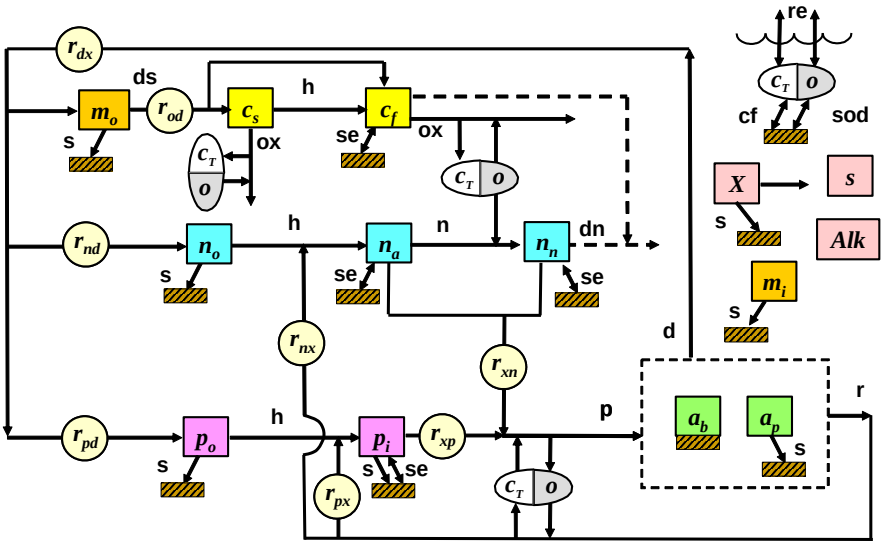
En donde,

El término de la izquierda representa el cambio de la concentración a través de la corriente y los términos de la derecha representan la dispersión, advección, la variación

de la concentración por reacciones bioquímicas y el aporte o pérdida por fuentes o sumideros respectivamente.

La variabilidad de la concentración por reacciones bioquímicas y la entrada y salida de los diferentes constituyentes son representados mediante la figura 33, en el esquema se puede apreciar los diferentes procesos asociados a la materia Orgánica, el ciclo del nitrógeno y fósforo principalmente[20] .

Figura 33. Procesos de Transferencia de Masa y Modelos Cinéticos



En donde, entre los procesos cinéticos se encuentran:

ds: disolución; h: Hidrólisis; ox: Oxidación; n: Nitrificación; dn: Denitrificación; p: Fotosíntesis; d: Muerte; r: Respiración, Excreción. Entre los procesos de transferencia de masa se consideran: re: Reaireación; s: Sedimentación, SOD: Demanda de Oxigeno por Sedimentos; se: Intercambio de sedimentos; cf: Flujo de Carbono Inorgánico de los sedimentos

[20] CHAPRA, S.C., PELLETIER, G.J. and TAO, H. (2008). QUAL2Kw: A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality, Version 2.04: Documentation and Users Manual. Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University, Medford, MA.

o ENTRADAS DEL MODELO

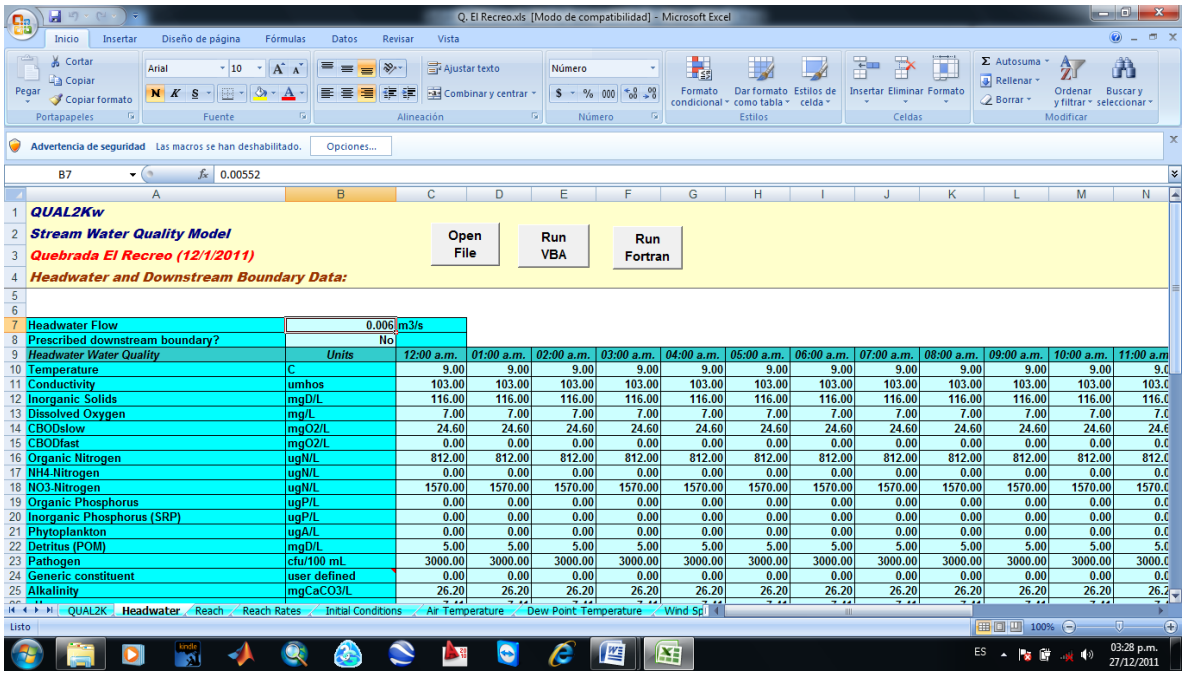
La simulación del río Pasto exige la incorporación de información confiable al modelo, con el fin de que las diferentes salidas se aproximen con lo que se requiera representar.

Entre las principales entradas contempladas en el software, se encuentran: Condiciones aguas arribas del tramo o los tramos a simular, características físicas e hidráulicas de la corriente, constantes de reacción físicas y químicas, y datos correspondientes al aporte y abstracción de diferentes fuentes sobre la corriente principal, entre las cuales se contemplan las descargas tanto puntuales como difusas sobre dicha corriente.

- Condiciones aguas arriba del tramo a simular.

Dentro de las condiciones aguas arriba del tramo o tramos a simular se contempla el caudal y las características físico-químicas del agua del río en el punto inicial de los tramos en consideración, tal como se muestra en la figura 34.

Figura 34. Hoja de cálculo condiciones fisicoquímicas y microbiológicas iniciales



- Características físicas e hidráulicas de la corriente.

Dentro de este ítem se contempla la incorporación de información relacionada con la determinación de tramos, longitud y cota de los diferentes elementos computacionales,

caracterización hidráulica de cada elemento utilizando las curvas de relación "velocidad media Vs. Caudal" y "Profundidad media Vs. Caudal o las relaciones de Manning dependiendo el caso, tal como se muestra en la figura 35 y figura 36.

Figura 35. Hoja de cálculo de Posición y elevación de elementos computacionales

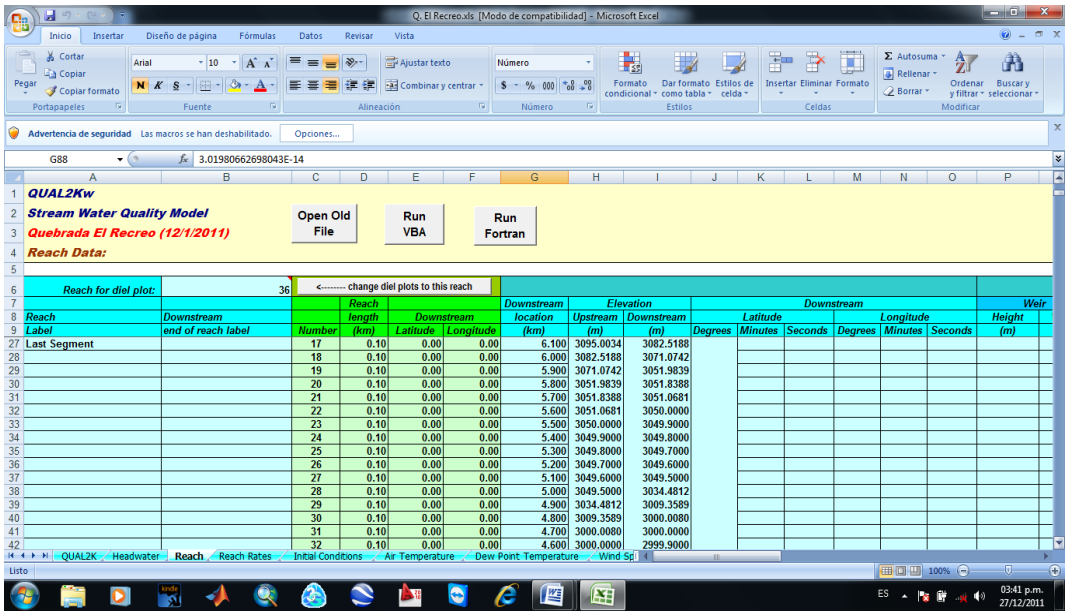
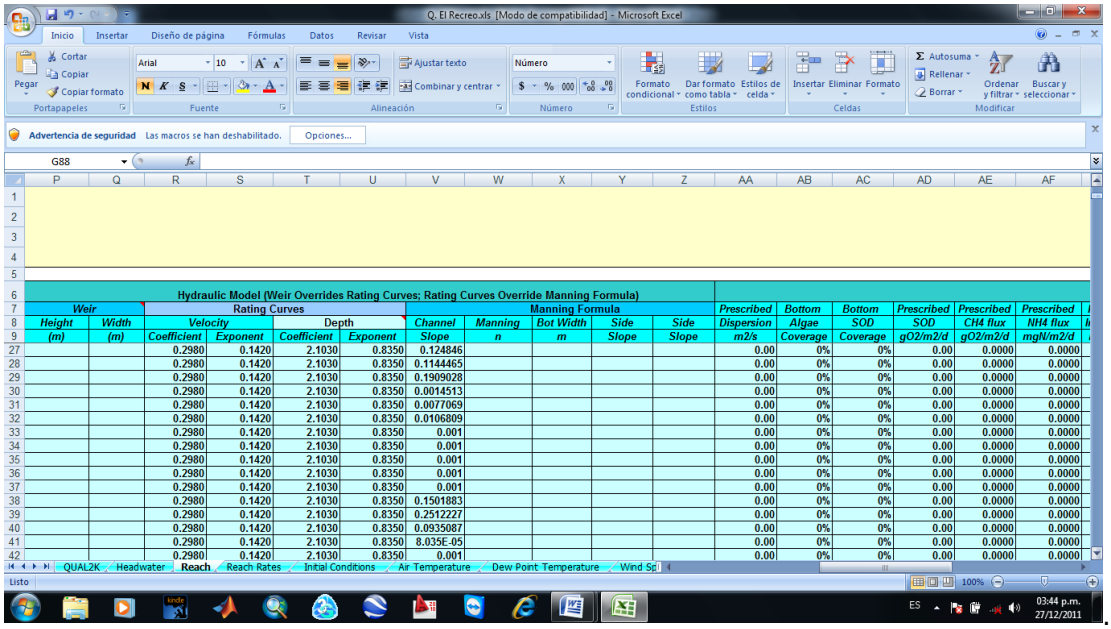


Figura 36. Hoja de cálculo de Parámetros Hidráulicos de la corriente



- **Constantes de reacción física y química**

Como datos de entrada al modelo se incluye los valores correspondientes a las tasas de degradación o aparición de diferentes componentes, producto de las diferentes reacciones dadas en el proceso, lo cual es representado por medio de diferentes coeficientes tales como: reaireación, oxidación e hidrólisis de la materia orgánica, hidrólisis de Nitrógeno orgánico, oxidación de nitrógeno amoniacal, denitrificación, hidrólisis de Fósforo Orgánico, disolución de Detritus y decaimiento de patógenos principalmente, tal como se muestra en la figura 37.

- **Aporte y abstracción de fuentes.**

Los diferentes aportes o abstracciones sobre la corriente a simular pueden ser puntuales o difusos. En los aportes y abstracciones puntuales se especifica principalmente el sitio exacto donde esto ocurre y las características físico-químicas de dichas entradas o salidas, tales como: bocatomas, quebradas o descoles de alcantarillado, entre otras.

Por otra parte las descargas o abstracciones difusas son las aportadas o abstraídas a lo largo de la corriente sin tener en cuenta un punto específico, esto puede ocurrir por que la entrada o salida se da naturalmente de esta forma o porque existe un gran cantidad de pequeñas descargas que no pueden caracterizarse una a una, siendo necesario representarlas como una fuente difusa a lo largo de un tramo en el río. Para este tipo de descargas como dato de entrada debe especificarse la longitud en la cual ocurre y las características físico-químicas de las mismas, tal como se muestra en las figura 38 y la figura 39.

Figura 37. Hoja de cálculo de Constantes Cinéticas

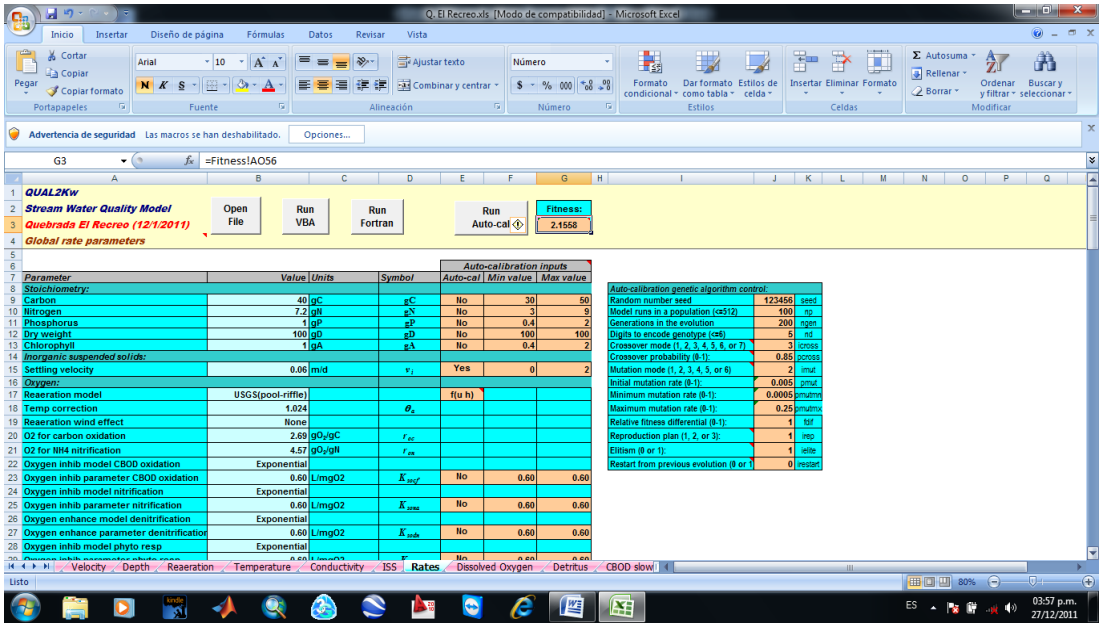


Figura 38. Hoja de cálculo Descargas Puntuales

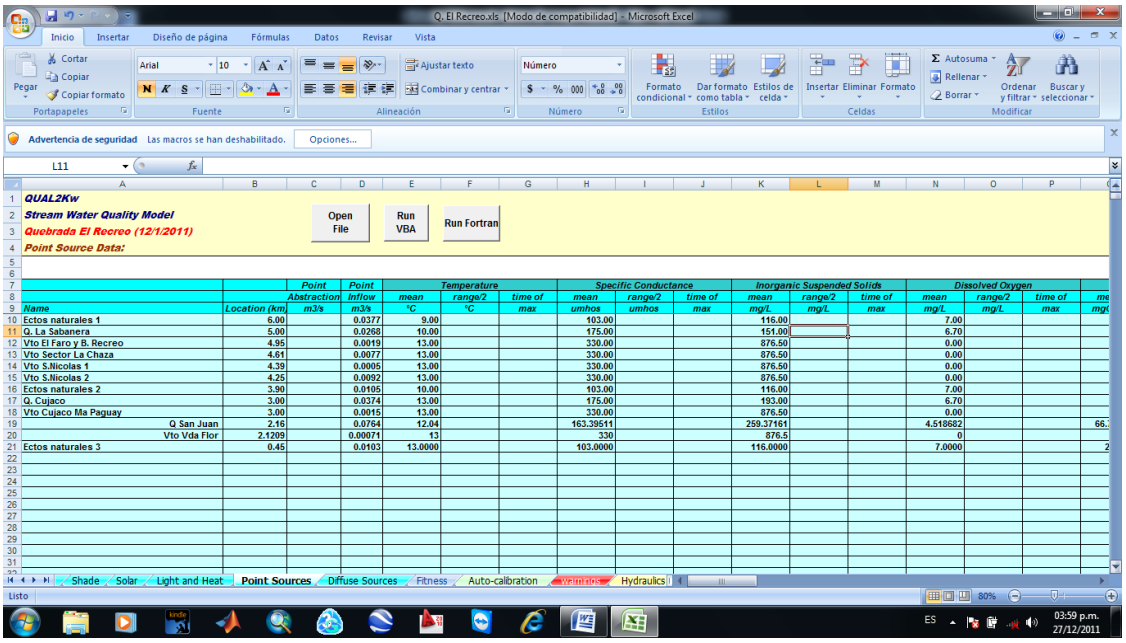
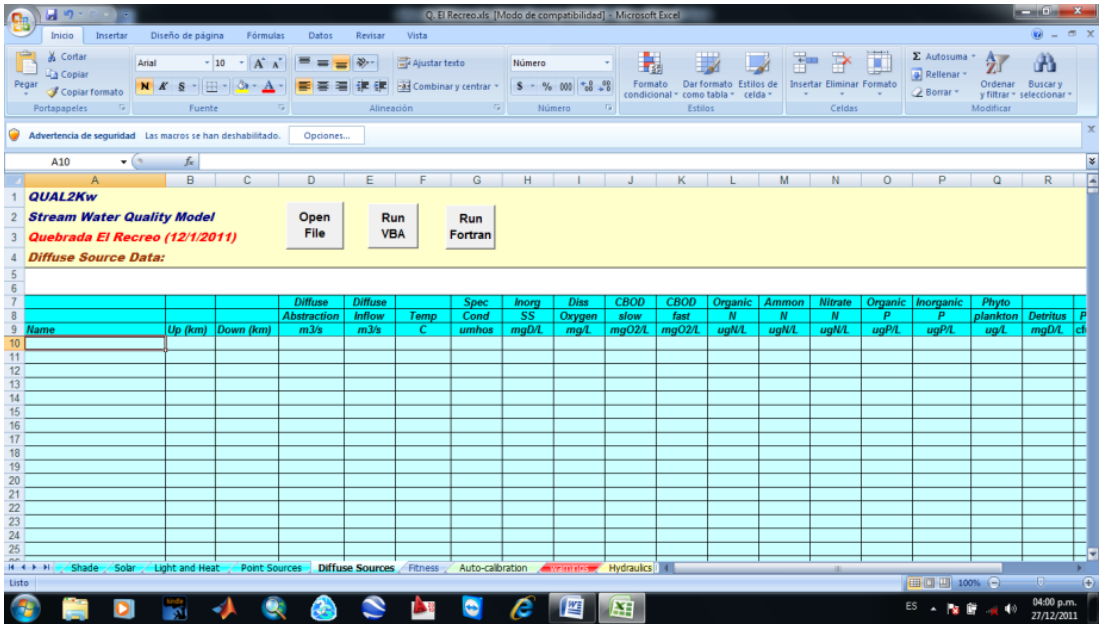


Figura 39. Hoja de cálculo Descargas Difusas



- **SALIDAS DEL MODELO**

Una vez incorporada la información de entrada al modelo y realizado su respectivo procesamiento, el software reporta un registro de resultados, el cual se encuentra en

forma gráfica y numérica. Para fines de visualización y comprensión de los fenómenos se utiliza con mayor frecuencia los reportes gráficos, los cuales especifican la concentración de los diferentes variables a lo largo de la corriente en cuestión.

6.9.4 Simulación de calidad de agua

- **Topología**

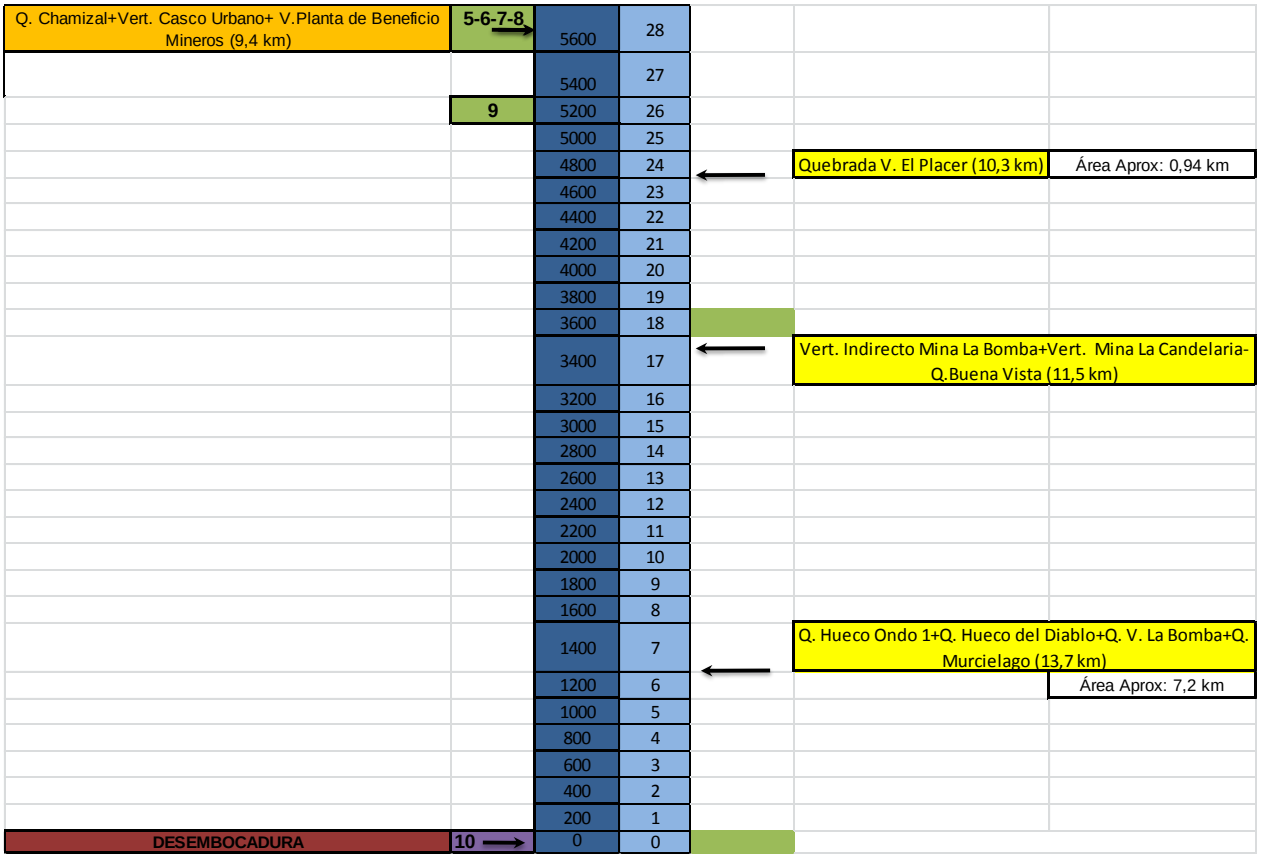
La configuración de una topología de modelación es fundamental para el proceso, puesto que ello permite de una forma simplificada representar las principales características de la corriente. En este esquema se presentará la conformación de la corriente, característica de los elementos computacionales y los puntos de entrada y salida de flujo y contaminante.

Las actividades previas a la configuración de las corrientes fueron:

- Identificación de sub-cuencas de aporte (corriente principal y tributario).
- Localización planimétrica y altimétrica de Afluentes (ríos y quebradas).
- Localización planimétrica y altimétrica de descargas de aguas residuales.
- Localización de salidas de flujo en la corriente principal y tributario.
- Representatividad de los afluentes y descargas.
- Definición de los tramos a modelar según su representatividad.
- Definición del tamaño y el número de los elementos computacionales.

Figura 40. Topología Quebrada Piscoyaco.





- **Características hidráulicas de la corriente**

Cuando una corriente superficial es afectada por el ingreso de un afluente que tiene una concentración determinada de un contaminante, esta concentración empieza a dispersarse en la corriente, siguiendo un modelo que depende de las características de los fenómenos de advección y dispersión que manifiesten los sistemas de mezcla completa como los ríos, estuarios, embalses y zonas costeras.

El estudio de la distribución de un contaminante, aguas abajo de una descarga, se denomina estudio o prueba de trazadores y puede ser usado para determinar características claves en una corriente tales como la velocidad, el coeficiente de dispersión y la velocidad de decaimiento del contaminante. En este proyecto, el estudio empezó con la inyección instantánea de una sustancia química, que se denomina trazador, en un punto determinado de la corriente. A continuación, se hacen mediciones periódicas de la concentración del trazador en dos puntos aguas abajo del punto de inyección. Esta concentración manifestó cambios los cuales determinan la variación en la dispersión del contaminante.

Para la buena realización de la prueba se aseguró que el trazador seleccionado sea conservativo, es decir que no reaccione con otro componente de la corriente y que su concentración pueda ser medida de manera fácil y confiable. Además fue importante seleccionar puntos de medición que garanticen una longitud mínima para lograr mezcla

completa y que no existan efluentes ni afluentes entre los puntos de medición y el punto de inyección en lo posible[21]

Los datos de concentración de contaminante tomados en los dos puntos de medición se usaron para determinar concentración media, masa de contaminante, tiempo de viaje, varianza temporal, coeficiente de dispersión y velocidad de la corriente.

Para efectos del proyecto, es importante conocer la velocidad con que se desplaza la corriente de agua superficial para lo cual se utilizaron las siguientes fórmulas[22]:

$$U = \frac{x_2 - x_1}{\bar{t}_2 - \bar{t}_1}$$

Dónde:

$U = velocidad\ de\ la\ corriente$

$x = dis\tan cia\ a\ cada\ punto\ de\ medición$

$\bar{t} = tiempo\ de\ viaje\ en\ cada\ punto$

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=0}^{n-1}(C_i t_i + C_{i+1} t_{i+1})(t_{i+1} - t_i)}{\sum_{i=0}^{n-1}(C_i + C_{i+1})(t_{i+1} - t_i)}$$

Dónde:

C=Concentración del trazador

t= Tiempo de Medición de C

La prueba de trazadores se realizó sobre la corriente principal, el criterio para la selección de sitios es la representatividad de los diferentes tramos de la corriente, basándose en la similitud de cauces y pendiente principalmente.

El trazador seleccionado fue Cloruro de Sodio, por sus propiedades conservativas, bajo costo y facilidad de medición a través de la conductividad, para lo cual inicialmente se estableció una curva de relación de conductividad vs concentración de sal, con el fin de

[21] KILPATRICK F.A.,WILSON JR. (1982). Measurement of Time Of Travel In Streams By Dye Tracing. USGS, Denver, United State.

[22] CHAPRA, S.C., PELLETIER, G.J. and TAO, H. (2005). QUAL2K: A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality, Version 2.04: Documentation and Users Manual. Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University, Medford, MA.

inferir correctamente la una de la otra. En este análisis se determinó que la relación lineal responde a la siguiente ecuación lineal:

$$Concentración\ de\ sal\ (mg/l) \quad = \quad Conductividad(\mu s/cm) \times 0.5345$$

- **Velocidad de la corriente**

En las siguientes figuras se presenta el análisis para la determinación de la velocidad de la corriente, las velocidades resultantes se presentan en las siguientes tablas.

Figura 41. Resultado prueba de trazadores parta alta Quebrada Piscoyaco

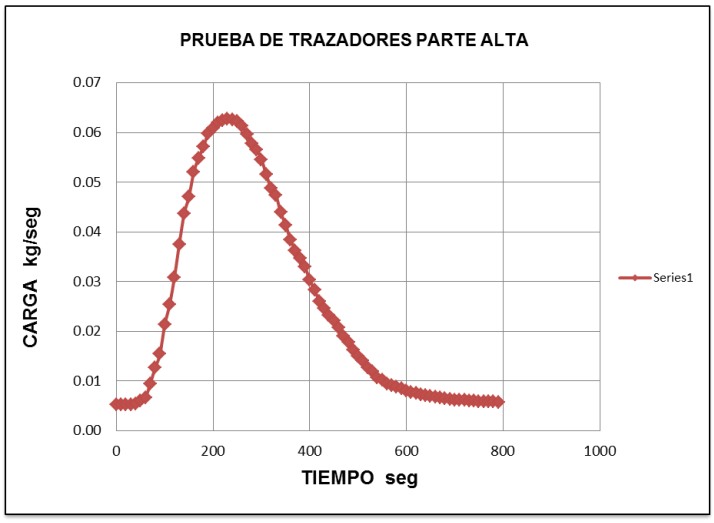


Figura 42. Resultado prueba de trazadores parta baja Quebrada Piscoyaco

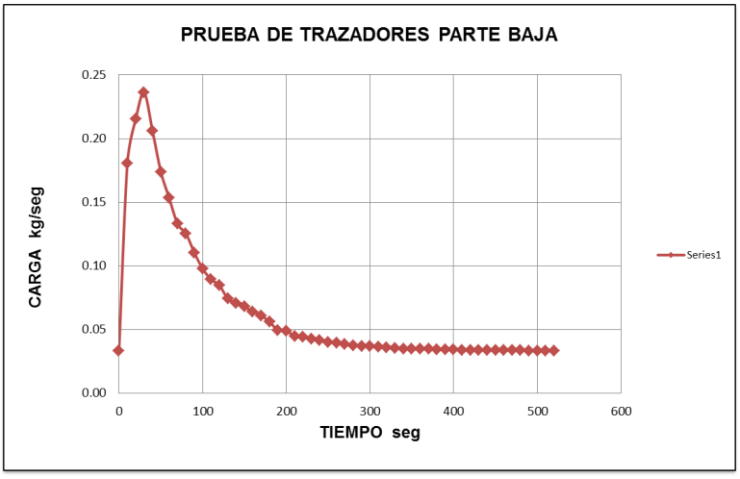


Tabla 76. Velocidades de la corriente en diferentes tramos de la Quebrada Piscoyaco

Sitio	Velocidad (m/s)
Parte Alta	0.18
Parte Baja	0.71

- **Relaciones hidráulicas en los elementos computacionales**

Como anteriormente se mencionó, el modelo unidimensional Qual2kw representa una corriente hídrica superficial como una serie de elementos computacionales, los cuales transfieren información relacionada con el flujo en forma consecutiva, lo cual es descrito por variables tales como la velocidad y el tirante, entre otros.

Para efectos de la implementación del modelo de calidad de agua en la corriente, las características o relaciones hidráulicas que definen dicho comportamiento son las curvas de relación, ya que el análisis a través de la corriente se lo hace sobre secciones irregulares y por medio de la selección de sitios representativos para posteriormente extrapolar estas condiciones a lo largo de todo el río.

Dentro de las curvas de relación los parámetros a estimar corresponden a los coeficientes y exponentes de las relaciones profundidad media Vs. Caudal y de velocidad media Vs. Caudal. Los valores estimados para los diferentes sitios estudiados son mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 77. Coeficientes Hidráulicos Quebrada Piscoyaco

Sitio	H-Q		V-Q	
	A	β	a	B
Parte Alta	1.17	0.156	0.32	0.755
Parte Baja	1.17	0.156	0.32	0.755

- **Calidad de agua de Afluentes**

A continuación se presentan la información concerniente a la calidad de agua de los principales afluentes de la corriente objeto de la simulación.

Tabla 78. Calidad de agua afluentes Quebrada Piscoyaco

Afluentes	Caudal Aprox	Temp	pH	Conduct.	S. Totales	S. Disueltos	S. Suspend.	S. Suspend. Volátiles	Alcal Total	Nitratos	Amonio	P Total	NTK	OD	DBO	DQO	Coli Total	E- Coli
Q. Parana+Q. Parana 1+Q. NEGRA+ Q. Parana 2	68,2	8	6,7	29,7	62	54	8	4	15	2,2	0,00	0,1	0,24	7	3	19	500	10
Vertimiento 1 Mina la Maria+Q.Paramo 2+Q.Paramo 1.	62,8	8	6,7	29,7	62	54	8	5	15,21	2,2	0,00	0,1	0,26	7	3	19	500	10
Q. Peña Negra+Q. Vereda Carrizal+Q. Vereda Carrizal 1	76,9	9	6,7	32,5	56	46	10	3	14,5	2,2	0,02	0,1	0,29	7,03	3,6	19	500	10
Q. Vereda Carrizal 2+Q. La Chorrera+Q. Hueco Ondo+ Q. Paraíso+Q. V. El Pichuelo.	292,195 Aforo	13	7	32	70	59	11	3	20,11	2,2	0,04	0,1	0,27	6,78	3,8	19	2000	500
Q. Paraguas+Q. V. Los Guabos+Q. V. El Huilque Alto	48,9	13	7,3	35	85	73	12	6	28,94	2,2	0,00	0,1	0,3	6,2	3,8	19	7000	750
Q. Chamizal+Vert. Casco Urbano+ V.Planta de Beneficio Mineros	11	15	8,5	398	904	460	444	60	119,19	2,2	33,6	0,27	3,5	1,44	70,46	204,32	37400000	1220000000
Q. V. El Placer	45	16	6,7	32,5	64	52,7	11,3	5	16	2,2	0,00	0,1	0,27	6,9	3	19	500	16
Vert. Mina La Bomba+Vert. Mina La Candelaria- Q.Buena Vista	42,1	17	7	32,5	70	58	12	6	16	2,2	0,00	0,1	0,28	6,8	3,8	19	500	25
Q. Hueco Ondo 1+Q. Hueco del Diablo+Q. V. La Bomba+Q. Murcielago	39	18	6,7	32,5	68,5	57	11,5	5	16	2,2	0,00	0,1	0,27	7	3,8	19	500	10

- **Calidad de agua de puntos sobre la Quebrada (Datos de Calibración)**

Para la calibración del modelo se utilizó información de calidad de agua de diferentes puntos distribuidos a lo largo de la corriente, ver la siguiente tabla.

Tabla 79. Calidad de agua en diferentes puntos Quebrada Piscoyaco

	Caudal Aforos	Temp	pH	Conduct.	S. Totales	S. Disueltos	S. Suspend.	S. Suspend. Volátiles	Alcal Total	Nitratos	Amonio	P Total	NTK	OD	DBO	DQO	Coli Total	E- Coli
Sobre la Quebrada	LPS	°C	unid	us/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg CaCO3/l	mg N-NO3/l	mg N-NH4/l	mg PO4/l	mg N/l	mg O2/l	mg O2/l	mg O2/l	UFC/100ml	UFC/100ml
Antes Bocatoma Vereda Carrizal		8	6,7	29,7	64	52	12	3,5	15,21	2,2	0	0,1	0,42	7,38	3,8	20	921	10,9
Despues Criadero de Truchas		8	6,7	32,5	52	40	12	3,5	14,96	2,2	0,05	0,1	0,28	7,03	3,8	20	372	65
Puente Vereda el Pichuelo	292,2	13	7,3	51,6	74	62	12	4	20,11	2,2	0	0,1	0,28	6,78	3,8	20	2190	557
Puente el Huilque		14	7,55	72,7	88	76	12	5	28,94	2,2	0	0,1	0,45	6,9	3,8	20	11900	1000
Puente Mina el Tesoro		16	7,63	181,3	184	141,5	42,5	44	58,86	2,2	30	0,27	2,27	6,34	11,94	38,88	2280000	377000
Desembocadura Rio Guaitara.	478,2	18	7,3	199	160	143,8	16,2	5	74,06	2,2	0	0,1	0,31	7,08	3,8	20	7940	100
BOCATOMA VEREDA CARRIZAL	-0,5	8	6,7	29,7	64	52	12	4	15,21	2,2	0,24	0,1	0,28	7,8	3,8	19	921	10,9
BOCATOMA-DISTRITO DE RIEGO ASOPISCOYACO	-143	10	6,7	30	64	52	12	4	15	2,2	0,26	0,1	0,28	7,55	3,8	19	2100	548

- **Constantes de Reacción**

Los valores de las constantes de reacción fueron determinados mediante el proceso de ensayo y Error. En general el procedimiento consistió en hallar primero el valor de las constantes de reaireación y de degradación Carbonácea mediante comparación de las curvas establecidas por el modelo y los valores establecidos con los puntos de calibración. Posteriormente se determinó el valor de las constantes relacionadas con los diferentes estados del nitrógeno, lo cual involucra el paso del Nitrógeno Orgánico a Nitrógeno Amoniacal, este a su vez a Nitritos y Nitratos, entre otras. Los valores encontrados fueron:

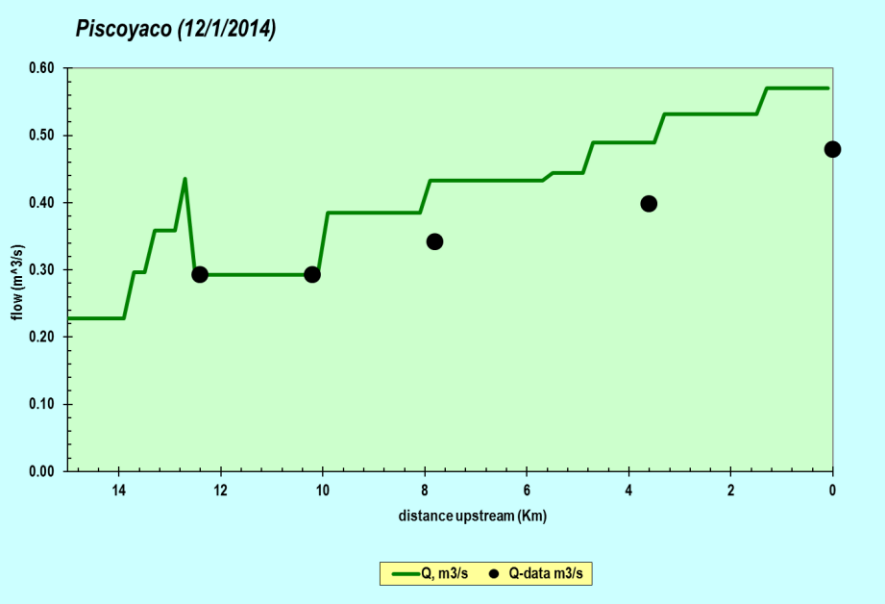
Modelo de Reaireación: Pool& Riffle

- Constante de Hidrolisis de la DBO lenta: 3.5 d-1
- Constante de Oxidación de la DBO lenta: 1 d-1
- Constante de Oxidación de la DBO rápida: 1 d-1
- Constante de Hidrólisis de Nitrógeno Orgánico a NH3: 0.6 d-1
- Constante de Nitrificación: 1 d-1
- Constante de Denitrificación: 2 d-1
- Constante de Hidrólisis de Fósforo Orgánico: 1 d-1
- Constante de Disolución de Detritus: 1 d-1
- Constante de Decaimiento de patógenos: 1 d-1

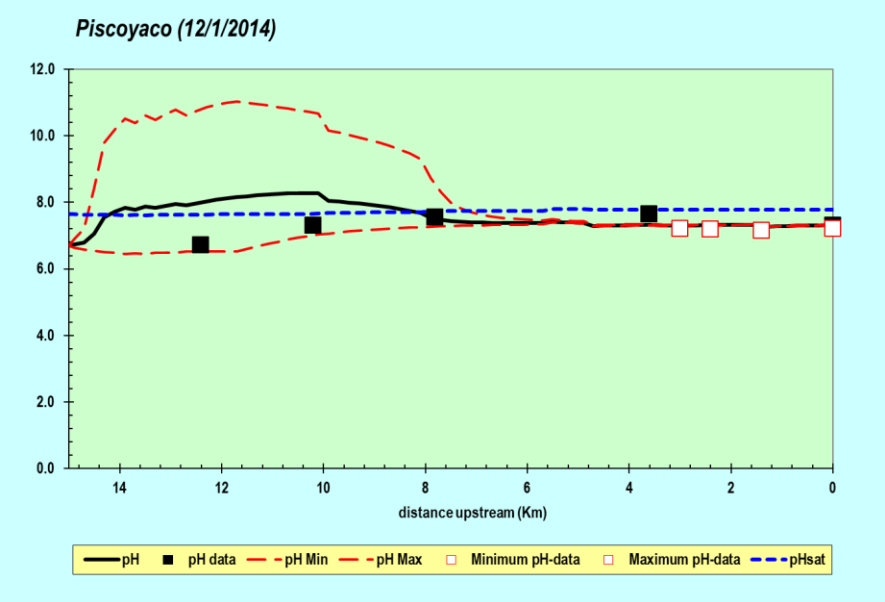
- **Resultados de Calibración:**

A continuación en las siguientes figuras se presentan los principales resultados del proceso de calibración del modelo. Las variables presentadas son: Caudal (m3/s), pH, temperatura, conductividad, sólidos suspendidos totales, oxígeno disuelto, materia orgánica de rápida degradación, materia orgánica de lenta degradación, nitrógeno orgánico, nitrógeno amoniacal, nitratos, fosforo orgánico y Coliformes totales.

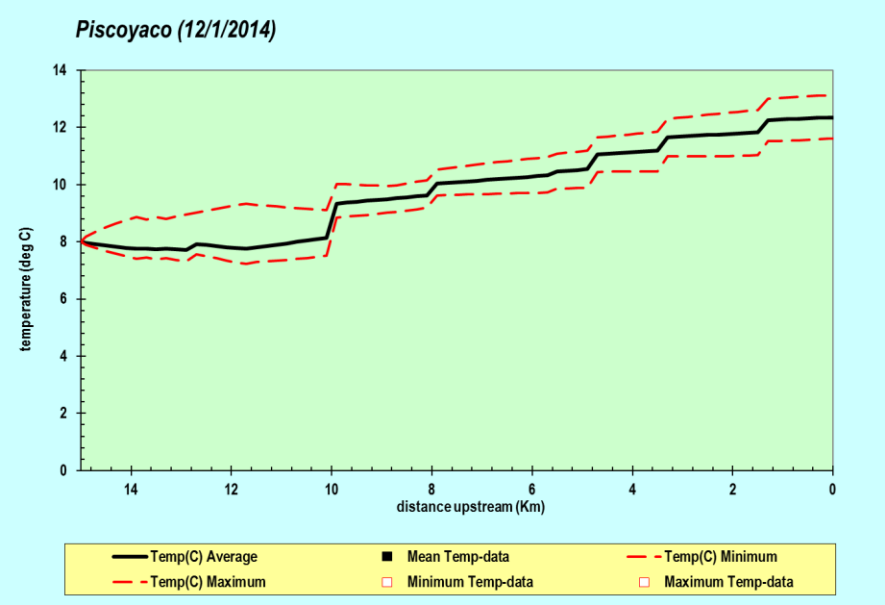
Gráfica 30. Resultado de Calibración de Caudal Quebrada Piscoyaco- modelo Qual2kw.



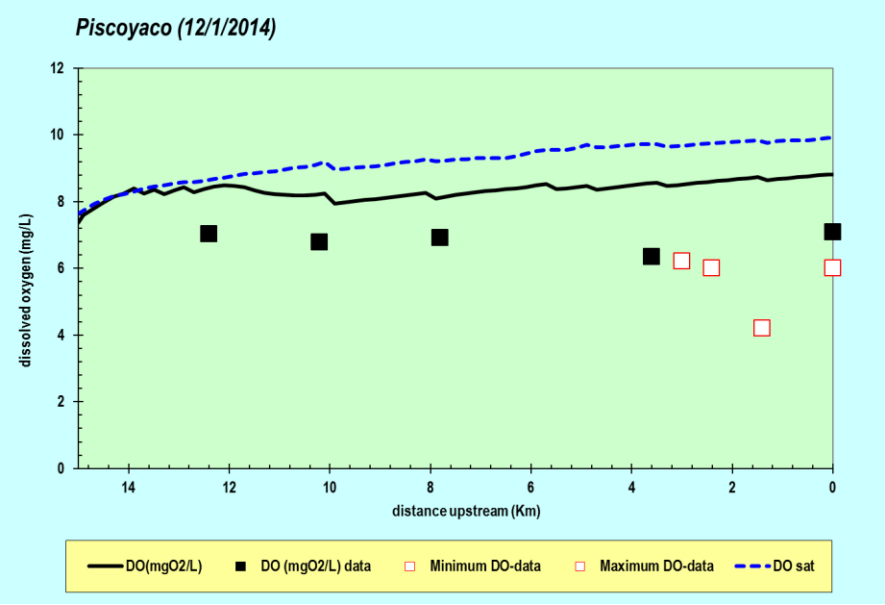
Gráfica 31. Resultado de Calibración de pH Quebrada Piscoyaco - modelo Qual2kw.



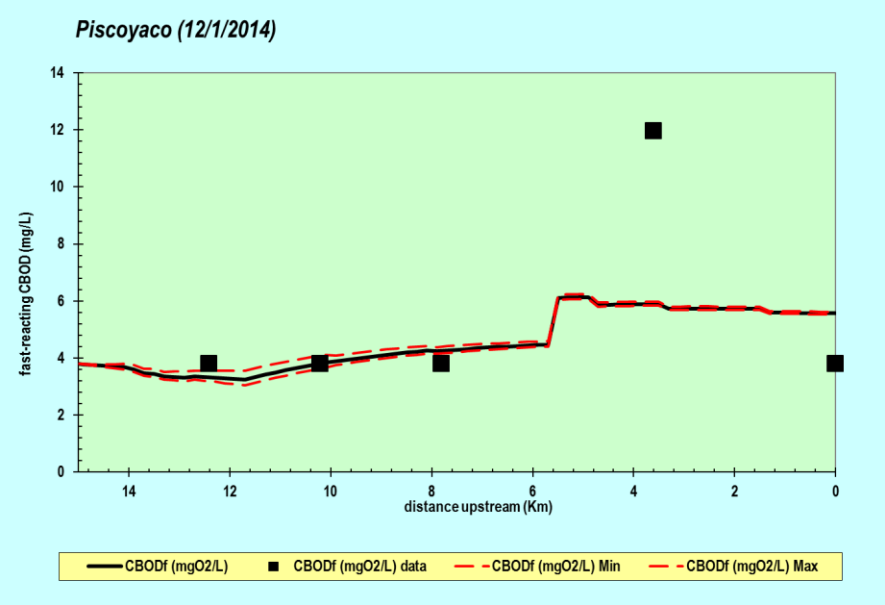
Gráfica 32. Resultado de Calibración de Temperatura Quebrada Piscoyaco- modelo Qual2kw



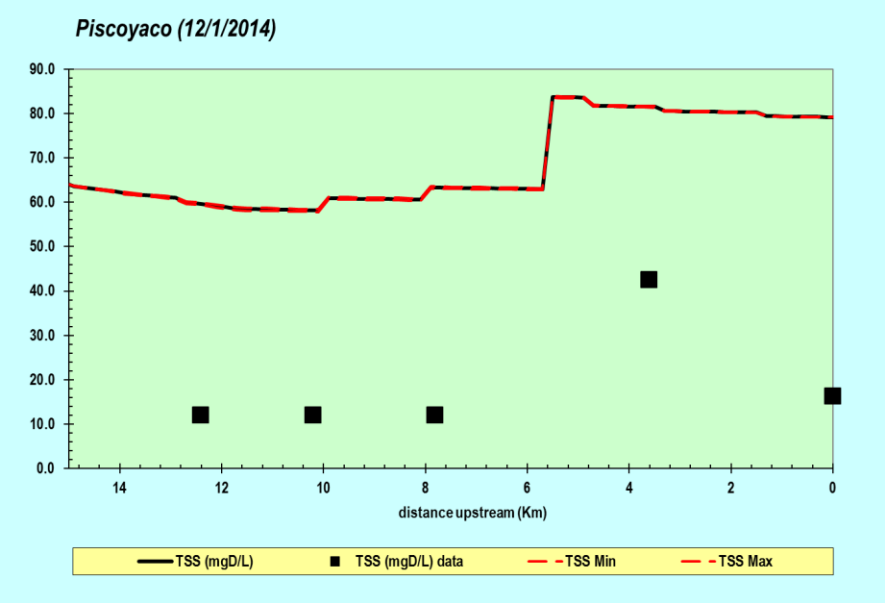
1**Gráfica 33.** Resultado de Calibración de Oxígeno Disuelto quebrada Piscoyaco- modelo Qual2kw.



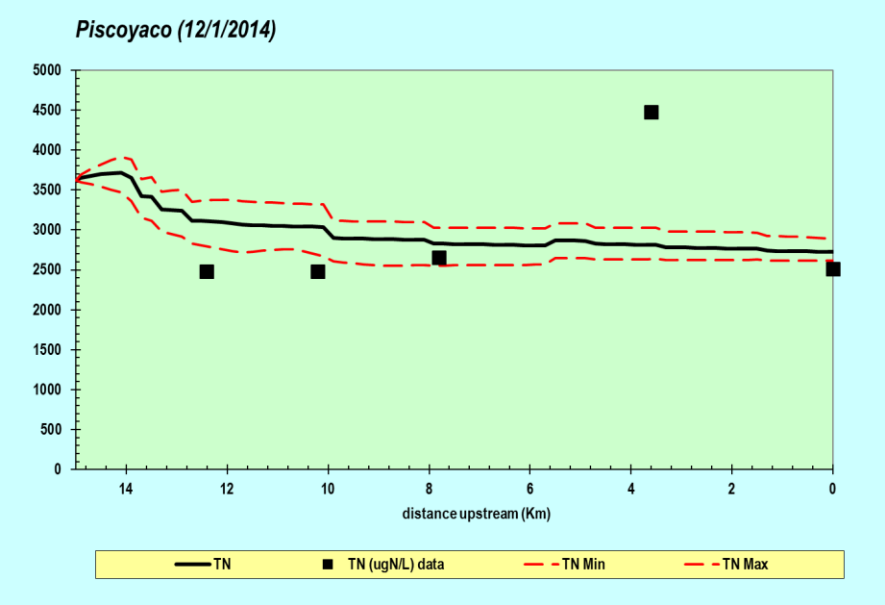
Gráfica 34. Resultado de Calibración de la materia orgánica de rápida degradación Quebrada Piscoyaco- modelo Qual2kw.



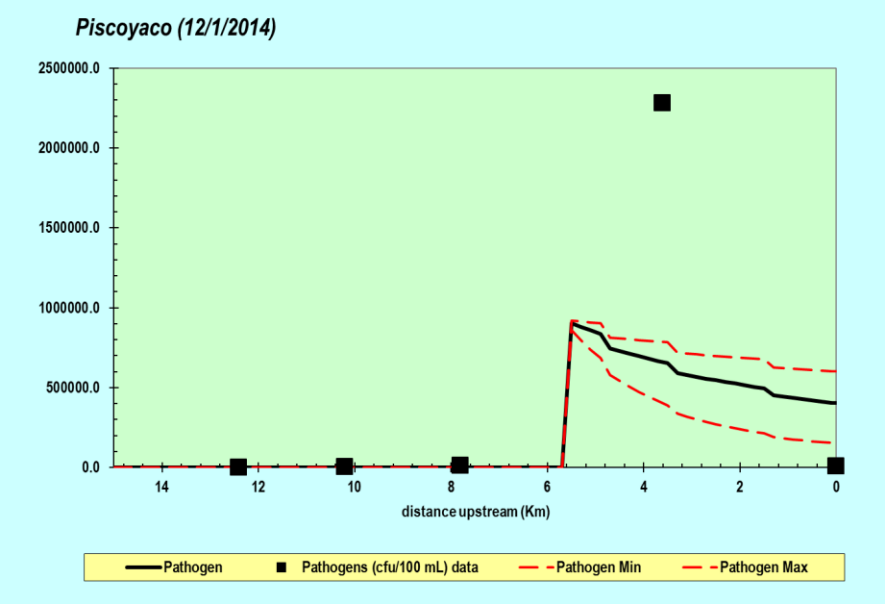
Gráfica 35. Resultado de Calibración de de SST Quebrada Piscoyaco- modelo Qual2kw.



Gráfica 36. Resultado de Calibración de de Nitrógeno Total Quebrada Piscoyaco - modelo Qual2kw.



Gráfica 37. Resultado de Calibración de Coliformes Totales Quebrada Piscoyaco- modelo Qual2kw.



Por razones de funcionamiento del modelo QUAL2K, la distancia correspondiente al eje X de las gráficas se representa en orden decreciente de izquierda a derecha, siendo el número o distancia mayor el nacimiento y el número cero o distancia menor su desembocadura al rio Guáitara.

Los datos de entrada del modelo de calidad corresponden a los resultados analíticos de laboratorio correspondientes al muestreo del 27 de Agosto de 2014, ya que por las condiciones climáticas (transición verano a invierno) es el que presentó las condiciones de calidad más críticas de los cauces principales de la Quebrada Piscoyaco con relación al primer muestreo efectuado el 5 de Noviembre del mismo año.

Las gráficas permiten relacionar los datos de entrada representados en puntos de color negro con la tendencia o comportamiento de calibración del modelo representado en líneas, con el fin de comparar su similitud o cercanía en cada una de las variables simuladas.

El comportamiento del pH no varía de manera significativa con relación a los datos de entrada, manteniéndose en valores cercanos al neutro.

La temperatura de la Quebrada Piscoyaco indica una tendencia al aumento desde su nacimiento hasta su desembocadura, a medida que en su recorrido va recibiendo las distintas descargas de aguas residuales ubicadas principalmente en la zona media.

La conductividad aumenta levemente a medida que se intensifican los puntos de vertimientos de aguas residuales con un comportamiento bastante estable; sin embargo, el comportamiento del modelo muestra una tendencia por encima de los datos de entrada.

Los sólidos suspendidos totales muestran también un crecimiento en su concentración desde el nacimiento hasta la desembocadura de la Quebrada Piscoyaco, pero el comportamiento del modelo presenta una tendencia por encima de los datos de entrada.

Las líneas tendenciales de la materia orgánica de rápida y lenta degradación coinciden con la mayoría de los datos de entrada aunque los valores de modelación son más altos.

El comportamiento del oxígeno disuelto simulado en el modelo coincide con los datos de entrada, representando una línea bastante estable en la concentración de oxígeno disuelto a medida que se van presentando las descargas de aguas residuales debido al gran caudal del rio que le permite recuperarse rápidamente.

Las variaciones mayores entre los datos de entrada y la línea de calibración del modelo se presentan en las variables de Nitrógeno Orgánico, Nitrógeno Amoniacal, Nitratos, Fosforo Total y Coliformes Totales. Las razones radican en que por más constantes que contemple el modelo no se pueden recrear o considerar la totalidad de situaciones de tipo técnico, climático, logístico, etc. que se presentaron en campo al momento de efectuar los muestreos y demás mediciones.

El escenario actual de calidad de la Quebrada Piscoyaco está caracterizado por la alteración de las condiciones y características fisicoquímicas y microbiológicas del recurso hídrico debido a la intervención antrópica representada en la existencia de vertimientos de aguas residuales de origen doméstico.

El colector del sistema de alcantarillado del casco Urbano del municipio de los Andes Sotomayor, es el mayor aportante de cargas contaminantes, considerando que el vertimiento de las aguas residuales se efectúa actualmente sin ningún tipo de tratamiento previo, a pesar de esto el impacto hacia la fuente receptora es mitigado por procesos de depuración natural que sumado a la topografía con altas pendientes le permite a la corriente recuperarse.

7. RIESGOS ASOCIADOS A LA DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HIDRICO

El riesgo en la gestión integral del recurso hídrico está relacionado con el manejo y gestión el déficit y del exceso de agua, asociado a la gestión de las cuencas hidrográficas deterioradas, a la pertinencia de los proyectos hidráulicos con el conocimiento de la variabilidad climática e hidrológica del país, al crecimiento no planificado de la demanda sobre una oferta neta limitada, a conflictos por el uso del agua y a las deficientes e inadecuadas acciones para la gestión del riesgo por eventos socio-naturales que aumentan la vulnerabilidad del recurso.

El déficit de agua genera problemas de disponibilidad, desabastecimiento y racionamiento de agua con sus consecuentes efectos nocivos sobre la calidad de vida de la población y sus actividades económicas. Aunque el mayor uso de agua es para la actividad agropecuaria, los aspectos más críticos de disponibilidad tienen relación con el abastecimiento de agua potable para la población.

El exceso de agua puede genera inundaciones, deslizamientos que afectan la oferta hídrica al contaminar con sedimentos las fuentes de agua y pueden destruir los sistemas de abastecimiento y distribución; así mimo, genera, impactos directos a la disponibilidad, continuidad y calidad del agua a suministrar, además de los costos económicos que implican las pérdidas de agua, las obras de recuperación, rehabilitación y reconstrucción de los sistemas.

De acuerdo al diagnóstico del cauce principal de la Quebrada Piscoyaco, los riesgos identificados corresponden a situaciones que se podrían presentar o acrecentar de manera que pongan en peligro la satisfacción de los usos actuales y potenciales caracterizados repercutiendo o incidiendo de manera directa sobre la calidad de vida de Piscoyaco jurisdicción del municipio de los Andes Sotomayor se describen a continuación:

Tabla 80. Riesgos Asociados a la Disponibilidad del Recurso Hídrico Sobre El Cauce Principal de la Quebrada Piscoyaco

Tipo de Riesgo	Descripción del Riesgo	Actividades Generadoras del Riesgo	Intensidad del Riesgo	Acción de Mitigación
Riesgo Por Desabastecimiento De Agua	Cantidad insuficiente de agua para satisfacción de las necesidades de todos los beneficiarios ó usuarios existentes del recurso hídrico ó potenciales.	- Cantidad de captaciones o derivaciones que superen la oferta hídrica y el caudal ecológico. - Uso Ineficiente y desperdicio del caudal de agua captado.	Bajo	- Control de las captaciones y derivaciones del cauce principal del río y de sus afluentes. - Seguimiento y control a las concesiones de agua otorgadas
Riesgo por disminución del caudal natural de la corriente superficial	- Acciones antrópicas que generen una disminución gradual del caudal principal del río Blanco en el transcurso del tiempo. - Acciones Climáticas que generen disminución del caudal de manera temporal en ciertas épocas del año.	- Deforestación y desprotección de la ronda hídrica por ampliación de la frontera agrícola y ganadera. - Presión sobre el recurso hídrico por la captación del 100% de los afloramientos naturales impidiendo que estos aporten caudal al Cauce Principal.	Bajo	- Recuperación de la ronda hídrica - Reforestación de la ronda hídrica - Control de las captaciones del cauce principal del río y de sus afluentes naturales.

		- Temporada de verano que generan déficit de la precipitación.		
Riesgo por contaminación de la corriente superficial	Alteración de la calidad fisicoquímica y bacteriológica natural del agua de la Quebrada Piscoyaco, volviéndola no apta para la satisfacción de los usos estipulados.	- Vertimientos puntuales de origen doméstico, de servicios e Industrial Minero. - Vertimientos difusos o esporádicos provenientes de arrastre de suelos y/o agroquímicos y fungicidas. - Presencia de sustancias de interés sanitario en el cauce principal como Zinc, Plomo, Hierro y Cobalto, - En cuanto al vertimiento minero estos cuentan con sistemas de tratamiento que no tienen una eficiencia aceptable antes de la descarga.	Alto	- Implementación de plantas de tratamiento de aguas residuales a los afluentes de origen doméstico e industrial. - Control en la aplicación de fungicidas y agroquímicos.

Riesgo por inundaciones ó desbordamientos	- Crecimientos de caudal de la Corriente superficial que afecten a poblaciones y predios ubicados en áreas no apropiadas - También pueden afectar las estructuras de las bocatomas	Invasión de la Ronda Hídrica del río Blanco para la construcción de viviendas y, para designación de predios para ganado vacuno.	Alto	- Recuperación de la ronda hídrica. - Control de asentamientos en la orilla de la Quebrada.

8. PROSPECTIVA



8. PROPECTIVA.

La prospectiva busca proyectar escenarios que permitan definir situaciones futuras de la corriente hídrica, con base en la información obtenida en la Fase del Diagnóstico.
Esta fase permitió establecer la situación actual del Cauce Principal de la quebrada Piscoyaco del municipio de los Andes Sotomayor, teniendo encuenta aspectos socioeconómicos, técnicos y ambientales.
De igual forma se deben considerara variables que afectan al recurso en cuanto a calidad y cantidad, de manera que permita entender el presente y generara escenarios y actividades que conduzcan hacia un futuro admisible y deseado para la comunidad en general.

La Prospectiva está encaminada a la generación de escenarios factibles que generen soluciones integrales, que permitan recuperar las condiciones de calidad adecuada e idónea de la corriente, tanto para los usos actuales y potenciales demandados por la comunidad así como para la conservación de los ciclos biológicos y el normal desarrollo de las especies. Teniendo en cuenta acciones de concertación con la comunidad con el fin de definir el escenario más adecuado para el recuperación de la corriente propiciando un adecuado aprovechamiento, desarrollo y relación entre la parte social y económica del recurso hídrico.

La generación de escenarios (Ideal y Factible) consiste en la división del Cauce principal de la corriente hídrica en tramos que se definen de acuerdo a los usos actuales y potenciales determinados en la etapa diagnostica, los cuales están regidos por unos criterios de calidad estipulados por la Normatividad Ambiental Vigente.

Una vez se definan los tramos, se corre el modelo de calidad simulando unas condiciones de tratamiento y remoción de cargas contaminantes sobre las entradas o descargas de aguas residuales, hasta niveles o porcentajes óptimos que permitan establecer y mantener la calidad del agua del cauce principal de la quebrada Piscoyaco, para la satisfacción de los usos identificados y determinados.

Como resultados de estos procesos la Fase Prospectiva entrega como producto final el escenario elegido para la planificación del recurso, el cual esta soportado técnicamente en los resultados de la fase de diagnóstico y validado a través del desarrollo del componente social.

8.1 Análisis Social

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 para la recuperación en cuanto a calidad y cantidad de la Quebrada Piscoyaco.

- **Situación Actual:**

- Bajo caudal del agua.
- El agua se contamina con los vertimientos del municipio y la explotación minera.

- **Alternativas de Solución Propuestas por la Comunidad**

- Reforestar con cercas vivas sobre todo en las riberas de los ríos y con especies que se adapten a la zona y contribuyan a la preservación del agua.
- Se aplique la normatividad de saneamiento básico, con apoyo de recursos desde la administración municipal y otras entidades que les competente este aspecto.
- Tramitar las concesiones de agua de acuerdo a la capacidad económica de la persona o comunidad, donde los costos de los análisis del agua sean asumidos por el municipio o CORPONARIÑO.
- Se fortalezca los proyectos para la construcción de acueductos rurales en beneficio de las comunidades.
- Que CORPONARIÑO realice seguimiento de acuerdo a los lineamientos ambientales de las minas legales como ilegales, como también a las personas que utilizan el agua de forma ilegal.
- Que se trabaje un proyecto de educación ambiental teniendo en cuenta las quemas.
- Es importante que el municipio realice un convenio para que se recoja la basura que se produce en el sector rural especialmente en la agricultura, tales como tarros, talegas, plásticos utilizados para la fumigación de cultivos y cubrir los cultivos como el plátano.
- Apoyar al sector educativo con proyectos ambientales que buscan desde temprana edad generar una sensibilización hacia el uso adecuado de los recursos naturales y preservación del medio ambiente, sobre todo el agua que es fuente de vida.

- **Alternativas Técnicas**

- Zona Alta de la Quebrada se requiere: Reforestación- Conservación Preservación.
- Legalización de captaciones de agua para uso doméstico y agrícola.
- Seguimiento a las licencias ambientales para la explotación minera.
- Zona Media de la Quebrada se requiere un sistema de tratamiento de los vertimientos

- **Escenario que se Apunta**

- Compra de predios
- Educación ambiental en torno al cuidado y preservación de la fuente hídrica.
- PRAES
- Reforestación
- Reciclaje
- Veeduría
- Se requiere la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales PTAR.
- Erradicar el mercurio
- Certificación para oro ecológico

8.2 Criterios de calidad para los usos actuales y potenciales del recurso hídrico.

8.2.1 Usos actuales y potenciales del cauce principal de la Quebrada Piscoyaco.

Teniendo en cuenta lo sustentado en la etapa de diagnóstico y el análisis social de las comunidades que habitan dentro del área de influencia, los usos actuales y potenciales definidos y priorizados para el Cauce Principal Quebrada Piscoyaco se resumen en las tablas siguientes:

Tabla 81. Usos Actuales Del Cauce Principal de la Quebrada Piscoyaco.

USO	DESCRIPCIÓN
1. Preservación de Flora y Fauna	Uso actual presentado en el área de nacimiento del cauce principal en la parte alta en el sector denominado como el páramo de la Subcuenca de la Quebrada Piscoyaco.
2. Consumo Humano y Domestico	Uso actual presentado en la parte alta y media de la Quebrada Piscoyaco.
3. Agrícola- Pecuario y Consumo Humano	Uso actual presentado en la parte alta, media y baja.

Fuente. Ordenamiento Quebrada Piscoyaco 2014

Tabla 82. Usos Potenciales Del Cauce Principal de la Quebrada Piscoyaco.

USO	DESCRIPCIÓN
1. Preservación de Flora y Fauna	Uso Potencial (3 años), esperado en el área de nacimiento del cauce principal en la parte alta, en el sector denominado como el páramo de la Subcuenca de la Quebrada Piscoyaco.
2. Consumo Humano y Domestico	Uso Potencial (3 años), esperado en la parte alta de la Quebrada Piscoyaco.
3. Agrícola y Pecuario	Uso Potencial (3 años), esperado en la parte alta, aguas debajo de la bocatoma del distrito de riego, media y baja de la Subcuenca.
7 Paisajístico	Uso Potencial (3 años), esperado en la parte media de la Subcuenca.

Fuente. Ordenamiento Quebrada Piscoyaco 2014

De acuerdo a la definición de los criterios de calidad sobre el cauce principal de la Quebrada Piscoyaco, algunos de los usos definidos pueden ser omitidos en la determinación de los tramos, debido a la priorización en calidad que presente uno con respecto a los demás (Uso Preponderante).

8.2.2. Criterios de calidad establecidos para los usos asignados.

Los criterios de calidad acorde con lo estipulado en el artículo 19 del Decreto 3930 de 2010 se entienden como el conjunto de parámetros con sus respectivos valores que son utilizados para la asignación de usos al recurso y como base de decisión para el Ordenamiento del Recurso Hídrico.
Actualmente se encuentran vigentes los criterios de calidad estipulados en el Decreto 1594 de 1984, hasta tanto el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible expida y defina los nuevos criterios de calidad para el uso de las aguas superficiales, subterráneas y marinas.

Considerando que algunos de los parámetros fisicoquímicos de gran importancia para la definición de la calidad del agua para la satisfacción de los usos designados, actualmente no son contemplados por la Normatividad Ambiental Vigente, se ha diseñado para el presente Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la Quebrada Piscoyaco una tabla basada en criterios de calidad obtenidos algunos de la Norma Nacional y otros adaptados de Normas Ambientales de aplicación Internacional, utilizando fundamentos técnicos encaminados a la escogencia de valores adecuados y restrictivos.

Tabla 83. Criterios de calidad adaptados y complementados con base en el decreto 1594 de 1984 y normas internacionales para los usos planteados.

USOS	CRITERIOS DE CALIDAD
Preservación de Flora y Fauna en Aguas Frías	Aguas Libres de sustancias que impartan olor o sabor a tejidos de organismos acuáticos y Libres de turbiedad o color que interfieran con la actividad fotosintética. - pH entre 6,5 y 8,5 - -OD ≥ 6,0 mg/L. Siempre - DBO5 ≤ 3,0 mg/L - SST < 5 mg/l. - Amonio (NH3) ≤ 1,0 mg/L. - Nitratos NO3 ≤ 5,0 - Nitrógeno total ≤ 1,0 mg/L - Fosfatos (PO4) ≤ 0,1 mg/L - Coliformes Totales ≤ 1000 microorg. /100 ml. - Coliformes fecales ≤ 100 microorg. /100 ml. - Temperatura: 5 grados por encima o por debajo. - Cumplimiento Sustancias de Interés Sanitario Decreto 1594/84 articulo 45
	Aguas libres de películas de grasas y aceites, materiales flotantes provenientes de actividad humana, radioisótopos y otros

Consumo Humano y Domestico (Requiere Únicamente Desinfección)	no removibles por desinfección, que puedan afectar la salud humana. - pH entre 6,5 y 8,5 - Turbiedad < 10 UJT - OD > 6 mg/L - DBO5 < 2,5mg/L - SST < 5 mg/l. - Nitratos < 10 mg/l. - Nitritos < 10 mg/l. - Coliformes Totales ≤ 1000 microorg. /100 ml. - Coliformes fecales ≤ 200 microorg. /100 ml. - Amoniaco < 1,0 mg/l. - Cumplimiento Sustancias de Interés Sanitario Decreto 1594/84 articulo 39
Industrial	Considerando que la actividad industrial es de procesamiento de alimentos lácteos, se adoptan como criterios de calidad los mismos para Consumo Humano y Domestico.
Pecuario	- pH entre 5 y 9 - OD > 3 mg/L - DBO5 < 15 mg/L - Nitratos + Nitritos < 100 mg/l. - Coliformes Totales ≤ 5000 microorg. /100 ml. - Coliformes fecales ≤ 1000 microorg. /100 ml. - Cumplimiento Sustancias de Interés Sanitario Decreto 1594/84 articulo 41
Agrícola (Riego)	- Criterios restrictivos aplicados a riego de frutas que se consuman sin quitar la cascara y a hortalizas de tallo corto. - Olores Ofensivos y sustancias flotantes ausentes. - pH entre 4,5 y 9 - OD > 6 mg/L - DBO5 < 5mg/L - SST < 5 mg/l. - Coliformes Totales ≤ 5000 microorg. /100 ml. - Coliformes fecales ≤ 1000 microorg. /100 ml. - Cumplimiento Sustancias de Interés Sanitario Decreto 1594/84 articulo 40

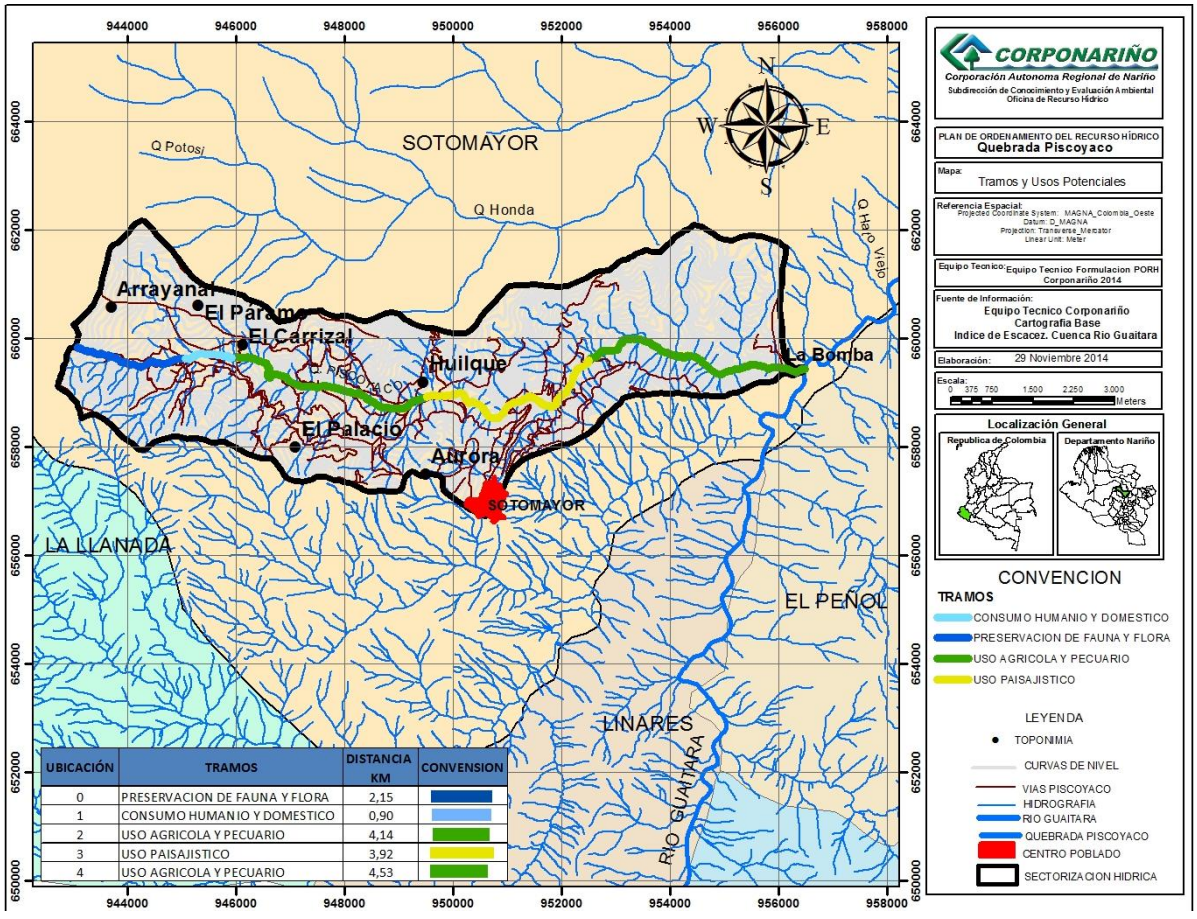
Fuente**.** Decreto 1594 de 1984

8.3 Definición de tramos de calidad sobre el cauce principal

Los tramos de la Quebrada Piscoyaco se definieron teniendo en cuenta las características topográficas, ambientales, sociales, sanitarias y las zonas de los usos de suelo existentes en el área de influencia, a partir de estos criterios se establecieron cuatro tramos de calidad organizados desde el nacimiento de la fuente hasta su desembocadura en el rio Guáitara.

Para los tramos en donde se presentaron más de un uso asignado, fundamentado en el artículo 22 del Decreto 3930 de 2010, se determinó o eligió el uso con los criterios de calidad más restrictivos o preponderante.

Mapa 21. Tramos de calidad según usos potenciales de la Quebrada Piscoyaco.



UBICACIÓN	TRAMOS	DISTANCIA KM	CONVENSION
0	PRESERVACION DE FAUNA Y FLORA	2,15	
1	CONSUMO HUMANIO Y DOMESTICO	0,90	
2	USO AGRICOLA Y PECUARIO	4,14	
3	USO PAISAJISTICO	3,92	
4	USO AGRICOLA Y PECUARIO	4,53	

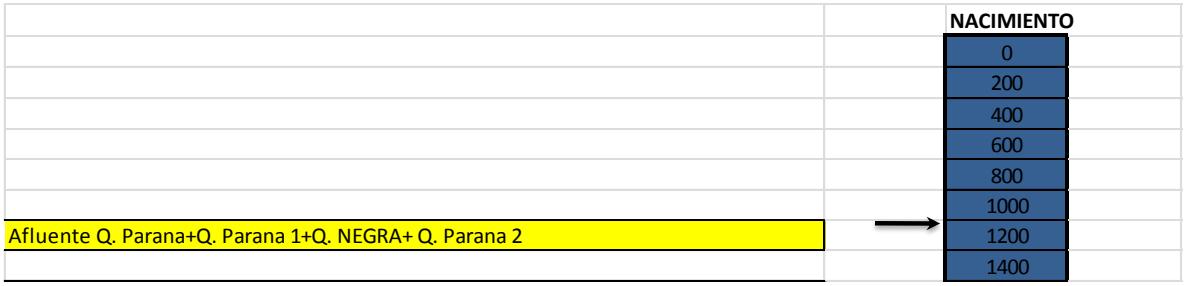
Tabla 84. Definición de Tramos en la corriente principal de la Quebrada Piscoyaco.

TRAMOS	USOS	DESCRIPCION	DISTANCIA
I	**Preservación de Flora y Fauna**	Definido desde el nacimiento de la quebrada Piscoyaco hasta antes del predio donde se encuentra ubicada la mina la María	Punto Inicial: 0 Punto Final: 2,15
II	**Consumo Humano y Domestico**	Definido desde el predio donde se encuentra ubicada la mina la María hasta la bocatoma del distrito de riego "ASOPISCOYACO"	Punto Inicial: 2,15 Punto Final: 3,05
III	**Agrícola Pecuario**	Definido después de la bocatoma del distrito de riego "ASOPISCOYACO" hasta antes unirse la quebrada Chamizal con el cauce principal de la quebrada Piscoyaco.	Punto Inicial: 3,05 Punto Final: 7,19
IV	**Paisajístico**	Definido desde la confluencia de la quebrada Chamizal con el cauce principal de la quebrada Piscoyaco hasta el sector de la mina "El Tesoro".	Punto Inicial: 7,19 Punto Final: 11,11
V	**Agrícola Pecuario**	Definido después del sector de la mina "El Tesoro" hasta su desembocadura con el rio Guáitara.	Punto Inicial: 11,11 Punto Final: 15

A continuación se describe cada uno de los tramos definidos para la quebrada Piscoyaco:

- **Tramo I- Preservación de Flora y Fauna:** Corresponde al nacimiento de la Quebrada Piscoyaco donde no existe ningún tipo de afectación antrópica, por lo tanto el uso es destinado exclusivamente para mantener y preservar la vida natural de los ecosistemas acuáticos y terrestres existentes; además presenta condiciones relacionadas con la protección y manejo de ecosistemas debido a que no se ve afectado por ningún tipo de vertimiento, y cumple con las exigencias estipuladas en el decreto 1594 de 1984.

Figura 43. Tramo De Calidad I



- **Tramo II- Consumo Humano y Domestico:** La Quebrada Piscoyaco para este tramo se definió para consumo humano y domestico ya que además de existir importantes bocatomas para acueductos veredales y la presencia de un distrito de riego, y en sus afluentes por su calidad existen bocatomas veredales, sin embargo en este tramo también se efectúan captaciones para uso Agrícola y Pecuario.

  Este tramo se define desde el sector de la Mina la María hasta llegar a la confluencia de la quebrada Chamizal receptora de un colector municipal, con el cauce principal de la quebrada Piscoyaco.

  Para garantizar y mejorar la calidad del agua en este tramo deben adoptarse medidas de mitigación encaminadas a la eliminación o control de la calidad de los vertimientos indirectos o difusos.

Figura 44. Tramo De Calidad II

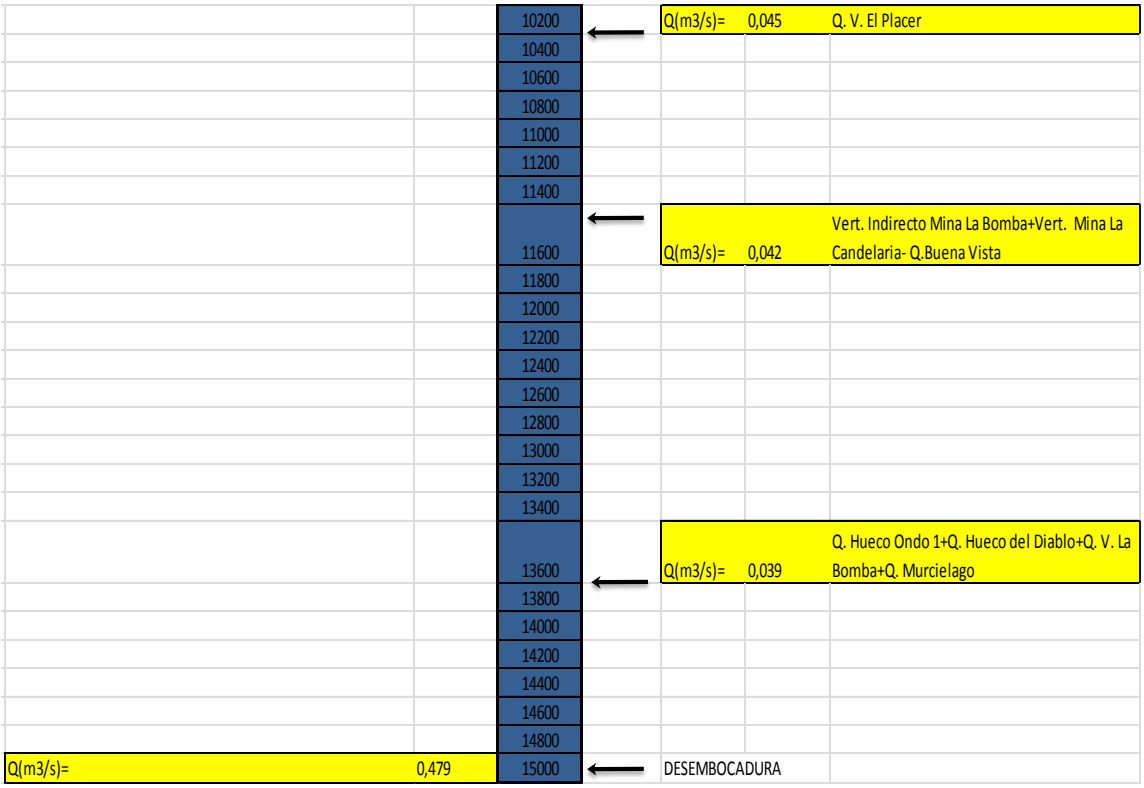


- **Tramo III y V- Uso Agrícola y Pecuario:** El uso destinado para Agricultura y crianza de animales en este tramo es potencial, ya que en la actualidad no se identificaron captaciones o desviaciones de agua sobre el cauce principal de la quebrada Piscoyaco; y teniendo encuenta el escenario Factible modelado, la calidad del agua en el tramo puede ser destinada para el riego de pastos y cultivos agrícolas siempre y cuando se adopten ciertas medidas de mitigación para evitar los riesgos de alteración y posible contaminación del recurso hídrico.

Figura 45. Tramo De Calidad III

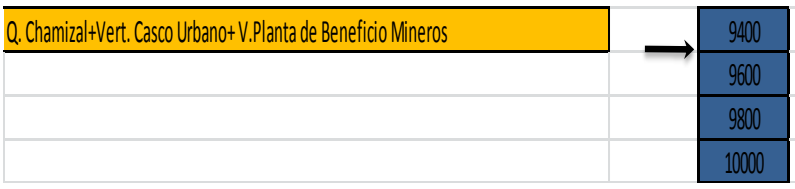
				2600
				2800
				3000
				3200
				3400
				3600
				3800
				4000
				4200
				4400
				4600
				4800
Q(m3/s)=	0,292	Q. Vereda Carrizal 2+Q. La Chorrera+Q. Hueco Ondo+Q. Paraíso(V.EL PICHUELO)	→	5000
				5200
				5400
				5600
				5800
				6000
				6200
				6400
				6600
				6800
Q(m3/s)=	0,05	Q. Paraguas+Q. V. Los Guabos+Q. V. El Huilque	→	7000
				7200
				7400
				7600
				7800
				8000
				8200
				8400
				8600
				8800
				9000
				9200

Figura 46. Tramo De Calidad V



- **Tramo IV- Uso Paisajístico:** Considerando que el tramo está siendo destinado para la descarga indirecta de aguas residuales de origen doméstico, Minero (plantas de beneficio del material extraído) y de servicios, resaltando las descargas de aproximadamente el 70% del total de la población de Sotomayor, por lo tanto se definió el uso Paisajístico el cual no contempla un contacto directo del agua con el ser humano.

Figura 47. Tramo De Calidad IV

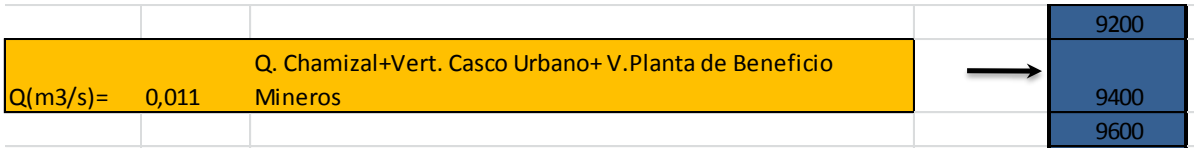


8.4 Definiciones específicas para la determinación de escenarios de calidad de la Quebrada Piscoyaco

8.4.1 Estado actual de la corriente hídrica

Teniendo en cuenta el recorrido realizado sobre el cauce principal de la Quebrada Piscoyaco, se puede determinar que la corriente desde su nacimiento hasta la parte media no presenta vertimientos directos y representativos que generen alteraciones en la calidad del agua; en la parte media del cauce principal se presenta contaminación por parte de un colector que recoge las descargas del 70% de la población total del casco urbano, estas descargas no se realiza de manera directa sino que estas son vertidas sobre la quebrada Chamizal el cual es un importante afluente del cauce principal de la quebrada Piscoyaco; de igual forma en esta zona se encuentran ubicadas dos plantas de beneficio de material minero extraído en la zona las cuales no generan vertimientos directos pero que por procesos de escorrentía, infiltración y otros procesos generan afectaciones a las fuentes hídricas, lo que genera que la calidad del agua en esta zona sea baja. ya en la zona baja la corriente se recupera y permite presentar unas condiciones de agua buena debido a que no recibe ningún tipo de descargas y afectaciones que pueda influir de forma notaria en la calidad del agua.

Figura 48. Zona de vertimientos



8.4.2 Obras proyectadas

Actualmente el municipio de los Andes Sotomayor, no cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales, teniendo en cuenta que la carga de DBO actual de la Quebrada Piscoyaco es aproximadamente de 221,2 mg/l, se ve la necesidad de implementar un sistema de tratamiento, para el punto de vertimiento indirecto que se presenta en la zona media de la Subcuenca producto de la descargas de aproximadamente el 70% de la población total del casco urbano del Municipio de los Andes Sotomayor, de igual forma es importante tener encuenta que esta zona cuenta con dos Plantas de Beneficio del material Minero Extraído en la zona y tres Minas que se dedican a la Extracción y Beneficio del Material Minero .

Por lo tanto las obras a realizar serán:

- Construcción de un tratamiento primario avanzado de aguas residuales, para uno de los dos colectores que se presentan en el Casco Urbano los cuales se realizan de manera indirecta sobre el cauce principal de la quebrada Piscoyaco.

  Teniendo en cuenta, que la concentración de DBO mas alta presentada sobre el cauce de la quebrada es de aproximadamente de 221,2 mg/l, por lo tanto es necesario implementar un tratamiento primario avanzado con cual se lograra una remoción de contaminación del 80%. Esto con el fin de conseguir las condiciones óptimas del agua, para los usos potenciales de la Subcuenca definidos

- Adecuación de los Sistemas de Tratamientos existentes para el Sector Minero, el Municipio de los Andes Sotomayor, es una zona potencialmente dedicada a la minería el cual cuenta con dos Plantas de Beneficio del material Minero Extraído en la zona y tres Minas que se dedican a la Extracción y Beneficio del Material Minero, ubicadas dentro del área de estudio de la Subcuenca, esto se realiza con el fin de no generar afectaciones sobre el cauce principal, teniendo en cuenta que en la parte alta se encuentra una mina “La María”, la cual realiza procesos de extracción y beneficio y aguas abajo se encuentran ubicadas con dos bocatomas.

8.4.3 Escenarios de calidad sobre el cauce principal

Esta fase se desarrolla a partir de conocer cuál es la realidad social, económica, institucional y ambiental de la corriente hídrica. Teniendo en cuenta la situación actual con el transcurrir de los años o la implementación de instrumentos de administración y control del recurso hídrico para la recuperación y mantenimiento de la calidad óptima del cauce principal de la quebrada Piscoyaco, los Escenarios de Calidad se dividen en Tendencial a 10 años y Factible a 3 años.

A continuación se muestra el comportamiento de la Demanda Bioquímica de Oxigeno – DBO y del Oxígeno Disuelto – OD para los diferentes escenarios de la quebrada Piscoyaco.

8.4.4 Escenario tendencial de calidad Quebrada Piscoyaco.

Corresponde a una proyección del escenario de calidad actual - 2014 del cauce principal de la quebrada Piscoyaco, considerando un aumento poblacional calculado para el año 2024.

EL escenario fue modelado para los parámetros de Demanda Bioquímica de Oxigeno – DBO y Oxígeno Disuelto – OD, simulando un crecimiento poblacional a diez (10) años de los núcleos poblados que descargan al cauce principal de la quebrada Piscoyaco,

considerando que la mayor cantidad de vertimientos que recibe la fuente superficial son de origen doméstico.

Para el cálculo de la población se utilizó el Método Geométrico, con una tasa de crecimiento poblacional (r) del 1,65% obtenida del último Censo Nacional realizado por el DANE en el año 2005.

$$P_{futura} = P_{actual}\,(1 + r)^{Tf - To}$$

Donde:

P_{futura}: Poblacion Futura o Proyectada
P_{actual}: Población al inicio del período
r : Tasa media anual de crecimiento poblacional
Tf : Tiempo o año final
To: Tiempo o año inicial

8.4.5 Escenario tendencial Quebrada Piscoyaco.

Con la proyección de población se calcularon los caudales y concentraciones tendenciales para cada una de las entradas o descargas, y se corrió nuevamente el modelo para obtener el comportamiento de la DBO y OD en el año 2024.

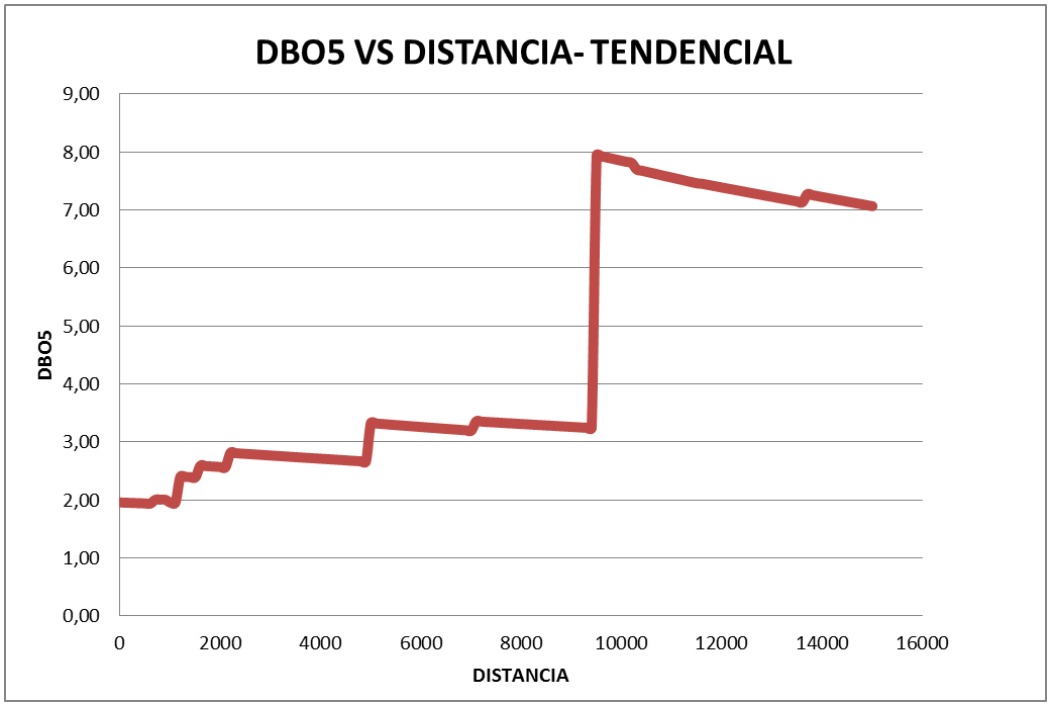
En el Anexo B se presentan los caudales, concentraciones y cargas calculadas para las descargas domésticas que mayor impacto generan sobre la calidad del agua del cauce principal de la quebrada Piscoyaco, reflejando su aumento gradual de contaminación en el Escenario Tendencial Modelado.

Con base en la información de cargas contaminantes recopiladas para el escenario actual, se ha proyectado un escenario tendencial a 10 años en cuyas entradas no se tiene en cuenta ningún tipo de medidas encaminadas a la disminución de las cargas contaminantes que realizan sobre el cauce principal de la quebrada Piscoyaco, en cambio, se ha tenido en cuenta el incremento del caudal en los vertimientos a causa del crecimiento proyectado de la población a 2024 con el fin de observar cual es el comportamiento de la quebrada Piscoyaco frente a los vertimientos esperados en 10 años.

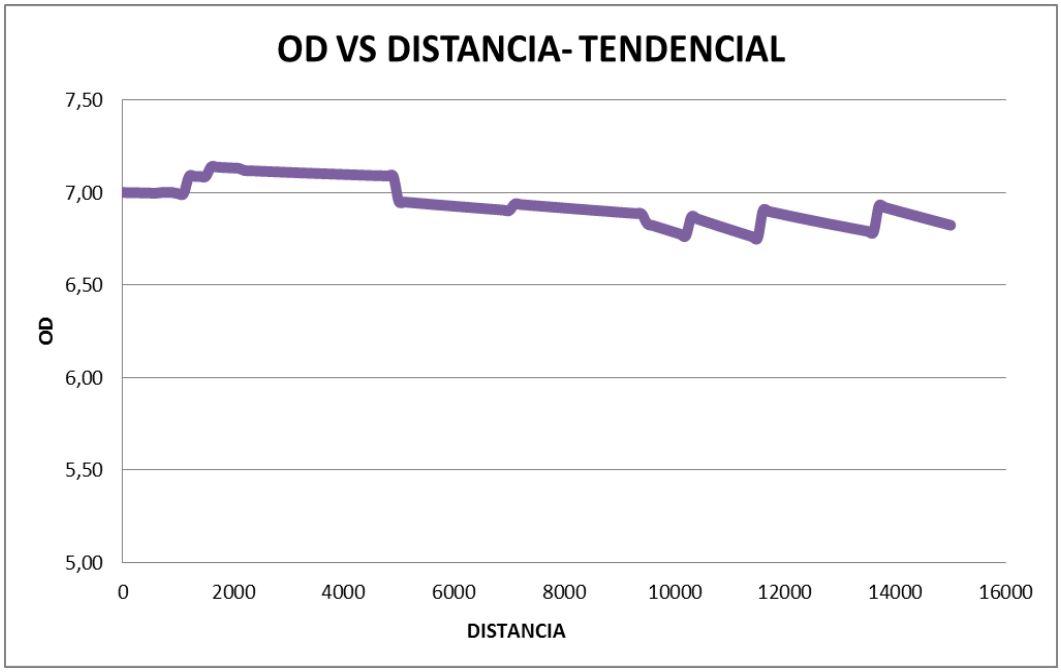
En este escenario cabe aclarar que si continua este tipo de afectación por vertimientos indirectos se evidencia una pérdida de oxígeno alterando la calidad del agua de la Quebrada Piscoyaco he interfiriendo de manera adversa en el cumplimiento de los criterios para los usos potenciales propuestos.

De no aplicarse e implementarse el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la Quebrada Piscoyaco, su calidad fisicoquímica tiende a medida que aumenta la población en el transcurso de los años a volverse anóxica reflejando condiciones supremamente críticas de contaminación.

Gráfica 38. Comportamiento DBO_5 - Escenario Tendencial



Gráfica 39. Comportamiento OD - Escenario Tendencial



8.4.6 Escenario Factible a 3 años en la Quebrada Piscoyaco.

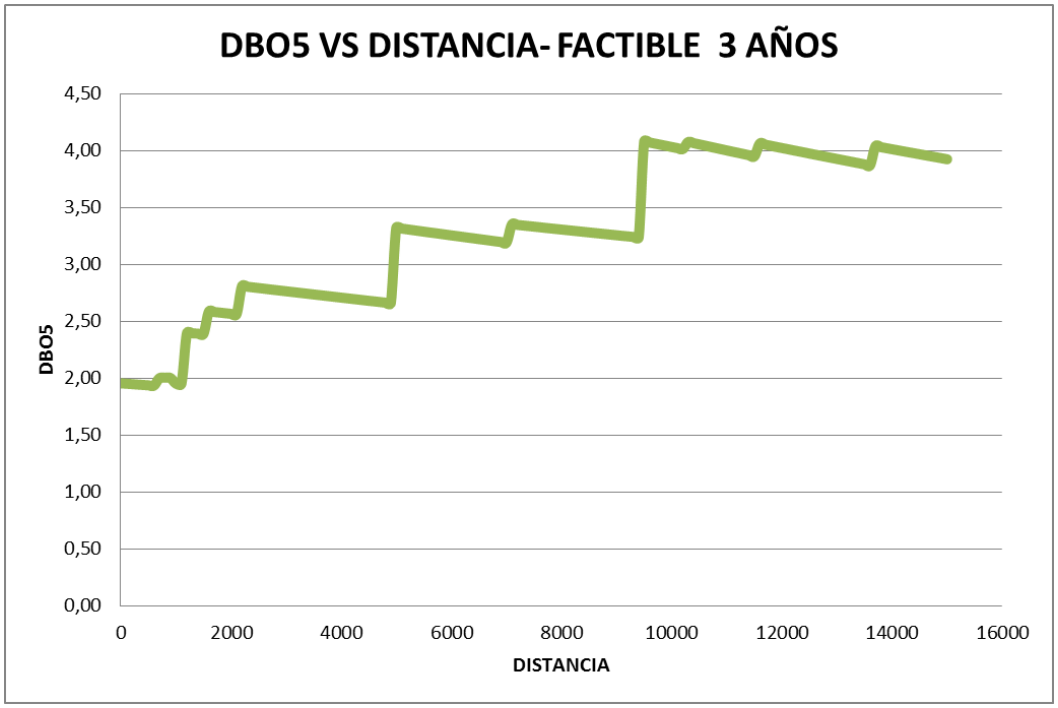
Con base en la información de cargas contaminantes recopiladas para el escenario actual y tendencial, se ha proyectado un escenario factible a 3 años en cuyas entradas se tiene en cuenta la construcción de una planta de tratamiento encaminada a la disminución de las cargas contaminantes en un 80 %, este vertimiento es procedente de aproximadamente el 70% de la población total del casco urbano del Municipio de los Andes Sotomayor, el cual no se vierte de manera directa sobre el cauce principal, sino que estos son vertidos sobre la quebrada Chamizal siendo este un afluente principal del cauce principal de la quebrada Piscoyaco.

Considerando la DBO y el OD como principales parámetros fisicoquímicos determinantes de la calidad del agua, ya que los vertimientos caracterizados son de composición orgánica o biodegradable, se corrió el modelo considerando una con una eficiencia de remoción del ochenta por ciento (80%) en Demanda Bioquímica de Oxígeno. Para el Oxígeno Disuelto no se contempló un aumento considerable de la concentración en el efluente tratado, debido a que la mayoría de tratamientos implementados en el departamento de Nariño, principalmente por su costo económico, son en condiciones anaeróbicas.

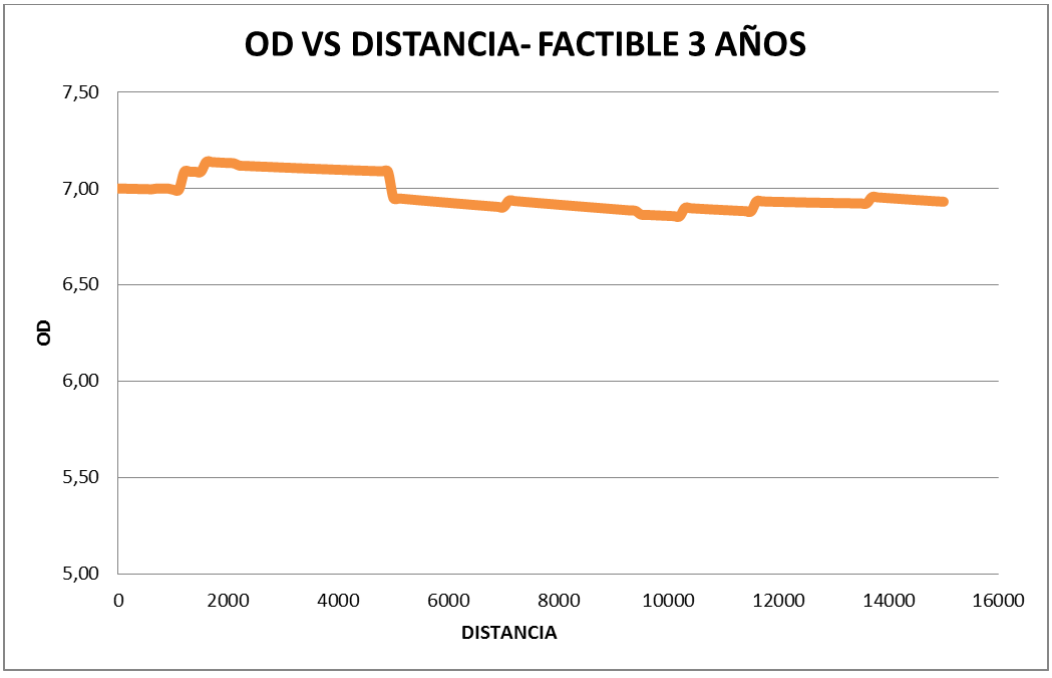
Adicionalmente el escenario factible está encaminado a simular las condiciones de calidad óptimas que deben presentarse en cada uno de los tramos del cauce principal de la quebrada Piscoyaco, con el fin de cumplir con los criterios de calidad adoptados para cada uno de los usos del recurso hídrico definidos.

El escenario Factible se modeló simulando para cada una de las descargas identificadas, el cumplimiento de las Normas de Vertimiento mínimas exigidas por el Decreto 1594 de 1984 temporalmente vigente hasta tanto el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible expida la Resolución con los nuevos criterios de calidad de Vertimientos de residuos líquidos al suelo, aguas superficiales, aguas subterráneas y aguas marinas.

Gráfica 40. Comportamiento DBO - Escenario Factible



Gráfica 41. Comportamiento OD - Escenario Factible



9. FORMULACIÓN



9. FORMULACION.

La Formulación está encaminada a la generación de los objetivos de calidad, que permitirán mantener, descontaminar y recuperar la calidad del cauce principal de la quebrada Piscoyaco, estableciendo las necesidades de tratamiento, optimización o eliminación de puntos de vertimiento sobre las descargas identificadas.

De igual manera se Formulan los programas y proyectos necesarios para alcanzar el escenario propuesto en el tiempo, para la materialización y cumplimiento del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la quebrada Piscoyaco.

Entre los proyectos propuestos se incluye la Gestión del Riesgo, la cual describe las acciones que se deben realizar y aspectos que se deben tener en cuenta para la mitigación de los riesgos asociados a cantidad y calidad del recurso hídrico del cauce principal de la quebrada Piscoyaco, identificados en la etapa de Diagnostico.

Al respecto es importante mencionar el PORH - Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico es el resultado de la evolución y articulación a la normatividad vigente del instrumento propuesto en el decreto 3930 de 2010, cuyo fin es la destinación de las aguas en forma genérica para los diferentes usos a partir de criterios de calidad, y que articuló lo establecido en los decretos 2811 de 1974 y 1541 de 1978 para el aprovechamiento y uso del recurso hídrico.

Durante esta fase y con base en las hipótesis generadas en el ejercicio de prospectiva se formula y consolida el PORH. En este punto, el equipo de trabajo debe formular los objetivos, metas, estrategias, programas y proyectos, así como, la plataforma organizativa, administrativa y financiera necesaria para la implementación del PORH.

9.1 Objetivos de calidad

Los Objetivos de Calidad son un instrumento establecido mediante el Artículo 3º del Decreto 3440 de 2004, que modifica el artículo 6 del Decreto 3100 de 2003, el cual contempla que previo al establecimiento de las metas de reducción en una cuenca, tramo o cuerpo de agua, la Autoridad Ambiental competente debe, entre otros aspectos, establecer objetivos de calidad de los cuerpos de agua de acuerdo a su uso, conforme a los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH).

9.1.1 Propuesta de objetivos de calidad

El establecimiento de Objetivos de Calidad es un tema ligado a la planeación, administración, control y vigilancia de los recursos hídricos, cuyo marco reglamentario ha sido definido por los Decretos 1594 de 1984 y 3930 de 2010. Dicho marco se complementa con los alcances de los Decretos 3100 de 2003 y 3440 de 2004.

En relación a la presencia de metales pesados en el agua se han incluido estos parámetros dentro de los objetivos de calidad, tomando como referencia los valores

establecidos por la EPA y por el decreto 3930 del 2010, los cuales se reajustarse a medida que existan modificaciones en dichas normas.

La propuesta de los objetivos de calidad para el cauce principal de la quebrada Piscoyaco se presenta en los siguientes cuadros:

Tabla 85. Objetivos de Calidad Quebrada Piscoyaco

QUEBRADA PISCOYACO - OBJETIVOS DE CALIDAD A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO												
MUNICIPIO	CORRIENTE SUPERFICIAL	TRAMO	USO ACTUAL	USO POTENCIAL PREPONDERANTE	PARÁMETRO	VALOR MEDIDO	CRITERIO DE CALIDAD	ESCENARIO DE CALIDAD 3 AÑOS	ESCENARIO DE CALIDAD 5 AÑOS	ESCENARIO DE CALIDAD 10 AÑOS	JUSTIFICACION PARA EL SECTOR MINERO	NOTA DE SUSTENTACION
LOS ANDES SOTOMAYOR	Q. PISCOYACO	**I.** Desde el nacimiento hasta antes del predio de la mina "La Maria"	Preservación Flora y Fauna	Preservación Flora y Fauna	DBO5 (mg O2/L)	2	≤ 3	2	2	2	EL SECTOR MINERO ASENTADO SOBRE LA SUBCUENCA DE LA QUEBRADA PISCOYACO, DEBE CUMPLIR CON LA NORMATIVIDAD VIGENTE EN CUANTO A SUSTANCIAS DE INTERES SANITARIO, PARA TODOS LOS METALES PESADOS GENERADOS EN EL PROCESO, TENIENDO ENCUENTA LOS VALORES MAXIMOS PERMISIBLES ESTABLECIDOS EN LA NORMATIVIDAD COLOMBIANA.	MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA LA SATISFACCIÓN DEL USO POTENCIAL PREPONDERANTE
					SST (mg/l)	5	≤ 5	5	5	5		
					OD (mg O2/L)	7,3	≥ 7	7,32	7,32	7,32		
					PH (pH)	7,32	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5		
					Coliformes Totales (UFC/100 ml)	600 UFC	1000					
					Coliformes Fecales (UFC/100 ml)	100 UFC	200					
					Olores Ofensivos		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes		
					Sustancias Flotantes		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes		
					Peliculas de Grasas y Aceites		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes		
					Sustancias de Interes Sanitario:		Cumplimiento Decreto 3930/2010Norma que lo sustituya o modifique					
					MERCURIO	EN AGUA	2 µg/l	2 µg/l	2 µg/l	2 µg/l		
						EN SEDIMENTO	0,05 µg/g	0,05 µg/g	0,05 µg/g	0,05 µg/g		
					CIANURO		1	1	1	1		
					Zinc	<0,018	0,018	0,018	0,018	0,018		
					Plomo	<0,45	≤ 0,02	0,02	0,02	0,02		
					Hierro	0,57	0,1	0,1	0,1	0,1		
					Cobalto	<0,12	≤ 0,02	0,02	0,02	0,02		

MUNICIPIO	CORRIENTE SUPERFICIAL	TRAMO	USO ACTUAL	USO POTENCIAL PREPONDERANTE	PARÁMETRO	VALOR MEDIDO	CRITERIO DE CALIDAD	ESCENARIO DE CALIDAD 3 AÑOS	ESCENARIO DE CALIDAD 5 AÑOS	ESCENARIO DE CALIDAD 10 AÑOS	JUSTIFICACION PARA EL SECTOR MINERO	NOTA DE SUSTENTACION
LOS ANDES SOTOMAYOR	Q. PISCOYACO	II. Desde antes del predio de la mina "la Maria" hasta la Bocatoma del Distrito de Riego "ASOPISCOYACO"	Consumo Humano y Agricola	Consumo Humano y Doméstico	DBO5 (mg O2/L)	3,8	≤3	3	3	3	EL SECTOR MINERO ASENTADO SOBRE LA SUBCUENCA DE LA QUEBRADA PISCOYACO, DEBE CUMPLIR CON LA NORMATIVIDAD VIGENTE EN CUANTO A SUSTANCIAS DE INTERES SANITARIO, PARA TODOS LOS METALES PESADOS GENERADOS EN EL PROCESO, TENIENDO ENCUENTA LOS VALORES MAXIMOS PERMISIBLES ESTABLECIDOS EN LA NORMATIVIDAD COLOMBIANA.	MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA LA SATISFACCIÓN DEL USO POTENCIAL PREPONDERANTE
					SST (mg/l)	5	≤5	5	5	5		
					OD (mg O2/L)	7,38	≥6	7,38	7,38	7,38		
					PH (pH)	6,93	6,5 - 8,5					
					Coliformes Totales (UFC/100 ml)	921	1000					
					Coliformes Fecales (UFC/100 ml)	10,9	200					
					Olores Ofensivos		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes		
					Sustancias Flotantes		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes		
					Peliculas de Grasas y Aceites		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes		
					Sustancias de Interes Sanitario		Cumplimiento Decreto 3930/2010Norma que lo sustituya o modifique					
					MERCURIO	EN AGUA	2 µg/l	2 µg/l	2 µg/l	2 µg/l		
						EN SEDIMENTO	0,05 µg/g	0,05 µg/g	0,05 µg/g	0,05 µg/g		
					CIANURO		1	1	1	1		
					Zinc	<0,018	0,018	0,018	0,018	0,018		
					Plomo	<0,45	≤0,02	0,02	0,02	0,02		
					Hierro	<0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		
					Cobalto	<0,12	≤0,02	0,02	0,02	0,02		

MUNICIPIO	CORRIENTE SUPERFICIAL	TRAMO	USO ACTUAL	USO POTENCIAL PREPONDERANTE	PARÁMETRO	VALOR MEDIDO	CRITERIO DE CALIDAD	ESCENARIO DE CALIDAD 3 AÑOS	ESCENARIO DE CALIDAD 5 AÑOS	ESCENARIO DE CALIDAD 10 AÑOS	JUSTIFICACION PARA EL SECTOR MINERO	NOTA DE SUSTENTACION
LOS ANDES SOTOMAYOR	Q. PISCOYACO	III. Después de la bocatoma del distrito de riego "ASOPISCOYACO" hasta antes unirse la quebrada Chamizal con el cauce principal de la quebrada Piscoyaco.	Consumo Humano y Agricola	Agricola y Pecuario	DBO5 (mg	3,8	< 20	3,4	3,4	3,4	EL SECTOR MINERO ASENTADO SOBRE LA SUBCUENCA DE LA QUEBRADA PISCOYACO, DEBE CUMPLIR CON LA NORMATIVIDAD VIGENTE EN CUANTO A SUSTANCIAS DE INTERES SANITARIO, PARA TODOS LOS METALES PESADOS GENERADOS EN EL PROCESO, TENIENDO ENCUENTA LOS VALORES MAXIMOS PERMISIBLES ESTABLECIDOS EN LA NORMATIVIDAD COLOMBIANA.	MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA LA SATISFACCIÓN DEL USO POTENCIAL PREPONDERANTE
					SST (mg/l)	12	≤ 50					
					OD (mg O2/L)	6,7	≥ 3	6,94	6,94	6,94		
					PH (pH)	7,55	6,5 - 9	6,5 - 9	6,5 - 9	6,5 - 9		
					Coliformes Totales (UFC/100 ml)	2000 UFC	6000					
					Coliformes Fecales (UFC/100 ml)	100 UFC	1000					
					Olores Ofensivos		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes		
					Sustancias Flotantes		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes		
					Peliculas de Grasas y Aceites		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes		
					Sustancias de Interes Sanitario		Cumplimiento Decreto 3930/2010Norma que lo sustituya o modifique					
					MERCURIO	EN AGUA	2 µg/l	2 µg/l	2 µg/l	2 µg/l		
						EN SEDIMENTO	0,05 µg/g	0,05 µg/g	0,05 µg/g	0,05 µg/g		
					CIANURO		1	1	1	1		
					Zinc	<0,018	0,018	0,018	0,018	0,018		
					Plomo	<0,45	≤ 0,02	0,02	0,02	0,02		
					Hierro	<0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		
					Cobalto	<0,12	≤ 0,02	0,02	0,02	0,02		

MUNICIPIO	CORRIENTE SUPERFICIAL	TRAMO	USO ACTUAL	USO POTENCIAL PREPONDERANTE	PARÁMETRO	VALOR MEDIDO	CRITERIO DE CALIDAD	ESCENARIO DE CALIDAD 3 AÑOS	ESCENARIO DE CALIDAD 5 AÑOS	ESCENARIO DE CALIDAD 10 AÑOS	JUSTIFICACION PARA EL SECTOR MINERO	NOTA DE SUSTENTACION
LOS ANDES SOTOMAYOR	Q. PISCOYACO	**IV.**Definido desde la confluencia de la quebrada Chamizal con el cauce principal de la quebrada Piscoyaco hasta el sector de la mina "El Tesoro".	Agrícola	Paisajistico	DBO5 (mg	11,94	< 10	4,1	4,1	4,1	EL SECTOR MINERO ASENTADO SOBRE LA SUBCUENCA DE LA QUEBRADA PISCOYACO, DEBE CUMPLIR CON LA NORMATIVIDAD VIGENTE EN CUANTO A SUSTANCIAS DE INTERES SANITARIO, PARA TODOS LOS METALES PESADOS GENERADOS EN EL PROCESO, TENIENDO ENCUENTA LOS VALORES MAXIMOS PERMISIBLES ESTABLECIDOS EN LA NORMATIVIDAD COLOMBIANA.	MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA LA SATISFACCIÓN DEL USO POTENCIAL PREPONDERANTE
					SST (mg/l)	42,5	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15		
					OD (mg O2/L)	6,34	≥ 6	6,86	6,86	6,86		
					PH (pH)	7,63	6,5 - 9	6,5 - 9	6,5 - 9	6,5 - 9		
					Coliformes Totales (UFC/100 ml)	2280000	<20000					
					Coliformes Fecales (UFC/100 ml)	377000	4000					
					Olores Ofensivos		Presentes	Presentes	Ausentes	Ausentes		
					Sustancias Flotantes		Presentes	Presentes	Ausentes	Ausentes		
					Peliculas de Grasas y Aceites		Presentes	Presentes	Ausentes	Ausentes		
					Sustancias de Interes Sanitario		Cumplimiento Decreto 3930/2010Norma que lo sustituya o modifique					
					MERCURIO	EN AGUA	2 µg/l	2 µg/l	2 µg/l	2 µg/l		
						EN SEDIMENTO	0,05 µg/g	0,05 µg/g	0,05 µg/g	0,05 µg/g		
					CIANURO		1	1	1	1		
					Zinc	<0,018	0,018	0,018	0,018	0,018		
					Plomo	<0,45	≤ 0,02	0,02	0,02	0,02		
					Hierro	2,61	0,1	0,1	0,1	0,1		
					Cobalto	<0,12	≤ 0,02	0,02	0,02	0,02		

MUNICIPIO	CORRIENTE SUPERFICIAL	TRAMO	USO ACTUAL	USO POTENCIAL PREPONDERANTE	PARÁMETRO	VALOR MEDIDO	CRITERIO DE CALIDAD	ESCENARIO DE CALIDAD 3 AÑOS	ESCENARIO DE CALIDAD 5 AÑOS	ESCENARIO DE CALIDAD 10 AÑOS	JUSTIFICACION PARA EL SECTOR MINERO	NOTA DE SUSTENTACION
LOS ANDES SOTOMAYOR	Q. PISCOYACO	**V.** Definido después del sector de la mina "El Tesoro" hasta su desembocadura con el rio Guaitara.	Agrícola-Pecuario y Consumo Humano	Agricola y Pecuario	DBO5 (mg O2/L)	3,8	≤ 20	4,1	4,1	4,1	EL SECTOR MINERO ASENTADO SOBRE LA SUBCUENCA DE LA QUEBRADA PISCOYACO, DEBE CUMPLIR CON LA NORMATIVIDAD VIGENTE EN CUANTO A SUSTANCIAS DE INTERES SANITARIO, PARA TODOS LOS METALES PESADOS GENERADOS EN EL PROCESO, TENIENDO ENCUENTA LOS VALORES MAXIMOS PERMISIBLES ESTABLECIDOS EN LA NORMATIVIDAD COLOMBIANA.	MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA LA SATISFACCIÓN DEL USO POTENCIAL PREPONDERANTE
					SST (mg/l)	16,2	≤ 50					
					OD (mg O2/L)	7,08	≥ 3	6,96	6,96	6,96		
					PH (pH)	7	6,5 - 9					
					Coliformes Totales (UFC/100 ml)	7940	6000					
					Coliformes Fecales (UFC/100 ml)	100	1000					
					Olores Ofensivos		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes		
					Sustancias Flotantes		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes		
					Peliculas de Grasas y Aceites		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes		
					Sustancias de Interes Sanitario		Cumplimiento Decreto 3930/2010Norma que lo sustituya o modifique					
					MERCURIO	EN AGUA	2 µg/l	2 µg/l	2 µg/l	2 µg/l		
						EN SEDIMENTO	0,05 µg/g	0,05 µg/g	0,05 µg/g	0,05 µg/g		
					CIANURO		1	1	1	1		
					Zinc	<0,018	0,018	0,018	0,018	0,018		
					Plomo	<0,45	≤ 0,02	0,02	0,02	0,02		
					Hierro	1,04	0,1	0,1	0,1	0,1		
					Cobalto	<0,12	≤ 0,02	0,02	0,02	0,02		

Fuente: Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico- Quebrada Piscoyaco 2014

Como se describió en la fase Prospectiva, para la recuperación y descontaminación del cauce principal de la quebrada Piscoyaco encaminada a la satisfacción de los usos potenciales preponderantes, es necesario la implementación y/o optimización de Sistemas o Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales al igual que la eliminación de puntos de vertimiento esporádicos e indirectos, los cuales requieren de recursos económicos, humanos y tiempos perentorios y graduales para la elaboración de los proyectos, diseños y ejecución de obras. Por lo tanto considerando que los Objetivos de Calidad están basados en los criterios normativos de calidad establecidos para cada uso preponderante, su cumplimiento y entrada en vigencia se definieron para el año 2017, tiempo para el cual se tiene proyectado el cumplimiento gradual de los escenarios de calidad establecidos.

En los tramos IV y V de la quebrada Piscoyaco, los escenarios de calidad 2017, 2019 y 2024 establecen unos valores para DBO y OD acordes con las obras de descontaminación proyectadas para cada periodo, volviéndose cada vez más restrictivos hasta llegar al Objetivo de Calidad requerido para la satisfacción de los usos preponderantes definidos.

Para el caso de los tramos I, II y III, los valores en cada escenario de calidad no difieren entre si y son muy similares al objetivo de calidad establecido, ya que las acciones a implementar para la satisfacción de los usos preponderantes es de preservación y mantenimiento de la calidad fisicoquímica y microbiológica determinada en el escenario actual modelado.

9.2 Necesidades de implementación u optimización de la infraestructura de tratamiento

Para el cumplimiento y materialización del Escenario Factible, es necesario implementar u optimizar Sistemas o Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales que permitan remover los porcentajes de cargas contaminantes anteriormente justificados, en las descargas o vertimientos que actualmente están alterando la calidad del agua de la quebrada Piscoyaco y vulnerando los criterios estipulados para la satisfacción de los usos potenciales preponderantes definidos. En el caso de la descarga del colector del casco urbano del Municipio de los Andes Sotomayor, y la presencia de dos Plantas de Beneficio del Material y tres minas que realizan procesos de Extracción y Beneficio del material Minero Extraído, estos vertimientos se generan de manera indirecta al cauce principal de la quebrada Piscoyaco, teniendo encuenta lo anterior se hace necesario la construcción de un sistemas de tratamiento de aguas residuales para el casco Urbano del Municipio y una adecuación de los sistemas de tratamientos existentes para el sector minero que realice procesos de beneficio del material Minero, acorde con lo planteado en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos . PSMV.

Tabla 86. Necesidad de Tratamiento, Optimización o Eliminación de Descargas Sobre el Cauce Principal de la Quebrada Piscoyaco.

Entrada o Descarga (Indirecta)	Necesidad o Requerimiento	Periodo de Implementación
- Colector Municipal 1 Sector de Peña Lisa	Construcción de un tratamiento primario de aguas residuales al 80% de remoción.	Año 2017
○ Sector Minero: - Planta de Beneficio de la Cooperativa de los Mineros - Planta de Beneficio Cooperativa de los Ecuatorianos - Mina La Bomba - Mina La Candelaria - Mina La María	Adecuación de los sistemas de tratamientos existentes para el sector minero	Año 2017

Fuente. Ordenamiento del cauce principal de la Quebrada Piscoyaco 2014- CORPONARIÑO

9.3 Cargas contaminantes a verter en el Escenario Factible

Para el cumplimiento del Escenario Factible proyectado a 3 años, las cargas contaminantes a verter de cada una de las entradas o descargas calculadas según las necesidades de tratamiento, optimización o eliminación de puntos de vertimiento, se detallan en las siguientes tablas:

Tabla 87. Cargas Contaminantes a Verter sobre el Cauce Principal de la Quebrada Piscoyaco - Escenario actual (ton/año)

CUADRO DE CARGAS QUEBRADA PISCOYACO (TON/AÑO)									
NOMBRE	CODIGO DEL VERTIMIENTO	ESCENARIO ACTUAL	FACTIBLE 3 AÑOS	FACTIBLE 5 AÑOS	FACTIBLE 10 AÑOS	Kg /año (DBO)			
		Carga Teorica DBO (Ton/año)	Carga Teorica DBO (Ton/año)	Carga Teorica DBO (Ton/año)	Carga Teorica DBO (Ton/año)				
COLECTOR PEÑA LISA+ COLECTOR 2	RB-8	96,1	19,9	20,4	21,8	96066	19943	20444	21754,5

El escenario actual modelado en el presente documento evidencia claramente las condiciones de deterioro de la calidad de la quebrada Piscoyaco debido a las descargas de aguas residuales de origen doméstico, de servicios e industrial (Minería). La reglamentación de vertimientos está dirigida a la reducción de cargas contaminantes por parte de los usuarios actuales identificados en campo, con el fin de recuperar la calidad de la fuente hídrica para la satisfacción de los usos estipulados.

De acuerdo a lo anteriormente mencionado se sustenta el hecho que el cumplimiento de los objetivos de calidad no se logrará únicamente con la reducción de cargas contaminantes por parte de los usuarios existentes, sino también restringiendo o controlando la presencia de nuevas descargas generadoras de vertimientos.

9.4 Vinculación de instrumentos de Control y Planificación

Entre los Instrumentos de Control y Planificación existentes que se relacionan con el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico-PORH y que pueden aportar e influir para la materialización del Escenario Factible enfocado al mantenimiento y recuperación de la calidad del agua del cauce principal de la quebrada Piscoyaco, así como la satisfacción de los usos definidos, el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos del Municipio de los Andes Sotomayor, las Concesiones de Agua y el Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua para usuarios de las Subcuencas mencionadas.

9.4.1. Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos del municipio de los Andes Sotomayor PSMV.

El municipio de los Andes Sotomayor tiene aprobado por parte de CORPONARIÑO el PSMV correspondiente al casco urbano o cabecera municipal, el cual fue elaborado por la empresa de servicios públicos EMPOSOTOMAYOR S.A. E.S.P.
Dentro de los proyectos de Agua Potable y Saneamiento Básico formulados en el PSMV, se encuentra la construcción de dos PTAR, para los dos colectores principales del municipio de los Andes Sotomayor a ejecutarse hasta el año 2018.

Tabla 88. Priorización de Proyectos y año de terminación de obra - PSMV Municipio de Los Andes Sotomayor.

PLAN DE ACCION		**Periodo:** Largo Plazo		**Programa:** Reducción del Uso del Agua y Cargas Contaminantes Domesticas
Objetivo Específico: Reducción del Consumo y contaminación del Agua.		Fecha: Enero 2008-Diciembre 2018		
Actividad/ Proyecto	**Indicador de Acción**	**Responsable**	**Recursos**	**Fuentes de Financiación**
Tramites de los permisos de vertimientos para las empresas que vierten a la cuenca de la Quebrada Chamizal.	3 permisos de vertimientos otorgados e integrados a los programas de control y monitoreo de CORPONARIÑO.	Empresas	Recursos Privados de cada Empresa	Recursos de las Estaciones de Servicio Guáitara, Pantoja y San Isidro.
PLAN DE ACCION		**Periodo:** Largo Plazo		**Programa:** Construcción De Obras Civiles
Objetivo Específico: Ampliación de la Cobertura del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Pluvial		Fecha: Enero 2008-Diciembre 2018		
Actividad/ Proyecto	**Indicador de Acción**	**Responsable**	**Recursos**	**Fuentes de Financiación**
Reposición y/o ampliación del diámetro de los alcantarillados sanitarios de los siguientes sectores: Calle Comercio, Calle Araujo, Parque Principal, Calle Colon, y Calle San Pedro	Reposición y/o ampliación del diámetro del alcantarillado sanitario para 984 metros distribuidos así: Calle Comercio 150 metros, Calle San Pedro 410 metros, Calle Colon 207 metros y Parque 217 metros.	Alcaldía Municipal de los Andes	250.00000	Rubro Saneamiento Básico Ambiental-Proyectos por Etapas, Gobernación Departamental
PLAN DE ACCION		**Periodo:** Largo Plazo		**Programa:** Reducción de Cargas Contaminantes Domesticas
Objetivo Específico: Implementar un Sistema de Tratamiento y/o Biorremediación en la Fuente Contaminada		Fecha: Enero 2008-Diciembre 2018		
Reducir la carga orgánica vertida a la fuente, partiendo de una eficiencia inicial del 25%, con incrementos anuales del 27% hasta superar el 80% de eficiencia	Resultados de laboratorio, reducción en la tarifa de tasa retributiva.	EMPOSOTOMAYOR S.A ESP	1.000.000	Plan de Acción Básica EMPOSOTOMAYOR S.A ESP Alcaldía Municipal

Reducir en un 18,5% el vertimiento en carga de DBO5, SST y Grasas y Aceites por concepto de aguas residuales domésticas, comenzando con un descenso del 3% en el primer año e incrementando la eficiencia en un 20% anual para un periodo de 10 años.	Resultados de laboratorio, reducción en la tarifa de tasas retributivas.	EMPOSOTOMAYOR S.A ESP	1.000.000	Plan de Acción Básica EMPOSOTOMAYOR S.A ESP Alcaldía Municipal
PLAN DE ACCION		**Periodo:** Largo Plazo		**Programa:** Construcción de Obras Civiles
Objetivo Específico: Canalización Segura de los tramos por donde se dirige los descoles hasta sectores que no afecten a la comunidad.		Fecha: Enero 2008-Diciembre 2018		
Restitución de 370 metros de la canalización, adecuando las respectivas cámaras para enlazar los diferentes descoles en la cuenca seca ubicada en la parte baja de Sotomayor (Q. Chamizal), hasta la conexión con el Box Coulvert en su fase 1 y continuar la canalización por 40 metros adicionales en la fase 2.	Obras Construidas	Alcaldía Municipal de los Andes.	416.250.000	Se está ejecutando con recursos propios de la Alcaldía Municipal. Las demás secciones se presentaran como proyecto al MAVDT Y FONADE.

Fuente: PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS EMPOSOTOMAYOR S.A. E.S.P.

Los vertimientos sufren procesos de descontaminación natural desde los descoles de los colectores hasta la fuente final receptora que para este estudio es la quebrada Piscoyaco, sin embargo, se han presentado múltiples problemas con respecto a olores, roedores y vectores a lo largo del recorrido de las aguas residuales por lo que se hace necesario la búsqueda de alternativas que minimicen estas problemáticas a la comunidad que habita en la cercanía de los recorridos de estas aguas residuales.

9.4.4 Concesiones de Agua y Programas de Uso Eficiente y Ahorro del Agua.

Como instrumentos de control y administración del recurso hídrico en lo que respecta al aprovechamiento de agua para la satisfacción de los distintos usos estipulados por la normatividad vigente, se encuentran las Concesiones de Agua y los Planes o Programas de Uso Eficiente y Ahorro del Agua.

En el recorrido de campo por los predios y campos aledaños al cauce principal de la quebrada Piscoyaco se identificaron captaciones tanto de corrientes superficiales como de pozos subterráneos y afloramientos.

La articulación de estos Instrumentos con el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico-PORH permitirá levantar una línea base de las captaciones de agua que se efectúan principalmente de la quebrada Piscoyaco, estableciendo un programa o red de monitoreo para la verificación del cumplimiento de los aspectos relacionados con caudal, destinación o usos, cantidad de usuarios y ejecución de obras civiles para la regulación de caudales, estipulados en cada una de las Resoluciones de aprobación de Concesiones de Aguas.

En la siguiente tabla se enumera las captaciones de agua efectuadas sobre corrientes superficiales resaltando el cauce principal de la quebrada Piscoyaco, identificando la acción de control a desarrollar por parte de la Autoridad Ambiental Competente respecto al cumplimiento de los compromisos estipulados en el Acto Administrativo de aprobación, a la legalización de captaciones y a la implementación de los PUEAA. El cumplimiento de las acciones de control contribuirá a la resolución de conflictos entre los usuarios y permitirá establecer la capacidad de abastecimiento de la corriente hídrica para la aprobación o prohibición de nuevas concesiones de agua.

Tabla 89. Captaciones de agua efectuadas sobre el cauce principal de la Quebrada Piscoyaco.

Usuario o Representante legal	Fuente Hídrica	Ubicación	Uso	Caudal l/s	Coordenadas		
					X	Y	Altura
Julián Realpe	Q. Piscoyaco	Vereda el Vergel	Piscícola	5	945365	659734	2629
Jose Santos Andrade Ortega	El pendal		Agropecuario	0,5	959224	663840	800
Nadia marisol mora cancimance	Buena vista	Municipio de los andes	Domestico	0,8	951514	660212	1902
Luis Parmenides Vaca Rosero	Sin nombre	Municipio de los andes	Agropecuario	1	951213	659728	1954
Jorge Heriberto Bacca	Piscoyaco	Corregimiento de el carrizal	Riego	200	946101	659660	2250
Maria Lucila Apraez Villota y otro	Hueco hondo	Vereda el placer sector la bomba	Riego	2	953043	660637	1237
Maria Emperatriz Yela Ruiz	Quebrada piscoyaco	Quebrada piscoyaco	Domestico	3	944461	660689	2630
Marcial Morales	Paraguas	Vereda el paraiso	Pecuario	0.2	948448	657452	2196
Piedad Ascención Toro Guevara	Hueco hondo	Vereda el placer	Consumo humano	0,5	952068	660460	1638
Hernan javier vaca	La palma y paraguas	Vereda el huilque	Consumo humano	1.8	949111 949138	659779 658238	1724 1780
Gustavo Abelino Bravo Rojas	Nacimientos varios	Vereda la carrera	Riego	0,2	951151	657994	1410
Eiler López	La hacienda	Vereda el paraiso	Consumo humano	1	946847	658570	2262
Maria Clementina Arboleda - Jhon Hrmes Tintinago	Nacimiento los tres chorros	Vereda la carrera	Riego	0,23	950811	657312	1527

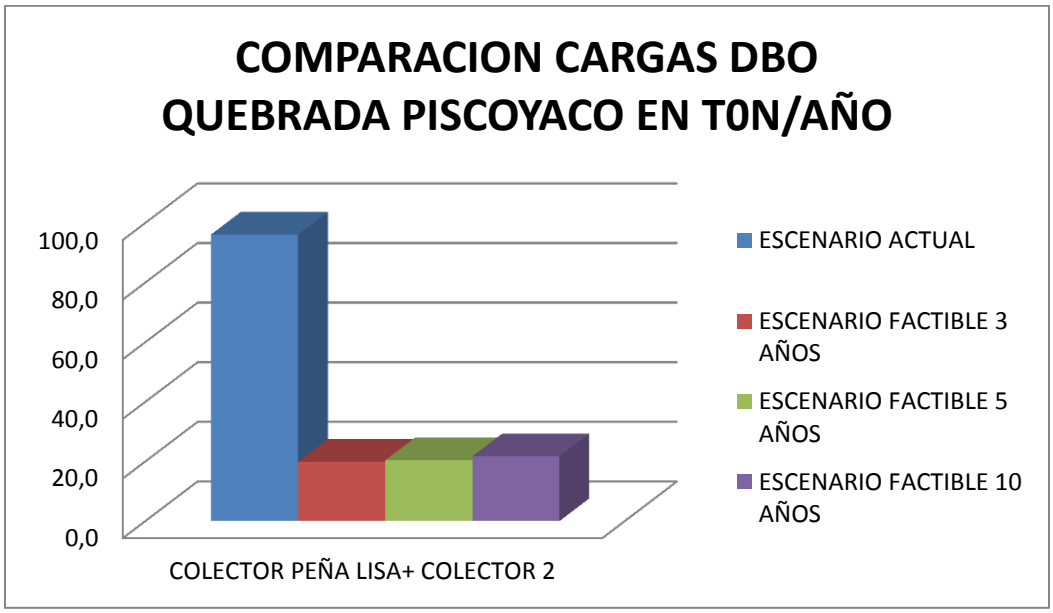
Fuente. Este Estudio 2014

9.5 Metas de Descontaminación

Fundamentado en el Decreto 3440 del 21 de octubre de 2004, para el cumplimiento de los Objetivos de Calidad trazados para el cauce principal de la quebrada Piscoyaco, CORPONARIÑO estableció unas metas quinquenales de reducción de cargas contaminantes para cada uno de los usuarios existentes identificados en campo y descritos en la Topología.

Las cargas a reducir expresadas en toneladas/año, corresponden a la diferencia de los valores de cargas contaminantes establecidas en la reglamentación de vertimientos para cada escenario factible (2014. 2019 y 2024). La meta de descontaminación podrá cumplirse o llevarse a cabo siempre y cuando se solvente la necesidad de optimización, tratamiento o eliminación de puntos de vertimiento determinada para cada usuario que descarga al cauce principal de la quebrada Piscoyaco.

Gráfica 42. Reducción de Cargas de DBO a Usuarios que Descargan al Cauce Principal de la quebrada Piscoyaco (Ton/año)



9.6 Tasa Retributiva

La Tasa Retributiva es el precio que cobra el Estado por permitir la utilización de los cuerpos de agua como receptor de vertimientos puntuales, además es un instrumento económico que promueve la Producción Más Limpia como alternativa más productiva y menos costosa para reducir los vertimientos, está reglamentado por los Decretos 901 de 1997, 3100 de 2003 y 3440 de 2004.

El objetivo del cobro de Tasa Retributiva es principalmente Incentivar al usuario a la implementación de producción más limpia y la Construcción y/o optimización de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.

Además de los beneficios que obtiene en la quebrada por la disminución de contaminantes, el usuario presenta beneficios económicos por la disminución en el valor del pago por tasa retributiva, a continuación se presentan los cálculos para los vertimientos domésticos e industriales, teniendo en cuenta las remociones en carga propuestas en el presente documento

Tabla 90. Proyección de la TR Primer Quinquenio 2015 – 2019 Escenario con cobro de Tarifa mínima

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADA PISCOYACO															
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA PRIMER QUINQUENIO - ESCENARIO CON COBRO DE TARIFA MINIMA															
USUARIO	2015			2016			2017			2018			2019		
	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA
	DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST	
COLECTOR PEÑA LISA Y COLECTOR 2	97266	97266	$ 17.148.566,3	98482,2524	98482,2524	$ 17.883.811,1	99713,2806	99713,2806	$ 18.650.579,5	100959,70	100959,70	$ 19.450.223,1	102221,69	102221,69	$ 20.284.151,4
TOTAL			$ 17.148.566,3			$ 17.883.811,1			$ 18.650.579,5			$ 19.450.223,1			$ 20.284.151,4

Fuente. Este Estudio 2014

Tabla 91. Proyección de la TR Primer Quinquenio 2020 – 2024 Escenario con cobro de Tarifa mínima.

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADA PISCOYACO															
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA SEGUNDO QUINQUENIO - ESCENARIO CON COBRO DE TARIFA MINIMA															
USUARIO	2020			2021			2022			2023			2024		
	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA
	DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST	
COLECTOR PEÑA LISA Y COLECTOR 2	103499,46	103499,46	$ 21.153.834,4	104793,21	104793,21	$ 22.060.805,0	106103,12	106365,11	$ 23.023.677,1	107429,41	107694,67	$ 24.010.817,3	108772,28	109040,85	$ 25.040.281,1
TOTAL			$ 21.153.834,4			$ 22.060.805,0			$ 23.023.677,1			$ 24.010.817,3			$ 25.040.281,1

Fuente. Este Estudio 2014

Tabla 92. Proyección de la TR Primer Quinquenio 2015 – 2019 Escenario sin Cumplimiento de Metas.

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADA PISCOYACO															
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA PRIMER QUINQUENIO - ESCENARIO DE COBRO SIN CUMPLIMIENTO DE LAS METAS															
USUARIO	2015			2016			2017			2018			2019		
	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA
	DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST	
COLECTOR PEÑA LISA Y COLECTOR 2	97266	97266	$ 17.148.566,3	98482,2524	98482,2524	$ 17.883.811,06	99959,4862	99959,4862	$ 18.696.630,3	101458,88	101458,88	$ 19.546.392,12	102980,762	102980,76	$ 26.555.538,32
TOTAL			$ 17.148.566,3			$ 17.883.811,06			$ 18.696.630,3			$ 19.546.392,12			$ 26.555.538,32
∑									$ 99.830.938,1						

Fuente. Este Estudio 2014

Tabla 93. Proyección de la TR Segundo Quinquenio 2020 – 2024 Escenario sin Cumplimiento de Metas

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADA PISCOYACO															
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA SEGUNDO QUINQUENIO - ESCENARIO DE COBRO CON CUMPLIMIENTO DE LAS METAS															
USUARIO	2020			2021			2022			2023			2024		
	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA
	DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST	
COLECTOR PEÑA LISA Y COLECTOR 2	104216,53	104216,53	$ 34.060.469,1	105779,78	105779,78	$ 42.345.228,46	107366,48	107366,48	$ 54.659.831,8	108976,97	108976,97	$ 57.144.121,19	110611,63	110611,63	$ 59.741.321,50
TOTAL			$ 34.060.469,1			$ 42.345.228,46			$ 54.659.831,8			$ 57.144.121,2			$ 59.741.321,50
∑									$ 247.950.972						

Fuente. Este Estudio 2014

Tabla 94. Proyección de la TR Primer Quinquenio 2015 – 2019 Escenario con Cumplimiento de Metas.

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADA PISCOYACO																
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA PRIMER QUINQUENIO - ESCENARIO DE COBRO CON CUMPLIMIENTO DE LAS METAS																
USUARIO	2015			2016			2017			2018			2019			
	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	
	DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST		
COLECTOR PEÑA LISA Y COLECTOR 2	97266	97266	$ 17.148.566,3	98482,25	98482,25	$ 17.883.811,1	19943	19943	$ 3.730.115,89	20191,94	20191,94	$ 3.890.044,61	20444	20444	$ 4.056.830,27	
TOTAL			$ 17.148.566,3			$ 17.883.811,1			$ 3.730.115,89			$ 3.890.044,61			$ 4.056.830,27	
∑									$ 46.709.368,1							

Fuente. Este Estudio 2014

Tabla 95. Proyección de la TR Segundo Quinquenio 2020 – 2024 Escenario con Cumplimiento de Metas

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADA PISCOYACO																
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA SEGUNDO QUINQUENIO - ESCENARIO DE COBRO CON CUMPLIMIENTO DE LAS METAS																
USUARIO	2020			2021			2022			2023			2024			
	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	
	DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST		
COLECTOR PEÑA LISA Y COLECTOR 2	20699,89	20699,89	$ 4.230.766,87	20958,64	20958,64	$ 4.412.161,00	21220,62	21220,62	$ 4.601.332,41	21485,88	21485,88	$ 4.798.614,53	22180,80	22180,80	$ 5.102.430,57	
TOTAL			$ 4.230.766,87			$ 4.412.161,0			$ 4.601.332,41			$ 4.798.614,5			$ 5.102.430,6	
∑									$ 23.145.305							

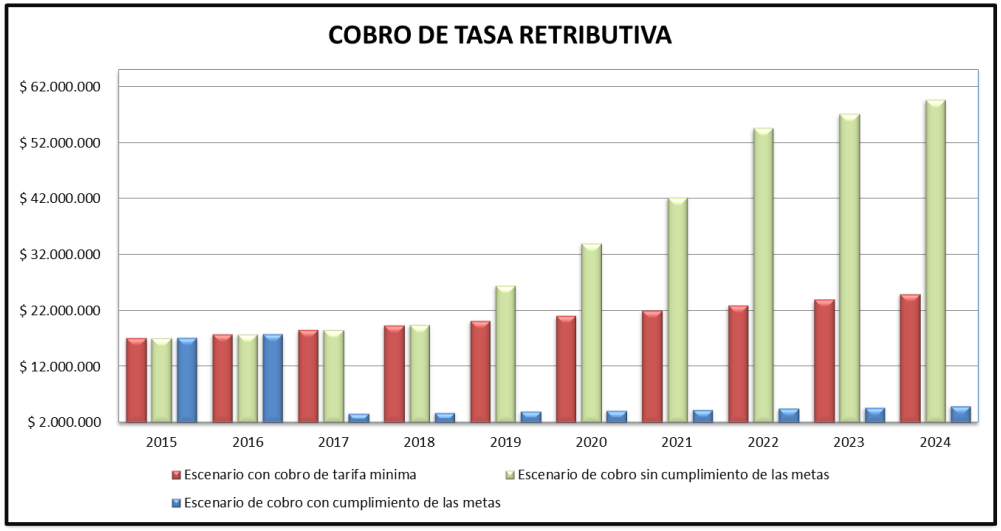
Fuente. Este Estudio 2014

Tabla 96. Comparativo Escenarios de Cobro de la Tasa Retributiva – Valores Totales

ESCENARIOS COBRO TASA RETRIBUTIVA QUEBRADA PISCOYACO										
	PRIMER QUINQUENIO					SEGUNDO QUINQUENIO				
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Escenario con cobro de tarifa minima	$ 17.148.566	$ 17.883.811	$ 18.650.579	$ 19.450.223	$ 20.284.151	$ 21.153.834	$ 22.060.805	$ 23.023.677	$ 24.010.817	$ 25.040.281
Escenario de cobro con cumplimiento de las metas	$ 17.148.566	$ 17.883.811	$ 3.730.116	$ 3.890.045	$ 4.056.830	$ 4.230.767	$ 4.412.161	$ 4.601.332	$ 4.798.615	$ 5.102.431
Escenario de cobro sin cumplimiento de las metas	$ 17.148.566	$ 17.883.811	$ 18.696.630	$ 19.546.392	$ 26.555.538	$ 34.060.469	$ 42.345.228	$ 54.659.832	$ 57.144.121	$ 59.741.322

Fuente. Este Estudio 2014

Gráfica 43. Comparativo Escenarios de Cobro de la Tasa Retributiva – Valores Totales Primer y Segundo quinquenio 2015 – 2024



Fuente. Este Estudio 2014

Las Tablas 90 y 91, muestran la proyección del cobro de la Tasa Retributiva con tarifa mínima en los dos quinquenios 2015 – 2019 y 2020 – 2024, los cuales indican que en el segundo quinquenio se realizará un aumento de $4.756.127 m/cte.

En las Tablas 92 y 93, se muestra la proyección del cobro de Tasa Retributiva sin cumplimiento de metas de reducción y señala que los valores de los quinquenios 2015 – 2019 y 2020 – 2024 aumentan significativamente, esto se debe a que el usuario generador del vertimiento principal, no han implementado ningún Tratamiento que realice la remoción de cargas contaminantes sobre todo de los parámetros de DBO y SST objeto de cobro de Tasa Retributiva.

Finalmente en las Tablas 94 y 95 se muestra la proyección del cobro de Tasa Retributiva con cumplimiento de metas de reducción de carga contaminante, e indican que los valores en los dos quinquenios disminuyen en $23.564.063 a pesar del aumento de la población y consigo el caudal del vertimiento generado, frente a los valores de Tasa calculados con Tarifa Mínima, son muy inferiores comparados con los valores calculados sin Metas de Descontaminación.

9.7 Líneas de Acción para la Formulación de Proyectos

Gracias a la necesidad de generar proyectos que mitiguen los posibles riesgos asociados a la cantidad y calidad del recurso, es necesario, definir líneas de acción encaminadas a la preservación de la Quebrada Piscoyaco.

Teniendo en cuenta los riesgos identificados, a continuación se presenta las líneas de acción para la generación de los proyectos:

- **Descontaminación y Recuperación de la Calidad de la Quebrada Piscoyaco:** Agrupa proyectos encaminados a la optimización de sistemas de tratamiento, construcción de Plantas de Tratamiento y eliminación de puntos de vertimiento, esto permitirá recuperar la calidad fisicoquímica y bacteriológica del cauce principal, además de cumplir con los Objetivos de Calidad trazados para la satisfacción de los usos definidos.

- **Protección y Conservación de la Calidad y Cantidad de la Quebrada Piscoyaco:** Agrupa proyectos dirigidos al mantenimiento de la calidad del agua en los tramos de la quebrada que cumplen con los criterios de calidad para la satisfacción de los usos definidos. Incluye también los proyectos encaminados a la protección y restauración de la ronda hídrica.

- **Fortalecimiento Institucional:** Se encamina a alcanzar la sostenibilidad técnica, financiera y operativa de las empresas de servicios públicos, que permita la participación de la misma como actor importante en la ejecución del PORH de la Quebrada Piscoyaco.

- **Gestión Integral del Riesgo:** Agrupa las acciones que deben tenerse en cuenta para la mitigación de los riesgos asociados a cantidad y calidad del recurso hídrico, identificados en la etapa de Diagnostico.

- **Seguimiento y Monitoreo al Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la Quebrada Piscoyaco:** Agrupa las acciones de control y monitoreo que deben efectuarse por parte de los actores involucrados para verificar el cumplimiento de los compromisos de descontaminación y de reducción de cargas contaminantes.

Como principales responsables de la ejecución de los proyectos, se tiene la Alcaldía municipal del Municipio de los Andes Sotomayor, la empresa de servicios públicos, para los primeros en los siguientes numerales se identificó las fuentes de financiación. Teniendo en cuenta los aspectos técnico, social, económico y ambiental este programa contempla la construcción de un Sistema de Tratamiento Primario de Aguas Residuales, para los vertimientos del alcantarillado del casco urbano del municipio de los Andes Sotomayor.

A continuación y se presenta las actividades a llevarse a cabo durante el periodo 2014 – 2019, el costo total del proyecto, fuentes de financiación y sus porcentajes de aporte.

Tabla 97. Programa de descontaminación y recuperación de la calidad del recurso hídrico PORH Quebrada Piscoyaco.

PROGRAMA 1: **DESCONTAMINACION Y RECUPERACION DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO**
NÚMERO DEL PROYECTO: 1
NOMBRE DEL PROYECTO: Construcción de una Planta de Tratamiento Primaria de Aguas Residuales Domesticas para el Colector del Sector de Peña Lisa, Municipio de los Andes Sotomayor.
RELACIÓN DIAGNOSTICO–PROYECTO: Una de las variables principales que contribuyen al deterioro de la calidad del recurso hídrico, es el aporte de contaminación domestica generado por el casco urbano del Municipio aproximadamente provenientes del 70% del total de la población; por lo tanto, se deben adoptar las medidas necesarias que conlleven al control de la contaminación de la fuente, ya que si no se invierte sobre el sistema, la calidad de la fuente receptora empeorará debido al incremento de la población y consigo de las cargas contaminantes generadas.
ALCANCES: Descontaminación de los vertimientos a través de la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales y su consecuente operación y mantenimiento eficiente.
JUSTIFICACIÓN: El aporte de contaminación domestica generado por el Casco Urbano del Municipio de los Andes Sotomayor, genera un impacto negativo fuerte sobre la calidad del recurso hídrico aguas debajo de su vertimiento, lo que compromete su uso e impide el complimiento del objetivo de calidad
OBJETIVO DEL PROYECTO: Construir una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales domesticas para el Colector del Sector de Peña Lisa, con un 80% de remoción.

LUGAR DONDE SE VA A EJECUTAR: El lugar donde se ejecutará el proyecto se encuentra en el barrio Chamizal.
OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: Levantamiento topográfico Memorias de diseño Adecuación del terreno Construcción del sistema
TIEMPO NECESARIO PARA SU EJECUCIÓN: 3 años
RECURSOS NECESARIOS: Humanos: Topógrafo, Ingeniero civil o afines, obreros. Económicos: Costo Total $964.929.792
RESPONSABLES DE SU EJECUCIÓN: Alcaldía Municipal Empresa de Servicios
FUENTES DE FINANCIACIÓN Alcaldía Municipal Empresa de Servicios PDA
BENEFICIOS QUE GENERA: Disminuye el impacto causado en los cuerpos receptores Mejora la calidad de vida de los habitantes del casco urbano
INDICADOR DE SEGUIMIENTO: (Carga DBO proyectada año - Carga meta a verter DBO / Carga proyectada año DBO)*100.

Fuente. Este estudio 2014.

Tabla 98. Programa de descontaminación y recuperación de la calidad del recurso hídrico PORH Quebrada Piscoyaco.

PROGRAMA 1: **DESCONTAMINACION Y RECUPERACION DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO**
Número del Proyecto: 2
Nombre del Proyecto: Adecuación y optimización de los sistemas de tratamientos existentes en el sector minero.
Relación Diagnostico – Proyecto: En la Quebrada Piscoyaco se encuentran ubicadas varias empresas del sector industrial Minero generadoras de vertimientos que son dispuestos al suelo y/o fuentes superficiales. De acuerdo a la Normatividad Ambiental Vigente todo usuario generador de aguas residuales debe cumplir con las Normas de Vertimiento vigentes antes de su disposición final, para lo cual debe tramitar el respectivo Permiso de Vertimientos o ser usuario adscrito a un Prestador de Servicio Público de Alcantarillado, debido a que estas minas no se encuentran en el área que cubre el sistema de alcantarillado todos los usuarios realizan sus descargas directa e indirectamente a las fuentes hídricas.
Alcances: Descontaminación de los vertimientos a través de la adecuación y optimización de los sistemas de tratamiento existentes en el sector minero y su consecuente operación y mantenimiento eficiente.
Justificación: El aporte de contaminación generado por el sector minero del Municipio de Sotomayor y principalmente las presentes dentro de la Subcuenca de la quebrada Piscoyaco, genera un impacto negativo fuerte sobre la calidad del recurso hídrico aguas debajo de su vertimiento ya sea de manera directa e indirecta, lo que compromete su uso e impide el complimiento de los objetivos de calidad establecidos.
Objetivo del Proyecto: Adecuación y optimización de los sistemas de tratamientos existentes en el sector minero, para la aguas producto del lavado del material minero extraído.
Lugar donde se va a ejecutar: El lugar donde se ejecutará el proyecto se encuentra en los sectores donde se encuentran ubicadas las dos Plantas de Beneficio y las minas que realizan procesos de extracción y beneficio del material minero.
Obras y actividades a desarrollar: - Caracterización previa del STAR - Mantenimiento de unidades - Uso eficiente y ahorro del agua - Implementación de unidades para el manejo de lodos - Caracterización posterior del STAR - Tramite de legalización y actualización del Permiso de Vertimientos
Tiempo necesario para su ejecución: 3 años
Recursos necesarios: Humanos: Ingeniero civil o afines, obreros. Económicos: Costo Total $230.000.000
Fuentes de Financiación Empresa Privada- Regalías- Presupuesto Gubernamental

Beneficios que genera: - Disminuye el impacto causado en los cuerpos receptores - Mejora la calidad de vida de los seres vivos.
Indicador de seguimiento: (Carga proyectada año - Carga meta a verter / Carga proyectada año)*100.

Fuente. Este estudio 2014

Tabla 99. Programa de protección y conservación de la calidad de la quebrada Piscoyaco PORH

PROGRAMA 2 **PROTECCION Y CONSERVACION DE LA CALIDAD DE LA QUEBRADA PISCOYACO**
Número del Proyecto: 1
Nombre del proyecto: Educación y Sensibilización en torno al Recurso Hídrico para el Municipio de los Andes Sotomayor.
Diagnóstico: El municipio no adelanta actividades en la comunidad en torno a la conservación y protección del recurso hídrico ya que se mira la deforestación y la expansión de la frontera agrícola, en zonas no aptas para este tipo de usos.
Justificación: Debido al deterioro en la calidad de la Quebrada Piscoyaco es necesario, realizar el acompañamiento a la comunidad en jornadas de capacitación, educación definiendo previamente temas a tratar durante el proceso de seguimiento y monitoreo.
Descripción del proyecto: La Comunidad de los corregimientos y veredas, del municipio de Sotomayor tiene falencia en cuanto a la sensibilidad ambiental y buenas prácticas en torno al ahorro y uso eficiente del recurso hídrico.
Obras y actividades a desarrollar: - Dos capacitaciones anuales para el uso eficiente y ahorro del agua. - Una capacitación anual para prevenir y reducir la contaminación en las fuentes - Divulgación y capacitación para prevenir la contaminación de la quebrada por el depósito de basuras
Tiempo de ejecución: 10 años
Recursos necesarios: Económicos: $ 61.000.000
Responsables: Alcaldía Municipal de los Andes, Plan de Atención Básica EMPOSOTOMAYOR S.A ESP.
Fuentes de financiación: Alcaldía Municipal de los Andes, Plan de Atención Básica EMPOSOTOMAYOR S.A ESP.
BENEFICIOS: Sensibilización de la comunidad en temas relacionados con el uso eficiente y ahorro del agua, manejo de vertimientos y disposición de basuras.
INDICADOR DE SEGUIMIENTES: (Actividades ejecutadas del Programa de Educación Ambiental / Actividades programadas del Programa de Educación Ambiental)*100

Fuente. Este estudio 2014

Tabla 100. Programa de protección y conservación de la calidad de la quebrada Piscoyaco PORH.

PROGRAMA 2 ***PROTECCION Y CONSERVACION DE LA CALIDAD DE LA QUEBRADA PISCOYACO***
Número del Proyecto: *2*
Nombre del proyecto: Recuperación de la ronda hídrica de la Quebrada Piscoyaco.
Diagnóstico: La invasión de la ronda hídrica por asentamientos y construcción de viviendas, ha generado la pérdida de cobertura vegetal, deteriorando la calidad del recurso y generando riesgo al entorno.
Justificación: En la parte alta y media se ve la necesidad de recuperar la ronda hídrica por el deterioro de la capa vegetal además del riesgo de inundación en la parte alta y por ende perdida de cultivos y viviendas.
Descripción del proyecto: Recuperación de ronda hídrica a través de reforestaciones con especies nativas y/o aprovechamiento forestal.
Obras y actividades a desarrollar: Compra y adquisición de predios, adquisición de material vegetal, siembra, mantenimiento, seguimiento y monitoreo.
Tiempo de ejecución: 10 años
Recursos necesarios: Económicos: $ 809´719.930
Responsables: Alcaldía de los Andes, CORPONARIÑO, Empresa de Servicios Públicos y comunidad beneficiada.
Fuentes de financiación: CORPONARIÑO, Gobernación de Nariño, Sistema General de Planeación.
Beneficios: Recuperación de la ronda hídrica en la parte alta y media de la Que, mejorando la calidad del recurso.
Indicador de Seguimiento: ((Km de Ronda Hídrica Recuperada/ Km de Ronda Hídrica)*100.

Fuente. Este estudio 2014

Tabla 101. Programa de Fortalecimiento Institucional PORH.

PROGRAMA 3 **FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL**
Número del Proyecto: 1
Nombre del proyecto: Implementación de estudio tarifario
Diagnóstico: Las empresa de servicios públicos de Municipio de los Andes, prestan el servicio de acueducto y alcantarillado, sin embargo se requiere revisar su estructura tarifaria encaminada a cumplir costos relacionados con la ejecución de los diferentes planes maestro tanto para las veredas y Corregimientos de la zona de estudio.
Justificación: La implementación de un estudio tarifario acorde permite la estabilidad financiera para la subsistencia de las juntas administradoras de los acueductos como de la infraestructura de estos.
Obras y actividades a desarrollar: Revisión y propuesta de estructura tarifaria, consolidación de una estructura técnica, financiera, operativa y administrativa en la empresa. - Talleres de concertación con la comunidad - Aplicación de tarifas
Tiempo de Ejecución: 2 años
Recursos necesarios: Económicos: $7.000.000 Humanos: Asesor
Responsables: Administración municipal, EMPOSOTOMAYOR y Juntas administradoras de acueductos
Fuentes de Financiación: Recursos del SGP, recursos de EMPOSOTOMAYOR.
Beneficios: Empresas fortalecidas técnica, operativa, administrativa y financieramente.
Indicador de Seguimiento: Actividades realizadas en Proceso Fortalecimiento Institucional / Actividades programadas en Proceso Fortalecimiento Institucional.

Fuente. Este estudio 2014

Tabla 102. Programa de Fortalecimiento Institucional PORH

PROGRAMA 3 **FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL**
Número del Proyecto: 2
Nombre del proyecto: Legalización y organización de las juntas administradoras de los acueductos rurales
Diagnóstico: Las empresa de servicios públicos de Municipio de los Andes, prestan el servicio de acueducto, sin embargo se requiere la creación de juntas administradoras, ya que actualmente se presenta la ilegalidad y desorganización de las juntas de los acueductos
Justificación: El desconocimiento de la normativas para la operación de los acueductos
Obras y actividades a desarrollar: - Realizar un estudio de cada junta para determinar en qué estado esta - Educar a la comunidad de las obligaciones y derechos de las juntas de acueductos
Tiempo de Ejecución: 1 años
Recursos necesarios: Económicos: $10.000.000 Humanos: Asesor
Responsables: Administración municipio y Juntas administradoras de acueductos
Fuentes de Financiación: Recursos del SGP, recursos de EMPOSOTOMAYOR.
Beneficios: Constitución de las juntas administradoras de los acueductos
Indicador de Seguimiento: Actividades realizadas en Proceso Fortalecimiento Institucional / Actividades programadas en Proceso Fortalecimiento Institucional.

Fuente. Este estudio 2014

Tabla 103. Programa de Gestión del Riesgo PORH

PROGRAMA 4 **GESTION DEL RIESGO**
Número del Proyecto: 1
Nombre del proyecto: Mitigación del Riesgo asociado al cauce principal de la Quebrada Piscoyaco.
Diagnóstico: Alteración de la calidad fisicoquímica y bacteriológica natural del agua de la Quebrada Piscoyaco por el uso indiscriminado de fungicidas y agroquímicos.
Justificación: Los vertimientos provenientes de arrastres de suelos con agroquímicos y fungicidas y la disposición inadecuada de residuos sólidos de los mismos aumentan la vulnerabilidad del recurso.
Obras y actividades a desarrollar: Llevar a cabo campañas educativas ambientales abarcando temas concernientes a la conservación y protección del recurso hídrico con el control en la aplicación de fungicidas y agroquímicos como es la implementación de planes y programas enfocados en la descontaminación de la fuente hídrica por medio de la recolección de embaces de agroquímicos y prácticas de actividades agroecológicas sostenibles.
Tiempo de ejecución: 10 años
Recursos necesarios: Económicos: $ 76.113.673
Responsables: Alcaldía de los Andes, Empresa de Servicios Públicos EMPOSOTOMAYOR S.A ESP y PDA
Fuentes de Financiación: Alcaldía Municipal de los Andes, Empresa Servicios Públicos, Sistema General de Planeación.
Beneficios: Recuperación ronda hídrica, Protección de viviendas asentadas a la orilla de cauce principal, Protección de zonas con bosques primarios – secundarios.
Indicador de Seguimiento: (proyectos Mitigación ejecutados / Proyectos mitigados)*100%

Fuente. Este estudio 2014

9.7.1 Fuentes de Financiación

Para la formulación e implementación de los proyectos es necesario tener en cuenta que las fuentes de financiación, del PORH las cuales son del orden local, regional y nacional y dependiendo del programa, se describe la fuente que tenga relación.

Tabla 104. Fuentes de Financiación PORH Quebrada Piscoyaco.

PROGRAMA	FUENTE DE FINANCIACION		
	De Orden Local	De Orden Regional	De Orden Nacional
Descontaminación y recuperación de la calidad del recurso hídrico.	Alcaldía Municipal	Departamento	Nación
	Empresa de Servicios Públicos	CORPONARIÑO	
Protección y conservación de la calidad de la quebrada Piscoyaco.	Alcaldía Municipal	Departamento	Nación
	Empresa de Servicios Públicos	CORPONARIÑO	
Seguimiento y monitoreo del PORH.	Alcaldía Municipal	Departamento	Nación
		CORPONARIÑO	

Fuente. Ordenamiento de la Quebrada Piscoyaco 2014- CORPONARIÑO

Tabla 105. Fuentes de Financiación para el Programa de Descontaminación y Recuperación de la Calidad del Recurso Hídrico.

FUENTES DE FINANCIACION						
PROGRAMA	AÑO DE EJECUCION	PROYECTO	COSTO TOTAL (Pesos)	FUENTES DE FINANCIACION	% DE PARTICIPACION	COSTO DE PARTICIPACION (Pesos)
DESCONTAMINACION Y RECUPERACION DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO	2018	Construcción de una Planta de Tratamiento Primaria de Aguas Residuales Domesticas para el Colector del Sector de Peña Lisa, Municipio de los Andes Sotomayor.	$964.929.792	TASA RETRIBUTIVA	60,00	$578.957.875
				SGP	1,00	$9.649.298
				DEPARTAMENTO	30,00	$289.478.938
				INGRESOS TARIFA	9,00	$86.843.681
				TOTAL	100,0	$964.929.792

FUENTES DE FINANCIACION						
PROGRAMA	AÑO DE EJECUCION	PROYECTO	COSTO TOTAL (Pesos)	FUENTES DE FINANCIACION	% DE PARTICIPACION	COSTO DE PARTICIPACION (Pesos)
DESCONTAMINACION Y RECUPERACION DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO	2018	Adecuación y optimización de los sistemas de tratamientos existentes en el sector minero.	$230.000.000	EMPRESA PRIVADA	100,00	$230.000.000
				TOTAL	100,0	$230.000.000

Fuente. Ordenamiento de la Quebrada Piscoyaco 2014- CORPONARIÑO

Tabla 106. Fuentes de Financiación para el Programa de Protección y Conservación de la Calidad de la Quebrada Piscoyaco.

FUENTES DE FINANCIACION						
PROGRAMA	AÑO DE EJECUCION	PROYECTO	COSTO TOTAL (Pesos)	FUENTES DE FINANCIACION	% DE PARTICIPACION	COSTO DE PARTICIPACION (Pesos)
PROTECCION Y CONSERVACION DE LA CALIDAD DE LA QUEBRADA PISCOYACO	2024	Educación y Sensibilización en torno al Recurso Hídrico para el Municipio de los Andes Sotomayor.	$61.000.000	SGP	10	$6.100.000
				CORPONARIÑO	20	$12.200.000
				INGRESOS TARIFA	20	$12.200.000
				INGRESOS MUNICIPIO	50	$30.500.000
				TOTAL	100,0	$61.000.000

FUENTES DE FINANCIACION						
PROGRAMA	AÑO DE EJECUCION	PROYECTO	COSTO TOTAL (Pesos)	FUENTES DE FINANCIACION	% DE PARTICIPACION	COSTO DE PARTICIPACION (Pesos)
PROTECCION Y CONSERVACION DE LA CALIDAD DE LA QUEBRADA PISCOYACO	2024	Recuperación de la ronda hídrica de la Quebrada Piscoyaco.	$809.719.930	NACION	70	$566.803.951
				CORPONARIÑO	20	$161.943.986
				INGRESOS TARIFA	10	$80.971.993
				TOTAL	100	$809.719.930

Fuente. Ordenamiento de la Quebrada Piscoyaco 2014- CORPONARIÑO

Tabla 107. Fuentes de Financiación para el Programa de Fortalecimiento Institucional.

FUENTES DE FINANCIACION						
PROGRAMA	AÑO DE EJECUCION	PROYECTO	COSTO TOTAL (Pesos)	FUENTES DE FINANCIACION	% DE PARTICIPACION	COSTO DE PARTICIPACION (Pesos)
FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL	2017	Implementación de estudio tarifario	$7.000.000	NACION	65,13	$4.559.100
				DEPARTAMENTO	27,84	$1.948.800
				INGRESOS MUNICIPIO	7,03	$492.100
				TOTAL	100,0	$7.000.000

FUENTES DE FINANCIACION						
PROGRAMA	AÑO DE EJECUCION	PROYECTO	COSTO TOTAL (Pesos)	FUENTES DE FINANCIACION	% DE PARTICIPACION	COSTO DE PARTICIPACION (Pesos)
FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL	2016	Legalización y organización de las juntas administradoras de los acueductos rurales	$10.000.000	USUARIOS INDEPENDIENTES	100	$10.000.000
				TOTAL	100,0	$10.000.000

Fuente. Ordenamiento de la Quebrada Piscoyaco 2014- CORPONARIÑO

Tabla 108. Fuentes de Financiación para el Programa de Gestión del Riesgo.

FUENTES DE FINANCIACION						
PROGRAMA	AÑO DE EJECUCION	PROYECTO	COSTO TOTAL (Pesos)	FUENTES DE FINANCIACION	% DE PARTICIPACION	COSTO DE PARTICIPACION (Pesos)
GESTION DEL RIESGO	2024	Mitigación del Riesgo asociado al cauce principal de la Quebrada Piscoyaco	$76.113.673	DEPARTAMENTO	77,12	$58.698.865
				INGRESOS MUNICIPIO	22,88	$17.414.808
				TOTAL	100	$76.113.673

Fuente. Ordenamiento de la Quebrada Piscoyaco 2014- CORPONARIÑO

Para realizar el seguimiento a los programas y proyectos propuestos en este documento se ha realizado unas fichas en las cuales se observa la descripción del programa, el objetivo a cumplir y la formula que permite calcular el porcentaje de ejecución de los proyectos del PORH de la Quebrada Piscoyaco, en jurisdicción del municipio de los Andes Sotomayor, estas fichas se muestran a continuación.

9.7.2 Indicadores de Seguimiento

Los mecanismos de seguimiento y evaluación del PORH de la Quebrada Piscoyaco, corresponden a un conjunto de indicadores que permiten monitorear el nivel de avance y cumplimiento de los objetivos y metas establecidos en sus respectivos programas y proyectos.

El sistema de seguimiento y evaluación promueve la necesidad de avanzar al desarrollo de una cultura de la medición, la cual permitirá de una manera concreta expresar los avances y logros del plan y generar una base de información que cuenta a nivel nacional y regional de los resultados e impactos alcanzados.

A continuación se presenta los reportes de indicadores para cada ficha de proyecto:

Tabla 109. Indicadores Programa de Descontaminación y Recuperación de la Calidad del Recurso Hídrico.

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO	CORPONARIÑO CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO
REPORTE DE MEDICION DE INDICADORES QUEBRADA PISCOYACO	
NOMBRE DEL INDICADOR	Cumplimiento de metas para los vertimientos Municipales de la Quebrada Piscoyaco.
TIPO DE INDICADOR	Gestion - Efectividad
FORMULA PARA EL CALCULO	(Carga proyectada - Carga vertida) / Carga Proyectada
UNIDAD DE MEDIDA	Porcentaje(%)
META	Porcentaje de cumplimiento de metas a verter en el quinquenio
PERIODO DE MEDICION	Quinquenial
CALCULO DEL INDICADOR	100%
REPRSENTACION DE RESULTADOS	
El indicador representa el porcentaje de cumplimiento de metas de reduccion de vertimientos encontrados en el Municipio de los Andes Sotomayor, teniendo en cuenta que en el la fase de formulacion se proyectaron algunos proyectos que permiten realizar la reduccion de cargas contaminates a vertir sobre fuente final denominada Quebrada Piscoyaco.	

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO	
REPORTE DE MEDICION DE INDICADORES QUEBRADA PISCOYACO	
NOMBRE DEL INDICADOR	Cumplimiento de metas para los vertimientos del sector Minero, ubicado sobre la subcuenca de la Quebrada Piscoyaco.
TIPO DE INDICADOR	Gestion - Efectividad
FORMULA PARA EL CALCULO	(Carga proyectada - Carga vertida) / Carga Proyectada
UNIDAD DE MEDIDA	Porcentaje(%)
META	Porcentaje de cumplimiento de metas a verter en el quinquenio
PERIODO DE MEDICION	QUINQUENIO
CALCULO DEL INDICADOR	100%
REPRSENTACION DE RESULTADOS	
El indicador representa el porcentaje de cumplimiento de metas de reduccion de vertimientos generados por el sector minero, ubicados sobre la subcuenca de la quebrada Piscoyaco en el Municipio de los Andes Sotomayor, teniendo en cuenta que en el la fase de formulacion se proyectaron algunos proyectos que permiten realizar la reduccion de cargas contaminates a vertir sobre fuente final denominada Quebrada Piscoyaco.	

Fuente. Ordenamiento de la Quebrada Piscoyaco 2014- CORPONARIÑO

Tabla 110. Indicadores Programa de Protección y Conservación de la Calidad de la Quebrada Piscoyaco

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO	
REPORTE DE MEDICION DE INDICADORES QUEBRADA PISCOYACO	
NOMBRE DEL INDICADOR	Educacion y Sensibilizacion entorno al Recurso Hidrico
TIPO DE INDICADOR	Gestion - Efectividad
FORMULA PARA EL CALCULO	(Actividades ejecutadas del programa de educacion ambiental / actividades programadas del programa de educacion ambental)*100
UNIDAD DE MEDIDA	Porcentaje(%)
META	Porcentaje de Actividades ejecutadas del programa de educacion ambiental
PERIODO DE MEDICION	Anual
CALCULO DEL INDICADOR	100%
REPRSENTACION DE RESULTADOS	
El indicador representa el porcentaje total de actividades ejecutadas en un periodo comprendido de 0 - 10 años en los programas ambientales programados anualmente y definidos segun la necesidad de la comunidad del Municipio de Sotomayor relacionada al deterioro en la calidad de la Quebrada Piscoyaco.	

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO	
REPORTE DE MEDICION DE INDICADORES QUEBRADA PISCOYACO	
NOMBRE DEL INDICADOR	Porcentaje de ronda hidrica recuperada en el cause de la Quebrada Piscoyaco
TIPO DE INDICADOR	Gestion - Efectividad
FORMULA PARA EL CALCULO	(Km ronda hidrica recuperada / Km ronda hidrica total) * 100
UNIDAD DE MEDIDA	Porcentaje(%)
META	Porcentaje total de area recuperada para conservacion de ronda hidrica de la Quebrada Piscoyaco
PERIODO DE MEDICION	Anual
CALCULO DEL INDICADOR	100%
REPRSENTACION DE RESULTADOS	
El indicador representa el porcentaje de Kilometros de area recuperada anualmante, logrando de esta manera el aumento de la cobertura vegetal y la proteccion de la calidad del recurso evitando asi inundaciones y perdidas de cultivos y viviendas a lo largo del cauce dela Quebrada Piscoyaco.	

Fuente. Ordenamiento de la Quebrada Piscoyaco 2014- CORPONARIÑO

Tabla 111. Indicadores Programa de Fortalecimiento Institucional.

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO	
REPORTE DE MEDICION DE INDICADORES QUEBRADA PISCOYACO	
NOMBRE DEL INDICADOR	Porcentaje de fortalecimiento institucional- Implementación de estudio tarifario
TIPO DE INDICADOR	Gestion - Efectividad
FORMULA PARA EL CALCULO	(Actividades de fortalecimiento en el proceso instituconal / Actividades programas en proceso de fortalecimiento institucional)* 100
UNIDAD DE MEDIDA	Porcentaje(%)
META	Porcentaje de actividades encaminadas al fortalecimiento institucional
PERIODO DE MEDICION	Anual
CALCULO DEL INDICADOR	100%
REPRSENTACION DE RESULTADOS	
El indicador representa el porcentaje de actividades ejecutadas para consolidar aspectos tecnicos, financieros, operativos y administrativos de la empresa de servicios publicos.	

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO	
REPORTE DE MEDICION DE INDICADORES QUEBRADA PISCOYACO	
NOMBRE DEL INDICADOR	Porcentaje de fortalecimiento institucional- Legalización y organización de las juntas administradoras de los acueductos rurales
TIPO DE INDICADOR	Gestion - Efectividad
FORMULA PARA EL CALCULO	(Actividades de fortalecimiento en el proceso instituconal / Actividades programas en proceso de fortalecimiento institucional)* 100
UNIDAD DE MEDIDA	Porcentaje(%)
META	Porcentaje de actividades encaminadas al fortalecimiento institucional
PERIODO DE MEDICION	Anual
CALCULO DEL INDICADOR	100%
REPRSENTACION DE RESULTADOS	
El indicador representa el porcentaje de actividades ejecutadas para consolidar aspectos tecnicos, financieros, operativos y administrativos de la empresa de servicios publicos.	

Fuente. Ordenamiento de la Quebrada Piscoyaco 2014- CORPONARIÑO

Tabla 112. Indicadores Programa de Gestión del Riesgo.

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO	
REPORTE DE MEDICION DE INDICADORES QUEBRADA PISCOYACO	
NOMBRE DEL INDICADOR	Gestion del Riesgo
TIPO DE INDICADOR	Gestion - Efectividad
FORMULA PARA EL CALCULO	(Numero de captaciones ejecutadas del programa de educacion ambiental en mitigacion del riesgo)*100
UNIDAD DE MEDIDA	Porcentaje(%)
META	Porcentaje de Numero de Muros constuidos en zonas de amenaza
PERIODO DE MEDICION	Anual
CALCULO DEL INDICADOR	100%
REPRSENTACION DE RESULTADOS	
El indicador representa el porcentaje total de Muros de Contención construidos en un periodo comprendido de 10 años en zonas de riesgo para la Protección de viviendas asentadas a la orilla de cauce principal y Protección de zonas con bosques primarios - secundarios.	

Fuente. Ordenamiento de la Quebrada Piscoyaco 2014- CORPONARIÑO

10. CONCLUSIONES

- La mayor afectación y deterioro de la calidad fisicoquímica y microbiológica del cauce principal de la quebrada Piscoyaco se presenta a partir de las descargas del colector municipal ubicado en el sector de Peña Lisa, cabe resaltar que la afectación por el sector minero no generan mayor impacto lo cual se soporta con los reportes de laboratorio, aunque si es necesario resaltar que en relación a la presencia de metales estas minas y plantas de beneficio deben ajustarse a lo establecido en la ley.

- Los vertimientos industriales a pesar de poseer Sistemas de Tratamiento, estos no se encuentran en condiciones óptimas que permitan generar efluentes con porcentajes de remoción de cargas contaminantes óptimos o suficientes para la descontaminación de la quebrada Piscoyaco y Cumplimiento de los usos demandados.

- Los tramos I, II, III y V de la quebrada Piscoyaco correspondientes a los usos potenciales preponderantes de preservación de flora y fauna, consumo humano, agrícola y Pecuario definidos en los Objetivos de Calidad, presentan una alteración mínima de la calidad del agua que impidan o vulneren los criterios establecidos para la satisfacción de los usos definidos; por lo tanto los proyectos a desarrollarse e implementarse en dichos tramos deben estar dirigidos a la protección y conservación de la calidad del recurso hídrico, es importante tener encuenta la presencia de la Mina la “María” la cual realiza procesos de extracción y beneficio del material minero y se encuentra ubicada unos metros más arriba de una bocatoma veredal, generando posibles afectaciones a los seres vivos en general y deteriorando la calidad del agua.

- El tramo IV corresponde al uso estético paisajístico, correspondiente a la zona media de la Subcuenca, debido a que en esta área se encuentran ubicadas dos plantas de beneficio las cuales generan la mayor concentración en cuanto al vertimiento de metales pesados y sólidos, generando consigo afectaciones en la calidad del agua y en cumplimento de los objetivos establecidos.

- Teniendo en cuenta que se está realizando un seguimiento constante al recurso hídrico por parte de la autoridad ambiental CORPONARIÑO debido a la influencia que tiene el sector industrial minero con la utilización de sustancias de interés sanitario como el mercurio y cianuro principalmente, hay que seguir controlando y limitando la utilización de dichas sustancias para minimizar los impactos generados a los recursos naturales.

- La modelación y determinación del escenario actual del cauce principal de la quebrada Piscoyaco se efectuó teniendo en cuenta las condiciones más críticas de calidad evidenciadas en la primera jornada de muestreo llevada a cabo el 27 de Agosto del año 2014 correspondiente a una temporada climática de verano.

- De no implementarse y aplicarse el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la quebrada Piscoyaco, las condiciones de calidad y cantidad de la corriente superficial continuaran deteriorándose hasta niveles de afectación que abarcaran la totalidad de su cauce volviéndola no apta para la satisfacción de los usos potenciales demandados.

- Los Objetivos de Calidad se propusieron teniendo en cuenta las necesidades y condiciones de tipo social, económico, técnico, ambiental y normativo evidenciadas en el diagnóstico de la quebrada Piscoyaco.

- La implementación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la quebrada Piscoyaco permitirá el mantenimiento, preservación, descontaminación y recuperación en términos de calidad y cantidad de la corriente superficial para la satisfacción de los usos potenciales definidos. Además desde el aspecto económico, su beneficio se verá reflejado en la disminución gradual del valor de la Tasa Retributiva a medida que se vayan materializando los escenarios factibles proyectados a corto, mediano y largo plazo.

11. RECOMENDACIONES

- Se recomienda efectuar un monitoreo de sustancias de interés sanitario (Metales Pesados) de la quebrada Piscoyaco y en cada una de las minas y plantas de beneficio que generen vertimiento para evaluar la presencia o ausencia de sustancias provenientes del proceso de extracción de oro.

- Se sugiere a la administración municipal de los Andes Sotomayor, implementar acciones para la conservación de los páramos y terrenos de interés hídricos de la quebrada Piscoyaco.

- Se sugiere a la administración municipal y al gremio de los mineros del municipio de los Andes Sotomayor contemplar limitantes al desarrollo de minas ilegales en el área de influencia de la quebrada Piscoyaco; de lo contrario los valores o límites de vertimiento generados con el fin de cumplir con los objetivos de calidad, se volverían mucho más restrictivos y exigentes para cada usuario generador de vertimientos.

- Considerando que los proyectos de descontaminación basados en la construcción de los sistemas de tratamiento de aguas residuales contemplados en este estudio, se recomienda a la administración municipal la búsqueda de recursos con nuevas fuentes de financiación ya sean de carácter nacional o internacional.

BIBLIOGRAFIA

- APHA – AWWA – WPCF. Standard Methods for the examination of water an wastewater. 15 th edition. 1980. 1532 p.

- CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO – CORPONARIÑO, EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE LOS ANDES SOTOMAYOR

- _____, SUBCEA. Índice de escasez de agua superficial cuenca del río GUAITARA.
- CHAPRA., S. C (1997). Surface Water Quality Modeling. Mc Graw Hill. New York, United State.

- CHAPRA, S.C., PELLETIER, G.J. and TAO, H. (2008). QUAL2Kw: A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality, Version 2.04: Documentation and Users Manual. Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University, Medford, MA.

- Alonso, A., & Camargo, J. A. (2005). Estado actual y perspectivas en el empleo de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos como indicadora del estado ecológico de los ecosistemas fluviales españoles. Revista Ecosistemas, 14(3).

- Prat, N., Ríos, B., Acosta, R., & Rieradevall, M. (2009). Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas. *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología*, 631-654.

- Mancilla, G., Valdovinos, C., Azocar, M., Jorquera, P., & Figueroa, R. (2009). Efecto del reemplazo de la vegetación nativa de ribera sobre la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en arroyos de climas templados, Chile central. Hidrobiológica, 19(3), 193-203.

- Roldán Pérez, G. A. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: Uso del método BMWP/Col. *Imprenta Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia*.

- Segnini, S. (2003). El uso de los macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la condición ecológica de los cuerpos de agua corriente.*Ecotropicos*, *16*(2), 45-63.

- Oscoz, J., Galicia, D., & Miranda, R. (Eds.). (2011). Identification guide of freshwater macroinvertebrates of Spain. Springer.

- Roldán, G. (1988). Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. *Antioquia: Universidad de Antioquia*.

- Adamus, P. R., & Brandt, K. H. (1990). Impacts on quality of inland wetlands of the United States: A survey of indicators, techniques, and applications of community-level biomonitoring data.

ANEXOS

ANEXO A

DECLARATORIA DE INICICO DEL PROCESO DE ORDENACION DEL RECURSO HIDRICO

ANEXO B

RESULTADOS DE LABORATORIO FISICOQUIMICOS.

ANEXO C

CARGAS DE LOS ESCENARIOS MODELADOS

Tabla 113. Calculo de Cargas Escenario Actual.

CALCULO DE CARGAS QUEBRADA PISCOYACO																										
NOMBRE	CODIGO DEL VERTIMIENTO	caudal lps	ACIDEZ [ ] mg/l	ALCALINIDAD TO	DUREZA TOTAL [ ] mg/l	CLORUROS [ ] mg/l	FOSFATOS [ ] mg/l	NITRITOS [ ] mg/l	NITRATOS [ ] mg/l	SULFATOS [ ] mg/l	DETERGENTES [ ] mg/l	FOSFORO TOTAL [ ] mg/l	NITROGENO NTK [ ] mg/l	COLIFORMES FECALES	ACIDEZ CARGA Kg/dia	ALCALINIDAD TOTAL CARGA Kg/dia	DUREZA TOTALCARGA Kg/dia	CLORUROS CARGA Kg/dia	FOSFATOS CARGA Kg/dia	NITRITOS CARGA Kg/dia	NITRATOS CARGA Kg/dia	SULFATOS CARGA Kg/dia	DETERGENTES CARGA Kg/dia	FOSFORO TOTAL CARGA Kg/dia	NITROGENO NTK CARGA Kg/dia
Q. Parana+Q. Parana 1+Q. NEGRA+ Q. Parana 2	RI-1	68,2	0,35	15	14	1,46	0,1	0,004	2,2	10	0,5	0,1	0,26	100	2,0624	88,3872	82,4947	8,6030	0,58925	0,0236	12,9635	58,9248	2,9462	0,5892	1,5320
Vertimiento 1 Mina la Maria+Q.Paramo 2+Q.Paramo 1.	RI-2	62,8	0,36	15,21	14	1,46	0,1	0,004	2,2	10	0,5	0,1	0,28	120	1,9533	82,5282	75,9629	7,9218	0,54259	0,0217	11,9370	54,2592	2,7130	0,5426	1,5193
BOCATOMA VEREDA CARRIZAL	RI-3	-0,5	0,36	15,21	14	1,46	0,1	0,004	2,2	10	5,4	0,1	0,28	110	-0,0156	-0,6571	-0,6048	-0,0631	-0,00432	-0,0002	-0,0950	-0,4320	-0,2333	-0,0043	-0,0121
Q. Peña Negra+Q. Vereda Carrizal+Q. Vereda Carrizal 1	RI-4	76,9	2,15	14,5	21	1,48	0,1	0,004	2,2	10	0,5	0,1	0,26	130	14,2849	96,3403	139,5274	9,8334	0,66442	0,0266	14,6172	66,4416	3,3221	0,6644	1,7275
BOCATOMA-DISTRITO DE RIEGO ASOPISCOYACO	RI-5	-143	2,15	15	22	1,48	0,1	0,004	2,2	10	0,5	0,1	0,28	110	-26,5637	-185,3280	-271,8144	-18,2857	-1,23552	-0,0494	-27,1814	-123,5520	-6,1776	-1,2355	#¡VALOR!
Q. Vereda Carrizal 2+Q. La Chorrera+Q. Hueco Ondo+ Q. Paraíso+Q. V	RI-6	292,2	2,88	20,11	23	1,48	0,1	0,004	2,2	10	0,5	0,1	0,27	200	72,7087	507,6987	580,6598	37,3642	2,52461	0,1010	55,5414	252,4608	12,6230	2,5246	6,8164
Q. Paraguas+Q. V. Los Guabos+Q. V. El Huilque Alto	RI-7	48,9	3,6	28,94	56	1,5	0,1	0,004	2,2	10	0,5	0,1	0,3	1000	15,2099	122,2703	236,5978	6,3374	0,42250	0,0169	9,2949	42,2496	2,1125	0,4225	1,2675
Q. Chamizal+Vert. Casco Urbano+ V.Planta de Beneficio Mineros	RI-8	11	10,1	119,19	105	30	2	0,008	2,2	33,6	0,5	2,01	23,8	1220000000	9,5990	113,2782	99,7920	28,5120	1,90080	0,0076	2,0909	31,9334	0,4752	1,9103	22,6195
Q. V. El Placer	RI-9	45,4	4,6	16	78	1,8	0,27	0,004	2,2	10	0,5	0,1	0,27	120	18,0438	62,7610	305,9597	7,0606	1,05909	0,0157	8,6296	39,2256	1,9613	0,3923	1,0591
Vert. Mina La Bomba+Vert. Mina La Candelaria- Q.Buena Vista	RI-10	42,3	4,2	16	80	1,48	0,1	0,004	2,2	10	0,5	0,1	0,28	130	15,3498	58,4755	292,3776	5,4090	0,36547	0,0146	8,0404	36,5472	1,8274	0,3655	1,0233
Q. Hueco Ondo 1+Q. Hueco del Diablo+Q. V. La Bomba+Q. Murcielag	RI-11	39,4	3,8	16	81	1,46	0,1	0,004	2,2	10	0,5	0,1	0,27	120	12,9358	54,4666	275,7370	4,9701	0,34042	0,0136	7,4892	34,0416	1,7021	0,3404	0,9191
DESEMBOCADURA		478,2	3,24	74,06	97	1,46	0,1	0,004	2,2	10	0,5	0,1	0,31	100	133,8654	3059,8985	4007,6986	60,3221	4,13165	0,1653	90,8963	413,1648	20,6582	4,1316	12,8081

Tabla 114. Calculo de Cargas Escenario Tendencial 10 Años.

CALCULO DE CARGAS QUEBRADA PISCOYACO																										
NOMBRE	CODIGO DEL VERTIMIENTO	caudal lps	ACIDEZ [ ] mg/l	ALCALINIDAD TOTAL [ ] mg/l	DUREZA TOTAL [ ] mg/l	CLORUROS [ ] mg/l	FOSFATOS [ ] mg/l	NITRITOS [ ] mg/l	NITRATOS [ ] mg/l	SULFATOS [ ] mg/l	DETERGENTES [ ] mg/l	FOSFORO TOTAL [ ] mg/l	NITROGENO NTK [ ] mg/l	COLIFORMES FECALES	ACIDEZ CARGA Kg/dia	ALCALINIDAD TOTAL CARGA Kg/dia	DUREZA TOTALCARGA Kg/dia	CLORUROS CARGA Kg/dia	FOSFATOS CARGA Kg/dia	NITRITOS CARGA Kg/dia	NITRATOS CARGA Kg/dia	SULFATOS CARGA Kg/dia	DETERGENTES CARGA Kg/dia	FOSFORO TOTAL CARGA Kg/dia	NITROGENO NTK CARGA Kg/dia
Q. Parana+Q. Parana 1+Q. NEGRA+ Q. Parana 2	RI-1	68,2	0,35	15	14	1,46	0,1	0,004	2,2	10	0,5	0,1	0,26	100	2,0624	88,3872	82,4947	8,6030	0,58925	0,0236	12,9635	58,9248	2,9462	0,5892	1,5320
Vertimiento 1 Mina la Maria+Q.Paramo 2+Q.Paramo 1.	RI-2	62,8	0,36	15,21	14	1,46	0,1	0,004	2,2	10	0,5	0,1	0,28	120	1,9533	82,5282	75,9629	7,9218	0,54259	0,0217	11,9370	54,2592	2,7130	0,5426	1,5193
BOCATOMA VEREDA CARRIZAL	RI-3	-0,5	0,36	15,21	14	1,46	0,1	0,004	2,2	10	5,4	0,1	0,28	110	-0,0156	-0,6571	-0,6048	-0,0631	-0,00432	-0,0002	-0,0950	-0,4320	-0,2333	-0,0043	-0,0121
Q. Peña Negra+Q. Vereda Carrizal+Q. Vereda Carrizal 1	RI-4	76,9	2,15	14,5	21	1,48	0,1	0,004	2,2	10	0,5	0,1	0,26	130	14,2849	96,3403	139,5274	9,8334	0,66442	0,0266	14,6172	66,4416	3,3221	0,6644	1,7275
BOCATOMA-DISTRITO DE RIEGO ASOPISCOYACO	RI-5	-143	2,15	15	22	1,48	0,1	0,004	2,2	10	0,5	0,1	0,28	110	-26,5637	-185,3280	-271,8144	-18,2857	-1,23552	-0,0494	-27,1814	-123,5520	-6,1776	-1,2355	#¡VALOR!
Q. Vereda Carrizal 2+Q. La Chorrera+Q. Hueco Ondo+ Q. Paraíso+Q. V. El Pichuelo.	RI-6	292,2	2,88	20,11	23	1,48	0,1	0,004	2,2	10	0,5	0,1	0,27	200	72,7087	507,6987	580,6598	37,3642	2,52461	0,1010	55,5414	252,4608	12,6230	2,5246	6,8164
Q. Paraguas+Q. V. Los Guabos+Q. V. El Huilque Alto	RI-7	48,9	3,6	28,94	56	1,5	0,1	0,004	2,2	10	0,5	0,1	0,3	1000	15,2099	122,2703	236,5978	6,3374	0,42250	0,0169	9,2949	42,2496	2,1125	0,4225	1,2675
Q. Chamizal+Vert. Casco Urbano+ V.Planta de Beneficio Mineros	RI-8	13	10,9	119,99	10,9	30,8	2,8	0,808	3	34,4	1,3	2,81	24,6	1220000001	12,2429	134,7728	12,2429	34,5946	3,14496	0,9075	3,3696	38,6381	1,4602	3,1562	27,6307
Q. V. El Placer	RI-9	45,4	4,6	16	78	1,8	0,27	0,004	2,2	10	0,5	0,1	0,27	120	18,0438	62,7610	305,9597	7,0606	1,05909	0,0157	8,6296	39,2256	1,9613	0,3923	1,0591
Vert. Mina La Bomba+Vert. Mina La Candelaria- Q.Buena	RI-10	42,3	4,2	16	80	1,48	0,1	0,004	2,2	10	0,5	0,1	0,28	130	15,3498	58,4755	292,3776	5,4090	0,36547	0,0146	8,0404	36,5472	1,8274	0,3655	1,0233
Q. Hueco Ondo 1+Q. Hueco del Diablo+Q. V. La Bomba+Q. Murcielago	RI-11	39,4	3,8	16	81	1,46	0,1	0,004	2,2	10	0,5	0,1	0,27	120	12,9358	54,4666	275,7370	4,9701	0,34042	0,0136	7,4892	34,0416	1,7021	0,3404	0,9191
DESEMBOCADURA		478,2	3,24	74,06	97	1,46	0,1	0,004	2,2	10	0,5	0,1	0,31	100	133,8654	3059,8985	4007,6986	60,3221	4,13165	0,1653	90,8963	413,1648	20,6582	4,1316	12,8081

Tabla 115. Calculo de Cargas Escenario Factible A 3 Años.

CALCULO DE CARGAS QUEBRADA PISCOYACO																								
NOMBRE	CODIGO DEL VERTIMIENTO	caudal lps	ACIDEZ [ ] mg/l	ALCALINIDAD TOTAL [ ] mg/l	DUREZA TOTAL [ ] mg/l	CLORUROS [ ] mg/l	FOSFATOS [ ] mg/l	NITRITOS [ ] mg/l	NITRATOS [ ] mg/l	SULFATOS [ ] mg/l	DETERGENTES [ ] mg/l	FOSFORO TOTAL [ ] mg/l	NITROGENO NTK [ ] mg/l	COLIFORMES FECALES	ACIDEZ CARGA Kg/dia	ALCALINIDAD TOTAL CARGA Kg/dia	DUREZA TOTALCARGA Kg/dia	CLORUROS CARGA Kg/dia	FOSFATOS CARGA Kg/dia	NITRITOS CARGA Kg/dia	NITRATOS CARGA Kg/dia	SULFATOS CARGA Kg/dia	DETERGENTES CARGA Kg/dia	FOSFORO TOTAL CARGA Kg/dia	NITROGENO NTK CARGA Kg/dia
Q. Parana+Q. Parana 1+Q. NEGRA+ Q. Parana 2	RI-1	68,2	0,35	15	14	1,46	0,1	0,004	2,2	10	0,5	0,1	0,26	100	2,0624	88,3872	82,4947	8,6030	0,58925	0,0236	12,9635	58,9248	2,9462	0,5892	1,5320
Vertimiento 1 Mina la Maria+Q.Paramo 2+Q.Paramo 1.	RI-2	62,8	0,36	15,21	14	1,46	0,1	0,004	2,2	10	0,5	0,1	0,28	120	1,9533	82,5282	75,9629	7,9218	0,54259	0,0217	11,9370	54,2592	2,7130	0,5426	1,5193
BOCATOMA VEREDA CARRIZAL	RI-3	-0,5	0,36	15,21	14	1,46	0,1	0,004	2,2	10	5,4	0,1	0,28	110	-0,0156	-0,6571	-0,6048	-0,0631	-0,00432	-0,0002	-0,0950	-0,4320	-0,2333	-0,0043	-0,0121
Q. Peña Negra+Q. Vereda Carrizal+Q. Vereda Carrizal 1	RI-4	76,9	2,15	14,5	21	1,48	0,1	0,004	2,2	10	0,5	0,1	0,26	130	14,2849	96,3403	139,5274	9,8334	0,66442	0,0266	14,6172	66,4416	3,3221	0,6644	1,7275
BOCATOMA-DISTRITO DE RIEGO ASOPISCOYACO	RI-5	-143	2,15	15	22	1,48	0,1	0,004	2,2	10	0,5	0,1	0,28	110	-26,5637	-185,3280	-271,8144	-18,2857	-1,23552	-0,0494	-27,1814	-123,5520	-6,1776	-1,2355	#¡VALOR!
Q. Vereda Carrizal 2+Q. La Chorrera+Q. Hueco Ondo+ Q. Paraíso+Q. V. El Pichuelo.	RI-6	292,2	2,88	20,11	23	1,48	0,1	0,004	2,2	10	0,5	0,1	0,27	200	72,7087	507,6987	580,6598	37,3642	2,52461	0,1010	55,5414	252,4608	12,6230	2,5246	6,8164
Q. Paraguas+Q. V. Los Guabos+Q. V. El Huilque Alto	RI-7	48,9	3,6	28,94	56	1,5	0,1	0,004	2,2	10	0,5	0,1	0,3	1000	15,2099	122,2703	236,5978	6,3374	0,42250	0,0169	9,2949	42,2496	2,1125	0,4225	1,2675
Q. Chamizal+Vert. Casco Urbano+ V.Planta de Beneficio Mineros	RI-8	11	10,6	119,69	10,6	30,5	2,5	0,508	2,7	34,1	1	2,51	24,3	1220000001	10,0742	113,7534	10,0742	28,9872	2,37600	0,4828	2,5661	32,4086	0,9504	2,3855	23,0947
Q. V. El Placer	RI-9	45,4	4,6	16	78	1,8	0,27	0,004	2,2	10	0,5	0,1	0,27	120	18,0438	62,7610	305,9597	7,0606	1,05909	0,0157	8,6296	39,2256	1,9613	0,3923	1,0591
Vert. Mina La Bomba+Vert. Mina La Candelaria- Q.Buena	RI-10	42,3	4,2	16	80	1,48	0,1	0,004	2,2	10	0,5	0,1	0,28	130	15,3498	58,4755	292,3776	5,4090	0,36547	0,0146	8,0404	36,5472	1,8274	0,3655	1,0233
Q. Hueco Ondo 1+Q. Hueco del Diablo+Q. V. La Bomba+Q. Murcielago	RI-11	39,4	3,8	16	81	1,46	0,1	0,004	2,2	10	0,5	0,1	0,27	120	12,9358	54,4666	275,7370	4,9701	0,34042	0,0136	7,4892	34,0416	1,7021	0,3404	0,9191
DESEMBOCADURA		478,2	3,24	74,06	97	1,46	0,1	0,004	2,2	10	0,5	0,1	0,31	100	133,8654	3059,8985	4007,6986	60,3221	4,13165	0,1653	90,8963	413,1648	20,6582	4,1316	12,8081

ANEXO D

RESULTADOS DE LABORATORIO HIDROBIOLOGICO.

ANEXO E

CONVOCATORIAS COMPONENTE SOCIAL