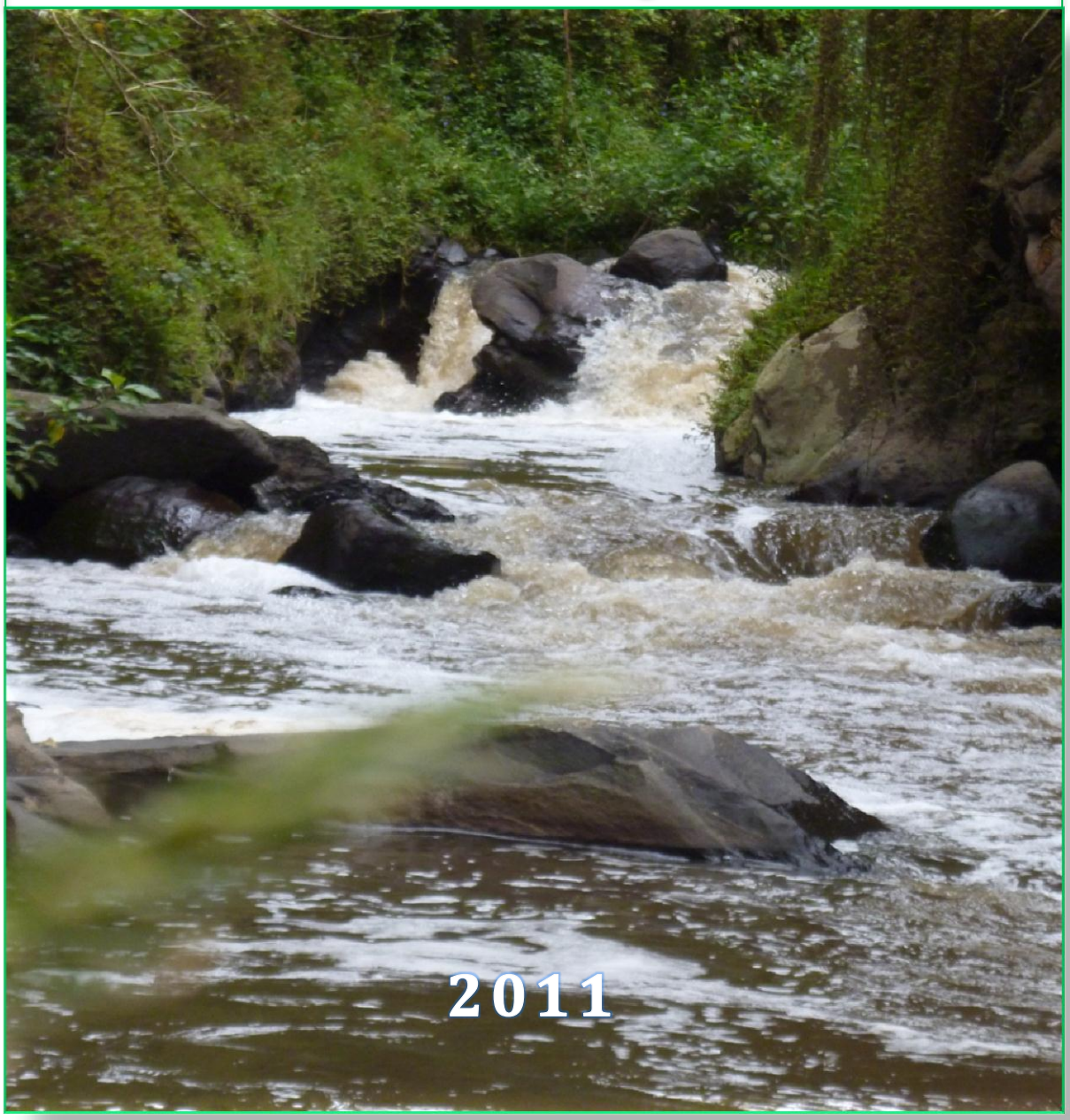
CORPONARIÑO

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO

SUBDIRECCION DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION

PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO RÍO BOQUERÓN.



2011

CORPONARIÑO

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE NARIÑO

SUBDIRECCIÓN DE CONOCIMIENTO Y EVALUACIÓN AMBIENTAL

PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO RÍO BOQUERÓN.

Programa:

MANEJO INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO

PASTO, DICIEMBRE 2011

CUERPO DIRECTIVO

ROBERT MAURICIO RAMOS RAMOS
Director General

GLADYS GUERRERO FAJARDO
Subdirectora Administrativa y Financiera

YOLANDA BENAVIDES ROSADA
Subdirectora de Conocimiento y Evaluación Ambiental

JUAN CARLOS ARTEAGA LAGOS
Subdirector de Intervenciones para la Sostenibilidad Ambiental

TERESA ENRÍQUEZ ROSERO
Jefe Oficina Jurídica

HUMBERTO ENRIQUE MARTÍNEZ LÓPEZ
Jefe Oficina de Control Interno

GLORIA AMPARO GARCÍA BURBANO
Jefe Oficina de Planeación y Direccionamiento Estratégico

EQUIPO TÉCNICO

MAURICIO BASTIDAS BEDOYA
Coordinador PORH Cauce principal Río Boquerón.

PAOLA ANDREA BENAVIDES PORTILLA
Formulación PORH Cauce principal Río Boquerón.
Ingeniera Sanitaria y Ambiental

FLOR DALILA
Cartografía y Sistemas de Información Geográfica
Geógrafa.

EQUIPO DE APOYO

EQUIPO PROFESIONAL DE CONTRATISTAS AÑO 2011 ORDENAMIENTO RECURSO HÍDRICO CORPONARIÑO

MARIA FERNANADA FOLLECO VILLARREAL
Profesional Universitario SUBCEA

JOSE ARNULFO GUERRERO
Interventor
Coordinador Centro Ambiental Sur

RODRIGO YELA
Apoyo de Campo Aforo de Caudales
Técnico Operativo - CORPONARIÑO

LABORATORIO ESPECIALIZADO
Análisis de Muestras y Reporte de Resultados
Universidad de Nariño - UDENAR

FRANCISCO RICARDO MAFFLA CHAMORRO
Modelo de Simulación Matemático QUAL2K
Ingeniero Sanitario

OSCAR FERNANDO ORTIZ
Apoyo Logístico.

JHON CARLOS CORDOBA
Auxiliar Administrativo.

LORENA MUÑOZ
Diagnóstico Social Participativo
Trabajadora Social

FUNDACION NUESTRA SEÑORA DEL PILAR
Actividades de Promoción, Divulgación y Sensibilización

COMUNIDAD DE LOS MUNICIPIOS DE IPIALES, PUPIALES, GUALMÁTAN Y CONTADERO.

CONTENIDO

1. INTRODUCCION 15
2. OBJETIVOS 16
2.1 OBJETIVO GENERAL 16
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS 16
3. GLOSARIO 17
4. MARCO LEGAL 19
5. MARCO CONTEXTUAL 24
6. APRESTAMIENTO 26
6.1. Priorización de la Fuente Hídrica Superficial. 26
6.2. Declaratoria de Ordenamiento 26
6.3. Aprestamiento Institucional 27
7. DIAGNOSTICO 29
7.1 ASPECTOS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO 29
7.1.1 LOCALIZACIÓN RÍO BOQUERÓN 29
7.1.2 Subcuenca Hidrográfica. 30
7.1.3 Área 30
7.1.4 Aspectos Físicos 31
7.1.5 Aspectos bióticos 32
7.1.6 Aspectos Socioeconómicos 33
7.1.7 Aspectos Generales Quebrada Totoral 33
7.1.8 Aspectos Generales Quebrada Doña Juana 35
7.1.9 ASPECTOS CLIMATICOS 37
7.1.10 HIDROLOGIA 42
7.1.11 USOS DEL SUELO 43
7.2 DIAGNOSTICO SOCIAL 45
7.2.1 Actores 45
7.2.2 Municipio de Contadero 46
7.2.3 Causas 46
7.2.4 Consecuencias 46
7.2.5 Usos Actuales del Rio 46
7.2.6 Análisis del Conflicto 47
7.3 DIAGNOSTICO CORRIENTE HIDRICA 48

7.3.1 CENSO DE USUARIOS 48
7.3.2 CANTIDAD 54
7.4 OFERTA Y DEMANDA HIDRICA 60
7.4.1 OFERTA HIDRICA 60
7.4.2. DEMANDA HIDRICA 65
7.5 PERFILES DE MODELACION 75
7.5.1 Zona Alta Perfil de Modelación 76
7.5.2. Zona Media Perfil de Modelación 77
7.5.3 Zona Baja Perfil de Modelación 78
7.6 DETERMINACION DE LINEA BASE DE CARGAS CONTAMINANTES 79
7.6.1 METODOLOGÍA 79
7.6.2 EVALUACION DE CALIDAD CAUCE PRINCIPAL 82
7.7 PERFILES DE CALIDAD 85
7.7.1 PH (Potencial de Hidrogeniones) 85
7.7.2 Conductividad 86
7.7.3 Oxígeno Disuelto 86
7.7.4 Alcalinidad 87
7.7.5 Acidez 88
7.7.6 Nitratos 88
7.7.7 Sólidos Disueltos. 89
7.7.8 Indicadores de Calidad del Agua 90
7.8 INDICE DE CALIDAD (ICA) 92
7.9 EVALUACION CALIDAD AFLUENTES NATURALES 96
7.9.1 Muestreo Sobre Afluentes Naturales 96
7.9.2 ESTIMACION Y CÁLCULO DE CARGAS AFLUENTES A LA CORRIENTE PRINCIPAL 98
7.10 MODELO DE SIMULACION DE CALIDAD DEL RIO BOQUERON (QUAL2K) 99
7.11 USOS ACTUALES Y PORTENCIALES DEL CAUCE PRINCIPAL DEL RIO BOQUERON 118
7.11.1 Usos Actuales 119
7.12 RIESGOS ASOCIADOS A LA DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HIDRICO. 120
8. PROSPECTIVA 123
8.1 ANÁLISIS SOCIAL 123
8.1.1 Necesidades. 123

8.1.2 Acciones....123
8.1.3 Soluciones....124
8.1.4 Potencialidades....124
8.2 USOS ACTUALES Y POTENCIALES....124
8.2.1 DEFINICIÓN DE TRAMOS....125
8.3 GENERACIÓN DE ESCENARIOS DE CALIDAD. 127
8.3.1 ESCENARIO TENDENCIAL....127
8.3.2 ESCENARIO IDEAL....129
8.3.3 ESCENARIO FACTIBLE 130
9. FORMULACION....138
9.1 PROPUESTA DE OBJETIVOS DE CALIDAD....138
9.1.2 CARTOGRAFIA OBJETIVOS DE CALIDAD 141
9.1.3 NECESIDADES DE TRATAMIENTO U OPTIMIZACION 142
9.1.4 CARGAS CONTAMINANTES A VERTER SOBRE EL ESCENARIO FACTIBLE 142
9.1.5 PROPUESTA DE REGLAMENTACION DE VERTIMIENTOS....145
9.1.6 VINCULACION DE INSTRUMENTOS DE CONTROL Y PLANIFICACION 145
9.1.7 METAS DE DESCONTAMINACION....146
9.1.8 TASA RETRIBUTIVA 148
9.2 FICHAS DE PROYECTOS PARA PROGRAMAS....152
9.2.1. FUENTES DE FINANCIACION 153
9.3. SEGUIMIENTO A PROGRAMAS Y PROYECTOS DEL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RIO BOQUERÓN....171
9.4. GESTION DEL RIESGO....175
CONCLUSIONES 176
RECOMENDACIONES 178
BIBLIOGRAFIA 180

CUADROS

CUADRO 1: Principales Normas Ambientales. 21
CUADRO 2: Perfiles del comité técnico de Ordenación. 27
CUADRO 3: Áreas de la Cuenca. 30
CUADRO 4: Ubicación Vertimiento Quebrada Totoral. 34
CUADRO 5: Entradas y Salidas Quebrada Doña Juana. 36
CUADRO 6: Entradas y Salidas Boquerón. 36
CUADRO 7: Datos de Precipitación. 37
CUADRO 8: Vertimiento Colector Norte Ipiales 49
CUADRO 9: Vertimiento Pupiales Alambuer. 50
CUADRO 10: Vertimiento Pupiales Barrio Almabuer. 50
CUADRO 11: Vertimiento Gualmátan I. 51
CUADRO 12: Vertimiento Gualmátan II. 51
CUADRO 13: Vertimiento Gualmátan III. 52
CUADRO 14: Vertimiento Gualmátan III. 52
CUADRO 15: Vertimiento Gualmátan III. 53
CUADRO 16: Vertimiento Gualmátan III. 53
CUADRO 17: Vertimiento Contadero II. 54
CUADRO 18: Vertimiento Contadero II. 55
CUADRO 19: Bocatoma las Animas. 55
CUADRO 20: Quebrada Espino Alto. 56
CUADRO 21: Quebrada Chorro el Chita. 56
CUADRO 22: Quebrada Pusialquer. 57
CUADRO 23: Quebrada Cristal. 57
CUADRO 24: Quebrada Loma del Medio Alta. 58
CUADRO 25: Quebrada Doña Juana. 58
CUADRO 26: Quebrada Boyacá. 59
CUADRO 27: Quebrada Cutipaz. 59
CUADRO 28: Río Boquerón. 60
CUADRO 29: Procedimiento calculo precipitación 61
CUADRO 30: Usuarios de Acueductos de la corriente principal del río Boquerón. 66
CUADRO 31: Demanda de Uso Doméstico Cabecera Municipal 68
CUADRO 32: Demanda de Uso Doméstico Sector Rural. 69
CUADRO 33: Módulos de Consumo. 69
CUADRO 34: Demanda de Uso Bovino Sector Rural. 70
CUADRO 35: Demanda de Uso Porcino Sector Rural. 70
CUADRO 36: Demanda de Uso Avícola Sector Rural. 71
CUADRO 37: Demanda de Uso Equinos Sector Rural. 71
CUADRO 38: Demanda de Uso Ovino Sector Rural. 72
CUADRO 39: Demanda de Uso Cuyícola Sector Rural. 72
CUADRO 40: Factores de Consumo. 73
CUADRO 41: Demanda de Uso Agrícola Sector Rural. 74
CUADRO 42: Umbrales Críticos De Presión, Índice De Escasez 75
CUADRO 43: Convenciones de Perfiles de Modelación. 76

CUADRO 44: Resultados Primera Jornada De Muestreo....83
CUADRO 45: Puntos Sobre Cauce Principal....84
CUADRO 46: Resultados DBO y DQO....90
CUADRO 47: CLASIFICACION DEL "ICA"....93
CUADRO 48: Pesos Relativos por Cada Parámetro "ICA" 94
CUADRO 49: Resultados Índice de Calidad Cauce Principal. 94
CUADRO 50: Identificación y Ubicación Afluentes. 96
CUADRO 51: RESULTADOS PRIMERA JORNADA DE MUESTREO SOBRE AFLUENTES NATURALES....97
CUADRO 52: Calculo de Cargas Contaminantes Escenario Actual. 98
CUADRO 53: Velocidades de la corriente en diferentes tramos del Río Boquerón....112
CUADRO 54: Coeficientes Hidráulicos Río Boquerón. 113
CUADRO 55: Riesgos Asociados a la Disponibilidad del Recurso Hídrico. 121
CUADRO 56: Criterios de Calidad Uso Estético y Paisajístico 125
CUADRO 57: Criterios de Calidad Uso Agrícola y Pecuario. 125
CUADRO 58: Valores de Concentración Escenario Factible de 0 a 3 Años. 132
CUADRO 59: Valores de Concentración Escenario Factible de 3 a 5 Años. 134
CUADRO 60: Valores de Concentración Escenario Factible de 5 a 10 Años. 136
CUADRO 61: Propuesta de Objetivos de Calidad Tramo I. 139
CUADRO 62: Propuesta de Objetivos de Calidad Tramo II. 140
CUADRO 63: Cargas Contaminantes a Verter Periodo de 0 a 3 Años. 143
CUADRO 64: Cargas Contaminantes a Verter Periodo de 3 a 5 Años. 143
CUADRO 65: Cargas Contaminantes a Verter Periodo de 5 a 10 Años. 144
CUADRO 66: Propuesta de Reglamentación de Vertimientos. 145
CUADRO 67: Metas de Descontaminación Primer Quinquenio. 147
CUADRO 68: Metas de Descontaminación Segundo Quinquenio 147
CUADRO 69: Proyección Tasa Retributiva Primer Quinquenio con cumplimiento de metas. 149
CUADRO 70: Proyección Tasa Retributiva Segundo Quinquenio con cumplimiento de metas. 149
CUADRO 71: Proyección Tasa Retributiva Quinquenio sin cumplimiento de metas. 151
CUADRO 72: Proyección Tasa Retributiva Segundo Quinquenio sin cumplimiento de metas. 151
CUADRO 73: Fuentes de Financiación. 153
CUADRO 74: PROGRAMA PTAR IPIALES 154
CUADRO 75: CRONOGRAMA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES IPIALES. 155
CUADRO 76: CRONOGRAMA DE EJECUCION DE COSTOS IPIALES. 155
CUADRO 77: PROGRAMA SISTEMA DE TRATAMIENTO PRIMARIO PUPIALES 157
CUADRO 78: CRONOGRAMA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES PUPIALES. 157
CUADRO 79: CRONOGRAMA DE EJECUCION DE COSTOS PUPIALES. 157
CUADRO 80: PROGRAMA SISTEMA DE TRATAMIENTO PRIMARIO GUALMÁTAN. 159
CUADRO 81: CRONOGRAMA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES GUALMÁTAN. 159
CUADRO 82: CRONOGRAMA DE EJECUCION DE COSTOS GUALMÁTAN. 159
CUADRO 83: PROGRAMA INTERCEPTOR GUALMÁTAN 161

CUADRO 84: CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES INTERCEPTOR GUALMÁTAN.....161
CUADRO 85: CRONOGRAMA DE EJECUCION DE COSTOS INTERCEPTOR GUALMÁTAN.....161
CUADRO 86: PROGRAMA SISTEMA DE TRATAMIENTO CONTADERO.....163
CUADRO 87: CRONOGRAMA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES CONTADERO. 163
CUADRO 88: CRONOGRAMA DE EJECUCION DE COSTOS CONTADERO. 163
CUADRO 89: PROGRAMA RECUPERACION DE RONDA HIDRICA.....165
CUADRO 90: CRONOGRAMA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES RONDA HIDRICA 165
CUADRO 91: CRONOGRAMA DE EJECUCION DE COSTOS RONDA HIDRICA. 166
CUADRO 92: Fuentes de Financiación. Fortalecimiento Institucional 169
CUADRO 93: Cronograma de Ejecución de Actividades. Educación Ambiental.....169
CUADRO 94: Cronograma de Ejecución de Costos Fortalecimiento Institucional 169
CUADRO 95: Evaluación y Seguimiento a Programas y Proyectos del PORH.....171
CUADRO 96: Evaluación y Seguimiento a Programas y Proyectos del PORH 1.....173
CUADRO 97: SEGUIMIENTO A PROGRAMAS INSTITUCIONALES CORPONARIÑO.174
CUADRO 98: Gestión del Riesgo.....175

FIGURAS

FIGURA 1: Normatividad Ambiental. 20
FIGURA 2: Mapa Ubicación De La Cuenca..... 29
FIGURA 3: Variación Mensual de Precipitación. 37
FIGURA 4: Días Mensuales de Precipitación. 38
FIGURA 5: Temperatura Mensual. 38
FIGURA 6: Temperatura Máxima y Mínima Mensual. 39
FIGURA 7: Humedad Relativa 40
FIGURA 8: Brillo Solar. 40
FIGURA 9: Velocidad del Viento. 41
FIGURA 10: Precipitación y Evaporación. 42
FIGURA 11: Mapa de Usos y Coberturas..... 43
FIGURA 12: Mapa Localización De Puntos De Calidad Y Cantidad Cauce Principal. 48
FIGURA 13: Mapa de Precipitación..... 61
FIGURA 14: Mapa de isotermas..... 62
FIGURA 15: Mapa de Evapotranspiración real..... 63
FIGURA 16: Escurrimiento superficial total. 64
FIGURA 17: Metodología. 79
FIGURA 18: Jornada de Muestreo Parte Media. 82
FIGURA 19: PH, Río Boquerón. 85
FIGURA 20: Conductividad, Río Boquerón 86
FIGURA 21: Oxígeno Disuelto, Río Boquerón. 87
FIGURA 22: Alcalinidad, Río Boquerón. 87
FIGURA 23: Acidez, Río Boquerón. 88
FIGURA 24: Nitratos, Río Boquerón. 89
FIGURA 25: Sólidos Disueltos, Río Boquerón. 89
FIGURA 26: Echerichia Coli, Río Boquerón. 90
FIGURA 27: DBO5, Río Boquerón. 91
FIGURA 28: DQO5, Río Boquerón 92
FIGURA 29: Mapa de Calidad de la Corriente Principal del Río Boquerón. 95
FIGURA 30: Configuración de Corrientes Hídricas Superficiales..... 103
FIGURA 31: Esquema de Balance de Flujo..... 104
FIGURA 32: Esquema de Variables de la ecuación de Manning. 105
FIGURA 33: Esquema de Balance de Masa..... 105
FIGURA 34: Procesos de Transferencia de Masa y Modelos Cinéticos 106
FIGURA 35: Hoja de cálculo condiciones fisicoquímicas y microbiológicas iniciales. 107
FIGURA 36: Hoja de cálculo de Posición y elevación de elementos computacionales. 108
FIGURA 37: Hoja de cálculo de Parámetros Hidráulicos de la corriente..... 108
FIGURA 38: Hoja de cálculo de Constantes Cinéticas. 109
FIGURA 39: Hoja de cálculo Descargas Puntuales. 110
FIGURA 40: Hoja de cálculo Descargas Difusas. 110
FIGURA 41: Resultado prueba de trazadores Río Boquerón 112
FIGURA 42: Comportamiento de Oxígeno Disuelto Escenario Actual. 114
FIGURA 43: Resultado de Calibración de DBO5 Escenario Actual. 115

FIGURA 44: Resultado de Calibración de Caudal río Boquerón- modelo Qual2kw. 116
FIGURA 45: Resultado de Calibración de pH río Boquerón- modelo Qual2w. 116
FIGURA 46: Resultado de Calibración de Conductividad río Boquerón- modelo Qual2kw. 117
FIGURA 47: Resultado de Calibración de SST río Boquerón- modelo Qual2kw. 117
FIGURA 48: Resultado de Calibración de Nitrógeno Orgánico río Boquerón- modelo Qual2kw. 118
FIGURA 49: Mapa I Tramo Identificado. 126
FIGURA 50: Mapa Identificación II Tramo. 127
FIGURA 51: Comportamiento de Oxígeno Disuelto Escenario Tendencial. 128
FIGURA 52: Comportamiento de DBO5 Escenario Tendencial. 128
FIGURA 53: Comportamiento de Oxígeno Disuelto Escenario Ideal. 129
FIGURA 54: Comportamiento de DBO5 Escenario Ideal. 130
FIGURA 55: Comportamiento de Oxígeno Disuelto 0 a 3 años. 131
FIGURA 56: Comportamiento de DBO5 0 a 3 años. 131
FIGURA 57: Comportamiento de Oxígeno Disuelto 3 a 5 años. 133
FIGURA 58: Comportamiento de DBO5 3 a 5 años. 133
FIGURA 59: Comportamiento de Oxígeno Disuelto 5 a 10 años. 135
FIGURA 60: Comportamiento de DBO5 de 5 a 10 años. 135
FIGURA 61: Mapa de Objetivos de Calidad Por Tramos. 141
FIGURA 62: Valor Acumulado Año 2016. 150
FIGURA 63: Valor Acumulado en Pesos Año 2021. 152

IMAGENES

IMAGEN I: Río Boquerón sector del Municipio de Contadero. 30
IMAGEN II: Relieve Boquerón sector Pupiales. 31
IMAGEN III: Agricultura tradicional. 33
IMAGEN IV: Punto Inicial Totoral 34
IMAGEN V: Quebrada Doña Juana Sector Espino Alto. 35
IMAGEN VI: Quebrada Totoral, Sector Parte Inicial de la Cuenca. 44
IMAGEN VII: Quebrada Doña Juana. 44
IMAGEN VIII: Quebrada Doña Juana Sector Contadero. 45
IMAGEN IX: Jornada de Muestreo Parte Alta. 80
IMAGEN X: Jornada de Muestreo Parte Baja. 81
IMAGEN XI: Jornada de Muestreo Parte Media. 82
IMAGEN XII: Suelos Parte Media. 118
IMAGEN XIII: Suelos Parte Alta. 119
IMAGEN XIV: Suelos Parte Baja. 120

LISTA DE ANEXOS

ANEXOS A: Resolución No. 661 del 24 de Agosto de 2011 182
ANEXOS B: Mapa de Usos y Coberturas. 183
ANEXOS C: Mapa de Precipitación 184
ANEXOS D: Mapa de isotermas 185
ANEXOS E: Mapa de Evapotranspiración real. 186
ANEXOS F: Mapa de Calidad de la Corriente Principal del Río Boquerón. 187
ANEXOS G: Mapa I Tramo Identificado. 188
ANEXOS H: Mapa Identificación II Tramo. 189
ANEXOS I: Mapa de Objetivos de Calidad Por Tramos. 190
ANEXOS J: Informe de Laboratorio LAQ-R-373A-11 191
ANEXOS K: Informe de Laboratorio LAQ-R-456A-11 192

1. INTRODUCCION

El recurso hídrico es una fuente natural que a través de los años se ha visto afectada debido a los múltiples usos para los cuales ha sido empleada, este recurso natural renovable posee una característica particular relacionada con el fácil acceso de este en algunos sectores y siendo un recurso vital para el desarrollo social, económico y cultural de la comunidad, así mismo, las necesidades constantes del crecimiento de las poblaciones son un desafío para la naturaleza, puesto que se presenta una amenaza a la riqueza ambiental, en este caso al departamento de Nariño y específicamente para los municipios de Ipiales, Pupiales, Contadero y Gualmátan, la amenaza se puntualiza en la destrucción y degradación de especies de flora y fauna, la disminución de los caudales de las principales cuencas, ocasionando el desarrollo de diferentes tipos de infraestructura, sistemas de producción agropecuaria, ampliación de la frontera agrícola y su preparación.

Así mismo, la tala indiscriminada de bosques ha generado la desestabilización de gran parte de las cuencas hidrográficas, lo que se refleja en la pérdida del recurso hídrico y sedimentación de los cuerpos de agua. Igualmente pone en peligro la extinción a muchas especies faunísticas, pues éste es el hábitat de las dos terceras partes de la fauna terrestre del Departamento. El agua, como recurso natural y satisfactor de necesidades básicas está en crisis en Nariño agudizándose en algunos de los Municipios presentando racionamiento. Se prevé que en 5 años aproximadamente habrá disputa a nivel local y regional, ocasionada por el acelerado proceso de deterioro que el medio sufre en su inadecuado manejo y endeble compensación.

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 del Río Boquerón 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 radiografía clara 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 sobre 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 corriente, 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. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar, formular y elaborar el Plan de Ordenamiento del recurso hídrico que permita reglamentar y ordenar las aguas superficiales en función de la calidad, mediante la aplicación de instrumentos legales vigentes en el marco de procesos participativos en el Río Boquerón.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ Adelantar caracterización y analizar la calidad de la corriente principal del Río Boquerón para mejorar el potencial de los usos actuales.

- ✓ Realizar un inventario de los vertimientos existentes y evaluar el manejo, tratamiento y disposición final de los mismos en la corriente principal del Río Boquerón.

- ✓ Identificar y cuantificar cargas contaminantes de los usuarios de vertimientos en el cauce principal del Río Boquerón.

- ✓ Definir los criterios de calidad y normas de vertimientos puntuales sobre la corriente principal del Río Boquerón a fin de cumplir y alcanzar las metas de calidad sobre el recurso hídrico.

- ✓ Fijar la destinación del recurso hídrico en la corriente principal del Río Boquerón, para destinar los usos a las necesidades propias de la comunidad y la región.

- ✓ Definir los objetivos de calidad para alcanzar sus metas a corto, mediano y largo plazo en la corriente principal del Río Boquerón jurisdicción de los municipios de Ipiales, Pupiales, Gualmátan y Contadero.

- ✓ Proponer las metas de descontaminación quinquenales que trata el Decreto 3930 del 2010, en el marco de tasa retributiva en la corriente principal del Río Boquerón.

- ✓ Establecer el escenario factible a través de una metodología participativa a corto, mediano y largo plazo con la participación de los actores involucrados en el proceso de ordenamiento del recurso hídrico del cauce principal del Río Boquerón.

- ✓ Determinar parámetros para el control de la contaminación que permitan la preservación y conservación de las características naturales del recurso y la calidad para el consumo humano en la corriente principal del Río Boquerón.

- ✓ Fortalecer la capacidad institucional de las Autoridades Ambientales como Administradoras del Recurso, mediante la definición de criterios técnicos, ambientales y legales que contribuyan a mejorar el uso y manejo del recurso hídrico en el cauce principal del Río Boquerón.

- ✓ Facilitar el manejo de la información sobre el recurso hídrico.

3. GLOSARIO

Afluente Natural: corresponde a un curso de agua, también llamado **tributario**[1] que no desemboca en el mar sino en otro río más importante con el cual se une en un lugar llamado confluencia.

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.

Cargas Contaminantes: la carga contaminante es el producto de la concentración del toxico, multiplicado por el caudal de la descarga.

Caudal: Cantidad de agua que lleva una corriente o que fluye de un manantial o fuente.

Demanda: representa el volumen de agua, expresado en millones de metros cúbicos, utilizado por los sectores socioeconómicos en un espacio y tiempo determinado y corresponde a la sumatoria de las demandas: Doméstica, Agrícola, Pecuaria, Industrial y Servicios. La estimación de la demanda potencial de agua depende de la existencia de datos, que en el mejor de los casos, estén almacenados en sistemas de información.

Diagnóstico Ambiental: Descripción de una situación ambiental, sobre la base de la utilización integrada de indicadores con origen en las ciencias naturales, exactas y sociales.

Geomorfología: estudia las formas superficiales de la tierra, describiéndolas, ordenándolas sistemáticamente e investigando su origen y desarrollo". Interpretando esta definición, pudiera decirse también que la geomorfología es una rama de la geología o de las ciencias de la tierra. Al igual que la mayoría de las ciencias, la geomorfología describe los fenómenos que estudia.

Índice de calidad (ICA): indica el grado de contaminación del agua a la fecha del muestreo y está expresado como porcentaje del agua pura; así, agua altamente contaminada tendrá un ICA cercano o igual a cero por ciento, en tanto que en el agua en excelentes condiciones el valor del índice será cercano a 100%.

Índice de escasez: relación de oferta y demanda del agua para determinar un indicador para orientar la gestión del recurso hídrico.

[1] Afluente. F. J. Monkhouse. Diccionario de términos geográficos. Barcelona: Oikos-Tau Editores, 1978

Meta de descontaminación: establecimiento de la meta de reducción de los contaminantes en los cuerpos de agua como lo establece la norma.

Meta de reducción de carga contaminante: Carga contaminante total vertida en un año por fuentes presentes y futuras, y que se espera alcanzar en un tiempo determinado.

Monitoreo: Observación y medición, continuas y estandarizadas[2].

Muestra Puntual: es la muestra que se toma en un determinado punto del espacio y del tiempo. Las muestras puntuales reflejan las características instantáneas del cuerpo de agua de donde proceden.

Objetivo de calidad: Concentraciones numéricas o afirmaciones cualitativas que establecen las condiciones necesarias para soportar y proteger los usos designados del agua en un sitio específico, que deben conseguirse en un programa. El objetivo se define a través de un proceso participativo, político o unidireccional de acuerdo a las condiciones, y se constituye en una meta de calidad del cuerpo de agua.

Oferta: es la cantidad de agua presente en los diferentes cuerpos de agua (Mares, ríos, quebradas, lagos, lagunas, etc.) y se estima a nivel nacional a partir de los registros históricos de las variables hidrometeorológicas como precipitación, temperatura, viento, radiación solar, humedad, entre otras, obtenidos de la red básica de estaciones, en su mayoría del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

Parámetro: variable física, química o biológica que permite conocer el comportamiento de dichos aspectos en un cuerpo de agua.

Vertimiento puntual: Es aquel vertimiento realizado en el punto fijo directamente o a través de un canal al recurso hídrico.

[2] UNESCO – OMS, 1978. Tomado de La Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Centro de estudios de ordenación del territorio y medio ambiente – CEOTMA, España 1984.

4. MARCO LEGAL

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

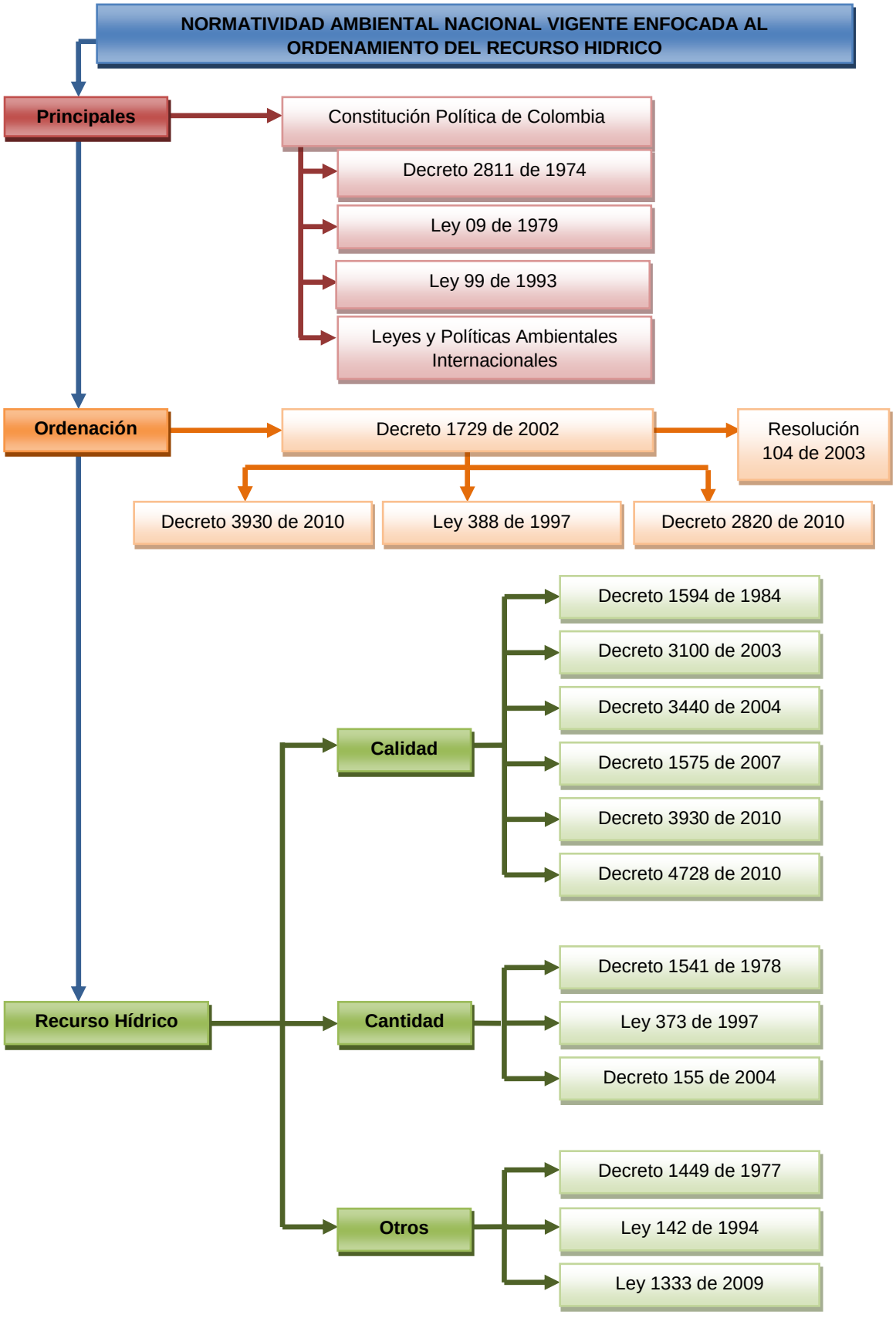
El medio ambiente al ser un patrimonio común y de todos en el Territorio Nacional, es el Estado o el Gobierno Nacional el encargado de crear, regular y ejecutar la Política Ambiental por medio de entidades públicas especializadas. Es así, que en la actualidad el ente rector de la Política Ambiental en 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.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, a continuación se presenta un diagrama de la Principal Normatividad Ambiental que rige actualmente en Colombia, partiendo desde aspectos y políticas generales hasta lineamientos y directrices especificas del recurso hídrico y su proceso de ordenamiento.

En seguida del diagrama se presenta también, un cuadro explicativo de cada norma, resaltando el tema que trata y su alcance o relación con el Ordenamiento del Recurso Hídrico.

FIGURA 1: Normatividad Ambiental.



CUADRO 1: Principales Normas Ambientales.

	NORMA	ALCANCE
PRINCIPALES	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 o aguas marítimas internacionales.
	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.
	Decreto 2820 de 2010	Establece todo lo relacionado con la autorización de Licencias Ambientales, las cuales deben estar articuladas al Ordenamiento de las Cuencas Hidrográficas.

		NORMA	ALCANCE
RECURSO HÍDRICO	**CALIDAD**	Decreto 1594 de 1984	Aunque el Decreto en la actualidad es remplazado en su mayor parte por el Decreto 3930 de 2010, aun 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 3100 de 2003 y Decreto 3440 de 2004	Modifican el instrumento económico de tasas retributivas por vertimientos puntuales. Crea los PSMV (hacen las veces de planes de cumplimiento) y Reactiva los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico PORH del 1594/84, exigiendo establecer Objetivos de Calidad en un Horizonte de tiempo.
		Decreto 1575 de 2007	Establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano
		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 4728 de 2010	Modifica parcialmente el Decreto 3930 de 2010 principalmente en lo que respecta a la ampliación de los plazos estipulados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para la elaboración y entrega de los criterios de calidad, normas de vertimientos y demás compromisos adquiridos en la Norma.
	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
	OTROS	Decreto 1449 de 1977	Establece obligaciones a los propietarios de predios para la conservación, protección, y aprovechamiento de las aguas, bosques, fauna terrestre, acuática, y suelos. Establece como área protectora forestal y que se debe mantener con cobertura boscosa una faja no inferior a 30 metros de ancho, paralela a las líneas de mareas máximas, a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos, sean permanente o no y alrededor de los lagos o depósitos de agua.
		Ley 142 de 1994	Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.
		Ley 1333 de 2009	Se establece el Procedimiento Ambiental Sancionatorio y se dictan otras disposiciones.

5. MARCO CONTEXTUAL

En concordancia con lo estipulado en el Artículo 8 del Decreto 3930 de 2010, 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.

- 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.

- 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

Los contenidos de estas fases se encuentran estructurados en procesos, a partir de los cuales se describen las actividades requeridas para su desarrollo, hasta llegar a los productos finales.

6. APRESTAMIENTO

6.1. Priorización de la Fuente Hídrica Superficial.

Para la priorización de la fuente hídrica objeto de estudio se analizaron ciertos componentes que permitieron tomar decisiones dando como resultado un orden de importancia según:

Identificación de la información existente: Se evaluaron los expedientes relacionado con permisos de vertimientos, concesiones de agua que se encuentran en trámite o aprobados por la Corporación en el área de cobertura al cauce principal del Río Boquerón, las Quebradas Doña Juana y Totoral.

Posteriormente se analizaron los estudios técnicos correspondientes a Índice de escasez de agua en la cuenca, Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos “PSMV”, Planes de uso eficiente y ahorro de agua “PUEAA”, los cuales cuentan con información valiosa frente al estado actual del recurso en cuanto a calidad y cantidad, de igual forma se realizó el inventario de la información existente en cuanto a la calidad del recurso, usos actuales, aspectos socioeconómicos en la zona alta, media y baja del rio Boquerón, status del territorio en cuanto áreas protegidas, reservas forestales, etc., problemas ambientales en términos de conflictos por el uso y aprovechamiento del recurso, infraestructura hidráulica existente, riesgos asociados al recurso, concesiones otorgadas e instrumentos económicos tales como la tasa por uso de agua y tasa retributiva.

Con el análisis de lo anterior se concluyó que en términos de calidad el Río Boquerón es la fuente receptora de afluentes secundarios que reciben las aguas residuales provenientes de las redes de alcantarillado de los municipios de Ipiales, Pupiales, Gualmátan y Contadero. Además es importante resaltar que la corriente presenta conflictos con la comunidad razón por la cual existen interpuestas demandas y acciones populares relacionadas con el manejo de la corriente y la disposición de los vertimientos municipales.

6.2. Declaratoria de Ordenamiento

Una vez establecida la prioridad y gradualidad de ordenamiento de la fuente hídrica, con la finalidad de realizar la declaración oficial del ordenamiento del Río Boquerón y dando cumplimiento a lo establecido en el decreto 3930 se declaró el ordenamiento mediante la Resolución No. 661 del 24 de Agosto de 2011, en esta se determinaron actividades a llevar a cabo, las zonas de jurisdicción y el cronograma de trabajo de acuerdo a las diferentes fases previstas para el ordenamiento.

Dentro de la resolución se relaciona los diferentes actores involucrados, encabezados por Corponariño y seguido de la participación activa de las comunidades de los municipios en los cuales el ordenamiento ha definido la jurisdicción, la idea general del ordenamiento se enfoca principalmente en establecer la calidad y cantidad del recurso a partir de los estudios previos del ordenamiento. La finalidad es declarar el proceso del ordenamiento de la corriente, identificación de los usos potenciales y la debida comunicación a los usuarios del recorrido de campo por los sectores aledaños a la fuente.

6.3. Aprestamiento Institucional

El aprestamiento institucional fue la fase preparatoria a los procesos de planificación del recurso, su propósito fue construir los cimientos para iniciar los procesos de ordenamiento y reglamentación, esta fase contempló entre otros la articulación de los grupos técnicos al interior de CORPONARIÑO, el acercamiento a la comunidad y el reconocimiento de fortalezas y debilidades institucionales.

Como parte de este componente se creó el comité técnico donde se involucró las diferentes áreas relacionadas con el recurso hídrico, evaluando los perfiles y funciones de cada integrante del equipo técnico de Ordenación. A continuación se realiza una breve descripción de los perfiles del comité técnico quien llevo a cabo el proceso de ordenamiento del río Boquerón:

CUADRO 2: Perfiles del comité técnico de Ordenación.

NIVEL PROFESIONAL	PERFIL
Profesional	Profesional con conocimientos en planificación de Recurso Hídrico.
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	Se contó con un profesional del Área social con experiencia en fortalecimiento organizativo y sistemas de seguimiento y control social.
Profesional	Se contó con un profesional con conocimientos académicos en hidrología y/o hidráulica, Modelación Qual2K como parte primordial en la fase de prospectiva.
Profesional	Se contó con un 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 contó con el apoyo del laboratorio especializado de la Universidad e Nariño donde se llevó a cabo el análisis de las muestras de agua producto de las campañas de caracterización.

FUENTE: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.



DIAGNOSTICO

7. DIAGNOSTICO

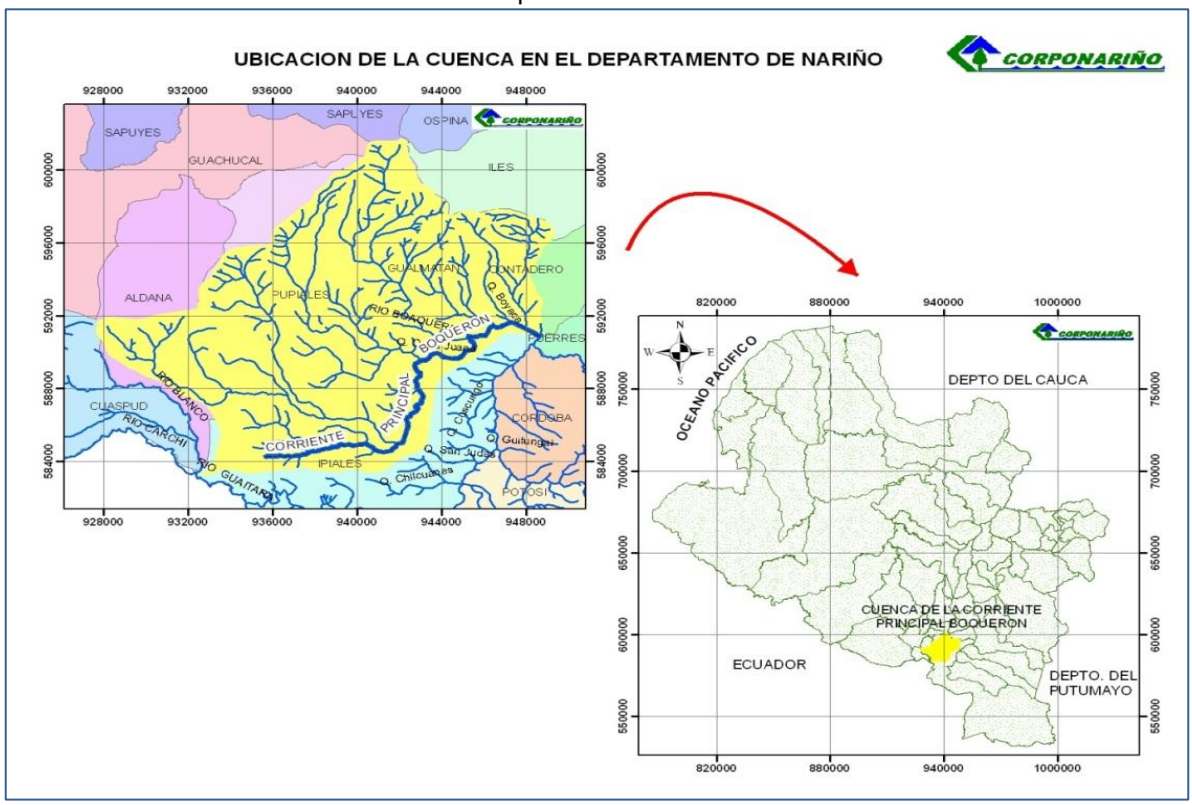
Para la etapa de diagnostico es importante tener en cuenta que por estrategia de formulación del documento se establece identificar la corriente en zonas entre las que se encuentran; **zona alta** que corresponde al recorrido de la fuente entre los municipios de Ipiales y Pupiales, **zona media** que se identifica entre el recorrido entre los municipios de Pupiales y Gualmátan, **zona baja** que recorre los municipios de Gualmátan, Contadero y el corregimiento de San Juan, punto en el cual se realiza la confluencia del Río Boquerón con el Río Guaitara. Por esta razón a partir de este aparte se hablara en el documento de zonas de la fuente principal.

7.1 ASPECTOS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO

7.1.1 LOCALIZACIÓN RÍO BOQUERÓN: La cuenca del río boquerón se encuentra ubicada en el corregimiento de San Juan, abarca a su vez parte de su recorrido los municipios de Gualmátan y Contadero, esta posee una topografía escarpada, situación por la cual el uso de algunos de sus afluentes se ha visto impedido para usos de las veredas circundantes; los senderos de estas han sido remplazadas con especies poco recomendadas para el caso de la producción de agua, tal como el eucalipto; a estas quebradas tributan aguas de las quebradas Charandu, Boyacá y Doña Juana. Las coordenadas definidas de entrada y salida de la microcuenca son:

ENTRADA: W 938003 N 584550
SALIDA: W 947865 N 591371

FIGURA 2: Mapa Ubicación De La Cuenca



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

El área de estudio se ha identificado tal y como se describe en el cuadro que se presenta a continuación, en este se encuentra especifico las áreas correspondientes a cada uno de los afluentes que hacen parte de la zona de estudio, teniendo como referencia la fuente principal y cada una de las fuentes abastecedoras, a partir de esta información se determinó el área total de estudio.

CUADRO 3: Áreas de la Cuenca.

MICROCUENCA BOQUERON, DOÑA JUANA, TOTORAL	
NOMBRE	AREA EN Ha
MICROCUENCA BOQUERON, DOÑA JUANA, TOTORAL	21564,09302
QUEBRADAS 1	1086,451391
CORRIENTE PUPIALES, ALDANA	6030,2358
CORRIENTE JOSE MARIA HERNANDEZ	4211,656243
RIO BOQUERON	3965,259639
CORRIENTE GUALMATAN	1342,777685
Q.BOYACA	262,9577127
CORRIENTE CONTADERO	1527,829058
ESCURRIEMIENTOS DIRECTOS	3137,165907

Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

7.1.2 Subcuenca Hidrográfica: Cuenca de mucha importancia, sus afluentes abastecen las poblaciones que limitan con el norte del municipio de Ipiales.



IMAGEN I: Río Boquerón sector del Municipio de Contadero.

7.1.3 Área: El área de la Subcuenca el boquerón para esta caracterización se identificó de aproximadamente 3965,25 has. Uno de los principales contaminantes de esta fuente hídrica son los vertimientos de los Municipios Gualmátan y Contadero en diferentes puntos indirectos de la fuente.

7.1.4 Aspectos Físicos

7.1.4.1 Clima: En este aspecto, la subcuenca Boquerón posee tres tipos de clima: frío semi-húmedo, muy frío húmedo y muy frío semi-húmedo. El rango de temperaturas oscila entre 6 y 12◦ C, la precipitación se encuentra entre 500 a 1000 mm anuales y la evaporación se encuentra entre 600 y 900 mm anuales.

7.1.4.2 Geomorfología y Fisiografía: El modelado del relieve de la subcuenca el Boquerón es denudacional, el paisaje incluye altiplanicies con montaña en pocas proporciones, las pendientes se encuentran entre rangos de 0 a 50 %, donde se destacan lomas y mesas.



IMAGEN II: Relieve Boquerón sector Pupiales.

7.1.4.3 Suelos: El suelo se puede considerar como una formación natural de la superficie terrestre resultante de la transformación de las rocas y de la materia orgánica, mediante procesos climáticos, químicos, físicos y biológicos; éste material parental se desintegra lentamente dando lugar a la formación de fragmentos más pequeños (arenas, limos, arcillas) que al mezclarse con los residuos de plantas y animales van formando diferentes capas u horizontes; lo más superficial se denomina capa arable, debajo se encuentra el subsuelo y finalmente la roca que da origen a las dos anteriores, ésta última, al ser de diferentes clases dan lugar a suelos que difieren en sus características.

Ocupa zonas depresionadas con influencia coluvial del altiplano. El relieve es ligeramente ondulado a fuertemente ondulado con pendientes que no pasan del 25%. Toda la unidad está afectada por erosión hídrica laminar, en grado ligero ha moderado: algunos sectores presentan surquillos y cárcavas.

El material parental está constituido por tobas y por cenizas volcánicas depositadas sobre arenas. Los suelos son moderadamente profundos, bien drenados; los originados de cenizas y arenas son de texturas moderadamente gruesas sobre gruesas, en tanto que los originados de tobas son de texturas moderadamente finas y finas. Tienen fertilidad

baja, reacción ligeramente ácida a neutra, mediana a alta saturación de bases, bajo contenido de fósforo y mediano contenido de carbón orgánico.

Son suelos aptos para cultivos como trigo, cebada, papa, maíz, arveja, hortalizas, frutales (perales, manzanos, ciruelos), moras, curubas y todos los cultivos de clima frío. Igualmente se les puede utilizar en ganadería con pastos kikuyo, trébol, festuca, reygrass, alfalfa, trébol blanco y trébol rojo.

Presenta uno o más de los siguientes limitantes: profundidad efectiva superficial, pendientes inclinadas, baja retención de humedad, bajo contenido de fósforo y heladas ocasionales.

En estas tierras se puede utilizar cualquier sistema de labranza bien sea a mano, con tracción animal o con máquina. Las labores de preparación y siembra es conveniente realizarlas en sentido transversal a la pendiente. La dotación de riego por goteo o por aspersión sería una buena práctica que aumentaría la productividad. Además es necesario incorporar materia orgánica y hacer rotación de cultivos.

7.1.5 Aspectos bióticos

En cuanto a la vegetación existente en la subcuenca el boquerón, se establece que la zona de vida pertenece a bosque húmedo montano bh-M.

7.1.5.1 Flora: Las especies características de la subcuenca boquerón se destacan diferentes tipos de especies puntuales en zonas con las características de clima del sector donde se destacan tipos como acacias y alisos.

Dentro de las especies vegetales identificadas, se logra determinar que especies como la nativa, son presionadas por el hombre, situación que se incrementa por la necesidad de este por el uso de los espacios para apertura de vías y asentamientos humanos no planificados. Por esta razón según datos del municipio de Ipiales aproximadamente el 90% de la biodiversidad ha sido degradada.

7.1.5.2 Bosques en la subcuenca boquerón: Para el caso de la formación vegetal en la subcuenca Boquerón, no existe un inventario técnico que permita estimar la situación actual de diversidad, abundancia y cobertura entre otros aspectos, por esta razón se determina que la formación vegetal se encuentra compuesta por bosques naturales, secundarios y algunos artificiales o sembrados.

En la actualidad existen bosques de vegetación foránea tipo pino, eucalipto, ciprés que ofrecen productos maderables de carácter comercial en la región.

7.1.5.3 Hidrología: El río boquerón tiene un caudal de 2,4 m3-seg ,la escorrentía se encuentra en un nivel medio de 504 mm, posee una sedimentación de 6.4 ton-ha-año, una precipitación de 849mm y una Evapotranspiración de 489,6 mm lo que manifiesta que no existe déficit hídrico para las plantas.

7.1.6 Aspectos Socioeconómicos

La cobertura vegetal es “el manto vegetal de un territorio dado”. Esta cobertura es el producto de la acción de factores ambientales sobre el conjunto interactuante de las especies que cohabitan en un espacio continuo y de la acción del hombre sobre el medio. Es decir, la cobertura vegetal refleja factores bióticos y antrópicos que se producen en una zona o región dada.

El uso de suelos y los modelos de producción agrícola y pecuaria de la subcuenca el Boquerón, destacándose las áreas agrícolas heterogéneas con 50,62% seguido de bosques naturales y foráneos con 27,42%.

Se destacan cultivos masivos de papa (Solanum tuberosum) y arveja (Pisum sativum) y las hortalizas como modelos de desarrollo tradicional de pancoger. Las áreas de pastos naturales para la producción pecuaria son propias de esta región.



IMAGEN III: Agricultura tradicional.

7.1.7 Aspectos Generales Quebrada Totoral

7.1.7.1 Localización: La quebrada Totoral, geográficamente se localiza al sur del departamento de Nariño, específicamente en el Municipio de Ipiales, en la zona andina del nudo de los pastos, su cauce se distribuye por los municipios de Pupiales y Gualmátan.

La fuente de la quebrada Totoral se encuentra dentro del Humedal con este mismo nombre, limita al norte con el municipio de Ipiales; al sur con el Municipio de Aldana, al occidente con las veredas Urambud y Los Marcos y al oriente con el casco urbano de la ciudad de Ipiales.



IMAGEN IV: Punto Inicial Totoral

CUADRO 4: Ubicación Vertimiento Quebrada Totoral.

TIPO DE ENTRADA	NOMBRE ENTRADA	E	N	H
VERTIMIENTO	COLECTOR NORTE IPIALES	938202	584602	2841

Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

7.1.7.2 Subcuenca Hidrográfica: La cuenca de la Quebrada Totoral se caracteriza por ser una fuente la cual abastece las poblaciones del norte del municipio de Ipiales que sirve para bocatomas de dos veredas entre las cuales se encuentra Las Ánimas y Urambud.

7.1.7.3 Área: El área de la subcuenca Totoral partiendo de la información del presente estudio se identificó de aproximadamente 6030,23 has. Uno de los principales contaminantes de esta fuente hídrica son los vertimientos de un 80% del Municipio de Ipiales.

7.1.7.4 Aspectos Físicos

7.1.7.4.1 Clima: Para determinar el comportamiento climático de la fuente del totoral se abarco los datos de la estación climatológica del aeropuerto de San Luis, puesto que la información en relación con otras estaciones es escasa. De acuerdo con los parámetros obtenidos, el clima del área presenta las siguientes características: su temperatura media es de 10.9°C, la precipitación anual alcanza los 918.9 mm, con una evaporación de 1002.9 mm anuales, lo cual manifiesta un déficit de humedad de 84 mm al año.

7.1.7.4.2 Geomorfología y Fisiografía: Se destacan formaciones Coluvio Aluviales (Fc) que corresponden a coluviones depositados en pequeñas microcuencas hidrográficas, que han sido removidos o acarreados por las corrientes fluviales; este fenómeno ha dado lugar a la formación de relieves bajos, poco disectados y pendientes moderadas.

7.1.7.4.3 Fisiografía: Los procesos geológicos que se han presentado en el totoral y su zona de influencia, muestran una gran complejidad, la cual se manifiesta en una diversidad de formas a través de los conjuntos geomorfológicos, los cuales identifican espacios homogéneos de ecosistemas naturales que han sido afectados en mayor o menor grado por la acción natural y antrópica.

7.1.7.5 Suelos: El suelo se puede considerar como una formación natural de la superficie terrestre resultante de la transformación de las rocas y de la materia orgánica, mediante procesos climáticos, químicos, físicos y biológicos; éste material parental se desintegra lentamente dando lugar a la formación de fragmentos más pequeños (arenas, limos, arcillas) que al mezclarse con los residuos de plantas y animales van formando diferentes capas u horizontes; lo más superficial se denomina capa arable, debajo se encuentra el subsuelo y finalmente la roca que da origen a las dos anteriores, ésta última, al ser de diferentes clases dan lugar a suelos que difieren en sus características.

Los suelos del El Totoral están asociados en la consociación Ipiales (Ip) y se localiza en sectores con alturas comprendidas entre los 2.900 y 3.100 m.s.n.m. El clima atmosférico es frío y seco.

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos de cenizas y arenas volcánicas de espesor variable, que sepultan otros horizontes; son poco evolucionados, bien drenados, con baja retención de humedad. Las texturas son moderadamente gruesas sobre gruesas y los colores oscuros en los horizontes superiores y claros en los inferiores.

7.1.8 Aspectos Generales Quebrada Doña Juana

7.1.8.1 Localización: la quebrada Doña Juana forma parte de la formación hidrográfica del municipio de Ipiales y Pupiales, se localiza en la zona andina, su cauce recibe los vertimientos del municipio de Pupiales y sobre la corriente en su parte alta se ubican dos bocatomas para las veredas Urambud y Las Ánimas correspondientes al municipio de Ipiales. La fuente de la quebrada Doña Juana limita al norte con el municipio de Ipiales; al sur con el Municipio de Gualmátan y al occidente con Pupiales.



IMAGEN V: Quebrada Doña Juana Sector Espino Alto.

CUADRO 5: Entradas y Salidas Quebrada Doña Juana.

TIPO DE ENTRADA	NOMBRE ENTRADA	E	N	H
NACIMIENTO	DOÑA JUANA	934767	593916	3045
QUEBRADA	ESPINO ALTO	933968	592403	3094
VERTIMIENTO1		945227	590892	2619
VERTIMIENTO	BARRIO ALAMBUER	936467	588752	2930
QUEBRADA	CHORRO EL CHITA	937674	587271	2882
VERTIMIENTO	PUPIALES	937646	587274	2882
QUEBRADA	PUSIALQUER	938830	586359	2855
QUEBRADA	TOTORAL	941883	584976	2403

Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

7.1.8.2 Subcuenca Hidrográfica: La cuenca de la Quebrada Doña Juana se caracteriza por ser una fuente la cual abastece las poblaciones del norte del municipio de Ipiales.

7.1.8.3 Área: El área de la subcuenca Doña Juana partiendo de la información del presente estudio se identificó de aproximadamente 1342,77 has. Uno de los principales contaminantes de esta fuente hídrica son los vertimientos de un 90% del Municipio de Pupiales.

Una vez realizadas las jornadas del recorrido de campo, se identificó que sobre las corrientes involucradas en el presente estudio se encuentran puntos los cuales se determinó como una corriente principal con un punto inicial en el municipio de Ipiales en la quebrada Totoral, siguiendo su recorrido hasta la unión de esta con la quebrada Doña Juana en el municipio de Gualmátan y finalmente a la confluencia del boquerón al Río Guaitara en la vereda San Juan del municipio de Ipiales.

CUADRO 6: Entradas y Salidas Boquerón.

TIPO DE ENTRADA	NOMBRE ENTRADA	E	N	H
APORTE	GUALTE	941247	599105	3203
APORTE	IMBULA GRANDE Y LOMA DEL MEDIO ALTA	940830	594956	3020
APORTE	DOÑA JUANA	946409	591488	2556
APORTE	QUEBRADA BOYACA	947223	541693	2495
NACIMIENTO		947473	591621	2499
QUEBRADA	CUTIPAZ	947976	591286	2501
DESEMBOCADURA	RIO BOQUERON	948617	590852	2350

Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

Dentro del presente estudio se realizó el recorrido independiente a las fuentes identificadas Totoral, Doña Juana y Boquerón las cuales vierten sus cauces a la corriente principal, en las cuales se identificaron características de las fuentes. La importancia de integrar una corriente principal se da por la necesidad de la modelación de la misma y la interpretación de los resultados.

De esta manera se ha definido una longitud de la microcuenca identificada para el cauce principal como Río Boquerón un total de 20591 Km, el área total de la microcuenca

involucrando las zonas cercanas se determinó 21564 ha, entre los que se involucra las áreas de sectores entre los municipios de Ipiales, Pupiales, Gualmátan y Contadero, delimitados entre las corrientes hídricas que se delimitan con estos.

7.1.9 ASPECTOS CLIMATICOS

7.1.9.1 Precipitación: La precipitación presenta un comportamiento bimodal con dos períodos lluviosos en el año y otros dos secos. El primer período lluvioso se desarrolla entre marzo y mayo siendo abril el mes más húmedo con 107.26 mm; el segundo período es el comprendido entre octubre y diciembre, siendo noviembre el mes más lluvioso de todo el año con 103.83mm. La ocurrencia de lluvias en la región está condicionada por el paso de la ZCIT (Zona de Convergencia Intertropical) ya que el desplazamiento de dicho cinturón nuboso planetario hacia el norte, favorece la precipitación en abril, mientras que en su desplazamiento hacia el hemisferio sur a finales de año condiciona la ocurrencia de lluvias en esta época. En general el número de días con precipitación durante el año llega a los 231 días y su comportamiento anual presenta aproximadamente la misma curva que la precipitación.

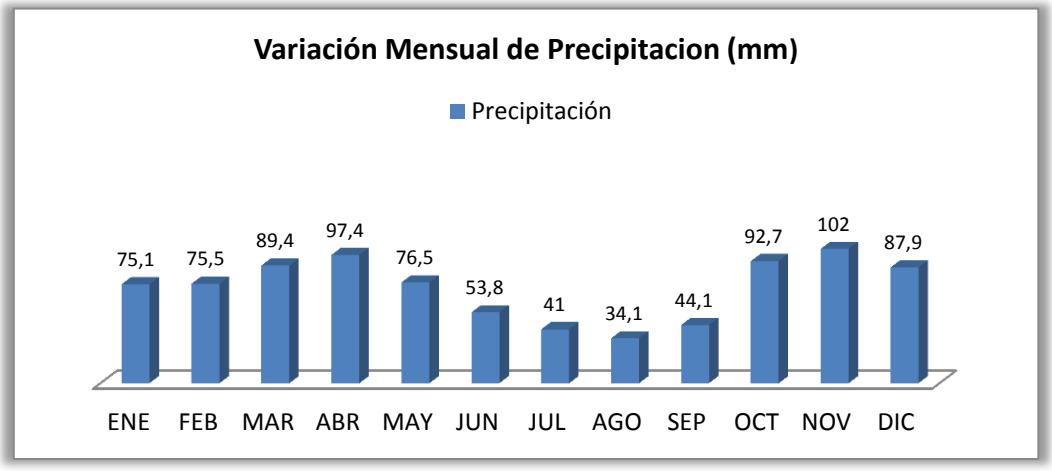
CUADRO 7: Datos de Precipitación.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MEDIOS	75,1	75,5	89,4	97,4	76,5	53,8	41	34,1	44,1	92,7	102	87,9
MAXIMOS	203	270	184,2	194,5	236,5	127,4	89	90.9	114,3	221,8	232	279
MINIMOS	12,5	7,7	10,7	28,5	21,5	9	4	2	4	2	6	6,2

Fuente: IDEAM

Los datos de precipitación se obtuvieron a partir de la información del IDEAM de la estación del aeropuerto de San Luis, los cuales se relacionan los años 1941 hasta el 2010. Esta información permite observar en detalle que entre los meses de enero a junio y septiembre a diciembre se presentan las mayores precipitaciones, determinando de esta manera que la zona se reconoce por las lluvias durante la mayor parte del año.

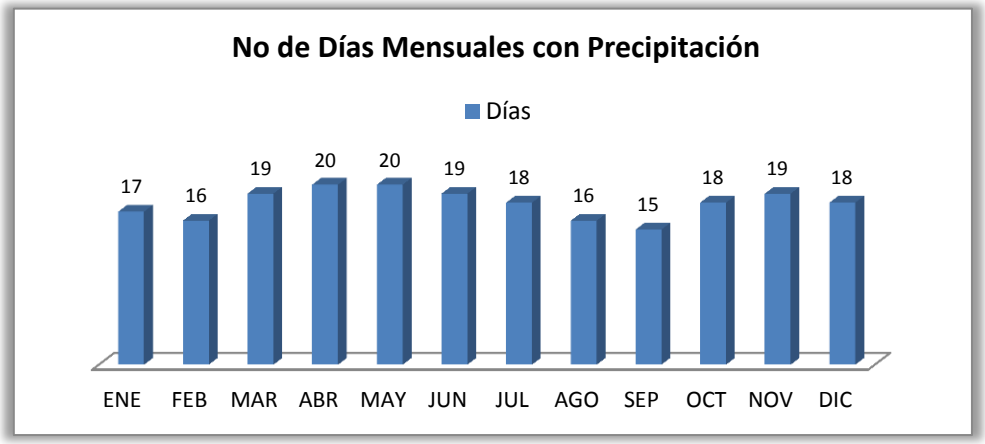
FIGURA 3: Variación Mensual de Precipitación.



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

Para una relación histórica 69 años entre 1941 y 2010 se concluye que en el año 1999 se presentaron las mayores series de precipitación con 1242,4mm y las menores en el año 1946 con un valor de 211,2mm.

FIGURA 4: Días Mensuales de Precipitación.

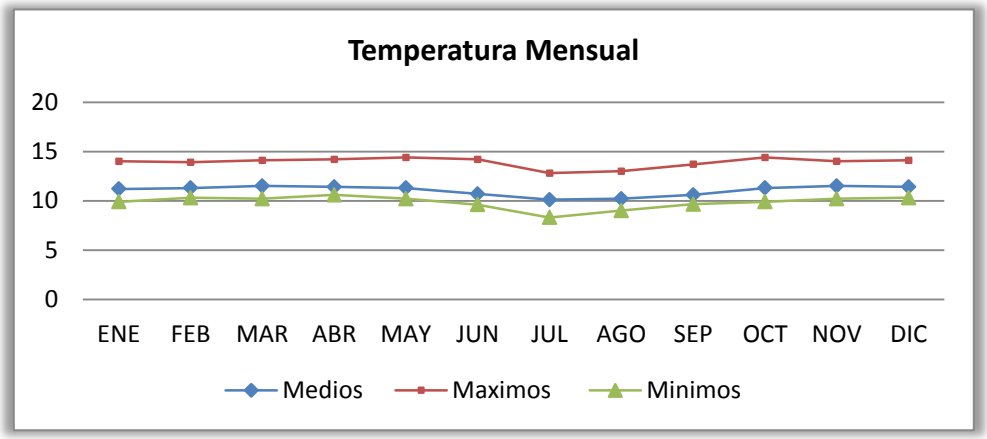


Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

7.1.9.2 Temperatura: La temperatura media mensual es de 10.9 °C y presenta un comportamiento con tendencia hacia la monomodalidad, siendo marzo y abril los meses de mayor temperatura con 11.5°C y 11.4ºC respectivamente, agosto el mes más frío con 10,2°C.

El hecho de que agosto presente en promedio las menores temperaturas a pesar de que esta es en general una temporada de pocas lluvias con días soleados, se explica en que toda la radiación que llega a la tierra durante el día, es emitida nuevamente por la superficie durante la noche y especialmente en la madrugada lo que hace que se presenten heladas en esta época del año. De esta forma, la temperatura de la mañana disminuye el promedio, a pesar que durante el resto del día se presenten altas temperaturas. No obstante la temperatura media puede variar alcanzando máximas entre 12.8 y 13.1. °C y mínimas que oscilan entre los 8.3 y 9°C. Temperaturas horarias: Max 2 p.m. min. 6 a.m. y 6 p.m.

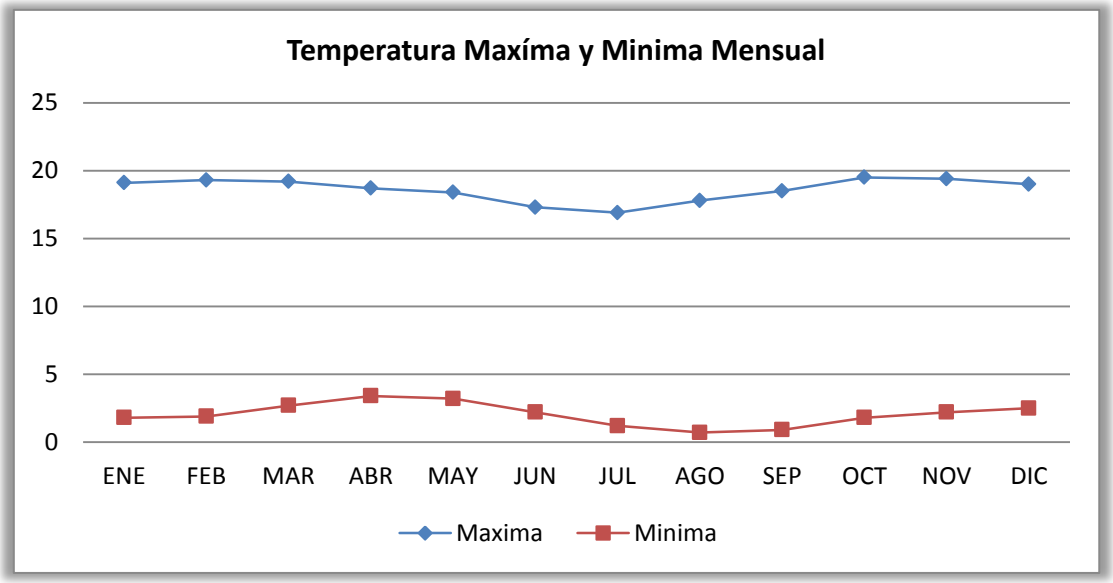
FIGURA 5: Temperatura Mensual.



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

Por otro lado, las temperaturas máximas presentan la misma tendencia de curva que la temperatura media ocurriendo la máxima en octubre con 19.5°C, justo antes de comenzar el mes más lluvioso del año, las temperaturas máximas presentan una baja hacia mitad de año. Las temperaturas mínimas tienden a presentar una curva bimodal, coincidiendo con el comportamiento de la precipitación. Este régimen está explicado nuevamente por la ocurrencia de heladas en las épocas secas del año y puesto que en los períodos lluviosos no ocurren heladas, es precisamente en estas épocas en donde las temperaturas mínimas alcanzan sus topes más altos. Es así como los meses de abril y diciembre presentan unas mínimas medias que oscilan entre los 3.3 y 2.3°C. Respectivamente. Mientras tanto en los meses de enero y agosto la temperatura mínima media puede descender hasta los –1.4 y –2.3°C respectivamente, lo cual perjudica notablemente los cultivos del área llegando incluso a afectar la salud de los pobladores de la de la zona.

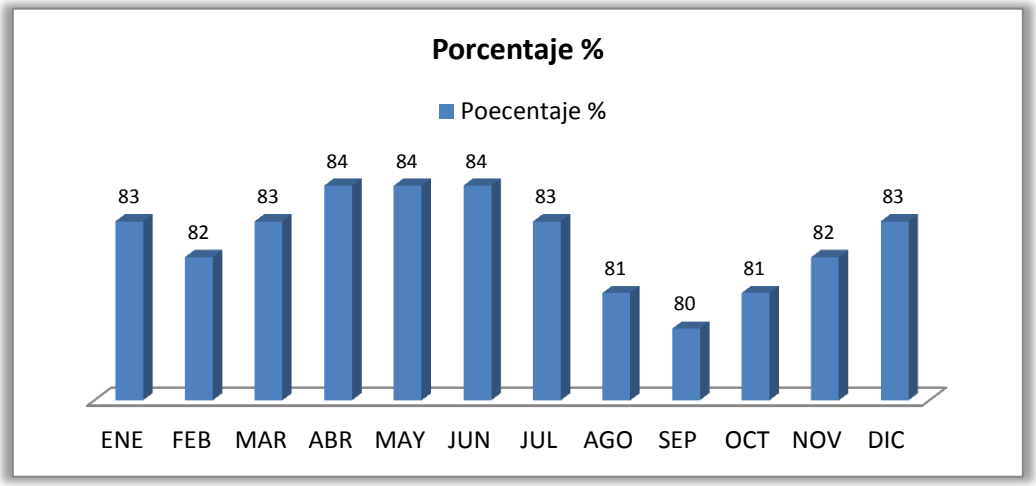
FIGURA 6: Temperatura Máxima y Mínima Mensual.



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

7.1.9.3 Humedad Relativa: Relacionada con la cantidad de humedad que existe en el aire, la humedad relativa presenta un comportamiento bimodal al igual que la precipitación, sin embargo su distribución durante el año es algo diferente al de las lluvias. El pico más alto se da entre los meses de abril, mayo y junio con un 83% y 84% y el más bajo entre septiembre con 80%. Estos datos muestran que el régimen de la humedad relativa es más o menos estable durante todo el año. El hecho de que los valores máximos de humedad se encuentren corridos con respecto a los de la precipitación se puede explicar hacia mitad de año, los vientos alisios del Sur este y del Este obtiene una mayor fuerza y dado que estas masas de aire procedentes de la Amazonía, se cargan de humedad al pasar sobre el flanco oriental de la cordillera centro oriental, es probable que humedezcan en cierta forma las masas de aire de la zona y por tanto aumente levemente el porcentaje de humedad.

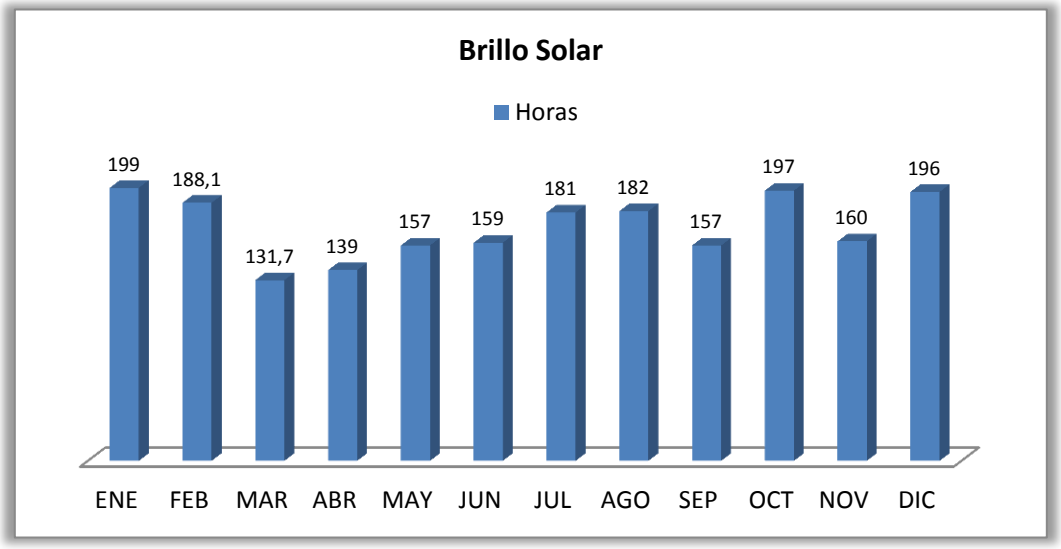
FIGURA 7: Humedad Relativa



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

7.1.9.4 Brillo Solar: Este parámetro meteorológico mide las horas de sol despejado que existen durante el día. La curva del brillo solar es inversamente proporcional a los valores de precipitación ya que en las épocas de mayores lluvias, el cielo permanece constantemente nublado sin permitir la entrada directa de los rayos solares a la superficie. La curva del brillo solar presenta un régimen bimodal con dos períodos de mayor insolación en los meses de Enero y Octubre, con 197 y 199 horas respectivamente.

FIGURA 8: Brillo Solar.



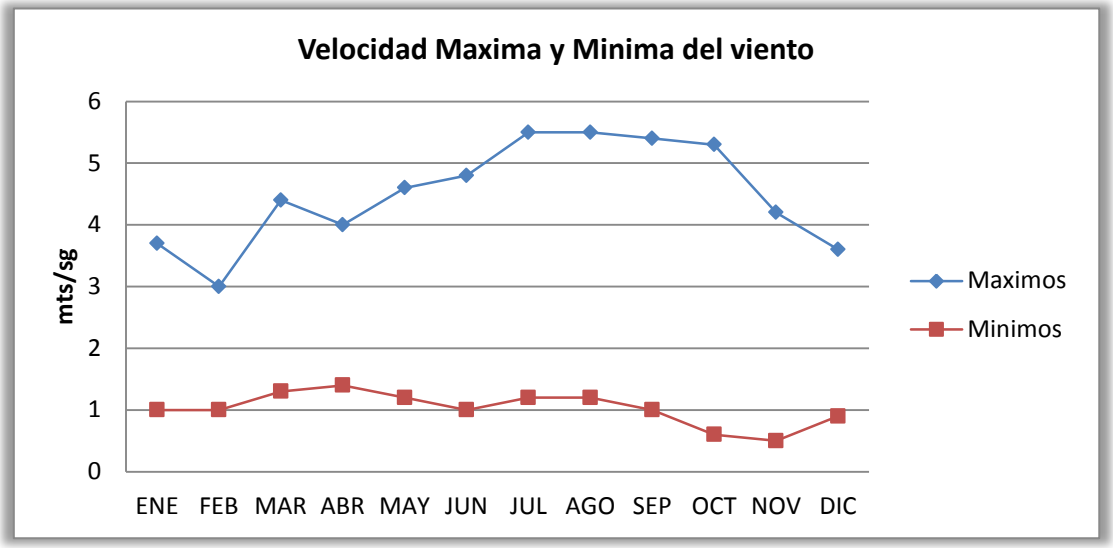
Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

Este parámetro está asociado también con la ocurrencia de heladas, ya que es más factible que ocurra una de estas en un día despejado con bastante insolación. Cuando no existen nubes bajas en la atmósfera, la radiación que ha sido absorbida por la superficie

terrestre durante el día, se pierde rápidamente durante una noche despejada y por ende el suelo se enfría haciendo que el aire inmediatamente superior a éste se condense y forme el rocío y en casos extremos escarcha, la cual congela los cultivos causando grandes pérdidas a los agricultores.

7.1.9.5 Velocidad y Dirección del Viento: El régimen anual de la velocidad del viento presenta una tendencia monomodal con los mayores valores entre los meses de Julio y Agosto siendo, con velocidades de 5.5 mts/seg. Mientras que los valores medios mínimos se registran entre Octubre y Noviembre alcanzando solamente los 0,6 y 0,5 mts/seg. con valores mínimos absolutos de 1.1 mts/seg.

FIGURA 9: Velocidad del Viento.



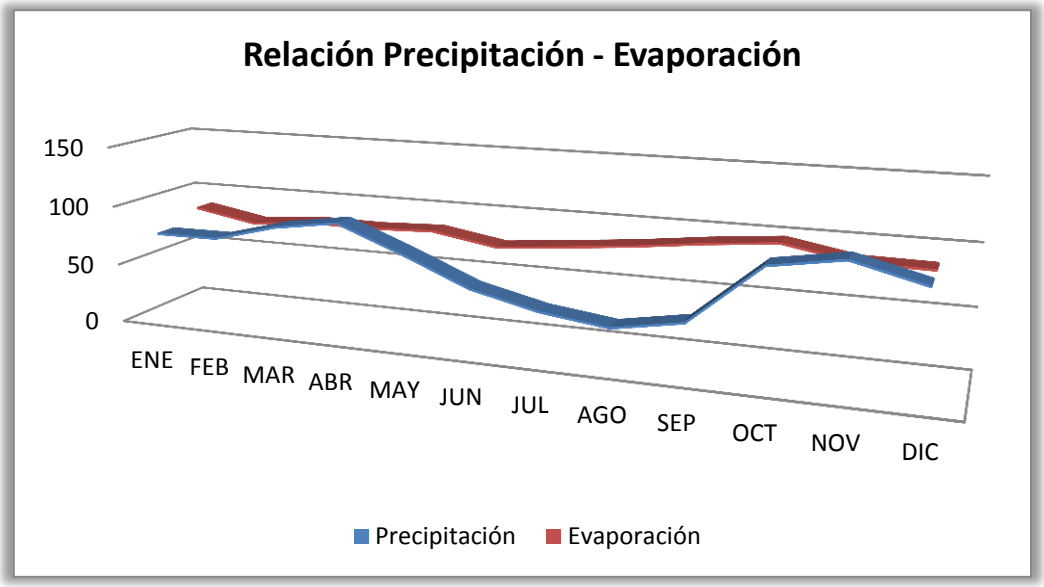
Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

La dirección constante durante la mayor parte del año es Este, y en los meses de Julio y Agosto el vector Sureste marca la dirección dominante del viento. Esto evidencia una clara influencia de los vientos alisios especialmente a mitad de año, cuando la ZCIT se encuentra desplazada hacia el norte y los alisios del sureste que provienen de la Amazonía colombiana y ecuatoriana penetran a la cordillera centro - oriental.

7.1.9.6 Correlación entre Precipitación y Evaporación: La precipitación anual se encuentra en valores que se registran por debajo de los valores de evaporación, situación que se presenta con valores de evaporación de 102 mm y 92,7 mm, lo cual muestra un déficit de agua en la superficie de 72,45 mm por año. Esto indica que el área de estudio presenta un clima frío con un comportamiento variable de la humedad mostrando una leve tendencia seca dada la fuerte evaporación del suelo. La evaporación presenta un régimen inversamente proporcional a la precipitación y es a mitad de año cuando el primer parámetro supera enormemente los valores de precipitación y de humedad en el aire y en el suelo, siendo mayor la diferencia entre los meses de Julio y agosto. Este déficit se compensa levemente con la temporada de lluvias de final de año, pero vuelve a desequilibrarse con el período seco de Diciembre y Enero. Finalmente, las lluvias de Febrero a Abril no logran sobrepasar el

déficit de agua lo cual determina el desbalance anual entre los dos elementos meteorológicos.

FIGURA 10: Precipitación y Evaporación.



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

7.1.10 HIDROLOGIA

Una vez dado inicio el ordenamiento ambiental del Río Boquerón, se integran procesos en lo que se mencionan características relacionadas con cauces naturales, microcuencas, quebradas o acequias, así como también escurrimientos o infiltraciones superficiales. La fuente del cauce principal determinado en el presente estudio recibe las agua procedentes de las quebradas Totoral, Doña Juana y Boquerón que a la vez recibe las aguas procedentes de la quebrada Cristal; Esta red viene a constituir prácticamente en la red primaria del sistema hídrico del presente estudio, trabajado con base en información recolectada en el trabajo de campo, instituciones y registros encontrados en los diferentes estudios realizados para esta región.

La fuente principal se ha constituido en receptora de aguas residuales que se recibe en sus fuentes secundarias vertimientos de los municipios de Ipiales en la parte alta, Pupiales y Gualmátan en la parte media y Contadero en la parte baja, estos vertimientos generan efectos negativos sobre el recurso natural y afecta el entorno en sus diferentes componentes.

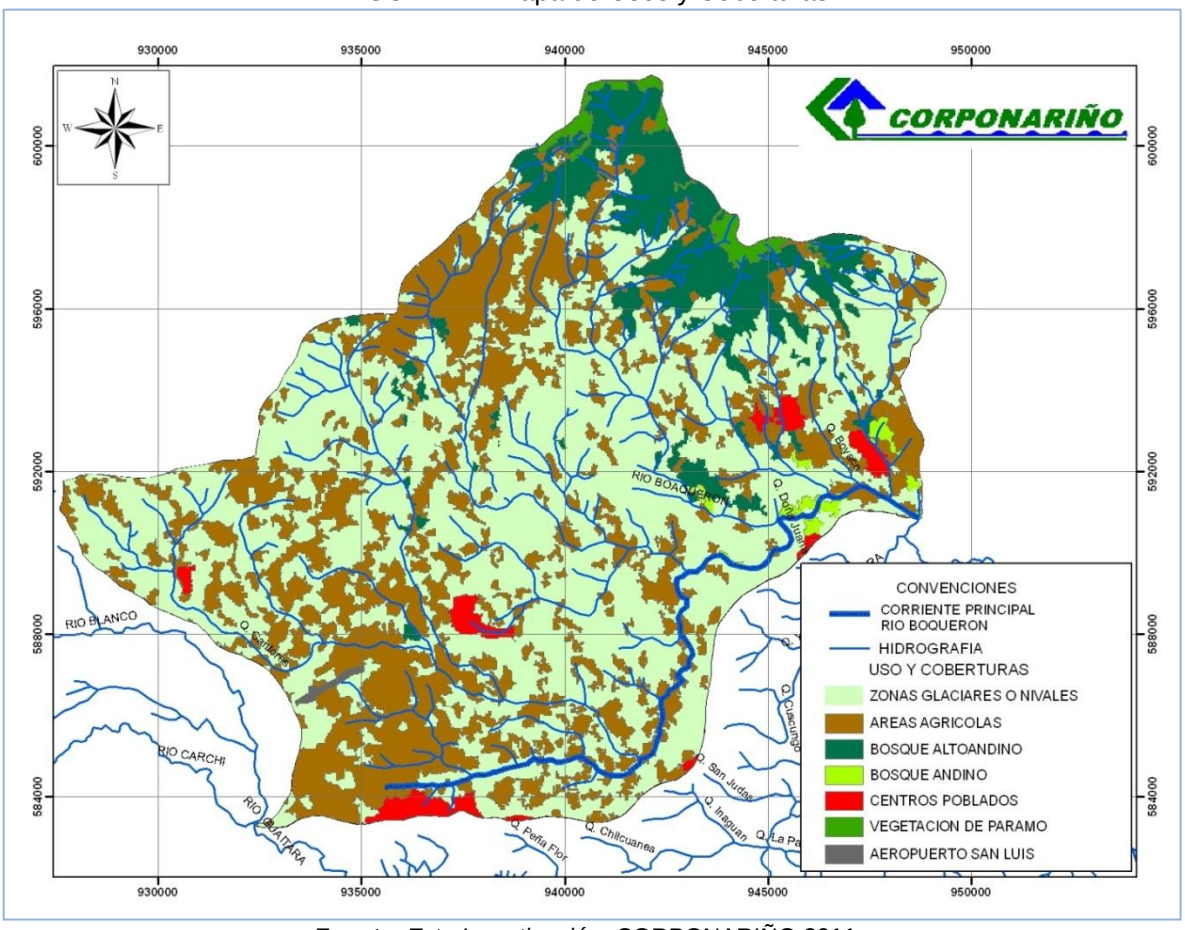
Es importante destacar que en la parte alta de la fuente se ubica el Humedal Totoral, sector que se encuentra en proceso de caracterización y zonificación, este proceso se adelanta con la finalidad de proteger la zona como un ecosistema especial, sin embargo, la incidencia negativa está dada por la descarga de aguas residuales de diferentes sectores del municipio de Ipiales. La fuente recorre áreas suburbanas y rurales, en la zona urbana la fuente se ve afectada por colectores de aguas servidas, situación que hace más complicada la posibilidad de recuperar las características ambientales

originales, es por esta razón que las necesidades futuras se inclinan a satisfacer necesidades humanas.

Debido a la característica de definirse como un sistema artificial constituido por canales que reciben y conducen el agua del alcantarillado superficial para descargar su caudal en los cuerpos de agua más cercanos, es conveniente expresar la dificultad que trae la mezcla de aguas lluvias y residuales. Ver Figura 11.

7.1.11 USOS DEL SUELO

FIGURA 11: Mapa de Usos y Coberturas.



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

La descripción de los usos de suelo se realiza a partir de la identificación de los mismos de acuerdo al recorrido de campo realizado a lo largo del cauce principal, en las zonas se describe a partir de la observación los usos actuales del suelo los cuales se relacionan directamente con los usos del recurso hídrico.

7.1.11.1 ZONA ALTA: En la fuente la parte alta corresponde a la zona entre la quebrada Totoral, hasta la unión de esta con la quebrada Doña Juana, en el recorrido por la fuente y sus diferentes afluentes permitió identificar un uso de suelo potencial para la agricultura, con cultivos como el maíz, cebada, trigo, hortalizas y papa, en

gran parte el área de la parte alta se encuentra en pastos naturales y algunos casos mejorados.



IMAGEN VI: Quebrada Totoral, Sector Parte Inicial de la Cuenca.

7.1.11.2 ZONA MEDIA: La zona media abarca en su recorrido desde la confluencia de la quebrada Totoral con la quebrada Doña Juana en el municipio de Ipiales, hasta la confluencia de Doña Juana con la Ruidosa o Boquerón en el municipio de Gualmátan. El uso de suelos se encuentra relacionado con las actividades propias de la región debido a las condiciones climáticas equilibradas en el sur del departamento, entre las que se encuentra la agricultura.

El uso de suelo se restringe para cultivos masivos en monocultivo o zonas amplias ganaderas, la tierra es en su mayoría propia heredada o adquirida con recursos propios. El recorrido de la fuente en este sector se encañona ampliamente razón por la cual la contaminación se da por infiltración.



IMAGEN VII: Quebrada Doña Juana.

7.1.11.3 ZONA BAJA: El uso actual dominante es la agricultura destacando los cultivos de maíz, quina, haba, trigo, papa, cebada; es restante del área se encuentra en pastos, especialmente kikuyo.

Parte de la zona se encuentra en terrenos con pendientes pronunciadas, a pesar de esto los habitantes se inclinan por el aprovechamiento de las áreas de las cuales se pueden ver beneficiados.



IMAGEN VIII: Quebrada Doña Juana Sector Contadero.

7.2 DIAGNOSTICO SOCIAL

Dentro del ordenamiento del recurso hídrico es de vital importancia la participación e intervención de la comunidad y habitantes del área de influencia de la corriente superficial objeto de ordenamiento, ya que proporcionan información de primera mano interrelacionando el componente humano con el medio natural permitiendo identificar las necesidades, conflictos y problemáticas relacionadas con el aprovechamiento y explotación, en este caso, del recurso hídrico.

Teniendo en cuenta que los usos actuales del recurso hídrico para beneficio del ser humano se concentran en la zona alta y media de la quebrada Miraflores, el diagnostico social participativo se concentró en la comunidad del municipio de Contadero y Gualmátan.

El proceso en el componente social se desarrolla con una metodología dinámica que permite a los actores involucrados a través de su intervención en las socializaciones y talleres enriquecer el proceso a través de sus experiencias vivenciales y conocimientos de la problemática del recurso hídrico.

7.2.1 Actores: como actores se integran las instituciones del municipio del Contadero entre las que se destacan las que se nombran a continuación:

- ✓ Alcaldía Municipal de Contadero
- ✓ Resguardo Indígena de San Juan
- ✓ IEM San Carlos

7.2.2 Municipio de Contadero: Se realizó un taller con los funcionarios de la alcaldía del municipio de Contadero y la IEM San Carlos, en el que los asistentes desde su punto de vista personal, comunitario e institucional dan a conocer las causas, consecuencias y soluciones para recuperar la cantidad y calidad del recurso hídrico.

7.2.3 Causas

- ✓ Aguas residuales de Parte de Ipiales, Pupiales, Contadero, Gualmátan.
- ✓ Plaguicidas.
- ✓ Utilización de leña.
- ✓ Tala de árboles para utilizarlos como postes.
- ✓ Para tirar escombros.
- ✓ Nuevas urbanizaciones.
- ✓ Lavaderos.
- ✓ Intervención del Humedal Totoral y Paja blanca.

7.2.4 Consecuencias

- ✓ Muerte de las especies de fauna
- ✓ Muerte de la flora
- ✓ Deslizamientos
- ✓ Plagas
- ✓ Esterilización de terrenos
- ✓ Migración de la fauna
- ✓ Enfermedades en las personas y animales
- ✓ Daña a los cultivos
- ✓ Desbordamiento
- ✓ Cambio de curso
- ✓ Contaminación de alimentos

7.2.5 Usos Actuales del Rio

- ✓ Riego.
- ✓ Consumo animal.
- ✓ Cría de peces.
- ✓ Para botar basuras.
- ✓ Para la tala.
- ✓ Para verter aguas residuales.
- ✓ Lavar envases químicos.
- ✓ Para los molinos.

7.2.6 Análisis del Conflicto

- ✓ El agua que surte el acueducto es de la quebrada la Venganza, es agua tratada de buena calidad, pero su cantidad es regular y de acuerdo a lo que dice el grupo de actores hay días en que no tienen agua.

- ✓ Cuando hay escasez del líquido por lo general compran agua para los usos domésticos.

- ✓ La comunidad también afirma que el servicio de agua es equitativo para todos, pero que algunas veces se hace inadecuado manejo del agua.

- ✓ Cuando se requiere agua para usos diferentes al doméstico, las personas toman directamente el agua del rio.

- ✓ El carro recolector pasa por la cabecera municipal dos veces en la semana, pero las personas no dejan de lanzar basuras y residuos al rio

- ✓ En conclusión el rio Boquerón es contaminado principalmente por los vertimientos de Ipiales, Pupiales, Contadero, Gualmátan y por los vertimientos directos de las viviendas y de establos de cerdos del municipio de Contadero.

- ✓ La falta de educación de las personas en el sistema de reciclaje y disposición de basuras hacen que no se tenga una conciencia y boten las basuras, residuos sólidos y escombros al rio, sin que se prohíba o se tome medidas para solucionar este problema.

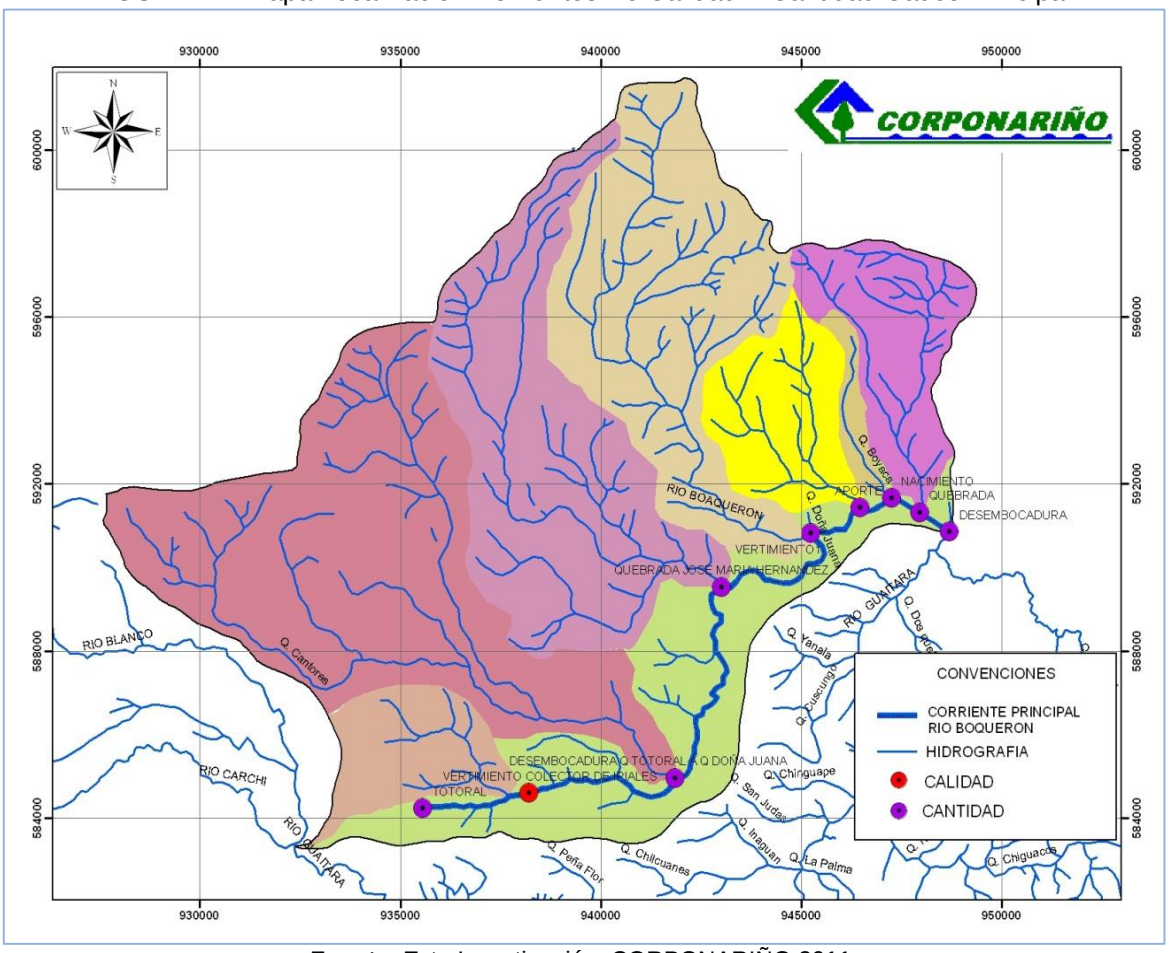
- ✓ Los agricultores y ganaderos contaminan el agua con la utilización de químicos que son vertidos directamente cuando lavan las bombas y también se desechan en el rio los envases, bolsas, y plásticos de estos productos.

- ✓ Otro problema identificado por los actores es la tala indiscriminada de árboles para ser utilizados como postes para el cultivo de arveja, cierre de lotes para el ganado y como leña como fuente energética para la preparación de alimentos y con el fin de ampliar la zona de frontera para la agricultura y la ganadería.

7.3 DIAGNOSTICO CORRIENTE HIDRICA

Una vez identificada el área de estudio y la jurisdicción en los diferentes municipios del departamento, se dio paso a las jornadas de campo en las cuales se realizó el levantamiento del censo de usuarios y el levantamiento de información relacionada con la infraestructura hidráulica y el inventario de los vertimientos municipales, industriales y descargas sobre la fuente principal y las fuentes abastecedoras de esta.

FIGURA 12: Mapa Localización De Puntos De Calidad Y Cantidad Cauce Principal.



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

7.3.1 CENSO DE USUARIOS

7.3.1.1 CALIDAD: En el presente estudio una vez adelantada la jornada de campo en la cual se realizó el análisis de los diferentes factores involucrados en las fuentes identificadas tales como Río Boquerón y las quebradas Doña Juana y Totoral se logró determinar que estas fuentes se caracterizan especialmente por ser receptoras de vertimientos, pero a pesar de esta característica en las partes altas se localizan dos bocatomas que abastecen veredas del municipio de Ipiales.

7.3.1.2 ZONA ALTA: En la zona alta de corriente del Río Boquerón se ha identificado en lo relacionado con la calidad del recurso hídrico los diferentes vertimientos puntuales sobre el cauce principal y sobre las corrientes abastecedoras de este, en la parte alta se idéntico principalmente vertimientos de características domesticas de los

municipios de jurisdicción de esta zona como lo son el Municipio de Ipiales y Pupiales. A continuación se presenta el resumen de los vertimientos.

CUADRO 8: Vertimiento Colector Norte Ipiales

P1	**VERTIMIENTO COLECTOR NORTE IPIALES**			
MUNICIPIO: Ipiales				
COORDENADAS:	938202	584602	2841	**MARGEN:** Izquierda
Tipo: Vertimiento Municipal	**Permisos**: PSMV Municipio de Ipiales			Descarga al cauce principal.
				
DESCRIPCIÓN: El colector Norte del municipio de Ipiales, se ubica en el sector del primero de mayo; este trae las aguas residuales de algunos barrios del municipios con una población aproximada de 35000 habitantes, además este es un sistema de alcantarillado combinado que trae a su vez las aguas lluvias. A pesar de la existencia de este colector, en el sector se presenta una descarga de aguas residuales de barrios aledaños a la quebrada Totoral que realizan una descarga directa en los puntos en los cuales se ubican los barrios.				

Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

CUADRO 9: Vertimiento Pupiales Alambuer.

P2	**VERTIMIENTO DE PUPIALES**			
MUNICIPIO: Pupiales				**VEREDA:** Alambuer
COORDENADAS:	937646	587274	2882	**MARGEN:** Izquierda
Tipo: Vertimiento Municipal		**Permisos**: PSMV Municipio de Pupiales		Descarga sobre quebrada Doña Juana. (Afluente).
				
DESCRIPCIÓN: Sobre la quebrada Doña Juana fuente abastecedora de la corriente principal, se realiza la descarga de las aguas residuales domesticas del municipio de Pupiales, esta descarga viene con un caudal constante y mezcla de con las aguas lluvias e industriales.				

Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

CUADRO 10: Vertimiento Pupiales Barrio Almabuer.

P3	**VERTIMIENTO BARRIO ALAMBUER**			
MUNICIPIO: Pupiales		**CORREGIMIENTO:** Espino Alto		**VEREDA:** Alambuera
COORDENADAS:	936467	588752	2930	**MARGEN:** Izquierda
Tipo: Vertimiento Municipal		**Permisos**: PSMV Municipio de Pupiales		Descarga sobre quebrada Doña Juana. (Afluente).
				
DESCRIPCION: El municipio de Pupiales realiza en la parte baja de la quebrada Doña Juana una descarga de aguas residuales domesticas provenientes del barrio Alambuer, esta descarga se da con un caudal de aproximadamente 8 l/s, la zona se encuentra contaminada con los desechos del municipio, es importante tener en cuenta que en el sector se identifica claramente el punto del vertimiento, los olores son representativos y el color de la fuente varia en el punto.				

Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

7.3.1.3 ZONA MEDIA: La zona media involucra al recorrido de la corriente principal por los municipios de Gualmátan y Contadero, estos municipios realizan sus vertimientos puntuales sobre fuentes abastecedoras de la corriente principal, en este caso sobre las quebradas Pilispi en cuatro puntos diferentes y sobre la quebrada Boyacá. A continuación se describe en detalles cada uno de los vertimientos puntuales.

CUADRO 11: Vertimiento Gualmátan I.

P4	**VERTIMIENTO GUALMATAN PILISPI I**			
MUNICIPIO: Gualmátan				
COORDENADAS:	945347	590339	2416	**MARGEN:** Derecha
Tipo: Vertimiento Municipal	**Permisos**: PSMV Municipio Gualmátan			Descarga sobre quebrada Pilispi. (Afluente).
				
DESCRIPCION: La quebrada Pilispi es una fuente abastecedora de la corriente principal, esta fuente recibe vertimientos del municipio de Gualmátan en cuatro puntos, en el descrito en la presente ficha es representativo con un caudal constante.				

Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

CUADRO 12: Vertimiento Gualmátan II.

P5	**VERTIMIENTO GUALMATAN PILISPI II**			
MUNICIPIO: Gualmátan				
COORDENADAS:	945264	513353	2448	**MARGEN:** Izquierda
Tipo: Vertimiento Municipal	**Permisos**: PSMV Municipio de Gualmátan.			Descarga sobre quebrada Pilispi. (Afluente).
				
DESCRIPCION: El segundo punto de descarga de aguas residuales domesticas del municipio de Gualmátan sobre la quebrada Pilispi corresponde a un vertimiento de caudal constante, el municipio no cuenta con ningún tipo de tratamiento para las aguas residuales.				

Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

CUADRO 13: Vertimiento Gualmátan III.

P6	**VERTIMIENTO GUALMATAN PILISPI III**			
MUNICIPIO: Gualmátan				
COORDENADAS:	945312	593256	2443	**MARGEN:** Izquierda
Tipo: Vertimiento Municipal	**Permisos**: PSMV Municipio de Gualmátan.		Descarga sobre quebrada Pilispi. (Afluente).	
				
DESCRIPCION: Para el tercer punto de vertimiento del municipio de Gualmátan se encontró una descarga de caudal intermitente, situación que se presenta por tratarse de aguas residuales provenientes de algunas casas ubicadas en el sector y las cuales no se conectan a ninguna cámara del sistema de aguas residuales.				

Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

CUADRO 14: Vertimiento Gualmátan III.

P7	**VERTIMIENTO GUALMATAN PILISPI IV**			
MUNICIPIO: Gualmátan				
COORDENADAS:	945227	593473	2414	**MARGEN:** Izquierda
Tipo: Vertimiento Municipal	**Permisos**: PSMV Municipio de Gualmátan.		Descarga sobre quebrada Pilispi. (Afluente).	
				
DESCRIPCION: Finalmente el municipio de Gualmátan presenta una descarga de agua residual domestica sobre la quebrada Pilispi con un caudal constante.				

Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

CUADRO 15: Vertimiento Gualmátan III.

P8	**VERTIMIENTO GUALMATAN QUEBRADA BOYACA**			
MUNICIPIO: Gualmátan				
COORDENADAS:	946409	591488	2556	**MARGEN: Derecha**
Tipo: Vertimiento Municipal	**Permisos**: PSMV Municipio de Gualmátan.			Descarga sobre quebrada Doña Juana. (Afluente).
				
DESCRIPCION: Sobre la quebrada Doña Juana, en el sector la victoria antes de la confluencia de esta con el Río Boquerón, se ubica las descargas de otro punto de vertimiento del municipio de Gualmátan, este es uno de los puntos más representativos con un caudal contante, esta descarga contiene agua residual doméstica, industrial y agua lluvia.				

Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

7.3.1.4 ZONA BAJA: La parte del recorrido de la corriente principal que corresponde a la zona baja en cuanto a la calidad se identificó sobre la quebrada Cutipaz la descarga de los vertimientos puntuales del municipio de contadero, esta fuente abastece la zona baja del cauce principal del Río Boquerón en el sector del puente. A continuación se describen los vertimientos puntuales sobre corrientes secundarias al cauce principal.

CUADRO 16: Vertimiento Gualmátan III.

P9	**VERTIMIENTO CONTADERO QUEBRADA CUTIPAZ**			
MUNICIPIO: Contadero			**VEREDA:** San Juan	
COORDENADAS:	947907	592084	2499	**MARGEN:** Derecha
Tipo: Vertimiento Municipal	**Permisos**: PSMV Municipio de Contadero.			Descarga sobre quebrada Cutipaz. (Afluente).
				
DESCRIPCION: El municipio de Contadero cuenta con un punto de vertimiento de agua doméstica y agua lluvia en el sector de San Juan, esta descarga viene en una tubería de 12", la contaminación de esta fuente en el punto es evidente por las características de olor y color.				

Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

CUADRO 17: Vertimiento Contadero II.

P10	**VERTIMIENTO CONTADERO QUEBRADA CUTIPAZ II**			
MUNICIPIO: Contadero			**VEREDA:** San Juan	
COORDENADAS:	947900	591868	2537	**MARGEN:** Derecha
Tipo: Vertimiento Municipal	**Permisos**: PSMV Municipio de Contadero.		Descarga sobre quebrada Cutipaz. (Afluente).	
				
DESCRIPCION: El municipio de contadero sobre la quebrada Cutipaz ubica otro punto de vertimiento de 10 casas ubicada en la parte baja, las cuales no se conectan al sistema de alcantarillado general del municipio, la característica de esta agua es los jabones y detergentes de lavado de ropa.				

Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

Dentro de las tres fuentes identificadas para el desarrollo del presente estudio se ha determinado que estas se han convertido en fuentes receptoras de vertimientos, para el caso específico de la quebrada Totoral esta recibe los vertimientos de parte del municipio de Ipiales, para el caso de la quebrada Doña Juana se identificaron dos puntos de vertimientos del municipio de Pupiales, para el primero de ellos sobre el margen izquierdo se vierte las aguas del barrio Alambuer, con un caudal intermitente aproximado de 0,7 l/s. La quebrada Doña Juana fuente receptora de los vertimientos descritos anteriormente vierte su cauce al Río Boquerón, razón por la cual las aguas que se unen al río Guaitara en el sector de la vereda San Juan se encuentran altamente contaminados.

7.3.2 CANTIDAD: Para el caso de cantidad del recurso hídrico sobre la corriente principal del Río Boquerón, se describirá en detalle los usos de este sobre las fuentes abastecedoras y aquellos aportes sobre el cauce principal de diferentes quebradas identificadas las cuales realizan aportes sobre el Río Boquerón, además es importante aclarar que para el caso de la fuente base del presente estudio el uso del agua por las condiciones de la geografía y la calidad del agua no se da para otro que no sea una fuente receptora de vertimientos.

El uso de agua en las partes altas de la corriente principal se encuentra contaminada, razón por la cual en este sector no se encuentran bocatomas, para el caso de las fuentes que se unen a la corriente principal tan solo en la parte alta de la quebrada Doña Juana se ubican dos bocatomas que abastecen al mismo número de veredas del municipio de Ipiales. En mayor número se encuentran fuentes abastecedoras del cauce principal, sobre este y sobre las corrientes secundarias, por esta característica el caudal de la fuente se incrementa a medida que se aproxima a la confluencia con el Río Guaitara. A continuación se describe en detalle las características encontradas en campo en lo referente a cantidad.

7.3.2.1 ZONA ALTA: La zona alta de la corriente principal es la única zona sobre la cual se emplea el recurso para aprovechamiento, es importante aclarar que no se ubica el uso sobre la corriente principal sino sobre una de las quebradas con mayor aporte de caudal al cause principal.

CUADRO 18: Vertimiento Contadero II.

B1	**BOCATOMA URANBUD**			
MUNICIPIO: Ipiales				**VEREDA:**
COORDENADAS:	934378	594231	3045	**MARGEN:** Derecha
Tipo: Bocatoma de Acueducto				Captación de la Quebrada Dona Juana afluente del cauce principal
				
DESCRIPCION: La bocatoma de Urambud cuenta con concesión vigente, actualmente se realiza una captación d 1,5 L/s, la captación se realiza para consumo humano, abastece a una vereda del municipio de Ipiales.				

Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

CUADRO 19: Bocatoma las Animas.

B2	**BOCATOMA**			
MUNICIPIO: Ipiales				**VEREDA:** Las Animas
COORDENADAS:	936176	590736	2969	**MARGEN:** Derecha
Tipo: Bocatoma de Acueducto				Captación de la Quebrada Doña Juana afluente del cauce principal
				
DESCRIPCION: La bocatoma de Las Animas cuenta con concesión la cual se encuentra vencida, actualmente se realiza una captación d 3 L/s, cuenta con la bocatoma y un tanque de almacenamiento.				

Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

CUADRO 20: Quebrada Espino Alto.

Q1	**QUEBRADA ESPINO ALTO**			
MUNICIPIO: Pupiales				**VEREDA:** Espino Alto
COORDENADAS:	935402	592443	3904	**MARGEN:** Derecha
Tipo: Quebrada.	Quebrada aporta caudal a la Quebrada Doña Juana afluente de la corriente principal.			
				
DESCRIPCION: La quebrada Espino Alto corresponde a un aporte de buenas características aparentes sobre la Quebrada Doña Juana.				

Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

CUADRO 21: Quebrada Chorro el Chita.

Q2	**QUEBRADA CHORRO EL CHITA**			
MUNICIPIO: Pupiales				**VEREDA:** Alambuer
COORDENADAS:	937674	587271	2882	**MARGEN:** Izquierda
Tipo: Quebrada.	Quebrada aporta caudal a la Quebrada Doña Juana afluente de la corriente principal.			
				
DESCRIPCION: El aporte de chorro el Chita es una corriente natural abastecedora de la quebrada Doña Juana.				

Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

CUADRO 22: Quebrada Pusialquer.

Q3	**QUEBRADA PUSIALQUER**			
MUNICIPIO: Pupiales				**VEREDA:** San Juan Chiquito
COORDENADAS:	938883	586359	2855	**MARGEN:** Izquierda
Tipo: Quebrada.	Quebrada aporta caudal a la Quebrada Doña Juana afluente de la corriente principal.			
				
DESCRIPCION: La quebrada Pusialquer es una corriente natural abastecedora de la quebrada Doña Juana.				

Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

CUADRO 23: Quebrada Cristal.

Q4	**QUEBRADA CRISTAL**			
MUNICIPIO: Pupiales				**VEREDA:** Imbula Grande
COORDENADAS:	941247	599105	3203	**MARGEN:** Derecha
Tipo: Quebrada	Quebrada aporta caudal a la Quebrada Doña Juana afluente de la corriente principal.			
				
DESCRIPCION: La quebrada Cristal o Gualte, es el punto donde se da inicio a la fuente que se conoce como La Ruidosa o Boquerón.				

Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

CUADRO 24: Quebrada Loma del Medio Alta.

Q5	**QUEBRADA LOMA DEL MEDIO ALTA**			
MUNICIPIO: Gualmátan				**VEREDA:** Charandu
COORDENADAS:	940830	594956	2831	**MARGEN:** Derecha
Tipo: Quebrada.	Quebrada aporta caudal a la Quebrada Doña Juana afluente de la corriente principal.			
				
DESCRIPCION: Quebrada abastecedora de Boquerón, este punto es el límite entre los municipios de Pupiales y Gualmátan.				

Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

7.3.2.2 ZONA MEDIA: La zona media corresponde a los aportes de la quebrada Doña Juana, esta es una de las quebradas con un aporte de caudal significativo sobre el cauce principal, esta corriente es receptora de vertimientos del municipio de Pupiales.

CUADRO 25: Quebrada Doña Juana.

Q6	**QUEBRADA DOÑA JUANA**			
MUNICIPIO: Gualmátan				**VEREDA:**
COORDENADAS:	946409	591488	2556	**MARGEN:** Izquierda
Tipo: Quebrada	Quebrada aporta caudal a la Quebrada Doña Juana afluente de la corriente principal.			
				
DESCRIPCION: Esta quebrada es la receptora de los vertimientos de Pupiales y en la parte alta se ubican bocatomas para veredas de Ipiales, es una de las fuentes con caudal representativo.				

Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

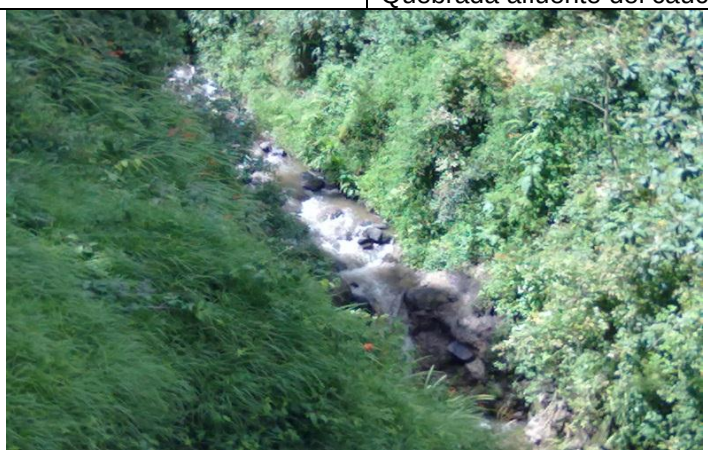
7.3.2.3 ZONA BAJA: Sobre la zona baja se identificó las corrientes que realizan sus aportes sobre el cauce principal, en este caso se encuentra la quebrada Boyacá y la quebrada Pilispi. Finalmente se describe el aporte del Río Boquerón al Río Guaitara parte final del cauce principal fuente de estudio.

CUADRO 26: Quebrada Boyacá.

Q7	**QUEBRADA BOYACA**			
MUNICIPIO: Contadero				**VEREDA:** San Juan
COORDENADAS:	947473	591621	2499	**MARGEN:** Izquierda
Tipo: Quebrada			Quebrada afluente del cauce principal	
				
DESCRIPCION: En la parte del recorrido de la quebrada por el municipio de Gualmátan, esta es receptora de parte de los vertimientos del municipio, sin embargo se logra observar que en la confluencia con boquerón la asimilación de la contaminación se ve reducida en grado significativo.				

Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

CUADRO 27: Quebrada Cutipaz.

Q8	**QUEBRADA CUTIPAZ**			
MUNICIPIO: Contadero				**VEREDA:** San Juan
COORDENADAS:	947970	591286	2501	**MARGEN:** Izquierda
Tipo: Quebrada.			Quebrada afluente del cauce principal	
				
DESCRIPCIÓN: Es la fuente receptora de los vertimientos del municipio de Contadero, su confluencia con Boquerón en la parte baja antes de la unión con el Río Guaitara.				

Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

CUADRO 28: Río Boquerón.

Q9	**RIO BOQUERON**			
MUNICIPIO: Contadero				**VEREDA:** San Juan
COORDENADAS:	948617	590852	2350	**MARGEN:** Izquierda
Tipo: Río			Confluencia del Cauce Principal con Río Guaitara	
				
DESCRIPCION: Este punto corresponde a la finalización de la corriente base del presente estudio, es este sector se da la confluencia con el Río Guaitara, la corriente realiza una recorrido extenso abarca a cuatro municipios del sur del Departamento, el objetivo principal es proponer los usos potenciales con la finalidad de mejorar las condiciones de la corriente hídrica.				

Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

Dentro de la información recopilada se identifica que dentro de la infraestructura se pudo encontrar como primordial la cual ha sido desarrollada para captación, puesto que en las partes bajas de la fuente el uso se destina para la recepción de vertimientos de los municipios cercanos a la fuente, situación por la cual el aprovechamiento no es posible, por esta razón es escaso el uso dentro de las fuentes identificadas tanto Boquerón como Totoral, ya que estas reciben las aguas de la quebrada Doña Juana que a su vez es receptora de vertimientos de los municipios de Pupiales, Gualmátan y Contadero. Por tratarse de un recorrido de la fuente principal por municipios con escasa industria, no se encontró en campo ningún tipo de infraestructura para el tratamiento de aguas residuales, ya sean domésticas o industriales.

7.4 OFERTA Y DEMANDA HIDRICA

7.4.1 OFERTA HIDRICA: Para el cálculo de la oferta hídrica neta del tramo en estudio con su área aferente, fue necesario recopilar la información presente en el INDICE DE ESCASEZ DEL RIO BOQUERON, respecto a precipitación y temperatura con la cual se realizó el siguiente procedimiento: Para el cálculo de precipitación media, mínima y máxima, es necesario desarrollar un mapa de isoyetas así:

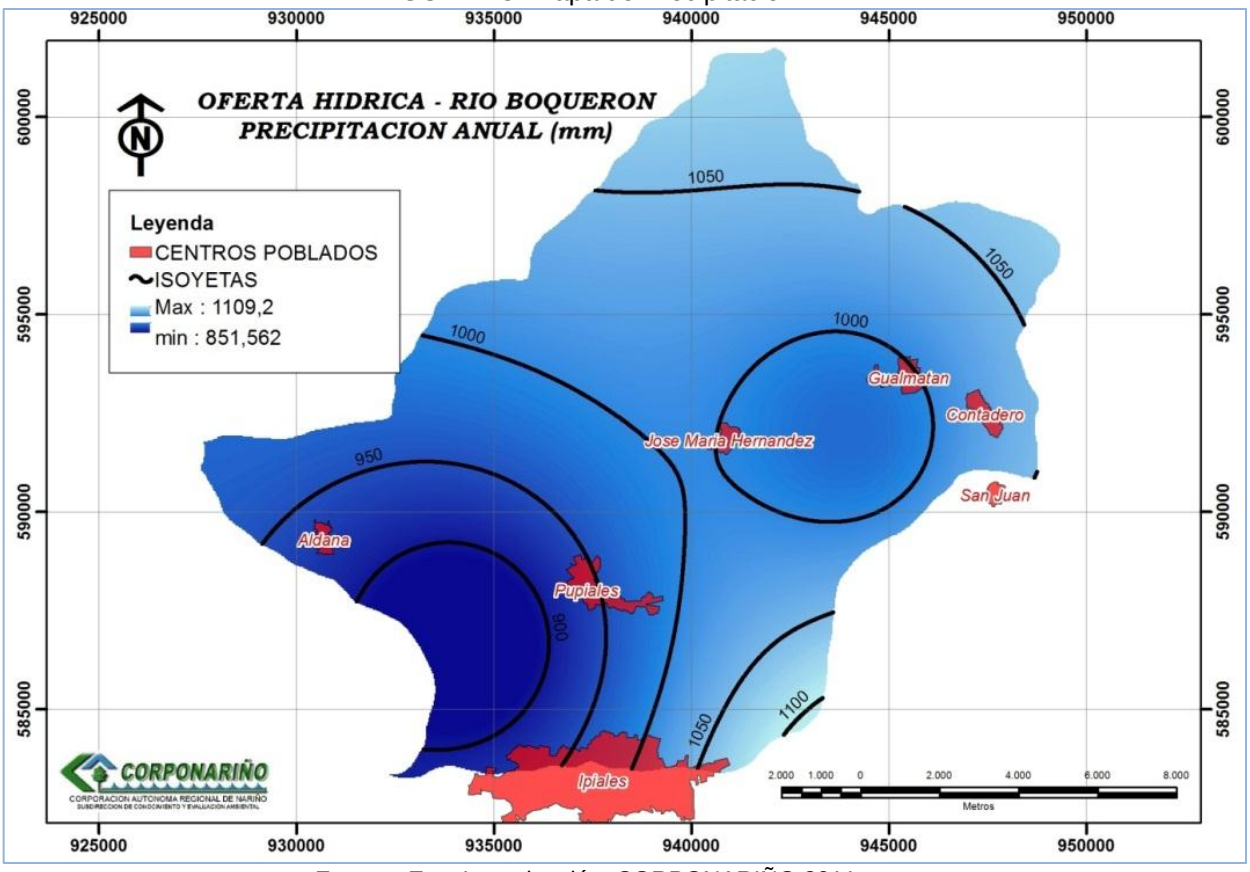
CUADRO 29: Procedimiento calculo precipitación

PROCEDIMIENTO		OBSERVACIONES
IDENTIFICACION DE DATOS	Precipitación shp.	Georeferenciaciones de las estaciones con su respectivo valor de precipitación anual serie 1990 a 2008.
MÉTODO DE PREDICCIÓN	**ArcMAP.** Geotatistical Analyst / Geotatistical Wizard/ Imput Data/ Atributte / Geotatistical methods selection / Inverse Distance Weighting / Next	
BUSQUEDA DE PUNTOS PROXIMOS	Searching Neighborhood / Sector Type and Smooth Factor / Elipse Angle / next	Se selecciona la división y ángulo del elipse, en la que se van a distribuir las estaciones vecinas, buscando agrupar en lo posible tres estaciones por cuadrante.
MAPA INTERPOLADO	Cross Validation – Finish Data export to raster / cell size / output raster.	El mapa interpolado fue exportado a un modelo raster (ESRI Grid) con un tamaño en eje X y Y de 30m.

FUENTE: CORPONARIÑO, Índice de Escasez para aguas superficiales Río Guaitara, 2009.

Como resultado del procedimiento se obtiene el mapa de precipitación que se ilustra a continuación:

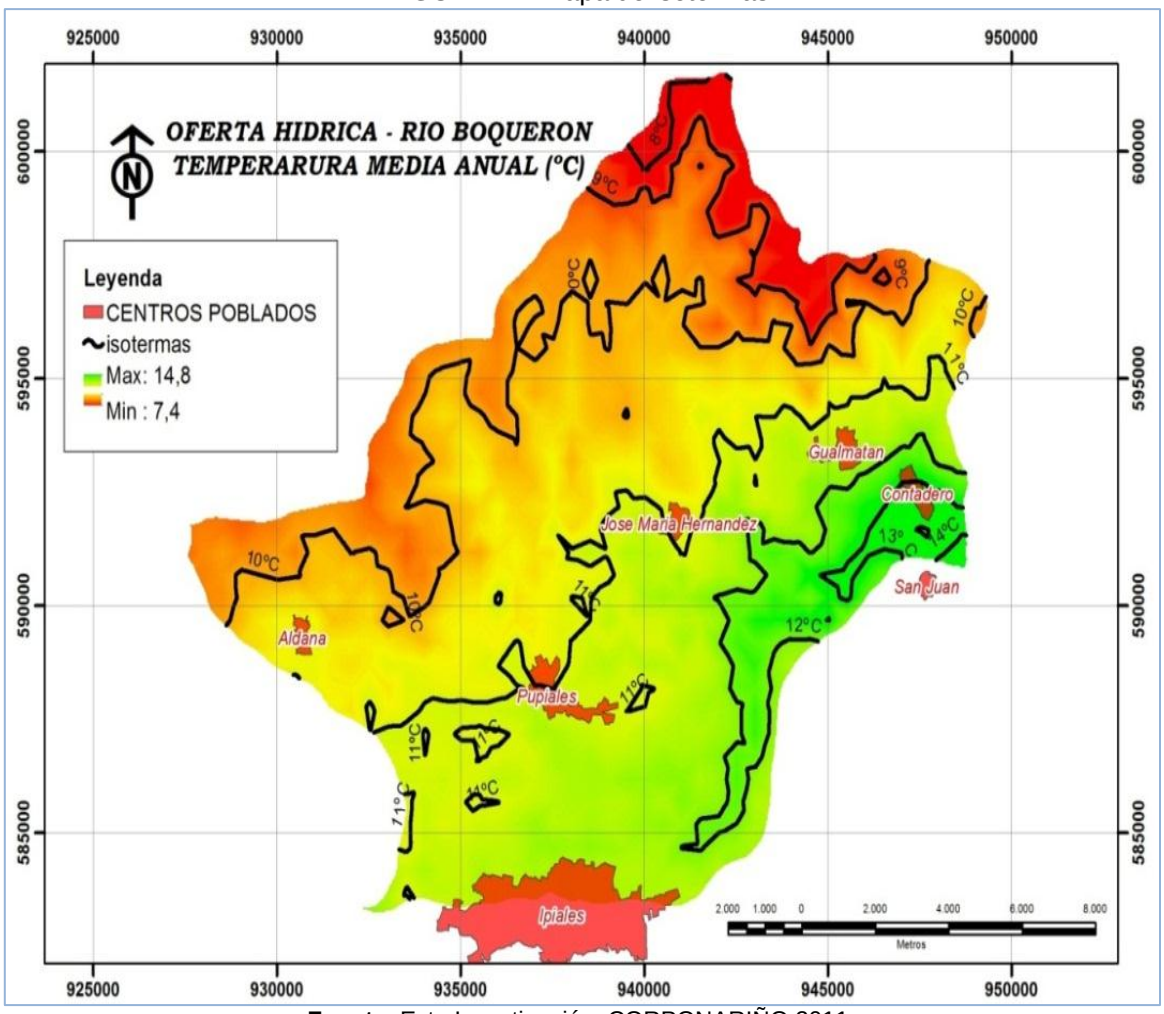
FIGURA 13: Mapa de Precipitación.



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

- Para la obtención del mapa de isotermas, es necesario usar la información media de temperatura recopilada del índice de escasez e interpolar con la georeferenciación de las estaciones hidrometeorologicas presentes en el área de estudio, luego a partir de la utilización de la extensión "spatyal analyst" del software arcgis se generan las superficies y las isolineas de temperatura.

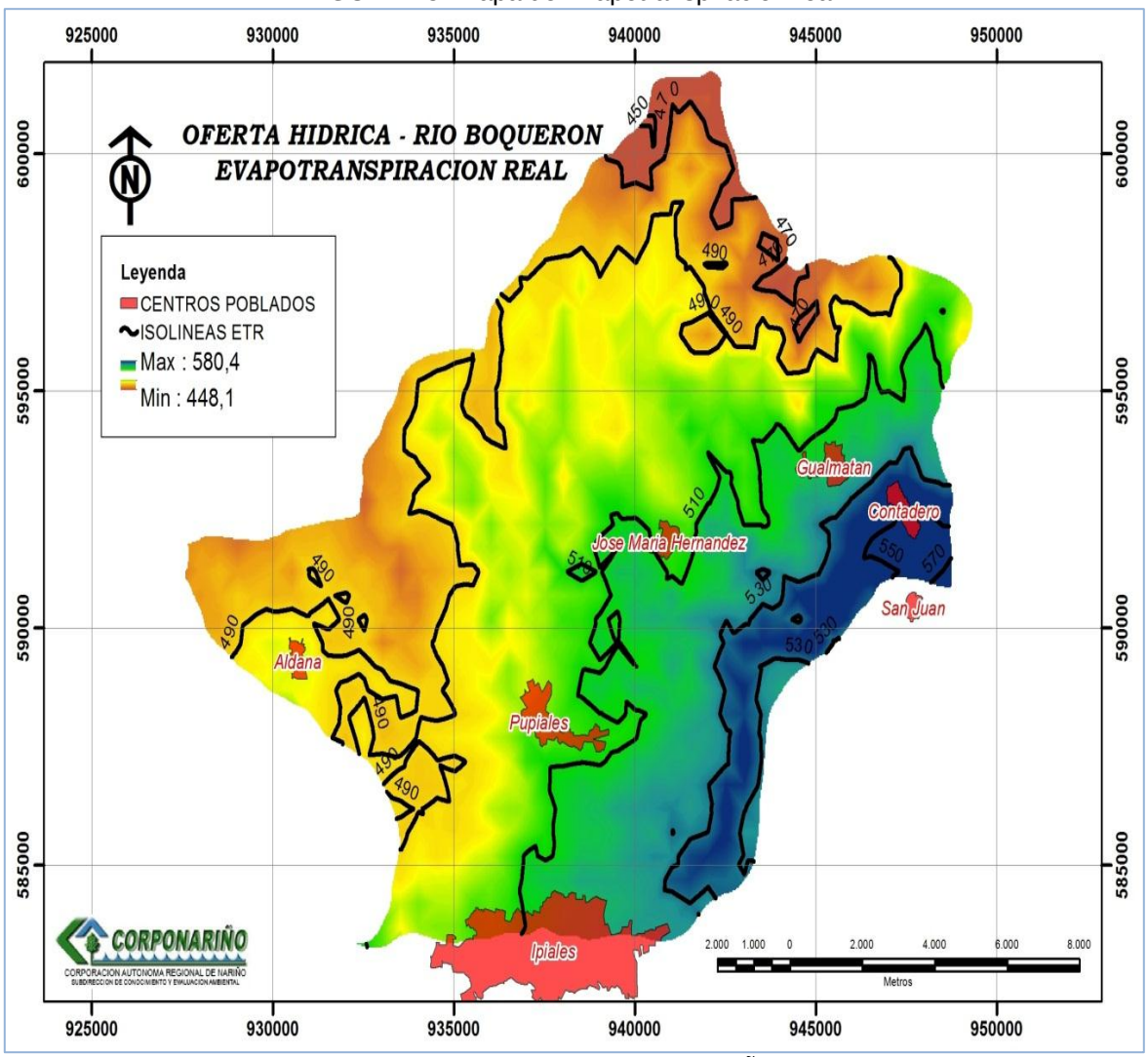
FIGURA 14: Mapa de isotermas.



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

Para el cálculo de la evapotranspiración es necesario tener en cuenta los mapas de precipitación y temperatura en formato raster obtenidos en los pasos anteriores, con el fin de llevar a cabo un análisis espacial y algebra de mapas, en formatos raster de 30 metros por pixel. Para ello es necesario trabajar con el software ArcGIS – ArcToolbox, herramienta Spatial AnalystTools.

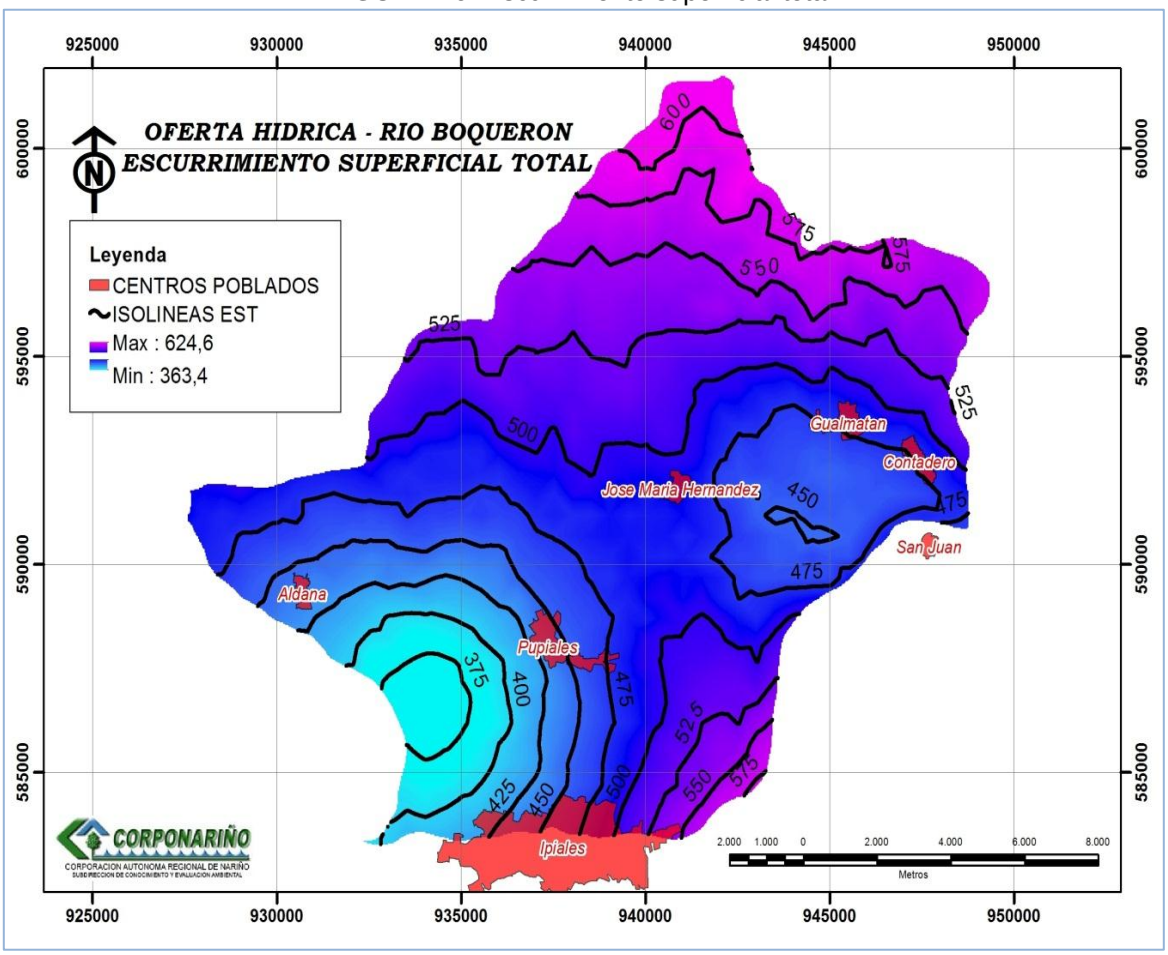
FIGURA 15: Mapa de Evapotranspiración real.



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

- Ahora bien para obtener el valor de escurrimiento superficial total en lámina de agua es necesario operar los mapas de precipitación y evapotranspiración real, utilizando técnicas de algebra de mapas en arcgis con rasters de resolucion 30x30 metros.

FIGURA 16: Escurrimiento superficial total.



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

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 de m^3/año) usando la siguiente fórmula, propuesta en la guía metodológica para el cálculo del índice de escasez establecida por el IDEAM.

$$Y = (Q * t)/(A * 10000) \longrightarrow Q = Y(A * 10000)/t$$

Dónde:

Y = Escurrimiento superficial total (mm)
Q= Caudal (millones de m^3/año)
t= 864000 año
A= 0,009Km^2

Para su aplicación fue necesario usar la herramienta del software Arcgis, calculadora raster, de la extensión spatyal analys, teniendo en cuenta que esta ópera la totalidad de los valores en lámina de agua presentes en el mapa de escurrimiento superficial total. Como resultado final obtuvimos que el valor de caudal presente en el área aferente al cauce principal del rio Boquerón es:

OFERTA HIDRICA TOTAL = 122,45 millones m^3/año

Finalmente aplicando los factores de reducción por régimen de estiaje (25%) y reducción por fuentes frágiles (25%), alternativa metodológica propuesta por el IDEAM, 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:

OH_N = Oferta hídrica neta (millones m^3/s)
OH_T = Oferta hídrica total (millones m^3/s)
R_{FF} = Factor de reducción por fuentes frágiles (%)
R_{RE} = Factor de reducción por régimen de estiaje (%)

OFERTA HIDRICA NETA = 61,225 millones m^3/s

7.4.2. DEMANDA HIDRICA

Es la sumatoria de las demandas sectoriales (actividades antrópicas sociales y económicas) expresado en millones de metros cúbicos.

DT = DUD + DUI + DUS + DUA + DUP

Dónde:

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

- **Demanda de agua para uso doméstico (DUD):** La información recopilada para el cálculo de la demanda de uso doméstico se relaciona datos de CORPONARIÑO los cuales se reportan en el catastro de usuarios del recurso hídrico, a partir de la información de las actividades de control y seguimiento. Dentro de los usuarios identificados se clasifican las captaciones de acueductos urbanos, rurales y captaciones para uso agrícola y pecuario.

  A partir de la información base se consolido por cada municipio relacionado con el cauce principal a los usuarios del recurso hídrico que utilizan el agua para uso doméstico y que se abastecen de fuentes superficiales, la información se complementó con el recorrido de campo realizado en el presente estudio, como datos adicionales se reforzaron los datos con los acueductos registrados por el Instituto Departamental de Salud de Nariño (IDSN). En cuadro a continuación se reportan los usuarios identificados en el Río Boquerón por cada uno de los municipios involucrados.

CUADRO 30: Usuarios de Acueductos de la corriente principal del río Boquerón.

MUNICIPIO	VEREDAS A LAS QUE ABASTECE	NOMBRE DE USUARIOS	POB	CAUDAL CAPTADO	ESTE	NORTE	ALTURA
ALDANA	LA LAGUNA	ACUEDUCTO LA LAGUNA	203	2,9	932440	589347	3021
ALDANA	CANTOREX	RAUL REALPE	6	3	930634	590616	2917
ALDANA	EL TUMBAS DEL CHITA	HERNANDO REALPE	4	2	930821	589528	2917
ALDANA	CHAPUESMAL	OMAR ORLANDO QUITIAKES	60	4	932456	589384	2911
ALDANA	QUITIAKES	PEDRO BOLAÑOS	2	2	932371	592052	3117
ALDANA	CHICHIGUAS	MIGUEL ANGEL CUASMAYAN	52	4	930226	589556	3020
ALDANA	SANTA BARBARA	ACUEDUCTO ALDANA – CARLOS GUAMA	620	8	930741	590627	3022
ALDANA	SANTA BARBARA	CARLOS GUAMA	1	1,8	930558	590307	3051
ALDANA	PUSIALQUER	ISRAEL CEBALLOS	1	1	932302	589800	3042
CONTADERO	LOMA DE YAEZ		113	4,5	948177	596194	2993
CONTADERO	SAN FRANCISCO		74	4,2	948177	596194	2993
CONTADERO	CHORRERA NEGRA 1	EUSEBIO ENRIQUEZ	41	3	945421	596725	3123
CONTADERO	YAEZ	RAFAEL HUERTAS	20	1,3	948065	596165	3029
CONTADERO	LOMA DE YAEZ	RUPERTO BENAVIDES	9	1,2	948254	595723	3035
CONTADERO	SIMON BOLIVAR	RUPERTO BENAVIDES	67	1,3	948217	596122	3017
CONTADERO	ISCUAZAN ORIENTAL	JOSE AGUSTIN PAZ	47	1,3	946058	597567	3232
CONTADERO	SANTO DOMINGO	RUPERTO BENAVIDES	77	1	945915	596996	3201
CONTADERO	ISCUAZAN LA LAGUNA	FABIO ADEMIO BENITEZ	134	1,3	946658	597567	3232
CONTADERO		JUNTA ADMINISTRATIVA	342	3,2	947716	595239	2971
CONTADERO	SANTA ISABEL	RICARDO GARCIA	12	1,6	945168	596373	3149
GUALMATAN	LOMA DEL MEDIO	MARIO CHAMORRO	4	0,15	945553	595463	2873
GUALMATAN		JUNTA ADMINISTRATIVA	820	1,2	942406	596835	3013
GUALMATAN	SAN ANTONIO Y COFRADÍA	JULIAN MARQUES	16	2,5	944501	592821	2799
GUALMATAN	CHARANDU	JUNTA ADMINISTRATIVA	70	2,5	943349	596250	2881
GUALMATAN	SAN ANTONIO LA FLORESTA	DELIA DEL SOCORRO DEL PUENDE	1	0,9	945620	591408	2749
GUALMATAN	LOMA DEL MEDIO	EDELINA ESTRADA	14	0,8	946011	594420	2786
GUALMATAN	SAN ANTONIO CHARANDU	MARIA ABIGAIL MEJIA	8	1,2	944501	592211	2076

GUALMATAN	CUATIS	JUNTA ARNULFO MAFLA	10	3,49	942207	595811	2960
GUALMATAN	DOS CAMINOS	JUNTA CARLOS JULIAN MARQUEZ	85		945049	595578	2905
GUALMATAN	CORREGIMIENTO DE CUATES	JUNTA HIPOLITO USAMA	5		942419	595726	2803
GUALMATAN	SAN FRANCISCO	CARLOS VICENTE HUERTAS	1		945557	595463	2873
GUALMATAN	LA FLORESTA	JUNTA DEL RIEGO SERAFIN REYES	4		945620	591408	2749
GUALMATAN	SAN ANTONIO	JUNTA ADMINISTRATORA JORGE DAVID GARRETA	56		944501	592821	2706
GUALMATAN	EL CARAMELO		34		944352	593778	2818
GUALMATAN	SAN FRANCISCO	FLORENCIO ORTIZ	1				
GUALMATAN	LOS CEDROS	JUNTA ORLANDO CUASQUER	133		945620	591408	3126
GUALMATAN	LA FLORESTA		28		945620	591408	2749
GUALMATAN	LOMA DEL MEDIO	EDELINA ESTRADA, BEATRIZ OMAIRA VILLA	3		946011	594420	2786
GUALMATAN	LOS CDROS II	JUNTA ARNULFO ORLANDO CUASQUER	133		944406	593715	2835
GUALMATAN	CUATIS		200	3	943875	596120	3124
ILES	EL JABONCILLO	LUIS TELLO	30	0,85	945556	597709	3120
IPIALES	SAN JUAN	SAN JUAN	165	1,2	948094	591306	2484
IPIALES	BOQUERON	BOQUERON	65	0,7	947567	592010	2650
IPIALES	LOMA DE SURAS	LOMA DE SURA	148	2,1	944939	591022	2650
IPIALES	LOS CAMELLONES	LOS CAMELLONES	42	0,5	943602	590151	2650
IPIALES	LAGUNA DE BACCA	LAGUNA DE BACCA	63		942286	594524	2800
IPIALES	LAGUNA DE BACCA, LOMA SURA, ROSAL DE SAN JUAN	SISTEMA CHARANDU	186	8	942286	594524	3000
IPIALES	URAMBUD	URAMBUD	84	12	934595	586100	3243
IPIALES	TUSANDALA Y YAPUETA	TUSANDALA – YAPUETA	210	1,5	932801	589041	3016
IPIALES	LAS ANIMAS	ANIMAS	206	8	939228	586681	2900
PUPIALES	CASAFRIA, PORTE, GUIPACUAN, QUITIAQUEZ, ESPINO, PAZAQUEZTEPUD, CUGUARAN, CAUPIERAN	ACUEDUCTO RURAL TEPUD – HUMBERTO CEPULVEDA	540	1,8	941580	599942	3495

PUPIALES	C. JOSE MARIA HERNANDEZ, SAN MARCOS, SAN, FRANCISCO, SANTA MARTHA, GUACHA, SAN LUCIA, IMBULA GRANDE.	OMAR ROSERO	116	3,5	942412	600420	3294
PUPIALES	GUALTE,	GERARDO CAÑIZARES	100		939975	599418	3801
PUPIALES	JOSE MARIA HERNANDEZ	LIDIA LUCERO DE GUZMAN	300	22	938681	593472	2903
PUPIALES	CASCO URBANO PUPIALES	EMSERP – MAURICIO VALLEJO	1067	3,2	936201	599102	3273
PUPIALES	ESPINO SUR	ESPINO SUR	73	7,8	936170	590802	2977
PUPIALES	LAS ANIMAS	VEREDA LAS ANIMAS	48		939546	590728	2972
PUPIALES	PIACUN	JUNTA ADMINISTRADORA PIACUN	90		939868	598212	
PUPIALES	GUALTE, IMBULA CHICO	ASOCIACION IMBULA	661				

FUENTE: Índice de escases de Agua Río Guaitara, CORPONARIÑO 2009.

La población que beneficia cada acueducto se estimó considerando estadísticas del censo DANE (2005), a partir del número de viviendas y habitantes en la cabecera municipal y en el área rural. Promedio de habitantes por vivienda DANE, 2005.

El procedimiento aplicado para la estimación del consumo de agua para uso doméstico en el área urbana y rural, se describe a continuación.

DUD = Demanda per cápita urbana * número de habitantes urbanos **+** Demanda per cápita rural * número de habitantes rurales.

CUADRO 31: Demanda de Uso Doméstico Cabecera Municipal

ITEM	MUNICIPIO	LOCALIDAD	POBLACION PROYECTADA DANE 2009	DOTACION BRUTA CABECERA MUNICIPAL m3/día	DEMANDA DE AGUA USO DOMESTICO CABECERA MUNICIPAL m3/año	DEMANDA DE AGUA USO DOMESTICO CABECERA MUNICIPAL millones m3/año
1	ALDANA	CM	1.708	409,21	149.361,04	0,15
2	CONTADERO	CM	2.116	506,96	185.039,79	0,19
3	GUALMATAN	CM	2.186	523,73	191.161,15	0,19
4	IPIALES	CM	77	24.135,03	8.809.285,12	8,81
5	PUPIALES	CM	5.535	1.564,79	571.148,58	0,57
		TOTAL	**11.622**	**27139,72**	**9.905.995,68**	**9,91**

FUENTE: Índice de escases de Agua Río Guaitara, CORPONARIÑO 2009.

CUADRO 32: Demanda de Uso Doméstico Sector Rural.

ITEM	MUNICIPIO	POBLACION AJUSTADA AL CENSO DANE 2009	DEMANDA DE AGUA USO DOMÉSTICO POBLACION RURAL m3 / AÑO	DEMANDA DE AGUA USO DOMESTICO CABEBCERA MUNICIPAL millones m3/año
1	ALDANA	4.737	216.122,88	0,22
2	CONTADERO	4.610	210.336,27	0,21
3	GUALMÁTAN	3.527	160.915,68	0,16
4	IPIALES	35.153	1.603.845,34	1,6
5	PUPIALES	13.264	605.158,63	0,61
TOTALES		61.291	2.796.378,80	2,8

FUENTE: Índice de escases de Agua Río Guaitara, CORPONARIÑO 2009.

Finalmente la Demanda de Uso Doméstico del Río Boquerón es:

DUD = 127.023.7,48 m^3/año – 12,71 = 127.023.61,77 millones m^3/año

- **Demanda de Agua para Uso Pecuario:** La demanda de agua para uso pecuario se determinó a partir del volumen de producción de animales de importancia comercial, como bovinos, aves de corral y porcinos, además se incluyó animales de tipo cuyícola; por un factor de consumo aproximado como se describe a continuación:

CUADRO 33: Módulos de Consumo.

TIPO DE ANIMAL COMERCIAL	TEMPERATURA	CONSUMO (m^3/Animal - año)	FUENTE
BOVINO	10	11,58	Anexo 3. de la Resolución No. 865 de 2004.
	14,4	13,33	Anexo 3. de la Resolución No. 865 de 2004.
	21,1	15,61	Anexo 3. de la Resolución No. 865 de 2004.
	26,6	19,65	Anexo 3. de la Resolución No. 865 de 2004.
	32,2	22,75	Anexo 3. de la Resolución No. 865 de 2004.
AVES ENGORDE	-	0,16	Módulos de Consumo CAR, septiembre 2005.
AVES TRASPATIO	-	0,16	Módulos de Consumo CAR, septiembre 2005.
EQUINOS	FRIO < 17	7,30	Módulos de Consumo CAR, septiembre 2005.
	MEDIO 17 - 24	9,13	Módulos de Consumo CAR, septiembre 2005.
	CÁLIDO > 24	10,95	Módulos de Consumo CAR, septiembre 2005.
	FRIO < 17	5,48	Módulos de Consumo CAR, septiembre 2005.
	MEDIO 17 - 24	7,30	Módulos de Consumo CAR, septiembre 2005.
	CÁLIDO > 24	9,13	Módulos de Consumo CAR, septiembre 2005.
CUNICOLA	-	0,16	http://www.mailxmail.com/curso-informaciones-utiles-sanidad-animal/consumo-agua-2
CUYICOLA	-	0,03	100 ml Por día. FAO http://www.fao.org/docrep/W6562S/w6562s04.htm
PORCINOS	MEDIO 17 - 24	10,22	Módulos de Consumo CAR, septiembre 2005.
	CÁLIDO > 24	10,95	Módulos de Consumo CAR, septiembre 2005.
AVES POSTURA	-	0,16	Módulos de Consumo CAR, septiembre 2005.

FUENTE: Índice de escases de Agua Río Guaitara, CORPONARIÑO 2009.

- **Sector Bovino**. Teniendo como referencia que información pecuaria se encuentra por municipio y no por alguna unidad hídrica como cuenca, Subcuenca o microcuenca, se determinó estimar el volumen de producción parcial que representa la sección de los municipios que se incluyen en la cuenca del río Boquerón, para ello se afectó la

producción total con el porcentaje de área de los municipios que hace parte de la cuenca.

CUADRO 34: Demanda de Uso Bovino Sector Rural.

CONSUMO DE AGUA BOVINOS						
MUNICIPIO	**%AREA DENTRO CUENCA**	**% AREA MUNICIPIO POR SUBCUENCA**	**TOTAL BOVINOS MUNICIPIO**	**TOTAL BOVINOS SUBCUENCA**	**TEMPERATURA MPIO (°C)**	**CONSUMO DE AGUA BOVINOS (m3/año)**
Aldana	100%	30,60%	7765	2373	10	27,488
Contadero	100%	42,20%	4713	1988	12	23,03
Gualmátan	100%	100%	3600	3600	11	41,693
Ipiales	10%	23,90%	20609	494	11	5,718
Pupiales	100%	89,40%	15480	13,844	10	160,328
			TOTALES	**8.468**		**258,257**

FUENTE: Índice de escases de Agua Río Guaitara, CORPONARIÑO 2009.

El consumo de Agua para Sector Bovino, aproximado en la cuenca del Río Boquerón es: **258,257 m^3/año**

- **Sector Porcícola.** El número de porcinos en la cuenca de río Blanco fue estimado a partir de la producción total establecida en el censo consolidado por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), con el porcentaje de área de los municipios que hacen parte de la cuenca, (Ceso pecuario oficial ICA 2008).

CUADRO 35: Demanda de Uso Porcino Sector Rural.

CONSUMO DE AGUA PORCINOS						
MUNICIPIO	**%AREA DENTRO CUENCA**	**% AREA MUNICIPIO POR SUBCUENCA**	**TOTAL PORCINOS MUNICIPIO**	**TOTAL PORCINOS SUBCUENCA**	**TEMPERATURA MPIO (°C)**	**CONSUMO DE AGUA PORCINOS (m3/año)**
Aldana	100%	30,60%	1200	367	10	3,347
Contadero	100%	42,2	995	420	12	3,831
Gualmátan	100%	100	1100	1100	11	10,038
Ipiales	10%	23,90%	12958	309	11	2,822
Pupiales	100%	89,40%	5850	5232	10	47,738
TOTALES				**7428**		**67,776**

FUENTE: Índice de escases de Agua Río Guaitara, CORPONARIÑO 2009.

El consumo de Agua en el sector de Porcinos para la cuenca del Río Boquerón es: **67,776 m^3/año**

- **Sector Avícola.** Los consumos de agua promedios fueron tomados de cifras establecidas por FENAVI en el año 2000, sin embargo éstos consumos varían de acuerdo con el nivel de producción, el estado de salud y los valores de nutrición aviar comercial, resultando valores aproximados si se tiene en cuenta la generalidad de la información con la que se dispone. Teniendo en cuenta el promedio de temperatura de la cuenca y el tipo de producción, los factores de consumo de agua adoptados a voluntad en aves de corral con nueve semanas de producción para pollos de engorde fue 300 litros por cada 1000 aves (300 litros/día por cada 1.000 aves a una altura

superior de 800 msnm y 600 litros/día por cada 1.000 aves a una altura inferior de 800 msnm[3]), para gallinas ponedoras con el 90% de producción, el consumo de agua adoptado fue 180 litros por cada 1000 aves.

CUADRO 36: Demanda de Uso Avícola Sector Rural.

MUNICIPIO	% AREA MPIO POR SUB	TOTAL BOQUERÓN			CONSUMO AGUA (m^3/año)	
		AVES DE POSTURA	AVES TRASPATIO	AVES DE ENGORDE	AVES DE POSTURA	AVES TRASPATIO – ENGORDE
ALDANA	30,6%	0	0	7.030	0	590
CONTADERO	42,2%	0	2.691	146.827	0	12.552
GUALMATAN	100%	0	10.000	0	0	840
IPIALES	23,9%	0	1.193	634	0	153
PUPIALES	89,4%	0	17.886	0	0	1.502
TOTALES		0	31.770	154.491	0	15.637

FUENTE: Índice de escases de Agua Río Guaitara, CORPONARIÑO 2009.

El consumo de Agua en el sector de Aves para la cuenca del Río Boquerón es: **15.637 m^3/año**

- **Sector Equinos.** El censo pecuario elaborado por Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), reporta una producción de equinos importante, destacándose en la zona el alto consumo de carne proveniente de éste animal.

CUADRO 37: Demanda de Uso Equinos Sector Rural.

MUNICIPIO	% AREA	TOTAL CABALLOS MUNICIPIO	TEMP MPIO (°c)	CONSUMO AGUA (m^3/Año)
ALDANA	30,6%	191	10	1.394,55
CONTADERO	42,2%	127	12	924
GUALMATAN	100%	120	11	876
IPIALES	23,9%	12	11	87,11
PUPIALES	89,4%	1.341	10	9.792,43
TOTAL		**1791**		**13.074,09**

FUENTE: Índice de escases de Agua Río Guaitara, CORPONARIÑO 2009.

El consumo de Agua en el sector de Equino para la cuenca del Río Boquerón es: **13.074,09 m^3/año**

- **Sector Ovino.** Los datos se tomaron del censo pecuario elaborado por Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y el consumo de agua se estimó teniendo en cuenta los módulos de consumo dispuestos por la CAR, como consumo neto teórico de agua en bebederos (L/animal-día), distinguido por piso térmico.

[3] Este factor de consumo fue tomado del resumen del ENA, Cálculo de la demanda potencial de agua en Colombia para el año 2004.

CUADRO 38: Demanda de Uso Ovino Sector Rural.

MUNICIPIO	% AREA MUNICIPIO	TOTAL OVINOS MUNICIPIO	TEMP MPIO (°C)	CONSUMO AGUA (m^3/Año)
ALDANA	30,6%	44	10	243
CONTADERO	42,2%	34	12	185
GUALMATAN	100%	150	11	821
IPIALES	23,9%	0	11	0
PUPIALES	89,4%	268	10	1.469
TOTAL		496		2718

FUENTE: Índice de escases de Agua Río Guaitara, CORPONARIÑO 2009.

El consumo de Agua en el sector de Ovinos para la cuenca del Río Boquerón es: **2.718 m^3/año**

- **Sector cuyícola**. En general la producción cuyícola en el Departamento se ha constituido en un sector de importancia comercial, e igualmente por su gran relevancia en la crianza familiar de autoconsumo. Sin embargo y a pesar de que en el suministro de agua de bebida a los cuyes no es habitual, existen factores que pueden incidir en su consumo, las cuales dependen del tipo de alimentación, y condiciones ambientales.[4]

CUADRO 39: Demanda de Uso Cuyícola Sector Rural.

MUNICIPIO	% AREA MUNICIPIO EN CUENCA RIO BLANCO	TOTAL CUYES MUNICIPIO	TEMP MPIO (°c)	CONSUMO AGUA AVES (m^3/Año)
ALDANA	30,6%	2.396	10	61
CONTADERO	42,2%	16.033	12	410
GUALMATAN	100%	65.000	11	1.661
IPIALES	23,9%	597	11	15
PUPIALES	89,4%	62.600	10	1.599
TOTAL		**146.626**		**3.746**

FUENTE: Índice de escases de Agua Río Guaitara, CORPONARIÑO 2009.

El consumo de Agua en el sector de Cuyes para la cuenca del Río Boquerón es: **3.746 m^3/año**

- **Demanda de agua para uso industrial:** El sector industrial en la corriente del río Boquerón se identificó a partir de los Planes de uso eficiente y ahorro de agua de los municipios involucrados, los cuales ya se encuentran aprobados, reportes de la empresa de servicios públicos y las reportadas por las administraciones municipales.

  Con esta información se procedió a clasificar las actividades productivas con el código CIIU para la corriente del rio Boquerón, la elaboración de productos lácteos y fabricación de ladrillos, para los cuales se adoptó los siguientes factores de consumo: 20,9 m^3/ton en fabricación de productos lácteos (conforme a lo dispuesto en el Anexo 1 de la Resolución No. 865 de 2004) y 1.5 litros de agua para la elaboración de un ladrillo[5]).[6]

[4] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). Producción de cuyes (Cavia porcellus), [en línea]. <http://www.fao.org/docrep/W6562S/w6562s04.htm> [Citado el 15 de noviembre de 2009]

[5] GONZÁLEZ MANCILLA, Fernando Osvaldo. Proceso de fabricación de ladrillos. Universidad Politécnica de Puebla. México, abril de 2008. p 23.

El consumo de Agua en el sector de Industrial para la cuenca del Río Boquerón es: **0,213 millones m^3/año**

- **Demanda de agua para el sector servicios:** Posterior a la identificación de los usuarios del sector servicios localizados en la corriente, se realizó la estimación del consumo de agua para cada establecimiento según el tipo de servicio prestado por la empresa, instituto o centro, para lo cual se recurrió a consumos típicos establecidos para el sector comercial e institucional por López Cualla (2006)[7], los cuales se relacionaron por animal sacrificado, área del establecimiento, número de parroquianos para restaurantes, empleados, alumnos, número de camas; el factor de consumo de agua por institución educativa fue tomado de módulos de consumo dispuestos por la CAR, para áreas rurales por piso térmico Tabla 4.23. Página 11[8]. A continuación se presentan los factores de consumo empleados para la estimación de la DUS:

CUADRO 40: Factores de Consumo.

DESCRIPCIÓN	CONSUMO	UNIDAD
Beneficio y distribución de aves	21	Litros/ave[25]
Factores de consumo retomados por López Cualla, 2000.[26]		
Escuelas diurnas sin cafeterías, sin gimnasio y sin duchas (por alumno)	45	L/día por alumno
Oficina	80	L/día por empleado y 10 m^2,
Sacrificio de ganado bovino	1300	L/ por cabeza Bovino sacrificado
Sacrificio de ganado porcino	250	L/ por cabeza de porcino sacrificado
Hospitales	400	Lt/día por enfermo
Hospitales	900 - 1500	Lt/día por cama
Instituciones, excepto hospitales	300	Lt/día por persona
Hoteles sin baño privado	200	Lt/día por persona
Lavado de automóviles	354	Litros por vehículo pequeño[27]
Lavado de automóviles	1.092	Litros por vehículo mediano[28]
Restaurantes con servicios sanitarios	32,5	Lt/día por parroquiano
Restaurantes sin servicios sanitarios	11	Lt/día por parroquiano
Lavado de Zanahoria	78	Litros por bulto de 60 Kg[29]

FUENTE: Índice de escases de Agua Río Guaitara, CORPONARIÑO 2009.

El consumo de Agua en el sector de Servicios para la cuenca del Río Boquerón es: **117.186 m^3/año**

- **Demanda de agua para uso agrícola:** La estructura agraria de la cuenca de río Blanco se caracteriza por latifundios y minifundios, estos últimos se orientan principalmente a una producción de autoconsumo de la población campesina, en los predios medianos se genera en mayor proporción la producción de alimentos, que se

[6] CORPONARIÑO, Índice de Escasez Rio Blanco – 2010. Pág. 95

[7] LÓPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo. Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Segunda Edición, 2006. p 57.

[8] CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Subdirección de gestión ambiental compartida, concepto SGAC No. 256 de 2005. Estudio Módulos de Consumo. Bogotá. 14 p

comercializa regionalmente; los grades latifundios se orientan especialmente a la producción ganadera y la producción se dirige a la industria de lácteos.[9]

En el siguiente cuadro se presenta la estimación de la demanda de agua para uso agrícola a nivel mensual y anual, establecida para la corriente con base en las áreas cultivadas.

CUADRO 41: Demanda de Uso Agrícola Sector Rural.

MICROCUENCA	COBERTURAS	ÁREA (Ha)	DUA (millones m3)			DUA (millones m3)	DUA TOTAL MICROCUENCA (millones JUL AGO SEP m3/año)
			JUL	AGO	SEPT		
RIO BOQUERON	CULTIVO DE PAPA	0,78	2.351,19	0	0	0	0
	MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS, PAPA, MAIZ, HORTALIZAS	0,77	4.039,82	0	0	0	0
	PASTOS MANEJADOS	1	729,47	3.310,34	73.119,27	0	76.429,62

FUENTE: Índice de escases de Agua Río Guaitara, CORPONARIÑO 2009.

El consumo de Agua en el sector Agrícola para la cuenca del Río Boquerón es: **76.429,62 m^3/año**

- **Demanda de agua total:** La demanda de agua total, obtenido como la sumatoria de las demandas por categoría de uso, como son: la demanda de agua para uso agrícola (DUA), demanda de agua para uso doméstico (DUD), demanda de agua para uso industrial (DUI), demanda de agua para el sector servicios (DUS) y demanda de agua para uso pecuario (DUP), para la corriente del río Blanco es:

DEMANDA DE AGUA TOTAL = 229.129,44 m^3/año

- **INDICE DE ESCASEZ:** Se establece como la relación entre la Oferta Hídrica Neta Superficial y la Demanda Total de Agua ejercida en el desarrollo de actividades económicas y sociales.

$$I_E = D/O_n * 100\%$$

En donde:

IE = Índice de escasez (%)
D = Demanda de agua (m3)
On. = Oferta hídrica superficial neta (m3)

La escasez se registra cuando la cantidad de agua tomada de las fuentes existentes es tan grande que se suscitan conflictos entre el abastecimiento de agua para las necesidades humanas, las ecosistémicas, las de los sistemas de producción y las de las demandas potenciales (IDEAM, 2004).

[9] CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE NARIÑO. Plan de Ordenamiento de la cuenca del río Blanco. Ipiales. Diciembre, 2008. p 30.

En el siguiente cuadro se establece por categoría los umbrales críticos de presión sobre el recurso hídrico e interpretación del porcentaje de oferta hídrica utilizada.

CUADRO 42: Umbrales Críticos De Presión, Índice De Escasez

CATEGORIA	% DE LA OFERTA HÍDRICA 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 requieren fuertes inversiones económicas para mejorar la eficiencia en la utilización del agua en los sectores productivos y en los sistemas de abastecimientos 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 ecosistemas acuáticos para garantizar que reciban el aporte hídrico requerido para su existencia. Se necesitan 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 del desarrollo. Se debe implementar un mejor sistema de monitoreo y seguimiento del agua y desarrollar proyecciones del recurso hídrico 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.

Relacionando la Oferta Hídrica Neta Superficial con la Demanda Total de la Subcuenca del Río Boquerón, el Índice de Escasez calculado se relaciona a continuación:

Índice de Escasez: 3,74%

El Índice de Escasez calculado de manera global para la Subcuenca del Río Boquerón presenta un porcentaje menor al 10%, correspondiente a una categoría Baja de presión sobre el recurso hídrico, este aspecto corresponde al difícil acceso al recurso por las características geográficas de la corriente.

7.5 PERFILES DE MODELACION

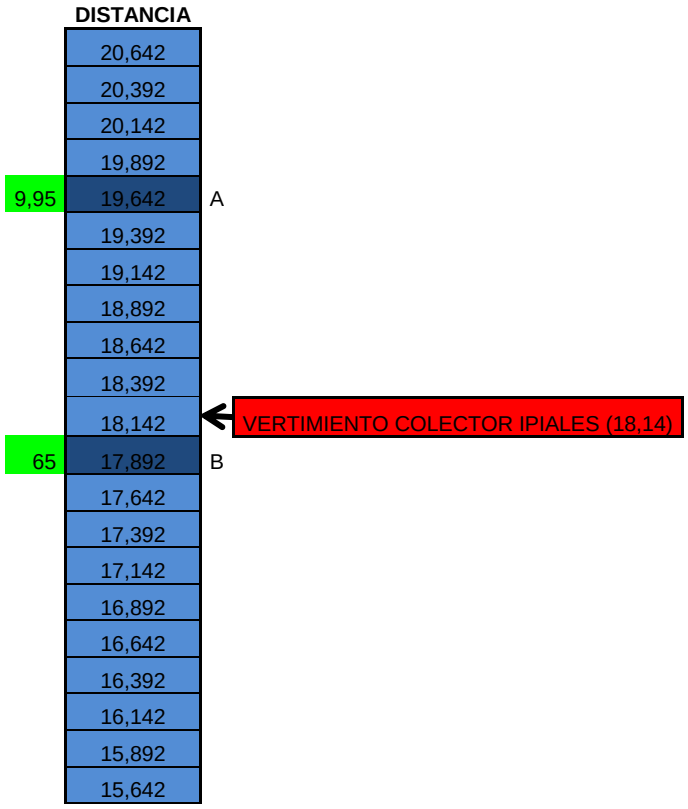
Como información base para la modelación, se graficaron las entradas y salidas de la fuente en forma lineal, con la descripción de las condiciones de las corrientes abastecedoras en cuanto a calidad y cantidad, la cual permite identificar las condiciones del cauce principal, identificando en un plano los puntos en los cuales se ubican, la ubicación de los puntos se realizó a partir de la georeferenciación, información obtenida en las jornadas de campo. A continuación se presenta el resultado de la creación de los perfiles de modelación que para el presente caso se diseñó uno simplificado y un detallado.

Al hablar de perfiles de modelación se identifica en este unas variables involucradas con un color específico que permitirá entender de forma clara a que corresponde cada una de ellas en los perfiles de modelación.

CUADRO 43: Convenciones de Perfiles de Modelación.

	VERTIMIENTO
	QUEBRADA RECEPTORA VERTIMIENTOS
	QUEBRADA LIMPIA
	CAUDAL CORRIENTE PRINCIPAL
	CAUDAL ENTRADA QUEBRADA O VTO
	DISTANCIA ENTRE PUNTOS DEL SISTEMA
	PUNTOS DE MUESTREO
	SALIDA BOCATOMAS Y CTE PRINCIPAL
( ) , ( )	(OD) , (DBO5)

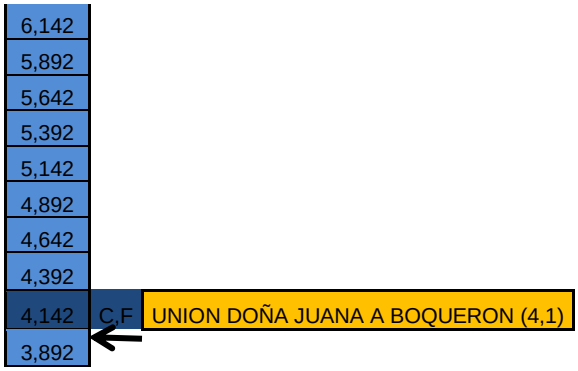
7.5.1 Zona Alta Perfil de Modelación: Este perfil permite identificar las diferentes entradas y salidas al sistema del cauce principal, para el caso que trata el presente documento en la parte alta el punto más significativo corresponde al colector norte del municipio de Ipiales que realiza su descarga sobre la parte alta, esta área se ubica a 18,14 Km del punto inicial de corriente con un caudal inicial de 9,95l/s, uno de los puntos de muestreo se ubicó a una distancia de aproximadamente 17,89 Km y el caudal aforado fue de 65 L/s.



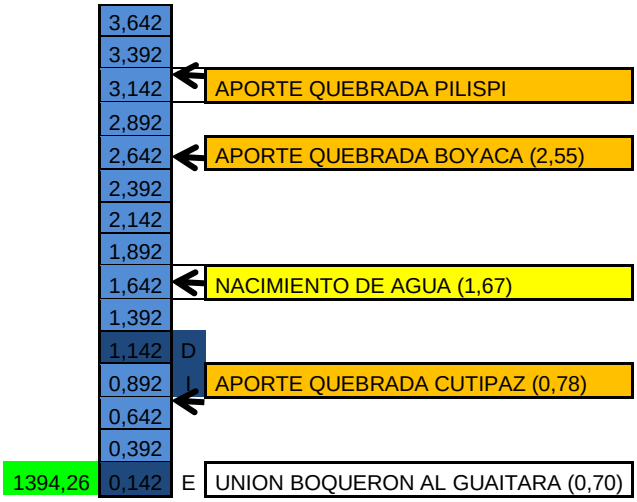
15,392
15,142
14,892
14,642
14,392
14,142
13,892
13,642
13,392
13,142
12,892
12,642
12,392
12,142

7.5.2. Zona Media Perfil de Modelación: La parte media corresponde a un área de difícil acceso por los encañonamientos de la corriente, en este sector se identificaron puntos de descarga de corrientes naturales, de las cuales se monitoreo la confluencia de la Quebrada Totoral con la Quebrada Doña Juana en el sector del municipio de Ipiales al igual que la unión de esta en el sector del municipio de Gualmátan, justo en la confluencia Doña Juana con el Río Boquerón o la Ruidosa. En este punto con condiciones de acceso se realizó monitoreo de la fuente y no fue posible realizar el aforo de las corrientes.

11,892	
11,642	
11,392	
11,142	
10,892	
10,642	
10,392	
10,142	
9,892	
9,642	
9,392	
9,142	
8,892	
8,642	
8,392	
8,142	
7,892	← UNION TOTORAL A DOÑA JUANA (7,85)
7,642	
7,392	
7,142	
6,892	
6,642	
6,392	



7.5.3 Zona Baja Perfil de Modelación: La parte baja de la corriente es la zona que en la que se representa el mayor número de entradas, entre las que se destaca el aporte de la quebrada Pilispi, Boyacá y Cutipaz, cada una de las cuales en esta zona baja viene con una asimilación por condiciones de altura y clima de la carga de los vertimientos que cada una de ellas recibe en su cauce en todo el recorrido por los municipios, veredas y corregimientos por los cuales realiza su recorrido.



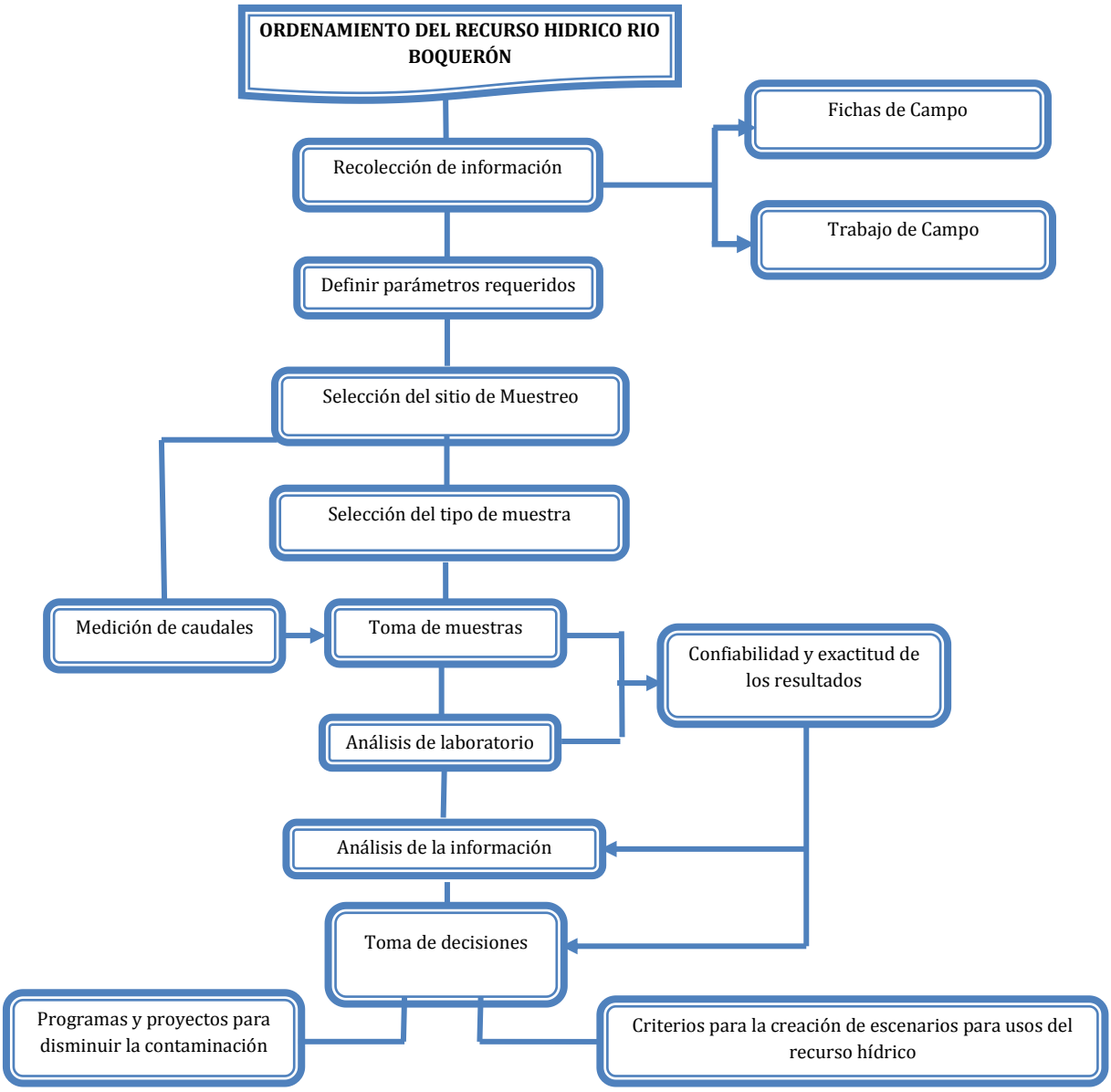
7.6 DETERMINACION DE LINEA BASE DE CARGAS CONTAMINANTES

La determinación de la línea base de cargas contaminantes se encaminó a la obtención y procesamiento de información que permitió establecer un diagnostico de la calidad del agua del Río Boquerón en todo su recorrido, desde su nacimiento en la Quebrada Totoral hasta su desembocadura al río Guaitara.

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.

7.6.1 METODOLOGÍA

FIGURA 17: Metodología.



En la fuente se realizaron dos jornada de muestreo, una el día 30 de Agosto del 2011 y la segunda jornada en el mes de octubre el día 20 del año 2011, para la primera jornada se programaron 10 puntos de muestreo de los cuales 5 de ellos se midieron directamente en la corriente principal: sobre totoral antes de la descarga del colector de Ipiales, después de la descarga del colector norte de Ipiales, sobre Boquerón antes de la unión con Q. Doña Juana, sobre Boquerón antes de la unión con Q. Cutipaz y en la parte final antes de la confluencia con Río Guaitara, los 5 restantes se distribuyeron en las fuentes abastecedoras.

IMAGEN IX: Jornada de Muestreo Parte Alta.



FUENTE: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

Para la segunda jornada de muestreo se realizaron algunos cambios en los sitios de muestreo pero en igual número de muestras, esto con la finalidad de tener mejores resultados sobre las condiciones de las fuentes y como estas afectan la calidad del cauce principal del Río Boquerón.

El objetivo de las jornadas de muestreo fue realizar el análisis de la corriente a partir de parámetros físico – químicos y microbiológico teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- ✓ PH
- ✓ Conductividad
- ✓ Solidos totales
- ✓ Solidos disueltos
- ✓ Solidos suspendidos
- ✓ Solidos suspendidos volátiles
- ✓ Acidez
- ✓ Alcalinidad total
- ✓ Nitratos
- ✓ Amonio
- ✓ Fosforo total
- ✓ Nitrógeno NTK
- ✓ Cromo hexavalente
- ✓ Oxígeno disuelto
- ✓ Demanda bioquímica de oxigeno
- ✓ Demanda química de oxigeno Br
- ✓ Grasas y aceites
- ✓ Coliformes totales

- ✓ Echerichia coli

Debido a las condiciones de acceso a la fuente el tiempo de muestreo en la primera jornada fue de aproximadamente ocho horas incluyendo el trasporte de las muestras al laboratorio. En forma simultánea al muestreo se realizó aforo sobre las corrientes, se procuró que estos puntos de muestreo coincidan de alguna manera con los puntos de aforo. La metodología empleada para el muestreo se desarrolló de la siguiente manera:

En campo se tomó cinco muestras de cada punto identificado, cada uno de los recipientes se debe llenar de forma tal que los resultados sean confiables: se llena un recipiente de plástico de dos litros de capacidad, se realizó en primer lugar la purga del recipiente, para posteriormente llenarlo completamente con la ayuda de un recipiente adicional.

IMAGEN X: Jornada de Muestreo Parte Baja.



FUENTE: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

Un recipiente plástico de 700ml de capacidad: en este recipiente se procede en primer lugar a la purga del recipiente, a este se le agrega 1ml de ácido y la toma de la muestra de un recipiente adicional en el cual se ha tomado una muestra directa de la fuente.

Un recipiente de vidrio de 700ml de capacidad: este recipiente se cura con la adición de 1ml de ácido y se llena completamente. (Muestra para análisis de grasas y aceites).

Un recipiente de plástico de 100ml de capacidad: la toma de esta muestra se realiza directamente sobre la fuente, es importante dejar un espacio de aire, esta muestra se toma para el análisis de características microbiológicas.

Un Winkler: para fijar el Oxígeno Disuelto, este se fijara agregando un ml de **reactivo I** introduciendo la punta de la pipeta por debajo de la superficie, procurando tapar siempre con cuidado que no queden burbujas atrapadas, se agita, de forma equivalente, se agrega 1ml de **reactivo II**, se tapa y se mezcla cuidadosamente, en ese momento se formara un precipitado marrón en proporción al OD que contuviese la muestra, finalmente se adiciona 1ml de ácido sulfúrico para fijar el OD de la muestra.

IMAGEN XI: Jornada de Muestreo Parte Media.

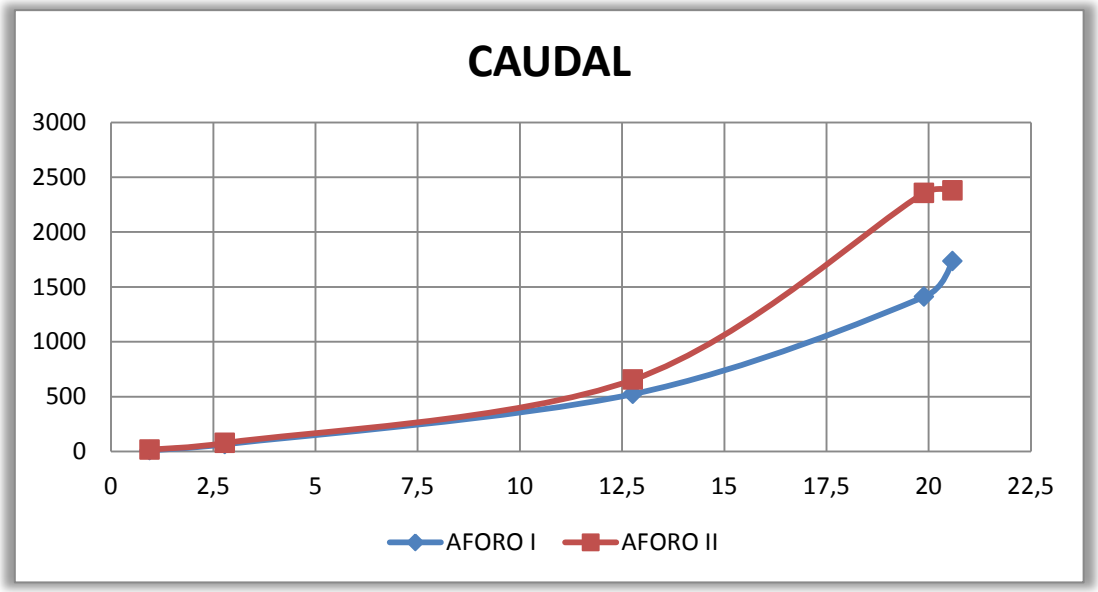


FUENTE: Esta Investigación COPONARIÑO 2011.

7.6.2 EVALUACION DE CALIDAD CAUCE PRINCIPAL

Para realizar el análisis de los parámetros más significativos en las jornadas de muestreo, es importante destacar que estas se realizaron en dos épocas del año las cuales se procuró coincidieran con la época seca o verano moderado y la época de lluvia, por esta razón se destaca que los valores representativos para el análisis de la calidad de la corriente principal se focaliza en los resultados del muestreo realizado en la época identificada como de verano moderado, sin embargo a continuación se presenta la gráfica de caudales sobre cuatro puntos del cauce principal, los cuales fueron aforados en las jornadas de muestreo, los cuales se realizaron en la misma fecha y coinciden con los puntos de muestreo.

FIGURA 18: Resultado de Caudal Jornadas de Muestreo.



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

En la gráfica se observa que el comportamiento de caudal coincide claramente con las condiciones climáticas de la fecha en la cual se realizaron los muestreos, en las zonas

altas se observa el inicio de la corriente principal con un caudal mínimo que encuentra entre 10 y 20 LPS, en estas partes no se encuentran aportes de corrientes naturales, se identifica en la gráfica que en la zona media y baja un incremento de caudal que obedece a los aportes de quebradas y fuentes naturales que se encuentran a lo largo del recorrido.

A partir de la identificación en la gráfica se hablara en análisis de los diferentes parámetros de una línea de color azul que corresponde a los resultados de la primera jornada de muestreo en época de verano moderado, y de color rojo se identifica el comportamiento de los resultados para el muestreo en época de lluvia.

➢ **Índices Fisicoquímicos:** Mediante los índices fisicoquímicos se va a obtener un valor numérico adimensional que engloba las magnitudes de ciertos parámetros individuales, cuyo número y tipo varía según el índice. Se usan para evaluar la calidad de un agua y su evolución con el tiempo y tienen como inconveniente su poca robustez debido a que simplifican mucho la calidad al definirla mediante un único valor numérico. En el cuadro que se ilustra a continuación se presentan los resultados del análisis físico-químico de las muestras tomadas en los diferentes puntos del cauce principal de la fuente de estudio en la cual se involucra la quebrada Totoral, Doña Juana desde el punto de confluencia con Totoral y Boquerón desde la unión de este con Doña Juana hasta la desembocadura al Río Guaitara, resumidos en los cuadros 16 y 17 e ilustrados en las figuras 9 a la figura 15.

CUADRO 44: Resultados Primera Jornada De Muestreo

PARAMETROS	UNIDADES	PUNTOS CAUCE PRINCIPAL				
		A	B	C	D	E
PH	PH	7,42	7,35	7,28	7,56	7,2
CONDUCTIVIDAD	us/cm	232	1036	208	195	190
SOLIDOS TOTALES	mg/l	247	435	245	205	187
SOLIDOS DISUELTOS	mg/l	228	275	211	183	165
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/l	19	160	34	22	22
SOLIDOS SUSPENDIDOS VOLATILES	mg/l	5	125	9	6	4
ACIDEZ	mg CaCO3/ L	9	78,1	9	9	8,28
ALCALINIDAD TOTAL	mg CaCO3/ L	85,9	285	60	58,9	57,4
NITRATOS	mg N-NO3/ L	0,2	1,49	1,01	1,55	1,352
AMONIO	mg N-NH4/ L	0,4	29,4	0,34	0,4	0,4
FOSFORO TOTAL	mg PO4/ L	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
NITROGENO NTK	mg N / L	0,56	40,9	0,35	0,69	0,76
CROMO HEXAVALENTE	mg Cr +6/ L	0,01	0,2	0,03	0,03	0,03
OXIGENO DISUELTO	mg O2/ L	5,8	1	7,4	7,6	7,05
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg O2/ L	6,9	253	7,65	7,46	7,39
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO BR	mg O2/ L	44,4	742*	40,1	34,8	35,8
GRASAS Y ACEITES	mg/L	9,13	70,42	5	5	5
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	3000	300000	12000	10000	11000
ECHERICHIA COLI	UFC/100ml	300	200000	4000	1000	2500
DISTANCIAS (Km)		13,68	7,85	4,1	2,55	0

Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

Sobre el cauce principal se realizó el muestreo a cinco puntos, en este caso se identificó a cada uno de ellos con letras, las cuales corresponden como se indica a continuación a los sectores identificados:

CUADRO 45: Puntos Sobre Cauce Principal

NOMBRE DEL PUNTO	LETRA	COORDENADAS			FOTOGRAFIA
		ESTE	NORTE	ALTURA	
Punto de Inicio en Totoral.	**A**	938003	584550	2817	
Sobre Totoral después colector de Ipiales.	**B**	938202	584602	2841	
Sobre Boquerón después unión Doña Juana.	**C**	946418	591493	2556	
Sobre Boquerón antes unión Cutipaz.	**D**	947865	591371	2481	

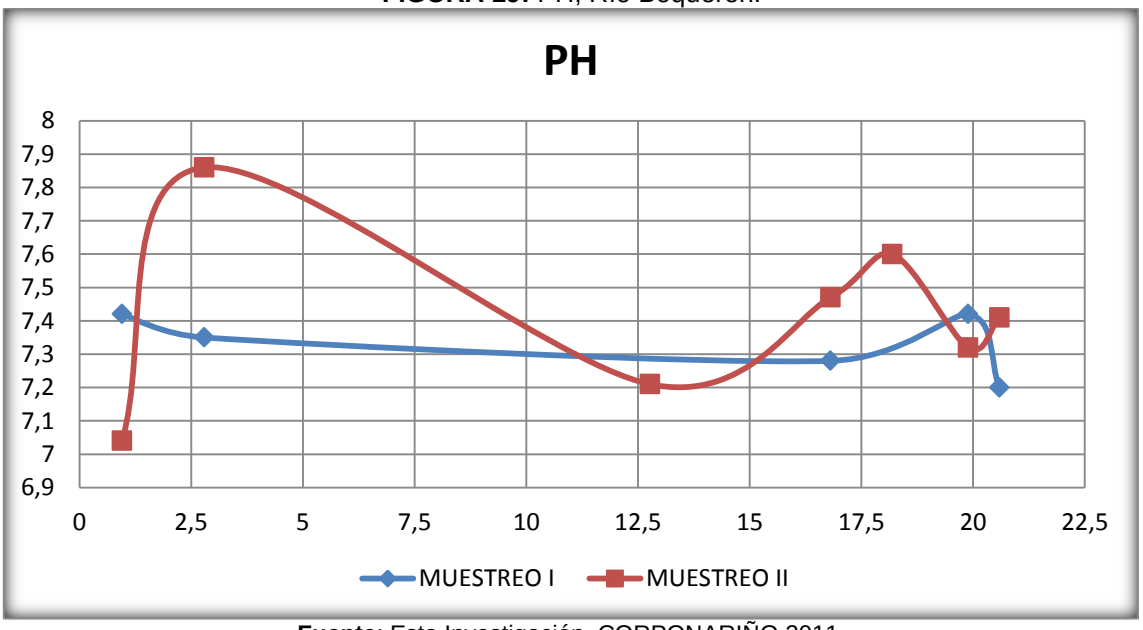
Sobre Boquerón antes unión Guaitara.	**E**	947865	591371	2481	

Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

7.7 PERFILES DE CALIDAD

7.7.1 PH (Potencial de Hidrogeniones): es un parámetro que permite medir o expresar la acidez o la alcalinidad de un líquido. Se define como el exponente positivo de la concentración de los iones de hidrogeno (hidrogeniones). Un pH entre 0 y 7 indica que la sustancia es ácida. Un pH entre 7 y 14 se denomina básica. Cuanto más alejado este el valor de 7, mas ácida o básica será la sustancia. La calidad del agua y el pH son a menudo mencionados en la misma frase. El pH es un factor muy importante, porque determinados procesos químicos solamente pueden tener lugar a un determinado pH.

FIGURA 19: PH, Río Boquerón.

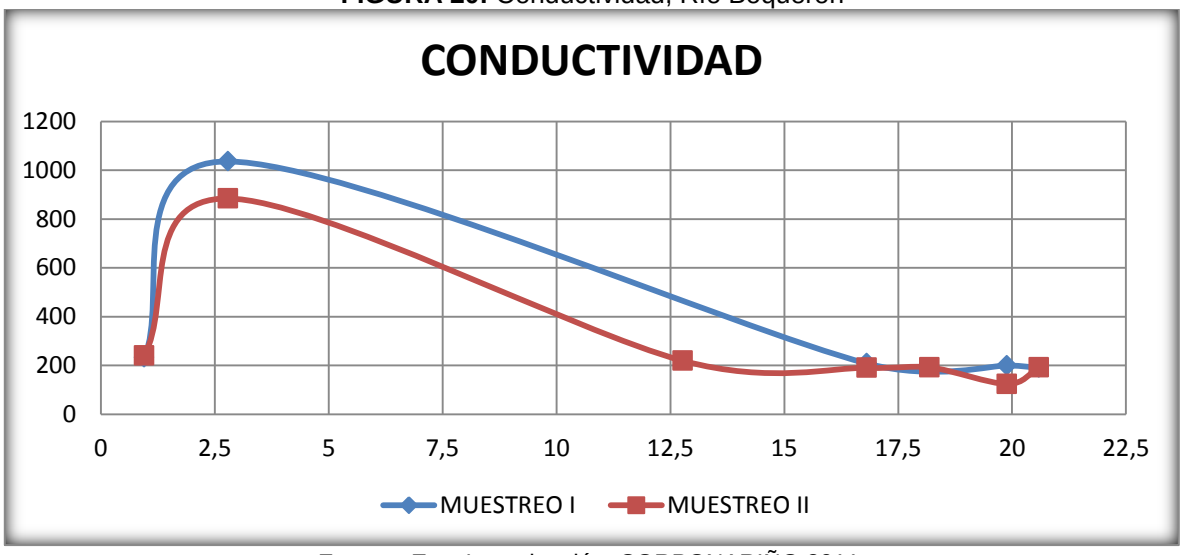


Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

A partir de los resultados de laboratorio, se observa un comportamiento de pH que se mantiene entre los valores de 7,2 y 7,56, valores que permiten definir que la fuente se puede determinar cómo básica, de esta manera los metales alcalinos se precipitan y la tolerancia de las especies acuáticas es relativamente buena, por tratarse de agua receptora de vertimientos domésticos especialmente.

7.7.2 Conductividad: La conductividad evalúa la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica, es una medida indirecta la cantidad de iones en solución (fundamentalmente cloruro, nitrato, sulfato, fosfato, sodio, magnesio y calcio). La conductividad en los cuerpos de agua dulce se encuentra primariamente determinada por la geología del área a través de la cual fluye el agua (cuenca). Por ejemplo, aguas que corren en sustrato graníticos tienden a tener menor conductividad, ya que ese sustrato está compuesto por materiales que no se ionizan. Descargas de aguas residuales suelen aumentar la conductividad debido al aumento de la concentración de Cl-, NO_3 – y SO_4 -2, u otros iones.

FIGURA 20: Conductividad, Río Boquerón



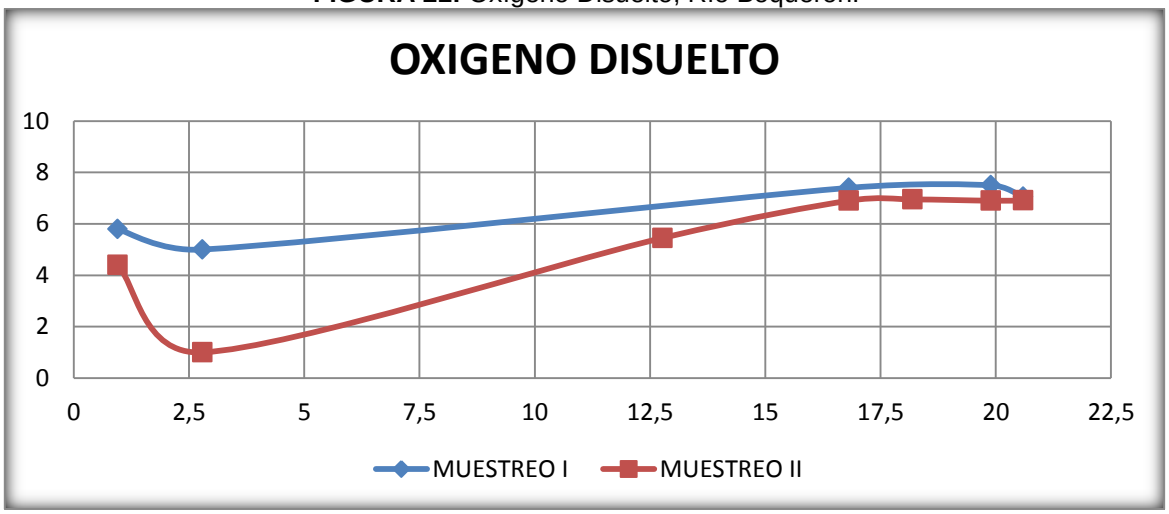
Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

En general se presentan valores de conductividad elevados, indicando un máximo de 1036 us/cm, debido a un incremento en la concentración de iones posiblemente por el aporte de aguas residuales en el punto de la descarga del colector norte del municipio de Ipiales.

7.7.3 Oxígeno Disuelto: Todo líquido absorbe oxígeno hasta que la presión parcial de oxígeno existente tanto en dicho líquido como en la fase gaseosa en contacto con éste alcance un equilibrio. La concentración actual de oxígeno depende de un número de factores, tales como temperatura, presión atmosférica, consumo de oxígeno ocasionado por la biodegradación de microorganismos o la producción de oxígeno por algas. La concentración de oxígeno juega un papel decisivo en:

- Las condiciones de vida de los peces y microorganismos en las aguas.
- Los procesos de degradación en el tratamiento de aguas residuales.
- Los procesos de corrosión en tuberías.

FIGURA 21: Oxígeno Disuelto, Río Boquerón.



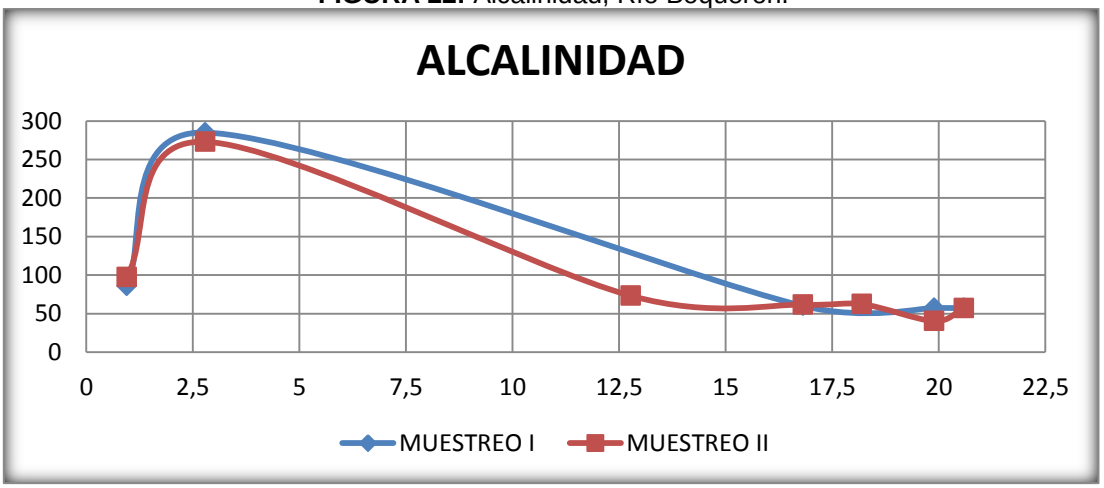
Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

El oxígeno disuelto en la fuente presenta características aceptables, a pesar de tratarse de una fuente receptora de vertimientos, esta fuente puede dar soporte a la vida vegetal y animal, estos resultados entre valores de 5,8 y 7,6 mg O2/ L puede ser el resultado de la aireación del agua que ha caído sobre saltos o rápidos.

7.7.4 Alcalinidad: La alcalinidad en el agua se expresa como la concentración equivalente de iones hidroxilo, en mg/l, o como la cantidad equivalente de $CaCO_3$, en mg/l. La alcalinidad, entendida como la concentración de metales alcalinotérreos, tiene importancia en la determinación de la calidad del agua para riego y es, además, un factor importante en la interpretación y el control de procesos de purificación de aguas residuales.

Puesto que la alcalinidad es una función directa "del sistema carbonato" en la muestra, los valores de alcalinidad obtenidos "in situ" suelen diferir de los obtenidos en laboratorio sobre muestras que han sido transportadas, debido a que estas pueden absorber o desprender CO_2 antes de la medición en el laboratorio.

FIGURA 22: Alcalinidad, Río Boquerón.

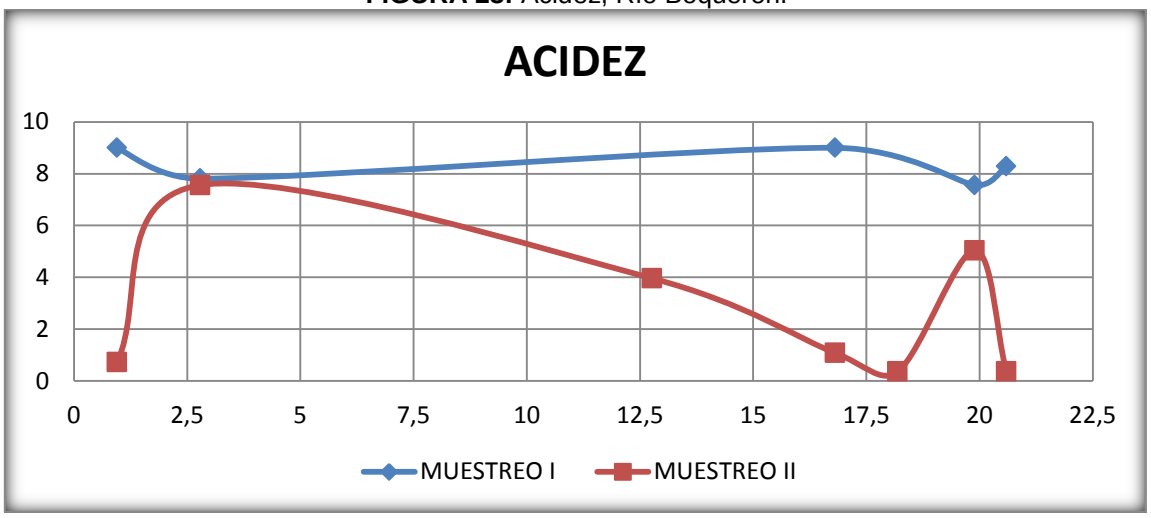


Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

Estos valores reflejados en la gráfica muestran que la fuente tiene una alta capacidad para mantener procesos biológicos con valores de pH cercanos a la neutralidad y una productividad sostenida y duradera, el pico representa el valor máximo de 285 mg $CaCO_3$/L destacando que este punto corresponde al muestreado después de la descarga del colector norte de Ipiales.

7.7.5 Acidez: La medición de la acidez tiene por objeto "cuantificar las sustancias acidas presentes en un determinado cuerpo de agua o en un residuo líquido". Este dato es importante debido a que las sustancias ácidas presentes en el agua, incrementan su corrosividad e interfieren en la capacidad de reacción de muchas sustancias y procesos al interior de los sistemas acuosos. Así la cuantificación de las sustancias ácidas es útil y necesaria, por cuanto permite su posterior neutralización y, en general, la adecuación del agua para un determinado fin.

FIGURA 23: Acidez, Río Boquerón.



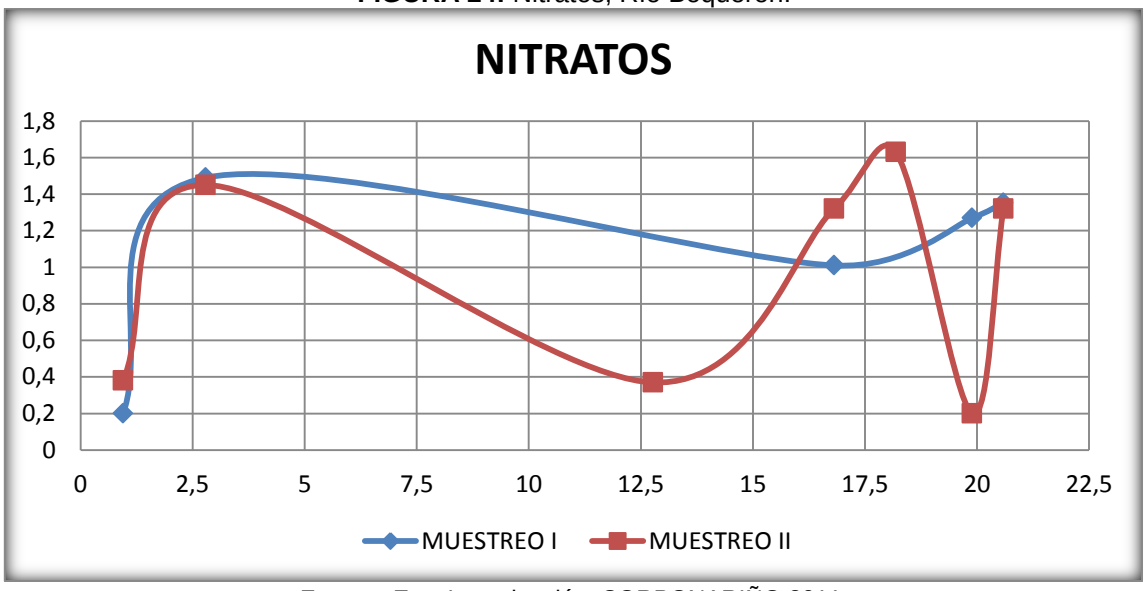
Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

Los datos de acidez reportan valores que se relacionan directamente con los valores de alcalinidad, en general son valores bajos lo que representa la presencia de acidez debida al dióxido de carbono (CO_2) gaseoso libre.

7.7.6 Nitratos: Los nitratos constituyen la especie nitrogenada más abundante y de mayor interés en todos los cuerpos de aguas naturales. Los nitratos suelen hallarse en aguas naturales en concentraciones traza o de unos pocos ppms, mientras que en aguas residuales domésticas y agrícolas pueden alcanzar niveles relativamente altos.

Por otra parte, los nitratos, así como los fosfatos, constituyen parte de los nutrientes esenciales para muchos organismos autótrofos o fotosintéticos y en este sentido, su presencia en el agua, puede ocasionar fenómenos de eutrificación en ríos y lagos. La eutrificación es el crecimiento desmedido de algunas especies vegetales (como buchón de agua) que cubren con un manto vegetal la superficie del agua, impidiendo de esta forma su oxigenación natural.

FIGURA 24: Nitratos, Río Boquerón.

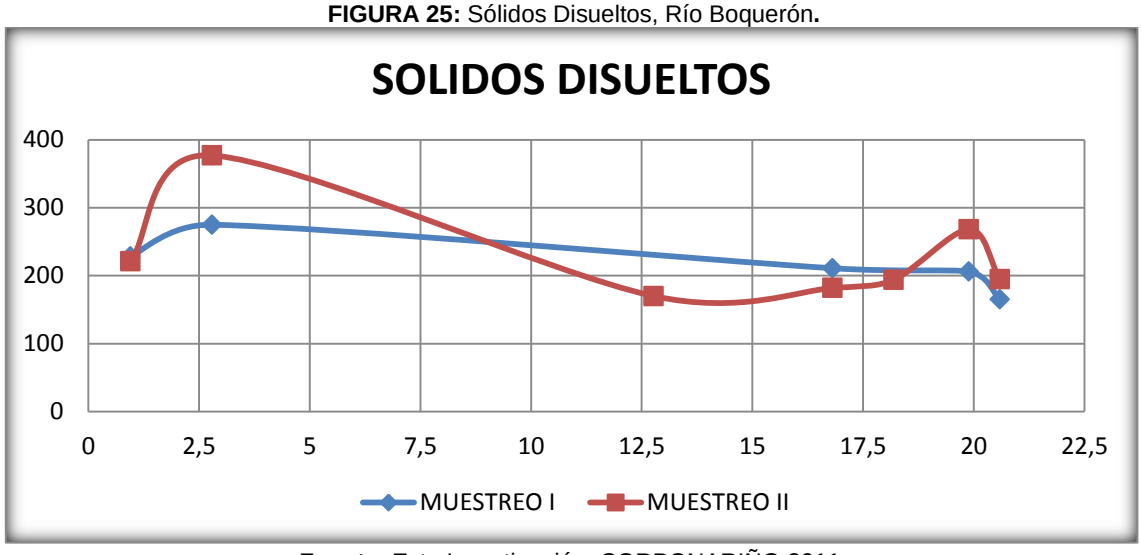


Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

Los resultados permiten observar que los valores de nitratos son relativamente bajos con un valor mínimo de 0,2 mg N-NO_3/L y un valor máximo de 1,55 mg N-NO_3/L, esto se da por una buena calidad del agua de la corriente principal del Río Boquerón.

7.7.7 Sólidos Disueltos: Los sólidos disueltos totales miden específicamente el total de residuos sólidos filtrables (sales y residuos orgánicos) a través de una membrana con poros de 2.0µm (o más pequeños). Los sólidos disueltos pueden afectar adversamente la calidad de un cuerpo de agua o un efluente de varias formas. Aguas para el consumo humano, con un alto contenido de sólidos disueltos, son por lo general de mal agrado para el paladar y pueden inducir una reacción fisiológica adversa en el consumidor.

FIGURA 25: Sólidos Disueltos, Río Boquerón**.**

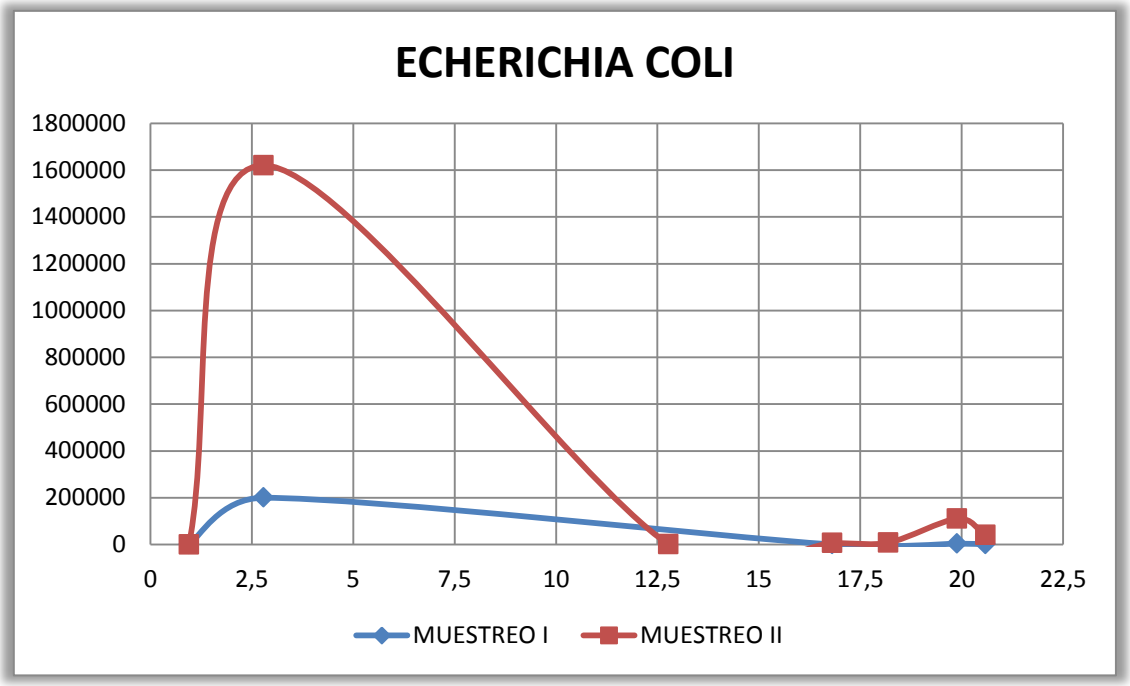


Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

En general los valores son concordantes en los diferentes puntos de muestreo entre los cuales se destaca el valor máximo de 275 mg/l, este posee un valor más elevado por tratarse de agua que ha recibido en su trayectoria los vertimientos del colector de agua domestica del municipio de Ipiales. Aguas abajo el comportamiento va decreciendo hasta la desembocadura de la corriente.

Coliformes Fecales – Echerichia Coli: son bacterias consideradas patógenas por lo cual son indicadores de contaminación antrópica o humana en cuerpos hídricos. Pertenece al género de Coliformes más representativos de las fuentes de contaminación fecal.

FIGURA 26: **Echerichia Coli, Río Boquerón.**



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

Considerando que la Echerichia Coli hace parte del grupo de Coliformes Totales, el comportamiento entre estos dos parámetros es muy similares entre si, por lo cual se puede analizar o deducir el mismo comportamiento.

Los valores presentes en el río no son altos ya que el tipo de vertimiento directo predominante sobre su cauce principal es de origen doméstico, el pico de la grafica indica alta presencia en la cantidad de E-Coli para el vertimiento del colector norte de Ipiales.

7.7.8 Indicadores de Calidad del Agua

CUADRO 46: Resultados DBO y DQO

Punto	DBO (**mg O2/ L**)	DQO (**mg O2/ L**)
Punto de Inicio en Totoral	6,9	44,4
Sobre Totoral después colector de Ipiales	253	742
Sobre Boquerón después unión Doña Juana	7,65	40,1
Sobre Boquerón antes unión Cutipaz	7,46	34,8
Sobre Boquerón antes unión Guaitara	7,39	35,8

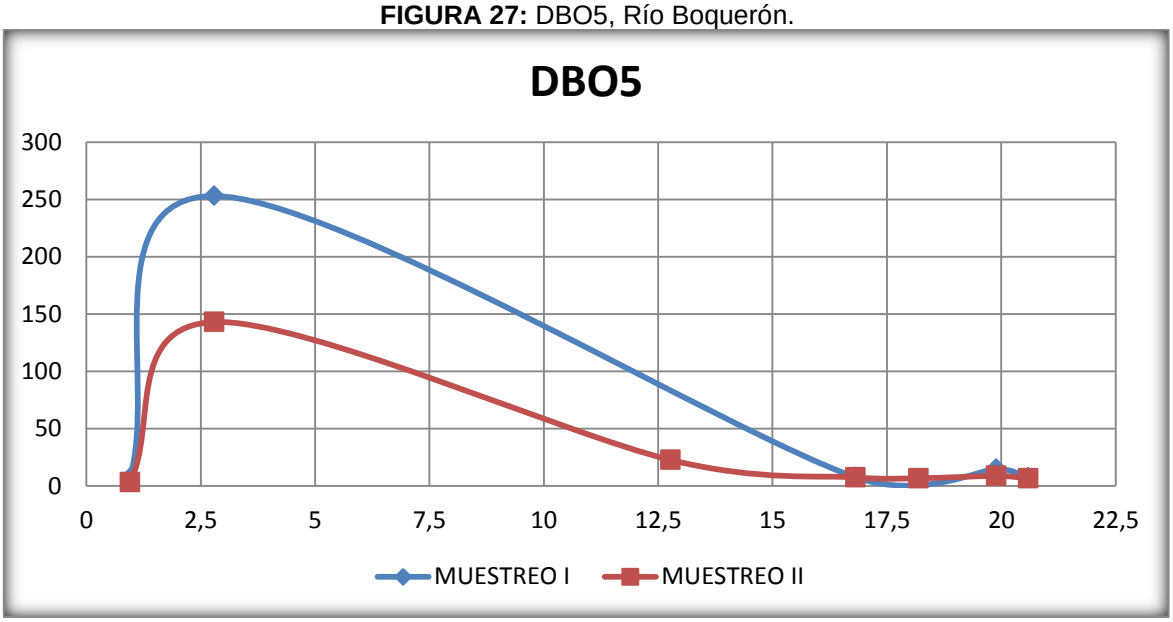
Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

7.7.8.1 Demanda bioquímica de oxigeno ($DBO_{5,\ 20°C}$): La demanda bioquímica de oxígeno es una prueba usada para la determinación de los requerimientos de oxígeno para la degradación bioquímica de la materia orgánica en las aguas municipales, industriales y en general residuales; su aplicación permite calcular los efectos de las descargas de los efluentes domésticos e industriales sobre la calidad de las aguas de los cuerpos receptores. Los datos de la prueba de la DBO se utilizan en ingeniería para diseñar las plantas de tratamiento de aguas residuales.

La prueba de la DBO es un procedimiento experimental, tipo bioensayo, que mide el oxígeno requerido por los organismos en sus procesos metabólicos al consumir la materia orgánica presente en las aguas residuales o naturales. Las condiciones estándar del ensayo incluyen incubación en la oscuridad a 20ºC por un tiempo determinado, generalmente cinco días. Las condiciones naturales de temperatura, población biológica, movimiento del agua, luz solar y la concentración de oxígeno no pueden ser reproducidas en el laboratorio. Los resultados obtenidos deben tomar en cuenta los factores anteriores para lograr una adecuada interpretación.

Las muestras de agua residual o una dilución conveniente de las mismas, se incuban por cinco días a 20ºC en la oscuridad. La disminución de la concentración de oxígeno disuelto (OD), medida por el método Winkler o una modificación del mismo, durante el periodo de incubación, produce una medida de la DBO.

FIGURA 27: DBO5, Río Boquerón.



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

Se observa claramente una descarga de agua residual sobre la corriente principal a una distancia de 2,73 km del inicio de esta, los demás puntos indican baja concentración de materia orgánica biodegradable. Este comportamiento se presenta debido a que los vertimientos se localizan en las fuentes abastecedoras del cauce principal, por lo tanto la inclinación de recuperación debe focalizarse hacia estas fuentes.

7.7.8.2 Demanda Química de Oxigeno ($DQO_{5,\ 20°C}$): Desde el punto d vista ambiental, la DBO es una medida aproximada del contenido total de materia orgánica presente en una muestra de agua. Esta materia orgánica en condiciones naturales puede ser biodegradada lentamente (esto es oxidada) a CO_2 y H_2O mediante un proceso lento que puede tardar, desde unos pocos días hasta unos cuantos millones de años, dependiendo del tipo de materia orgánica presente y de las condiciones de la biodegradación.

En las pruebas de DQO se acelera artificialmente el proceso de biodegradación que realizan los microorganismos, mediante un proceso de oxidación forzada, utilizando oxidantes químicos y métodos debidamente estandarizados, que tienen por objeto garantizar la reproducibilidad y comparabilidad de las mediciones.

FIGURA 28: DQO5, Río Boquerón



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

La carga orgánica presente en la fuente se centra en el punto sobre el cual como ya hemos tratado en parámetros anteriormente descritos corresponde a la descarga del colector de Ipiales sobre la parte inicial de la corriente de estudio en la quebrada Totoral, se reflejan valores mínimos que representan que las características de la fuente se define como un agua apta para diferentes usos, priorizando por condiciones de la comunidad en este caso para el uso agrícola.

7.8 INDICE DE CALIDAD (ICA): Este índice es ampliamente utilizado entre todos los índices de calidad de agua existentes siendo diseñado en 1970, y puede ser utilizado para medir los cambios en la calidad del agua en tramos particulares de los ríos a través del tiempo, comparando la calidad del agua de diferentes tramos del mismo río además de compararlo con la calidad de agua de diferentes ríos alrededor del mundo. Los resultados pueden ser utilizados para determinar si un tramo particular de dicho río es saludable o no.

Para la determinación del "ICA" interviene 9 parámetros, 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 (mg/L)
- ✓ Fosforo
- ✓ Cambio de la Temperatura (en ºC)
- ✓ Turbidez (en FAU/NTU)
- ✓ Sólidos disueltos totales (en mg/ L)
- ✓ Oxígeno disuelto (OD en % saturación)

El "ICA" adopta para condiciones óptimas un valor máximo determinado de 100, que va disminuyendo con el aumento de la contaminación el curso de agua en estudio. Posteriormente al cálculo el índice de calidad de agua de tipo "General" se clasifica la calidad del agua con base a la siguiente tabla:

CUADRO 47: CLASIFICACION DEL "ICA"

ICA		
VALOR	**CALIDAD DEL AGUA**	**COLOR**
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 la vida acuática. Además, el agua también sería conveniente para todas las formas de contacto directo con ella.

- 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.

- Las aguas con un "ICA" de categoría "Mala" pueden solamente apoyar una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando probablemente problemas con la contaminación.

- Las aguas con un "ICA" que caen en categoría "Pésima" pueden solamente poder 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, tal como natación.

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: Coliformes Fecales, pH, (DBO5), Nitratos, Fosfatos, Cambio de la Temperatura, Turbidez, Sólidos disueltos Totales, Oxígeno disuelto. 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:

CUADRO 48: Pesos Relativos por Cada Parámetro "ICA"

PARAMETRO	PESO W_i
PH	0,12
SOLIDOS TOTALES	0,08
FOSFORO TOTAL	0,10
NITROGENO NTK	0,10
OXIGENO DISUELTO	0,17
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	0,10
COLIFORMES FECALES	0,15
TURBIEDAD	0,08
TEMPERATURA	0,10

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:

$$\mathbf{ICAa} = \sum_{\mathbf{i=1}}^{\mathbf{9}} (\mathbf{Subi} * \mathbf{Wi}) \quad \textbf{(1)}$$

$$\mathbf{ICAm} = \prod_{\mathbf{i=1}}^{\mathbf{9}} (\mathbf{Subi}^{\mathbf{Wi}}) \quad \textbf{(2)}$$

Dónde:

- ✓ **W_i**: 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.
- ✓
- ✓ **Sub_i**: Subíndice del parámetro i.

El cálculo de los "ICA" se realizó mediante técnicas multiplicativas, es superior a las aritméticas, es decir 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.

Para determinar el valor del "ICA" es necesario sustituir los datos en la ecuación 2 obteniendo los Sub_i a partir del análisis de gráficas, dicho valor se eleva por sus respectivos W_i de la Tabla XX y se multiplican los 9 resultados obteniendo de esta manera el "ICA".

Los resultados de "ICA" para el presente estudio se resumen a continuación en la siguiente tabla, estos resultado permitirán analizar el Índice de Calidad de cada uno de los puntos de muestreo y a su vez la calidad por cada una de las zonas identificadas en la corriente principal del Río Boquerón.

CUADRO 49: Resultados Índice de Calidad Cauce Principal.

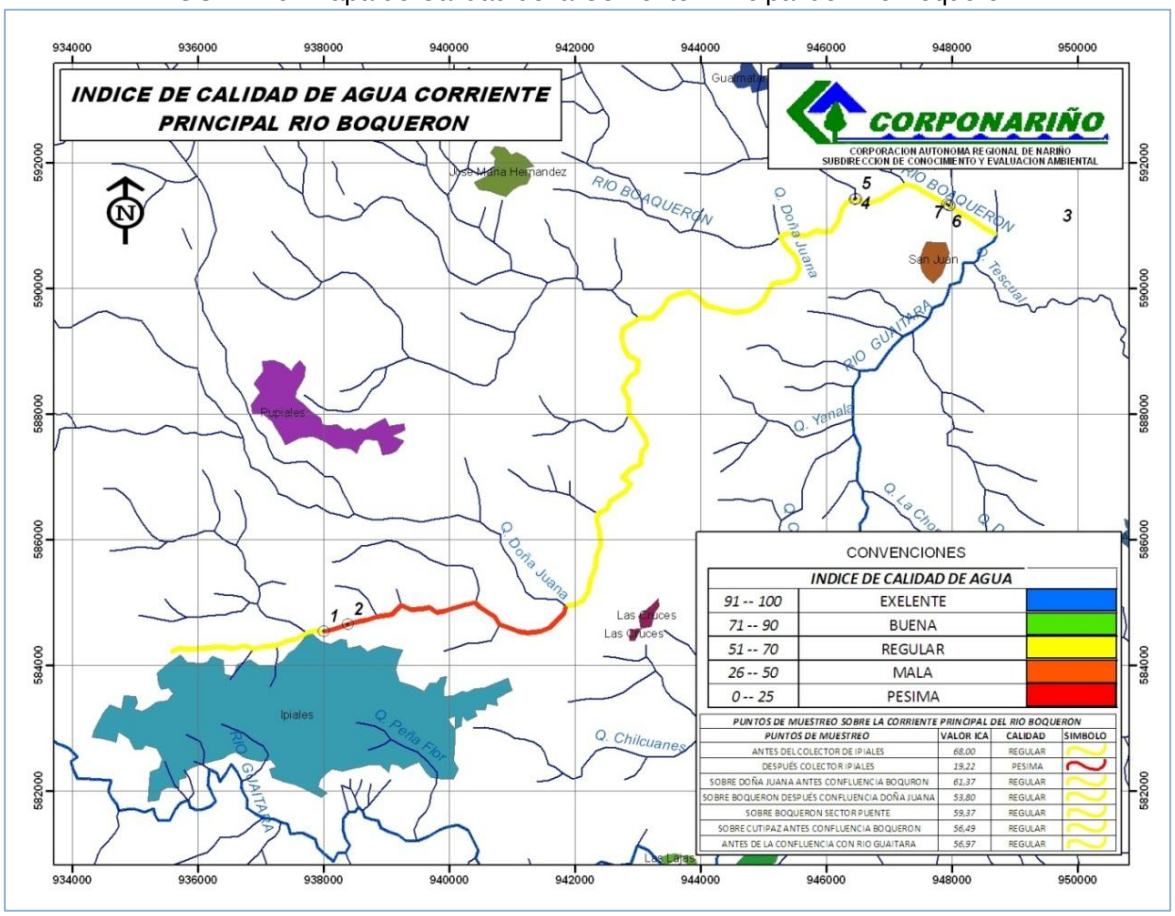
PUNTO DE MUESTREO	VALOR DEL ICA	CALIDAD	CLASIFICACION DE COLOR
Punto Inicial En Totoral	68	REGULAR	
Después Colector Norte Ipiales	19,22	PESIMA	

Quebrada Doña Juana	61,37	REGULAR	
Río Boquerón Después Confluencia Doña Juana	53,8	REGULAR	
Quebrada Cutipaz	56,49	REGULAR	
Río Boquerón Antes Confluencia Cutipaz	59,33	REGULAR	
Río Boquerón Antes Confluencia Río Guaitara	56,97	REGULAR	

Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

El resultado de la relación de los nueve parámetros involucrados para el cálculo del ICA, permite a partir de los resultados interpretar un nivel de contaminación REGULAR, esto se interpreta que en las zonas altas de la corriente del Río Boquerón, se tiene generalmente menos diversidad de organismos acuáticos y un aumento con frecuencia para el crecimiento de las algas.

FIGURA 29: Mapa de Calidad de la Corriente Principal del Río Boquerón.



FUENTE: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

En la figura anterior se observa que la calidad en el tramo inicial de la corriente es de PESIMA calidad, pero por condiciones de dilución por el aporte de la quebrada Doña Juana este presenta un cambio inmediato a calidad REGULAR, este comportamiento se da por tratarse de una corriente con una cantidad de aportes de quebradas sin contaminación con un alto caudal que ayudad a la asimilación de contaminantes.

En el caso del ICA (Índice de Calidad) para el segundo punto de muestreo que se identifica en un sector después de la descarga del colector del municipio de Ipiales, este valor es bajo lo que representa una calidad PESIMA, lo que se puede interpretar que en la zona se desarrolla un número limitado de formas de vida acuática.

En el punto sobre la Quebrada Doña Juana, uno de los afluentes del Río Boquerón se observa claramente una calidad de agua REGULAR según la tabla de colores del ICA, este valor se determinó a partir de los resultados del muestreo en la quebrada, justo unos metros antes de la confluencia con del Río Boquerón, ese valor de 56,15 permite relacionar que este afluente trae la carga de los vertimientos del municipio de Pupiales.

El punto después de la confluencia de la Quebrada Doña Juana, se clasifica en un ICA REGULAR, en este punto se identifica que no se ha dado una asimilación de la carga de contaminación de la quebrada, los valores son similares entre 56,15 y 53,8. Lo que representa que las condiciones del Río Boquerón son equilibrados en la mayor parte de su recorrido.

La quebrada Cutipaz por ser receptora de los vertimientos del municipio de Contadero, presenta un ICA en escala de REGULAR condición de la fuente, esto quiere decir que la contaminación es alta y no se puede dar un uso al recurso bajo estas condiciones.

El punto de muestreo realizado antes de la confluencia del Río Boquerón la Quebrada Cutipaz, presenta condiciones REGULAR de ICA en este punto el cauce viene de un recorrido amplio por zonas encañonadas con suficiente aireación para asimilación de las cargas de las quebradas afluentes del cauce principal.

El punto antes de la unión con el Río Guaitara, se da en condiciones de REGULAR calidad, en la parte final del recorrido del Río Boquerón se recibe entradas de quebradas con vertimientos municipales, por esta condición la calidad no se da en diferentes condiciones, un valor de 51 presenta una asimilación de contaminación aceptable de la fuente.

Los valores calculados permitirán realizan una comparación de la fuente con otras fuentes, esto con la finalidad de determinar con mayor exactitud los diferentes usos del recurso en las diferentes zonas del cauce principal del Río Boquerón.

7.9 EVALUACION CALIDAD AFLUENTES NATURALES

7.9.1 Muestreo Sobre Afluentes Naturales: En la primera jornada de muestreo además se realizó caracterización a fuentes abastecedoras de la corriente principal, específicamente en la quebrada Doña Juana y Boquerón en su nacimiento, los resultados de la jornada se ilustran en el cuadro 20 a continuación.

CUADRO 50: Identificación y Ubicación Afluentes.

NOMBRE DEL PUNTO	LETRA	COORDENADAS		
		E	N	H
Sobre Doña Juana antes unión Boquerón.	**F**	946409	591488	2556
Origen Boquerón.	**G**	941247	599105	3203
Sobre Doña Juana antes Vto. Pupiales.	**H**	936450	588844	2922

Sobre Cutipaz antes unión a Boquerón.	**I**	947995	591478	2472
Sobre Doña Juana después vto. Pupiales.	**J**	939062	586343	2847

Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

CUADRO 51: RESULTADOS PRIMERA JORNADA DE MUESTREO SOBRE AFLUENTES NATURALES

PARAMETROS	UNIDADES	PUNTOS SOBRE CORRIENTES				
		F	G	H	I	J
PH	PH	7,56	7,52	7,23	7,42	7,2
CONDUCTIVIDAD	us/cm	85	125	202	200	193
SOLIDOS TOTALES	mg/l	152	177	245	224	251
SOLIDOS DISUELTOS	mg/l	147	171	212	206	213
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/l	2	2	33	18	38
SOLIDOS SUSPENDIDOS VOLATILES	mg/l	1	ND	17	5,5	8
ACIDEZ	mg CaCO3/ L	4,32	5,4	15,5	7,56	9,36
ALCALINIDAD TOTAL	mg CaCO3/ L	22	46	70,7	57,4	49,4
NITRATOS	mg N-NO3/ L	0,96	0,773	0,4	1,27	3,12
AMONIO	mg N-NH4/ L	1	1	1,66	1	1
FOSFORO TOTAL	mg PO4/ L	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
NITROGENO NTK	mg N / L	0,28	0,22	3,09	0,78	0,76
CROMO HEXAVALENTE	mg Cr +6/ L	0,02	0,04	0,08	0,03	0,03
OXIGENO DISUELTO	mg O2/ L	7,5	8,2	4,35	7,5	7,5
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg O2/ L	1	4,62	27,5	14,9	5,83
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO BR	mg O2/ L	20,3	25,1	65,2	27,3	30,5
GRASAS Y ACEITES	mg/L	8,92	9,03	11,2	7,71	6,14
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	12000	8500	93000	9000	9000
ECHERICHIA COLI	UFC/100ml	400	350	53200	1000	5000

Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

Para el caso de los resultados de laboratorio, de igual manera que la fuente principal, estos se han identificado con letras, esto con la opción de obtener mejor identificación de los mismos en los resultados de laboratorio.

Una de las características principales de las corrientes abastecedoras del Río Boquerón, se centralizan en que estas fuentes son receptoras de vertimientos municipales en varios puntos, por esta condición tal como se observa en el cuadro No 21, la cantidad de solidos totales en ellas es alto, el análisis de los resultados determina que la contaminación de las fuentes es representativo, y los parámetros se relacionan con la calidad de las fuentes por sus características.

7.9.2 ESTIMACION Y CÁLCULO DE CARGAS AFLUENTES A LA CORRIENTE PRINCIPAL: Como parte de la gestión orientada a la prevención, reducción y control de la contaminación, se estableció para el análisis de los resultados del presente estudio aplicar un procedimiento de trabajo, orientado a la realización de una evaluación aproximada de la carga contaminante que aportan los diferentes puntos identificados en el perfil de modelación a la corriente principal del Río Boquerón, esto con el propósito fundamental de diagnosticar el estado actual de la problemática de la cuenca, haciendo énfasis en aquellas corrientes de mayor impacto ambiental, atendiendo a sus características socioeconómicas y ambientales.

La ejecución de la evaluación aproximada de la carga contaminante que aportan las principales fuentes de contaminación identificadas en el inventario, se desarrolló a partir de los resultados de los muestreos en los diferentes puntos sobre la corriente, existen puntos sobre los cuales no se realizó como tal un muestreo en las jornadas de campo para estos teniendo en cuenta las características del tipo entrada a la fuente se realizó el cálculo de la concentración y posteriormente la obtención de la carga contaminante en toneladas/año en parámetros como: Solidos totales, Solidos disueltos, Solidos suspendidos, Alcalinidad total, Nitratos, Amonio, Fosforo total, Nitrógeno NTK, Oxígeno disuelto, DBO y DQO.

El calculó de cargas contaminantes incluye la posibilidad de evaluar de forma sistemática, las tendencias en la calidad del recurso hídrico, como resultado de la aplicación de un conjunto de alternativas de solución dirigidas a mitigar los efectos causados por el vertimiento de aguas residuales hacia diversos cuerpos receptores afluentes de la corriente principal y directamente sobre esta. A continuación se resume en el cuadro 22 el cálculo de las cargas contaminantes:

CUADRO 52: Calculo de Cargas Contaminantes Escenario Actual.

PARAMETROS	UNIDADES	CALCULO DE CARGAS EN TON/AÑO								
		Colector Norte	Quebrada José María H	Quebrada Doña Juana	Quebrada Boquerón	Quebrada Pilispi	Quebrada Boyacá	Nacimiento	Quebrada Cutipaz	Antes Unión Guaitara
SOLIDOS TOTALES	**Ton/año**	300,29	4438,6	689,61	2772,20	1651,2	1092,8	385,90	1574,6	10222
SOLIDOS DISUELTOS	**Ton/año**	75,07	4457,1	439,08	2387,49	1345,9	890,78	387,51	1448,0	9019,6
SOLIDOS SUSPENDIDOS	**Ton/año**	225,22	1366,8	249,76	384,71	305,27	202,03	118,84	126,53	1202,6
ALCALINIDAD TOTAL	**Ton CaCO3/año**	318,02	1073,4	189,06	678,91	432,93	286,52	93,33	403,49	3137,7
NITRATOS	**Ton N-NO3/año**	2,06	25,63	0,96	11,43	11,31	7,48	2,23	8,93	73,91
AMONIO	**Ton N-NH4/año**	46,32	6,69	6,59	3,85	2,57	1,70	0,58	2,81	21,87
FOSFORO TOTAL	**Ton PO4/año**	0,80	9,29	1,29	5,66	3,47	2,30	0,81	3,51	27,33
NITROGENO NTK	**Ton N/año**	64,44	333,92	2,01	3,96	2,43	1,61	29,03	5,48	41,55

OXIGENO DISUELTO	**Ton O2/año**	1,28	130,00	14,08	83,73	48,22	31,91	11,30	52,72	385,38
DBO	**Ton O2/año**	393,10	37,14	58,63	86,56	46,35	30,67	3,23	104,74	403,97
DQO	**Ton O2/año**	1114,2	265,57	117,52	453,74	170,67	112,95	23,09	191,90	1956,9

Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

El cálculo de las cargas contaminantes se realizó para aquellos puntos que se reflejan en los perfiles de modelación, los cuales hacen parte de las entradas más significativas al cauce principal. Para el este procedimiento a partir de los resultados de laboratorio de algunos parámetros se expresó la carga en unidades de toneladas – año, existían algunas corrientes las cuales no se monitorearon en las jornadas de campo por esta razón se realiza el cálculo de las cargas a partir de valores de concentración obtenidos a partir de la relación para el caso de vertimientos de caudal, población y consumo, para el caso de fuentes naturales se asume las concentraciones con valores aproximados de las características físicas de estas.

7.10 MODELO DE SIMULACION DE CALIDAD DEL RIO BOQUERON (QUAL2K)

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.

7.10.1 INSUMOS:

Para llevar a cabo la modelación de la fuente superficial, se seleccionó a partir de los criterios del equipo técnico realizarlo con el Modelo Qual2K, para realizar la modelación es necesario contar con información básica para la modelación contempladas dentro del software entre los que se encuentran:

- Morfología cauce principal: permite clasificar al río de acuerdo a su forma durante su trayectoria en; rectilíneos, meandriformes o trenzados.

- Perfil del Río: determina la forma del rio en toda su trayectoria.

- Curva de Permanencia: a partir de información de estaciones Información acerca de la disponibilidad de información limnimetrica o limnigráfica del tramo a modelar.

- Descripción del uso de suelos en la cuenca aferente al tramo de estudio: con la finalidad de conocer en detalle el uso del suelo en las rondas del río.

- Perfil de Modelación (Detallada y Simplificada): entrega una descripción de las entradas y salidas ubicadas en la corriente principal y sus afluentes más importantes.

- Hidráulica de la corriente: a partir de una o más pruebas de trazadores por tramo de rio a modelar considerando las diferencias en la morfología y pendientes en el cauce. Simultáneamente con la prueba de trazadores un levantamiento de un perfil transversal del tramo en el cual se realizó la prueba de trazadores indicando el nivel del agua y el caudal de la prueba.

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 oxigeno disuelto, demanda bioquímica de oxigeno, 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 económica 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 del 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[10].

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.

- 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

[10] 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.

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 nutrientes 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[11]

[11] 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.

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 30.

- 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 31.

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:

$$\tau_k = \frac{V_k}{Q_k} \qquad t_{t,j} = \sum_{k=1}^{j} \tau_k$$

Donde,

ζ_k =Tiempo de Residencia de cada elemento; V_k =Volumen de Cada Elemento (m^3); Q_k=Caudal en cada elemento (m^3/s); $t_{t,j}$ = Tiempo de Viaje de la Corriente (d).

FIGURA 30: Configuración de Corrientes Hídricas Superficiales.

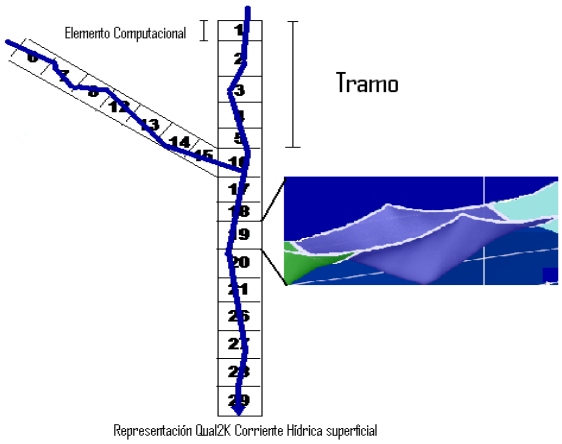
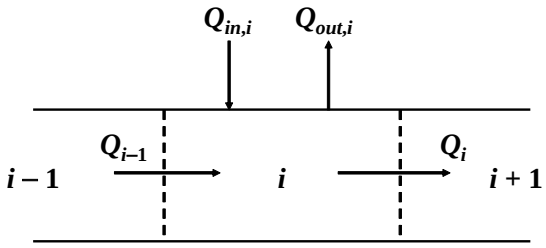


FIGURA 31: Esquema de Balance de Flujo.



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 la quebrada Miraflores dentro de la zona urbana. Las principales ecuaciones que rigen este comportamiento hidráulico son:

Curvas de Relación

$$U = aQ^b$$

$$H = \alpha Q^{\beta}$$

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:

$$Q = \frac{S_0^{1/2}}{n}\frac{A_c^{5/3}}{P^{2/3}}$$

$$A_c = \left[B_0 + 0.5(s_{s1} + s_{s2})H\right]H$$

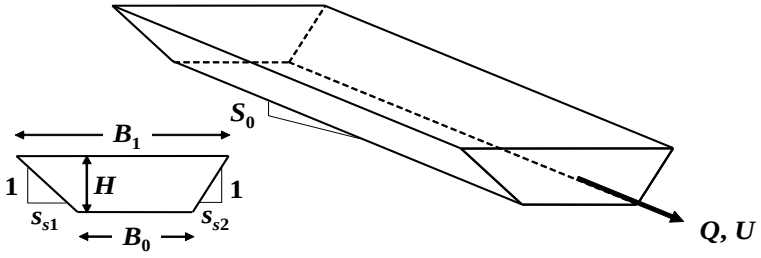
$$P = B_0 + H\sqrt{s_{s1}^2 + 1} + H\sqrt{s_{s2}^2 + 1}$$

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 32.

FIGURA 32: 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:

$$E_{p,i} = 0.011 \frac{U_i^2 B_i^2}{H_i U_i^*}$$

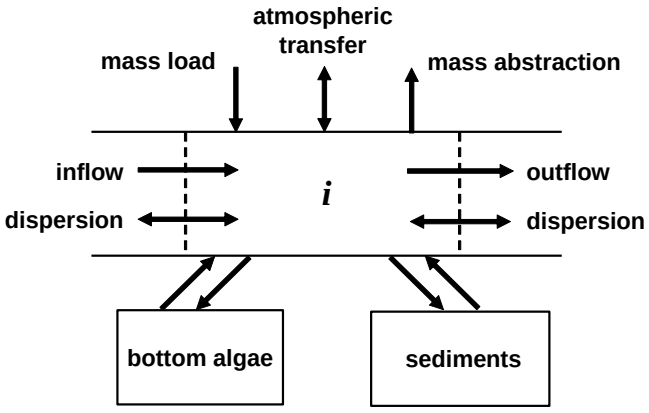
La cual fue desarrollada por Fisher en 1979, en donde:

$E_{p,i}$ = 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 33.

FIGURA 33: 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:

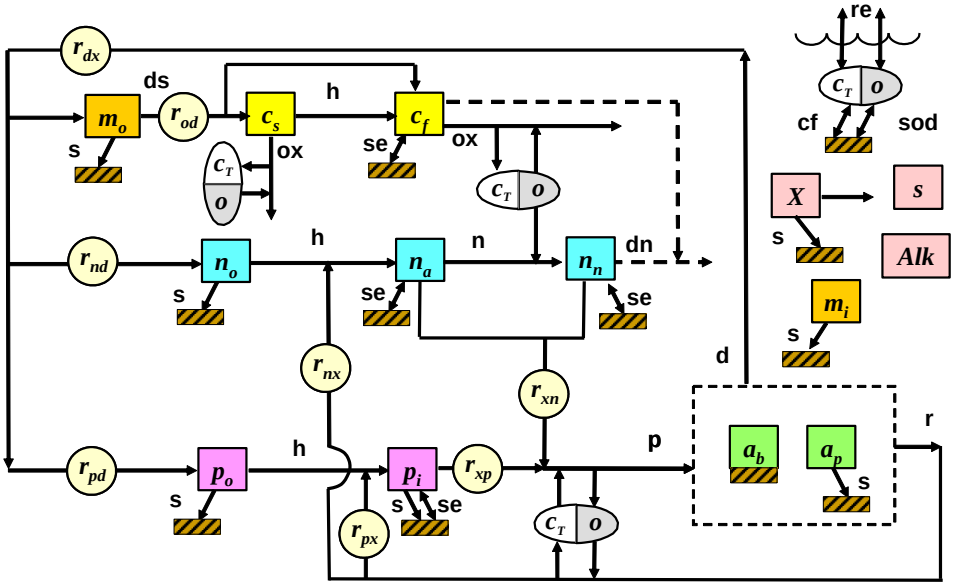
$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial (A_x D_L \partial C / \partial x)}{A_x \partial x} - \frac{\partial (A_x u C)}{A_x \partial x} + \frac{dC}{dt} + \frac{Si}{V}$$

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 34, en el esquema se puede apreciar los diferentes procesos asociados a la materia Orgánica, el ciclo del nitrógeno y fósforo principalmente[12] .

FIGURA 34: Procesos de Transferencia de Masa y Modelos Cinéticos



[12] 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.

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

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.

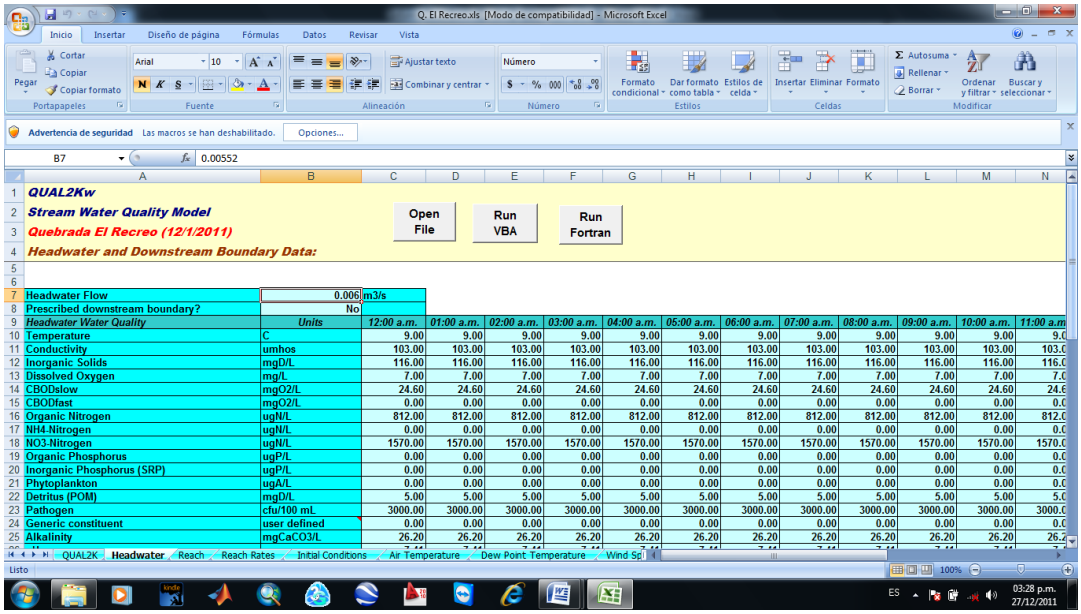
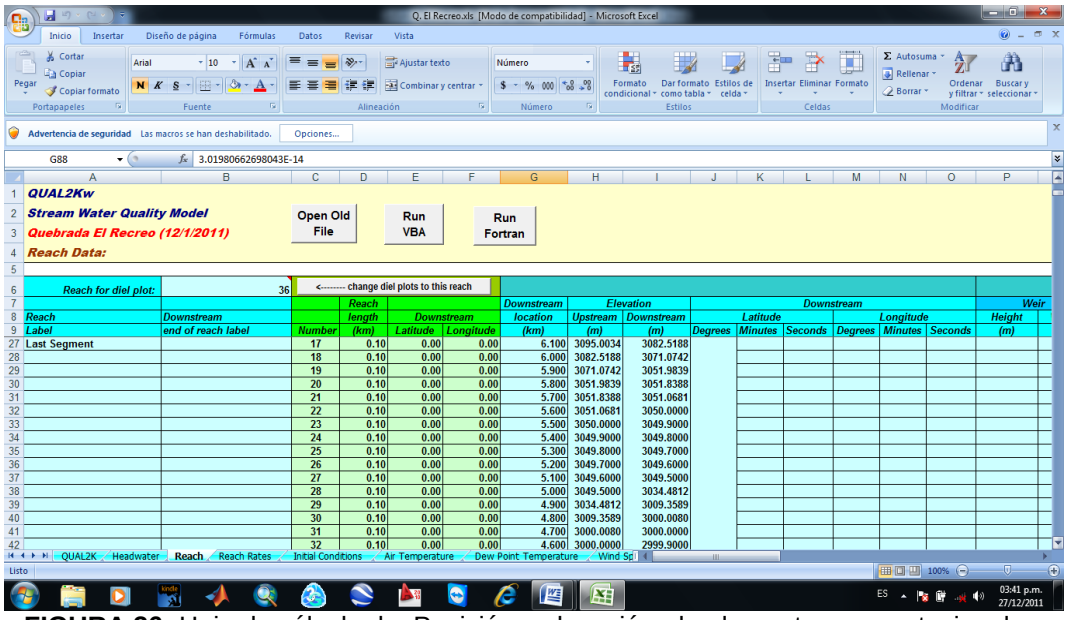


FIGURA 35: Hoja de cálculo condiciones fisicoquímicas y microbiológicas iniciales.

Características físicas e hidráulicas de la corriente.

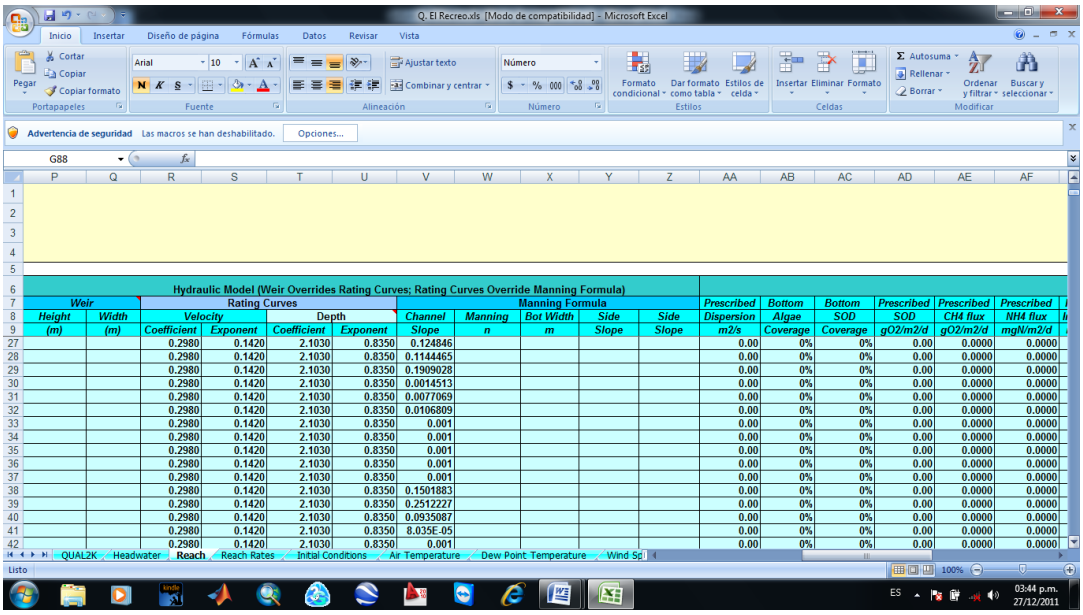
Dentro de este ítem se contempla la incorporación de información relacionada con la determinación de tramos, longitud y cota de los diferentes elementos computacionales,

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.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	QUAL2Kw															
2	Stream Water Quality Model		Open Old File		Run VBA		Run Fortran									
3	Quebrada El Recreo (12/1/2011)															
4	Reach Data:															
6	Reach for diel plot:	36	<---------- change diel plots to this reach													
7				Reach				Downstream	Elevation		Downstream					Weir
8	Reach	Downstream		length	Downstream			location	Upstream	Downstream	Latitude			Longitude		Height
9	Label	end of reach label	Number	(km)	Latitude	Longitude		(km)	(m)	(m)	Degrees	Minutes	Seconds	Degrees	Minutes	Seconds	(m)
27	Last Segment		17	0.10	0.00	0.00		6.100	3095.0034	3082.5188							
28			18	0.10	0.00	0.00		6.000	3082.5188	3071.0742							
29			19	0.10	0.00	0.00		5.900	3071.0742	3051.9839							
30			20	0.10	0.00	0.00		5.800	3051.9839	3051.8388							
31			21	0.10	0.00	0.00		5.700	3051.8388	3051.0681							
32			22	0.10	0.00	0.00		5.600	3051.0681	3050.0000							
33			23	0.10	0.00	0.00		5.500	3050.0000	3049.9000							
34			24	0.10	0.00	0.00		5.400	3049.9000	3049.8000							
35			25	0.10	0.00	0.00		5.300	3049.8000	3049.7000							
36			26	0.10	0.00	0.00		5.200	3049.7000	3049.6000							
37			27	0.10	0.00	0.00		5.100	3049.6000	3049.5000							
38			28	0.10	0.00	0.00		5.000	3049.5000	3034.4812							
39			29	0.10	0.00	0.00		4.900	3034.4812	3009.3589							
40			30	0.10	0.00	0.00		4.800	3009.3589	3000.0080							
41			31	0.10	0.00	0.00		4.700	3000.0080	3000.0000							
42			32	0.10	0.00	0.00		4.600	3000.0000	2999.9000							

FIGURA 36: Hoja de cálculo de Posición y elevación de elementos computacionales.



	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF
6	Hydraulic Model (Weir Overrides Rating Curves; Rating Curves Override Manning Formula)																
7	Weir		Rating Curves				Manning Formula					Prescribed	Bottom	Bottom	Prescribed	Prescribed	Prescribed
8	Height	Width	Velocity		Depth		Channel	Manning	Bot Width	Side	Side	Dispersion	Algae	SOD	SOD	CH4 flux	NH4 flux
9	(m)	(m)	Coefficient	Exponent	Coefficient	Exponent	Slope	n	m	Slope	Slope	m2/s	Coverage	Coverage	gO2/m2/d	gO2/m2/d	mgN/m2/d
27			0.2980	0.1420	2.1030	0.8350	0.124846					0.00	0%	0%	0.00	0.0000	0.0000
28			0.2980	0.1420	2.1030	0.8350	0.1144465					0.00	0%	0%	0.00	0.0000	0.0000
29			0.2980	0.1420	2.1030	0.8350	0.1909028					0.00	0%	0%	0.00	0.0000	0.0000
30			0.2980	0.1420	2.1030	0.8350	0.0014513					0.00	0%	0%	0.00	0.0000	0.0000
31			0.2980	0.1420	2.1030	0.8350	0.0077069					0.00	0%	0%	0.00	0.0000	0.0000
32			0.2980	0.1420	2.1030	0.8350	0.0106809					0.00	0%	0%	0.00	0.0000	0.0000
33			0.2980	0.1420	2.1030	0.8350	0.001					0.00	0%	0%	0.00	0.0000	0.0000
34			0.2980	0.1420	2.1030	0.8350	0.001					0.00	0%	0%	0.00	0.0000	0.0000
35			0.2980	0.1420	2.1030	0.8350	0.001					0.00	0%	0%	0.00	0.0000	0.0000
36			0.2980	0.1420	2.1030	0.8350	0.001					0.00	0%	0%	0.00	0.0000	0.0000
37			0.2980	0.1420	2.1030	0.8350	0.001					0.00	0%	0%	0.00	0.0000	0.0000
38			0.2980	0.1420	2.1030	0.8350	0.1501883					0.00	0%	0%	0.00	0.0000	0.0000
39			0.2980	0.1420	2.1030	0.8350	0.2512227					0.00	0%	0%	0.00	0.0000	0.0000
40			0.2980	0.1420	2.1030	0.8350	0.0935087					0.00	0%	0%	0.00	0.0000	0.0000
41			0.2980	0.1420	2.1030	0.8350	8.035E-05					0.00	0%	0%	0.00	0.0000	0.0000
42			0.2980	0.1420	2.1030	0.8350	0.001					0.00	0%	0%	0.00	0.0000	0.0000

FIGURA 37: Hoja de cálculo de Parámetros Hidráulicos de la corriente.

Constantes de reacciones físicas y químicas

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 especifico, 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.

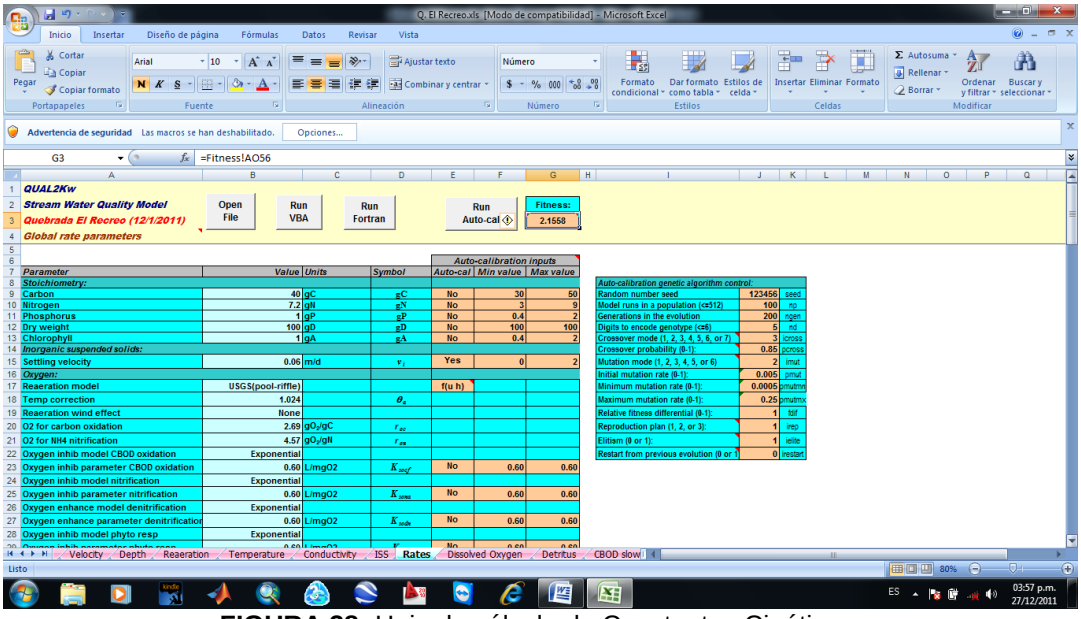


FIGURA 38: Hoja de cálculo de Constantes Cinéticas.

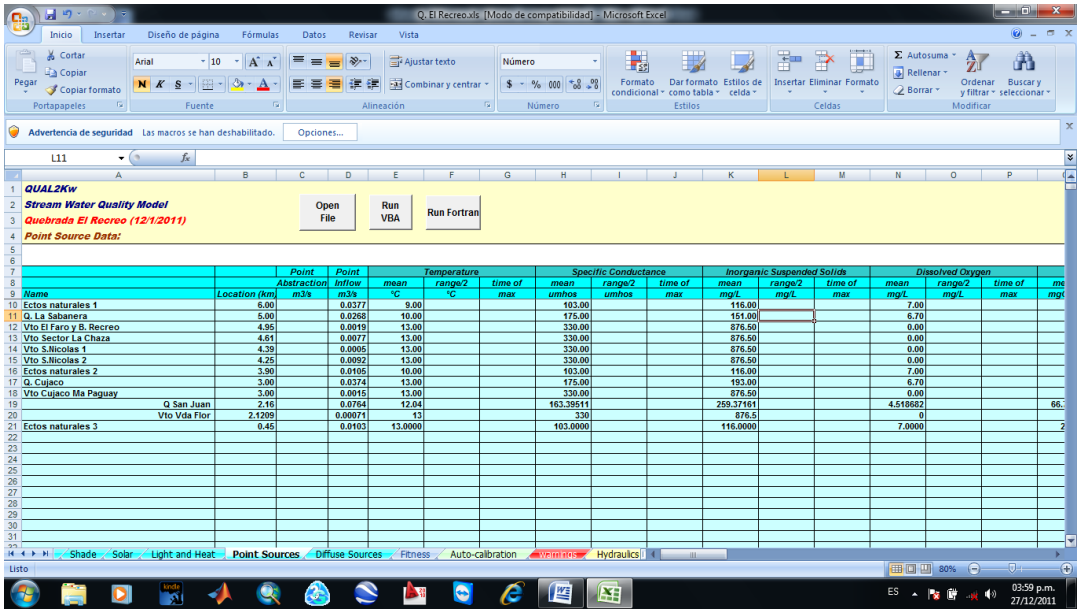


FIGURA 39: Hoja de cálculo Descargas Puntuales.

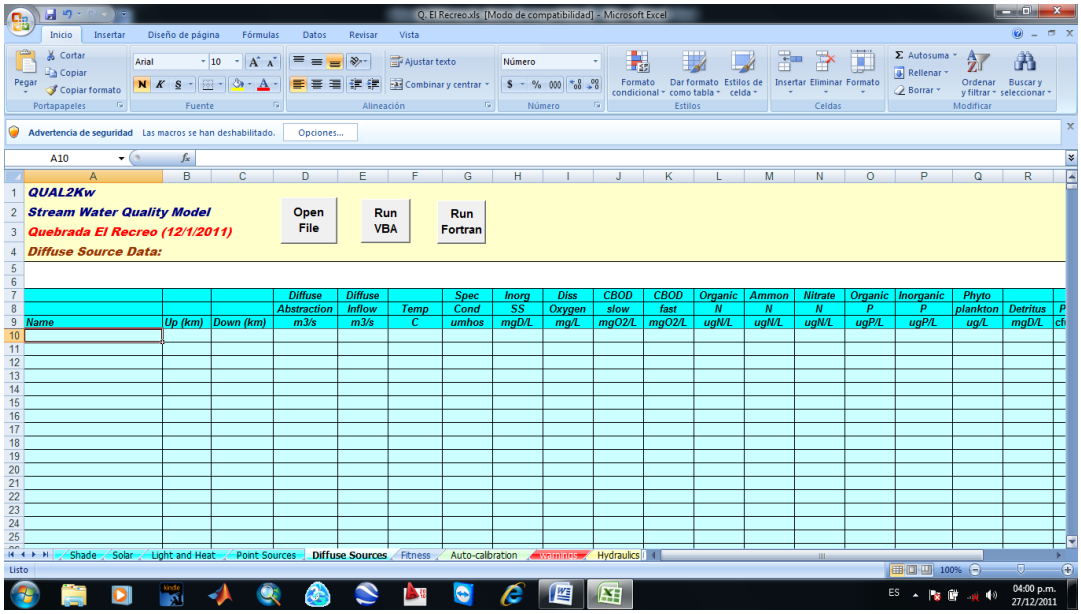


FIGURA 40: Hoja de cálculo Descargas Difusas.

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.

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[13]

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[14]:

$$U = \frac{x_2 - x_1}{\bar{t}_2 - \bar{t}_1}$$

Donde:

$U = velocidad\ de\ la\ corriente$

$x = dis\,\tan cia\ a\ cada\ punto\ de\ medición$

$\bar{t} = tiempo\ de\ viaje\ en\ cada\ punto$

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=0}^{n-1}(C_i t_i + C_{i+1} t_{i+1})(t_{i+1} - t_i)}{\sum_{i=0}^{n-1}(C_i + C_{i+1})(t_{i+1} - t_i)}$$

[13] KILPATRICK F.A.,WILSON JR. (1982). Measurement of Time Of Travel In Streams By Dye Tracing. USGS, Denver, United State.
[14] 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.

Donde:

$C = concentración\ del\ trazador$

$t = tiempo\ de\ medición\ de\ C$

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 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 tabla.

FIGURA 41: Resultado prueba de trazadores Río Boquerón



CUADRO 53: Velocidades de la corriente en diferentes tramos del Río Boquerón

Sitio	Velocidad (m/s)
Parte Alta y Baja	0.33

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, tal como se muestra en la ecuación 4 y ecuación 5 del presente informe. Los valores estimados para los diferentes sitios estudiados son mostrados en el siguiente cuadro.

CUADRO 54: Coeficientes Hidráulicos Río Boquerón.

Sitio	H-Q		V-Q	
	A	**β**	**a**	**B**
Parta Alta y Baja	0.59	0.223	0.245	0.774

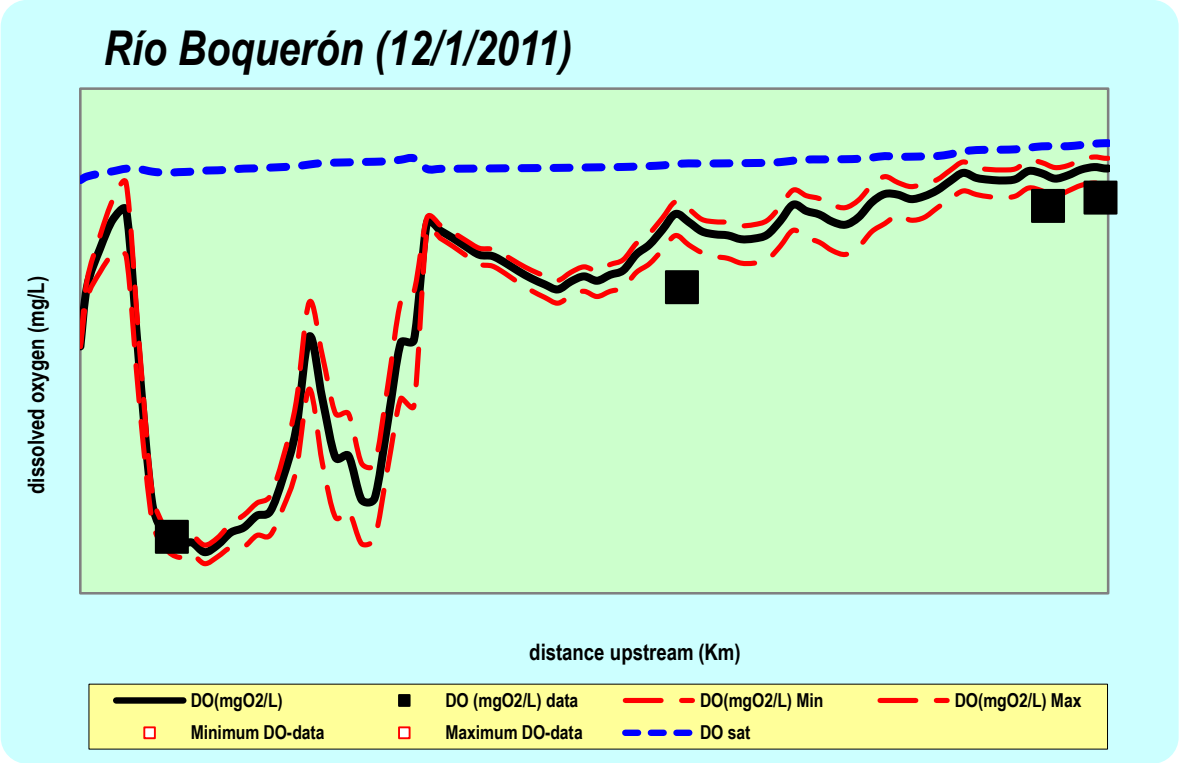
Constantes de Reacción

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: 1 d-1
- Constante de Oxidación de la DBO lenta: 0 d-1
- Constante de Oxidación de la DBO rápida: 2 d-1
- Constante de Hidrólisis de Nitrógeno Orgánico a NH3: 3 d-1
- Constante de Nitrificación: 0.3 d-1
- Constante de Denitrificación: 3 d-1
- Constante de Hidrólisis de Fósforo Orgánico: 0.01 d-1
- Constante de Disolución de Detritus: 3.5 d-1
- Constante de Decaimiento de patógenos: 1.5 d-1

7.10.2.3ANALISIS DE RESULTADOS: 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, oxigeno disuelto, materia orgánica de rápida degradación, materia orgánica de lenta degradación, nitrógeno orgánico, nitrógeno amoniacal, nitratos, fosforo orgánico y Coliformes totales.

FIGURA 42: Comportamiento de Oxígeno Disuelto Escenario Actual.

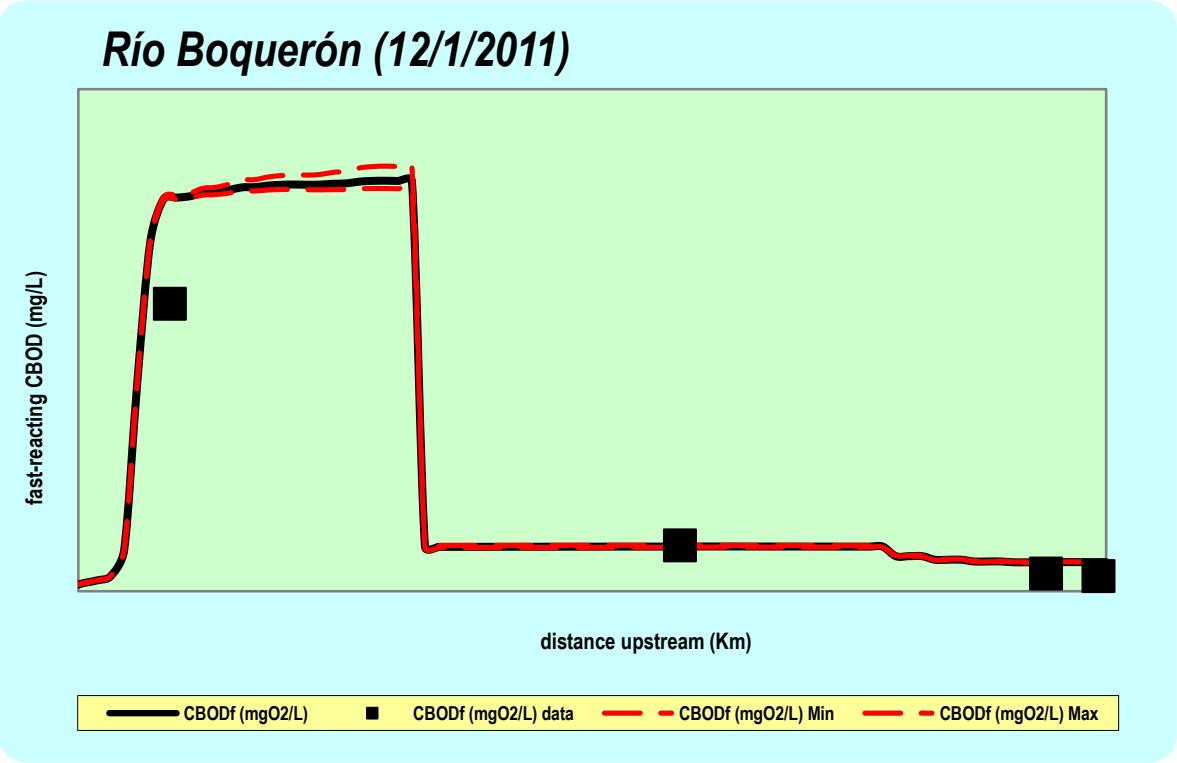


Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

En la figura presentada anteriormente se observa el comportamiento del oxígeno disuelto sobre los diferentes puntos de muestreo del cauce principal del Río Boquerón, en esta figura se plasma claramente la reducción de oxígeno disuelto en el punto sobre el cual se realiza el vertimiento puntual del colector norte del municipio de Ipiales el cual dentro de sus características es un vertimiento de una población de aproximadamente 350000 habitantes, el OD se encuentra en un rango de 1,5 mg/l a 1,4 mg/l, sin embargo por las características de la corriente se observa una recuperación de oxígeno, lo cual se relaciona directamente con los aportes de escurrimientos naturales con un caudal significativo y en condiciones óptimas, en la parte final del corriente se observa unos picos los cuales corresponden a aquellas fuentes las cuales son receptoras de vertimientos puntuales y son abastecedoras de la corriente principal.

Se analiza dentro de los parámetros el comportamiento de la Demanda Bioquímica de Oxigeno, su comportamiento se presenta en la figura a continuación:

FIGURA 43: Resultado de Calibración de DBO5 Escenario Actual.

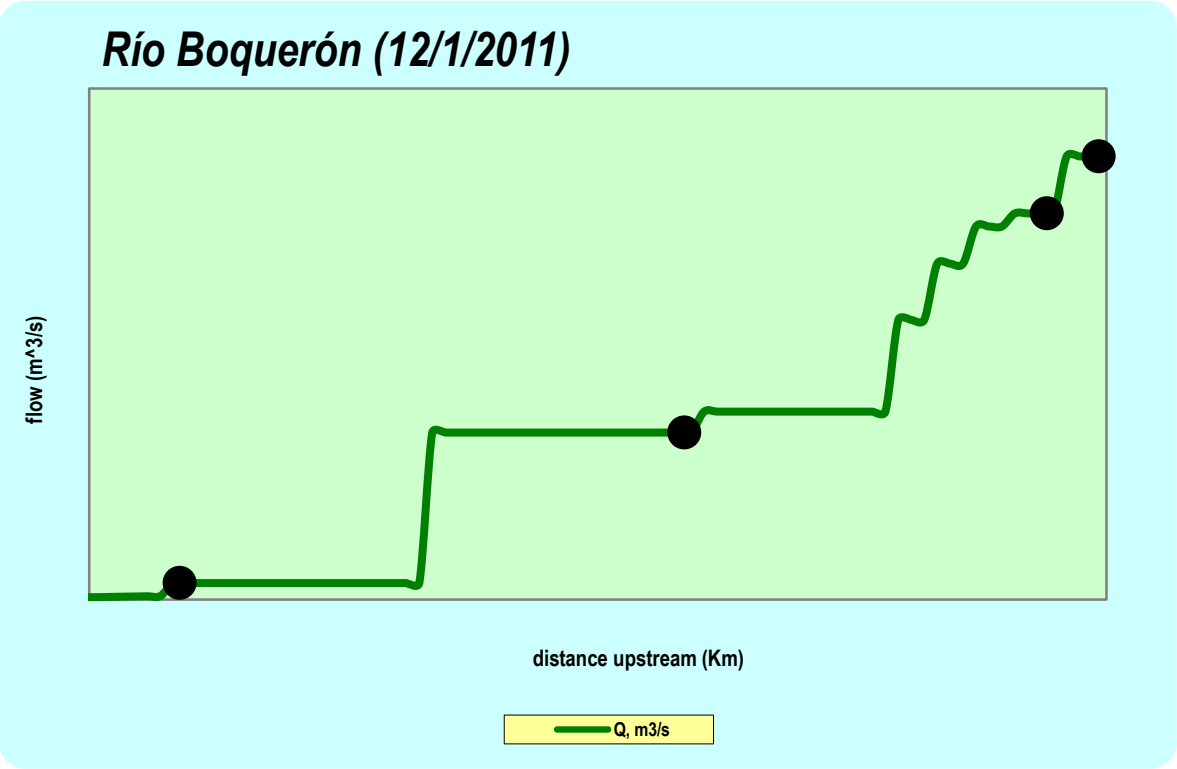


Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

Para el caso de la DBO_5 se observa un incremento en el sector sobre el cual se realiza el vertimiento del colector norte del municipio de Ipiales, es importante destacar que este sector corresponde al proyecto de declaratoria del Humedal el Totoral, por esta razón es importante identificar este punto sobre la corriente con el fin de mitigar los riesgos del recurso en este sector, los valores de DBO son elevados marcados entre 200mg/l y 211 mg/lt, valores que se relacionan con la población del sector, el comportamiento de la DBO se reduce considerablemente en la parte media y baja, situación que se presenta por tratarse de un río receptor de fuentes naturales.

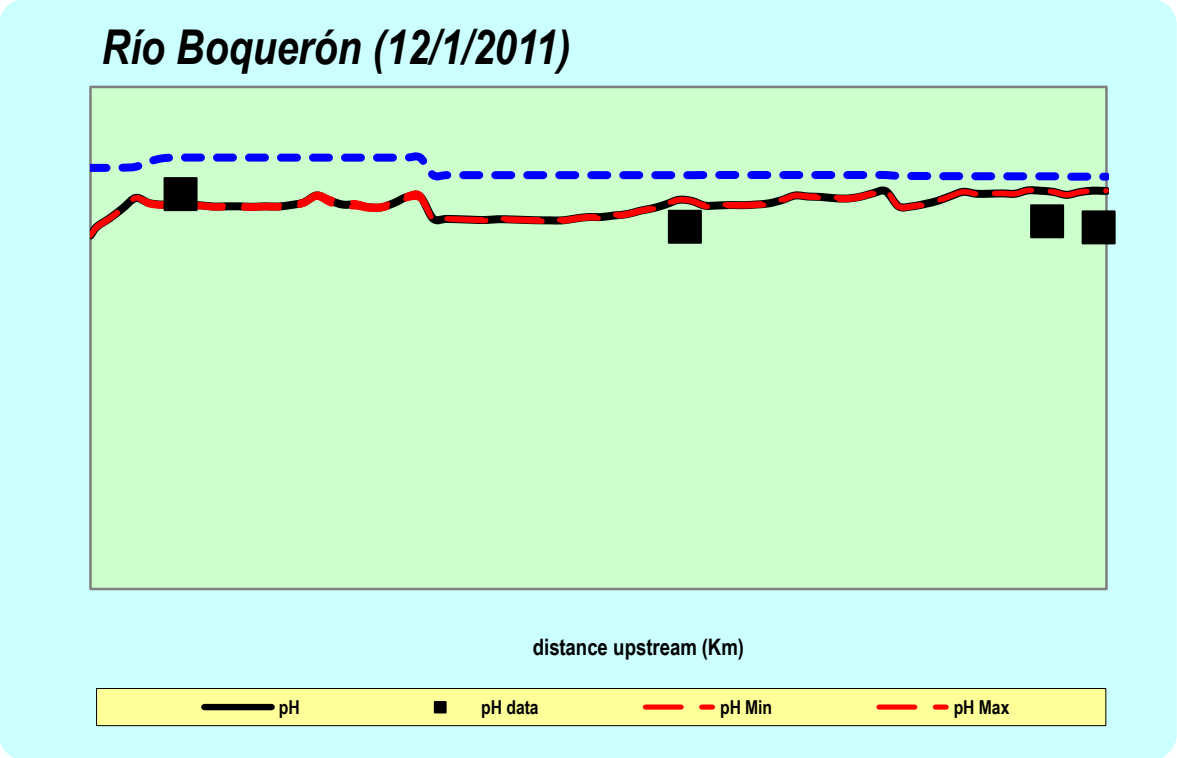
El comportamiento de los demás parámetros se relaciona con los resultados de modelación del Oxigeno Disuelto y DBO, los picos se resaltan sobre el punto de entrada del colector norte del municipio de Ipiales, siendo este el más representativo. De igual manera los resaltos del modelo sobre las quebradas receptoras de los vertimientos puntuales de los municipios de Pupiales, Gualmátan y Contadero.

FIGURA 44: Resultado de Calibración de Caudal río Boquerón- modelo Qual2kw.



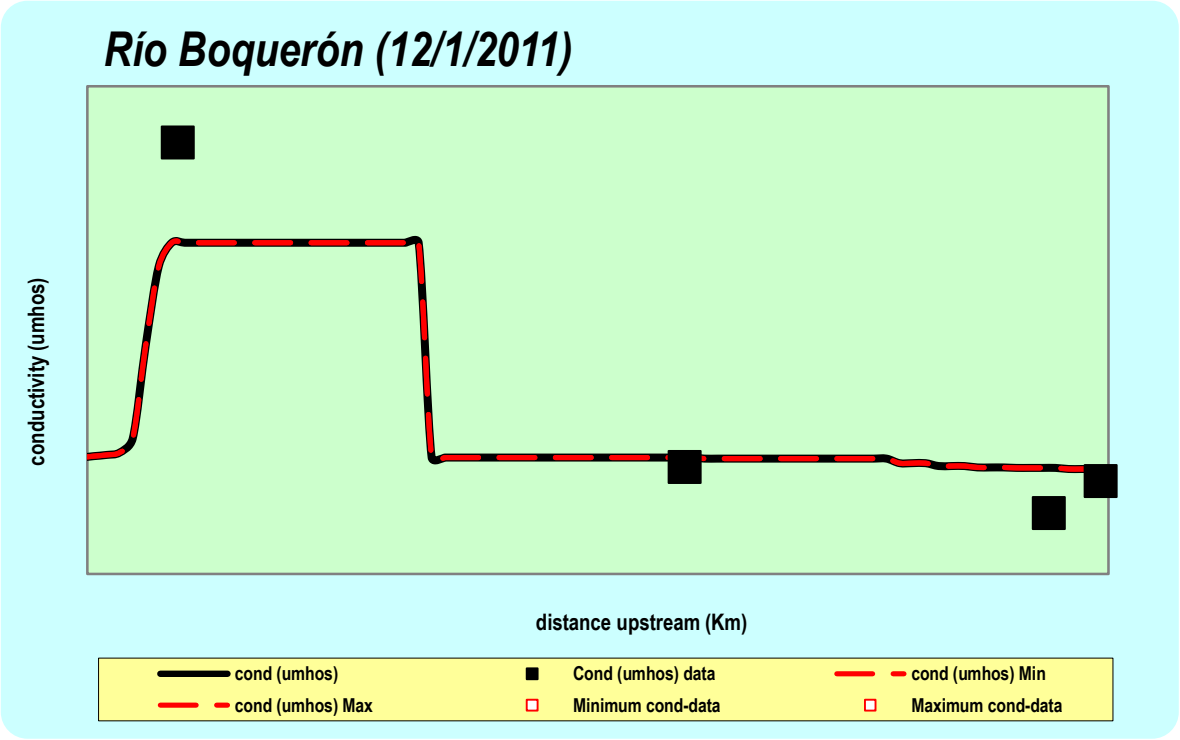
Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

FIGURA 45: Resultado de Calibración de pH río Boquerón- modelo Qual2w.



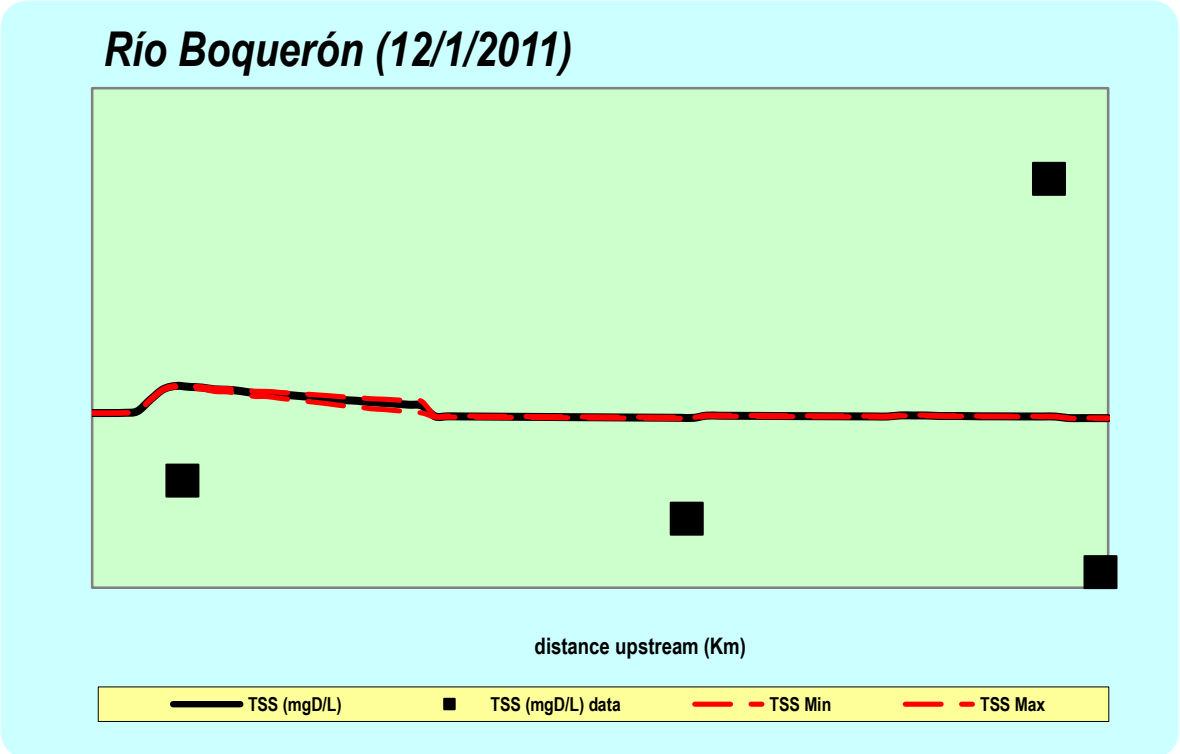
Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

FIGURA 46: Resultado de Calibración de Conductividad río Boquerón- modelo Qual2kw.



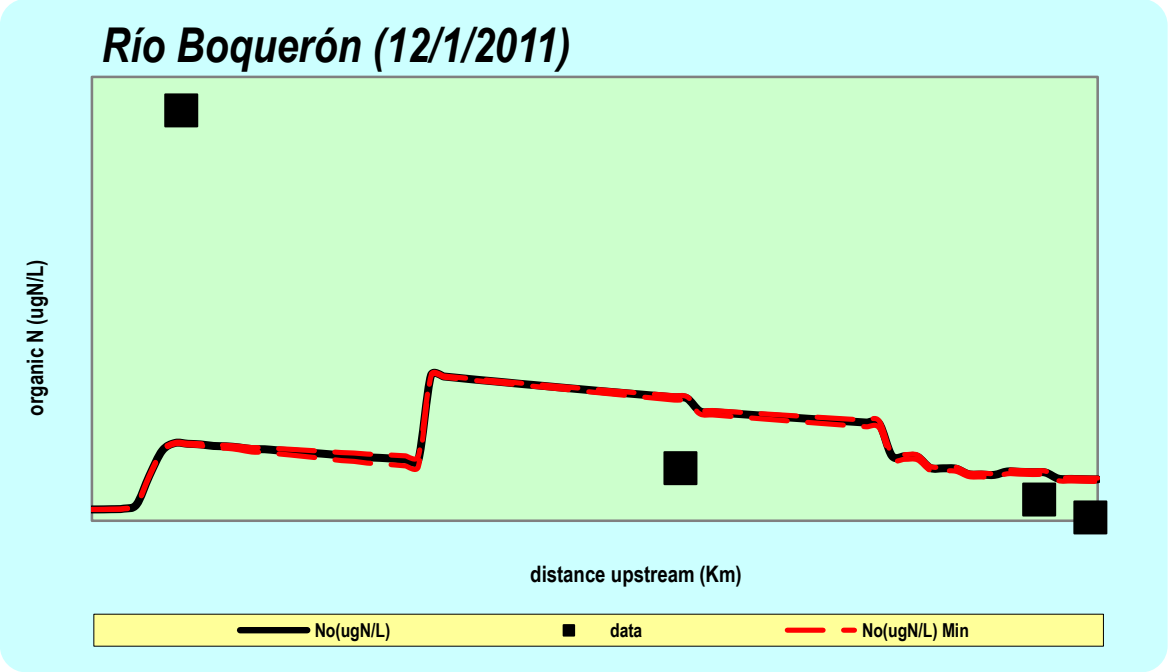
Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

FIGURA 47: Resultado de Calibración de SST río Boquerón- modelo Qual2kw.



Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

FIGURA 48: Resultado de Calibración de Nitrógeno Orgánico río Boquerón- modelo Qual2kw.



Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

7.11 USOS ACTUALES Y PORTENCIALES DEL CAUCE PRINCIPAL DEL RIO BOQUERON.

Para el caso de la fuente del Río Boquerón a partir de la información del recorrido de campo por sus diferentes sectores de influencia se logró identificar que por tratarse de una ubicación encañonada de la fuente se dificulta a los habitantes realizar la extracción del recurso para uso doméstico, las condiciones del agua de consumo en la zona no se encuentran en las mejores características, sin embargo las necesidades de la región se centralizan en los usos actuales de sus diferentes fuentes hídricas de las cuales se realiza un uso para la agricultura, esta condición se presenta en pequeña escala, a pesar de las necesidades y la escases del recurso el uso no se puede realizar de forma constante.

IMAGEN XII: Suelos Parte Media.



FUENTE: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

La zona requiere del uso del agua para el riego de sus cultivos, durante el recorrido de campo se observó el caso en el cual los agricultores perdían sus cultivos por la falta de este recurso, sin embargo los habitantes de la región se han visto en la necesidad de ser recursivos e implementar estrategias para acceder al recurso.

7.11.1 Usos Actuales: Basados en la clasificación de los usos actuales estipulada en el Artículo 9 del Decreto 3930 de 2010, los usos actuales identificados en el cauce principal del Río Boquerón se describen a continuación:

Principalmente por las características de la zona y las condiciones de cultura de la población residente de los municipios del sur del Departamento de Nariño se identificó en el recorrido para la zona alta, un uso doméstico, este se da por la falta de redes de acueducto para algunas veredas y barrios principalmente del Municipio de Ipiales.

IMAGEN XIII: Suelos Parte Alta.



FUENTE: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

La zona media y zona baja, correspondiente a los municipios de Gualmátan y Contadero, se basa en la necesidad de la población para riego de los cultivos, uso el cual se define como la utilización del recurso para actividades de irrigación de cultivos y otras complementarias.

IMAGEN XIV: Suelos Parte Baja.



FUENTE: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

7.12 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.[15]

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 genera inundaciones, avenidas torrenciales y/o 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

[15] POLITICA NACIONAL PARA LA GESTION INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO, Ministerio de Ambiente, COLOMBIA 2010.

costos económicos que implican las pérdidas de agua, las obras de recuperación, rehabilitación y reconstrucción de los sistemas.

Los riesgos asociados en la corriente principal del Río Boquerón se describen a continuación:

CUADRO 55: Riesgos Asociados a la Disponibilidad del Recurso Hídrico.

Tipo de Riesgo	Descripción del Riesgo	Actividades Generadoras del Riesgo	Población beneficiaria vulnerable	Intensidad del Riesgo
Riesgo por desabastecimiento de agua	Cantidad insuficiente de agua para satisfacción de las necesidades de todos los beneficiarios o usuarios existentes del recurso hídrico o potenciales.	- Cantidad de captaciones o derivaciones que superen la oferta hídrica y el caudal ecológico. - Uso Ineficiente y desperdicio del caudal de agua captado.	- Habitantes de las partes altas, especialmente el municipio de Ipiales y Pupiales.	Medio
Riesgo por disminución del caudal natural de la corriente superficial	Acciones antrópicas que generen una disminución gradual del caudal principal de la Quebrada 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 escurran o aporten caudal al Cauce Principal. - Temporada de verano y fenómenos climáticos como el del Niño que generan un déficit en la precipitación interanual.	- Habitantes de las veredas colindantes de la fuente Hídrica. - Ecosistemas de la Subcuenca.	Alto
Riesgo por contaminación de la corriente superficial	Alteración de la calidad fisicoquímica y bacteriológica natural del agua de la Quebrada volviéndola no apta para la satisfacción de los usos estipulados.	- Vertimientos puntuales de origen doméstico, industrial y de servicios. - Vertimientos difusos o esporádicos provenientes de arrastre de suelos con agroquímicos y fungicidas. - Disposición inadecuada de residuos sólidos de agroquímicos y fungicidas.	- Habitantes de las veredas - Ecosistemas de la Subcuenca.	Alto
Riesgo por inundaciones o desbordamientos	Crecimientos de caudal de la Corriente superficial que afecten a poblaciones ubicadas en áreas no apropiadas.	- Invasión de la Ronda Hídrica de la Quebrada para construcción de viviendas y urbanizaciones, principalmente en la zona urbana del municipio de Pasto.	Viviendas y habitantes ubicados en la ronda hídrica de la quebrada.	Alto

Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.



PROSPECTIVA

8. PROSPECTIVA

La etapa de prospectiva se desarrolla a partir de la información descrita en el diagnóstico, en esta se da a conocer en detalle los resultados del análisis de los datos recolectados en campo, tanto en jornadas de identificación, como las jornadas de muestreo; para esta parte se adelantó la interpretación con la ayuda del programa de modelación que permite observar en detalle el comportamiento de la corriente frente a las características físicas y químicas, además se realiza la interpretación a las necesidades de la comunidad a partir del diagnóstico social donde se pretende relacionar el estado actual de las necesidades de la comunidad y las necesidades futuras sin dejar de lado la oportunidad de mejorar la parte productiva de la región.

8.1 ANÁLISIS SOCIAL

Entre las principales necesidades expuestas por los actores en el trabajo realizado se encuentran**:**

8.1.1 Necesidades.

- Planta de tratamiento de aguas residuales
- Cuidado del humedal del Totoral
- Disminuir la contaminación por vertimientos de Ipiales, Pupiales, Gualmátan, Contadero.
- Prevención de enfermedades como gripes, infecciones estomacales, gastritis.
- Uso del rio para la agricultura y la ganadería.

8.1.2 Acciones.

Alcaldías Municipales

- Programas para la protección del rio Boquerón
- Gestión para la construcción de planta de tratamiento
- Asesoría técnica de UMATA a ganaderos y agricultores
- Estrategias para educar a la comunidad en el cuidado del recurso Hídrico y de las reservas naturales.

CORPONARIÑO

- Implementación del Plan de Ordenación del Recurso hídrico del Rio Boquerón.
- Buscar estrategias conjuntamente con la alcaldía para evitar la tala de árboles.

Comunidad

- Realizar reciclaje
- No deshacerse de las basuras y residuos sólidos en el rio
- Evitar la tal de arboles
- Asesorarse sobre cultivos limpios

8.1.3 Soluciones

- Las soluciones que los grupos de trabajo exponen son:
- Planta de tratamiento de aguas residuales.
- Adecuada disposición de los residuos sólidos y basuras
- Realizar el reciclaje de vidrio, plástico, papel
- Reforestación
- Planificación del crecimiento urbano.
- Educar a la comunidad para sensibilizar, concientizar a la comunidad
- Sanciones
- Vigilancia
- Reglamentación

8.1.4 Potencialidades

- Riego
- Para el consumo humano
- Para producir energía.

8.2 USOS ACTUALES Y POTENCIALES

La comunidad de los municipios de Ipiales, Pupiales, Gualmátan y Contadero; poseen necesidades básicas del uso del agua como es para el uso agrícola, en la actualidad dentro del margen de lo que corresponde al cauce principal del Río Boquerón es de difícil acceso darle este tipo de uso, en las partes bajas se emplea el recurso en pequeña escala para los cultivos de maíz entre otros, sin embargo uno de los usos potenciales identificados se inclina al uso agrícola, dándole la oportunidad a la comunidad de contar con agua de calidad para ser empleada en la agricultura de la región. A partir de la información recopilada en campo y el análisis de los resultados del componente social, se logra determinar el agua con buenas características físico – químicas y biológicas, esto permite proponer a corto, mediano y largo plazo una descontaminación para que el uso potencial se fortalezca a futuro. A partir de dicha información se logra determinar que las características de la corriente principal del Río Boquerón es apta para dos usos, el primero de ellos el estético y paisajístico, basados en el decreto 1594 del 84, la Guía Metodológica Para El Establecimiento De Objetivos De Calidad de los Cuerpos de Agua en Ausencia De Los Planes De Ordenamiento Del Recurso Hídrico – PORH (MESOCA) y teniendo en cuenta que el Ministerio de Ambiente hasta la fecha aun no ha publicado los criterios de calidad para los diferentes usos, se trabaja con datos recolectados en bibliografía existente a nivel mundial y de esta manera se definen los criterios para los diferentes usos de la corriente hídrica de la siguiente manera.

CUADRO 56: Criterios de Calidad Uso Estético y Paisajístico

Parámetro	CRITERIO DE CALIDAD
DBO5 (mg/L)	DBO5 ≤ 40 mg/L
OD (mg/L)	OD ≥ 70% de saturación
SST (mg/l)	SST ≤ 15 mg/l.
Grasas y aceites(mg/L)	AUSENTE
C.TOTALES	≤ 5000 NMP/100 ml.
C.FECALES	≤ 2000 NMP/100 ml.
OLORES OFENSIVOS	AUSENTE
PH	pH entre 5 y 9
Sustancias de Interés Sanitario	Cumplimiento Sustancias de Interés Sanitario Decreto 1594/84
OTROS	Ausencia de material flotante y de espumas, provenientes de actividad humana.

Fuente: Decreto 1594 del 84.

En la parte media y baja para uso agrícola y pecuario ya que las condiciones en parámetros importantes para este uso se encuentran en los rangos establecidos dentro del grupo IX de los criterios de calidad para riego y uso pecuario.

CUADRO 57: Criterios de Calidad Uso Agrícola y Pecuario.

Parámetro	CRITERIO DE CALIDAD
DBO5 (mg/L)	≤ 10 mg/l
OD (mg/L)	> 3 mg/l
SST (mg/l)	< 10 mg/l
Grasas y aceites(mg/L)	Entre 5 y 10 mg/l
C.TOTALES	< 5000
C.FECALES	< 100 mg/l
NITRATOS	0,1 mg/l
OTROS	Cromo < 0,05 mg/l; temperatura < 40°C; Solidos Disueltos ≤ a 750 mg/l
PH	Entre 4,5 y 9

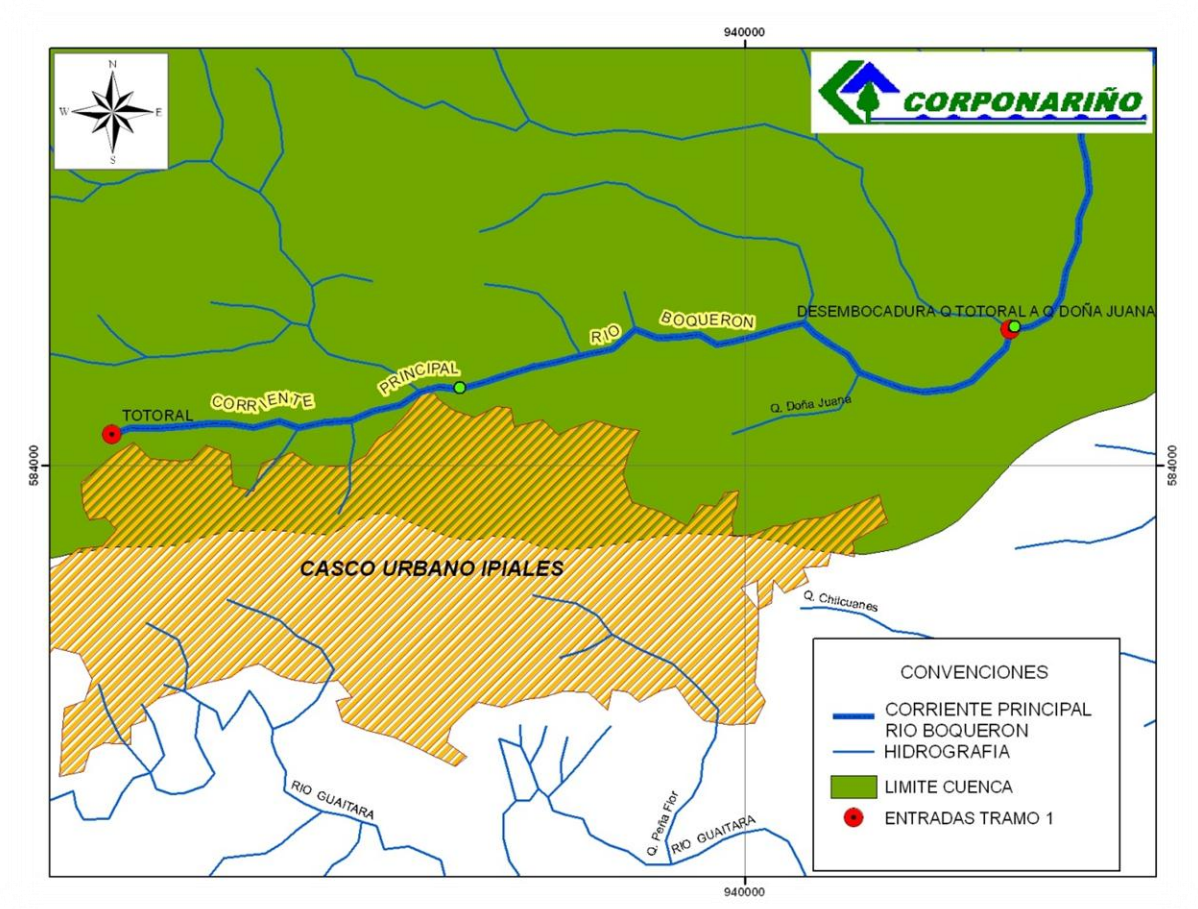
Fuente: Decreto 1594 del 84 y Dec 3930 del 2010.

8.2.1 DEFINICIÓN DE TRAMOS: Con la información obtenida y relacionando lo descrito en el capítulo IV, del decreto 1594 del 84 con relación a los criterios de calidad para destinación del recurso, se determina que el cauce principal del Río Boquerón se divide en dos tramos de la siguiente manera:

TRAMO I: sector correspondiente al punto inicial del cauce en el sector de Totoral, hasta la unión de la corriente principal con la Quebrada Doña Juana, entre las coordenadas de inicio y fin son las siguientes:

INICIO:	W 938003	N 584550
FIN:	W 941883	N 584976

FIGURA 49: Mapa I Tramo Identificado.



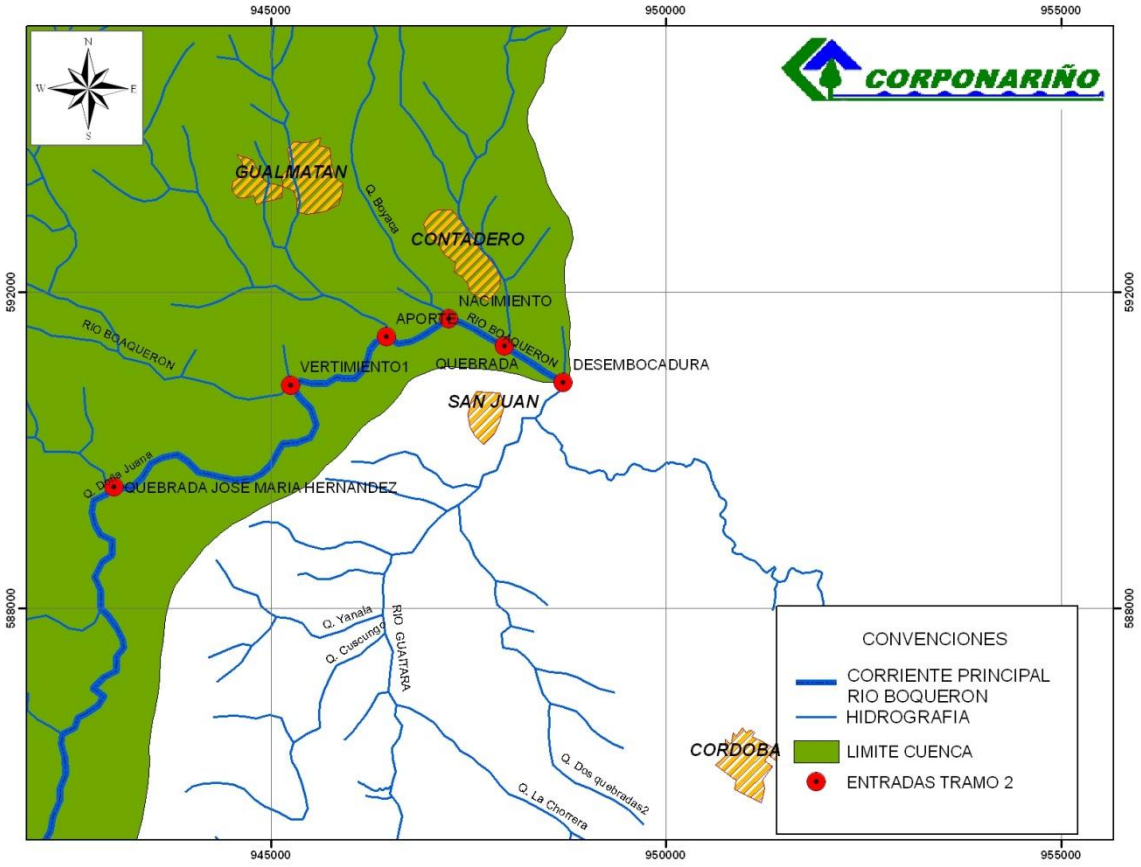
Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

Se ha definido este como el tramo I, relacionando que en el sector se ubica el vertimiento puntual del municipio de Ipiales, razón por la cual el uso en este sector se define como Estético o Paisajístico, por existir actualmente una entrada de vertimiento que altera considerablemente las condiciones del agua en el sector.

TRAMO II: el segundo tramo corresponde al recorrido del cauce por los municipios de Gualmátan y Contadero, entre el sector de unión de Totoral con Doña Juana hasta la desembocadura sobre el Río Guaitara, las coordenadas del segundo tramo corresponden a:

INICIO:	W 941883	N 584976
FIN:	W 947865	N 591371

FIGURA 50: Mapa Identificación II Tramo.

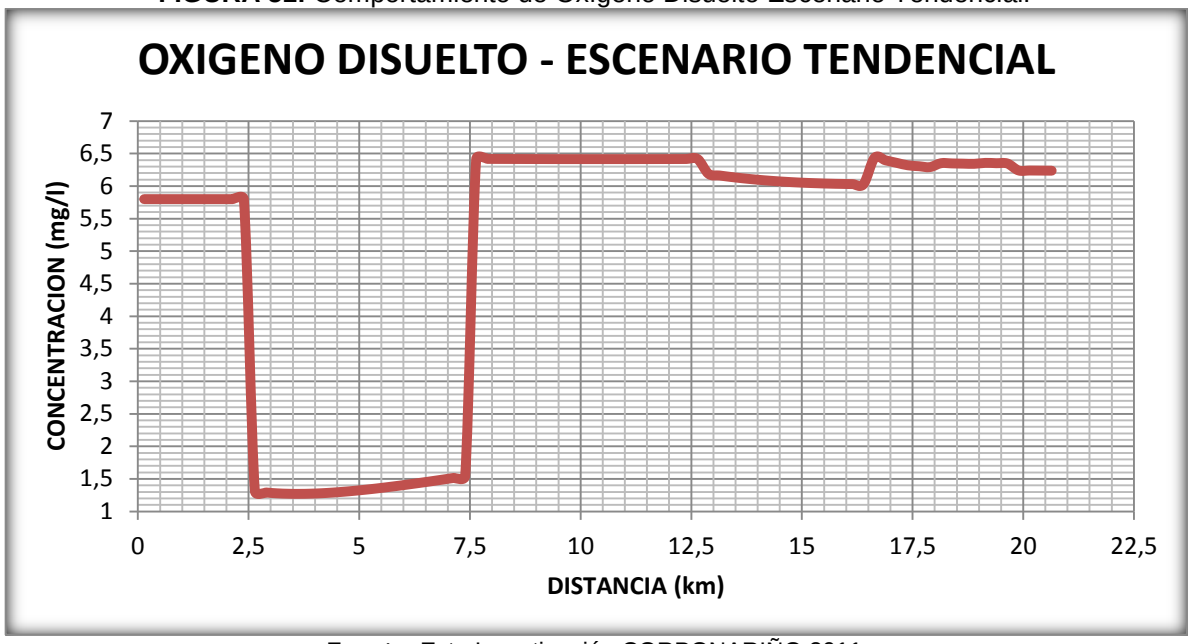


Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

8.3 GENERACIÓN DE ESCENARIOS DE CALIDAD: La característica representativa de la corriente principal del Río Boquerón se identifica por ser una corriente sobre la cual no se identifican usos de aprovechamiento y se convierte en receptora de vertimientos municipales en su parte inicial, por esta condición las características físico – químicas y biológicas son buenas, lo más importante es proyectar el uso agrícola y pecuario con una reducción en las cargas contaminantes de los afluentes, que son sobre los cuales se concentran los vertimientos puntuales de los municipios de Pupiales, Gualmátan y Contadero sobre las quebradas Doña Juana, Pilispi y Cutipaz respectivamente.

8.3.1 ESCENARIO TENDENCIAL: a partir de la información interpretada en el escenario actual, en el cual se relaciona el comportamiento del cauce principal con sus diferentes entradas y salidas se ha proyectado un escenario tendencial, el cual relaciona un crecimiento de la población en los diferentes municipios a 10 años, incrementando las cargas contaminantes sobre la corriente principal del río Boquerón y sus afluentes, el comportamiento se presenta a continuación:

FIGURA 51: Comportamiento de Oxígeno Disuelto Escenario Tendencial.

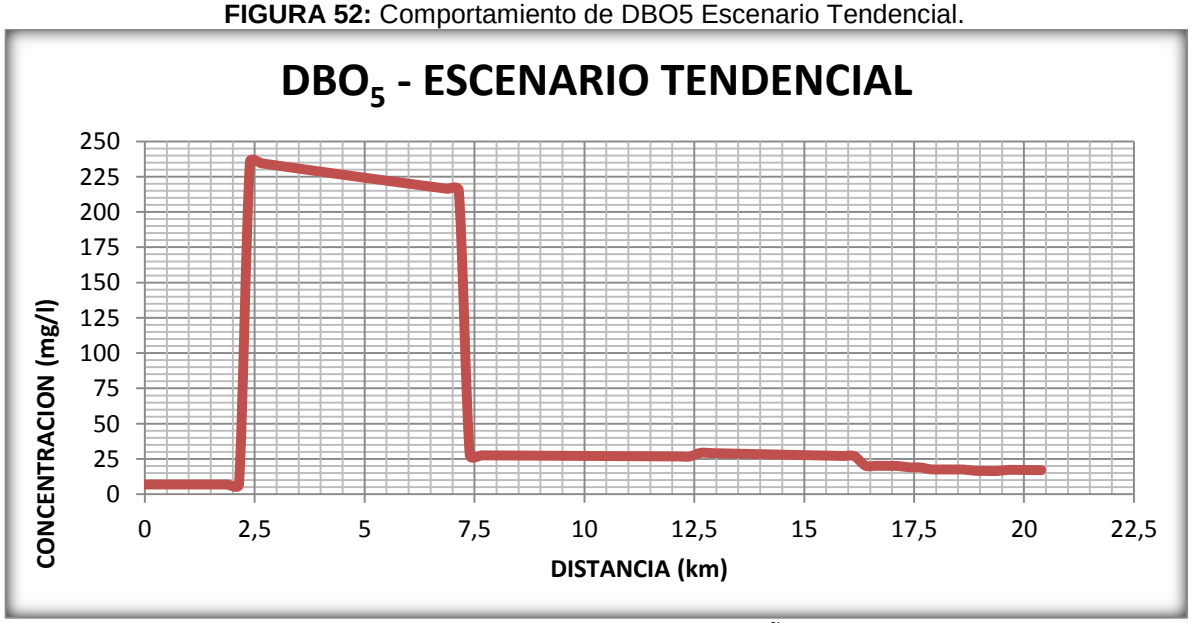


Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

De no realizarse a largo plazo ningún tipo de tratamiento sobre los vertimientos puntuales del Río Boquerón, tal y como se evidencia en la figura anterior, se acentúa una pérdida de oxígeno en los puntos sobre los cuales se identifica las entradas de los afluentes con una carga contaminante mayor, lo que ocasionaría perdida en la vida acuática y reducción de condiciones óptimas para uso agrícola del recurso en el cauce principal del río Boquerón.

Para discutir sobre el escenario tendencial se analiza el comportamiento de la DBO_5, los resultados fueron los siguientes:

FIGURA 52: Comportamiento de DBO5 Escenario Tendencial.

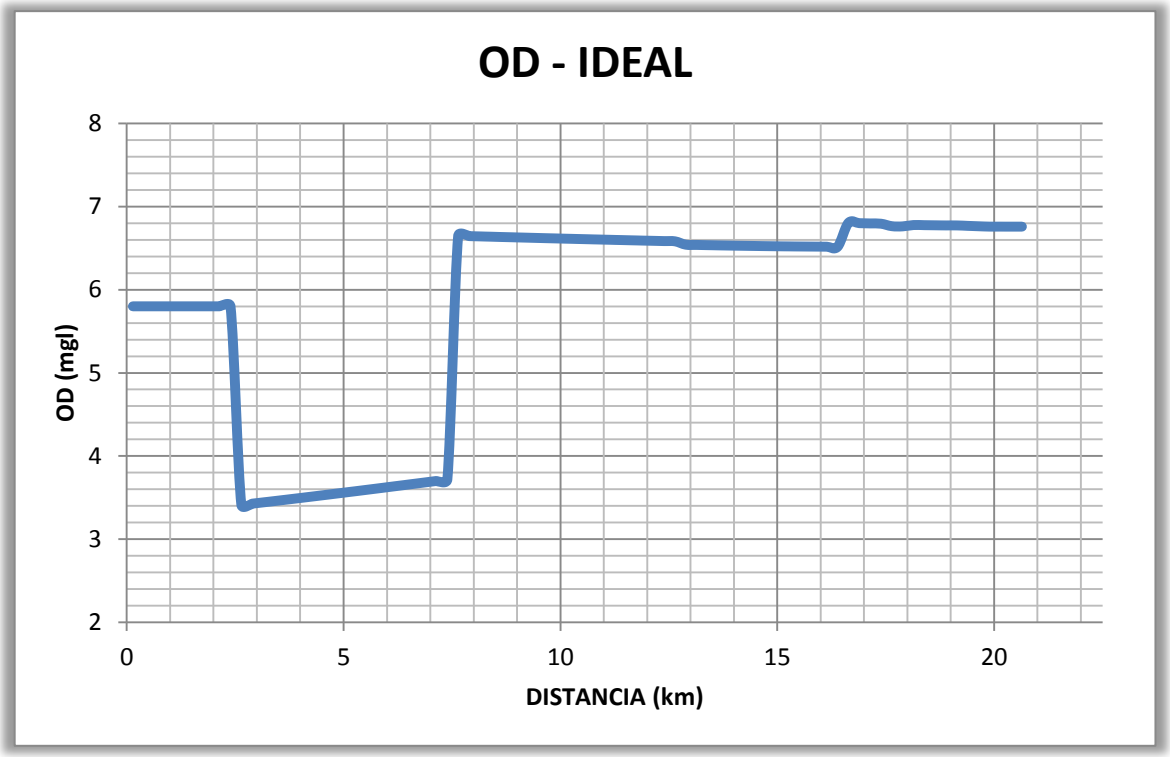


Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

A pesar de observar una capacidad de asimilación de la corriente, en el caso de no implementarse un sistema de tratamiento, dentro de 10 años con relación al crecimiento de la población las características de la corriente no serían óptimas para darle un uso diferente, y por las necesidades de la comunidad es necesario proyectar a futuro fuentes con características de agua en buenas condiciones para darle un uso según las necesidades de la población.

8.3.2 ESCENARIO IDEAL: A partir de la interpretación de los parámetros involucrados en el comportamiento del escenario actual con la interpretación y proyección de un crecimiento de la población a 10 años, se proyecta el escenario ideal el cual corresponde a aquel escenario en el cual el tratamiento para el colector norte del municipio de Ipiales con una remoción del 80% y los vertimientos puntuales de los municipios de Pupiales, Gualmátan y Contadero con un sistema de tratamiento que garantice una remoción del 50%, el comportamiento bajo estas características nos entrega los siguientes resultados:

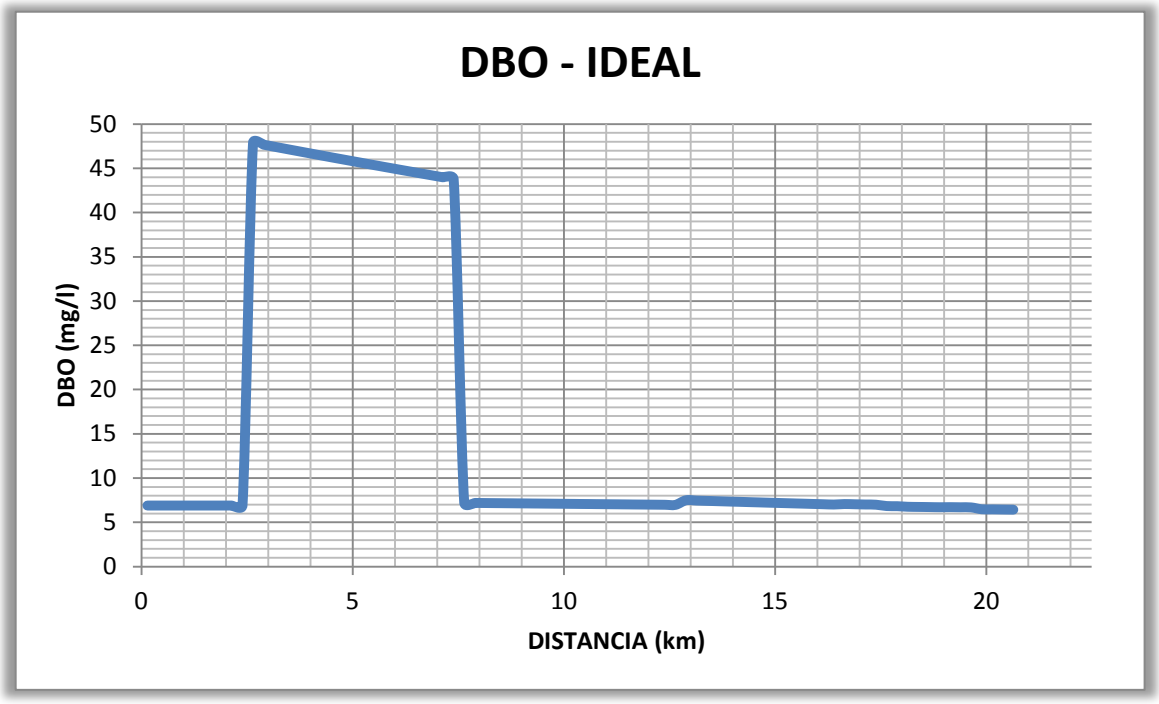
FIGURA 53: Comportamiento de Oxígeno Disuelto Escenario Ideal.



Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

Bajo las características del escenario ideal se presentaría un comportamiento de OD en condiciones óptimas, el resalto en el punto en el cual ingresan las aguas del colector norte de Ipiales sigue siendo representativo, en la parte baja en los puntos en los cuales se da la confluencia con aquellas quebradas receptoras de vertimientos este parámetro presenta una tendencia creciente, hasta llegar con un valor cercano a 7 mg/l.

FIGURA 54: Comportamiento de DBO5 Escenario Ideal.



Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

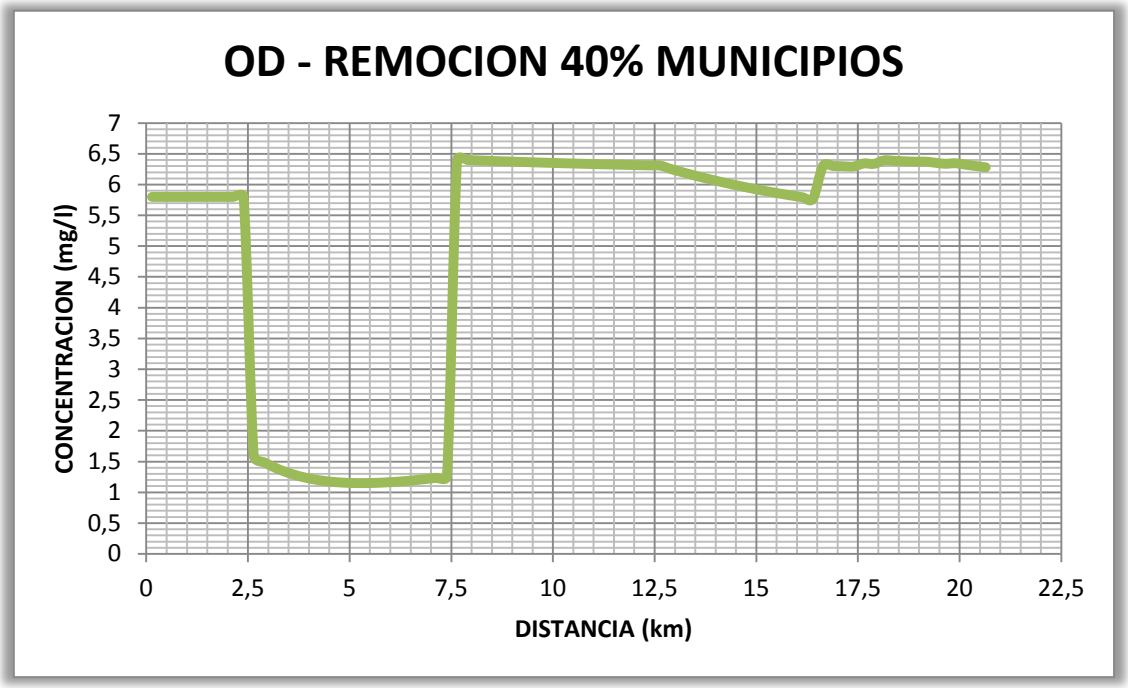
Para el comportamiento de DBO en el escenario ideal nos presenta una reducción en este parámetro el cual es representativo para lograr una buena calidad de la corriente, con una remoción del 50% el escenario ideal en los municipios de la parte baja se da el comportamiento ideal con una disminución de DBO.

8.3.3 ESCENARIO FACTIBLE: Al tratar de un escenario factible se relaciona primordialmente a partir de las necesidades de la comunidad, de los usos potenciales en los diferentes tramos identificados, cual es el camino óptimo para lograr mejorar las condiciones del río y cuáles son las estrategias a implementar a corto, mediano y largo plazo con el fin de minimizar los impactos sobre el recurso hídrico y lograr a futuro ofrecer a las comunidades asentadas en cercanías al río, agua de calidad para uso agrícola y pecuario, que son las necesidades de las comunidad de los municipios del sur del departamento de Nariño.

Para la interpretación del escenario factible, se proyectó a corto, mediano y largo plazo en un rango de años con proyección de población para cada uno de ellos de 3, 5 y 10 años, la proyección de población se realizó con método geométrico.

En primer lugar se proyectó un escenario con crecimiento de población a cinco años, para esta oportunidad con el aumento en las cargas contaminantes se realiza una remoción de 40% en los vertimientos puntuales de los municipios de Pupiales, Gualmátan y Contadero, con la implementación de sistemas primarios, los resultados con estas características se presentan a continuación:

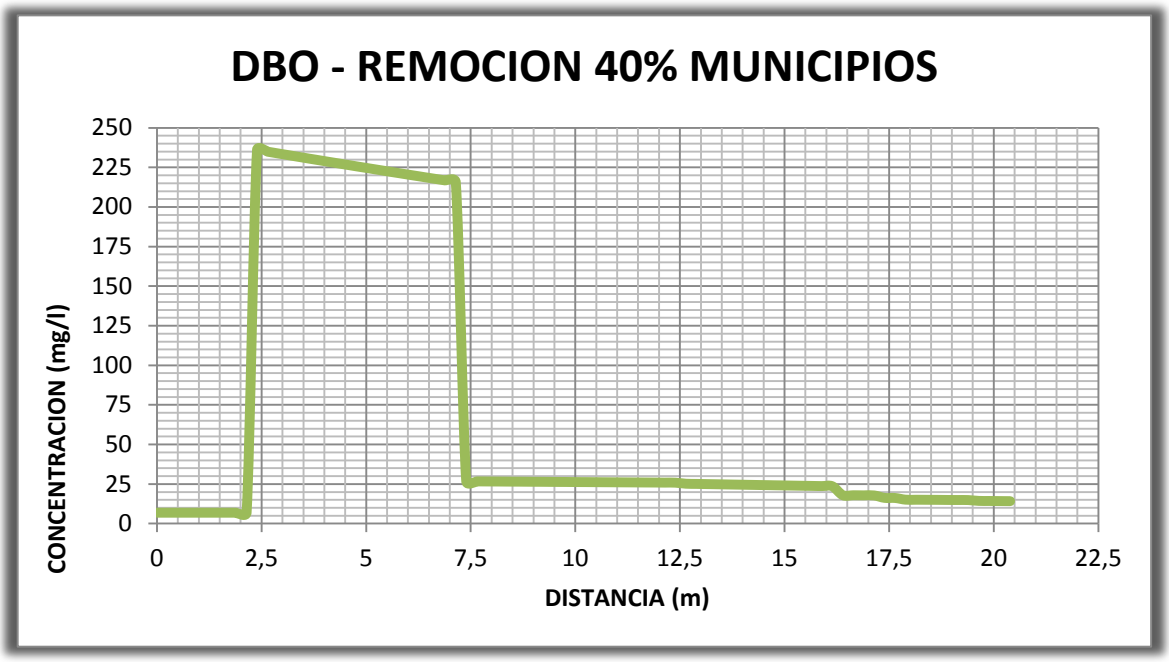
FIGURA 55: Comportamiento de Oxígeno Disuelto 0 a 3 años.



Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

A pesar de observarse un resalto en la parte inicial esto debido a la entrada de los vertimientos del colector norte de Ipiales, y entre el kilómetro 15 y 17,5 con una reducción de OD por la entrada de la quebrada Doña Juana la cual es receptora de los vertimientos del municipio de Ipiales.

FIGURA 56: Comportamiento de DBO5 0 a 3 años.



Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

Es escenario factible proyectado entre los 0 y 3 años se realizó a partir de la información y el comportamiento de las cargas contaminantes, los datos presentan un comportamiento en las cargas relacionado con la proyección deseada en el tiempo y el crecimiento de la población para el caso de los colectores municipales y los vertimientos puntuales de los mismos, en el cuadro a continuación se presenta el comportamiento de las cargas expresadas en kg/día.

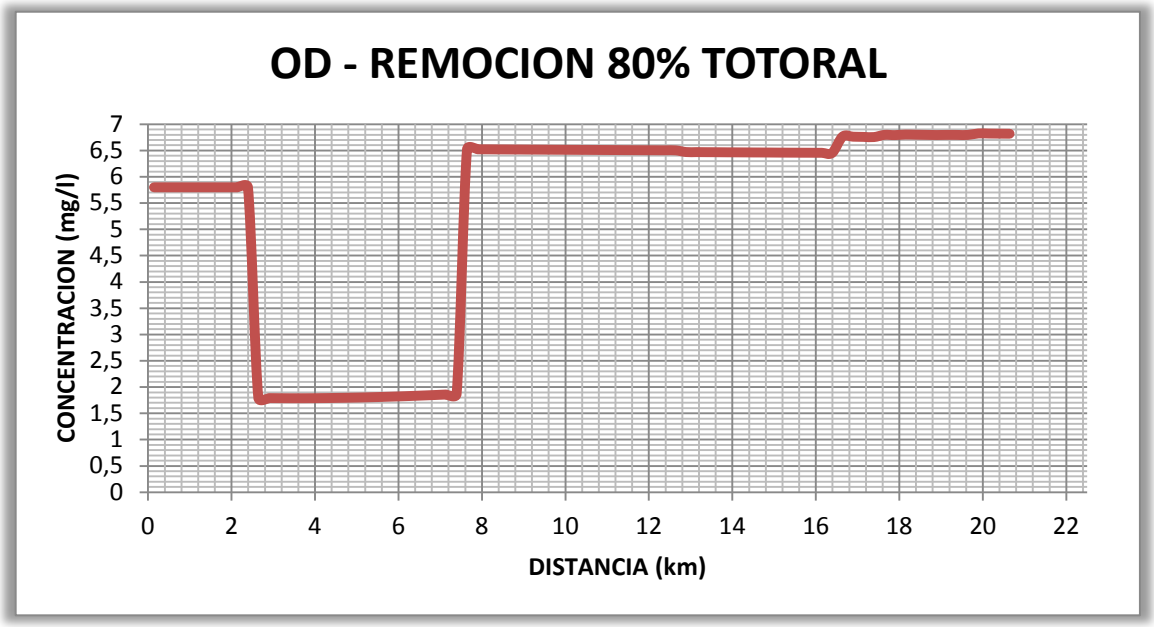
CUADRO 58: Valores de Concentración Escenario Factible de 0 a 3 Años.

0 A 3 AÑOS					
PARAMETROS	**UNIDADES**	**CONCENTRACIONES mg/l**			
		Colector Norte Ipiales	**Quebrada Doña Juana**	**Quebrada Pilispi**	**Quebrada Cutipaz**
CAUDAL	**LPS**	**50,65**	**80,9**	**220**	**222**
SOLIDOS TOTALES	**mg/l**	188	53,4	47,6	44,8
SOLIDOS DISUELTOS	**mg/l**	47	34	38,8	41,2
SOLIDOS SUSPENDIDOS	**mg/l**	141	19,34	8,8	3,6
ALCALINIDAD TOTAL	**mg CaCO3/l**	199,1	43,92	37,44	34,44
NITRATOS	**mg N-NO3/l**	1,29	0,074	0,326	0,254
AMONIO	**mg N-NH4/l**	29	0,64	0,0925	0,1
FOSFORO TOTAL	**mg PO4/l**	0,5	0,5	0,5	0,5
NITROGENO NTK	**mg N/l**	40,34	0,234	1,98	0,234
OXIGENO DISUELTO	**mg O2/l**	0,8	4	4	1,89
DBO	**mg O2/l**	246	282	210	199
DQO	**mg O2/l**	697,6	9,1	4,92	5,46

Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

En segundo lugar se proyecta la población a cinco años, para esta oportunidad adicional a la reducción del 40% en los municipios de Pupiales, Gualmátan y Contadero, se proyecta la instalación de una PTAR (planta de tratamiento de agua residual) para el colector norte del municipio de Ipiales la cual remueve un 80%, los resultados con estas características se presentan a continuación:

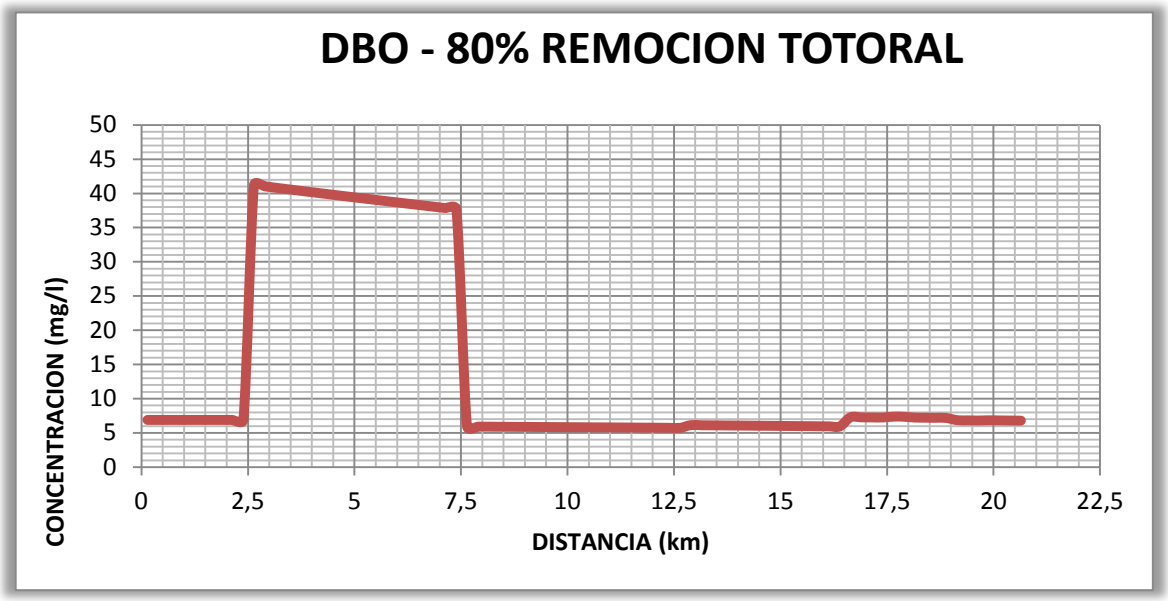
FIGURA 57: Comportamiento de Oxígeno Disuelto 3 a 5 años.



Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

El oxígeno disuelto en el punto de la entrada del colector norte presenta una reducción representativa, este comportamiento se da por tratarse de una descarga en el inicio de la corriente de caudal pequeño, en la parte baja el oxígeno disuelto se estabiliza.

FIGURA 58: Comportamiento de DBO5 3 a 5 años.



Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

Los sistemas de tratamiento para agua residual domestica ofrecen dentro de sus características una reducción del 80% en DBO, aplicando esta remoción en la carga contaminante del escenario actual se observa que de ser posible implementar un sistema de tratamiento al colector norte del municipio de Ipiales, el comportamiento de DBO seria

tal y como se observa en la gráfica se reduce de forma considerable, permitiendo en los tramos dar el uso potencial estérico o paisajístico en el tramo I y uso agrícola y pecuario en el tramo II.

En este escenario factible se observa un equilibrio en el tramo II para la DBO, comportamiento que va ligado a los sistemas de tratamiento sobre vertimientos puntuales de afluentes, los cuales ingresan en buenas condiciones al cauce principal.

La proyección del escenario factible a cinco años con 40% de remoción en los vertimientos municipales y 80% de remoción en el colector norte del municipio de Ipiales y de las corrientes secundarias se relaciona directamente con el cálculo de las cargas contaminantes la cual se obtiene con la información de las concentraciones, estos valores se alteran con relación al cálculo de la proyección de la población, a continuación se presenta el cuadro de cargas para el escenario factible que se trató anteriormente:

CUADRO 59: Valores de Concentración Escenario Factible de 3 a 5 Años.

3 A 5 AÑOS					
PARAMETROS	UNIDADES	CONCENTRACIONES mg/l			
		Colector Norte Ipiales	Quebrada Doña Juana	Quebrada Pilispi	Quebrada Cutipaz
CAUDAL	**LPS**	**57,1**	**82**	**227**	**225**
SOLIDOS TOTALES	**mg/l**	37,6	10,68	9,52	8,96
SOLIDOS DISUELTOS	**mg/l**	9,4	6,8	7,76	8,24
SOLIDOS SUSPENDIDOS	**mg/l**	28,2	3,8	1,76	0,72
ALCALINIDAD TOTAL	**mg CaCO3/l**	119,46	8,6	7,48	6,888
NITRATOS	**mg N-NO3/l**	0,258	0,0148	0,0652	0,0508
AMONIO	**mg N-NH4/l**	7,25	0,126	0,0185	0,02
FOSFORO TOTAL	**mg PO4/l**	0,5	0,5	0,5	0,1
NITROGENO NTK	**mg N/l**	12,102	0,0468	0,105	0,0468
OXIGENO DISUELTO	**mg O2/l**	3	5,84	6,5	3
DBO	**mg O2/l**	56	22,69	8,7	118,8
DQO	**mg O2/l**	139,52	1,82	0,98	1,092

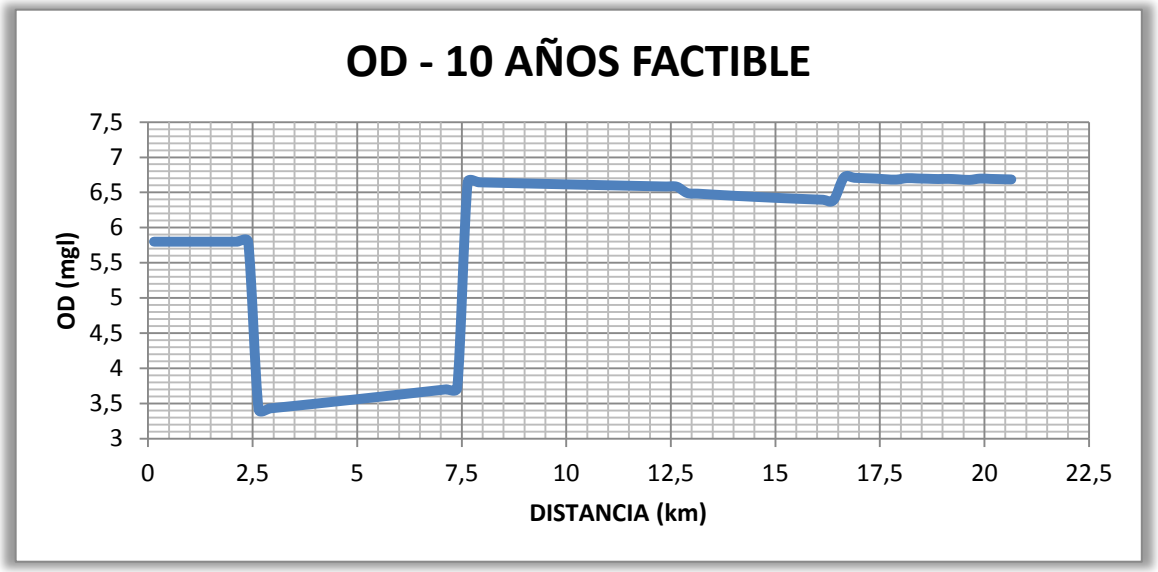
Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

La variación del cálculo de cargas se focaliza en los vertimientos puntuales y en las corrientes receptoras de estos, por esta razón las cargas de quebradas y demás fuentes permanecen constantes para todos los escenarios proyectados.

Finalmente con un crecimiento de población a 10 años y una reducción en cargas de 80% para el colector norte y 50% en los vertimientos puntuales de los municipios, lo cual

corresponde al escenario al cual se llegará dentro de los próximos 10 años, se presenta el escenario factible con las características descritas anteriormente y el comportamiento de los parámetros se presenta a continuación:

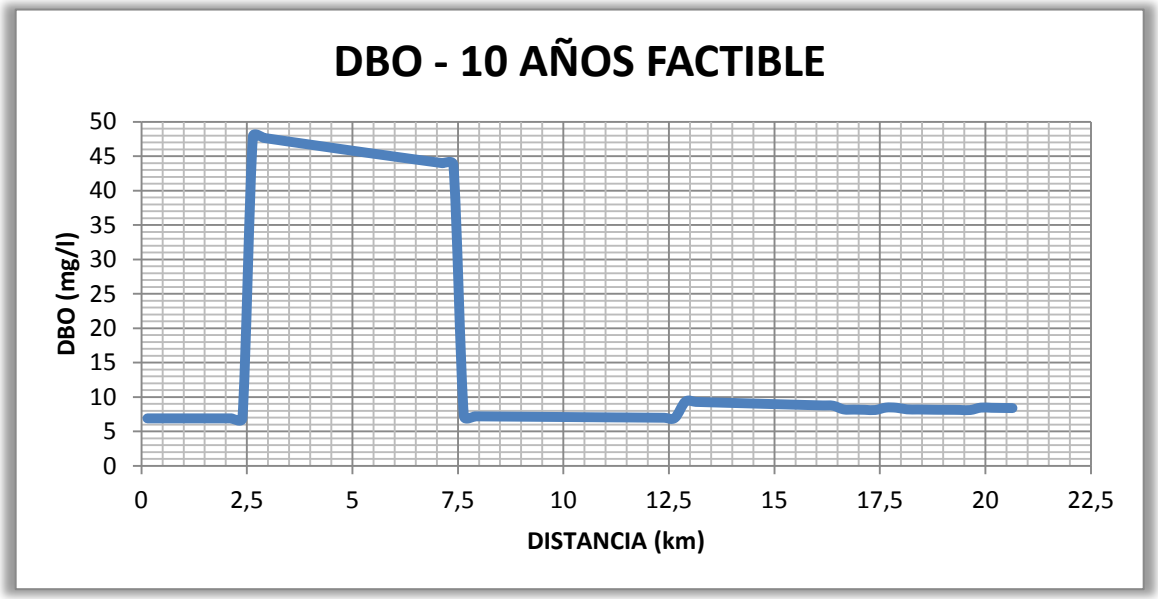
FIGURA 59: Comportamiento de Oxígeno Disuelto 5 a 10 años.



Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

Con las características de optimización el OD presenta resaltos en la parte baja, lo que se relaciona directamente con la entrada de la quebrada Doña Juana, la cual es receptora de los vertimientos del municipio de Pupiales e ingresa con una carga representativa.

FIGURA 60: Comportamiento de DBO5 de 5 a 10 años.



Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

La DBO presenta un equilibrio lo cual nos permite identificar una reducción representativa en el punto de confluencia con el rio Guaitara.

La proyección del escenario se basa principalmente al comportamiento de las cargas contaminantes de cada una de las corrientes, las cargas del escenario descrito anteriormente se presenta a continuación:

CUADRO 60: Valores de Concentración Escenario Factible de 5 a 10 Años.

5 A 10 AÑOS					
PARAMETROS	UNIDADES	CONCENTRACIONES mg/l			
		Colector Norte Ipiales	Quebrada Doña Juana	Quebrada Pilispi	Quebrada Cutipaz
CAUDAL	LPS	62,5	83	229	227
SOLIDOS TOTALES	mg/l	43,24	12,282	10,948	10,304
SOLIDOS DISUELTOS	mg/l	10,81	7,82	8,924	9,476
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/l	32,43	4,37	2,024	0,828
ALCALINIDAD TOTAL	mg CaCO3/l	137,379	9,89	8,602	7,9212
NITRATOS	mg N-NO3/l	0,2967	0,01702	0,07498	0,05842
AMONIO	mg N-NH4/l	8,3375	0,1449	0,021275	0,023
FOSFORO TOTAL	mg PO4/l	0,575	0,575	0,575	0,115
NITROGENO NTK	mg N/l	13,9173	0,05382	0,12075	0,05382
OXIGENO DISUELTO	mg O2/l	3,45	6,716	7,475	3,45
DBO	mg O2/l	64,4	26,0935	10,005	136,62
DQO	mg O2/l	160,448	2,093	1,127	1,2558

Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

Con la finalidad de dar cumplimiento a los criterios de calidad para el tramo I, es importante considerar que con la implementación de la Planta de Tratamiento para el colector norte del municipio de Ipiales se reduce considerablemente la carga contaminante, sin embargo por tratarse de una descarga de un caudal alto sobre una quebrada con un caudal pequeño el impacto sobre esta corriente según el comportamiento del modelo se eleva en ese punto, por esta razón dentro del presente documento se recomienda adicional a la PTAR realizar una conducción que ubique el punto de vertimiento aproximadamente unos 5 kilómetros aguas abajo, en la confluencia con la Quebrada Doña Juana, de esta manera a asimilación de la corriente ante la descarga se reduce considerablemente.



FORMULACION

9. FORMULACION

9.1 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 en el decreto 1594 de 1984. Dicho marco se complementa con los alcances del decreto 3100 de 2003 y determina entonces que para la gestión eficaz de la calidad del recurso hídrico, se requiere realizar por lo menos las siguientes tareas:

- Estudiar y proponer el PORH incluyendo los objetivos a largo plazo de calidad del recurso
- Estudiar y proponer las metas de reducción de cargas contaminantes para los distintos tramos del recurso de tal forma que correspondan con los Objetivos de Calidad del mismo que se definan a largo plazo.
- Estudiar y proponer normas regionales y locales de vertimiento aplicables a tramos específicos del recurso, las cuales contribuyan al logro de los objetivos y al cumplimiento de los criterios de calidad preestablecidos para cada tramo.
- Estudiar y proponer el plan de control de vertimientos
- Estudiar y proponer el plan de monitoreo de la calidad del recurso hídrico
- Proponer el plan de uso de los recursos recaudados por las tasas retributivas

El PORH es una herramienta en plena vigencia y de gran utilidad para la gestión de la calidad de los recursos hídricos; no obstante, su implementación requiere de tiempo, recursos y el debido aprestamiento institucional para su implementación exitosa. Cada vez es más necesario contar con esta herramienta como pilar para el diseño y la implementación de otros instrumentos de gestión ambiental relacionados con el mejoramiento de los cuerpos de agua.

El procedimiento para el establecimiento de los OBJETIVOS DE CALIDAD DE UN CUERPO DE AGUA, es muy similar al sugerido en el decreto 1594 de 1984, para la formulación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico PORH.

Para el cauce principal del Río Boquerón en el aparte anterior se definió dos tramos para los cuales se establecerán los objetivos de calidad, para esto se analizan los dos tramos para definir el caso en el cual se aplica la determinación de los objetivos de calidad, en primer lugar se identifica la corriente como una fuente de agua rural, receptora de aguas residuales de los municipios que corresponden a la jurisdicción; por lo tanto los objetivos de calidad se inclinan a minimizar el impacto sobre la salud de las poblaciones cercanas y la estética del espacio urbano.

En este aspecto se propone conseguir en cuanto a lo relacionado con los objetivos de calidad lo siguiente:

El primer tramo su uso potencial se determina de uso estético y/o paisajístico, los objetivos deben apuntar a conservar las características de calidad con la eventualidad de recibir los vertimientos del colector norte de Ipiales y dar cumplimiento a los criterios definidos en este tramo en la normatividad vigente.

CUADRO 61: Propuesta de Objetivos de Calidad Tramo I.

MUNICIPIO	CORRIENTE SUPERFICIAL	TRAMO	USO ACTUAL	USO POTENCIAL PREPONDERANTE	PARÁMETRO	VALOR MEDIDO	OBJETIVO DE CALIDAD	ESCENARIO DE CALIDAD 2014	ESCENARIO DE CALIDAD 2016	ESCENARIO DE CALIDAD 2021	NOTA DE SUSTENTACION
IPIALES Y PUPIALES	Quebrada Totoral y Doña Juana.	**I.** Inicio en Quebrada Totoral hasta la confluencia con Quebrada Doña Juana.	Agrícola en pequeña escala y receptor de vertimientos municipales	Estético y Paisajístico.	DBO5 (mg O2/L)	253	≤ 45 mg/L		45		MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA LA SATISFACCIÓN DEL USO POTENCIAL PREPONDERANTE
					SST (mg/l)	435	≤ 30 mg/l.			≤15	
					OD (mg O2/L)	1	≥ 3 mg/l.		3	7	
					PH (pH)	7,35	entre 5 y 9				
					Coliformes Totales (NPM/100 ml)	300000 UFC/ 100 ml	≤ 5000 NMP /100 ml.		< 5000	< 5000	
					Coliformes Fecales (NPM/100 ml)	200000 UFC/ 100 ml	≤ 2000 NMP /100 ml.		< 2000	< 2000	
					Olores Ofensivos		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	
					Sustancias Flotantes		Ausentes		Ausentes	Ausentes	
					Películas de Grasas y Aceites		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	
					Sustancias de Interés Sanitario y Otros		Cumplimiento Decreto 1594/84 y Decreto 3930/2010 o Norma que lo sustituya, modifique o reglamente.				

Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

Como se observa en el cuadro anterior, el objetivo que tiene mayor prioridad es la reducción de Coliformes totales y Fecales, estos parámetros se registran en valores altos los cuales es necesario priorizarlos en los periodos establecidos.

Teniendo en cuenta el comportamiento de la fuente al ser receptor de un caudal mayor al caudal de la corriente se contempla que a futuro la descarga del agua después del tratamiento se realiza en un sector en el cual la asimilación de las cargas contaminantes con la entrada de quebradas limpias se reduce. Por esta razón los valores de los objetivos en el tramo I se mantienen altos relacionando los valores obtenidos en la modelación del cauce principal.

El segundo tramo es representativo por recibir las aguas de las corrientes de las Quebradas Doña Juana, Pilispi y Cutipaz, las cuales son receptoras como ya se ha descrito de vertimientos puntuales de los municipios por la cual recorre el cauce, el uso se centraliza en agrícola y se proyecta para el uso pecuario.

CUADRO 62: Propuesta de Objetivos de Calidad Tramo II.

MUNICIPIO	CORRIENTE SUPERFICIAL	TRAMO	USO ACTUAL	USO POTENCIAL PREPONDERANTE	PARÁMETRO	VALOR MEDIDO	OBJETIVO DE CALIDAD	ESCENARIO DE CALIDAD 2014	ESCENARIO DE CALIDAD 2016	ESCENARIO DE CALIDAD 2021	NOTA DE SUSTENTACION
Gualmátan y Contadero	Quebrada Doña Juana y Quebrada Boquerón.	II. Quebrada Doña Juna Hasta confluencia con Río Guaitara	Agrícola	Agrícola y Pecuario	DBO5 (mg O2/L)	27,5	≤ 10 mg/l	< 20 mg/l	< 10 mg/l		MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA LA SATISFACCIÓN DEL USO POTENCIAL PREPONDERANTE
					SST (mg/l)	245	≤ 5 mg/l	< 5 mg/l	< 5 mg/l		
					OD (mg O2/L)	4,35	≥ 3 mg/l	> 5 mg/l	> 5 mg/l		
					PH (pH)	7,23	Entre 4,5 y 9	Entre 7 y 9	Entre 7 y 11		
					Coliformes Totales (NPM/100 ml)	93000 UFC/ 100 ml	≤ 5000	< 5000	< 5000	< 5000	
					Coliformes Fecales(NPM/100 ml)	53200 UFC/ 100 ml	≤ 1000 mg/l		< 1000 mg/l	< 1000 mg/l	
					Olores Ofensivos		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	
					Sustancias Flotantes		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	
					Películas de Grasas y Aceites		Entre 5 y 10 mg/l	> 7 mg/l	> 7 mg/l	> 10 mg/l	
					Sustancias de Interés Sanitario y Otros		Cumplimiento Decreto 1594/84, Decreto 3930/ 2010 o Norma que lo sustituya, modifique o reglamente.				

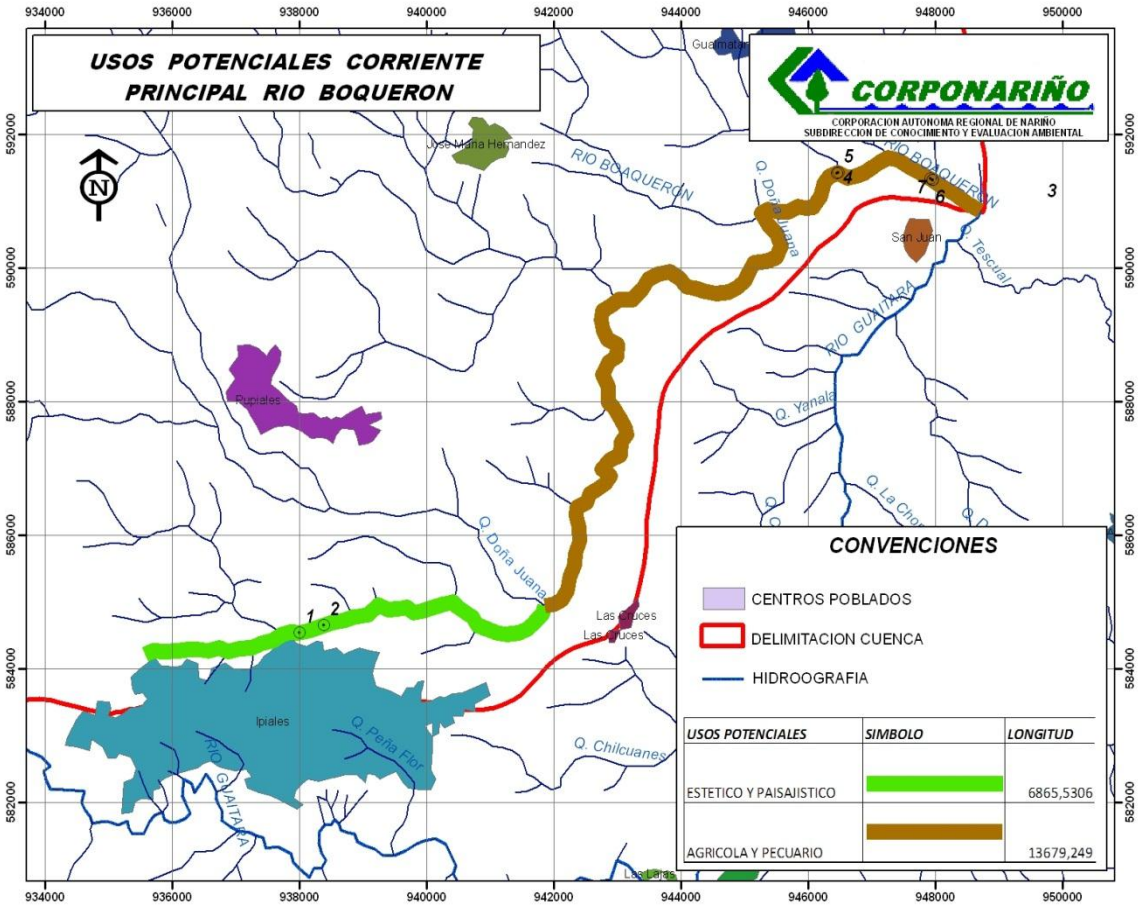
Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

El cuadro anterior se observa que se requiere un tratamiento con el fin de asegurar especialmente una reducción en los valores de Coliformes fecales.

9.1.2 CARTOGRAFIA OBJETIVOS DE CALIDAD

Para el caso de la propuesta de los objetivos de calidad se ha seleccionado el escenario en el cual se determina dentro de diez años la instalación de la planta de tratamiento de aguas residual para el colector norte del municipio de Ipiales y la instalación de sistemas de tratamiento primario para los vertimientos de los municipio de Pupiales, Gualmátan y Contadero, bajo estas condiciones se logra una reducción en concentración para DBO_5 y se mejora las condiciones sobre el cauce principal tal y como se muestra a continuación.

FIGURA 61: Mapa de Objetivos de Calidad Por Tramos.



Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

En la figura anterior, se muestra en detalle los tramos definidos sobre el cauce principal del Río Boquerón entre los que se encuentra el Tramo I de Uso Estético y Paisajístico y el Tramo II de Uso Agrícola y Pecuario, la propuesta de los objetivos de calidad se establece con la finalidad de mantener las condiciones adecuadas de los afluentes y mejorar la calidad de los vertimientos puntuales.

9.1.3 NECESIDADES DE TRATAMIENTO U OPTIMIZACION

La información recopilada en el proceso y la identificación de las necesidades de la población, adicional a la proyección del escenario factible se proyectan las necesidades de tratamiento u optimización para los diferentes vertimientos puntuales identificados sobre las quebradas Doña Juna, Totoral y Boquerón. De esta manera con la finalidad de dar cumplimiento a las metas de descontaminación es necesaria la implementación de sistemas de tratamiento, programadas de la siguiente manera:

En el periodo de 0 a 3 años: para el año 2014 es necesario que los municipios de Pupiales, Gualmátan y Contadero implementen sistemas de tratamiento primario para los vertimientos puntuales, el sistema debe asegurar una remoción en carga de DBO y SST por encima del 40%.

En el periodo de 3 a 5 años: para el cuarto año correspondiente al 2015, los sistemas de tratamiento primario deben encontrarse estables y funcionamiento del 100% en todo el sistema implementado, adicional a esto, entre los años 2012 y 2016 se debe dar inicio al proceso de implementación del sistema de tratamiento para el colector norte del municipio de Ipiales.

En el periodo de 5 a 10 años: a partir del año 2017 el sistema de tratamiento para el colector norte de Ipiales debe encontrarse estable asegurando una remoción en carga de DBO y SST mínima del 80%. Los tratamientos municipales para el año 2021 deben asegurar mejoras para brindar una remoción del 50%, lo que representa un incremento del 10% en el sistema inicial implementado.

9.1.4 CARGAS CONTAMINANTES A VERTER SOBRE EL ESCENARIO FACTIBLE

Una vez proyectados los escenarios factibles y relacionando las cargas contaminantes a verter en los periodos proyectados, con el fin de superar los impactos sobre la corriente principal del Río Boquerón, en el cuadro que se presenta a continuación se registran las cargas contaminantes a verter en Ton/Año para cada una de las entradas representativas al cauce principal.

Cargas Contaminantes a Verter entre 0 y 3 años: entre los años 2012 y 2014 la carga contaminante a verter teniendo en cuenta las características de remoción sobre los vertimientos puntuales de los municipios de Pupiales, Gualmátan y Contadero se observa para DBO un valor de 300 ton/año, este valor representa una carga alta en el punto de entrada del colector norte puesto que en este periodo de tiempo sobre el colector no se implementa ningún tipo de tratamiento. Para el caso de las entradas de Doña Juna, Pilispi y Cutipaz se observa un comportamiento relacionado con la implementación de los sistemas de tratamiento de los municipios.

CUADRO 63: Cargas Contaminantes a Verter Periodo de 0 a 3 Años.

PARAMETROS	UNIDADES	CARGA Ton/año			
		Colector Norte Ipiales	Quebrada Doña Juana	Quebrada Pilispi	Quebrada Cutipaz
SOLIDOS TOTALES	Ton/año	300,29	136,24	330,24	313,64
SOLIDOS DISUELTOS	Ton/año	75,07	86,74	269,19	288,44
SOLIDOS SUSPENDIDOS	Ton/año	225,22	49,34	61,05	25,20
ALCALINIDAD TOTAL	Ton CaCO3/año	318,02	112,05	259,76	241,11
NITRATOS	Ton N-NO3/año	2,06	0,19	2,26	1,78
AMONIO	Ton N-NH4/año	46,32	1,63	0,64	0,70
FOSFORO TOTAL	Ton PO4/año	0,80	1,28	3,47	3,50
NITROGENO NTK	Ton N/año	64,44	0,60	13,74	1,64
OXIGENO DISUELTO	Ton O2/año	1,28	10,21	27,75	13,23
DBO	Ton O2/año	392,94	719,46	1456,96	1393,20
DQO	Ton O2/año	1114,28	23,22	34,13	38,23

FUENTE: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

Cargas Contaminantes a Verter entre 3 y 5 años: en este periodo de tiempo se observa la reducción en la carga contaminante para los cuatro puntos de entrada al cauce principal, estos valores representan que la implementación de sistemas de tratamiento es óptima y necesaria para reducir cargas contaminantes sobre la corriente principal. Si para los años 2012 y 2016 los sistemas funcionan de manera eficiente asegurando la remoción requerida los afluentes y el cauce principal se encontrarían en condiciones aptas para el uso potencial identificado.

CUADRO 64: Cargas Contaminantes a Verter Periodo de 3 a 5 Años.

PARAMETROS	UNIDADES	CARGA Ton/año			
		Colector Norte Ipiales	Quebrada Doña Juana	Quebrada Pilispi	Quebrada Cutipaz
SOLIDOS TOTALES	Ton/año	67,71	27,62	68,15	63,58
SOLIDOS DISUELTOS	Ton/año	16,93	17,58	55,55	58,47
SOLIDOS SUSPENDIDOS	Ton/año	50,78	9,83	12,60	5,11
ALCALINIDAD TOTAL	Ton CaCO3/año	215,11	22,24	53,55	48,87
NITRATOS	Ton N-NO3/año	0,46	0,04	0,47	0,36
AMONIO	Ton N-NH4/año	13,06	0,33	0,13	0,14

FOSFORO TOTAL	Ton PO4/año	0,90	1,29	3,58	0,71
NITROGENO NTK	Ton N/año	21,79	0,12	0,75	0,33
OXIGENO DISUELTO	Ton O2/año	5,40	15,10	46,53	21,29
DBO	Ton O2/año	100,84	58,68	62,28	842,96
DQO	Ton O2/año	251,23	4,71	7,02	7,75

FUENTE: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

Cargas Contaminantes a Verter entre 5 y 10 años: de mantenerse el comportamiento de los sistemas de tratamiento y las mejoras a los sistemas primarios, los valores de cargas contaminantes para los años 2016 y 2021 en comparación con el escenario actual son representativas, llegando a las condiciones necesarias que permitan llegar a los usos potenciales de los tramos identificados.

CUADRO 65: Cargas Contaminantes a Verter Periodo de 5 a 10 Años.

PARAMETROS	UNIDADES	CARGA Ton/año			
		Colector Norte Ipiales	Quebrada Doña Juana	Quebrada Pilispi	Quebrada Cutipaz
SOLIDOS TOTALES	Ton/año	85,23	32,15	79,06	73,76
SOLIDOS DISUELTOS	Ton/año	21,31	20,47	64,45	67,84
SOLIDOS SUSPENDIDOS	Ton/año	63,92	11,44	14,62	5,93
ALCALINIDAD TOTAL	Ton CaCO3/año	270,77	25,89	62,12	56,71
NITRATOS	Ton N-NO3/año	0,58	0,04	0,54	0,42
AMONIO	Ton N-NH4/año	16,43	0,38	0,15	0,16
FOSFORO TOTAL	Ton PO4/año	1,13	1,51	4,15	0,82
NITROGENO NTK	Ton N/año	27,43	0,14	0,87	0,39
OXIGENO DISUELTO	Ton O2/año	6,80	17,58	53,98	24,70
DBO	Ton O2/año	126,93	68,30	72,25	978,02
DQO	Ton O2/año	316,24	5,48	8,14	8,99

FUENTE: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

Tomando como referencia el parágrafo 1 del artículo 8 del decreto 3930 de 2010 que dice que "el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico deberá definir la conveniencia de adelantar la reglamentación del uso de las aguas" [16]. En el plan de ordenamiento del recurso hídrico del Río Boquerón se considera que existe una mínima demanda de agua en la corriente principal, por esta razón no se consideró necesario implementar una reglamentación en los caudales captados por motivo de que no existen conflictos por uso del recurso hídrico ni por otro aspecto que amerite dicha reglamentación.

[16] DECRETO 3930 de 20120, Articulo 8, Parágrafo 1.

9.1.5 PROPUESTA DE REGLAMENTACION DE VERTIMIENTOS

La finalidad principal de la propuesta de reglamentación de vertimientos se enfoca en limitar los valores de la concentración a descargar en cada uno de los vertimientos puntuales identificados, esta reglamentación se proyecta para el año 2021, año en el cual las características de descarga deben estar reducidas en comparación con la actual en el porcentaje de remoción de los diferentes sistemas de tratamiento implementados, para ese año los valores de descarga estarán por debajo de los valores en mg/l en DBO_5 y SST establecidos en el cuadro que se presenta a continuación.

CUADRO 66: Propuesta de Reglamentación de Vertimientos.

Usuario	Concentración actual (mg/l)		Reglamentación de Vertimientos (mg/l)					
	DBO	SST	AÑO 2014		AÑO 2016		AÑO 2021	
			DBO	SST	DBO	SST	DBO	SST
EMPOOBANDO	300	141	300	141	300	141	56	28
EMSERP SA	160	408	160	408	277	244,8	277	244,8
COOPERATIVA AGUAS DEL FRAILEJON	210	10	210	10	147	6	147	6
COPSERCONT ESP	246	408	246	408	134	244	134	244

FUENTE: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

A pesar de tratarse el ordenamiento del cauce principal del Río Boquerón se han identificado las corrientes abastecedoras con problemas relacionados con los vertimientos puntuales, es por esta razón que la reglamentación de los vertimientos incluye a los municipios de Pupiales, Gualmátan y Contadero, puesto que estos afectan considerablemente la calidad de las quebradas sobre las cuales se realiza la descarga.

9.1.6 VINCULACION DE INSTRUMENTOS DE CONTROL Y PLANIFICACION

El aporte de contaminación domestica generada por los cascos urbanos de los municipios, generan impactos negativos sobre la calidad del recurso hídrico aguas debajo de las fuentes receptoras, lo que compromete su uso e impide el cumplimiento de los objetivos de calidad, por tanto la única alternativa que permite reducir el aporte de carga orgánica es la descontaminación de los vertimientos a través de implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales, su consecuente operación y mantenimiento eficiente.

Dentro de los instrumentos de control y planificación se vinculan los proyectos formulados en Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) de los municipios de Ipiales, Pupiales, Gualmátan y Contadero, entre los que se destacan los siguientes:

IPIALES

- Hasta la fecha el PSMV del municipio de Ipiales se encuentra en proceso de reglamentación en CORPONARIÑO, dentro de los aspectos correctivos en el mes de Diciembre del 2011 se solicitó información adicional que integra las actividades a tener en cuenta para el colector norte del Municipio de Ipiales.

GUALMÁTAN

- Eliminación de vertimientos puntuales 2 y 3 del alcantarillado municipal.
- Estudio topográfico para diseñar la conducción de las aguas residuales domesticas provenientes del casco urbano hasta la planta de tratamiento.
- Diseño y construcción de la conducción de las aguas residuales domesticas provenientes del casco urbano hasta la planta de tratamiento.
- Construcción del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas Casco Urbano.
- Sensibilización y Educación Ambiental a la comunidad sobre la importancia de la protección y uso eficiente del Recurso Hídrico.
- Planes de Ordenamiento de las Microcuencas que abastecen al municipio de Gualmátan.
- Reforestación y protección de los nacimientos y márgenes de las fuentes principales y sus tributos.
- Construcción de 133 unidades sanitarias con pozos sépticos en el sector rural del municipio.

CONTADERO

- Separación de las Aguas lluvias, escorrentías, arroyos y aguas residuales.
- Descontaminación de la Quebrada Cutipaz.
- Ampliar el programa de pozos para las viviendas ubicadas en la parte alta del municipio de Contadero.

9.1.7 METAS DE DESCONTAMINACION

Las metas de descontaminación establecen una reducción de Cargas Contaminantes para los tramos identificados en el cauce principal del Rio Boquerón; la cual será definida para cada uno de los parámetros DBO_5 y SST expresada en carga total contaminante vertida durante un año. La definición de metas de carga contaminante, es un proceso de control y planeación quinquenal. Para este proceso se conto con información de los usuarios así como también la evaluación de la fuente receptora mediante el análisis de capacidad de dilución, asimilación y evaluación del nivel de presión del cuerpo de agua.

El establecimiento de metas de reducción de cargas puntuales de DBO y SST tiene coherencia y están ligados a la propuesta de objetivos de calidad y por lo tanto se debe adelantar su aplicación y evaluación, ya que los objetivos de calidad se fijaron de acuerdo a la destinación del recurso a sus usos preponderantes, en consecuencia los objetivos de calidad de la corriente deben reflejar el escenario factible.

CUADRO 67: Metas de Descontaminación Primer Quinquenio.

USUARIO	CARGA CONTAMINANTE							
	DBO5 (Ton/Año)				SST (Ton/Año)			
	Carga Contaminante Actual 2011	Carga Contaminante Futura 2016	Propuesta de Reducción	Carga Meta a Verter	Carga Contaminante Actual 2011	Carga Contaminante Futura 2016	Propuesta de Reducción	Carga Meta a Verter
EMPOOBANDO	454,12	529,80	0,00	529,8	253,90	418,03	0,00	418,0
EMSERP SA	57,77	120,56	117,43	3,13	147,34	243,11	76,98	166,1
COOPERATIVA AGUAS DEL FRAILEJON	64,9	96,18	93,56	2,62	73,19	120,70	38,71	81,99
COPSERCONT ESP	107,29	142,50	57,39	85,11	177,97	293,20	91,30	201,9

FUENTE: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

Los valores de descontaminación para el primer quinquenio se centralizan en la reducción de carga contaminante para los municipios de Pupiales, Gualmátan y Contadero, para este corte dentro de la programación estratégica del Plan de Ordenamiento del Río Boquerón, para el año 2014 se contara con los sistemas de tratamiento primario, es por esta razón que la meta de reducción para el municipio de Ipiales registra valores en cero

CUADRO 68: Metas de Descontaminación Segundo Quinquenio

USUARIO	CARGA CONTAMINANTE							
	DBO5 (Ton/Año)				SST (Ton/Año)			
	Carga Contaminante Actual 2017	Carga Contaminante Futura 2021	Propuesta de Reducción	Carga Meta a Verter	Carga Contaminante Actual 2017	Carga Contaminante Futura 2021	Propuesta de Reducción	Carga Meta a Verter
EMPOOBANDO	529,80	567,65	466,82	100,8	418,03	689,74	638,97	50,77
EMSERP SA	120,56	119,15	55,78	63,37	243,11	296,37	184,53	111,8
COOPERATIVA AGUAS DEL FRAILEJON	96,18	102,68	48,58	54,10	120,70	178,86	105,99	72,87
COPSERCONT ESP	142,50	144,30	75,00	69,30	293,20	397,20	275,14	122,0

FUENTE: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

En el segundo quinquenio las metas relacionan la reducción en cargas de los cinco municipios involucrados dentro del proceso de ordenamiento, la proyección de las metas refleja valores que permitirán dar el uso potencial a los dos tramos identificados.

9.1.8 TASA RETRIBUTIVA

La Tasa Retributiva es un instrumento económico que está diseñado para incentivar el cambio de comportamiento en las decisiones de producir al costo de causar daños ambientales, de tal forma que se alcance el punto en que sea más racional económicamente no contaminar que pagar la tasa.

Una vez identificados los tramos sobre el cauce principal del Río Boquerón y calidad actual de cada uno de ellos involucrando los afluentes receptores de vertimientos puntuales se procede a proyectar los costos que implicaría la tasa retributiva en tres casos específicos; el primero de ellos es el comportamiento de la tasa calculada con la tarifa mínima, el segundo caso es el cálculo sin considerar alternativas de tratamiento y en tercer lugar el cálculo de la tasa con la implementación de los diferentes sistemas de tratamiento.

En los cuadros que se presenta a continuación se observa los valores de la tasa en el tercer caso nombrado anteriormente, en este se observa que para los próximos cuatro años lo que corresponde al periodo de 2012 a 2015 los costos de la tasa se van incrementando año a año, para el año 2016 contando con los valores de carga en kg/año del escenario factible se observa la reducción en el valor en pesos el comportamiento se mantiene hasta el año 2021.

Este comportamiento permite asegurar que los valores cancelados por la tasa durante los próximos cuatro años se pueden conservar con la finalidad de ser invertidos en la implementación de los sistemas de tratamiento.

CUADRO 69: Proyección Tasa Retributiva Primer Quinquenio con cumplimiento de metas.

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - RIO BOQUERON															
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA PRIMER QUINQUENIO - ESCENARIO DE COBRO CON CUMPLIMIENTO DE LAS METAS															
USUARIO	2012			2013			2014			2015			2016		
	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	
EMPOOBANDO	443694	443694	**$ 71.961.621**	449018	449018	**$ 75.592.516**	454407	454407	**$ 79.406.612**	459859	459859	**$ 83.413.152**	465378	465378	**$ 87.621.846**
EMSERP SA	100302	100302	**$ 16.267.731**	101506	101506	**$ 17.088.535**	102724	102724	**$ 17.950.754**	61634	61634	**$ 11.179.730**	62374	62374	**$ 11.743.814**
COOPERATIVA AGUAS DEL FRAILEJON	85848	85848	**$ 13.923.473**	86878	86878	**$ 14.625.995**	87921	87921	**$ 15.363.964**	52752	52752	**$ 9.568.677**	53385	53385	**$ 10.051.474**
COPSERCONT ESP	121143,5	121143,5	**$ 19.647.961**	122597	122597	**$ 20.639.319**	124068	124068	**$ 21.680.696**	74441	74441	**$ 13.502.738**	75334	75334	**$ 14.184.032**

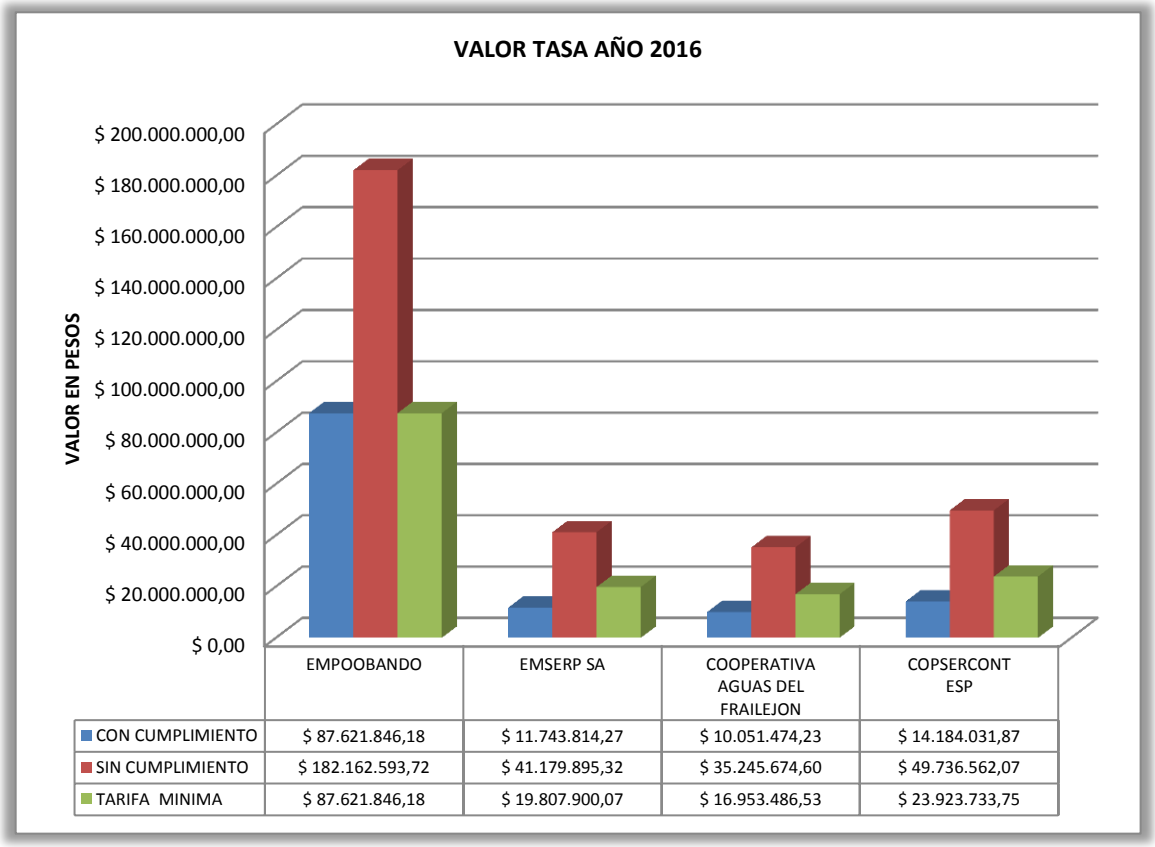
FUENTE: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

CUADRO 70: Proyección Tasa Retributiva Segundo Quinquenio con cumplimiento de metas.

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - RIO BOQUERON															
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA SEGUNDO QUINQUENIO - ESCENARIO DE COBRO CON CUMPLIMIENTO DE LAS METAS															
USUARIO	2017			2018			2019			2020			2021		
	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	
EMPOOBANDO	93076	93076	**$ 18.190.295**	94192	94192	**$ 19.108.105**	95323	95323	**$ 20.072.223**	96467	96467	**$ 21.084.987**	393095	300292	**$ 82.874.408**
EMSERP SA	63122	63122	**$ 12.336.360**	63880	63880	**$ 12.958.804**	64646	64646	**$ 13.612.653**	65422	65422	**$ 14.299.493**	57773	327325	**$ 31.436.521**
COOPERATIVA AGUAS DEL FRAILEJON	54026	54026	**$ 10.558.631**	54674	54674	**$ 11.091.378**	55330	55330	**$ 11.651.004**	55994	55994	**$ 12.238.867**	64901	383222	**$ 36.369.918**
COPSERCONT ESP	76238	76238	**$ 14.899.701**	77153	77153	**$ 15.651.481**	78079	78079	**$ 16.441.192**	79016	79016	**$ 17.270.749**	107291	395363	**$ 43.930.423**

FUENTE: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

FIGURA 62: Valor Acumulado Año 2016.



	EMPOOBANDO	EMSERP SA	COOPERATIVA AGUAS DEL FRAILEJON	COPSERCONT ESP
CON CUMPLIMIENTO	$ 87.621.846,18	$ 11.743.814,27	$ 10.051.474,23	$ 14.184.031,87
SIN CUMPLIMIENTO	$ 182.162.593,72	$ 41.179.895,32	$ 35.245.674,60	$ 49.736.562,07
TARIFA MINIMA	$ 87.621.846,18	$ 19.807.900,07	$ 16.953.486,53	$ 23.923.733,75

FUENTE: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

Como ya se había registrado anteriormente la meta del cobro de tasa retributiva es identificar el costo que implica la contaminación de las fuentes de agua y la reducción de esta con el fin de reducir los costos del pago de la tasa, en referencia a esto a continuación se presenta el cuadro 67, en el cual se muestra los valores a cancelar de tasa retributiva en los próximos 10 años, en esta se proyecta la tasa considerando la reducción en los valores de carga contaminante y por ende la baja en los costos a cancelar.

Al observar la reducción de los costos, se puede considerar que para los municipios la alternativa viable, es realizar la inversión en implementación de los sistemas de tratamiento de las aguas residuales domésticas, de esta manera el aporte se refleja en la mejora en las condiciones ambientales de las fuentes de agua y las condiciones de vida de las comunidades.

CUADRO 71: Proyección Tasa Retributiva Quinquenio sin cumplimiento de metas.

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - RIO BOQUERON															
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA PRIMER QUINQUENIO - ESCENARIO DE COBRO SIN CUMPLIMIENTO DE LAS METAS															
USUARIO	2012			2013			2014			2015			2016		
	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	
EMPOOBANDO	443.694,00	443.694,00	**$ 71.961.621**	449.018	449.018	**$ 84.654.910**	454.407	454.407	**$ 110.345.46**	459.859	459.859	**$ 143.412.96**	465.378	465.378	**$ 182.162.59**
EMSERP SA	100.302,00	100.302,00	**$ 16.267.731**	101.506	101.506	**$ 19.137.191**	102.724	102.724	**$ 24.944.828**	103.956	103.956	**$ 32.420.108**	105.204	105.204	**$ 41.179.895**
COOPERATIVA AGUAS DEL FRAILEJON	85.848,00	85.848,00	**$ 13.923.473**	86.878	86.878	**$ 16.379.430**	87.921	87.921	**$ 21.350.158**	88.976	88.976	**$ 27.748.215**	90.043	90.043	**$ 35.245.675**
COPSERCONT ESP	121.143,50	121.143,50	**$ 19.647.961**	122.597	122.597	**$ 23.113.660**	124.068	124.068	**$ 30.128.051**	125.557	125.557	**$ 39.156.601**	127.064	127.064	**$ 49.736.562**

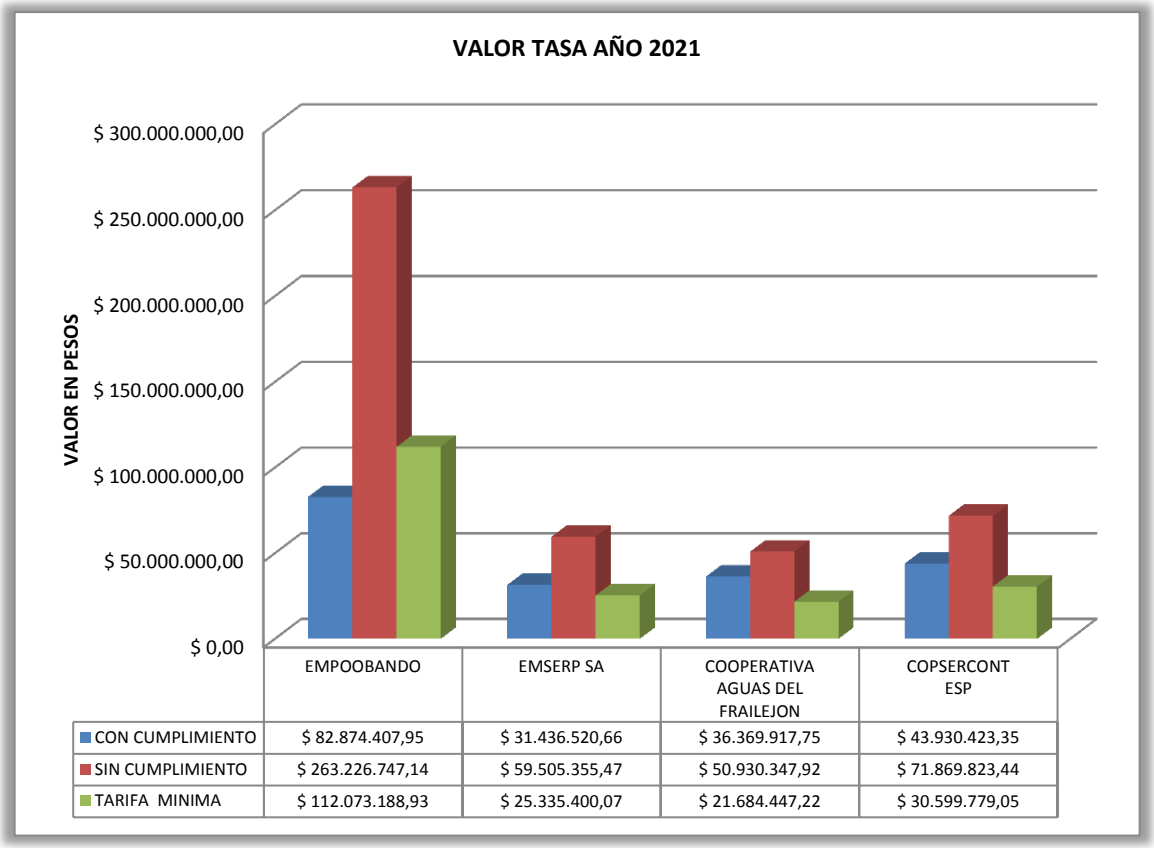
FUENTE: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

CUADRO 72: Proyección Tasa Retributiva Segundo Quinquenio sin cumplimiento de metas.

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - RIO BOQUERON															
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA SEGUNDO QUINQUENIO - ESCENARIO DE COBRO SIN CUMPLIMIENTO DE LAS METAS															
USUARIO	2017			2018			2019			2020			2021		
	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	
EMPOOBANDO	470.962	470.962	**$ 210.664.24**	476.614	476.614	**$ 227.089.16**	482.333	482.333	**$ 238.547.17**	488.121	488.121	**$ 250.583.31**	493.979	493.979	**$ 263.226.747**
EMSERP SA	106.466	106.466	**$ 47.623.012**	107.744	107.744	**$ 51.336.051**	109.037	109.037	**$ 53.926.263**	110.345	110.345	**$ 56.647.166**	111.669	111.669	**$ 59.505.355**
COOPERATIVA AGUAS DEL FRAILEJON	91.124	91.124	**$ 40.760.307**	92.217	92.217	**$ 43.938.279**	93.324	93.324	**$ 46.155.229**	94.444	94.444	**$ 48.484.037**	95.577	95.577	**$ 50.930.348**
COPSERCONT ESP	128.589	128.589	**$ 57.518.478**	130.132	130.132	**$ 62.003.039**	131.693	131.693	**$ 65.131.465**	133.274	133.274	**$ 68.417.738**	134.873	134.873	**$ 71.869.823**

FUENTE: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

FIGURA 63: Valor Acumulado en Pesos Año 2021.



	EMPOOBANDO	EMSERP SA	COOPERATIVA AGUAS DEL FRAILEJON	COPSERCONT ESP
CON CUMPLIMIENTO	$ 82.874.407,95	$ 31.436.520,66	$ 36.369.917,75	$ 43.930.423,35
SIN CUMPLIMIENTO	$ 263.226.747,14	$ 59.505.355,47	$ 50.930.347,92	$ 71.869.823,44
TARIFA MINIMA	$ 112.073.188,93	$ 25.335.400,07	$ 21.684.447,22	$ 30.599.779,05

FUENTE: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

Los valores que se registran en la figura anterior representan la cantidad acumulada de dinero para el año 2021, en esta se puede observar claramente que la implementación de sistemas de tratamiento reduce evidentemente los valores a cancelar en tasa, cada municipio entre los que se encuentra Ipiales, Pupiales, Gualmátan y Contadero, si para el año 2021 dan cumplimiento a la reducción de cargas contaminantes el valor a cancelar se registraría por debajo del 50% del valor a cancelar sin el cumplimiento de las metas de descontaminación. Es por esta razón resaltar la importancia de dar cumplimiento a lo estipulado en el presente documento.

9.2 FICHAS DE PROYECTOS PARA PROGRAMAS

La gestión para el tratamiento de las aguas residuales domesticas parte de la planificación de los municipios en el proceso de identificar la problemática actual y sus debilidades, relacionando los recursos de las diferentes entidades públicas, privadas que se puedan vincular al proceso y como parte principal la comunidad de los municipios que se van a beneficiar. Esto permitirá definir los niveles de compromiso en la reducción de la contaminación en sector doméstico y productivo mediante en cambio en hábitos de consumo y producción.

Con la finalidad de definir las alternativas para la descontaminación de las fuentes de agua parte del presente documento se analizaron los proyectos los cuales son viables en su desarrollo en la parte financiera, asegurando eficiencia en la remoción de contaminantes. Los proyectos se estipulan a partir de las siguientes líneas de acción:

- Descontaminación y Recuperación de la Calidad del rio Boquerón: agrupa proyectos encaminados a la optimización de sistemas de tratamiento, construcción de Plantas de Tratamiento, y eliminación de puntos de vertimiento lo que permitirá recuperar la calidad fisicoquímica y bacteriológica del rio además del cumplimiento de los Objetivos de Calidad trazados para la satisfacción de los usos definidos.

- Protección y Conservación de la Calidad y Cantidad del rio Boquerón: agrupa proyectos dirigidos al mantenimiento de la calidad del agua en los tramos del rio 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.

- 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 del rio Guaitara: 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.

- Fortalecimiento institucional: Se encamina a alcanzar la sostenibilidad técnica, financiera y operativa de la empresa de servicios públicos, que permita la participación de la misma como actor importante en la ejecución del PORH del rio Boquerón.

9.2.1. FUENTES DE FINANCIACION

Para dar cumplimiento a la ejecución del PORH se relacionan las diferentes fuentes de financiación, las cuales se destacan en orden local, regional y nacional, dependiendo del programa se vincula la fuente de financiación con la cual esta tenga mayor relación; a continuación se describen las fuentes de financiación a tener en cuenta para la ejecución de los proyectos descritos anteriormente:

CUADRO 73: Fuentes de Financiación.

PROGRAMA	FUENTE DE FINANCIACION		
	DE ORDEN LOCAL	DE ORDEN REGIONAL	DE ORDEN NACIONAL
INFRAESTRUCTURA	ALCALDIA MUNICIPAL	DEPARTAMENTO	MAVDT
	EMPSA	CORPONARIÑO	
RONDA HIDRICA	ALCALDIA MUNICIPAL	CORPONARIÑO	
	EMPSA	DEPARTAMENTO	MAVDT
SANEAMIENTO BASICO RURAL	ALCALDIA MUNICIPAL	DEPARTAMENTO	
GESTION DEL RIESGO	CLOPAD	CREPAD	
SISTEMAS PRODUCTIVOS	ALCALDIA MUNICIPAL	DEPARTAMENTO	MINISTERIO DE AGRICULTURA
		CORPONARIÑO	

Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

PROGRAMA DE DESCONTAMINACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO

Este programa contempla los proyectos relacionados con la infraestructura para descontaminación, procesos de optimización y todos los proyectos que se vinculen con la descontaminación del recurso hídrico. A continuación se presentan en primer lugar los proyectos de construcción de los sistemas de tratamiento de los municipios de Ipiales, Pupiales, Gualmátan y Contadero, cada uno de los cuales se detalla las fuentes de financiación, cronograma de ejecución de actividades y cronograma de ejecución de costos. Las fuentes de financiación se discriminan teniendo en cuenta los recursos de cada entidad involucrada por cada año, de esta manera se detalla los costos totales del proyecto en la ejecución del tiempo programado.

Proyecto 1: este proyecto se diseñó con la finalidad de mejorar la calidad de la fuente receptora, la construcción de la PTAR para el colector norte del municipio de Ipiales corresponde a un sistema secundario con una remoción tal y como lo exige la normatividad ambiental vigente del 80% en cargas contaminantes de OD y DBO. El tiempo de ejecución de las actividades se proyecta a partir de la información con la cual se cuenta en el momento en CORPONARIÑO que corresponde a los estudios y diseños de la PTAR, además de tener conocimiento que se cuenta con el predio en el cual se llevara a cabo el proyecto. A partir de esta información se presenta la siguiente información.

CUADRO 74: PROGRAMA PTAR IPIALES

FUENTES DE FINANCIACION					
PROGRAMA	**PROYECTO**	**COSTO Total Miles de pesos**	**FUENTES DE FINANCIACION**	**% DE PARTICIPACION**	**COSTO DE PARTICIPACION Miles de pesos**
DESCONTAMINACION Y RECUPERACION DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO	**CONSTRUCCION PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES COLECTOR NORTE IPIALES**	5.385.600.000	SGP	49	2.638.944.000
			CORPONARIÑO	3	161.568.000
			EMPOOBANDO	13	700.128.000
			GOBERNACION	15	807.840.000
			NACION	20	1.077.120.000
			TOTAL	100	**5.385.600.000**

Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

CUADRO 75: CRONOGRAMA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES IPIALES.

CRONOGRAMA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES							
PROYECTO	**ACTIVIDADES A DESARROLLAR**	**% DE EJECUCION ACTIVIDADES**					
		2012	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**
CONSTRUCCION PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES COLECTOR NORTE IPIALES	Revisión de Estudios y Diseños	100					
	Definir fuentes de Financiación	100					
	Inicio y Ejecución Fase I Tratamiento Preliminar		100				
	Inicio y Ejecución Fase II Tratamiento Primario			100			
	Inicio y Ejecución Fase III Tratamiento Secundario				50	50	
	Seguimiento y Monitoreo a cada actividad	20	20	20	20	20	20

Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

CUADRO 76: CRONOGRAMA DE EJECUCION DE COSTOS IPIALES.

CRONOGRAMA EJECUCION DE COSTOS														
PROYECTO	**ACTIVIDADES**	**VALOR A EJECUTAR**												
		2012		**2013**		**2014**		**2015**		**2016**		**2017**		**TOTAL Millones de pesos**
		%	**VALOR A EJECUTAR**	**%**	**VALOR A EJECUTAR**	**%**	**VALOR A EJECUTAR**	**%**	**VALOR A EJECUTAR**	**%**	**VALOR A EJECUTAR**	**%**	**VALOR A EJECUTAR**	
CONSTRUCCION PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES COLECTOR NORTE IPIALES	Inicio Fase I			100	150									528
	Inicio Fase II					21	528	79	1.980					1.980
	Inicio Fase III							50	1.388	50	1.388			2.777
	Seguimiento y Monitoreo	20	16,6	20	16,6	20	16,6	20	16,6	20	16,6	20	16,6	100
	TOTAL													**5.385**

Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

CORPONARIÑO

SUBDIRECCION DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION AMBIENTAL
MANEJO INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO

PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RIO BOQUERÓN

PROGRAMA	**DESCONTAMINACION Y RECUPERACION DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO**

NOMBRE DEL PROYECTO

CONSTRUCCION PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES COLECTOR NORTE IPIALES.

	Número Del Proyecto	**1**
COMPONENTE AL CUAL VA DIRIGIDO	RECUPERACION CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO	

DIAGNOSTICO

El colector Norte del municipio de Ipiales dispone sobre la fuente un caudal representativo con cargas contaminantes altas de DBO y OD.

ALCANCE

La población del sector norte del municipio de Ipiales contara con una PTAR con tratamiento secundario que asegura una remoción de 80% en los parámetros significativos de las Aguas Residuales del Municipio.

JUSTIFICACION

Cumplir con los objetivos de calidad en términos de remoción establecidos por la autoridad ambiental y la normatividad ambiental vigente. Además se lograra la mitigación del riesgo por contaminación del recurso.

OBJETIVO DEL PROYECTO

Diseño y Construcción del Sistema de Tratamiento Secundario de Agua Residual Domestica del Colector Norte del Municipio de Ipiales.

DESCRIPCION DEL PROYECTO

Se diseñara y construirá un sistema de tratamiento secundario para los vertimientos domésticos provenientes de la red de alcantarillado del sector norte del municipio de Ipiales.

LUGAR

Tramo I (Vertimiento Puntual colector norte de Ipiales)

OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR

Revisión de Estudios y Diseños, Definir fuentes de Financiación, Inicio y Ejecución Fase I, Tratamiento Preliminar, Inicio y Ejecución Fase II Tratamiento Primario, Inicio y Ejecución Fase III, Tratamiento Secundario, Seguimiento y Monitoreo a cada actividad

TIEMPO DE EJECUCION: 6 años

RECURSOS NECESARIOS

Económicos: $ 5.385.600.000

Humanos: Mano de obra Calificada.

RESPONSABLES

Alcaldía de Ipiales, EMPOOBANDO.

FUENTES DE FINANCIACION

Alcaldía de Ipiales, CORPONARIÑO, EMPOOBANDO, Gobernación y Nación.

BENEFICIOS

Recuperación de la calidad del Recurso Hídrico de la quebrada totoral cumpliendo con los objetivos de calidad establecidos en el PORH.

INDICADOR DE SEGUIMIENTO

Porcentaje de Avance en Obra y Porcentaje de Remoción en carga contaminante.

Proyecto 2: el presente proyecto corresponde a la instalación de un sistema de tratamiento preliminar y primario para el vertimiento puntual del municipio de Pupiales con una remoción del 40% en cargas contaminantes.

CUADRO 77: PROGRAMA SISTEMA DE TRATAMIENTO PRIMARIO PUPIALES

FUENTES DE FINANCIACION					
PROGRAMA	**PROYECTO**	**COSTO Total Miles de pesos**	**FUENTES DE FINANCIACION**	**% DE PARTICIPACION**	**COSTO DE PARTICIPACION Miles de pesos**
DESCONTAMINACION Y RECUPERACION DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO	**CONSTRUCCION PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES VERTIMIENTO PUNTUAL DE PUPIALES**	608.440.800	SGP	65	395.486.520
			CORPONARIÑO	7,5	45.633.060
			GOBERNACION	7,5	45.633.060
			NACION	20	121.688.160
			TOTAL	100	**608.440.800*20**

Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

CUADRO 78: CRONOGRAMA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES PUPIALES.

CRONOGRAMA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES					
PROYECTO	**ACTIVIDADES A DESARROLLAR**	**% DE EJECUCION**			
		2012	**2013**	**2014**	**2015**
CONSTRUCCION PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES VERTIMIENTO PUNTUAL DE PUPIALES	Estudios y Diseños	40	60		
	Compra de Predio		100		
	Inicio Fase I Tratamiento Preliminar		50	50	
	Inicio Fase II Tratamiento Primario			60	40
	Seguimiento y Monitoreo a cada actividad	25	25	25	25

Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

CUADRO 79: CRONOGRAMA DE EJECUCION DE COSTOS PUPIALES.

CRONOGRAMA EJECUCION DE COSTOS										
PROYECTO	**ACTIVIDADES**	**VALOR A EJECUTAR**								
		2012		**2013**		**2014**		**2015**		**TOTAL Millones de pesos**
		%	**VALOR A EJECUTAR**	**%**	**VALOR A EJECUTAR**	**%**	**VALOR A EJECUTAR**	**%**	**VALOR A EJECUTAR**	
CONSTRUCCION PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES VERTIMIENTO PUNTUAL DE PUPIALES	Estudios y Diseños	50	30	50	30					60
	Compra de Predio			100	31,406					31,406
	Inicio Fase I			45	48,034	55	58,800			106,744
	Inicio Fase II					55	220,160	45	180,130	400,290
	Seguimiento y Monitoreo	25	2,500	25	2,500	25	2,500	25	2,500	10
	TOTAL									**608,440**

Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

CORPONARIÑO

SUBDIRECCION DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION AMBIENTAL
MANEJO INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO

PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RIO BOQUERÓN

PROGRAMA	**DESCONTAMINACION Y RECUPERACION DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO**

NOMBRE DEL PROYECTO
CONSTRUCCION PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES VERTIMIENTO PUNTUAL DE PUPIALES

	Número Del Proyecto	**2**
COMPONENTE AL CUAL VA DIRIGIDO	RECUPERACION CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO	

DIAGNOSTICO
El municipio de Pupiales realiza el vertimiento puntual de agua residual domestica sobre la Quebrada Doña Juana, esta a su vez es afluente del Río Boquerón y presenta una carga contaminante alta que altera las condiciones del cauce principal.

ALCANCE
La población del sector urbano del municipio de Pupiales contara con una sistema de tratamiento de agua residual domestica que brinda una remoción del 40% en los parámetros significativos del agua residual del municipio.

JUSTIFICACION
Cumplir con los objetivos de calidad en términos de remoción establecidos por la autoridad ambiental y la normatividad ambiental vigente. Además se lograra la mitigación del riesgo por contaminación del recurso.

OBJETIVO DEL PROYECTO
Diseño y Construcción del Sistema de Tratamiento Preliminar y Primario de Agua Residual Domestica del vertimiento puntual del Municipio de Pupiales.

DESCRIPCION DEL PROYECTO
Se diseñara y construirá un sistema de tratamiento preliminar y primario para los vertimientos domésticos provenientes de la red de alcantarillado del sector urbano del municipio de Pupiales.

LUGAR
Quebrada Doña Juana, sector Alambuer.

OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR
Estudios y Diseños, Compra de Predio, Inicio Fase I Tratamiento Preliminar, Inicio Fase II Tratamiento Primario, Seguimiento y Monitoreo a cada actividad

TIEMPO DE EJECUCION: 4 años

RECURSOS NECESARIOS

Económicos: $ 608.440.800

Humanos: Mano de obra Calificada.

RESPONSABLES
Alcaldía de Pupiales, EMSERP S.A.

FUENTES DE FINANCIACION
Alcaldía de Pupiales, CORPONARIÑO, Gobernación y Nación.

BENEFICIOS
Recuperación de la calidad del Recurso Hídrico de la quebrada Doña Juana, cumpliendo con los objetivos de calidad establecidos en el PORH.

INDICADOR DE SEGUIMIENTO
Porcentaje de Avance en Obra y Porcentaje de Remoción en carga contaminante.

Proyecto 3: este proyecto corresponde a la instalación de un sistema de tratamiento preliminar y primario para el vertimiento puntual del municipio de Gualmátan con una remoción del 40% en cargas contaminantes.

CUADRO 80: PROGRAMA SISTEMA DE TRATAMIENTO PRIMARIO GUALMÁTAN.

FUENTES DE FINANCIACION					
PROGRAMA	**PROYECTO**	**COSTO Total Miles de pesos**	**FUENTES DE FINANCIACION**	**% DE PARTICIPACION**	**COSTO DE PARTICIPACION Miles de pesos**
DESCONTAMINACION Y RECUPERACION DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO	**CONSTRUCCION PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES VERTIMIENTO PUNTUAL DE GUALMATAN**	520.761.120	SGP	70	364.532.784
			CORPONARIÑO	7	36.453.278
			GOBERNACION	13	67.698.945
			NACION	10	52.076.112
			TOTAL	100	**520.761.120**

Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

CUADRO 81: CRONOGRAMA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES GUALMÁTAN.

CRONOGRAMA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES					
PROYECTO	**ACTIVIDADES A DESARROLLAR**	**% DE EJECUCION**			
		2012	**2013**	**2014**	**2015**
CONSTRUCCION PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES VERTIMIENTO PUNTUAL DE GUALMATAN	Estudios y Diseños	40	60		
	Compra de Predio		100		
	Inicio Fase I Tratamiento Preliminar		50	50	
	Inicio Fase II Tratamiento Primario			60	40
	Seguimiento y Monitoreo a cada actividad	25	25	25	25

Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

CUADRO 82: CRONOGRAMA DE EJECUCION DE COSTOS GUALMÁTAN.

CRONOGRAMA EJECUCION DE COSTOS										
PROYECTO	**ACTIVIDADES**	**VALOR A EJECUTAR**								
		2012		**2013**		**2014**		**2015**		**TOTAL Millones de pesos**
		%	**VALOR A EJECUTAR**	**%**	**VALOR A EJECUTAR**	**%**	**VALOR A EJECUTAR**	**%**	**VALOR A EJECUTAR**	
CONSTRUCCION PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES VERTIMIENTO PUNTUAL DE GUALMATAN	Estudios y Diseños	50	27,500	50	27,500					55
	Compra de Predio			100	23,793					23,793
	Inicio Fase I			30		70				91,361
	Inicio Fase II					40		60		342,606
	Seguimiento y Monitoreo	25	2	25	2	25	2	25	2	8
	TOTAL									**520,761**

Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

CORPONARIÑO

SUBDIRECCION DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION AMBIENTAL
MANEJO INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO

PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RIO BOQUERÓN

PROGRAMA	**DESCONTAMINACION Y RECUPERACION DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO**

NOMBRE DEL PROYECTO
CONSTRUCCION PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES VERTIMIENTO PUNTUAL DE GUALMÁTAN.

	Número Del Proyecto	**3**
COMPONENTE AL CUAL VA DIRIGIDO	RECUPERACION CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO	

DIAGNOSTICO
El municipio de Gualmátan realiza el vertimiento de agua residual domestica sobre dos puntos diferentes sobre la quebrada Pilispi, la descarga tiene una carga contaminante alta que altera las condiciones de la corriente aguas abajo y a su ves la calidad del cauce principal del Río Boquerón que es finalmente el receptor de la fuente.

ALCANCE
La población del sector urbano del municipio de Gualmátan contara con una sistema de tratamiento de agua residual domestica que brinda una remoción del 40% en los parámetros significativos del agua residual del municipio.

JUSTIFICACION
Cumplir con los objetivos de calidad en términos de remoción establecidos por la autoridad ambiental y la normatividad ambiental vigente. Además se lograra la mitigación del riesgo por contaminación del recurso.

OBJETIVO DEL PROYECTO
Diseño y Construcción del Sistema de Tratamiento Preliminar y Primario de Agua Residual Domestica del vertimiento puntual del Municipio de Gualmátan.

DESCRIPCION DEL PROYECTO
Se diseñara y construirá un sistema de tratamiento preliminar y primario para los vertimientos domésticos provenientes de la red de alcantarillado del sector urbano del municipio de Gualmátan.

LUGAR
Quebrada Pilispi.

OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR
Estudios y Diseños, Compra de Predio, Inicio Fase I Tratamiento Preliminar, Inicio Fase II Tratamiento Primario, Seguimiento y Monitoreo a cada actividad

TIEMPO DE EJECUCION: 4 años

RECURSOS NECESARIOS

Económicos: $ 520.761.120

Humanos: Mano de obra Calificada.

RESPONSABLES
Alcaldía de Gualmátan, COOPERATIVA AGUAS DEL FRAILEJON.

FUENTES DE FINANCIACION
Alcaldía de Gualmátan, CORPONARIÑO, Gobernación y Nación.

BENEFICIOS
Recuperación de la calidad del Recurso Hídrico de la quebrada Pilispi, cumpliendo con los objetivos de calidad establecidos en el PORH.

INDICADOR DE SEGUIMIENTO
Porcentaje de Avance en Obra y Porcentaje de Remoción en carga contaminante.

Proyecto 4: este proyecto corresponde al diseño y construcción del interceptor de los puntos de vertimientos 1 y 2 del municipio de Gualmátan.

CUADRO 83: PROGRAMA INTERCEPTOR GUALMÁTAN

FUENTES DE FINANCIACION					
PROGRAMA	**PROYECTO**	**COSTO Total Miles de pesos**	**FUENTES DE FINANCIACION**	**% DE PARTICIPACION**	**COSTO DE PARTICIPACION Miles de pesos**
DESCONTAMINACION Y RECUPERACION DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO	**CONSTRUCCION INTERCEPTOR MUNICIPIO DE GUALMATAN**	225.000.000	SGP	25	56.250.000
			GOBERNACION	28	63.000.000
			NACION	45	101.250.000
			AGUAS DEL FRAILEJON	2	4.500.000
			TOTAL	100	**225.000.000**

Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

CUADRO 84: CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES INTERCEPTOR GUALMÁTAN

CRONOGRAMA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES				
PROYECTO	**ACTIVIDADES A DESARROLLAR**	**% DE EJECUCION**		
		2012	**2013**	**2014**
CONSTRUCCION INTERCEPTOR MUNICIPIO DE GUALMATAN	Estudios y Diseños del Interceptor	100		
	Construcción I Fase Tramo I	20	80	
	Construcción II Fase Tramo II		40	60
	Seguimiento y Monitoreo	33	33	33

Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

CUADRO 85: CRONOGRAMA DE EJECUCION DE COSTOS INTERCEPTOR GUALMÁTAN.

CRONOGRAMA EJECUCION DE COSTOS								
PROYECTO	**ACTIVIDADES**	**VALOR A EJECUTAR**						
		2012		**2013**		**2014**		**TOTAL Millones de pesos**
		%	**VALOR A EJECUTAR**	**%**	**VALOR A EJECUTAR**	**%**	**VALOR A EJECUTAR**	
CONSTRUCCION INTERCEPTOR MUNICIPIO DE GUALMATAN	Estudios y Diseños del Interceptor	80	48	20	12			60
	Construcción I Fase Tramo I	30	27	70	63			90
	Construcción II Fase Tramo II			80	56	20	14	70
	Seguimiento y Monitoreo	33	1,6	33	1,6	33	1,6	5
	TOTAL							**225**

Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

CORPONARIÑO

SUBDIRECCION DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION AMBIENTAL
MANEJO INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO

PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RIO BOQUERÓN

PROGRAMA	**DESCONTAMINACION Y RECUPERACION DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO**

NOMBRE DEL PROYECTO
CONSTRUCCION INTERCEPTOR MUNICIPIO DE GUALMATAN

	Número Del Proyecto **4**
COMPONENTE AL CUAL VA DIRIGIDO	RECUPERACION CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO

DIAGNOSTICO
El municipio de Gualmátan realiza el vertimiento de agua residual domestica sobre dos puntos diferentes sobre la quebrada Pilispi, actualmente estos puntos dispersos generan impacto sobre la quebrada.

ALCANCE
La población del sector urbano del municipio de Gualmátan contara con un interceptor de los vertimientos 1 y 2, para conducir el agua residual domestica al sistema de tratamiento.

JUSTIFICACION
Unificar los puntos de vertimiento del municipio de Gualmátan.

OBJETIVO DEL PROYECTO
Construcción del Interceptor de los puntos 1 y 2 del Municipio de Gualmátan.

DESCRIPCION DEL PROYECTO
Se diseñara y construirá un interceptor para los vertimientos 1 y 2 del municipio de Gualmátan.

LUGAR
Quebrada Pilispi.

OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR
Estudios y Diseños, Compra de Predio, Inicio Fase I Tramo I, Inicio Fase II Tramo II, Seguimiento y Monitoreo a cada actividad

TIEMPO DE EJECUCION: 3 años

RECURSOS NECESARIOS

Económicos: $ 225.000.000

Humanos: Mano de obra Calificada.

RESPONSABLES
Alcaldía de Gualmátan, COOPERATIVA AGUAS DEL FRAILEJON.

FUENTES DE FINANCIACION
Alcaldía de Gualmátan, Gobernación y Nación, COOPERATIVA AGUAS DEL FRAILEJON.

BENEFICIOS
Recuperación de la calidad del Recurso Hídrico de la quebrada Pilispi, cumpliendo con los objetivos de calidad establecidos en el PORH.

INDICADOR DE SEGUIMIENTO
Porcentaje de Avance en Obra

Proyecto 5: este proyecto corresponde a la instalación de un sistema de tratamiento preliminar y primario para el vertimiento puntual del municipio de Contadero con una remoción del 40% en cargas contaminantes.

CUADRO 86: PROGRAMA SISTEMA DE TRATAMIENTO CONTADERO.

FUENTES DE FINANCIACION					
PROGRAMA	**PROYECTO**	**COSTO Total Miles de pesos**	**FUENTES DE FINANCIACION**	**% DE PARTICIPACION**	**COSTO DE PARTICIPACION Miles de pesos**
DESCONTAMINACION Y RECUPERACION DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO	**CONSTRUCCION PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES VERTIMIENTO PUNTUAL DE CONTADERO**	734.844.000	SGP	80	587.875.200
			CORPONARIÑO	9,5	69.810.180
			GOBERNACION	4,5	33.067.980
			NACION	6	44.090.640
			TOTAL	100	**734.844.000**

Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

CUADRO 87: CRONOGRAMA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES CONTADERO.

CRONOGRAMA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES					
PROYECTO	**ACTIVIDADES A DESARROLLAR**	**% DE EJECUCION**			
		2012	**2013**	**2014**	**2015**
CONSTRUCCION PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES VERTIMIENTO PUNTUAL DE CONTADERO	Estudios y Diseños	40	60		
	Compra de Predio		100		
	Inicio Fase I Tratamiento Preliminar		50	50	
	Inicio Fase II Tratamiento Primario			60	40
	Seguimiento y Monitoreo a cada actividad	25	25	25	25

Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

CUADRO 88: CRONOGRAMA DE EJECUCION DE COSTOS CONTADERO.

CRONOGRAMA EJECUCION DE COSTOS										
PROYECTO	**ACTIVIDADES**	**VALOR A EJECUTAR**								
		2012		**2013**		**2014**		**2015**		**TOTAL Millones de pesos**
		%	**VALOR A EJECUTAR**	**%**	**VALOR A EJECUTAR**	**%**	**VALOR A EJECUTAR**	**%**	**VALOR A EJECUTAR**	
CONSTRUCCION PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES VERTIMIENTO PUNTUAL DE CONTADERO	Estudios y Diseños	50	35	50	35					70
	Compra de Predio			100	42,474					42,474
	Inicio Fase I			40	51,568	60	77,352			128,920
	Inicio Fase II					40	193,380	60	290	483,450
	Seguimiento y Monitoreo	25	2,500	25	2,500	25	2,500	25	2,500	10
	TOTAL									**734.844**

Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

CORPONARIÑO

SUBDIRECCION DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION AMBIENTAL
MANEJO INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO

PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RIO BOQUERÓN

PROGRAMA	**DESCONTAMINACION Y RECUPERACION DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO**

NOMBRE DEL PROYECTO
CONSTRUCCION PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES VERTIMIENTO PUNTUAL DE CONTADERO.

	Número Del Proyecto	**5**
COMPONENTE AL CUAL VA DIRIGIDO	RECUPERACION CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO	

DIAGNOSTICO
El municipio de Contadero realiza la descarga del vertimiento puntual de agua residual domestica sobre la quebrada Cutipaz, esta descarga se realiza pocos metros antes de la confluencia con el cauce principal del Río Boquerón.

ALCANCE
La población del sector urbano del municipio de Contadero contara con una sistema de tratamiento de agua residual domestica que brinda una remoción del 40% en los parámetros significativos del agua residual del municipio.

JUSTIFICACION
Cumplir con los objetivos de calidad en términos de remoción establecidos por la autoridad ambiental y la normatividad ambiental vigente. Además se lograra la mitigación del riesgo por contaminación del recurso.

OBJETIVO DEL PROYECTO
Diseño y Construcción del Sistema de Tratamiento Preliminar y Primario de Agua Residual Domestica del vertimiento puntual del Municipio de Contadero.

DESCRIPCION DEL PROYECTO
Se diseñara y construirá un sistema de tratamiento preliminar y primario para los vertimientos domésticos provenientes de la red de alcantarillado del sector urbano del municipio de Contadero.

LUGAR
Quebrada Cutipaz.

OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR
Estudios y Diseños, Compra de Predio, Inicio Fase I Tratamiento Preliminar, Inicio Fase II Tratamiento Primario, Seguimiento y Monitoreo a cada actividad

TIEMPO DE EJECUCION: 4 años

RECURSOS NECESARIOS

Económicos: $ 734.844.000

Humanos: Mano de obra Calificada.

RESPONSABLES
Alcaldía de Contadero, COPSERCONT ESP.

FUENTES DE FINANCIACION
Alcaldía de Contadero, CORPONARIÑO, Gobernación y Nación.

BENEFICIOS
Recuperación de la calidad del Recurso Hídrico de la quebrada Cutipaz, cumpliendo con los objetivos de calidad establecidos en el PORH.

INDICADOR DE SEGUIMIENTO
Porcentaje de Avance en Obra y Porcentaje de Remoción en carga contaminante.

PROGRAMA DE PROTECCION Y CONSERVACION DE LA CALIDAD DEL RIO BOQUERON.

Este programa se relaciona con los proyectos encaminados a mejorar las condiciones de cantidad de las corrientes afluentes y sobre el cauce principal, para esto dentro de los programas identificados se encuentra la recuperación de la ronda hídrica y las actividades relacionadas con las jornadas de educación ambiental. Las actividades de educación ambiental se programan para ser llevadas a cabo en cada uno de los municipios involucrados dentro del proceso de ordenamiento.

La financiación de este tipo de proyectos se realiza con la participación interinstitucional, con el apoyo de la comunidad a ser beneficiada, de esta manera cada actividad se ejecuta bajo la supervisión de cada entidad. A continuación se presentan los proyectos del programa de Protección y Conservación.

Proyecto 6: este proyecto involucra la recuperación de la ronda hídrica en la parte alta del cauce principal de la quebrada totoral, este sector es de vital importancia ya que corresponde al sector de declaratoria del Humedal Totoral.

CUADRO 89: PROGRAMA RECUPERACION DE RONDA HIDRICA

FUENTES DE FINANCIACION					
PROGRAMA	**PROYECTO**	**COSTO Total Miles de pesos**	**FUENTES DE FINANCIACION**	**% DE PARTICIPACION**	**COSTO DE PARTICIPACION Miles de pesos**
PROTECCION Y CONSERVVACION DE LA CALIDAD DEL RIO BOQUERON	**RECUPERACION DE CAPA VEGETAL RONDA HIDRICA PARTE ALTA QUEBRADA TOTORAL.**	365.850.000	ALCALDIA MUNICIPAL	76	280.000.000
			CORPONARIÑO	22	80.850.000
			EMPOOBANDO	2	5.000.000
			TOTAL	100	**365.850.000**

Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

CUADRO 90: CRONOGRAMA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES RONDA HIDRICA

CRONOGRAMA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES								
PROYECTO	**ACTIVIDADES A DESARROLLAR**	**% DE EJECUCION**						
		2012	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**
RECUPERACION DE CAPA VEGETAL PARTE ALTA TOTORAL.	Compra y/o Adquisición de Predios.		5	15	15	20	20	25
	Adquisición de Material Vegetal.	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2
	Siembra.		17	17	17	17	17	17
	Mantenimiento.			20	20	20	20	20
	Seguimiento y Monitoreo				25	25	25	25

Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

CUADRO 91: CRONOGRAMA DE EJECUCION DE COSTOS RONDA HIDRICA.

CRONOGRAMA EJECUCION DE COSTOS																
PROYECTO	ACTIVIDADES	VALOR A EJECUTAR														
		2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018		TOTAL Millones de pesos
		%	VALOR A EJECUTAR	%	VALOR A EJECUTAR	%	VALOR A EJECUTAR	%	VALOR A EJECUTAR	%	VALOR A EJECUTAR	%	VALOR A EJECUTAR	%	VALOR A EJECUTAR	
RECUPERACION DE CAPA VEGETAL PARTE ALTA TOTORAL.	Compra y/o Adquisición de Predios.			16	46	16	46	16	46	16	46	16	46	16	46	280
	Adquisición de Material Vegetal.	14	9,6	14	9,6	14	9,6	14	9,6	14	9,6	14	9,6	14	9,6	65,850
	Siembra.			16	1,6	16	1,6	16	1,6	16	1,6	16	1,6	16	1,6	10
	Mantenimiento.					20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	5
	Seguimiento y Monitoreo							25	1,25	25	1,25	25	1,25	25	1,25	5
	TOTAL															**365,850**

Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

CORPONARIÑO

SUBDIRECCION DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION AMBIENTAL
MANEJO INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO

PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RIO BOQUERÓN

PROGRAMA	**PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD DEL RÍO BOQUERÓN.**

NOMBRE DEL PROYECTO
RECUPERACION DE CAPA VEGETAL RONDA HIDRICA PARTE ALTA QUEBRADA TOTORAL.

	Número Del Proyecto	**6**
COMPONENTE AL CUAL VA DIRIGIDO	RECUPERACION CALIDAD Y CANTIDAD DEL RECURSO HIDRICO.	

DIAGNOSTICO
En la parte alta de la Quebrada Doña Juana se encuentra una pérdida significativa de la capa vegetal, situación que involucra la escases en el Recurso Hídrico en la zona. Situación que se presenta debido a la falta de cultura de la población.

ALCANCE
Se proyecta una recuperación de la Ronda Hídrica en 35 Hectáreas.

JUSTIFICACION
En la zona alta se observa la necesidad de recuperar la ronda hídrica, puesto que el caudal es escaso y el sector corresponde a la declaratoria del Humedal Totoral, adicional a esto es una fuente receptora de vertimientos puntuales del municipio de Ipiales y se requiere una intervención con el fin de mitigar los impactos en el recurso hídrico. Además se lograra la mitigación del riesgo por inundación.

OBJETIVO DEL PROYECTO
Protección y Conservación de la Calidad del Río Boquerón.

DESCRIPCION DEL PROYECTO
Recuperación de ronda hídrica en la parte alta de la corriente a través de la reforestación con especies endémicas que ayuden a mejorar la cantidad y calidad de la fuente.

LUGAR
Tramo I (Nacimiento Quebrada Totoral hasta confluencia con Quebrada Doña Juana)

OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR
Compra y/o Adquisición de Predios, Adquisición de Material Vegetal, Siembra, Mantenimiento, Seguimiento y Monitoreo.

TIEMPO DE EJECUCION: 7 años

RECURSOS NECESARIOS

Económicos: $ 365.850.000

Humanos: Mano de obra y Mantenimiento con apoyo de la comunidad.

RESPONSABLES
Alcaldía de Ipiales, CORPONARIÑO, EMPOOBANDO, Comunidad Benefiada.

FUENTES DE FINANCIACION
Alcaldía de Ipiales, CORPONARIÑO, EMPOOBANDO

BENEFICIOS
Recuperación de la Ronda Hídrica en la parte alta Tramo I de la Quebrada Totoral, incrementando la calidad y cantidad del Recurso.

INDICADOR DE SEGUIMIENTO
(Numero de plantas en pie / numero de plantas sembradas)* 100

Proyecto 7: A continuación se describe el proyecto de educación ambiental, este proyecto se relaciona directamente con la programación y cronograma de ejecución de talleres programados en las diferentes instituciones involucradas dentro del proceso de ordenamiento. La programación dentro del plan describe los costos generales de una campaña de educación ambiental y se programa para cada uno de los municipios involucrados.

CORPONARIÑO	
SUBDIRECCION DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION AMBIENTAL **MANEJO INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO**	
PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RIO BOQUERÓN	
PROGRAMA	**PROTECCION Y CONSERVVACION DE LA CALIDAD DEL RIO BOQUERON.**
NOMBRE DEL PROYECTO EDUCACION AMIENTAL ENCAMINADA AL CUMPLIMIENTO DE LAS METAS ESTABLECIDAS EN EL PORH.	
Número Del Proyecto	**7**
COMPONENTE AL CUAL VA DIRIGIDO	Sensibilización Ambiental a la Comunidad Involucrada en el proceso del Plan de Ordenamiento.
DIAGNOSTICO La comunidad de los municipios de Ipiales, Pupiales, Gualmátan y Contadero tiene cultura ambiental débil que no se guía en pro de la conservación y protección de los recursos naturales especialmente de la calidad del agua ya que piensan que este es un recurso ilimitado y renovable.	
ALCANCE Habitantes del municipio de Ipiales sobre jurisdicción de la quebrada totoral.	
JUSTIFICACION Debido al deterioro del recurso hídrico y la problemática relacionada con la calidad y cantidad, es necesario realizar el acompañamiento a la comunidad mediante jornadas de capacitación.	
OBJETIVO DEL PROYECTO Senbilización y capacitación a la comunidad Benefiada.	
DESCRIPCION DEL PROYECTO Implementación de jornadas de capacitación, talleres participativos, con el fin de sensibilizar a la comunidad en el tema relacionado con el plan de ordenamiento del Recurso Hídrico.	
LUGAR Municipio de Ipiales.	
OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR Identificación de la comunidad Benefiada, selección y priorización de los temas a tratar en las jornadas de capacitación, metodología y materiales, evaluación y seguimiento.	
TIEMPO DE EJECUCION: 10 años	
RECURSOS NECESARIOS	
Económicos: $ 400.000.000 (ejecución de $ 40.000.000 por año)	
Humanos: Mano de Obra calificada.	
RESPONSABLES Alcaldías Municipales, CORPONARIÑO, Empresas de Servicios Públicos, Comunidad Benefiada.	
FUENTES DE FINANCIACION Alcaldía de Ipiales, CORPONARIÑO, Empresas de Servicios Públicos.	
BENEFICIOS Comunidad Sensibilizada en el tema relacionado con el Ordenamiento del PORH	
INDICADOR DE SEGUIMIENTO Numero de talleres ejecutados/Numero de talleres proyectados *100	

PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL,

Proyecto 8: este proyecto se relaciona con la línea del fortalecimiento institucional, se proyecta a continuación la manera adecuada de ejecutar este proyecto, es importante tener en cuenta que el costo se generaliza para los municipios de Pupiales, Gualmátan y Contadero, su ejecución debe darse en cada uno de los municipios involucrados. Para el caso de la ejecución de este tipo de proyecto para el municipio de Ipiales se tiene en cuenta que se integro el proyecto en el Plan de Ordenamiento del Río Guaitara.

CUADRO 92: Fuentes de Financiación. Fortalecimiento Institucional

FUENTES DE FINANCIACION					
PROGRAMA	**PROYECTO**	**COSTO TOTAL Miles de pesos**	**FUENTES DE FINANCIACION**	**% DE PARTICIPACION**	**COSTO DE PARTICIPACION Miles de pesos**
FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL	Fortalecimiento Institucional de las Empresas de Servicios Públicos.	100.00.000	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS	30	30.000.000
			ADMINISTRACION MUNICIPAL	50	50.000.000
			PDA	20	20.000.000
			TOTAL	100	100.000.000

CUADRO 93: Cronograma de Ejecución de Actividades. Educación Ambiental

CRONOGRAMA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES			
PROYECTO	**ACTIVIDADES A DESARROLLAR**	**% DE EJECUCION**	
		2012	2013
Fortalecimiento Institucional de las Empresas de Servicios Públicos.	Revisión y Propuesta de Estructura Tarifaria	50	50
	Consolidación de una estructura operativa y Administrativa en la Empresa	50	50
	Esquema Financiero con capacidad de Recursos que permitan la ejecución de los proyectos del PORH del río Boquerón.	50	50

CUADRO 94: Cronograma de Ejecución de Costos Fortalecimiento Institucional

CRONOGRAMA DE EJECUCION DE COSTOS FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL						
PROYECTO	**ACTIVIDADES**	**2012**		**2013**		**TOTAL**
		%	**VALOR**	**%**	**VALOR**	
Fortalecimiento Institucional de las Empresas de Servicios Públicos.	Revisión y Propuesta de Estructura Tarifaria	50	16,666,666	50	16,666,666	33,333,333
	Consolidación de una estructura operativa y Administrativa en la Empresa	50	16,666,666	50	16,666,666	33,333,333
	Esquema Financiero con capacidad de Recursos que permitan la ejecución de los proyectos del PORH del río Boquerón.	50	16,666,666	50	16,666,666	33,333,333
TOTAL						100,000,000

CORPONARIÑO

SUBDIRECCION DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION AMBIENTAL
MANEJO INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO

PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RIO BOQUERÓN	
PROGRAMA	**FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL**
NOMBRE DEL PROYECTO FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL DE LA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE ALCANTARILLADO.	
	Número Del Proyecto | **8**
COMPONENTE AL CUAL VA DIRIGIDO	CONTROL Y SEGUIMIENTO A LA EJECUCIÓN DEL PORH.

DIAGNOSTICO

La empresa de servicios públicos de Ipiales, es una empresa consolidada que presta los servicios de acueducto y alcantarillado, sin embargo se requiere se revise su estructura tarifaria encaminada a cumplir costos relacionados con la ejecución del plan.

ALCANCE

Empresa con capacidad técnica, financiera, operativa y administrativa para cubrir los compromisos de inversión relacionados con la ejecución del PORH del rio Boquerón.

JUSTIFICACION

Teniendo en cuenta el protagonismo que ejerce la empresa de servicios públicos en la formulación y ejecución del PORH del rio Boquerón, es necesario consolidar aspectos técnicos, financieros, operativos y administrativos que permitan la gestión eficiente de la empresa a fin de garantizar la actividades y proyectos del plan.

OBJETIVO DEL PROYECTO

Empresa prestadora de servicios públicos de alcantarillado con capacidad técnica, financiera, operativa y administrativa para la ejecución de las obras, proyectos y actividades contempladas en el PORH.

DESCRIPCION DEL PROYECTO

Con el acompañamiento de la gerencia asesora del plan departamental de aguas, la participación de la administración de la empresa prestadora del servicio de alcantarillado se consolidara una estructura técnica, financiera, operativa y administrativa que permita la ejecución de los proyectos establecidas en el PORH

LUGAR: Municipio de Pupiales, Gualmátan y Contadero

OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: Revisión y propuesta de estructura tarifaria, consolidación de una estructura técnica, financiera, operativa y administrativa en la empresa.

TIEMPO DE EJECUCION: 2 años

RECURSOS NECESARIOS

Económicos: $ 100.000.000 en dos años

Humanos: Mano de obra calificada

RESPONSABLES: Empresas de Servicios Públicos, PDA y municipio

FUENTES DE FINANCIACION: Empresas de Servicios Públicos, PDA y municipio

BENEFICIOS: Empresa fortalecida técnica, financiera, operativa y administrativamente.

INDICADOR DE SEGUIMIENTO: Resolución de aprobación de tarifas emitido por la CRA, cumplimiento de requisitos y directrices emitidos por la Súper intendencia de Servicios públicos Domiciliarios, esquema financiero con capacidad de recursos que permitan ejecutar los proyectos establecidos en el PORH del rio Boquerón.

9.3. SEGUIMIENTO A PROGRAMAS Y PROYECTOS DEL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RIO BOQUERÓN.

Una de las herramientas de control y seguimiento a los programas y proyectos del PORH del Río Boquerón son los indicadores de cada uno de ellos, a continuación se presenta el cuadro de evaluación y seguimiento que debe implementarse con el fin de dar cumplimiento a la ejecución del PORH.

CUADRO 95: Evaluación y Seguimiento a Programas y Proyectos del PORH.

EVALUACION Y SEGUIMIENTO A PROGRAMAS Y PROYECTOS DEL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RIO BOQUERÓN					
PROGRAMA	**PROYECTO**	**ACTIVIDAD**	**ACCION DE SEGUIMIENTO**	**TIEMPO**	**RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO**
DESCONTAMINACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO	**CONSTRUCCION PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES COLECTOR NORTE IPIALES**	Estudios y Diseños	Revisión y Aprobación de Estudios y Diseños	3 Mese y Medio después de entregada la información	CORPONARIÑO
		Compra de Predio	Verificación de Documentos		
		Inicio Fase I Tratamiento Preliminar	Avance en Obra	2 veces al año	CORPONARIÑO
		Inicio Fase II Tratamiento Primario	Avance en Obra	2 veces al año	CORPONARIÑO
		Inicio Fase III Tratamiento Secundario	Avance en Obra	2 veces al año	CORPONARIÑO
		Monitoreo de Calidad del Recurso.	Monitoreo PTAR	2 Jornadas al año	EMPOOBANDO
			Monitoreo Corriente Hídrica	2 Jornadas al año	CORPONARIÑO
			Monitoreo Corriente Hídrica	1 Jornada al año	ALCALDIA
	CONSTRUCCION PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES VERTIMIENTO PUNTUAL DE PUPIALES	Estudios y Diseños	Revisión y Aprobación de Estudios y Diseños	3 Mese y Medio después de entregada la información	CORPONARIÑO
		Compra de Predio	Verificación de Documentos		
		Inicio Fase I Tratamiento Preliminar.	Avance en Obra	2 veces al año	CORPONARIÑO

		Inicio Fase II Tratamiento Primario.	Avance en Obra	2 veces al año	CORPONARIÑO
		Monitoreo	Monitoreo PTAR	2 Jornadas al año	EMPOOBANDO
			Monitoreo Corriente Hídrica	2 Jornadas al año	CORPONARIÑO
			Monitoreo Corriente Hídrica	1 Jornada al año	ALCALDIA
	CONSTRUCCION PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES VERTIMIENTO PUNTUAL DE GUALMATAN	Estudios y Diseños	Revisión y Aprobación de Estudios y Diseños	3 Mese y Medio después de entregada la información	CORPONARIÑO
		Compra de Predio	Verificación de Documentos		
		Inicio Fase I Tratamiento Preliminar.	Avance en Obra	2 veces al año	CORPONARIÑO
		Inicio Fase II Tratamiento Primario.	Avance en Obra	2 veces al año	CORPONARIÑO
		Monitoreo de Calidad del Recurso.	Monitoreo PTAR	2 Jornadas al año	EMPOOBANDO
			Monitoreo Corriente Hídrica	2 Jornadas al año	CORPONARIÑO
			Monitoreo Corriente Hídrica	1 Jornada al año	ALCALDIA
	CONSTRUCCION INTERCEPTOR MUNICIPIO DE GUALMATAN	Estudios y Diseños del Interceptor	Revisión y Aprobación de Estudios y Diseños	3 Mese y Medio después de entregada la información	CORPONARIÑO
		Construcción I Fase Tramo I	Avance en Obra	2 veces al año	CORPONARIÑO
		Construcción II Fase Tramo II	Avance en Obra	2 veces al año	CORPONARIÑO
	CONSTRUCCION PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES VERTIMIENTO PUNTUAL DE CONTADERO	Estudios y Diseños	Revisión y Aprobación de Estudios y Diseños	3 Mese y Medio después de entregada la información	CORPONARIÑO
		Compra de Predio	Verificación de Documentos		
		Inicio Fase I Tratamiento Preliminar.	Avance en Obra	2 veces al año	CORPONARIÑO

		Inicio Fase II Tratamiento Primario.	Avance en Obra	2 veces al año	CORPONARIÑO
		Monitoreo de Calidad del Recurso.	Monitoreo PTAR	2 Jornadas al año	EMPOOBANDO
			Monitoreo Corriente Hídrica	2 Jornadas al año	CORPONARIÑO
			Monitoreo Corriente Hídrica	1 Jornada al año	ALCALDIA

FUENTE: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

CUADRO 96: Evaluación y Seguimiento a Programas y Proyectos del PORH 1.

PROGRAMA	PROYECTO	ACTIVIDAD	ACCION DE SEGUIMIENTO	TIEMPO	RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO
PROTECCION Y CONSERVACION DE LA CALIDAD DEL RIO BOQUERON.	**RECUPERACION DE CAPA VEGETAL RONDA HIDRICA PARTE ALTA QUEBRADA TOTORAL.**	Compra y/o Adquisición de Predios.	Revisión de Documentación	1 Ves al año	CORPONARIÑO
		Siembra.	Verificación de actividad de siembra	En la jornada programada	CORPONARIÑO
		Mantenimiento.	Estado de arboles en pie.	Cada 6 meses	CORPONARIÑO
		Monitoreo de Calidad del Recurso.	Verificar el estado de la siembra.	1 Ves al año	CORPONARIÑO
	EDUCACION AMBIENTAL ENCAMINADA AL CUMPLIMIENTO DE LAS METAS ESTABLECIDAD EN EL PORH.	Ejecución de las actividades de educación ambiental.	Evaluación ficha metodológica	1 Ves al año	CORPONARIÑO

FUENTE: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

CUADRO 97: SEGUIMIENTO A PROGRAMAS INSTITUCIONALES CORPONARIÑO.

PROGRAMA INSTITUCIONAL	PROYECTO	COSTO	INSTRUMENTO DE CONTROL	INDICADOR	TIEMPO	RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO
SEGUIMIENTO Y EVALUACION	INSTRUMENTOS DE CONTROL, PLANIFICACION Y ECONOMICOS PARA EL CONTROL DEL RECURSO HIDRICO EN LA EJECUCION DEL PORH RIO BOQUERÓN.	$ 25.000.000 (costo anual)	PSMV	Cumplimiento plan de acción	El seguimiento a este tipo de planes se realiza anualmente	CORPONARIÑO
			PUEA	Cumplimiento plan de acción		
			Permiso de Vertimientos	Numero de usuarios generadores de vertimientos con permiso		
				Numero de usuarios generadores de vertimientos con cumplimiento de las disposiciones establecidas en el permiso		
			CONCESIONES	Numero de usuarios que utilizan el recurso con concesión de agua.		
			Tasa de Uso	Numero de usuarios que hacen uso del recurso con cobro de TU		
				Porcentaje de recaudo por TU		
			Tasa Retributiva	Numero de usuarios que hacen uso del recurso con cobro de TR		
				Porcentaje de recaudo por TR		
		$ 150.000.000	Estructuración de una Red de Monitoreo	Red de Monitoreo operando y con seguimiento	Cada 6 meses	IDEAM, CORPONARIÑO, ADMINISTRACION MUNICIPAL.
		$ 100.000 (cada estación)	Instalación de 7 estaciones de muestreo.	Número de estaciones implementadas	Cada 6 meses	CORPONARIÑO ADMINISTRACION MUNICIPAL.

FUENTE: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

9.4. GESTION DEL RIESGO: Con la gestión del riesgo se pretende dar a conocer las alternativas para el manejo adecuado de los recursos naturales que están en influencia sobre toda la Microcuenca, de la misma manera se establecer criterios para la disminución del riesgo ante la amenaza de ausencia de dicho recurso.

CUADRO 98: Gestión del Riesgo.

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 o usuarios existentes del recurso hídrico o potenciales.	- Cantidad de captaciones o derivaciones que superen la oferta hídrica y el caudal ecológico. - Uso Ineficiente y desperdicio del caudal de agua captado.	Medio	-Recuperación de la ronda hídrica
Riesgo por disminución del caudal natural de la corriente superficial	Acciones antrópicas que generen una disminución gradual del caudal principal de la Quebrada 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 escurran o aporten caudal al Cauce Principal. - Temporada de verano y fenómenos climáticos como el del Niño que generan un déficit en la precipitación interanual.	Alto	-Recuperación de la ronda hídrica. -Reforestación de la ronda hídrica. -Control de las captaciones a los afluentes naturales al rio Boquerón.
Riesgo por contaminación de la corriente superficial	Alteración de la calidad fisicoquímica y bacteriológica natural del agua de la Quebrada volviéndola no apta para la satisfacción de los usos estipulados.	- Vertimientos puntuales de origen doméstico, industrial y de servicios. - Vertimientos difusos o esporádicos provenientes de arrastre de suelos con agroquímicos y fungicidas. - Disposición inadecuada de residuos sólidos de agroquímicos y fungicidas.	Alto	-Implementación de plantas de tratamiento de aguas residuales a los afluentes de origen domestico e industrial. -Control en la aplicación de fungicidas y agroquímicos. -Implementación de Programas encaminados a la correcta disposición de Residuos de Agroquímicos.
Riesgo por inundaciones o desbordamientos	Crecimientos de caudal de la Corriente superficial que afecten a poblaciones ubicadas en áreas no apropiadas.	- Invasión de la Ronda Hídrica de la Quebrada para construcción de viviendas y urbanizaciones, principalmente en la zona urbana del municipio de Pasto.	Alto	Recuperación de la ronda hídrica, sanciones por incumplimiento a permisos.

FUENTE: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

CONCLUSIONES

- El estado de contaminación del cauce principal del Río Boquerón en el sector de la Quebrada Totoral, Quebrada Doña Juana, Quebrada Pilispi y Quebrada Cutipaz, es evidente debido a la descarga de los vertimientos puntuales de los municipios aledaños a estas.

- El crecimiento de la población y de las actividades productivas en los municipios del sur del departamento contribuye al deterioro de los recursos naturales y el uso indiscriminado de los mismos, sin considerar los efectos futuros que pueden generar.

- Se evidencia una diferencia de caudal en época invierno y verano, siendo esta ultima la más azotada debido a la disminución representativa de caudal, lo que lleva a la escases del recurso para los diferentes usos, especialmente el agrícola.

- La época de verano indica una contaminación marcada, generada por la poca dilución de contaminantes que son vertidos, la cual esta influenciada por varios factores como la disminución del caudal y vertimiento de aguas residuales urbanas que depende a su vez de la concentración de la carga contaminante.

- En la parte alta de la corriente existe un caudal pequeño en comparación con el vertimiento puntual del colector norte del municipio de Ipiales, por lo tanto la calidad en el tramo I es “Pésima”, lo que denota una corriente altamente contaminada por el agua residual doméstica.

- El Río Boquerón aguas abajo del sector de confluencia de la Quebrada Totoral con la Quebrada Doña Juana presenta una alta recuperación, lo que se atribuye a la entrada de varias corrientes naturales con características de calidad optimas que asimilan la carga contaminante del vertimiento puntual del colector norte del municipio de Ipiales.

- Debido a que la topografía de la microcuenca es altamente quebrada y escarpada, presentando pendientes muy inclinadas se dificulto la toma de muestras en puntos con alta importancia.

- Las fuentes abastecedoras de la corriente principal en cada uno de sus recorridos son fuentes receptoras de vertimientos puntuales de los municipios de jurisdicción, por esta característica la calidad de la corriente principal según los datos del ICA se registran en términos de calidad “Regular”.

- A partir de los resultados obtenidos por la modelación se establece que la descarga de agua residual domestica del municipio de Ipiales, es la que mayor impacto genera sobre la fuente alterando las condiciones físicas, químicas y biológicas de la corriente principal.

- La principal fuente de contaminación de la corriente corresponde a la descarga de vertimientos municipales, por esta razón es de vital importancia implementar acciones que contribuyan a la implementación de las Plantas de Tratamiento para reducir de manera considerable las cargas contaminantes a verter y por ende mejorar la calidad del recurso para ser empleado en los usos potenciales.

- Los usos actuales de la corriente son vulnerables teniendo en cuenta que existe un manejo inadecuado del recurso y una mala disposición de residuos solidos.

- La comunidad de los municipios involucrados en el presente estudio dieron a conocer que una de las principales problemáticas es el desabastecimiento del recurso y la contaminación evidente de la corriente.

RECOMENDACIONES

- Durante la identificación de los vertimientos se observó la falta de alcantarillado y/o sistemas de tratamiento de aguas residual en la zona urbana y suburbana, lo que evidencia la necesidad de ejecutar a corto, mediano y largo plazo los programas y proyectos contenidos en el presente Ordenamiento Hídrico como en los PUEAA y PSMV de los municipios involucrados dentro del proceso, con el propósito de influir positivamente a largo plazo en la calidad de este recurso hídrico.

- Debe realizarse una socialización de los resultados del presente estudio, tanto a nivel interno de CORPONARIÑO, como con las comunidades de los municipios directamente involucrados y las administraciones municipales.

- La recuperación del ecosistema del Humedal Totoral debe ser una prioridad regional y no solo para el municipio de Ipiales. En este sentido las acciones para su recuperación deben provenir no solo de la alcaldía municipal, también deben provenir de la corporación regional, empresa privada, entidades departamentales, nacionales y de la comunidad en general; ya que cualquier acción sin el aval y apoyo de la comunidad será totalmente improductiva.

- Es de vital importancia implementar el sistema de tratamiento de agua residual domestica para el colector norte del municipio de Ipiales que garantice una remoción del 80% en cargas contaminantes, dando cumplimiento a lo establecido en la normatividad ambiental vigente.

- Para los municipios de Pupiales, Gualmátan y Contadero los sistemas de tratamiento de agua residual domestica deben garantizar una remoción de 40% en carga contaminante.

- Dentro de la etapa de ejecución y puesta en marcha de los proyectos, se deben realizar las actividades de monitoreo pertinentes, con el fin de verificar que la eficiencia de los sistemas se encuentren dentro de lo establecido dentro de la normatividad ambiental vigente.

- Para nuevos usuarios la carga contaminante a verter debe regirse a lo establecido en lo relacionado con objetivos y criterios de calidad establecidos en el presente documento.

- Los Planes de Desarrollo Municipal, deben integrar actividades y recursos orientados a la ejecución del Plan de Ordenamiento del Río Boquerón.

- CORPONARIÑO como autoridad ambiental, debe incluir programas y proyectos dentro del plan de acción que integre las acciones encaminadas a la ejecución del PORH del Río Boquerón.

- CORPONARIÑO deberá articular los procesos de educación ambiental, para que se genere una estructura de Programas de educación ambiental para las diferentes comunidades involucradas.

- Es necesaria la articulación con el CLOPAD con el fin de establecer líneas de acción encaminadas a la mitigación del riesgo por inundaciones.
- Es de vital importancia generar conciencia a los campesinos ubicados en zonas vulnerables, para generar acciones para el adecuado manejo y disposición de agroquímicos y pesticidas.

- Las administraciones municipales y las empresas de servicios públicos, deben garantizar los recursos y las acciones necesarias para la implementación de las PTAR, teniendo en cuenta que es la acción que mayor impacto genera en la reducción de la carga contaminante.

- Los recursos que se destinan en la AA para la ejecución del PORH del Río Boquerón, deben ser utilizados exclusivamente al cumplimiento de los programas y proyectos descritos en el documento.

BIBLIOGRAFIA

BELMONTE, E. A. CASINO, E. VERES Y J. BERMÚDEZ. 2004**.** Un indicador global para la calidad del agua. Aplicación a las aguas superficiales de la Comunidad Valenciana**.** Estadística Española. Vol. 46. 156. p 357 a 384. España.

BROWN R. 1970**.** A Water Quality Index. – Do we dare?. Water Sewage Works 11. p 339-343.

Contribuciones percápitas de materia orgánica biodegradable CIRH (INRH), 1990.

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.
GARCÍA J. M. y Grupo de Trabajo (1991). Evaluación aproximada de la carga contaminante afluente a zonas costeras proveniente de fuentes terrestres.

ITGE (1996). Calidad química y contaminación de las aguas subterráneas en España, período 1982-1993. Cuenca del Ebro. Madrid. 225 pp.

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.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE DESARROLLO SOSTENIBLE, COLOMBIA. Decreto 3930 de 2010.
_____. Decreto – Ley 2811 de 1974. Código Nacional de los Recursos Naturales.
_____. Decreto 1449 de 1977 (Art. 1,3 y 7)
_____. Guía para el manejo, tratamiento y disposición de las aguas residuales municipales. 2002. 64 p.
_____. Ley 99 de 1993. Creación del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) y del SINA
_____. Decreto 1729 de 2002
_____. Ley 388 de 1997
MAVDT, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Guía metodológica para el establecimiento de objetivos de calidad de los cuerpos de agua, en ausencia de los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico. Bogotá, Septiembre de 2005.

MAVDT, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Decreto 3100 de 2003, “Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización di recta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones. Bogotá, Octubre de 2003.

MS, MINISTERIO DE SALUD. Decreto 1594 de 1984, Capítulo 4, Criterios de Calidad para destinación del recurso. Bogotá, Julio de 1984.

POT. Plan básico de ordenamiento territorial Municipio de Ipiales.

Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000, Título A. Bogotá, 2000.

SAINZ MORENO, L. & COMPAIRE FERNÁNDEZ, C. (1984). Animales y contaminación biótica ambiental. Serie Técnica del Instituto de Estudios Agrarios, Pesqueros y Alimentarios

SEOANEZ CALVO (1977). La contaminación agraria. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias.

ANEXO A: Resolución No. 661 del 24 de Agosto de 2011

ANEXO B: Mapa de Usos y Coberturas.

ANEXO C: Mapa de Precipitación

ANEXO D: Mapa de isotermas.

ANEXO E: Mapa de Evapotranspiración real.

ANEXO F: Mapa de Calidad de la Corriente Principal del Río Boquerón.

ANEXO G: Mapa I Tramo Identificado.

ANEXO H: Mapa Identificación II Tramo.

ANEXO I: Mapa de Objetivos de Calidad Por Tramos.

ANEXO J: Informe de Laboratorio LAQ-R-373A-11

ANEXO K: Informe de Laboratorio LAQ-R-456A-11