CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE NARIÑO
CORPONARIÑO

SUBDIRECCIÓN DE CONOCIMIENTO Y EVALUACIÓN AMBIENTAL "SUBCEA"

PLAN DE ORDENAMIENTO DEL CAUCE PRINCIPAL DE LA QUEBRADA LA FRAGUA



SAN JUAN DE PASTO
2014

CUERPO DIRECTIVO

YOLANDA BENAVIDES ROSADA
Directora General

FREDY RODRIGUEZ AUX
Subdirector Administrativa y Financiera

ALVARO ALBORNOZ ERASO
Subdirector de Conocimiento y Evaluación Ambiental

FERNANDO BURBANO VALDEZ
Subdirector de Intervenciones para la Sostenibilidad Ambiental

TERESA ENRIQUEZ ROSERO
Jefe Oficina Jurídica

FRANKLIN JONNY ROSERO PATIÑO
Jefe Oficina de Control Interno

HUGO MARTIN MIDEROS LOPEZ
Jefe Oficina de Planeación y Direccionamiento Estratégico

EQUIPO TÉCNICO:

MARCELA BEDOYA LONDOÑO
Ingeniera Sanitaria y Ambiental

EDGAR JULIAN CERON FIGUEROA
Ingeniero Biológico

Elaboración PORH Cauce Principal de la Quebrada La Fragua

MAURICIO BASTIDAS BEDOYA.
Coordinador PORH Cauce Principal de la Quebrada La Fragua
Ingeniero Químico

CAMILO CAGUASANGO.
Cartografía y Sistemas de Información Geográfica
Geógrafo

EQUIPO DE APOYO

EQUIPO PROFESIONAL DE CONTRATISTAS AÑO 2014
ORDENAMIENTO RECURSO HÍDRICO CORPONARIÑO

MARIA FERNANDA FOLLECO VILLAREAL
Profesional Universitario SUBCEA
Interventora

JAIRO CAÑIZARES
Interventor
Ingeniero

FRANCISCO RICARDO MAFFLA CHAMORRO
Modelo de Simulación Matemático QUAL2K
Ingeniero Sanitario

ELIZABETH ERAZO
Diagnóstico Social Participativo
Psicóloga

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

	TABLA DE CONTENIDO	Pág.
	GLOSARIO……..	
	INTRODUCCION…….	
3	MARCO LEGAL……..	
3.1.	ALCANCE NORMATIVO AMBIENTAL……..	
4	MARCO CONCEPTUAL.....	
4.1.1	FASES DEL PORH…….	
5	APRESTAMIENTO…….	
5.1.	APRESTAMIENTO INSTITUCIONAL……..	
5.2.	PRIORIZACION DE LA FUENTE HIDRICA SUPERFICIAL……	
5.3.	DECLARATORIA DE ORDENAMIENTO……	
6	DIAGNOSTICO.....	
6.1.	ASPECTOS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO……..	
6.1.1	DATOS HIDROCLIMATOLOGICOS DE LA QUEBRADA LA FRAGUA BASADOS EN LAS ESTACIONES DEL IDEAM……	
6.1.2	USOS Y COBERTURAS DEL SUELO EN LA SUBCUENCA DE LA QUEBRADA LA FRAGUA…….	
6.1.3	AMENAZAS NATURALES EN LA CUENCA DE LA QUEBRADA LA FRAGUA……..	
6.2.	DIAGNOSTICO SOCIAL……	
6.3.	DIAGNOSTICO CORRIENTE HÍDRICA…….	
6.3.1.	CENSO DE USUARIOS…….	
6.3.2.	OFERTA Y DEMANDA HIDRICA…….	
6.4.	PERFIL DE MODELACIÓN O TOPOLOGIA QUEBRADA LA FRAGUA…...	
6.4.1.	PERFIL DE MODELACIÓN O TOPOLOGIA QUEBRADA LA FRAGUA…...	
6.5.	DETERMINACION DE LINEA BASE DE CARGAS CONTAMINANTES…..	
6.5.1.	METODOLOGÍA.....	
6.5.2.	EVALUACION DE CALIDAD CAUCE PRINCIPAL.....	
6.5.3	PERFILES DE CALIDAD……..	
6.5.4	INDICE DE CALIDAD ICA…….	
6.5.5	EVALUACIÓN CALIDAD DE ENTRADAS MONITOREADAS……	
6.6	MODELO DE SIMULACION DE CALIDAD DEL CAUCE PRINCIPAL DE LA QUEBRADA LA FRAGUA……	
6.6.1	CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL MODELO DE CALIDAD DE AGUA.....	
6.6.2.	SIMULACIÓN DE CALIDAD DE AGUA……..	
6.6.3	CALIDAD DE AGUA DE AFLUENTES……	
6.6.4	CALIDAD DE AGUA DE PUNTOS SOBRE QUEBRADA……	
7.	PROSPECTIVA…….....	
7.1.	ANALISIS SOCIAL……..	

7.1.1.	NECESIDADES DE LA COMUNIDAD:	
7.1.2	INTERESES DE LA COMUNIDAD……..	
7.1.3.	ACCIONES POR PARTE DE LOS ACTORES INVOLUCRADOS.....	
7.1.4.	POSIBLES SOLUCIONES PLANTEADAS POR LA COMUNIDAD.....	
7.1.5.	ACTORES INVOLUCRADOS……..	
7.2.	CRITERIOS DE CALIDAD PARA LOS USOS ACTUALES Y POTENCIALES DEL RECURSO HIDRICO……	
7.2.1.	IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE LOS FACTORES CRÍTICOS QUE AFECTAN LA CORRIENTE HÍDRICA Y DE ACTORES QUE INFLUYEN EN LOS FACTORES CRÍTICOS……	
7.3.	CRITERIOS DE CALIDAD PARA LOS USOS ACTUALES Y POTENCIALES DEL RECURSO HIDRICO……	
7.3.1.	USOS ACTUALES Y POTENCIALES DEL CAUCE PRINCIPAL DE LA QUEBRADA LA FRAGUA…….....	
7.3.2.	CRITERIOS DE CALIDAD ESTABLECIDOS PARA LOS USOS ASIGNADOS……	
7.4.	DEFINICIÓN DE TRAMOS DE CALIDAD SOBRE EL CAUCE PRINCIPAL	
7.5.	ESCENARIOS DE CALIDAD SOBRE EL CAUCE PRINCIPAL.....	
7.5.1.	ESCENARIO TENDENCIAL DE CALIDAD QUEBRADA LA FRAGUA……	
7.5.2.	ESCENARIO FACTIBLE A 3 AÑOS EN QUEBRADA LA FRAGUA…….	
7.5.3.	ESCENARIO FACTIBLE A 5 AÑOS QUEBRADA LA FRAGUA……..	
7.5.4.	ESCENARIO FACTIBLE A 10 AÑOS EN QUEBRADA LA FRAGUA……	
7.5.5.	ESCENARIO IDEAL QUEBRADA LA FRAGUA ……...	
8.	FORMULACION……..	
8.1	OBJETIVOS DE CALIDAD……	
8.1.1	PROPUESTA DE OBJETIVOS DE CALIDAD……	
8.2	NECESIDADES DE IMPLEMENTACION U OPTIMIZACION DE LA INFRAESTRUCTURA DE TRATAMIENTO……	
8.3.	CARGAS CONTAMINANTES A VERTER EN EL ESCENARIO FACTIBLE	
8.4.	VINCULACIÓN DE INSTRUMENTOS DE CONTROL Y PLANIFICACIÓN..	
8.4.1.	PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO DE CARTAGO Y LA UNION……	
8.5	METAS DE DESCONTAMINACIÓN……	
8.6	TASA RETRIBUTIVA……..	
8.7	LÍNEAS DE ACCIÓN PARA LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS…….	
8.8	FUENTES DE FINANCIACIÓN……	
9.	CONCLUSIONES……	
10.	RECOMENDACIONES	
11.	ANEXOS	

	LISTA DE TABLAS	Pág.
Tabla 1.	Cronograma de ejecución para la Formulación del Plan de Ordenamiento y Reglamentación del Recurso Hídrico…….....	
Tabla 2.	Localización Geográfica de la cuenca de la Quebrada La Fragua……	
Tabla 3.	Contextualización Hidrográfica de la cuenca de la Quebrada La Fragua….	
Tabla 4.	Valores Totales de Precipitación (mm)…….....	
Tabla 5.	Días Mensuales Con Precipitación……..	
Tabla 6.	Valores Medios Mensuales de Temperatura (°C)……...	
Tabla 7.	Valores Medios Mensuales de Humedad Relativa (%)……..	
Tabla 8.	Valores Totales Mensuales de Evaporación (Mm).	
Tabla 9.	Usos y Coberturas del Suelo en parte alta de la cuenca de la Quebrada La Fragua …….	
Tabla 10.	Usos y Coberturas del Suelo en parte media de la cuenca de la Quebrada La Fragua …….	
Tabla 11.	Usos y Coberturas del Suelo en parte baja de la cuenca de la Quebrada La Fragua …….	
Tabla 12.	Clasificación de Coberturas y Usos del Suelo de la cuenca de la Quebrada La Fragua..……...	
Tabla 13.	Clasificación de Coberturas y Usos del Suelo por porcentaje de la cuenca de la Quebrada La Fragua …….	
Tabla 14.	Porcentaje de Cobertura y Uso del Suelo Nivel 1…….	
Tabla 15.	Porcentaje de Cobertura y Uso del Suelo Nivel 2…….	
Tabla 16.	Porcentaje de Cobertura y Uso del Suelo Nivel 3…….	
Tabla 17.	Porcentaje de Cobertura y Uso del Suelo Nivel 4…….	
Tabla 18.	Actores Invitados…….	
Tabla 19.	Para que se utiliza la corriente y que problemas tiene…….	
Tabla 20.	Identificación de Problemas de la Quebrada La Fragua …….	
Tabla 21	Procedimiento Calculo Precipitación……	
Tabla 22.	Calculo De La Demanda De Uso Doméstico Microcuenca Quebrada La Fragua …….	
Tabla 23.	Demanda De Agua Por Uso Pecuario Microcuenca Quebrada La Fragua ..	
Tabla 24.	Demanda De Agua Por Uso Industrial Microcuenca Quebrada La Fragua..	
Tabla 25.	Demanda De Agua Por Uso Agrícola Microcuenca Quebrada La Fragua…	
Tabla 26.	Umbrales Críticos de Presión Índice de Escasez……..	
Tabla 27.	Procedimiento Para Toma De Muestras…….	
Tabla 28.	Procedimiento Para Aforo de Caudales…….	
Tabla 29.	Estaciones de Muestreo en el Quebrada La Fragua……...	
Tabla 30.	Resultados De Muestreo Sobre Quebrada La Fragua Para La Jornada Del de Agosto De 2014…….	
Tabla 31.	Resultados De Muestreo Sobre Quebrada La Fragua Para La Jornada Del 11 de Septiembre De 2014.....	

Tabla 32.	Pesos Relativos Por Cada Parámetro ICA……	
Tabla 33.	ICA Punto de Muestreo ES-RS1……..	
Tabla 34.	ICA Punto de Muestreo ES-RS4……..	
Tabla 35.	ICA Punto de Muestreo ES-RS6……..	
Tabla 36.	ICA Punto de Muestreo ES-RS8……..	
Tabla 37.	ICA Punto de Muestreo ES-RS9……..	
Tabla 38.	ICA Punto de Muestreo ES-RS13……	
Tabla 39.	ICA Punto de Muestreo ES-RS15……	
Tabla 40.	ICA Punto de Muestreo ES-RS16……	
Tabla 41.	Velocidades de la Corriente en Diferentes Tramos……..	
Tabla 42.	Coeficientes Hidráulicos Quebrada La Fragua……....	
Tabla 43.	Calidad de Agua Afluentes Quebrada La Fragua……..	
Tabla 44.	Calidad de Agua en Diferentes Puntos Quebrada La Fragua……	
Tabla 45.	Problemas, factores críticos que lo causan y el actor involucrado…….	
Tabla 46.	Usos Actuales y Potenciales Del Cauce Principal……..	
Tabla 47.	Criterios De Calidad Adaptados y Complementados Con Base En El Decreto 1594 de 1984 y Normas Internacionales Para Los Usos Planteados……	
Tabla 48.	División de Tramos de Acuerdo al Uso Principal en la Quebrada La Fragua……..	
Tabla 49.	Tramos De Calidad I. Preservación de Flora y Fauna……..	
Tabla 50.	Tramos De Calidad II. Estético Paisajístico…….....	
Tabla 51.	Tramo De Calidad III. Uso Agrícola……..	
Tabla 52.	Tabla de Cargas - Escenario Tendencial ……..	
Tabla 53.	Tabla de Cargas - Escenario Factible a 3 Años……	
Tabla 54.	Tabla de Cargas - Escenario Factible a 5 años.....	
Tabla 55.	Tabla de Cargas - Escenario Factible a 10 años……...	
Tabla 56.	Tabla de Cargas - Escenario ideal ……..	
Tabla 57.	Tabla de Cargas Todos los Escenarios……...	
Tabla 58.	Objetivos de Calidad del Cauce de la Quebrada La Fragua……...	
Tabla 59.	Necesidad de Tratamiento, Optimización o Eliminación de Descargas Sobre el Cauce Principal del Quebrada La Fragua……...	
Tabla 60.	Cargas Contaminantes a Verter sobre el Cauce Principal de la Quebrada La Fragua - Escenario Actual (Kg/día)……	
Tabla 61.	Proyectos PSMV Municipio de San Pedro de Cartago y La Union…….	
Tabla 62.	Metas de Reducción de Carga Contaminante de DBO – Primer Quinquenio 2015 – 2019, Municipio de La Unión…….....	
Tabla 63.	Metas de Reducción de Carga Contaminante de DBO – Segundo Quinquenio 2020 – 2024, Municipio de La Unión…….....	
Tabla 64.	Proyección de la TR Primer Quinquenio 2015 – 2019 Escenario con cobro de Tarifa Mínima, Municipio de La Unión ……	

Tabla 65.	Proyección de la TR Segundo Quinquenio 2020 – 2024 Escenario con cobro de Tarifa Mínima, Municipio de La Unión……..	

	LISTA DE FIGURAS	Pág.
Figura 1.	Diagrama Normatividad Ambiental	
Figura 2.	Localización Geográfica Subcuenca Quebrada La Fragua……..	
Figura 3.	Contextualización Hidrográfica de la Subcuenca de la Quebrada La Fragua……....	
Figura 4.	Localización de la Cuenca de la Quebrada La Fragua…….	
Figura 5.	Morfología Quebrada La Fragua……..	
Figura 6.	Mapa de Uso y cobertura del Suelo de la Quebrada La Fragua…….	
Figura 12.	Diagnóstico Corriente Hídrica	
Figura 13.	Mapa Precipitación Anual microcuenca Quebrada La Fragua……	
Figura 14.	Mapa Isotermas Microcuenca Quebrada La Fragua…….	
Figura 15.	Mapa Evapotranspiración Potencial Microcuenca Quebrada La Fragua…..	
Figura 16.	Mapa Evapotranspiración Real Microcuenca Quebrada La Fragua……...	
Figura 17.	Mapa Escurrimiento Superficial Total Microcuenca Quebrada La Fragua…	
Figura 18.	Mapa de Delimitación de Microcuenca Quebrada La Fragua……..	
Figura 19.	Mapa De Áreas Cultivadas Microcuenca Quebrada La Fragua……..	
Figura 20.	Demanda Total Quebrada La Fragua (Millones /m3/año)……	
Figura 21	Mapa Índice de Escases Microcuenca Quebrada La Fragua……..	
Figura 22.	Topología – Titulo y Leyenda	
Figura 23.	Topología – Tramo Principal	
Figura 24.	Topología – Entradas Descargas	
Figura 25.	Topología – Entradas Afluentes Naturales	
Figura 26.	Topología – Puntos de Aforo y Muestreo	
Figura 27.	Topología – Puntos de Muestreo	
Figura 28.	Topología Detallada Quebrada La Fragua Segmento I	
Figura 29.	Mapa Puntos De Muestreo Sobre Afluentes y Cauce Principal de la Quebrada La Fragua	

Figura 30.	Perfil de calidad de la Quebrada La Fragua.	
Figura 31.	Mapa de Índice de Calidad de Agua de la Quebrada La Fragua	
Figura 32.	Configuración de Corrientes Hídricas Superficiales	
Figura 33.	Esquema de Balance de Flujo	
Figura 34.	Esquema de Variables de la ecuación de Manning.	
Figura 35.	Esquema de Balance de Masa.	
Figura 36.	Procesos de Transferencia de Masa y Modelos Cinéticos	
Figura 37.	Hoja de cálculo condiciones fisicoquímicas y microbiológicas iniciales	
Figura 38	Hoja de cálculo de Posición y elevación de elementos computacionales	
Figura 39	Hoja de cálculo de Parámetros Hidráulicos de la corriente.	
Figura 40.	Hoja de cálculo de Constantes Cinéticas	
Figura 41.	Hoja de cálculo Descargas Puntuales	
Figura 42.	Hoja de cálculo Descargas Difusas	
Figura 43.	Topología de la Quebrada La Fragua	
Figura 44.	Resultado prueba de trazadores parte alta Quebrada La Fragua	
Figura 45.	Resultado prueba de trazadores parte media Quebrada La Fragua	
Figura 46.	Resultado prueba de trazadores parte baja Quebrada La Fragua	
Figura 47.	Resultado de Calibración de Caudal Quebrada La Fragua – modelo Qual2kw.	
Figura 48.	Resultado de Calibración de pH Quebrada La Fragua - modelo Qual2w.	
Figura 49.	Resultado de Calibración de Temperatura Quebrada La Fragua- modelo Qual2kw.	
Figura 50.	Resultado de Calibración de Conductividad Quebrada La Fragua - modelo Qual2kw.	
Figura 51.	Resultado de Calibración de SST Quebrada La Fragua - modelo Qual2kw.	
Figura 52.	Resultado de Calibración de Oxígeno Disuelto Quebrada La Fragua modelo Qual2kw.	
Figura 53.	Resultado de Calibración de la materia orgánica de rápida degradación Quebrada La Fragua - modelo Qual2kw.	
Figura 54.	Resultado de Calibración de la materia orgánica de lenta degradación Quebrada La Fragua - modelo Qual2w.	
Figura 55.	Resultado de Calibración de Nitrógeno Orgánico Quebrada La Fragua - modelo Qual2kw.	
Figura 56.	Resultado de Calibración de Nitrógeno Amoniacal Quebrada La Fragua - modelo Qual2kw.	
Figura 57.	Resultado de Calibración de Nitratos Quebrada La Fragua - modelo Qual2kw.	
Figura 58.	Resultado de Calibración de Fósforo Total Quebrada La Fragua - modelo Qual2kw.	
Figura 59.	Resultado de Calibración de Coliformes Totales Quebrada La Fragua modelo Qual2kw.	
Figura 60.	Mapa de Tramos de Usos Potenciales Quebrada La Fragua	

Figura 61.	Tramo De Calidad I. Preservación de Flora y Fauna	
Figura 62.	Tramo De Calidad II. Estético Paisajístico	
Figura 63.	Tramos De Calidad III. Agrícola	

	LISTA DE GRAFICAS	Pág.
Grafica 1.	Comportamiento Precipitación Media Multianual	
Grafica 2.	Comportamiento Media Multianual De Días Con Precipitación	
Grafica 3.	Comportamiento Temperatura Media Multianual	
Grafica 4.	Comportamiento de Humedad Relativa (%)	
Grafica 5.	Comportamiento Evaporación Multianual	
Grafica 6.	Cobertura y uso del suelo Nivel 1.	
Grafica 7.	Cobertura y uso del suelo Nivel 2.	
Grafica 8.	Cobertura y uso del suelo Nivel 3.	
Grafica 9.	Cobertura y uso del suelo Nivel 4.	
Grafica 10.	Potencial de Hidrogeno en Quebrada La Fragua	
Grafica 11.	Conductividad Corriente Eléctrica en Quebrada La Fragua	
Grafica 12.	Sólidos Totales en Quebrada La Fragua	
Grafica 15.	Color Aparente en Quebrada La Fragua	
Grafica 16.	Turbiedad en Quebrada La Fragua	
Grafica 17.	Acidez en Quebrada La Fragua	
Grafica 18.	Alcalinidad Total en Quebrada La Fragua	
Grafica 19.	Dureza Total en Quebrada La Fragua	
Grafica 20.	DBO5 en Quebrada La Fragua	
Grafica 21	DQO en Quebrada La Fragua	
Grafica 22.	Oxígeno Disuelto en Quebrada La Fragua	
Grafica 23, 24 y 25.	Amonio, Nitritos y Nitratos en Quebrada La Fragua	
Grafica 26.	Fosfatos en Quebrada La Fragua	
Grafica 27.	Grasas y Aceites en Quebrada La Fragua	
Grafica 28.	Detergentes en Quebrada La Fragua	
Grafica 29.	Coliformes Totales en Quebrada La Fragua	

Grafica 30.	Escherechia Coli en Quebrada La Fragua	
Grafica 31.	Comportamiento DBO5 - Escenario Tendencial	
Grafica 32.	Comportamiento OD – Escenario Tendencial	
Grafica 33.	Comportamiento DBO5 - Escenario Factible a 3 años	
Grafica 34.	Comportamiento OD - Escenario Factible a 3 años	
Grafica 35.	Comportamiento DBO5 - Escenario Factible a 5 años	
Grafica 36.	Comportamiento OD - Escenario Factible a 5 años	
Grafica 37.	Comportamiento DBO5 - Escenario Factible a 10 años	
Grafica 38	Comportamiento OD - Escenario Factible a 10 años	
Grafica 39	Comportamiento DBO5 - Escenario Ideal	
Grafica 40.	Comportamiento OD - Escenario Ideal	
Grafica 41.	Comportamiento todos los escenarios.	
Grafica 42.	Metas de Reducción de Carga Contaminante de DBO – Primer Quinquenio 2015 – 2019, Municipio de San Pablo	
Grafica 43.	Metas de Reducción de Carga Contaminante de DBO – Segundo Quinquenio 2020 – 2024, Municipio de San Pablo	
Grafica 54.	Tasa Retributiva Primer y Segundo Quinquenio 2015 – 2019 Municipio de San Pablo l	

	LISTA DE FICHAS	Pág.
Ficha 1.	Indicador Programa Descontaminación y recuperación de la calidad del recurso hídrico.	
Ficha 2.	Indicador Programa Descontaminación y recuperación de la calidad del recurso	
Ficha 3.	Indicador Programa Gestión de Riesgo	
Ficha 4.	Indicador Programa Protección y Conservación de la calidad del Quebrada La Fragua	
Ficha 5.	Indicador Programa Fortalecimiento Institucional	
Ficha 6.	Indicador Programa Protección Ronda Hídrica	
Ficha 7.	Indicador Programa Educación y Sensibilización	

2. GLOSARIO



AFLUENTE:
Agua o cualquier otro líquido, en su estado natural o tratada parcial o totalmente, que ingrese a un reservorio o algún proceso de tratamiento. Curso de agua que desemboca en otro curso más importante.

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

AGUA:
Es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H2O). Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida. El término agua generalmente se refiere a la sustancia en su estadolíquido, pero la misma puede hallarse en su forma sólida llamada hielo, y en forma gaseosa denominada vapor.

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

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

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

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

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

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

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

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

COLECTOR:
Conductos que transportan aguas residuales a gran escala.

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

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

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

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

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

EFLUENTE:
Agua o cualquier otro líquido, en su estado natural o tratado total o parcialmente, que sale de un tanque de almacenamiento, depósito o planta de tratamiento. La salida o flujos salientes de cualquier sistema que despacha flujos de agua. Este es el agua producto dada por el sistema.

VERTIMIENTO:
Cualquier descarga final de un elemento, sustancia o compuesto, que contenido en un líquido residual de cualquier origen, ya sea agrícola, minero, industrial, de servicios, aguas residuales a un cuerpo de agua, canal, al suelo o el subsuelo.

INTRODUCCIÓN.

Tomando como referencia el Decreto 3930 del 25 de octubre de 2010, establecido en su artículo 4º, mediante el cual la Autoridad Ambiental competente debe efectuar el ordenamiento del recurso Hídrico como proceso de planificación para la clasificación de las aguas superficiales, subterráneas y marinas, además teniendo conocimiento que el agua es una fuente natural que a través de los años se ha visto afectada considerablemente por el desarrollo de las poblaciones, por los múltiples usos en las actividades antrópicas generalmente por la conformación de ciudades que concentran la contaminación en puntos estratégicos y sin consideración con el ambiente, considerando a este recurso natural como renovable no se ha tenido en cuenta para su conservación, además el agua posee una característica particular relacionada con el fácil acceso a sectores de desarrollo 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, para el presente caso la zona del norte del departamento de Nariño concentrándonos en los municipios de San Pedro de Cartago y el municipio de la Unión, en los cuales la amenaza se puntualiza en la contaminación y degradación de especies de flora y fauna, debido a la contaminación por el desarrollo de los centros poblados que cada vez aumenta su límite territorial, reduciendo los caudales de las principales cuencas, afectando los sistemas de producción agropecuaria, ampliación de la frontera agrícola y su preparación, como también el mismo desarrollo de las poblaciones que ven como insumo básico el vital líquido.

Así mismo, el aprovechamiento indiscriminado de árboles en las zonas altas básicas para la producción de agua, ha generado la desestabilización de gran parte de las cuencas hidrográficas, lo que se refleja en la pérdida del recurso hídrico y limitación del uso de los cuerpos de agua; igualmente pone en peligro a muchas especies de flora y fauna que se ven abogadas por la extinción, pues el agua es el hábitat de las dos terceras partes de las especies de fauna terrestre del Departamento y en el mundo tiene un porcentaje similar con la misma problemática.

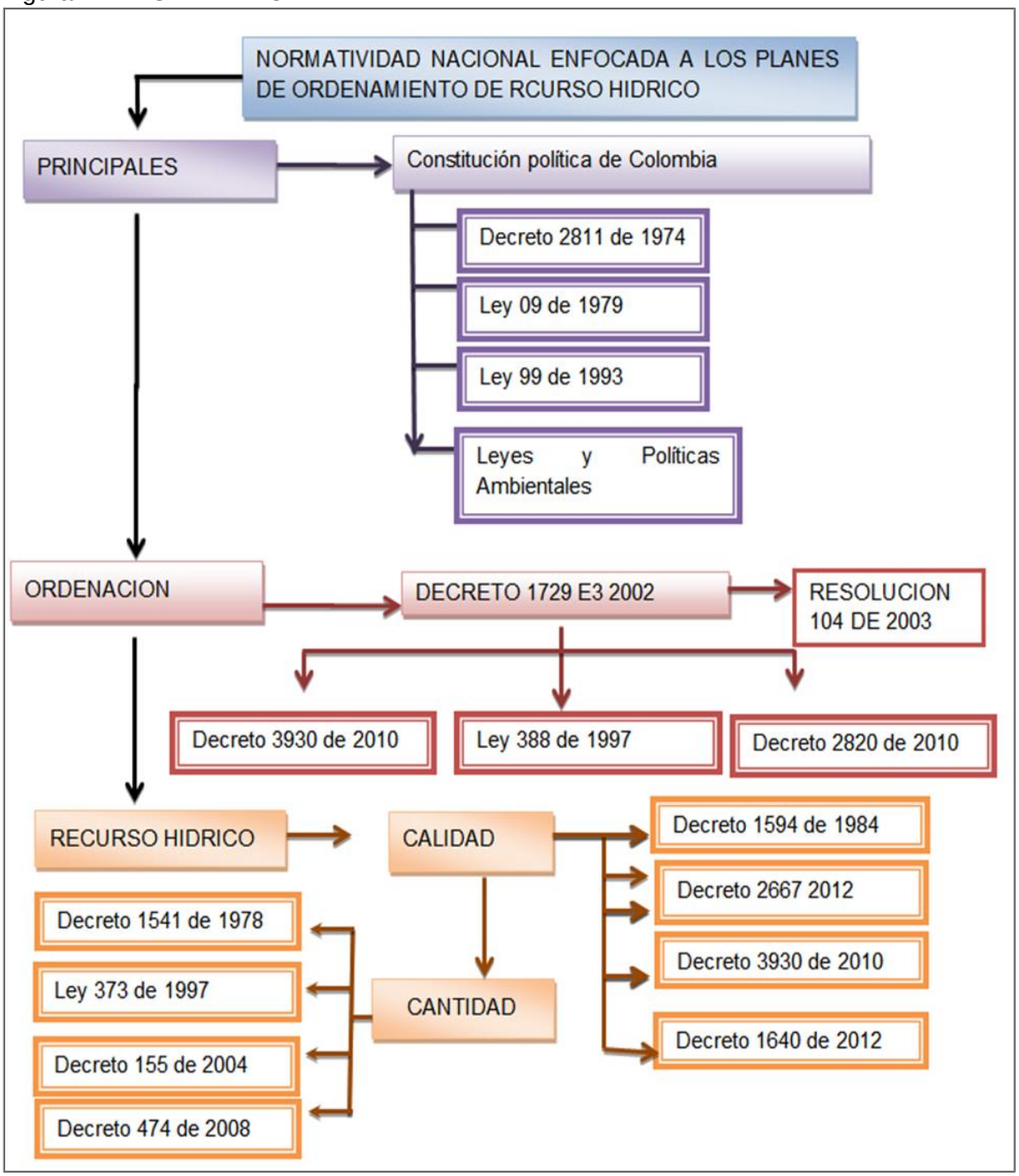
3. MARCO LEGAL

La legislación ambiental es un grupo 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 la corriente.

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. Razón por la cual, la Corporación Autónoma Regional de Nariño CORPONARIÑO es la máxima Autoridad Ambiental en el Departamento, la cual tiene dentro de sus funciones la ejecución de las normas del Ministerio, entre las cuales se encuentran, 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.

A continuación se presenta el diagrama de la Principal Normatividad Ambiental que rige actualmente en Colombia, empezando por los aspectos y políticas generales hasta los lineamientos y directrices específicas del recurso hídrico y su proceso de ordenamiento, además una tabla explicativa de cada norma, resaltando el tema y su alcance con relación al Ordenamiento del Recurso Hídrico.

Figura 1. DIAGRAMA NORMATIVIDAD AMBIENTAL



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada La Fragua. 2014

3.1 ALCANCE NORMATIVO AMBIENTAL

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

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

RECURSO HÍDRICO		
	NORMA	**ALCANCE**
CALIDAD	Decreto 1594 de 1984	Aunque el Decreto en la actualidad es reemplazado en su mayor parte por el Decreto 3930 de 2010, aún están vigentes los artículos relacionados con los Usos y Criterios de Calidad del agua, así como las Normas de Vertimientos para usuarios que viertan al suelo o a un cuerpo hídrico.
	Decreto 2667 de 2012	Por el cual se reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones.
	Decreto 3930 de 2010	Establece que todo usuario que realice descargas de aguas residuales al suelo, aguas superficiales, aguas subterráneas y aguas marinas deberá tramitar y legalizar el Permiso de Vertimientos o Planes de Cumplimiento. Está pendiente por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS la elaboración de los nuevos criterios de calidad del agua para los usos asignados y las normas de vertimiento, para derogar en su totalidad el Decreto 1594 de 1984.

RECURSO HÍDRICO		
	NORMA	**ALCANCE**
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

4. MARCO CONCEPTUAL

4.1 FASES DEL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HIDRICO

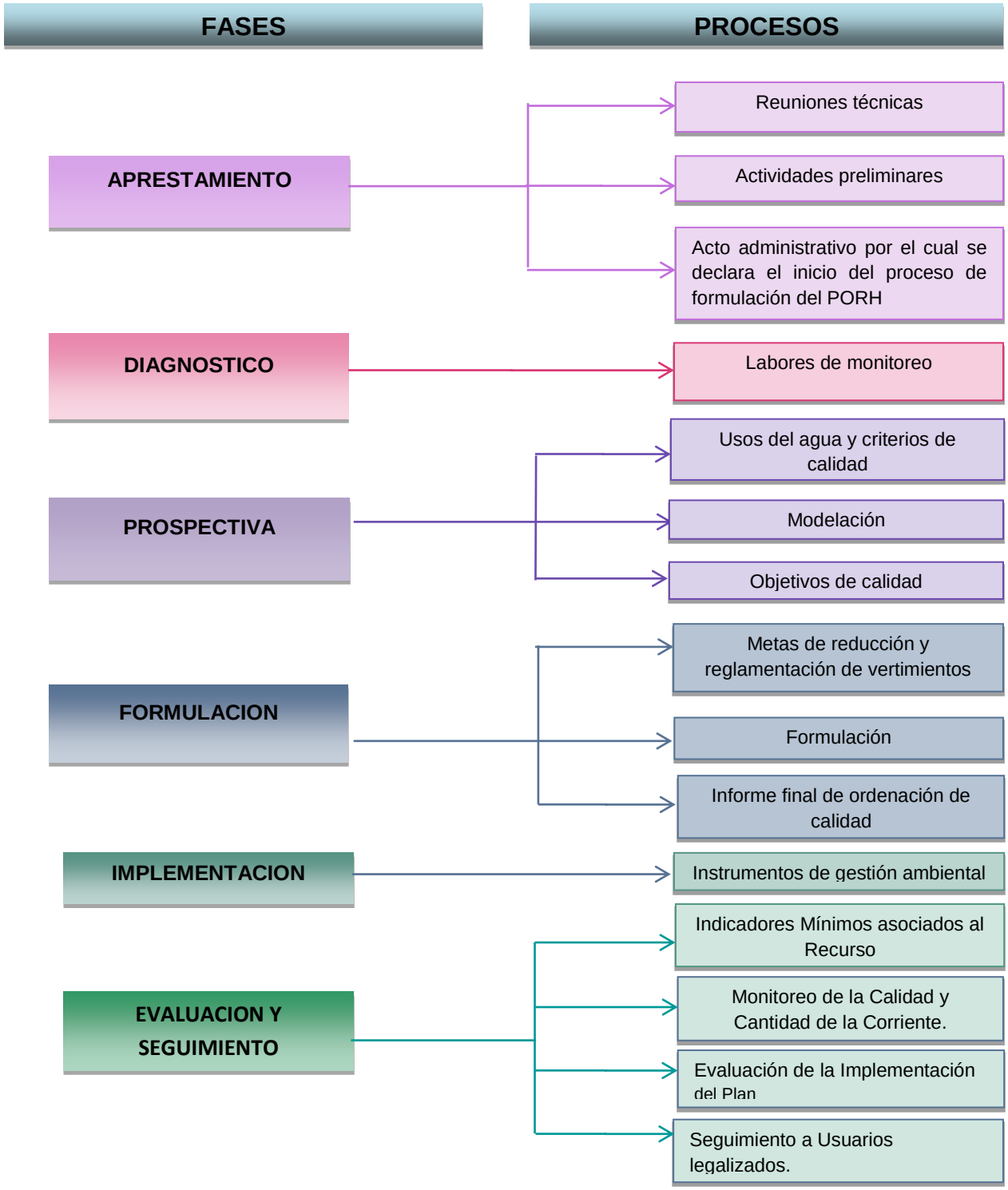


Tabla 1. Cronograma de ejecución para la Formulación del Plan de Ordenamiento y Reglamentación del recurso Hídrico

Teniendo en cuenta lo estipulado en el Artículo 8 del Decreto 3930 de 2010, el Ordenamiento y reglamentación del Recurso Hídrico se desarrolla de acuerdo con las siguientes fases:

- Priorización: Se determina el orden de importancia de las corrientes hídricas en la jurisdicción de cada Autoridad Ambiental que requieren o ameritan iniciar procesos de ordenamiento y reglamentación del recurso hídrico.

- Aprestamiento Institucional: Proceso de preparación el cual se basa en el decreto 1729 de 2002, cuyo objetivo es establecer las bases para iniciar el proceso de ordenación y reglamentación del recurso hídrico, en esta fase se 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: Durante esta fase se determina la situación ambiental actual del recurso hídrico, involucrando aspectos sociales, físicos, bióticos y antrópicos, para lo cual se desarrollan actividades de recopilación de información, visitas de campo, monitoreo.

- Prospectiva: A partir de los resultados del diagnóstico, se diseñan los escenarios futuros de uso del recurso, para lo cual se realiza 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: Tiene por objetivo 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.2667 de 2012)
  - 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

5. APRESTAMIENTO



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

Estos aspectos son:

5.1 APRESTAMIENTO INSTITUCIONAL

Es la etapa preliminar en la cual se realizó la planificación del Proceso de Ordenamiento del Recurso Hídrico proyectado por CORPONARIÑO para el periodo 2014.

Es esta etapa se desarrollaron las siguientes actividades:

1. ***Consecución y Destinación de recursos para el PORH:*** De acuerdo con lo establecido en el Decreto 3440 de 2004 el Consejo Directivo de CORPONARIÑO aprobó el Acuerdo 018 de 2009 por medio del cual creó la cuenta Fondo Regional para la Inversión en Descontaminación Hídrica destinando el 40% de los recursos recaudados por Tasa Retributiva para ser invertidos en Procesos o Planes de Ordenamiento de Recurso Hídrico.

2. ***Definición del Alcance del PORH:*** Con base en los recursos disponibles y la complejidad de los Planes de Ordenamiento del recurso Hídrico, se estableció para el año 2014 ordenar doce (12) corrientes hídricas del Departamento de Nariño.

3. ***Conformación del Equipo Técnico:*** Está integrado por la Dirección General, los Subdirectores de Conocimiento y Evaluación Ambiental y de Intervención para la Sostenibilidad Ambiental, la parte técnica está conformada por Ingenieros Sanitarios, Ambientales y Químicos destinados cada uno al ordenamiento de una fuente principal, Geógrafos, dos Trabajadoras Sociales, un Biólogo, un Coordinador General del Proyecto e Interventores.

4. ***Inclusión del PORH en el PAI 2014:*** Dentro del Plan de Acción Institucional PAI está contemplado el Ordenamiento del Recurso Hídrico, cuyas metas están articuladas a los indicadores proyectados para el 2014.

5. ***Articulación con los Procesos Institucionales:*** Los POHR se relacionan y articulan con los Procesos Institucionales Misionales de la Corporación como son: Licencias, Permisos y Autorizaciones Ambientales, Ordenación y Manejo de los Recurso Naturales y Gestión Jurídica.

5.2 PRIORIZACION DE LA FUENTE HIDRICA SUPERFICIAL

De acuerdo con lo establecido en el Decreto 3930 de 2010, la Autoridad Ambiental Competente es la autorizada para realizar el Ordenamiento del Recurso Hídrico de las aguas superficiales, subterráneas y marinas existentes en el área de su jurisdicción; teniendo en cuenta que este proceso es complejo, el Decreto establece unos criterios mínimos de priorización para que la Autoridad Ambiental priorice en sus Planes de Acción Institucional los cuerpos de agua a ordenar.

Por lo tanto, la Corporación Autónoma Regional de Nariño COORPONARIÑO ha priorizado en el Plan de Acción Institucional PAI para la vigencia 2014, el ordenamiento de doce (12) corrientes hídricas superficiales basado en los siguientes criterios:

TECNICO:

a. **Calidad del Agua:** Las aguas superficiales son las mayores receptoras de vertimientos de tipo doméstico e industrial en comparación con las aguas subterráneas y marinas.

b. **Ecosistemas estratégicos y/o áreas protegidas:** Las cabeceras y nacimientos de las corrientes son puntos estratégicos ya que garantizan la producción y regulación hídrica, además es importante resaltar que la mayoría de la población Nariñense se abastece de aguas superficiales para su consumo.

c. **Cantidad de Agua:** La demanda de agua se presenta en su mayoría sobre fuentes hídricas y afloramientos que escurren de manera superficial. La oferta hídrica se concentra en aguas superficiales por sus ventajas en cuanto a captación, transporte y tratamiento, entre otros.

d. **Presión sobre el Recurso Hídrico:** Las aguas superficiales tienen mayor presión en cuanto a calidad y cantidad que las aguas superficiales y marinas.

SOCIAL:

a. **Asentamientos Humanos:** En Nariño la mayor parte de la población se concentra en la zona Andina, por lo tanto los usos del recurso hídrico, tanto para consumo como para descarga de aguas residuales, se presentan en su mayoría sobre las aguas superficiales.

b. **Conflictos sociales por el agua:** Conflictos entre personas y comunidades asociados a la disponibilidad del recurso hídrico en cuanto a calidad y cantidad para la satisfacción de los usos existentes (consumos humano, agrícola, pecuario, industrial, entre otros). Por lo tanto, los conflictos se presentan más en las aguas superficiales que en las marinas y subterráneas.

DISPONIBILIDAD DE INFORMACION Y LOGISTICA:

Existencia de información asociada al recurso hídrico: La información sobre el recurso hídrico disponible se enfatiza en el estudio, monitoreo y control de las aguas superficiales.

5.3 PRIORIZACION DE LA QUEBRADA LA FRAGUA

De acuerdo con el Decreto 3930 de 2010. ***Artículo 5°***.*Criterios de Priorización para el Ordenamiento del Recurso Hídrico.*

La Quebrada La Fragua es un afluente importante de la Cuenca del Rio Mayo, la cual a lo largo de su cauce presenta captaciones para uso agrícola y vertimientos de aguas residuales provenientes de los municipios de la Unión y San Pedro Cartago además de los vertimientos del sector cafetero lo cual trae el deterioro de la calidad del agua.

Se decidió priorizar la Ordenación del Recurso Hídrico del Cauce Principal de la Quebrada La Fragua, dado que es una corriente hídrica que sufre algún tipo de afectación en cuanto a su calidad fisicoquímica y bacteriológica por la recepción de descargas y vertimientos de aguas residuales de origen industrial y doméstico.

5.4 DECLARATORIA DE ORDENAMIENTO

El proceso de Ordenamiento en el cauce principal de la Quebrada La Fragua inicia con la declaratoria, la cual se desarrolló en cumplimiento a lo establecido en el Artículo 8 del decreto 3930 de 2010:

> ***Artículo 8:*** *Proceso de Ordenamiento del Recurso Hídrico. El Ordenamiento del Recurso Hídrico por parte de la autoridad ambiental competente se realizara mediante el desarrollo de las siguientes fases:*
>
> 1. *Declaratoria de ordenamiento. Una vez establecida la prioridad y gradualidad de ordenamiento del cuerpo de agua de que se trate, la autoridad ambiental competente mediante resolución, declarara en ordenamiento el cuerpo de agua y/o acuífero y definirá el cronograma de trabajo, de acuerdo con las demás fases previstas en el presente artículo……..”*

El Acto Administrativo por medio de la cual se declaró el inicio del Proceso de Ordenación del recurso hídrico en el cauce principal de la Quebrada La Fragua, de los Municipios de San Pedro de Cartago y La Unión, en el departamento de Nariño corresponde a la Resolución No.142 de Marzo de 2014. (Ver Resolución Anexo 1).

La Resolución No.142 de Marzo de 2014 establecida de la siguiente manera:

- *Título:* Parte inicial de la Resolución, la cual contiene el número de la misma, el nombre o título y el marco jurídico mediante el cual la Directora General de CORPONARIÑO está en facultad de emitir dicho Acto Administrativo.

- *Considerando:* Contiene un resumen y soporte de la Normatividad Ambiental vigente en Colombia relacionada al Ordenamiento del Recurso Hídrico y además se justifica la priorización del cauce principal de la Quebrada La Fragua.

- *Resuelve:* De acuerdo a lo expuesto en el Considerando, en el Resuelve se incluye Cuatro Artículos mediante los cuales se declaran el inicio del Proceso de Ordenación del cauce principal del de la Quebrada La Fragua.

- *Final:* Contiene la directriz del Acto Administrativo (Publíquese y Cúmplase), la fecha de elaboración y las firmas correspondientes.

6. DIAGNOSTICO

La microcuenca Quebrada la Fragua hace parte de la Cuenca Hidrográfica del Río Mayo, dentro de la zonificación de esta cuenca se encuentra en la Zona 2, la cual se localiza en la parte media de la cuenca hidrográfica entre los 1230 y 2650 msnm; La microcuenca Quebrada Fragua comprende parte de los municipios de la Unión y San Pedro de Cartago, sus límites son: al norte con la microcuenca Corrientes Directas del Río Mayo, al sur con el municipio de San Pedro de Cartago, al oriente con la microcuenca Quebrada Cusillo y al occidente con las microcuencas La Alpujarra y Santa Ana.

El cauce principal posee una longitud de 15,05 km, con un área de microcuenca de 54,8 Km^2 y un perímetro de 37,63 Km, en el municipio de San Pedro de Cartago cubre las siguientes veredas: Frailes, Arenal, San Isidro, El Salado, Cartago y Chorrera y en el municipio de la Unión: Buenos Aires, La Merced, Peña Blanca, la Fragua, El Guabo, Juan Solarte Obando, Reyes, Contadero, El Sauce, Sauce Alto, Chical Alto, Chical Bajo y Cusillo Bajo.

La microcuenca de la quebrada la Fragua posee 22 microcuencas y una zona de escurrimiento directo de 832,53 Ha, con una temperatura promedio de 17°C.

Para efectos del presente documento, en algunos apartes de la etapa de diagnóstico del cauce principal de la Quebrada La Fragua la presentación de la información se dividió o agrupo en tres zonas:

- Zona Alta: comprende su nacimiento hasta antes de la llegada del casco urbano del municipio de Cartago; las veredas presentes son: Frailes, Arenal, San Isidro, El Salado y parte de la vereda Buenos Aires.

- Zona Media: comprende desde el casco urbano del municipio de San Pedro de Cartago hasta inmediaciones de la quebrada la Palma; las veredas presentes en la parte media son, Parte de la vereda Buenos Aires, La Chorrera, la Merced, peña Blanca, Chirrera, Chilcal Alto, Chilcal Bajo, Sauce Alto, la Fragua, el Guabo, Sauce, Juan Solarte Obando y parte de la vereda Cusillo Alto. Este tramo atraviesa el Casco urbano de los municipios de San Pedro de Cartago y de la Unión, a lo largo de este, se evidencia vertimientos puntuales de aguas residuales domésticas de dichos municipios, además de los vertimientos industriales provenientes del sector cafetero que se localiza a lo largo del cauce principal de la quebrada.

- Zona Baja: La parte baja de la microcuenca se extiende aproximadamente desde la quebrada la Palma en la vereda Juan Solarte Obando, hasta la confluencia con

el Río Mayo; las veredas presentes en esta área son Contadero, Reyes y parte de la vereda Juan Solarte.

6.1. ASPECTOS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO

Tabla 3. Localización geográfica de la Subcuenca de la Quebrada La Fragua

Localización Geográfica de la Subcuenca Quebrada La Fragua	
Continente	América del Sur
País	Colombia
Departamento	Nariño (en el Sistema Orográfico de los Andes)
Municipios	San Pedro de Cartago y La Unión

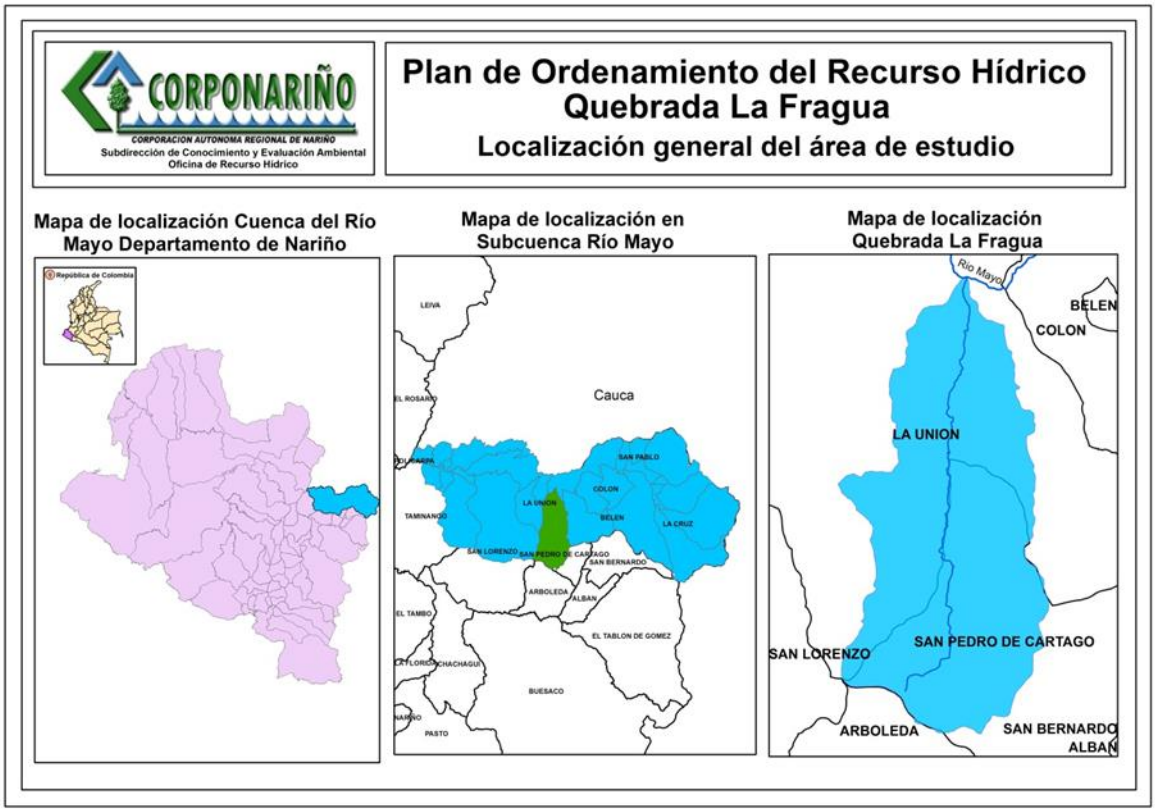
En la siguiente tabla y figura, se presenta la contextualización hidrográfica de la Subcuenca de la Quebrada La Fragua de acuerdo a la Zonificación y Codificación de Cuencas Hidrográficas en el departamento de Nariño:

Tabla 4. Contextualización Hidrográfica Subcuenca de la Quebrada La Fragua

Contextualización Hidrográfica de la Subcuenca de la Quebrada La Fragua	
Área Hidrográfica:	Pacifico
Zona Hidrográfica:	Orden 1: Rio Patía
Subzona Hidrográfica:	Orden 2: Rio Mayo
Subcuenca:	Orden 4: Quebrada La Fragua
Área:	52,5368 Km^2
Longitud Cauce Principal:	15 Km
Georeferenciación Punto inicial Cauce Principal	Norte: 994314 Este: 660652 Altura: 2072m
Georeferenciación Punto final Cauce Principal (Rio Mayo):	Norte: 996142 Este: 672971 Altura: 1300m

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada La Fragua 2014

Figura. Localización Subcuenca Quebrada La Fragua

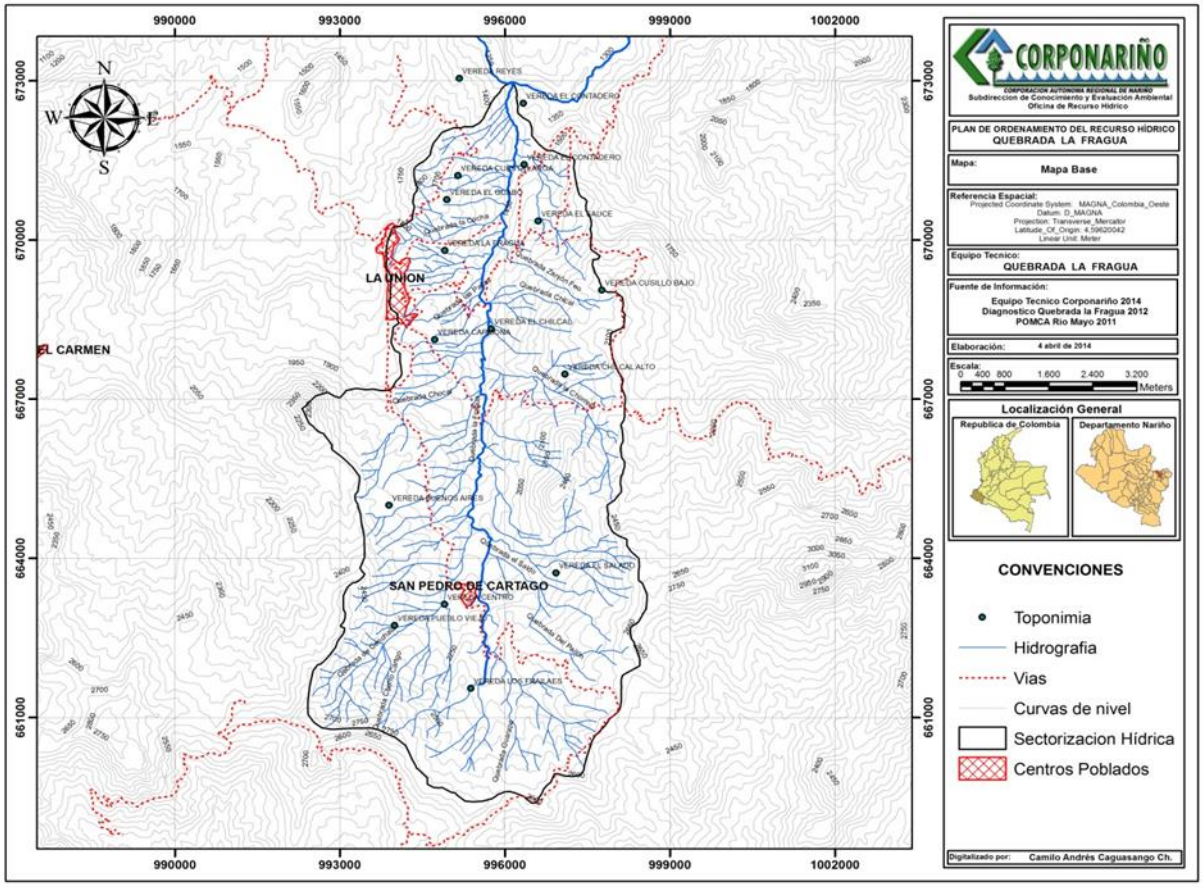


Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada La Fragua 2014

6.2. Delimitación de la cuenca hidrográfica.

La delimitación de la microcuenca quebrada La Fragua fue retomada de los productos cartográficos a escala 1:10000, generados para la Fase diagnostica del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la Quebrada la Fragua 2012, el cuál fue manejado de acuerdo a las disposiciones vigentes establecidas por el IDEAM y estuvo liderado por la Subdirección para la Intervención y Sostenibilidad Ambiental de CORPONARIÑO.

Para la delimitación de la microcuenca se tomó en cuenta las divisorias de agua definidas a través de la unión de puntos de mayor altitud conformando áreas de escurrimiento superficial entre laderas desde el nacimiento hasta su desembocadura con la ayuda de un Modelo Digital de Elevación DEM de versión libre descargado de la página de la NASA con una resolución de 30 metros por pixel e imágenes satelitales Rapid Eye con resolución de 6 metros disponibles en CORPONARIÑO, además de la ayuda del software ArcGis y su extensión ArcHydro.



Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

6.1.1. DATOS HIDROCLIMATOLOGICOS DE LA QUEBRADA LA FRAGUA BASADOS EN LAS ESTACIONES DEL IDEAM

El clima de una zona está determinado básicamente por la presión atmosférica y la cantidad de energía solar que reciba el lugar, estas variables físicas dependen directamente con la altitud y latitud de lugar respectivamente. Existen además otros factores naturales que influyen en el clima como el relieve y la distancia que el lugar tenga al mar.

Las condiciones antes descritas son las que dan valores específicos a las variables climatológicas de temperatura, humedad, brillo solar, vientos y precipitaciones donde todas están correlacionadas. Aunque los fenómenos climáticos son impredecibles debido a la complejidad con la que se relacionan todas las variables, si es posible determinar mediante observaciones experimentales periódicas y el conocimiento de su posición geográfica patrones y características propias del clima de una región o lugar.

El conocimiento de las condiciones climatológicas de un lugar o región son de gran importancia para la actividad humana ya que de ellas depende la dinámica del desarrollo económico, social y natural.

Para la zona de estudio objeto de este plan, encontramos que se encuentra ubicada en la cordillera central de los andes dentro de la región ecuatorial entre los 662155.56 y 672937.60 de latitud y los 2220 a 1286 msnm. De acuerdo a esta información la zona presenta un clima tropical con precipitaciones, humedades relativa e intensidad lumínica altas, además se encuentra situada sobre dos pisos térmicos el mesotérmico o templado con temperaturas entre los 18 a 15 °C y el piso subtropical con temperaturas entre los 18 a 24 °C, siendo esto un potencial ya que se ha demostrado que sobre estos pisos se concentran las regiones ecológicas más productivas por hectárea de nuestro planeta.

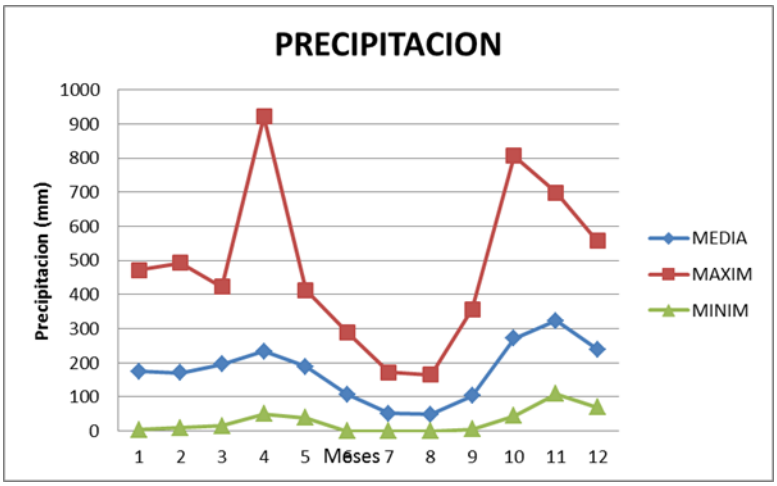
A continuación se presenta un análisis más puntual y detallado del clima de la zona de influencia de la corriente La Fragua, a través de datos obtenidos de dos estaciones meteorológicas del IDEAM instaladas en los municipios de La Unión y San Bernardo departamento de Nariño.

Se aclara que la estación meteorológica de San Bernardo no se encuentra dentro del polígono geográfico de La Fragua, sin embargo, tiene características que hacen posible que esta información pueda ser tomada para nuestro estudio por estar situada a una altura de 2190 m.s.n.m, que se encuentra dentro del intervalo (2220 a 1286 m.s.n.m), su distancia es relativamente cercana a la zona (10-15 km) y sus características de relieve son muy parecidas.

PRECIPITACIÓN

La precipitación es un fenómeno climatológico importante porque dentro del balance hídrico se constituye en el principal factor regulador de los regímenes hidrológicos. Su relación directa sobre los caudales de las corrientes hídricas superficiales junto al relieve de cada zona genera dinámicas hidrológicas y bióticas propias para cada microcuenca. Se presenta cuando el aire atmosférico se enfría por debajo de su punto saturación condensando el vapor de agua presente en la masa de aire generando partículas liquidas o solidas de agua que dependiendo de la temperatura a la que se encuentren se aglomeran hasta alcanzar el peso y tamaño crítico que para descender hacia la superficie terrestre. La cantidad e intensidad de las precipitaciones están relacionadas básicamente con dos variables físicas: la humedad relativa de la masa de aire y su velocidad vertical.
Se elaboraron dos graficas de precipitación con datos de la estación meteorológica del IDEAM ubicada en el municipio de La Unión Departamento de Nariño, con la intención de resumir y dar una idea general del comportamiento histórico (1959 a 2012) de las lluvias en la zona de influencia de La Fragua:

Grafica 1. Máximos, mínimos y promedios mensuales de precipitación.

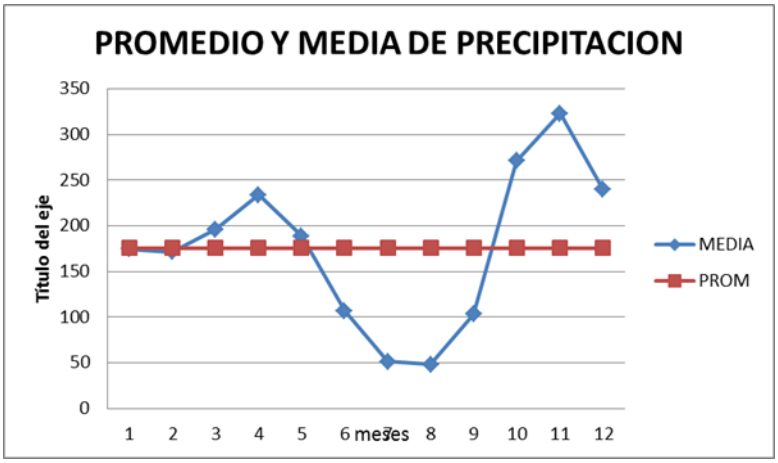


Fuente: Este estudio. Datos tomados estación meteorológica IDEAM. La Unión-Nariño.

La gráfica 1 presenta los valores máximos, mínimos y la media de los valores por mes de precipitaciones registradas desde 1959 a 2012. De esta grafica se puede concluir que las lluvias alcanzan los 900 mm máximos históricos en el mes de abril del año 1969 que no es un valor crítico o que represente algo inusual para la zona montañosa andina en la que se encuentra La Fragua. Otra característica importante es que en el periodo seco en los meses de julio y agosto existen lluvias que alcanzan los 180 mm por lo que no hay un déficit absoluto de lluvias.

La gráfica 2 muestra que las lluvias en esta zona describen un comportamiento monomodal claro con dos periodos húmedos en los meses de Abril y Octubre y un periodo seco que abarca los meses de julio y agosto.

Grafica 2. Promedio y media de precipitaciones mensuales

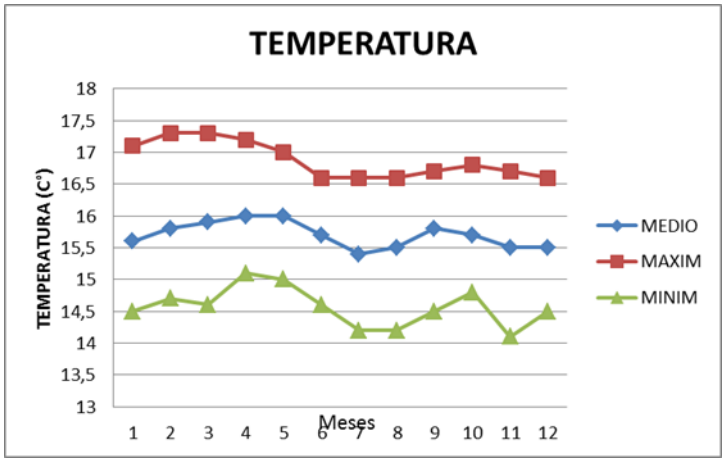


Fuente: Este estudio. Datos tomados estación meteorológica IDEAM. La Unión-Nariño.

TEMPERATURA

La temperatura se define como la medida de la energía cinética promedio de las moléculas de un sistema. Este parámetro físico es de los más importantes dentro de la naturaleza ya que regula procesos vitales para los organismos vivos, así como también afecta las propiedades físicas de otros factores abióticos y determina las velocidades de todas las reacciones químicas. Sus gradientes forman parte de innumerables procesos biológicos y climáticos a los que les provee de energía motriz. La temperatura medioambiental es la que determina la ecología de la zonas, además de afectar considerablemente todas las variables climáticas como humedad relativa, evotranspiración, precipitación entre otras.

Grafica 3. Máximos, mínimos y promedios mensuales de temperatura.



Fuente: Este estudio. Datos tomados estación meteorológica IDEAM. San Bernardo-Nariño.

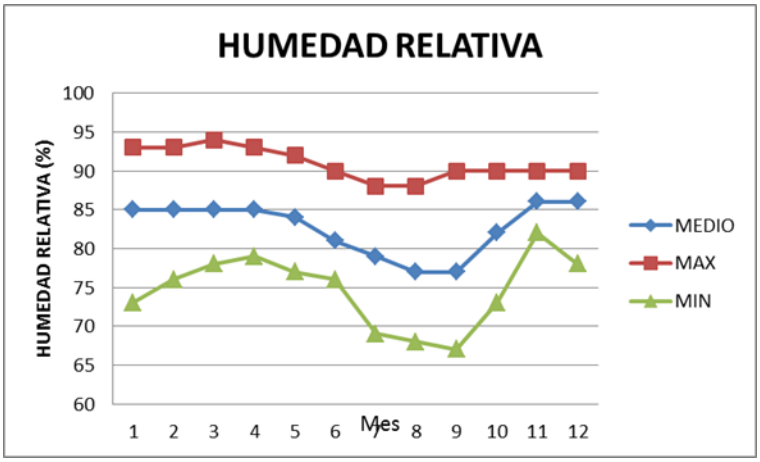
La grafica 3 muestra que las temperaturas que se registraron corresponden a las de una zona con un clima templado con una temperatura media de aproximadamente 15°C y con pequeñas oscilaciones de dos grados por debajo y encima de este valor. Esta característica es muy importante ya que el poder tener un clima con una estabilidad térmica evita daños en los cultivos que se presentan cuando hay cambios intempestivos de temperatura, además, la diversidad de especies tanto animales como vegetales encontradas en este tipo zonas es mucho más grande comparada con otros pisos térmicos.

HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa de una masa de aire es la relación entre la cantidad de vapor de agua que contiene y la que tendría si estuviera completamente saturada; así cuanto más

se aproxima el valor de la humedad relativa al 100% más húmedo está. Es un factor determinante sobre la velocidad de evaporación ya que entre mayor sea la humedad relativa la velocidad de transferencia y la capacidad de recibir moléculas de agua por el aire será menor al disminuirse el gradiente entre las fases.
El análisis de este parámetro climático indica que la zona es muy húmeda típica de la zonas tropicales boscosas, registrando un valor máximo para los meses de Noviembre y Diciembre con 86% de humedad que es la época de lluvia y un valor mínimo en el mes de Septiembre con 77% que se caracteriza por ser un tiempo seco. El valor promedio de humedad relativa para la Microcuenca analizado el último año corresponde al 82,75%.

Grafica 4. Máximos, mínimos y promedios mensuales de humedad relativa.



Fuente: Este estudio. Datos tomados estación meteorológica IDEAM. San Bernardo-Nariño.

BRILLO SOLAR

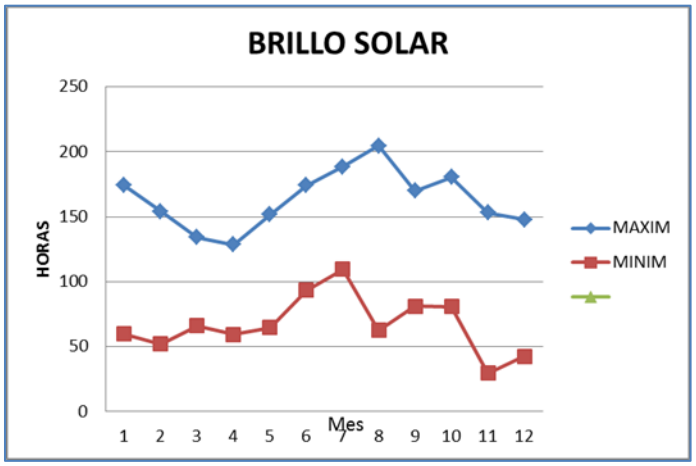
El brillo solar o heliofanía en horas, representa el tiempo total durante el cual incide luz solar directa sobre alguna localidad, entre el alba y el atardecer. Es importante en casi todas las formas de actividad y empresas humanas. Sectores como el agrícola, forestal, turismo, construcción, deportes y energía, dependen y planifican aspectos del cumplimiento de sus programas y actividades futuras sobre la perspectiva de disponer de suficiente horas de brillo solar durante el día.
El análisis anual del Brillo Solar permitió identificar que el máximo valor se registró durante el periodo de agosto con 204,7 horas y el valor mínimo fue de 52 horas para el mes de Febrero.

Analizando los valores medios mensuales durante el año indica que el mes de agosto registro los más altos valores de brillo solar con 162.7 horas época que se caracteriza por

ser periodo de verano y los valores mínimos durante los meses de Febrero con 102,2 Horas y marzo con 99.9 horas tiempo en él es una época de invierno.

Para el brillo solar, Los meses más soleados se presentan en el segundo semestre del año y los menos soleados al principio de año. Debido a los diferentes fenómenos que influyen sobre esta zona, como fenómeno del niño y fenómeno de la niña.

Grafica 5. Máximos, mínimos y promedios mensuales de brillo solar.



Fuente: Este estudio. Datos tomados estación meteorológica IDEAM. San Bernardo-Nariño.

6.1.2. USOS Y COBERTURAS DEL SUELO EN LA SUBCUENCA DE LA QUEBRADA LA FRAGUA

La información de cobertura del suelo para la microcuenca La Fragua se retomó del POMCA Río Mayo, facilitado por la subdirección de Conocimiento y Evaluación Ambiental (SUBCEA), estudio el cual fue trabajado con información de sensores remotos y con la utilización de imágenes satelitales.

Para la aplicación de dicha información para el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la quebrada La Fragua fue necesario trabajo de verificación en campo y toma de puntos GPS con el objeto de ampliar la información sobre el área de estudio con recorridos en campo encaminados a actualizar y revisar el grado de confiabilidad de la interpretación de la base de datos para la aplicación en este estudio.

Tabla x. puntos de verificación en campo microcuenca La Fragua

Punto	Ubicación geográfica			Descripción	Registro fotográfico
	X	Y	Altura (msnm)		
1	993855	668773	1885	Nucleo urbano de la Union con presencia de laderas con cultivos de café asociados	
2	995395	670435	1608	Cultivos de café asociados en zona de laderas	
3	9966666	669606	1600	cultivos de café con cultivos asociados- Vereda Juan Solarte	
4	995542	663333	2075	Bosque ripario ubicado en el municipio de San pedro de cartago	
5	994472	663426	2200	Pastos, cultivos y vegetacion arbustiva en el municipio de San Pedro de Cartago	
6	996118	670727	1500	Pastos, cultivos y vegetacion arbustiva en el municipio de la Union	

7	997370	662042	2380	Pastos y rastrojos	 
8	996186	670775	1481	asociacion de cultivos café y yuca	 
9	995748	670443	1569	asociacion de cultivos café y platano	
10	996403	670598	1423	vegetacion arbustiva y rastrojos	

Por otro lado, se aclara que la división de la microcuenca La Fragua en parte (alta, media y baja) para fines de la formulación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico, se realizó de acuerdo a interés del equipo técnico en beneficio del plan de ordenamiento mediante los diferentes usos del recurso hídrico, de manera que faciliten su diagnóstico y ordenación, y no una sectorización por morfología o topografía.

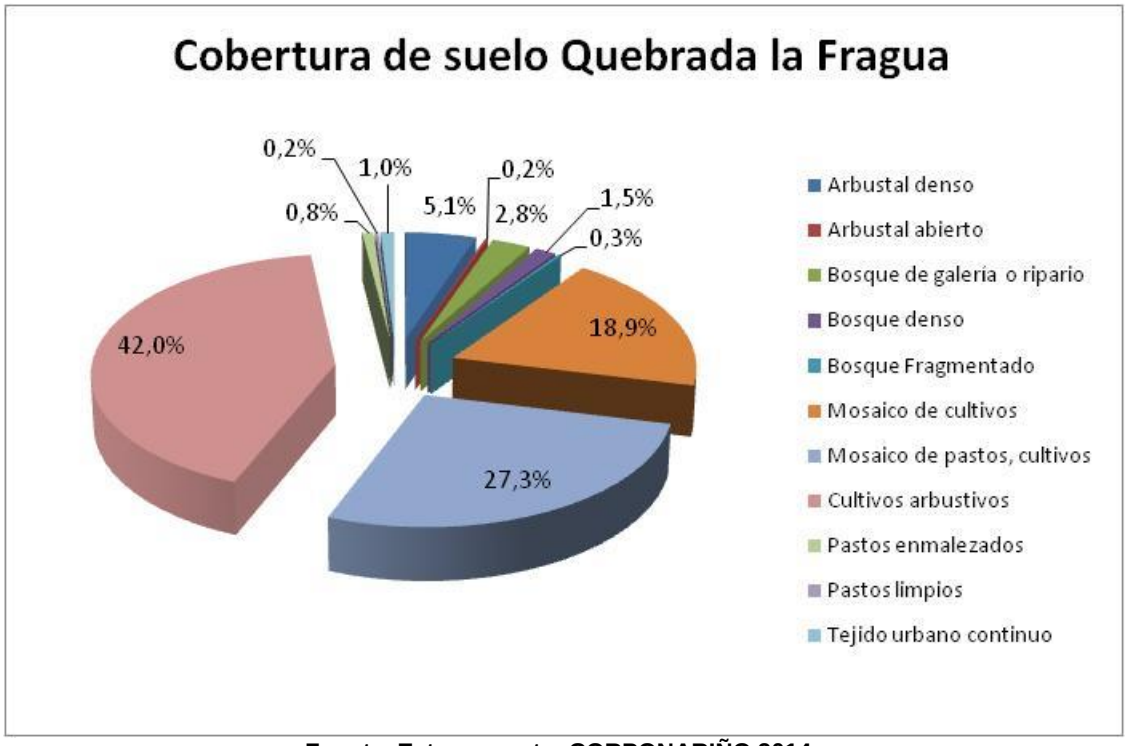
La clasificación de uso y cobertura para la microcuenca La Fragua es de tipo semi-detallado de tercer nivel jerárquico de la clasificación con una cobertura definida para el presente estudio según la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia es:

Cuadro x: Clasificación de cobertura de suelo microcuenca La Fragua

COBERTURA DE SUELO METODOLOGIA CORINE LAND COVER QUEBRADA LA FRAGUA					
Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Cobertura	Area/Ha
BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	Áreas con vegetación herbácea	Arbustal denso	No aplica	Rastrojos	279,88
		Arbustal abierto	No aplica	Rastrojo bajo	10,66
	Bosques	Bosque de galería o riparío	No aplica	Bosque ripario	151,95
		Bosque denso	Bosque denso alto	Bosque primario	82,76
		Bosque Fragmentado	No aplica	Bosque secundario	13,99
TERRITORIOS AGRÍCOLAS	Áreas agricolas heterogéneas	Mosaico de cultivos	No aplica	Cultivos mixtos	1029,20
		Mosaico de pastos, cultivos	No aplica	Mosaico pastos y cultivos	1489,14
	Cultivos permanentes	Cultivos arbustivos	Café	Cultivos de café	2289,54
	Pastos	Pastos enmalezados	No aplica	Pastos enmalezados	44,13
		Pastos limpios	No aplica	Pastos limpios	11,79
TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo	No aplica	Cabeceras municipales o centros poblados	53,65

Fuente. Plan de Ordenamiento De Cuencas Hidrográfica Rio Mayo.

Grafica x. Porcentaje de Cobertura definitiva en la microcuenca LA FRAGUA



Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

Mosaico de pastos y cultivos: Comprende las tierras ocupadas por pastos y cultivos, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 25 ha) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de

manera individual[1]. En la microcuenca la Fragua se destacan los cultivos de Café-plátano en asocio representando el 27% del área.

Mosaico de cultivos: Son las tierras ocupadas con cultivos anuales, transitorios o permanentes, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 25 ha) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual, dentro de la microcuenca la Fragua se destacan mosaicos de cultivos de clima frio (papa, maíz, arveja, frijol, cilantro, tomate de árbol, entre otros), y mosaicos de cultivos en clima cálido (café, plátano, fique, yuca, maní, maíz, limón, maracuyá, naranja y caña de azúcar)

Bosque Ripario: se refiere a la vegetación ubicada en las márgenes de quebradas, arroyos, cañada con o sin agua. Este tipo de cobertura está limitado en amplitud ya que bordea las fuentes de agua o patrones de drenaje naturales. Su importancia radica en ser unidades protectoras de agua, nichos de habitad para alimentación y refugio de fauna.[2] Ocupando una extensión del 2,8% del total del área de estudio.

Cultivos arbustivos: Comprende los territorios dedicados a cultivos cuyo ciclo vegetativo es mayor a un año, produciendo varias cosechas sin necesidad de volverse a plantar; se incluyen en esta categoría los cultivos de herbáceas como caña de azúcar, caña panelera, plátano y banano; los cultivos arbustivos como café y cacao; y los cultivos arbóreos como palma africana y árboles frutales.

Dentro de la microcuenca La Fragua el mayor cultivo arbustivo es el café bajo sombrío (temporal o permanente, generado por una cobertura arbórea) o a libre exposición con un presencia del 42% del total de la microcuenca.

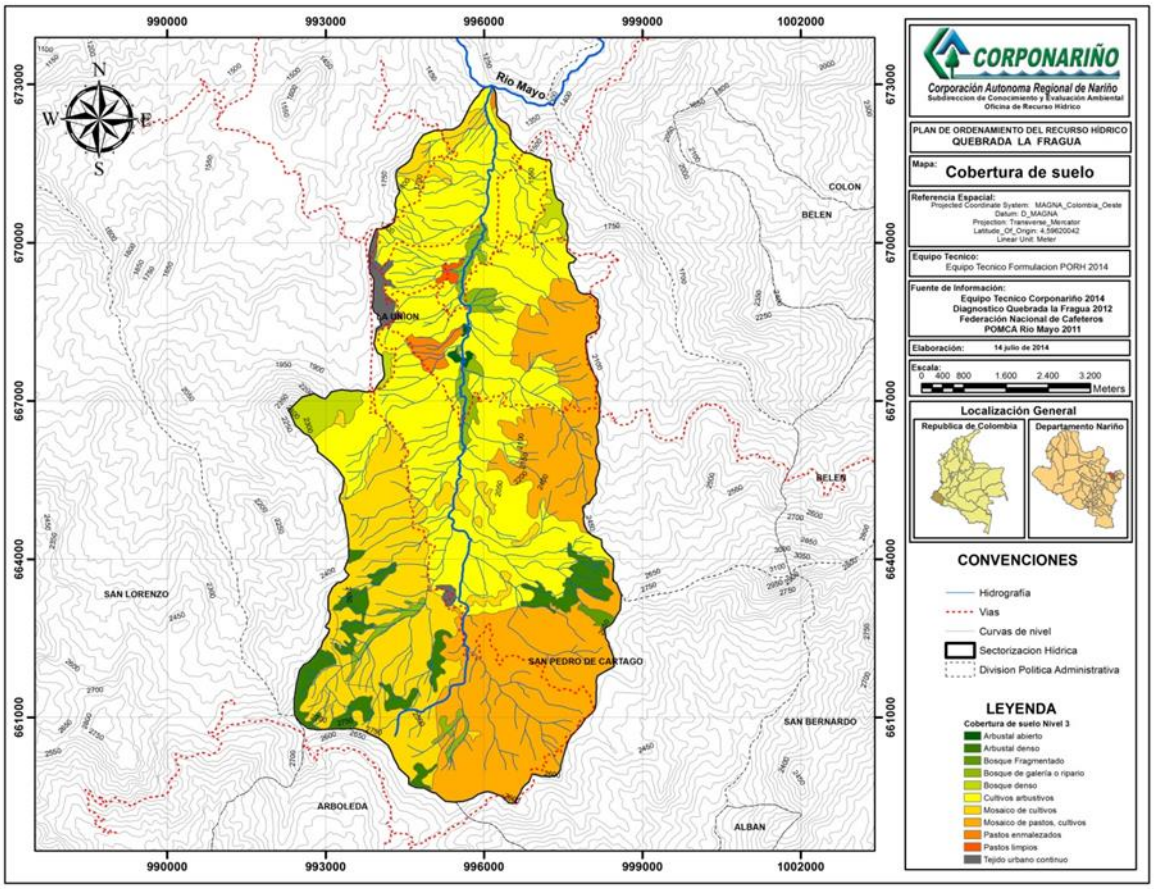
Pastos limpios: son las áreas de tierras dedicadas a praderas y prados naturales. Unidad de cobertura vegetal que se caracteriza por presentar un estrato de maleza de hojas finas como las gramíneas.[3] En la microcuenca ocupan el 1,5% del territorio siendo la segunda cobertura con mayor extensión del área de estudio.

Bosque natural fragmentado: formación vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos y arbustivos, los cuales forman por lo menos un estrato de copas o dosel en este caso de tipo fragmentado ocupando un área cercana al 1%

[1] Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. junio de 2010. P 28
[2] Instituto geográfico Agustín Codazzi. Interpretación visual de imágenes de sensores remotos y su aplicación en levantamientos de cobertura y uso de la tierra. P89
[3] Ibid. P 103

Centros Poblados: todas aquellas áreas u obras hechas por el hombre para su servicio y beneficio en las que comúnmente usan materiales como el hierro, cemento, ladrillo, madera, etc. Presentan un arreglo geométrico característico según su dedicación. (FAO, 1998). En la microcuenca ocupa un área cercana al 1% **correspondiente a los cascos urbanos de los municipios de San Pedro de Cartago y La Unión.**

Figura. Mapa de Uso y cobertura del Suelo Quebrada La Fragua



6.2. DIAGNOSTICO SOCIAL PARTICIPATIVO

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

Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Igualmente es importante resaltar que el componente social es parte integral de cada una de las fases, debido a su característica de transversalidad la cual permite que la comunidad se apropie del proceso técnico y participe durante todo el desarrollo del ordenamiento del recurso hídrico de la Quebrada La Fragua.

6.2.1 ASPECTOS GENERALES

La Fase Diagnostico busca establecer la situación ambiental actual del recurso hídrico teniendo en cuenta sus aspectos sociales, físicos, bióticos y antrópicos con el fin de establecer las potencialidades, conflictos y restricciones del mismo, implica desarrollar actividades de recopilación, organización y clasificación de información histórica y ejecutar programas de monitoreo, recolección y procesamiento de información de las condiciones actuales.

El diagnostico busca proporcionar los elementos técnicos y sociales suficientes para la evaluación de los diferentes escenarios que se propondrán en la fase prospectiva.

En esta fase se realiza la confrontación de la situación que se identificó en campo como resultado de los recorridos de la quebrada y la revisión de información secundaria con la visión y realidad que viven los directos afectados asentados en la zona de influencia de la Quebrada la Fragua.

En esta actividad se logró una actitud de colaboración, motivación, apoyo y compromiso por parte de la comunidad, la Administración e Instituciones hacia la recuperación, conservación y protección de la Quebrada La Fragua.

6.2.2 PRESENCIA INSTITUCIONAL

Para el cumplimiento de los objetivos del Plan de Ordenamiento de la Quebrada la Fragua es necesario conocer las instituciones de mayor presencia para ser contactadas e integradas al proceso para garantizar la permanencia en el tiempo:

Actores Sociales

- Administración Municipal
- Personería Municipal
- Policía Nacional
- Gobernación de Nariño
- Empresas de servicio publico
- Juntas de Acción Comunal

- Juntas Administradoras de Acueductos.
- Instituciones Educativas
- Federación de Cafeteros

6.2.3 PARTICIPACION COMUNITARIA A TRAVES DEL TALLER DE DIAGNOSTICO SOCIAL.

Para adelantar la lectura de la problemática en cuanto a la contaminación que se realiza en la Quebrada la Fragua se llevo a cabo una reunión el día jueves 3 de Julio del presente año, con los actores involucrados en el área de estudio, la metodología implementada fue el Diagnostico Social Participativo (D.R.P.) que es un proceso de dialogo y concientización que generan conocimientos sociales, orientados a acciones para transformar la realidad fomentando la organización democrática de las comunidades.
En esta reunión participativa se realizó la presentación de un video como introducción al taller sobre la importancia del agua como una reflexión para los asistentes sobre el futuro que se espera por la falta de conciencia, también se explicó en que consiste sus fases y la importancia de la formulación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la Quebrada la Fragua, y para finalizar se implementó la herramienta metodológica del mapa parlante para determinar la dinámica actual o situación actual del recurso agua tratándose aspectos sobre contaminantes que afectan la corriente y cuáles son los usos actuales de la quebrada

Figuras. Socialización municipio de San Pedro de Cartago y La Unión.

Este aspecto de participación comunitaria en la lectura de los problemas de contaminación en la quebrada generados, su priorización y análisis imprime mayor confiabilidad a la fases de Prospectiva y formulación donde se compromete a la comunidad no solo en el análisis sino también en la gestión para encontrar el camino de las soluciones.

6.2.3 ANALISIS DE LA PROBLEMÁTICA DE CONTAMINACIÓN Y USOS GENERADA EN LA QUEBRADA LA FRAGUA

Dentro de las causas identificadas que afectan a la quebrada La Fragua están:

- Deforestación
- Ampliación de la ronda hídrica
- Actividad pecuaria.
- Lavado de Café
- Contaminación por agroquímicos utilizados para cultivos de café, fique
- Contaminación por residuos solidos (basuras)
- Vertimientos de aguas residuales provenientes de los municipios sin tratamiento.

6.2.4 Consecuencias: las consecuencias más relevantes identificadas esta la pérdida de calidad del agua, muerte de especies de flora y fauna, proliferación de plagas, escases de agua, riesgo de erosión.

6.2.5 Usos Actuales: los usos identificados para el área de influencia son consumo humano, riego de cultivos, consumo en el desarrollo de animales, uso de especies arbóreas para leña y para la recepción de vertimientos de aguas residuales.

6.2.6 Análisis del Conflicto: como principal conflicto se encontró que todos los vertimientos de la zona llegan a la quebrada La Fragua.





Como uno de los resultados establecidos en la sesión del taller de diagnóstico se contó con la variada participación de los involucrados, se logró identificar lo enunciado anteriormente y realizando el siguiente análisis más relevante:

PERCEPCIONES GENERALES DE LA COMUNIDAD.

- **Técnico Umata:** las personas necesitan del agua para sus cultivos pero luego de su uso la devuelven contaminada a la quebrada.
- **Desarrollo Comunitario:** No se tiene a nivel del Municipio la cultura de evitar arrojar basuras a orillas de las quebradas que generan contaminación y mal aspecto en las zonas que recorren los caudales.
- **Salud Ambiental:** estos focos de contaminación producen en las habitantes enfermedades por la proliferación de insecto, olores desagradables e infecciones a nivel de la piel.se carece de saneamiento básico.
- **Corponariño:** se realizan orientaciones en cuanto los requisitos para concesiones de aguas para diferentes usos y apoyo a las instituciones en el manejo para conservar y proteger este vital recurso.
- **Riesgo y desastres:** es importante este proceso de ordenamiento para recuperar la quebrada, pero se siguiere dar continuidad a esto para creer en estos procesos.

- **Líder Comunitario:** La ausencia de personas a la reunión se debe a tiempo de cosecha del café como también porque los habitantes ya no cree en Corponariño se habla de proyectos pero hasta el momento no se han cumplido.
- **Estudiante Ambiental:** le preocupa sobre el paisaje que tiene el cerro la Jacoba anteriormente era un lugar reforestado pero hoy en día se amplió la frontera agrícola y la deforestación se hace cada día más por lo que es necesario las autoridades y respetar las normas sobre este cerro paisajístico.
- **Representante J.A.C:** se conoce que el principal cultivo que beneficia la economía en el Municipio de la Unión es producción de café y la asistencia lo realiza la Federación de Cafeteros provocando gran contaminación, pero también se solicita tener en cuenta el aspecto minero que ha llegado a la región y también perjudicara a futuro otras corrientes hídricas y que las autoridades competentes estudien este caso minuciosamente.

LA INSTITUCIONALIDAD

La administración Municipal de San Pedro de Cartago y la Unión que tiene mayor incidencia en cuanto al recurso hídrico se sientes comprometidos desde su rol que desempeñan con el Plan de Ordenamiento de la Quebrada la Fragua y se complementa con la comunidad que tienen experiencias y conocimientos valiosos desde su diario vivir para realizar programas y proyectos que beneficien el importante recurso agua

6.2.7. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PROPUESTOS POR LA COMUNIDAD

De acuerdo a lo manifestado anteriormente la comunidad e Institución enuncian algunas alternativas

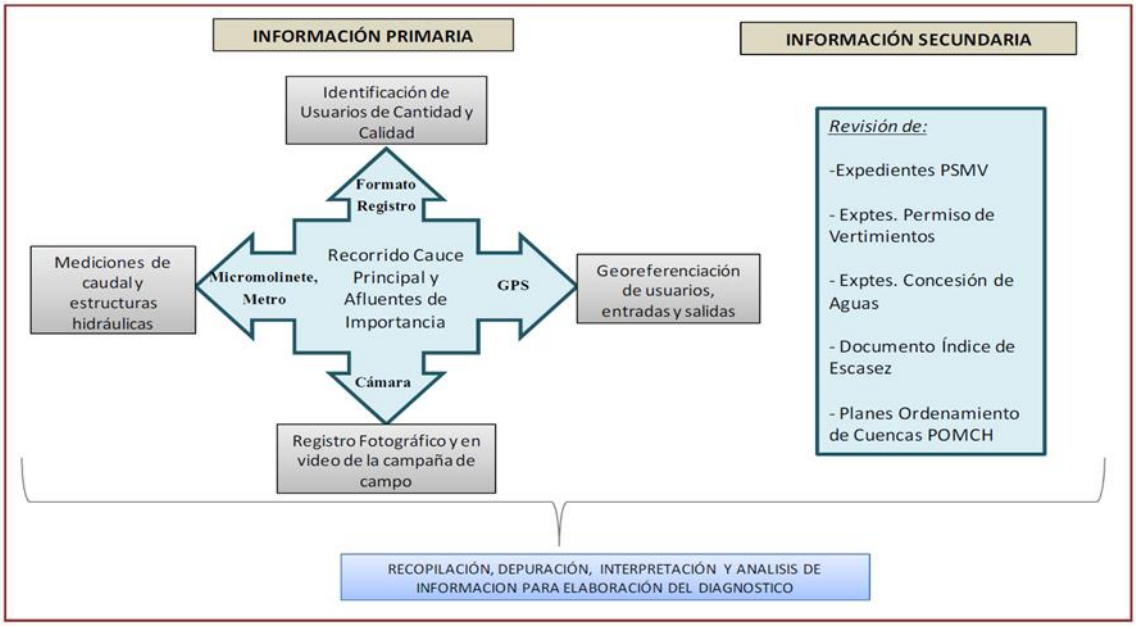
- ✓ Ejercer control del recurso hídrico mediante aplicaciones de las normas vigentes
- ✓ Motivar y sensibilizar en la utilización racional del agua mediante educación ambiental
- ✓ Implementación de planta de tratamiento para aguas residuales
- ✓ Realizar reforestaciones en los lugares que sean necesarios
- ✓ Realizar seguimientos y control a los proyectos para que causen gran impacto a largo plazo
- ✓ Delimitar las zonas para ampliación agrícola y otras
- ✓ Que por medio de los proyectos educativos ambientales escolares “PRAES” se sensibilicen en las instituciones a los niños en el cuidado y protección del recurso agua.
- ✓ Controlar en todas las corrientes el cuidado de la ronda hídrica que se está irrespetando.
- ✓ Recuperar el cerro denominada la Jacoba como sitio paisajístico
- ✓ Mayor control sobre empaques agroquímicos

6.3. DIAGNOSTICO CORRIENTE HÍDRICA:

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

Para esto se efectuó una identificación de usuarios actuales que realizan extracciones o captaciones de agua para satisfacción de los usos demandados con el respectivo inventario de estructuras hidráulicas, la identificación de usuarios generadores de vertimientos que descargan al cauce principal de la Quebrada La Fragua con su respectivo inventario de estructuras hidráulicas, la identificación de afluentes naturales que escurren o drenan hacia el cauce principal, el desarrollo de dos jornadas de muestreo y aforo efectuadas en puntos estratégicos escogidos sobre el cauce principal y algunos afluentes o descargas de importancia, y por último, un trabajo de oficina en donde se procesó la información obtenida para la determinación de perfiles e índices de calidad de la Quebrada La Fragua, línea base de cargas contaminantes, diseño del diagrama de ubicación de vertimientos, afluentes y captaciones, cálculo de la oferta y demanda hídrica y modelación y simulación del comportamiento de la corriente superficial para la generación del escenario actual de calidad y cantidad. (Ver formatos de Registro de Usuarios del Recurso Hídrico y de Vertimientos en Anexo C

Figura 12. Diagnóstico Corriente Hídrica



6.3.1 CENSO DE USUARIOS

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

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

Dentro del marco del plan de ordenamiento de recurso hídrico de la quebrada La Fragua se pudo identificar la presencia de más de 2000 fincas cafeteras que afectan a nuestro objeto de estudio en época de cosecha, por lo que es importante tener en cuenta el consumo y la descarga de las aguas utilizadas en el proceso productivo del café.

La necesidad de realizar el estudio surge al identificar que el sector cafetero está concentrado en esta zona del departamento y es pilar fundamental tanto de la economía como de la cultura de esta región, sin embargo, las tecnologías y sistemas aplicados en el procesamiento del café, son rudimentarios e ineficientes, lo que conlleva a que el uso y

las descargas del agua que se utiliza en el proceso sean inadecuadas, generando graves daños al ambiente.

Es a raíz de esta problemática que Corponariño organiza un grupo de profesionales encargados de analizar el impacto ambiental que tiene el consumo y vertimiento de las aguas generadas en el lavado de café sobre el cauce de la quebrada La Fragua. Además, se vincula a la Federación Nacional de Cafeteros para apoyar y coordinar este trabajo, entendiendo el ejercicio como una labor interinstitucional.

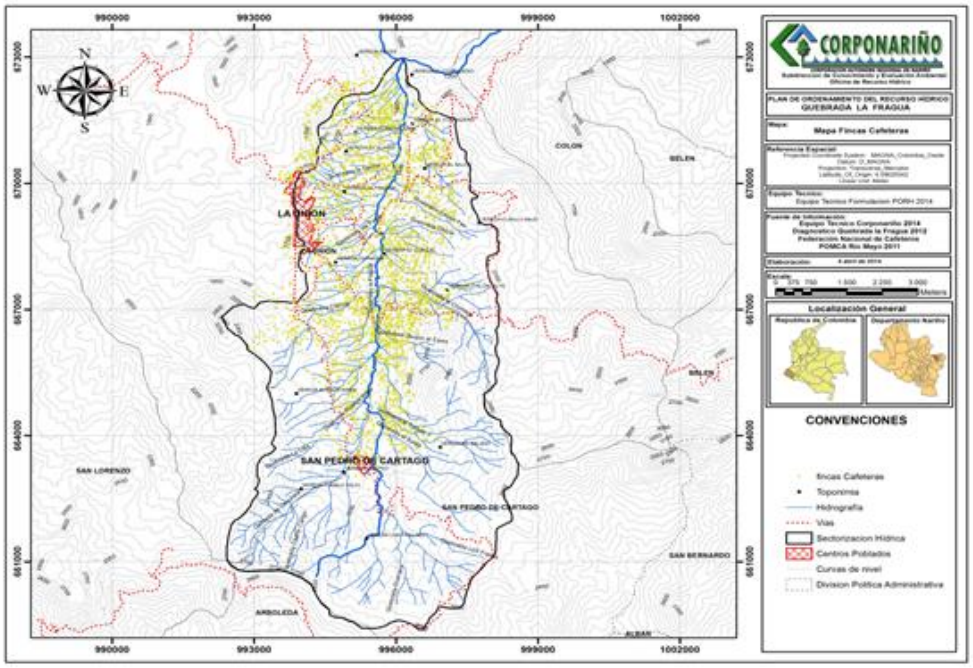
A continuación se presentan las fases que tuvo el estudio, y los detalles de la metodología aplicada en cálculo de volúmenes y cargas orgánicas diarias en aguas producidas por el lavado del café dentro de la microcuenca.

Fase de acercamiento

En esta primera fase se logró a través de una serie de reuniones entre funcionarios de Corponariño y la Federación Nacional de Cafeteros, información de sus bases de datos sobre el número de fincas cafeteras asentadas en los municipios de San Pedro de Cartago y La Unión con sus extensiones y respectivas coordenadas geográficas.

Toda la información geográfica y estadística se consolido con la finalidad de discriminar por áreas de cultivo las 2099 fincas que están dentro de la zona de influencia de la subcuenca La Fragua.

Figura. Mapa de Fincas Cafeteras



Distribución geográfica de las 2099 fincas cafeteras pertenecientes a la microcuenca La Fragua. Fuente Federación Nacional de Cafeteros – Corponariño.

Tabla. Número de fincas de acuerdo a la extensión de áreas de cultivo. Fuente Federación Nacional de Cafeteros.

Tamaño Fin Ha.	Cantidad Fincas	%
1 a 5	2082	99.2
5 a 10	15	0.7
>10	2	0.1

Fase de recopilación de información primaria mediante visitas de campo.

Con la información de la primera fase recopilada y consolidada, se procedió con la planificación de las salidas al campo para visitar un total de 30 fincas de las cuales 20 corresponden a fincas pequeñas, 6 a fincas medianas y 2 grandes, de acuerdo a la distribución que presento la muestra total de fincas presentada en la tabla 1.

La finalidad de las visitas fue conocer de fuentes primarias los detalles del proceso productivo del café relacionados pricipalmente con los siguientes parámetros:

- Producción diaria de café de acuerdo al área de cultivo.
- Identificación de sistemas de lavado de café y cuantificación del agua consumida y descargada.
- Caracterizar y cuantificar las aguas producidas por el lavado del café.

Fase de consolidación de información y cálculos de cargas contaminantes.

En esta última fase se realizaron los cálculos de las cargas contaminantes que recibe la quebrada La Fragua de acuerdo a la información que se recopilo en las fases previas y que son el sustento técnico del presente estudio.

A continuación se presenta los resultados de las visitas y los detalles de la metodología aplicada en los cálculos del consumo de agua utilizada en el proceso de lavado de café y los volúmenes y cargas de las aguas vertidas.

RESULTADOS

- **Producción diaria de café de acuerdo al área de cultivo.**

  Se encontró que la producción por hectárea es variable y que es función de la disponibilidad de trabajadores que haya en el momento de la cosecha. Sin embargo siempre se sitúa en el intervalo de los 400 a 800 kg por hectárea de café cultivada.

- **Identificación de sistemas de lavado de café y cuantificación del agua consumida y descargada**.

  Los sistemas de lavado identificados en la zona son los siguientes:

Tanque tina:



Son tanques con capacidad entre 2 y 3 metros cúbicos y que varían en número de acuerdo a la producción diaria de la finca. Para el primer lavado se llenan de agua hasta el tope para facilitar la agitación manual que se realiza y sus aguas se descargan a las 14 horas de ser llenados. Este proceso se repite 2 o 3 veces de acuerdo al criterio del productor pero en intervalos de tiempo de media hora.

El consumo de agua por este sistema se calcula en: **0.84 Lt/Kg Café.**

Canal de Carreteo:



Sus dimensiones son de 60 a 70 cm de ancho 40 cm de alto y longitud variable desde los 2 m hasta los 7 m dependiendo de la producción de la finca. De todos los sistemas es el que mayor demanda de agua tiene.

Presenta la ventaja de que con este tipo de sistema el productor puede separar el café pasilla de menor calidad por flotación.

El consumo de agua por este sistema se calcula en: **4 Lt/Kg Café.**

Desmucilaginador:



El desmucilaginador realiza el proceso desprendiendo el mucilago del grano de manera mecánica (fricción de los granos). Es el sistema que menos consume agua pero es de difícil acceso para los productores pequeños por su elevado precio (20.000.000 millones aprx.).

El consumo de agua por este sistema se calcula en: **0.2 Lt/Kg Café.**

Existe también en el mercado una máquina desmucilaginadora denominada Ecomil, sin embargo, en ninguna de las fincas visitadas se encontró este sistema y tampoco existen reportes en la Federación Nacional de Cafeteros de alguna finca que lo tenga implementado en el departamento de Nariño.

Fuentes de abastecimiento de agua para la producción.

Respecto a la identificación de las fuentes de abastecimiento de agua se encontró que el 90% de las fincas visitadas hacen captaciones ilegales de fuentes cercanas y solo el 10% poseen agua de acueductos veredales.

Vertimientos de aguas residuales producto del lavado de café.

Para el caso de vertimientos de las aguas se encontró que solo el 20% de las fincas visitadas tienen implementado sistemas de tratamiento, pero que en la mayoría de los casos están obsoletos porque superan la capacidad de carga para la cual están diseñados, sumado con el desconocimiento que los campesinos tienen del manejo y conocimiento del proceso de tratamiento.



Sistema modular de tratamiento de aguas residuales del lavado de café.

En la figura se evidencia como la capacidad del sistema es superada produciéndose rebose en los tanques, afectando los procesos biológicos que se llevan dentro de los reactores necesarios para la remoción de las cargas orgánicas del agua.

Trampa de Pulpa



Tanque Acidogenico



Recamara Dosificad



TanqueMetanogenico



De las fincas visitadas la totalidad de ellas realiza las descargas sobre acequias cercanas a sus fincas que desembocan sobre la quebrada La fragua.

Un caso especial se presenta en la vereda el Guabo, donde las fincas descargan las aguas del lavado por las acequias que transportan las aguas residuales del municipio de La Unión.





Fig.6. Descargas aguas residuales. Finca La palma Vereda Juan Solarte - La Unión.



Fig.7. Descargas aguas residuales. Finca El porvenir Vereda Juan Solarte - La Unión.

- **Caracterización y cuantificación de las aguas producidas por el lavado del café.**

  Para la caracterización de las aguas, producto del proceso del lavado del café, fue necesario tomar muestras compuestas en la entrada y salida del sistema, extrayendo alícuotas cada cinco minutos, teniendo en cuenta el tiempo y el volumen para realizar la composición en cuanto a DBO con un volumen aproximado de 1064 ml, de DQO un volumen de 100 ml y una muestra de GRASAS Y ACEITES de un volumen de 200 ml. Para la unidad de almacenamiento de las aguas del primer lavado, la toma de muestra se la realiza de manera puntual ya que no se presentan descargas durante el proceso de fermentación. Las muestras se las preserva con HCL Y H2SO4 y luego se transportan refrigeradas hasta el laboratorio de Corponariño para su análisis correspondiente.
  En el canal de correteo se realiza el aforo al final de la descarga para tener en cuenta el caudal.

  Los resultados del primer laboratorio tomados el día 15 de mayo en la finca Orqueta, ubicada en la vereda Contadero, municipio de La Unión, son los siguientes:

  Tabla. Valores de DBO, DQO, SST y grasas y aceites para aguas del lavado del café.

Descarga	DBO5 mgO2/Lt	DQO mgO2/Lt	SST mg/Lt	G y A mg/Lt
Primer Lavado Tanque de mieles	>10.000	>20.000	1.500	54,8
Segundo Lavado Canal de correteo	1.751,34	3.032,61	175	26,4

De estos resultados se puede inferir que los valores de DBO y DQO son supremamente altos, casi 20 veces mayores a los de una muestra de un colector municipal promedio, por lo que el impacto ambiental es muy grave si llegan a un cuerpo de agua sin un tratamiento previo.

METODOLOGIA Y CALCULOS PARA EL CONSUMO Y DESCARGA DIARIA DE AGUAS RESIDUALES DEL PROCESO DEL CAFÉ.

Una vez consolidada la información presentada anteriormente, se diseñó una hoja de cálculo en Excel para cuantificar el volumen de agua y las cargas contaminantes descargadas por las 2000 fincas dentro de la microcuenca La Fragua.

Para esto se tuvo en cuenta los siguientes valores y consideraciones:

Tabla. Valores de consumo de agua por sistema

- Los valores del consumo de agua

Sistema de Lavado	Consumo Agua Lt/Kg Café
Carreteo	4
T.tina	0.84
Desmucila	0.2
Ecomil	0.1

Fuente Cenicafe.

Tabla. Proporción sistemas de lavado de acuerdo a tamaño de fincas .

- La proporción de sistemas de lavado implementados para cada grupo de fincas se obtuvo de las visitas de campo y se presentan en la siguiente tabla:

% Fincas con cada sistema			
Sis. Lavado	1-5 Ha	5-10 Ha	>10 Ha
Carreteo	40	35	25
T.tina	60	60	70
Desmucila	0	5	5
Ecomil	0	0	0

Tabla. Valores DBO y DQO.

- Los valores de cargas contaminantes DBO y DQO son los reportados en el análisis realizado por el laboratorio de aguas de Corponariño.

DBO Y DQO AGUAS DE DESCARGA		
	DBO mg/lt	DQO mg/lt
1 Lavado	>10000	>20000
2 Lavado	1752	3332

- Las fincas se clasificaron en tres grupos:

  a. Grandes mayores de 10 hectáreas,
  b. Medianas entre 5 y 10 hectáreas y
  c. Pequeñas menores de 5 hectáreas.

Además, se asumen las siguientes proporciones en la distribución de fincas grandes, medianas y pequeñas, en la zona de influencia de la microcuenca y un promedio en la producción diaria de café para cada grupo.

Tabla. Proporción de fincas por tamaño asentadas en la zona y promedio diario de producción.

Tamaño Fin Ha.	Cantidad Fincas	Producción Kg café/día	%
1—5	1600	2000	80
5--10	300	7000	15
>10	100	15000	5
Total	2000	24000	100

CALCULOS

Los volúmenes de agua y las cargas totales se calcularon en función de los porcentajes de fincas grandes, pequeñas y medianas, y de las proporciones de los diferentes sistemas de lavado que éstas tienen implementados:

1. Volumen de agua para un grupo de fincas con un determinado sistema de lavado:

$$Va = \left(\left(\frac{\%\,Fg}{100}\right) * 2000\right) * \left(\frac{\%\,Fgl}{100}\right) * Pd * Csl$$

Donde Fg es el porcentaje de fincas de cada grupo, Fgl es el porcentaje de sistema de lavado especifico implementado en cada grupo, Pd es la producción diaria de café y Csl es el consumo de agua del sistema de lavado.

2. El volumen total descargado se obtiene por medio de las suma de los volúmenes de cada grupo de fincas y cada sistema de lavado.

$$\sum\left(\left(\frac{\%\,Fg}{100}\right) * 2000\right) * \left(\frac{\%\,Fgl}{100}\right) * Pd * Csl$$

3. Para el cálculo de cargas se asume que la mitad del agua se utiliza para el primer lavado y la otra mitad en el segundo lavado. Por tanto:

$$K1 = \left(\frac{\sum Vag}{2}\right) * DBOpl \qquad K2 = \left(\frac{\sum Vag}{2}\right) * DBOsl \qquad Kt = K1 + K2$$

Donde Vag es el volumen de agua que consumen las fincas en los diferentes sistemas de lavado y DBOpl y DBOsl son las concentraciones de carga orgánica de las aguas del primer lavado y segundo lavado respectivamente.

4. Finalmente se estima la cantidad de agua y la carga contaminante que llegaría directamente al cauce de la quebrada.

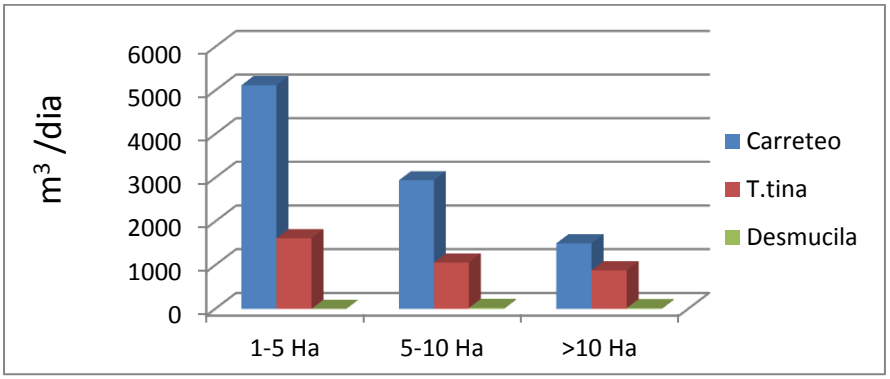
$$Vvd = Vt * \%Avd$$

Donde Vt es el volumen total de agua producida en el total de las fincas por todos los sistemas de lavado y %Avd es el porcentaje de aguas que llegan directamente al cauce del rio.

RESULTADOS

Gráfica 1. Consumos de agua por grupos de fincas y por sistemas de lavado

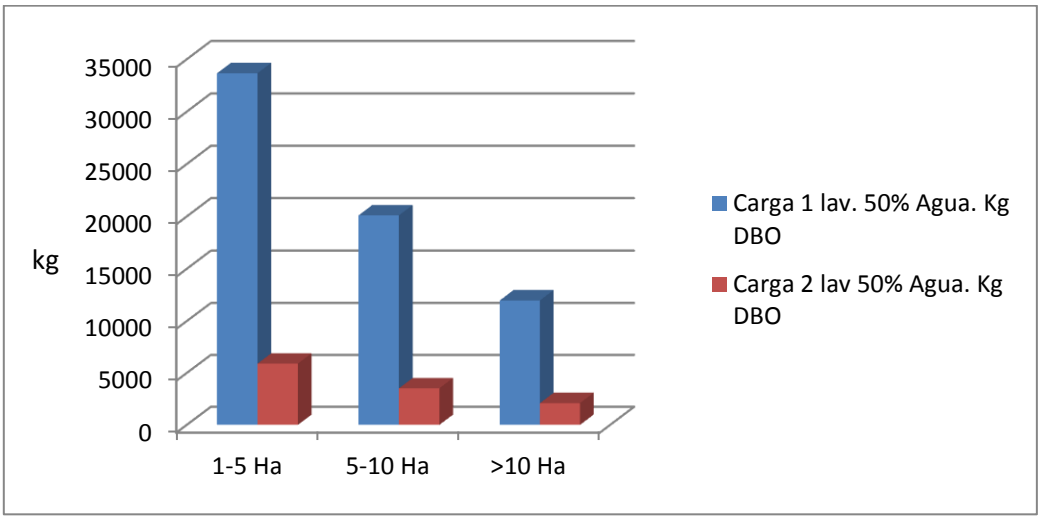
1. Volúmenes consumidos por grupos de fincas para diferentes sistemas de lavado:



De la gráfica anterior se pude decir que el sistema que más aporte hace en volúmenes de agua es el de canal de correteo, superando por un alto margen al resto de sistemas.

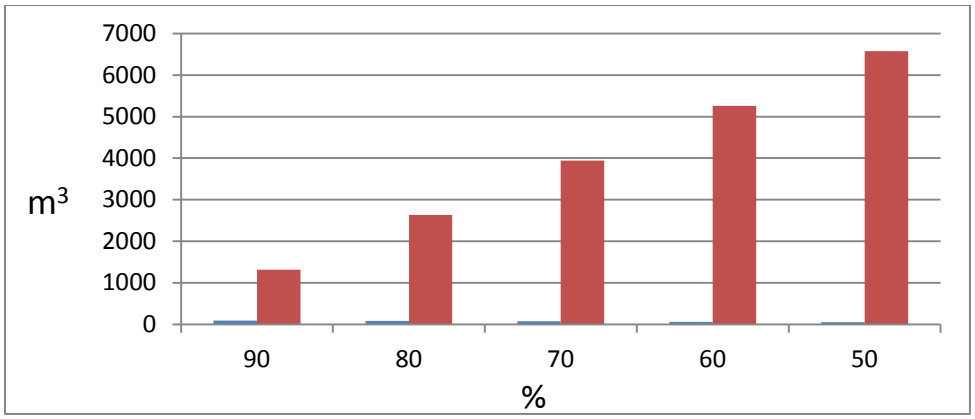
Gráfica 2. Gráfica comparativa de la cantidad de carga contaminante que aportan las aguas del primer y segundo lavado.

2. La siguiente gráfica muestra comparativamente la cantidad de carga contaminante que aportan las aguas del primer y segundo lavado, si se asume que se diluyen en la mitad del volumen total de aguas descargadas.

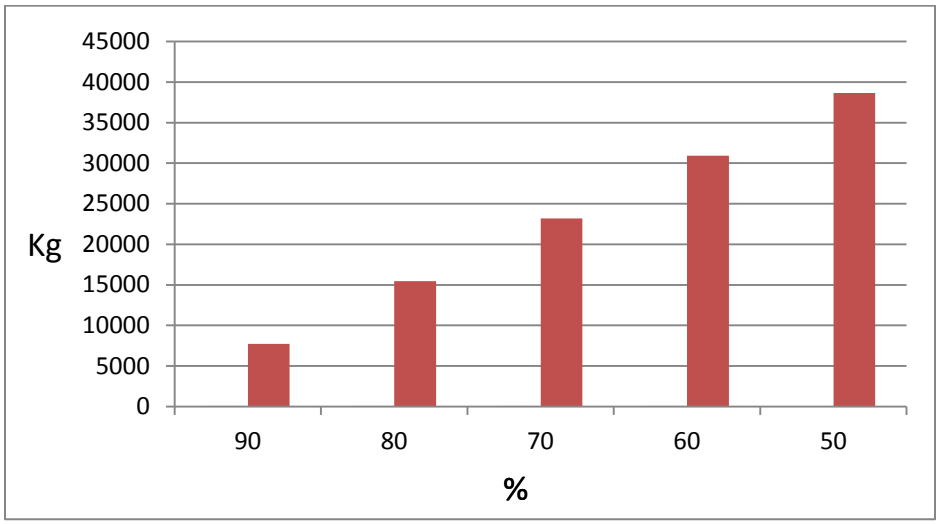


Gráfica 3. Volúmenes de agua descargada directamente al cauce para diferentes % de pérdidas

3. Finalmente, se muestran dos gráficas que representan los volúmenes y las cargas contaminantes de las aguas que llegan directamente al cauce de La Fragua. Para esto se tomaron fracciones arbitrarias entre el 50 y 90 % del volumen total de agua generado, si se consideran las pérdidas por infiltraciones al suelo y evaporación.



Gráfica 4. Cargas contaminantes directas que llegan al cauce para diferentes % de pérdidas.



A continuación se presentan los usuarios de calidad relacionados a los afluentes naturales y usuarios generadores de vertimientos o aguas residuales de tipo doméstico que alimentan y descargan al cauce principal de la Quebrada La Fragua incidiendo en su calidad fisicoquímica y bacteriológica, así como en el aumento de caudal de manera constante no como ocurre mencionado anteriormente en época de cosecha:

FICHA AFLUENTE NATURAL QUEBRADA LOS FRAILES					
MUNICIPIO: SAN PEDRO DE CARTAGO				**SECTOR:** URBANO	
TIPO: CONFLUENCIA AFLUENTE CON LA QUEBRADA LA FRAGUA	**AFLUENTE NATURAL:** QUEBRADA LOS FRAILES				
COORDENADAS:	**N** → 662269	**W** → 995696	**H** → 2140 msnm		
DESCRIPCION:	EN ESTE PUNTO SE CONECTA LA QUEBRADA LOS FRAILES CON LA QUEBRADA LA FRAGUA, ESTE AFLUENTE NO TIENE NINGUN TIPO DE CONTAMINACION DEBIDO A QUE NO HAY USUARIOS QUE AFECTE DICHO AFLUENTE.				
REGISTRO FOTOGRAFICO					
					

FICHA PLANTA DE BENEFICIO ANIMAL

RAZON SOCIAL: MATADERO MUNICIPAL			
MUNICIPIO: LA UNION			**SECTOR:** CASCO URBANO
TIPO: MATADERO		**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** SACRIFICIO ANIMALES	
PERMISOS: SI CUENTA		**DESCARGA:** ALCANTARILLADO	
COORDENADAS:	**N** → 668896	**W** → 994225	**H** → 1.737 msnm
DESCRIPCION:	El matadero municipal para degüello de ganado mayor y menor consta de una infraestructura reducida, deteriorada, que no cumple las especificaciones mínimas requeridas por INVIMA y Fedegan, y adicional a ello tiene un lapso de tiempo mínimo, determinado para presentar un proyecto de mejora, construcción y reubicación, cumpliendo con requerimientos específicos; de lo contrario las entidades correspondientes del orden Nacional procederán a su cierre, con las implicaciones sociales y económicas que ello ocasionaría. Se sacrifican aproximadamente cincuenta (50) reses semanales		

REGISTRO FOTOGRAFICO





FICHA DESCARGA DE VERTIMIENTOS

MUNICIPIO: SAN PEDRO DE CARTAGO			**SECTOR:** URBANO
TIPO: VERTIMIENTO DOMESTICO CONTINUO	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** N/A		
DESCARGA: QUEBRADA LA FRAGUA			**MARGEN:** IZQUIERDA
COORDENADAS:	**N** → 663736	**W** → 995591	**H** → 1976msnm
DESCRIPCION:	Este vertimiento se forma de las aguas residuales provenientes de 300 viviendas del casco urbano de San Pedro de Cartago, pasa por la avenida principal del barrio, y su punto de vertimiento cuenta con un caudal aproximado de 2,8 LPS, proveniente de un 85% de la población del casco urbano, el vertimiento se realiza mediante un colector en PVC de 8", la descarga se la realiza en la Quebrada La Fragua.		

REGISTRO FOTOGRAFICO





FICHA DESCARGA DE VERTIMIENTOS

MUNICIPIO: SAN PEDRO DE CARTAGO				**SECTOR:** URBANO	
TIPO: VERTIMIENTO DOMESTICO CONTINUO					
DESCARGA: QUEBRADA LA FRAGUA				**MARGEN:** DERECHO	
COORDENADAS:	**N** → 663396	**W** → 995546	**H** → 2051 msnm		
DESCRIPCION:	Este vertimiento proviene de parte del casco urbano del municipio de San Pedro de Cartago tiene un punto de vertimiento con un caudal aproximado de 0.05 LPS, proveniente de cinco viviendas del sector sur, el vertimiento se realiza mediante un colector en concreto de 6" y en el disponen las viviendas ubicadas en el barrio El Salado a las afueras del casco urbano del municipio, vía a la vereda El Salado.				

REGISTRO FOTOGRAFICO





FICHA DESCARGA DE VERTIMIENTOS				
MUNICIPIO: SAN PEDRO DE CARTAGO				**SECTOR:** URBANO
TIPO: VERTIMIENTO DOMESTICO CONTINUO	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** N/A			
DESCARGA: QUEBRADA CANCHALA				**MARGEN:** IZQUIERDA
COORDENADAS:	**N** → 663678	**W** → 995356	**H** → 2066 msnm	
DESCRIPCION:	Este vertimiento se forma de las aguas residuales provenientes del casco urbano del municipio de San Pedro de Cartago tiene un punto de vertimiento con un caudal aproximado de 0.09 LPS, proveniente de diez viviendas del sector sur, el vertimiento se realiza mediante un colector en concreto de 24" y en el disponen las viviendas ubicadas en el sector de la cancha de futbol.			

REGISTRO FOTOGRAFICO





FICHA AFLUENTE NATURAL QUEBRADA CANCHALA			
MUNICIPIO: SAN PEDRO DE CARTAGO			**SECTOR:** URBANO
TIPO: CONFLUENCIA AFLUENTE CON LA QUEBRADA LA FRAGUA	**AFLUENTE NATURAL:** CANCHALA		
DESCARGA: CAUCE PRINCIPAL QUEBRADA LA FRAGUA		**MARGEN:** IZQUIERDO	
COORDENADAS:	**N** → 664639	**W** → 995391	**H** → 1982 msnm
DESCRIPCION:	EN ESTE PUNTO SE CONECTA LA QUEBRADA CANCHALA CON LA QUEBRADA LA FRAGUA, ESTE AFLUENTE TIENE TIPO DE CONTAMINACION DEBIDO A QUE VIERTEN 10 CASAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS PROVENIENTES DEL SECTOR DE LA CANCHA DE FUTBOL DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO DE CARTAGO.		

REGISTRO FOTOGRAFICO





FICHA RELLENO SANITARIO SAN PEDRO DE CARTAGO					
RAZON SOCIAL: RELLENO SANITARIO					
NOMBRE:				**CC / NIT:**	
MUNICIPIO: SAN PEDRO DE CARTAGO				**SECTOR:** CASCO URBANO	
TIPO: RELLENO SANITARIO		**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:**			
COORDENADAS:	**N** → 0663766	**W** → 0995050	**H** → 2.040 msnm		
DESCRIPCION:	El relleno sanitario se encuentra ubicado dentro del perímetro urbano, no cuenta con una infraestructura física adecuada, no se tienen contempladas las normas sanitarias para el sacrificio, falta tramitar el permiso ambiental además no existe una planta de tratamiento de aguas residuales. Se recolectan aproximadamente tres (3) toneladas semanales.				

REGISTRO FOTOGRAFICO



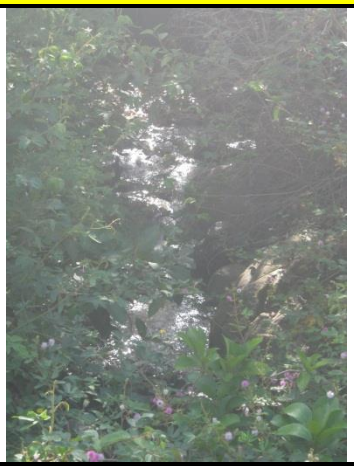





FICHA AFLUENTE NATURAL EL ESCURRIDERO O EL SALADO			
MUNICIPIO: SAN PEDRO DE CARTAGO			**SECTOR:** URBANO
TIPO: CONFLUENCIA AFLUENTE CON LA QUEBRADA LA FRAGUA	**AFLUENTE NATURAL:** EL ESCURRIDERO O EL SALADO		
DESCARGA: CAUCE PRINCIPAL QUEBRADA LA FRAGUA		**MARGEN:** DERECHO	
COORDENADAS:	**N** → 665932	**W** → 995516	**H** → 1943 msnm
DESCRIPCION:	EN ESTE PUNTO SE CONECTA LA QUEBRADA EL ESCURRIDERO O EL SALADO CON LA QUEBRADA LA FRAGUA, ESTE AFLUENTE NO TIENE NINGUN TIPO DE CONTAMINACION DEBIDO A QUE NO HAY USUARIOS QUE AFECTE DICHO AFLUENTE.		

REGISTRO FOTOGRAFICO



FICHA AFLUENTE NATURAL EL SALADO 1				
MUNICIPIO: SAN PEDRO DE CARTAGO				**SECTOR:** URBANO
TIPO: CONFLUENCIA AFLUENTE CON LA QUEBRADA LA FRAGUA	**AFLUENTE NATURAL:** EL SALADO 1			
DESCARGA: CAUCE PRINCIPAL QUEBRADA LA FRAGUA				**MARGEN:** DERECHO
COORDENADAS:	**N** → 664419	**W** → 995700	**H** → 2029 msnm	
DESCRIPCION:	EN ESTE PUNTO SE CONECTA LA QUEBRADA EL SALADO 1 CON LA QUEBRADA LA FRAGUA, ESTE AFLUENTE NO TIENE NINGUN TIPO DE CONTAMINACION DEBIDO A QUE NO HAY USUARIOS QUE AFECTE DICHO AFLUENTE.			
REGISTRO FOTOGRAFICO				
				

FICHA AFLUENTE NATURAL QUEBRADA DEL PAILON			
MUNICIPIO: SAN PEDRO DE CARTAGO			**SECTOR:** URBANO
TIPO: CONFLUENCIA AFLUENTE CON LA QUEBRADA LA FRAGUA	**AFLUENTE NATURAL:** QUEBRADA DEL PAILON		
DESCARGA: CAUCE PRINCIPAL QUEBRADA LA FRAGUA		**MARGEN:** DERECHO	
COORDENADAS:	**N** → 664119	**W** → 995694	**H** → 2016 msnm
DESCRIPCION:	EN ESTE PUNTO SE CONECTA LA QUEBRADA DEL PAILON CON LA QUEBRADA LA FRAGUA, ESTE AFLUENTE NO TIENE NINGUN TIPO DE CONTAMINACION DEBIDO A QUE NO HAY USUARIOS QUE AFECTE DICHO AFLUENTE.		
REGISTRO FOTOGRAFICO			



FICHA DESCARGA DE VERTIMIENTOS
COLECTOR BARRIO CARLOS LLERAS PARTE BAJA

MUNICIPIO: LA UNION				**SECTOR:** URBANO	
TIPO: VERTIMIENTO DOMESTICO CONTINUO					
DESCARGA: QUEBRADA LA COCHA				**MARGEN:** IZQUIERDA	
COORDENADAS:	**N** → 670169	**W** → 994044	**H** → 1667 msnm		
DESCRIPCION:	Este vertimiento se forma de las aguas residuales provenientes del casco urbano del municipio de la Unión, tiene un punto de vertimiento con un caudal aproximado de 4,6 LPS, proveniente de 500 viviendas ubicadas en los barrios de Villa Catalina, Inmaculada, Carlos Lleras y Calle 20. La descarga se la realiza en la Quebrada La Cocha que desemboca en la Quebrada la Fragua.				

REGISTRO FOTOGRAFICO



FICHA DESCARGA DE VERTIMIENTOS COLECTOR BARRIO CARLOS LLERAS PARTE MEDIA					
MUNICIPIO: LA UNION				**SECTOR:** URBANO	
TIPO: VERTIMIENTO DOMESTICO CONTINUO					
DESCARGA: QUEBRADA LA COCHA				**MARGEN:** IZQUIERDA	
COORDENADAS:	**N** → 669668	**W** → 993994	**H** → 1683 msnm		
DESCRIPCION:	Este vertimiento se forma de las aguas residuales provenientes del casco urbano del municipio de la Unión, tiene un punto de vertimiento con un caudal aproximado de 0,18 LPS, proveniente de 20 viviendas. La descarga se la realiza en la Quebrada La Cocha que desemboca en la Quebrada la Fragua.				

REGISTRO FOTOGRAFICO



FICHA DESCARGA DE VERTIMIENTOS
COLECTOR GUABO O CEMENTERIO

MUNICIPIO: LA UNION				**SECTOR:** URBANO	
TIPO: VERTIMIENTO DOMESTICO CONTINUO					
DESCARGA: QUEBRADA LA COCHA				**MARGEN:** IZQUIERDA	
COORDENADAS:	**N** → 670016	**W** → 994493	**H** → 1658 msnm		
DESCRIPCION:	Este vertimiento se forma de las aguas residuales provenientes del casco urbano del municipio de la Unión, tiene un punto de vertimiento con un caudal aproximado de 1,11 LPS, proveniente de 120 viviendas ubicadas en los barrios Eduardo Santo, Sector Policía y Cementerio. La descarga se la realiza en la Quebrada La Cocha que desemboca en la Quebrada la Fragua.				

REGISTRO FOTOGRAFICO



FICHA DESCARGA DE VERTIMIENTOS COLECTOR SAN FERNANDO				
MUNICIPIO: LA UNION				**SECTOR:** URBANO
TIPO: VERTIMIENTO DOMESTICO CONTINUO				
DESCARGA: QUEBRADA				**MARGEN:** IZQUIERDA
COORDENADAS:	**N** → 669430	**W** → 994216	**H** → 1700 msnm	
DESCRIPCION:	Este vertimiento se forma de las aguas residuales provenientes del casco urbano del municipio de la Unión, tiene un punto de vertimiento con un caudal aproximado de 0,32 LPS, proveniente de 35 viviendas ubicadas en el barrio San Fernando. La descarga se la realiza en una Quebrada que desemboca en la Quebrada la Fragua.			

REGISTRO FOTOGRAFICO



FICHA DESCARGA DE VERTIMIENTOS COLECTOR BARRIO REFUGIO 1				
MUNICIPIO: LA UNION				**SECTOR:** URBANO
TIPO: VERTIMIENTO DOMESTICO CONTINUO				
DESCARGA: QUEBRADA				**MARGEN:** IZQUIERDA
COORDENADAS:	**N** → 669212	**W** → 994236	**H** → 1705 msnm	
DESCRIPCION:	Este vertimiento se forma de las aguas residuales provenientes del casco urbano del municipio de la Unión, tiene un punto de vertimiento con un caudal aproximado de 0,23 LPS, proveniente de 25 viviendas ubicadas en el barrio Refugio. La descarga se la realiza en una Quebrada que desemboca en la Quebrada la Fragua.			

REGISTRO FOTOGRAFICO



FICHA DESCARGA DE VERTIMIENTOS
COLECTOR BARRIO REFUGIO 2

MUNICIPIO: LA UNION		**SECTOR:** URBANO
TIPO: VERTIMIENTO DOMESTICO CONTINUO		
DESCARGA: QUEBRADA		**MARGEN:** IZQUIERDA
COORDENADAS:	**N** → 669220 **W** → 994219 **H** → 1708 msnm	
DESCRIPCION:	Este vertimiento se forma de las aguas residuales provenientes del casco urbano del municipio de la Union, tiene un punto de vertimiento con un caudal aproximado de 0,05 LPS, proveniente de 6 viviendas ubicadas en el barrio Refugio. La descarga se la realiza en una Quebrada que desemboca en la Quebrada la Fragua.	

REGISTRO FOTOGRAFICO



FICHA DESCARGA DE VERTIMIENTOS COLECTOR AMERICAS 1				
MUNICIPIO: LA UNION				**SECTOR:** URBANO
TIPO: VERTIMIENTO DOMESTICO CONTINUO				
DESCARGA: QUEBRADA				**MARGEN:** IZQUIERDA
COORDENADAS:	**N** → 669227	**W** → 994159	**H** → 1722 msnm	
DESCRIPCION:	Este vertimiento se forma de las aguas residuales provenientes del casco urbano del municipio de la Union, tiene un punto de vertimiento con un caudal aproximado de 3,07 LPS, proveniente de 400 viviendas ubicadas en los barrios: Valencia, Parte de la Capilla, San Antonio, Carrera Primera y Parte de Eduardo Santos. La descarga se la realiza en una Quebrada que desemboca en la Quebrada la Fragua.			

REGISTRO FOTOGRAFICO



FICHA DESCARGA DE VERTIMIENTOS COLECTOR AMERICAS 2				
MUNICIPIO: LA UNION			**SECTOR:** URBANO	
TIPO: VERTIMIENTO DOMESTICO CONTINUO				
DESCARGA: QUEBRADA			**MARGEN:** IZQUIERDA	
COORDENADAS:	**N** → 669080	**W** → 994224	**H** → 1707 msnm	
DESCRIPCION:	Este vertimiento se forma de las aguas residuales provenientes del casco urbano del municipio de la Union, tiene un punto de vertimiento con un caudal aproximado de 2,77 LPS, proveniente de 300 viviendas ubicadas en los barrios: Sucre, Pinos, Prado, Palmica, Panamericana y parte del America. La descarga se la realiza en una Quebrada que desemboca en la Quebrada la Fragua.			

REGISTRO FOTOGRAFICO



FICHA DESCARGA DE VERTIMIENTOS
COLECTOR AMERICAS 3

MUNICIPIO: LA UNION				**SECTOR:** URBANO	
TIPO: VERTIMIENTO DOMESTICO CONTINUO					
DESCARGA: QUEBRADA				**MARGEN:** IZQUIERDA	
COORDENADAS:	**N** → 668942	**W** → 994163	**H** → 1729 msnm		
DESCRIPCION:	Este vertimiento se forma de las aguas residuales provenientes del casco urbano del municipio de la Union, tiene un punto de vertimiento con un caudal aproximado de 1,67 LPS, proveniente de 180 viviendas ubicadas en los barrios: Calle Nueva, San Carlos, la Paz, Chapinero, Calle 14 y Ciudad Jardin. La descarga se la realiza en una Quebrada que desemboca en la Quebrada la Fragua.				

REGISTRO FOTOGRAFICO



FICHA DESCARGA DE VERTIMIENTOS
COLECTOR MATADERO

MUNICIPIO: LA UNION				**SECTOR:** URBANO	
TIPO: VERTIMIENTO DOMESTICO E INDUSTRIAL					
DESCARGA: QUEBRADA				**MARGEN:** IZQUIERDA	
COORDENADAS:	**N** → 668886	**W** → 994170	**H** → 1723 msnm		
DESCRIPCION:	Este vertimiento realiza la disposición final de las aguas residuales de los barrios: Obrero y La Victoria, además en él se depositan las aguas residuales industriales provenientes del sacrificio, este colector llega hasta una acequia por medio de la cual se trasladan los vertimientos hasta la quebrada la fragua, proveniente de 150 viviendas y un sacrificio de 50 reses semanales.				

REGISTRO FOTOGRAFICO



FICHA DESCARGA DE VERTIMIENTOS COLECTOR BARRIO LIMON					
MUNICIPIO: LA UNION				**SECTOR:** URBANO	
TIPO: VERTIMIENTO DOMESTICO					
DESCARGA: QUEBRADA LAS PAILAS				**MARGEN:** IZQUIERDA	
COORDENADAS:	**N** → 668364		**W** → 994250	**H** →	1777 msnm
DESCRIPCION:	Este vertimiento realiza la disposición final de las aguas residuales del barrio: Limón, del municipio de la Unión, tiene un punto de vertimiento con un caudal aproximado de 0,14 LPS, proveniente de 15 viviendas. La descarga se la realiza en la Quebrada Las Pailas que desemboca en la Quebrada la Fragua.				

REGISTRO FOTOGRAFICO



6.3.2. OFERTA Y DEMANDA HIDRICA

OFERTA HIDRICA

La oferta hídrica de una cuenca es el volumen disponible para satisfacer la demanda generada por las actividades sociales y económicas del hombre. Al cuantificar la escorrentía superficial a partir del balance hídrico de la cuenca, se está estimando la oferta de agua superficial de la misma.[4]

Información hidrológica y meteorológica:

La información hidrológica y meteorológica necesaria para el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la microcuenca quebrada La Fragua fue suministrada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales "IDEAM" y la Corporación Autónoma Regional de Nariño "CORPONARIÑO", facilitando los datos de estaciones con periodicidad mensual de precipitación y temperatura para un periodo de 21 años 1992-2013. Para la selección de las estaciones se tomó como principal parámetro la ubicación más cercana al área de estudio con criterios de selección con registros mayores a 20 años.

Tabla x. Estaciones meteorológicas

CODIGO	ESTACIÓN	TIPO	PARÁMETRO	ALTITUD (msnm)	DATOS	
					DEL AÑO	AL AÑO
5204016	Berruecos	PM	Precipitación - Temperatura	2200	1993	2013
52025030	Mercaderes	CO	Precipitación - Temperatura	1174	1993	2013
52030030	La union	PM	Precipitación	1745	1993	2013
52030070	La cruz	PM	Precipitación	2248	1993	2013
5204503	San Bernardo	CO	Precipitación - Temperatura	2190	1993	2013
52045040	Taminango	CO	Precipitación - Temperatura	1875	1993	2013

Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014

Sobre el periodo de tiempo escogido de 21 años en cada estación hidrometeorológica se identifica meses con ausencia de datos en las estaciones cercanas a la microcuenca quebrada La Fragua.

[4] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 0865. (22, julio, 2004). Por la cual se adopta la metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales a que se refiere el decreto 155 de 2004 y se adoptan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 2004. no. 45630. p. 4.

Tabla x. valores ausentes de precipitación 1992-2013

Tabla datos ausentes de precipitación estaciones hidrometeorológicas															
Codigo	Estacion	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año	Total
5204016	Berruecos							1	1				1	2012	3
52025030	Mercaderes	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2012-2013	17
52030030	La Union		1		1				1					2012-2013	3
52030070	La Cruz							1	1				1	2012-2013	3
5204503	San Bernardo			1	1									2013	2
52045040	Taminango						1						1	2013	2
												TOTAL			30

Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

Tabla x. Valores ausentes de temperatura 1992-2013

Tabla datos ausentes de temperatura estaciones hidrometeorológicas															
Codigo	Estacion	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año	Total
52045040	Taminango						1						1	2013	2
52025030	Mercaderes	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2012-2013	19
5204503	San Bernardo			1	1			1						2012-2013	3
												TOTAL			24

Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

RELLENO DE REGISTROS INCOMPLETOS

Los registros mensuales de precipitación y temperatura se completaron identificando por cada estación hidrometeorológica, estaciones cercanas considerando aquellas ubicadas al menos dentro de la cuenca y a una altura semejante[5], por otro lado, se requirió que las estaciones vecinas cuenten con series completas de datos en similares periodos correlacionando las variables teniendo en cuenta su distancia y altitud. Para el caso quebrada La Fragua se tuvo en cuenta las siguientes estaciones.

Tabla x Estaciones vecinas temperatura

[5]ALFARO, Rosario y PACHECO, Rafael. Aplicación de Algunos métodos de relleno a series anuales de lluvia de diferentes regiones de Costa Rica. Instituto Meteorológico Nacional, Ministerio del Ambiente y Energía. Costa Rica: San José. Junio 2000. p 11

CODIGO	ESTACIÓN	TIPO	ELEVACIÓN (m.s.n.m.)	DIFERENCIA DE ALTITUD (m.s.n.m.)	DISTANCIA HORIZONTAL (KM)
52025030	Mercaderes	CO	1174		
52025010	Bolivar	CO	1510	336	18,84
5204503	San Bernardo	CO	2190		
52045040	Taminango	CO	1875	-315	26,16
52045040	Taminango	CO	1875		
5204503	San Bernardo	CO	2190	315	26,16
5204016	Berruecos	PM	2200		
5204503	San Bernardo	CO	2190	-10	12,01
ESTACIÓN REGISTROS INCOMPLETOS			ESTACIÓN VECINA IDENTIFICADA		

Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

Tabla x Estaciones vecinas precipitación

CODIGO	ESTACIÓN	TIPO	ELEVACIÓN (m.s.n.m.)	DIFERENCIA DE ALTITUD (m.s.n.m.)	DISTANCIA HORIZONTAL (KM)
5204016	Berruecos	PM	2200		
5204503	San Bernardo	CO	2190	-10	12,01
52025030	Mercaderes	CO	1174		
52025010	Bolivar	CO	1510	336	18,84
52030070	La Cruz	PM	2248		
5204503	San Bernardo	CO	2190	-58	8,71
52030030	La Union	PM	1745		
5204016	Berruecos	PM	2200	455	8,6
5204503	San Bernardo	CO	2190		
52045040	Taminango	CO	1875	-315	26,16
52045040	Taminango	CO	1875		
52030030	La Union	PM	1745	-130	15,46
ESTACIÓN REGISTROS			ESTACIÓN VECINA IDENTIFICADA		

Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

Todos los registros meteorológicos de precipitación y temperatura utilizados en la microcuenca quebrada La Fragua fueron completados directamente por este estudio mediante la identificación de estaciones vecinas prediciendo los datos de registros ausentes bajo una fuente de variabilidad inter anual es decir el dato no registrado de un mes del año en distintos años de la serie.[6] Por tal razón el método empleado para la predicción de valores fue la regresión simple que es un método estadístico que sirve para predecir un comportamiento real de un fenómeno en particular mediante un modelo matemático estableciendo una relación lineal entre la variable independiente “X” y la

[6] CORPONARIÑO. Índice de escasez para aguas superficiales cuenca Río Guáitara. Colombia, Nariño, Pasto. Diciembre 2009. P 118

variable dependiente "Y" [7] ; haciendo uso de programas estadísticos como STATGRAPHICS® Plus 5.0 y Microsoft Excel.

Dentro de los resultados se analizaron principalmente el valor de ajuste R-cuadrado que es un coeficiente de determinación que indica la bondad de ajuste del modelo y explica en qué porcentaje la variable independiente X explica a la variable dependiente Y.*

ESTIMACIÓN DE PRECIPITACION

La posición geográfica influye en la distribución espacial y temporal de la precipitación en el área de estudio, y se condiciona principalmente por la zona de convergencia intertropical (ZCIT), una franja donde interactúan corrientes de aire cálido y húmedo.[8] Lo cual determina el régimen de precipitación presente en la zona de estudio, tomando como base los registros de las estaciones meteorológicas con información de valores totales de precipitación del área de estudio.

Tabla x Estaciones meteorológicas utilizadas para determinar el régimen de precipitación

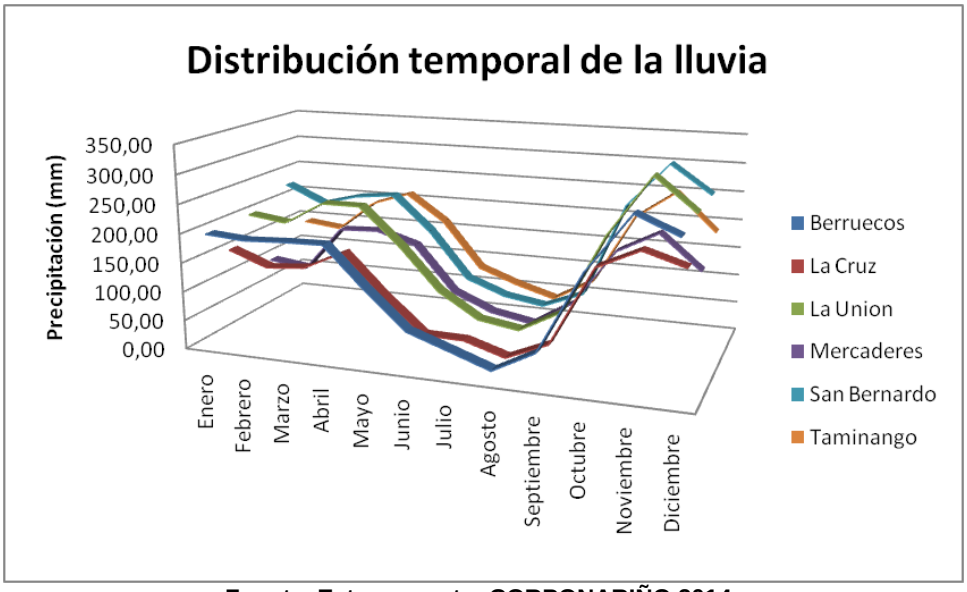
CODIGO	ESTACIÓN	TIPO	PARÁMETRO	ALTITUD (msnm)
5204016	Berruecos	PM	Precipitación	2200
52025030	Mercaderes	CO	Precipitación	1174
52030030	La union	PM	Precipitación	1745
52030070	La cruz	PM	Precipitación	2248
5204503	San Bernardo	CO	Precipitación	2190
52045040	Taminango	CO	Precipitación	1875

Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

Con el fin de analizar el comportamiento de la precipitación en la zona se analizan los datos históricos para un periodo de 21 años en las 6 estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio determinando el régimen de precipitación característico de la zona.

[7] UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Introducción a la geoestadistica, Bogotá. P 88.
* Ver todas las Regresiones anexo 2
[8] INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM. Caracterización climática del macizo Colombiano. Bogotá: p 19.

Gráfico x Distribución temporal de la lluvia



Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

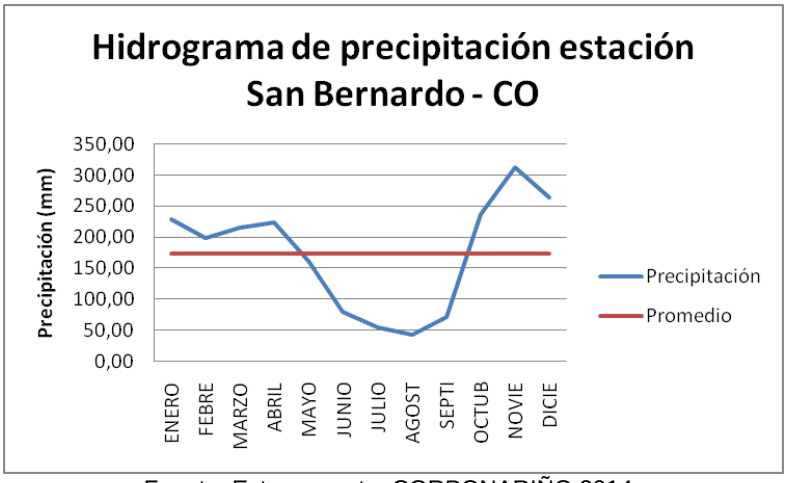
Con el análisis del hidrográma de precipitación se determina que las estaciones hidrometeorológicas presentan el periodo de lluvias entre los meses de octubre a mayo y un periodo seco entre los meses de junio a septiembre.

Tabla x Periodos de tiempo por estación

Estación	Tipo	Periodo		Régimen
		Húmedo	Seco	
Berruecos	PM	Octubre-abril	Mayo-septiembre	Monomodal
La Cruz	PM	Octubre-abril	Mayo-septiembre	Monomodal
La Union	PM	Octubre-mayo	Junio-septiembre	Monomodal
Mercaderes	CO	Marzo-mayo - octubre - diciembre	Enero-febrero - julio-septiembre	Bimodal
Taminango	CO	Octubre-mayo	Junio-septiembre	Monomodal
San Bernardo	CO	Octubre-abril	Mayo-septiembre	Monomodal

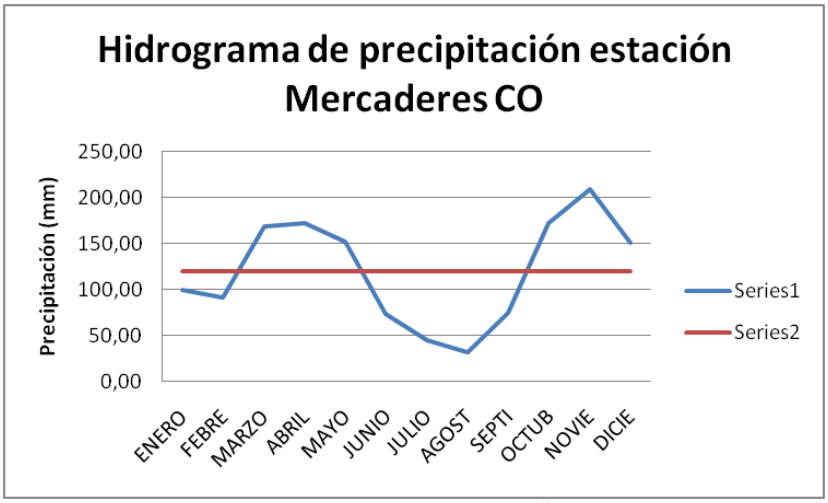
Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

Grafico x Régimen de precipitación mono modal



Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

En la gráfica anterior se muestra un régimen de precipitación mono modal con un periodo largo de lluvias entre los meses octubre – abril, siendo el mes menos lluvioso febrero y el más lluvioso noviembre; un periodo seco entre los meses de mayo a septiembre.



Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

En la gráfica anterior se muestra un régimen de precipitación Bimodal con dos periodos de lluvias entre los meses marzo-mayo y octubre a diciembre y dos periodos secos entre los meses de enero-febrero y junio a septiembre.

* Para consultar el régimen de precipitación de todas las estaciones meteorológicas involucradas de forma individual, consultar anexo 2

Trazado Isoyetas

El trazado de Isoyetas para la microcuenca La Fragua se realizó con la aplicación de métodos geoestadísticos utilizando técnicas de predicción de Kriging a través del aplicativo ArcGIS 10.1; Razón por la cual, se realizó un análisis preliminar de los datos de precipitación de las estaciones cercanas al área de estudio.

Análisis exploratorio de datos

Para la aplicación de métodos geoestadísticos fue necesario verificar que el conjunto de datos empleados para el cálculo de isoyetas se aproximen a un comportamiento normal, razón por la cual se realizaron pruebas de normalidad para concluir si la variable podía ser aceptada o si por el contrario era necesario realizar una transformación de datos de tipo logarítmica y/o raíz cuadrada.

La distribución de los datos de precipitación media multianual de las estaciones cercanas a la microcuenca quebrada La Fragua, mostraron una normalidad de datos de precipitación, razón por la cual no se necesitó de ninguna transformación.

Análisis estructural de los datos de precipitación

El análisis estructural de los datos de precipitación permitió el cálculo y modelamiento de las propiedades de la superficie y las localidades vecinas, es decir, la determinación que entre más cercanas se encuentren las estaciones, menores serán las diferencias en sus semivarianzas, que las que están más distantes, se detectó que la precipitación no presenta influencia de otra variable como la altitud, y que presenta variaciones en función de la dirección, concluyendo que esta variable posee un comportamiento anisotrópico.[9]

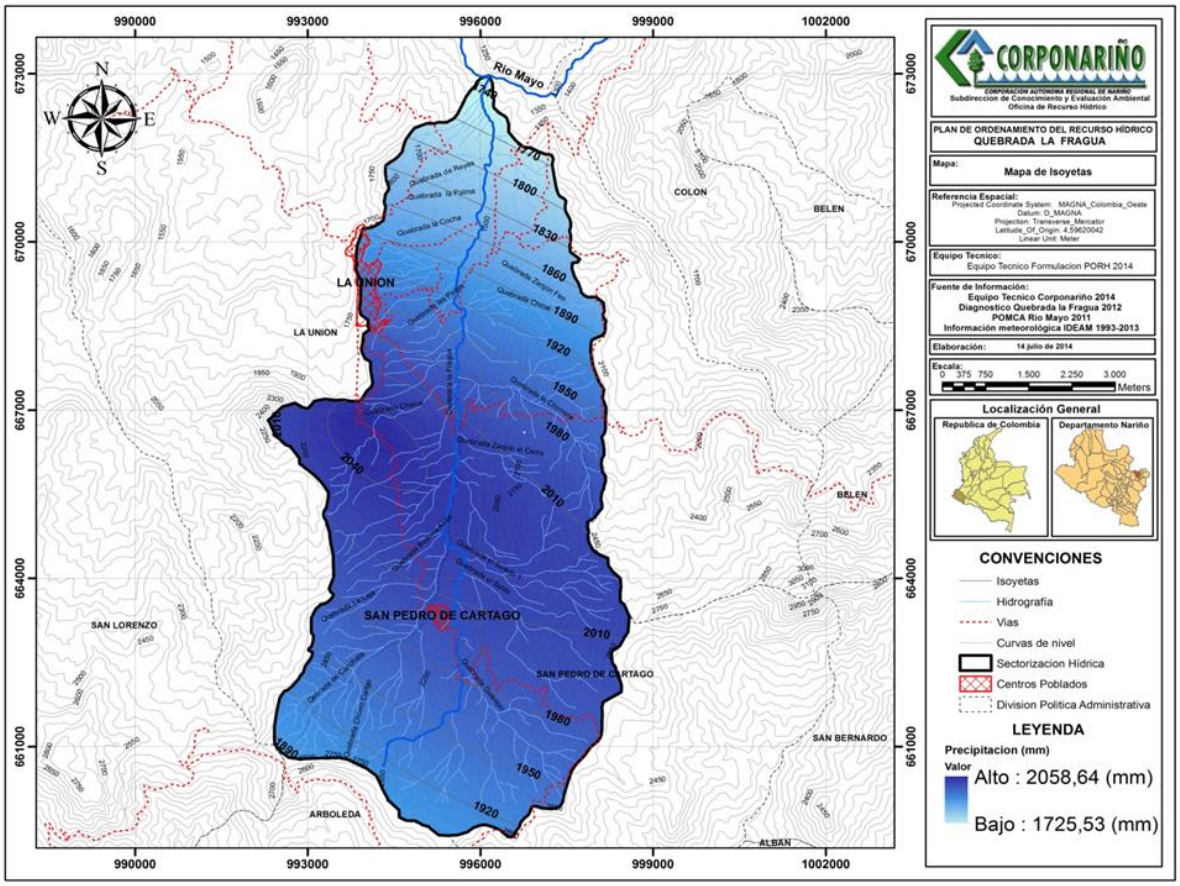
Para la generación de la superficie de interpolación se probó con diferentes modelos hasta encontrar un modelo que se ajustó a las condiciones del área de estudio, por tal razón, los datos de precipitación se trabajaron con el método geoestadístico de Kriging el cual está basado en dependencia espacial que incluyen la autocorrelación, es decir, las relaciones estadísticas semejantes entre puntos medidos que disminuyen con la distancia en su semivarianza. Gracias a esto, las técnicas de estadística geográfica no solo tienen la capacidad de producir una superficie de predicción sino que también proporcionan alguna medida de certeza o precisión de las predicciones[10].

La creación del raster de precipitación se realizó con la ayuda de las herramientas geoestadísticas de ArcGIS, el método utilizado Kriging ordinario, tipo de modelo exponencial debido a que este aplica cuando la autocorrelación espacial disminuye

[9] CORPONARIÑO. Índice de escases para aguas superficiales cuenca del Guaitara
[10] http://resources.arcgis.com/es/help/main/10.1/index.html#//009z0000006n000000

exponencialmente cuando aumenta la distancia y debido al conocimiento previo del fenómeno de precipitación se utiliza con influencia de anisotropía.

FIGURA N. MODELO RASTER DE PRECIPITACIÓN SUBCUENCA FRAGUA



Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

Sobre el mapa interpolado de la subcuenta LA FRAGUA se determinó la precipitación media, máxima y mínima como se indican en el cuadro Nº 22.

CUADRO Nº. VALORES DE PRECIPITACIÓN SUBCUENCA FRAGUA

PRECIPITACIÓN (mm)		
MAXIMA	**MEDIA**	**MINIMA**
2058,64	1892,08	1725,52

Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2014

*****ver toda la información de precipitación Anexo oferta / precipitación

ESTIMACIÓN DE TEMPERATURA

Para la estimación de la temperatura se tuvo en cuenta las estaciones cercanas al área de estudio, debido a las limitaciones en materia de estaciones ubicadas dentro de la microcuenca de la quebrada La Fragua, pero al estar contenida dentro de la cuenca del Rio Mayo se trabajó con las siguientes estaciones teniendo en cuenta los registros históricos de un periodo de 21 años contados a partir del año 1993-2013.

Tabla x Estaciones de temperatura

CODIGO	ESTACIÓN	TIPO	PARÁMETRO	ALTITUD (msnm)
5204016	Berruecos	PM	Temperatura	2200
52025030	Mercaderes	CO	Temperatura	1174
5204503	San Bernardo	CO	Temperatura	2190
52045040	Taminango	CO	Temperatura	1875

Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

El mapa de temperatura se trabajó utilizando el método del gradiente térmico que permite calcular el régimen de una forma teórica, el valor de la temperatura de un sitio determinado, tomando como base la altura[11].

Análisis exploratorio de datos de temperatura

Los datos de temperatura fueron analizados y tratados de igual forma que los de registros de precipitación, analizando parámetros como centralidad, dispersión y asimetría lo que permite conocer la naturaleza y comportamiento de la variable antes de aplicar algún modelo de interpolación.

Con el análisis de los datos de temperatura media multianual de las estaciones cercanas a la microcuenca quebrada La Fragua, se determina que existe una normalidad de los datos de temperatura con tendencia positiva y no necesitan ninguna transformación además se observó que la distribución de los datos presenta una tendencia normal debido a que los datos representados no muestran desviaciones representativas.

Análisis estructural de los datos de temperatura

El análisis estructural de los datos de temperatura señala similares parámetros a los datos de precipitación teniendo en cuenta variables propias para su estudio pero

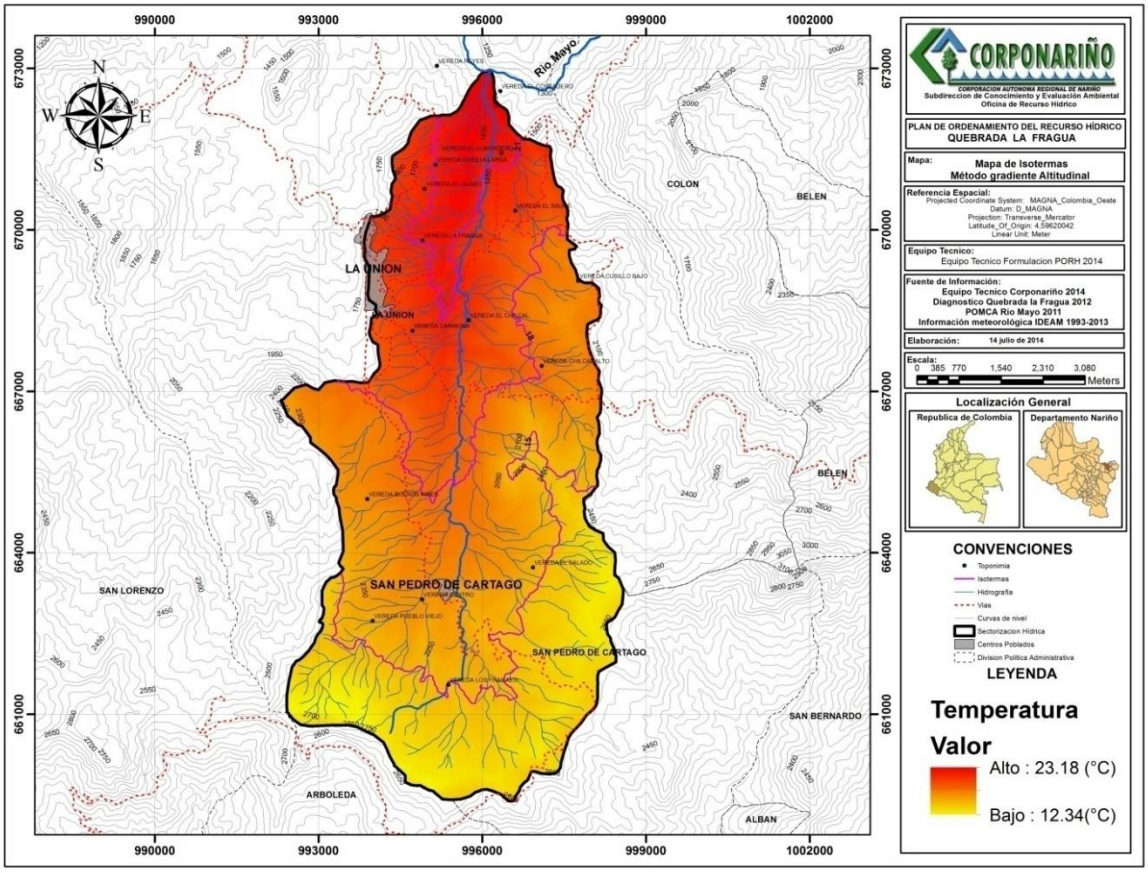
[11] Plan de ordenamiento del recurso hídrico rio pasto tomo 1 pág. 45

diferenciándose del método de interpolación aplicado para determinación de la temperatura.

El método de interpolación escogido para la estimación de la temperatura es el método Cokriging el cual utiliza información sobre varios tipos de variables que poseen una dependencia espacial para realizar predicciones. Lo que justifica utilizar la información de otras variables para hacer predicciones, incluyendo la estimación de la autocorrelación para cada variable, así como todas las correlaciones cruzadas[12].

Por tal razón y debido a la relación inversa existente entre temperatura vs altura, se utiliza como segunda variable para la auto correlación del modelo de interpolación Cokriging un modelo digital de elevación "DEM" en formato raster con una resolución de 30 metros por pixel, creado a partir de las isolíneas de altura o curvas de nivel del área de estudio.

Figura. Mapa de temperatura Quebrada La Fragua



Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

[12] http://resources.arcgis.com/es/help/main/10.1/index.html#//003100000053000000

TEMPERATURA (°C)		
MAXIMA	MEDIA	MINIMA
23,18	16,94	12,34

Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

***ver toda la información de temperatura Anexo oferta / Temperatura

ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN

La evapotranspiración es la suma de la cantidad de agua que pasa a la atmósfera por los procesos de evaporación del agua interceptada por el suelo y de la transpiración de las plantas.[13]

Evapotranspiración potencial (ETP)

La evapotranspiración potencial, es la pérdida de agua observada en una superficie liquida o sólida saturada, por evaporación y por transpiración de las plantas, que ocurriría en caso de existir un adecuado abastecimiento de humedad de agua al suelo en todo momento.[14]

Para el cálculo de la evapotranspiración potencial se toma como base teórica la guía metodológica para el balance hídrico para América del sur (1982), aplicando la formula empírica de Thornthwaite y Mather (1955), la cual se obtiene de calcular para cada mes la evapotranspiración potencial y a partir de la sumatoria mensual el valor anual, utilizando factores para los cálculos como la temperatura media mensual y la latitud tomada como duración teórica de insolación[15].

Para la aplicación de la formula de Thornthwaite y Mather, se procedió a calcular un índice térmico mensual (i) a partir de los valores de temperaturas medias mensuales del área de estudio para calcular el índice térmico anual (I) producto de la sumatoria de (i) mediante la siguiente formula.

$$i = \left(\frac{t}{5}\right)^{1,514} \quad y \quad I = \sum_{1}^{12} i$$

Además, se estimó la evapotranspiración no corregida para cada mes, con la siguiente expresión:

[13] Guía metodológica para el balance hídrico de América del sur. p 40.
[14] Resolución 865 de 2004. p 9
[15] Ibíd. Pag.54

$$ETP' = c * t^{a}$$

En donde los coeficientes "*c*" y "*a*" son los mismos para cada mes y vienen dados en función del índice anual (I); con las expresiones:

$$a = \left(675 * 10^{-9} I^{3}\right) - \left(771 * 10^{-7} I^{2}\right) + \left(1{,}79 * 10^{-2} I\right) + 0{,}492$$

$$c = 16 \left(\frac{10}{I}\right)^{a}$$

Para obtener los valores corregidos de evapotranspiración se afectaron los valores mensuales ETP por un coeficiente de corrección K, para la duración de la insolación teórica para cada mes con una latitud de 0°[16]. Con la siguiente expresión:

$$ETP = k\ ETP'$$

En donde:

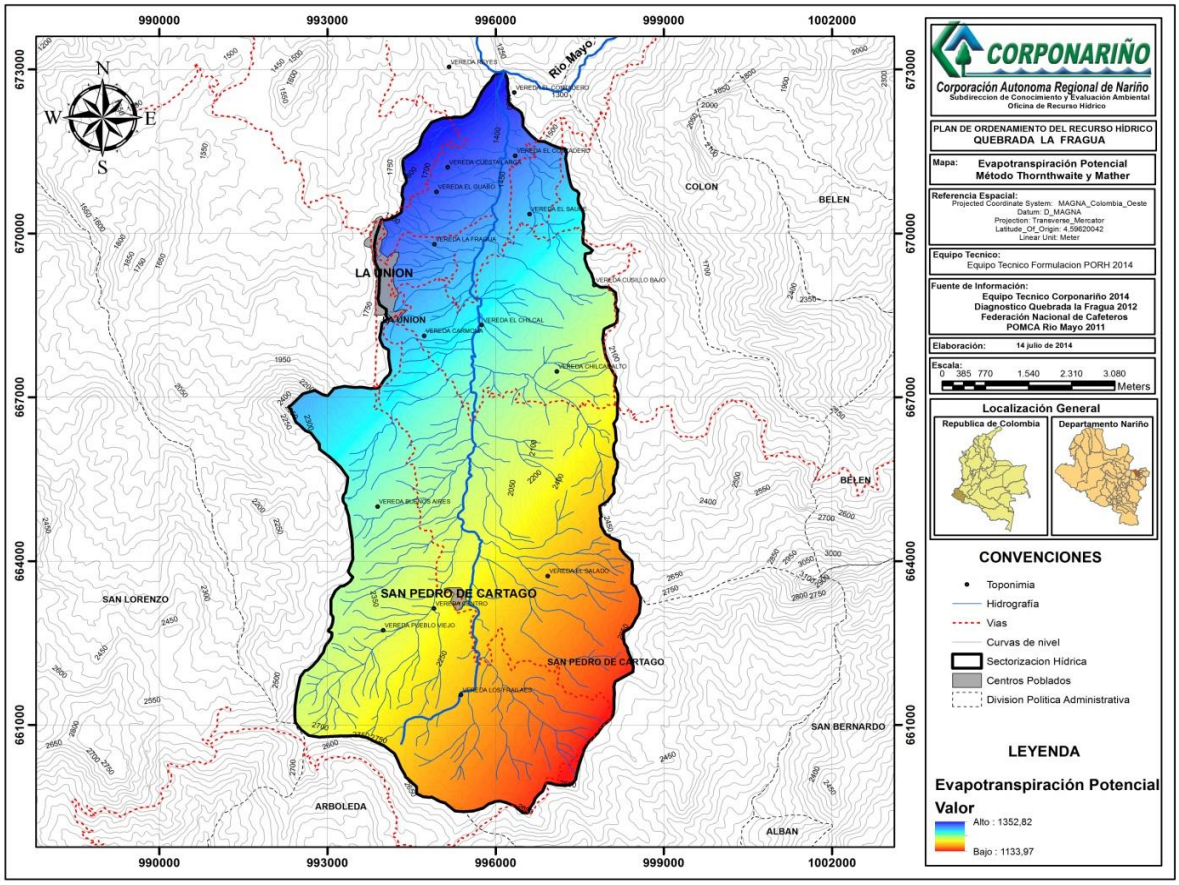
K= coeficiente de corrección mensual (°C)

ETP = Evapotranspiración mensual sin corregir (°C)

Finalmente, para la estimación de la ETP Corregida anual se obtuvo con la suma de los valores mensuales de ETP.

Figura. Mapa de Evapotranspiración Potencial Quebrada La Fragua

[16] Guía metodológica para el balance hídrico de América del sur. p 57.



Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL		
MAXIMA	MEDIA	MINIMA
1352,82	1246,39	1133,97

Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

Evapotranspiración real (ETR)

La evapotranspiración real se estimó utilizando el método de Turc (1955) que utiliza como parámetros la precipitación anual y la temperatura media anual[17] calculada mediante la expresión:

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0,9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

[17] Guía metodológica para el balance hídrico para América del sur 1982 pág. 51

En donde:

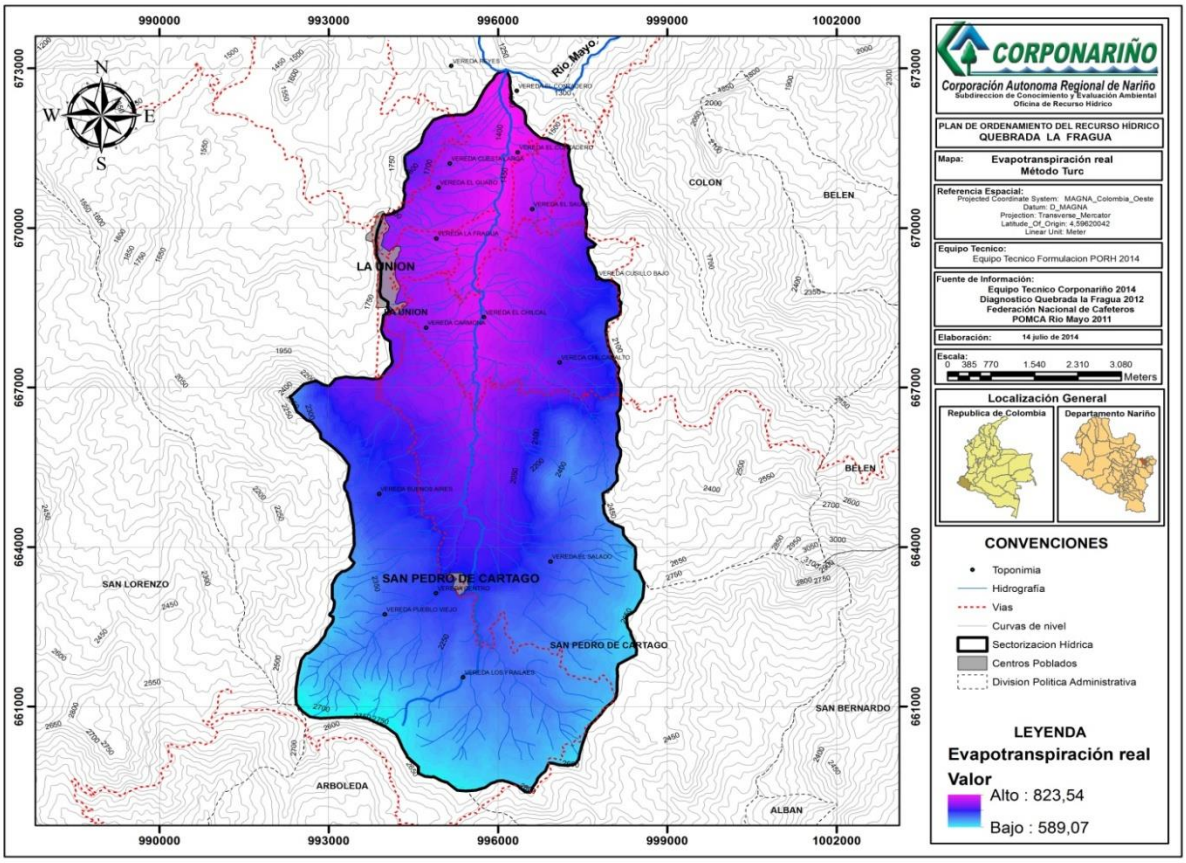
ETR= Evapotranspiración anual (mm)

P= Precipitación media anual (mm)

L = Parámetro heliotérmico, igual a: $L= 300 + 250 + 0,05\ t^3$

t= temperatura media anual (°C)

Figura. Mapa de Evapotranspiración Real Quebrada La Fragua



Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL (mm)		
MAXIMA	**MEDIA**	**MINIMA**
823,59	698,53	589,07

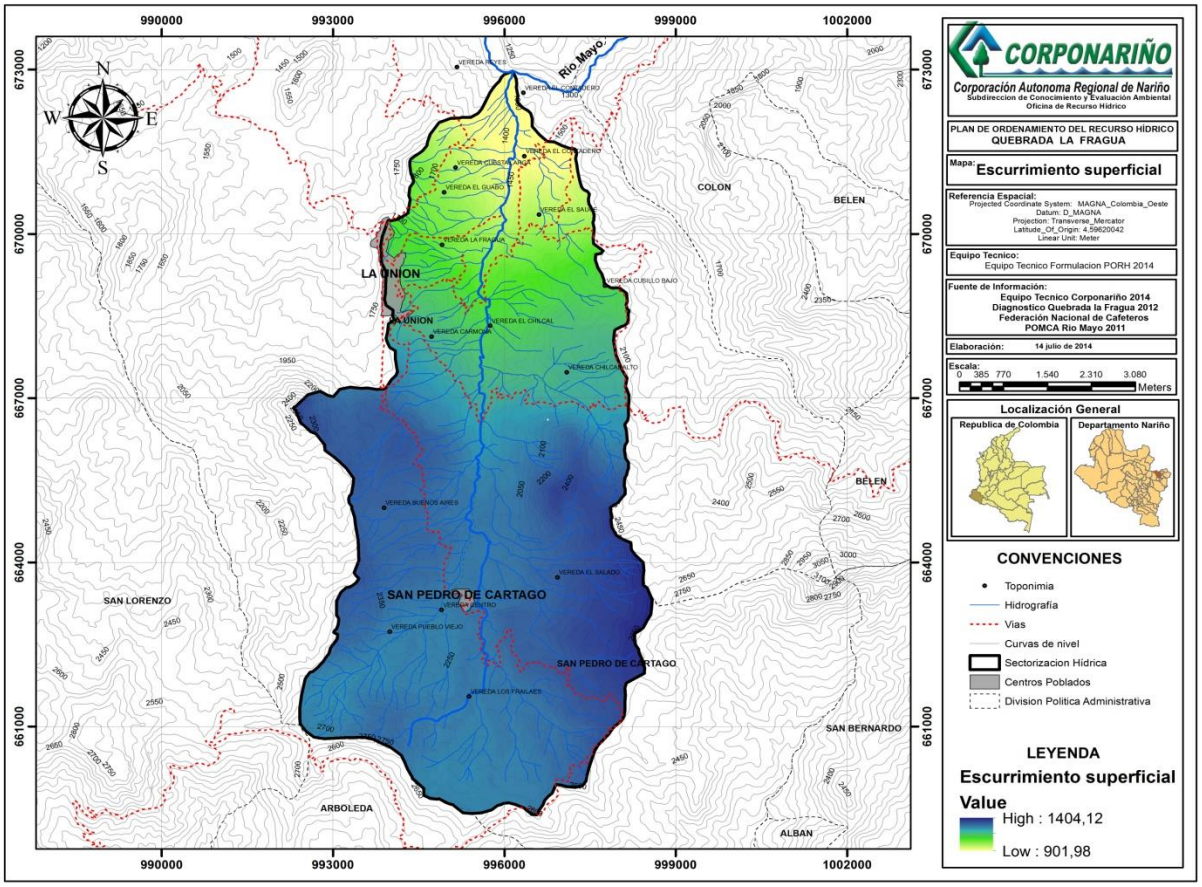
Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL TOTAL

La oferta hídrica superficial total entendida como aquella porción de agua que después de haberse precipitado sobre la cuenca y satisfecho las cuotas de evapotranspiración e infiltración del sistema suelo-cobertura vegetal escurre por los cauces mayores de los ríos y demás corrientes superficiales alimenta lagos, lagunas y reservorios confluye con otras corrientes y llega directa o indirectamente al mar o denominada comúnmente como escurrimiento superficial[18].

Para la determinación de la oferta hídrica superficial de la microcuenca quebrada La Fragua se procedió a calcular el escurrimiento superficial total en lámina de agua, operando los mapas en formato raster de precipitación y evapotranspiración real con la ayuda de herramientas de análisis espacial.

Figura. Mapa de Escurrimiento Superficial Quebrada La Fragua



Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

[18]Metodología calculo índice de escasez. Ideam. Pag.10

ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL		
MAXIMA	MEDIA	MINIMA
1409,12	1244,26	901,97

Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

ESTIMACIÓN DE OFERTA HÍDRICA

Para la determinación de la oferta hídrica para la quebrada La Fragua se tomó como base conceptual la metodología para del cálculo del índice de escasez de agua superficial, desarrollado por el IDEAM, la cual toma de la cuenca el volumen disponible de agua para satisfacer la demanda generada por las actividades sociales y económicas del hombre. Al cuantificar la escorrentía superficial a partir del balance hídrico de la cuenca, se estima la oferta de agua superficial de la misma[19].

Para el cálculo de la oferta hídrica neta para la quebrada La Fragua primero se estima la oferta hídrica total transformando el valor de lámina de agua resultado del mapa de escurrimiento superficial total a caudal expresado en (millones de m^3 /año), usándola fórmula propuesta en la guía metodológica para el cálculo del índice de escasez desarrollada por el Instituto de Hidrología, meteorología y estudios ambientales "IDEAM".

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

Dónde:

Y: Escorrentía superficial

Q: Caudal modal para el periodo de agregación seleccionado (m^3/s)

T: cantidad de segundos en el periodo de agregación (s) 31536000 seg.

A: Área de la microcuenca Km^2.

Tabla x Oferta hídrica total

Microcuenca	Área km2	Escurrimiento superficial	OHT Millones m3/Año	OHT Lts/seg
Quebrada La Fragua	54,80	1257,95	68,94	2185,94

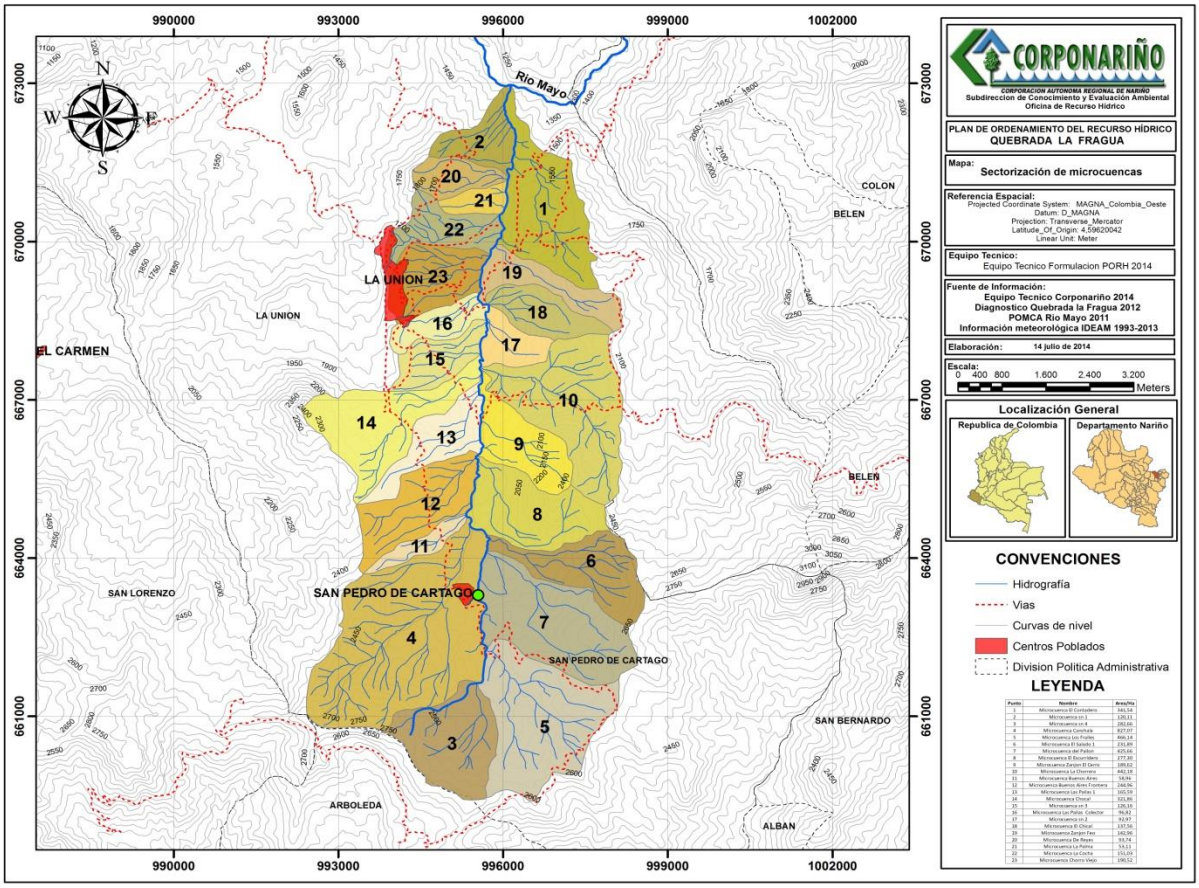
[19] IDEAM. Metodología para El Cálculo del Índice de Escasez de Agua Superficial. BOGOTÁ, D.C., 2004. p 10.

Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

OFERTA HÍDRICA NETA

Para el cálculo de la oferta hídrica neta para la quebrada La Fragua se tuvieron en cuenta las microcuencas que la conforman, las cuales se obtuvieron a través de la aplicación del modelo de delimitación de cuencas hidrográficas en software SIG, donde se encontró que la Quebrada La Fragua posee 23 microcuencas.

Figura. Mapa de microcuencas Quebrada La Fragua



Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

Finalmente para el cálculo de oferta hídrica neta se aplica los factores de reducción por régimen de estiaje (25%) y reducción por fuentes frágiles (25%), valores tomados del documento de índice de escases de aguas superficiales cuenca Rio Guáitara[20], y la

[20] CORPONARIÑO. Calculo de Índice de escasez para aguas superficiales cuenca rio Guáitara. Colombia, Nariño, Pasto. Diciembre 2009. P 118.

aplicación metodológica propuesta por el IDEAM, sobre la oferta hídrica superficial total empleando la siguiente ecuación:

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

Dónde:

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

Tabla x Oferta hídrica total y neta por microcuencas quebrada La Fragua

Punto	NOMBRE	Area Ha	Area Km2	Escurrimiento Superficial	OHT Millones m3/Año	OHT Lts/Seg	OHN Millones m3/Año (RFF- 25%- RRE 25%)	OHN Lts/Seg
1	Microcuenca El Contadero	341,54	3,42	1049,88	3,586	113,70	1,793	56,85
2	Microcuenca sn 1	120,11	1,20	998,72	1,200	38,04	0,600	19,02
3	Microcuenca sn 4	282,66	2,83	1300,93	3,677	116,60	1,839	58,30
4	Microcuenca Canchala	827,07	8,27	1306,58	10,806	342,67	5,403	171,33
5	Microcuenca Los Frailes	466,14	4,66	1317,96	6,144	194,81	3,072	97,41
6	Microcuenca El Salado 1	231,89	2,32	1358,81	3,151	99,92	1,575	49,96
7	Microcuenca del Pailon	425,66	4,26	1342,44	5,714	181,20	2,857	90,60
8	Microcuenca El Escurridero	277,30	2,77	1326,18	3,677	116,61	1,839	58,31
9	Microcuenca Zanjon El Cerro	189,62	1,90	1297,53	2,460	78,02	1,230	39,01
10	Microcuenca La Chorrera	442,18	4,42	1265,38	5,595	177,42	2,798	88,71
11	Microcuenca Buenos Aires	58,96	0,59	1322,28	0,780	24,72	0,390	12,36
12	Microcuenca Buenos Aires Frontera	244,96	2,45	1321,86	3,238	102,68	1,619	51,34
13	Microcuenca Las Pailas 1	165,59	1,66	1307,31	2,165	68,64	1,082	34,32
14	Microcuenca Chocal	321,86	3,22	1320,58	4,250	134,78	2,125	67,39
15	Microcuenca sn 3	126,16	1,26	1240,2	1,565	49,61	0,782	24,81
16	Microcuenca Las Pailas Colector	96,82	0,97	1199,37	1,161	36,82	0,581	18,41
17	Microcuenca sn 2	92,97	0,93	1186,76	1,103	34,99	0,552	17,49
18	Microcuenca El Chical	137,56	1,38	1169,61	1,609	51,02	0,804	25,51
19	Microcuenca Zanjon Feo	142,96	1,43	1142,03	1,633	51,77	0,816	25,89
20	Microcuenca De Reyes	93,74	0,94	1063,29	0,997	31,61	0,498	15,80
21	Microcuenca La Palma	53,11	0,53	1055,53	0,561	17,78	0,280	8,89
22	Microcuenca La Cocha	151,03	1,51	1105,73	1,670	52,95	0,835	26,48
23	Microcuenca Chorro Viejo	190,52	1,91	1153,91	2,198	69,71	1,099	34,86

Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

Con la aplicación de la fórmula para el total del área para la microcuenca La Fragua encontramos que el valor del caudal es:

Tabla x Oferta hídrica neta

Microcuenca	OHT Millones m3/Año	OHT Lts/seg	RFF	REE	OHN Millones m3/año	OHN Lts/seg
Quebrada La Fragua	68,94	180,98	25%	25%	34,47	1093,04

Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

ESTIMACIÓN DE DEMANDA HÍDRICA

Para la estimación de la demanda hídrica se tiene en cuenta el volumen de agua utilizada para el desarrollo de actividades socioeconómicas medidas en millones de metros cúbicos en un espacio y tiempo determinado y corresponde a una sumatoria de las demandas sectoriales (actividades antrópicas sociales y económicas) que se presentan en la microcuenca La Fragua.

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

Dónde:

DT = Demanda total de agua
DUD = Demanda de agua para uso doméstico
DUI = Demanda de agua para uso industrial
DUS = Demanda de agua para el sector servicios
DUA = Demanda para uso agrícola
DUP = Demanda para uso pecuario

Para el caso de la Microcuenca La Fragua la Demanda de agua para uso industrial no aplica ya que no encontramos ninguna variable que nos permita hacer el análisis, es decir, dentro de la microcuenca no se encuentran actividades industriales.

Demanda de Agua Por uso Doméstico: la información para estimar la demanda de uso doméstico para la microcuenca La Fragua fue suministrada por el equipo técnico para la formulación del plan de ordenamiento del recurso hídrico para la vigencia 2014, obtenida de la base de datos de concesiones del recurso hídrico existente en Corponariño y que se ubiquen dentro del área de la microcuenca La Fragua.

Para el cálculo de la demanda por uso domestico para la microcuenca La Fragua se tuvo en cuenta la sumatoria de los caudales para la zona urbana y rural de la microcuenca, además se tuvo en cuenta el número de habitantes del municipio de La Unión y San Pedro de Cartago proyectados para el 2014 según el censo de población realizado por el Dane en el 2005.

Para el cálculo de la demanda por uso domestico se tiene en cuenta os siguientes items:

Cuadro xxx: Ítems Para El Cálculo De La Demanda Por Uso Domestico

ITEMS
Poblacion Proyectada
Nivel De Complejidad
Dotacion Neta (l/hab/dia)
Perdidas
Perdidas Tecnicas
Dotacion Neta Corregida (m3/hab/dia)
Dotacion Bruta (m3/hab/dia)
Demanda de Agua Uso Domestico (m3/año)
Demanda de Agua Uso Domestico Total (millones m3/año)

Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

Para el cálculo de la población proyectada por municipio se utiliza los valores de población urbana total, ya que dentro de la microcuenca se encuentra en su totalidad el área urbana de los municipios de La Unión y San Pedro de Cartago. La población rural se proyecta en base al área rural q cubre el municipio dentro de la microcuenca.

Cuadro xxx: Población Proyectada Por Municipio Microcuenca La Fragua

ESTIMACION DE LA POBLACION EN LA MICROCUENCA								
Municipio	Area Del Municipio (Km2)	Poblacion Urbana	Poblacion Rural	Poblacion Total	Area Municipio Dentro De La Microcuenca (Km2)	Poblacion Dentro de la Microcuenca	Area Rural en la Microcuenca (Km2)	Proyeccion de Poblacion Area rural
LA UNION	149,64	10638	15627	26265	29,64	5202	29,05	5099
SAN PEDRO DE CARTAGO	48,34	680	6812	7492	25,18	3903	25,09	3888

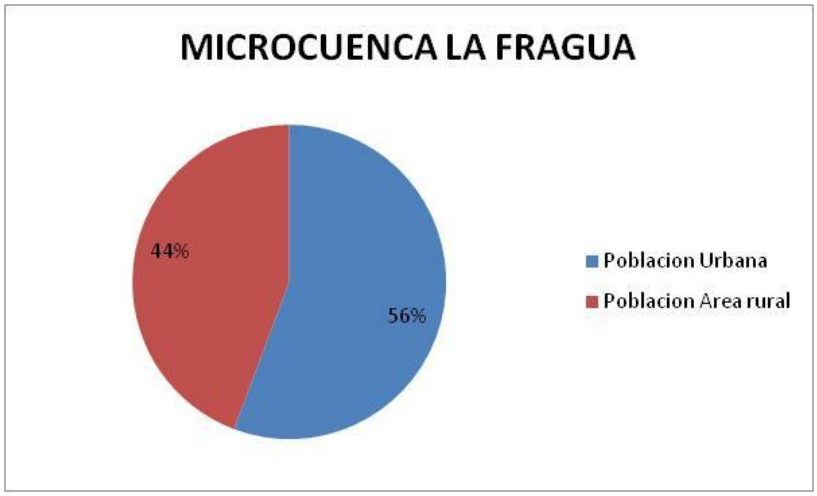
Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

Cuadro xxx: Población Proyectada Por Zona Microcuenca La Fragua

Municipio	Nombre	Poblacion Urbana	Poblacion Area rural
LA UNION	Microcuenca La Fragua	10638	5099
SAN PEDRO DE CARTAGO		680	3888
TOTAL		**11318**	**8987**

Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

Grafico xxx. Población Proyectada Microcuenca La Fragua



Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

Podemos observar que dentro de la Microcuenca La Fragua hay un porcentaje más alto de población Urbana, ya que dentro de la microcuenca se encuentra el casco urbano de La Union y San Pedro de Cartago.

Para determinar el nivel de complejidad para la población hasta el año 2014, en el área urbana y rural de la microcuenca La Fragua se utilizan los niveles de complejidad del sistema establecidos por el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000[21].

Cuadro xxx: Asignación Del Nivel De Complejidad

Nivel de complejidad	Población en la zona urbana (1) (habitantes)	Capacidad económica de los usuarios(2)
Bajo	< 2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio Alto	12501 a 60000	Media
Alto	> 60000	Alta

Fuente: RAS 2000, Capitulo A.3

[21] MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL**.** Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, Bogotá: Guía RAS-001

La dotación neta depende del nivel de complejidad del sistema y se determina según la **Resolución 2320 de 2009,** [22] **la cual** por la cual se modifica parcialmente la Resolución 1096 de 2000.

Cuadro xxx: Dotación Neta Según El Nivel De Complejidad Del Sistema

Nivel de complejidad del sistema	Dotación neta máxima para poblaciones con clima Frio o Templado (L/hab.día)	Dotación neta máxima para poblaciones con clima Cálido (L/hab.día)
Bajo	90	100
Medio	115	125
Medio alto	125	135
Alto	140	150

Fuente: Resolución 2320 De 2009

Las pérdidas se establecen según la RAS 2000, la cual explica lo siguiente:

Pérdidas en la aducción (agua cruda): Debe establecerse un nivel de pérdidas en la aducción antes de llegar a la planta de tratamiento. El nivel de pérdidas en la aducción debe ser inferior al 5%, **Necesidades de la planta de tratamiento** Debe considerarse entre 3% y 5% del caudal medio diario para atender las necesidades de lavado de la planta de tratamiento y **Pérdidas en la conducción (agua tratada):** Debe establecerse el nivel de pérdidas en la conducción expresa después de la planta de tratamiento y antes del comienzo de la red de distribución. Esta cantidad debe ser un porcentaje del caudal medio diario, el cual debe ser inferior al 5%.[23]

Para el caso de la microcuenca La Fragua el porcentaje de pérdidas se calcula sumando el porcentaje de pérdidas establecidas en la ras 2000 para un total de 15%.

Las pérdidas técnicas corresponden a la diferencia entre el volumen de agua tratada y medida a la salida de la(s) planta(s) potabilizadora(s) y el volumen entregado a la población medido en las acometidas domiciliarias del municipio. Para estimar el porcentaje de pérdidas técnicas deben tenerse en cuenta los datos registrados disponibles en el municipio sobre pérdidas de agua en el sistema de acueducto desde la planta potabilizadora, incluidos los consumos operaciones en la red. Para los municipios

[22] MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL**. Resolución 2320, Bogotá: Ministro De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial. 2009.**

[23] MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, ras 2000, Bogotá: 2000. Capitulo B.2.5, p.35, 36.

que no tengan registros sobre las pérdidas de agua en el sistema de acueducto, el porcentaje de pérdidas técnicas admisible depende del nivel de complejidad del sistema.[24]

Cuadro xxx: Porcentajes Máximos Admisibles De Pérdidas Técnicas

Nivel de complejidad del sistema	Porcentajes máximos admisibles de pérdidas técnicas para el cálculo de la dotación bruta
Bajo	40 %
Medio	30 %
Medio alto	25 %
Alto	20 %

Fuente: RAS 2000, Capitulo B.2.5.4

Para el cálculo de la dotación neta corregida se tiene en cuenta el valor establecido anteriormente para la dotación neta. El valor de la **dotación neta** expresado en **litro/habitante/día** se trasforma a **metros^3/habitante/día,** esta operación se hace dividiendo el valor entre **1000** para así obtener como resultado el valor de la **dotación neta corregida** en **metros^3/habitante/día.**
Para el cálculo de la dotación bruta tendremos en cuenta la **RESOLUCION 2320 DE 2009**[25] **la cual dice lo siguiente:**

Dotación Bruta: Es la cantidad máxima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante considerando para su cálculo el porcentaje de pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto.

La dotación bruta para el diseño de cada uno de los componentes que conforman un sistema de acueducto, indistintamente del nivel de complejidad, se debe calcular conforme a la siguiente ecuación:

$$Dbruta = dneta / (1 - \%p)$$

Donde:

Dbruta: dotación bruta
dneta: dotación neta
%p: pérdidas técnicas máximas admisibles

Finalmente para el cálculo de Demanda de Agua Uso Doméstico (DUD) anual se realiza la siguiente operación:

[24] MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO , Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, ras 2000, Bogotá: 2000.Capitulo B.2.5, p. 36.
[25] MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL**. Resolución 2320 De 2009.Bogota: Ministro De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial. 2009, p.1.**

DUD = Dotación Bruta (m3/hab/día) * Población Proyectada

Cuadro xxx: Demanda De Uso Doméstico Microcuenca La Fragua, Municipio De La Unión

ITEMS	URBANO	RURAL
Poblacion Proyectada (La Union)	**10638**	**5099**
Nivel De Complejidad	MEDIO	MEDIO
Dotacion Neta (l/hab/dia)	115	115
Perdidas	15%	15%
Perdidas Tecnicas	30%	30%
Dotacion Neta Corregida (m3/hab/dia)	0,115	0,115
Dotacion Bruta (m3/hab/dia)	0,2090909	0,2090909
Demanda de Agua Uso Domestico (m3/año)	811872,82	389138,19
Demanda de Agua Uso Domestico Total (millones m3/año)	0,8118728	0,3891382
TOTAL (m3/año)	**1201011,011**	
TOTAL (millones m3/año)	**1,201011011**	

Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

Cuadro xxx: Demanda De Uso Doméstico Microcuenca La Fragua, Municipio De San Pedro de Cartago

ITEMS	URBANO	RURAL
Poblacion Proyectada (San Pedro de Cartago)	**680**	**3888**
Nivel De Complejidad	BAJO	MEDIO
Dotacion Neta (l/hab/dia)	90	115
Perdidas	15%	15%
Perdidas Tecnicas	40%	30%
Dotacion Neta Corregida (m3/hab/dia)	0,09	0,115
Dotacion Bruta (m3/hab/dia)	0,2	0,2090909
Demanda de Agua Uso Domestico (m3/año)	49640	296722,55
Demanda de Agua Uso Domestico Total (millones m3/año)	0,04964	0,2967226
TOTAL (m3/año)	**346362,5522**	
TOTAL (millones m3/año)	**0,346362552**	

Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

Finalmente la demanda de agua para uso doméstico para la microcuenca La Fragua se estima en: ***1,547*** **millones de m3/año.**

Cuadro xxx: Demanda De Uso Doméstico Microcuenca La Fragua Por Municipio

MUNICIPIO	MICROCUENCA	ZONA	Nº DE HABITANTES	DUD m3/año	DUD millones m3/año
La Union	FRAGUA	RURAL	5099	389138,193	0,389
La Union		URBANA	10638	811872,818	0,812
San Pedro de Cartago		RURAL	3888	296722,5522	0,297
San Pedro de Cartago		URBANA	680	49640	0,050
			DUD TOTAL	1547373,563	1,547

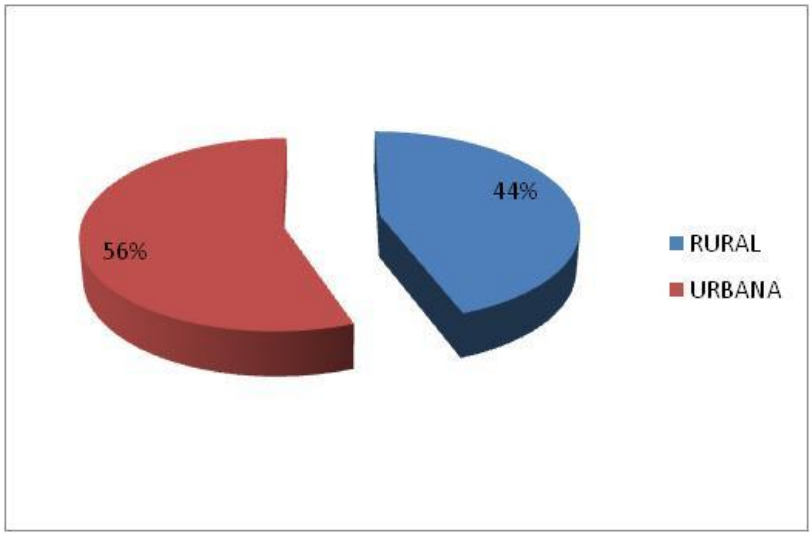
Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

Cuadro xxx: Demanda De Uso Doméstico Microcuenca La Fragua

MICROCUENCA	ZONA	Nº DE HABITANTES	DUD m3/año	DUD millones m3/año
FRAGUA	RURAL	8987	685860,745	0,686
	URBANA	11318	861512,818	0,862
		DUD TOTAL	1547373,563	1,547

Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

Grafico xxx. Demanda De Agua Para Uso Doméstico Microcuenca La Fragua



Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

Se puede observar que la mayor demanda de agua para uso doméstico dentro de la Microcuenca La Fragua se encuentra en el área urbana, debido a su gran población.

DEMANDA DE AGUA PARA USO DE SERVICIOS

Para la estimación de la demanda de agua para el sector de servicios se utilizó la información proporcionada por el equipo técnico para la formulación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico, igualmente se utilizó información de la secretaria de educación departamental para la ubicación de escuelas y centros educativos en la microcuenca.

La información entregada por el equipo técnico para la quebrada La Fragua es de los Municipios de la Unión y San Pedro de Cartago, destacando a siguiente información.

Cuadro xxx: Establecimientos Del Sector De Servicios

Tipo de Establecimiento	Numero de establecimientos	Total Usuarios	Consumo	Unidad	Consumo L/DIA	Consumo m3/DIA	Consumo m3/AÑO	Consumo millones m3/AÑO
Hospitales	1	70	400	L/dia por enfermo	28000	28	10220	0,01022
Centros de Salud	1	50	200	L/dia por enfermo	10000	10	3650	0,00365
Oficinas	45	225	80	Lt/día por persona	18000	18	6570	0,00657
Hoteles	6	25	200	Lt/día por persona	5000	5	1825	0,001825
Lavado de Automoviles	5	7	500	L/dia por vehiculo pequeño	3500	3,5	1277,5	0,0012775
Restaurantes	11	45	32,5	L/dia por parroquiano	1462,5	1,4625	533,8125	0,000533813
Sacrificio de Ganado Bovino	1	8	1300	Lt/día por persona	10400	10,4	3796	0,003796
Sacrificio de Ganado Porcino	1	2	250	Lt/día por persona	500	0,5	182,5	0,0001825
						TOTAL	28054,813	0,028054813

Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

Con la información obtenida por la secretaria de educación departamental se procedió a georeferenciar los diferentes centros educativos en el municipio de La Unión y San Pedro de Cartago, posteriormente se escogen los centros educativos que están dentro de la sectorización de la Microcuenca La Fragua y se le asigna su descripción.

Cuadro xxx: Centro Educativo Microcuenca La Fragua

MUNICIPIO	NOMBRE SEDE	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	Nº Estudiantes	DESCRIPCION
LA UNION	ESCUELA RURAL MIXTA EL SAUCE	1,613944	-77,112472	1563	53	Escuela
LA UNION	INSTITUCION EDUCATIVA DE DESARROLLO RURAL	1,616472	-77,111306	1676	471	Escuela
LA UNION	CENTRO EDUCATIVO CUSILLO ALTO	1,609694	-77,104389	1691	64	Escuela
LA UNION	CENTRO EDUCATIVO CHILCAL BAJO	1,619722	-77,119078	1542	51	Escuela
LA UNION	CENTRO EDUCATIVO SANTA TERESITA	1,627139	-77,108028	1441	31	Escuela
LA UNION	CENTRO EDUCATIVO CHILCAL ALTO	1,613194	-77,116747	1486	17	Escuela
SAN PEDRO DE CARTAGO	CENTRO EDUCATIVO MARTIN	1,538167	-77,102806	2445	45	Escuela
SAN PEDRO DE CARTAGO	CENTRO EDUCATIVO BOTANILLA	1,522722	-77,103028	2560	18	Escuela
SAN PEDRO DE CARTAGO	CENTRO EDUCATIVO LA CHORRERA	1,582250	-77,118650	1691	46	Escuela
SAN PEDRO DE CARTAGO	CENTRO EDUCATIVO CHIMAYOY ALTO	1,545583	-77,092167	2649	10	Escuela
SAN PEDRO DE CARTAGO	CENTRO EDUCATIVO LOS FRAILES	1,532611	-77,117267	2331	16	Escuela
SAN PEDRO DE CARTAGO	CENTRO EDUCATIVO SAN ISIDRO	1,542806	-77,110833	2312	13	Escuela
SAN PEDRO DE CARTAGO	CENTRO EDUCATIVO EL SALADO	1,563417	-77,112306	1974	50	Escuela
SAN PEDRO DE CARTAGO	CENTRO EDUCATIVO BUENOS AIRES	1,563528	-77,128611	2677	9	Escuela
SAN PEDRO DE CARTAGO	ESCUELA INTEGRADA DE CARTAGO	1,554222	-77,124167	2086	184	Escuela
SAN PEDRO DE CARTAGO	INSTITUCION EDUCATIVA SAN PEDRO DE CARTAGO	1,554278	-77,124361	2086	443	Escuela
SAN PEDRO DE CARTAGO	CENTRO EDUCATIVO EL ARENAL	1,533547	-77,135236	2548	7	Escuela
SAN PEDRO DE CARTAGO	CENTTO EDUCATIVO SANTIAGO	1,526833	-77,108722	2429	10	Escuela

Fuente: Secretaría de Educación Departamental

Cuadro xxx: Consumo De Agua Para Centros Educativos

NOMBRE SEDE	Nº Estudiantes	DESCRIPCION	CONSUMO	UNIDAD	CONSUMO L/DIA	CONSUMO m3/DIA	CONSUMO m3/año	CONSUMO millones m3/año
ESCUELA RURAL MIXTA EL SAUCE	53	Escuela	45	L/dia por alumno	2385	2,385	870,525	0,000870525
INSTITUCION EDUCATIVA DE DESARROLLO RURAL	471	Escuela	45	L/dia por alumno	21195	21,195	7736,175	0,007736175
CENTRO EDUCATIVO CUSILLO ALTO	64	Escuela	45	L/dia por alumno	2880	2,88	1051,2	0,0010512
CENTRO EDUCATIVO CHILCAL BAJO	51	Escuela	45	L/dia por alumno	2295	2,295	837,675	0,000837675
CENTRO EDUCATIVO SANTA TERESITA	31	Escuela	45	L/dia por alumno	1395	1,395	509,175	0,000509175
CENTRO EDUCATIVO CHILCAL ALTO	17	Escuela	45	L/dia por alumno	765	0,765	279,225	0,000279225
CENTRO EDUCATIVO MARTIN	45	Escuela	45	L/dia por alumno	2025	2,025	739,125	0,000739125
CENTRO EDUCATIVO BOTANILLA	18	Escuela	45	L/dia por alumno	810	0,81	295,65	0,00029565
CENTRO EDUCATIVO LA CHORRERA	46	Escuela	45	L/dia por alumno	2070	2,07	755,55	0,00075555
CENTRO EDUCATIVO CHIMAYOY ALTO	10	Escuela	45	L/dia por alumno	450	0,45	164,25	0,00016425
CENTRO EDUCATIVO LOS FRAILES	16	Escuela	45	L/dia por alumno	720	0,72	262,8	0,0002628
CENTRO EDUCATIVO SAN ISIDRO	13	Escuela	45	L/dia por alumno	585	0,585	213,525	0,000213525
CENTRO EDUCATIVO EL SALADO	50	Escuela	45	L/dia por alumno	2250	2,25	821,25	0,00082125
CENTRO EDUCATIVO BUENOS AIRES	9	Escuela	45	L/dia por alumno	405	0,405	147,825	0,000147825
ESCUELA INTEGRADA DE CARTAGO	184	Escuela	45	L/dia por alumno	8280	8,28	3022,2	0,0030222
INSTITUCION EDUCATIVA SAN PEDRO DE CARTAGO	443	Escuela	45	L/dia por alumno	19935	19,935	7276,275	0,007276275
CENTRO EDUCATIVO EL ARENAL	7	Escuela	45	L/dia por alumno	315	0,315	114,975	0,000114975
CENTTO EDUCATIVO SANTIAGO	10	Escuela	45	L/dia por alumno	450	0,45	164,25	0,00016425
						TOTAL	25261,65	0,02526165

Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

Cuadro xxx: Consumo De Agua Para El Sector De Servicios Microcuenca La Fragua

MICROCUENCA	CONSUMO DE AGUA SERVICIOS m3/año	CONSUMO DE AGUA SERVICIOS millones m3/año
FRAGUA	53316,4625	0,053316463

Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

Finalmente se determina que la demanda de agua para el sector servicios para la microcuenca La Fragua es: ***0,053316463 de millones de m^3-año***

DEMANDA DE AGUA PARA USO AGRICOLA

Para la estimación de la demanda de agua por uso agrícola se tomó como referencia para el mapa de cobertura de suelo del POMCA Río Mayo, el cual se afectó con la sectorización de la microcuenca La Fragua para así obtener el mapa áreas cultivadas para la microcuenca La Fragua.

La actividad agrícola dentro de la microcuenca se realiza a nivel familiar en pequeña escala con el propósito de lograr la subsistencia, para el autoconsumo y generar excedentes para la comercialización en el mercado de la Localidad, en el departamento de Nariño y el interior del país en algunos casos.

La cobertura de uso en especial la de cultivos se establece por áreas con asociación de diferentes productos agrícolas, por lo cual y con el objeto de estimar la demanda de agua para uso agrícola se asignó por cada cultivo un coeficiente de consumo (Kc), este

coeficiente fue tomado del estudio de Índice de Escasez para aguas superficiales cuenca del Rio Guáitara, del cual solo se tomara el promedio ya calculado del coeficiente para cada tipo de cultivo encontrado en la Microcuenca La Fragua.

Tabla xxx: Coeficiente De Consumo De Agua Por Tipo De Cultivo (Kc)

Tipo de Cobertura	Kc-Prom
Café, caña, fique	0,83
Café, caña, platano	0,86
Cultivos de Caña	0,78
Cultivos de Papa	0,78
Fique, caña	0,79
Mosaico de pastos y cultivos de Frijol, Maíz, Yuca	0,76
Mosaico de pastos y cultivos de Fique, Caña, Tomate y Naranja	0,77
Mosaico de pastos y cultivos de Papa, Maíz, Hortalizas	0,77
Papa, maíz, Frijol	0,78
Pastos manejados	1,00

Fuente: índice de escasez para aguas superficiales cuenca del rio Guáitara

Posteriormente se asigna el coeficiente de consumo (Kc) a cada cobertura encontrada en la Microcuenca La Fragua, con este coeficiente y multiplicándolo con la evapotranspiración potencial media (1246,39 mm), se calculó el uso consuntivo de cada cultivo (ETP*Kc) su diferencia con el valor de la precipitación media (1892,08 mm), define, si el uso consuntivo es mayor a la precipitación, la necesidad de cantidades adicionales de agua a aplicarse por medio de riego con el propósito de satisfacer los requerimientos para el desarrollo de los cultivos.

Tabla xxx: Uso Consuntivo Para Cultivo

COBERTURA	Kc	Uso Consuntivo
CULTIVOS DE CAFÉ	0,95	1184,0705
CULTIVOS DE CAÑA, CAFÉ Y FIQUE	0,82	1022,0398
MOSAICO PASTOS Y CULTIVOS DE YUCA, MAIZ Y MANI	0,63	785,2257
CULTIVOS DE PAPA, MAIZ Y ARVEJA	0,83	1034,5037
PASTOS	1,00	No Aplica
PRECIPITACION	**1892,08**	
EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL	**1246,39**	

Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

Podemos ver que en la Microcuenca La Fragua se presentan 5 ítems de uso y cobertura de suelo de los cuales 4 son cultivos, por lo tanto el uso consuntivo no aplica para pastos,

estos cultivos tienen coeficiente de consumo (Kc) asignado y no necesitan de cantidades adicionales de agua para el completo desarrollo del cultivo.

Para el cálculo de la demanda de uso agrícola se tiene en cuenta la siguiente fórmula:

$$DUA = \left[P - (ETP * kc)\right] * ha$$

Teniendo en cuenta que los valores de precipitación, evapotranspiración y hectáreas cultivadas poseen diferentes unidades de medida se toma la decisión de convertir todas la unidades de medida a metros, es decir, en el caso de los valores de precipitación y evapotranspiración se convertirá de milímetros **(mm)** a metros **(m)** y en el caso de las hectáreas cultivadas se procede a calcular los valores en metros cuadrados **(m^2)** para así obtener el resultado en metros cúbicos **(m^3)**.

Tabla xxx: Estimación Demanda De Agua Para Uso Agrícola Microcuenca La Fragua

COBERTURA	Area (km2)	Area (m2)	Kc	DUA (m3)	DUA (millones m3)	DUA (millones m3/año)
CULTIVOS DE CAFÉ	22,90	22900000,00	0,95	16213417,55	16,21341755	0,098263137
CULTIVOS DE CAÑA, CAFÉ Y FIQUE	9,53	9530000,00	0,82	8291483,106	8,291483106	0,050251413
MOSAICO PASTOS Y CULTIVOS DE YUCA, MAIZ Y MANI	14,89	14890000,00	0,63	16481060,53	16,48106053	0,099885215
CULTIVOS DE PAPA, MAIZ Y ARVEJA	0,97	970000,00	0,83	831849,011	0,831849011	0,005041509
PASTOS	0,12	120000,00	1,00	77482,8	0,0774828	0,000469593
PRECIPITACION	1892,08			41895292,99	41,89529299	0,253910867
EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL	1246,39					

Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

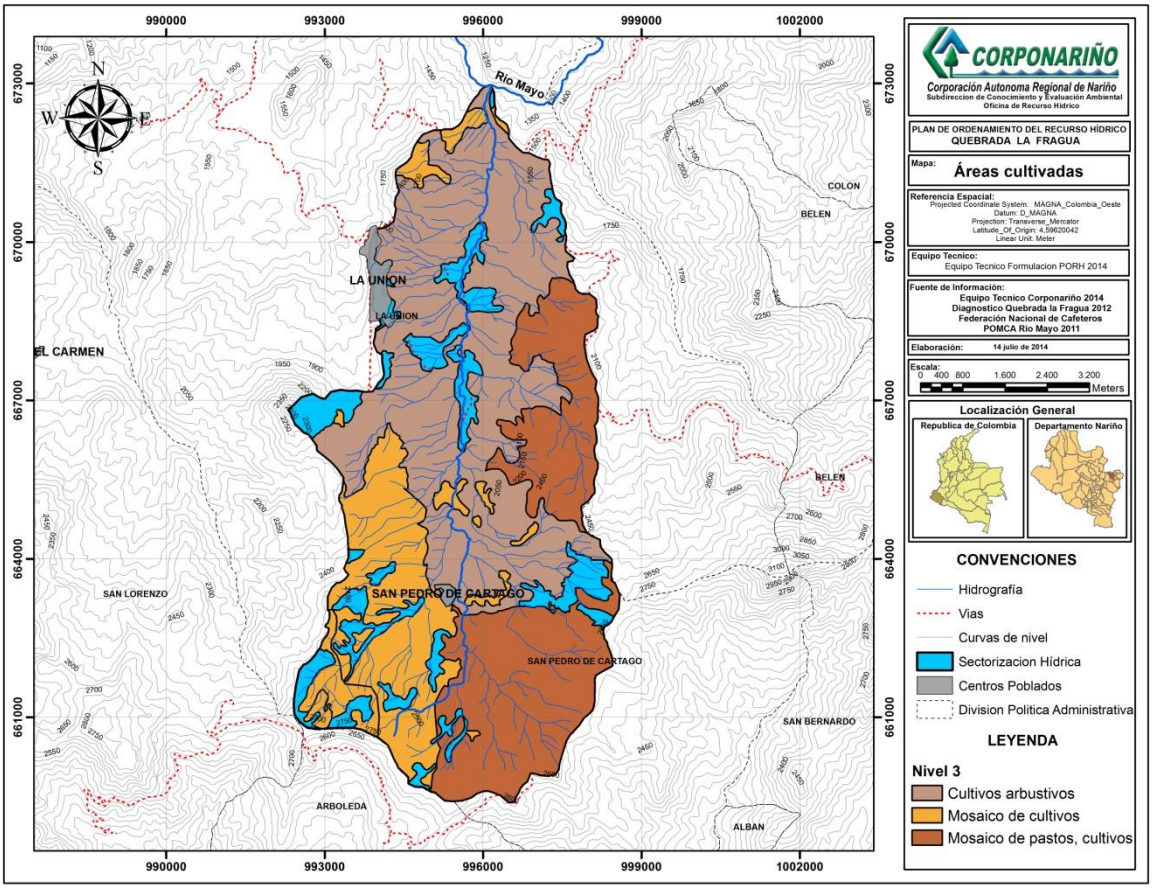
La sumatoria de estas DUA por cultivo en la Microcuenca La Fragua constituye en la demanda de agua para uso agrícola anual.

Cabe anotar que el cálculo de la demanda de agua con las variables adoptadas supone condiciones ideales, es decir, la no existencia de ningún tipo de limitación en el proceso desarrollo de los cultivos tales como: estrés hídrico o salino, densidad del cultivo, plagas y enfermedades, presencia de malezas o baja fertilidad.[26]

Finalmente la demanda de agua para uso agrícola estimada Microcuenca La Fragua es: **0,253910867 millones de m3/año.**

Figura. Mapa de áreas cultivadas Quebrada La Fragua

[26] CORPONARIÑO. Índice de escasez para aguas superficiales cuenca rio Guaitara. Colombia, Nariño, Pasto. Diciembre 2009.p.302



Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

DEMANDA DE AGUA PARA USO PECUARIO

La demanda de agua para uso pecuario se determina a partir del volumen de producción de animales de importancia comercial, como bovinos, ovinos, aves, porcinos y equinos, los cuales fueron identificados en la base de datos del último censo agropecuario realizado por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en el 2012, por un factor de consumo aproximado respecto a la temperatura media del municipio.

Para la estimación de la demanda de uso pecuario en este estudio se considera las zonas de vida y los pisos térmicos de acuerdo a las características climatológicas adoptando un rango de temperatura (Cálido 20º a 31º, Templado o medio 16º a 20º, Frio 12º a 18º y paramo 6º a 12º).[27] por lo cual se tomó la temperatura media del municipio.

[27] CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA – CAR, HIDROPLAN LTDA. Concepto Estudio Módulos De Consumo., p. 4.

Tabla xxx: Consumo Neto Teórico De Agua En Bebederos (L/Animal*Día)

ESPECIE	PISO TERMICO		
	FRIO	MEDIO	CALIDO
BOVINOS	25	30	35
EQUINOS	20	25	30
OVINOS	15	20	25
PORCINOS	10	13	15

Fuente: Concepto Estudio Módulos De Consumo [28]

Teniendo como base la anterior tabla la cual presenta valores de consumo de agua por animal en **Litros * Día**, se generan los valores a utilizar para el cálculo de consumo de agua por animal en **m^3/año**, dando como resultado la siguiente tabla:

Tabla xxx: Factor De Consumo Por Tipo De Animal (m^3/año)

ESPECIE	PISO TERMICO		
	FRIO	MEDIO	CALIDO
BOVINOS	9,125	10,95	12,775
EQUINOS	7,3	9,125	10,95
OVINOS	5,475	7,3	9,125
PORCINOS	3,65	4,745	5,475

Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

Considerando que la información pecuaria se encuentra por municipio y no por unidad hídrica como una cuenca, subcuenca o microcuenca, es necesario saber el porcentaje que cubre la cuenca dentro del área total del municipio para que posteriormente con este porcentaje se afecte el número total de animales del municipio dando como resultado en número de animales en la microcuenca.

Sector Bovino: El consumo de agua se estimo teniendo en cuenta la tabla de factor de consumo por tipo de animal y la temperatura media de la Microcuenca Fragua, para así estimar el piso térmico de la microcuenca, que para este caso se encuentra en el piso térmico medio (16º a 20º). El factor de consumo para bovinos será de 10,95 m^3/animal-año.

El consumo de agua para el sector bovino, estimado en la Microcuenca Fragua es de **20117,63 m3/año.**

[28] CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA – CAR, HIDROPLAN LTDA. Concepto Estudio Módulos De Consumo., p. 9.

Tabla xxx: Consumo De Agua – Bovinos Microcuenca Fragua

Municipio	Area Del Municipio (Km2)	Area Municipio Dentro De La Microcuenca (Km2)	Area Microcuenca (Km2)	Nombre	% Area Municipio en Microcuenca	% Area Microcuenca en El Municipio	Total Bovinos Municipio	Total Bovinos Microcuenca Fragua	Temp. Municipio	Consumo m3/animal-año	Consumo Agua Bovinos (m3/año)
La Union	149,64	29,64	54,8	Q. Fragua	54,09	19,81	3705	734	19	10,95	8036,87
San Pedro de Cartago	48,34	25,18			45,95	52,09	2118	1103	18		12080,76
										TOTAL	20117,63

Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

Sector Porcino: El consumo de agua se estimo teniendo en cuenta la tabla de factor de consumo por tipo de animal y la temperatura media de la Microcuenca Fragua, para así estimar el piso térmico de la microcuenca, que para este caso se encuentra en el piso térmico medio (16º a 20º). El factor de consumo para porcinos será de 4,74 m^3/animal-año.

El consumo de agua para el sector porcino, estimado en la Microcuenca Fragua es de **2702,75 m3/año.**

Tabla Xxx: Consumo De Agua – Porcinos Microcuenca Fragua

Municipio	Area Del Municipio (Km2)	Area Municipio Dentro De La Microcuenca (Km2)	Area Microcuenca (Km2)	Nombre	% Area Municipio en Microcuenca	% Area Microcuenca en El Municipio	Total Porcinos Municipio	Total Porcinos Microcuenca Fragua	Temp. Municipio	Consumo m3/animal-año	Consumo Agua Porcinos (m3/año)
La Union	149,64	29,64	54,8	Q. Fragua	54,09	19,81	2526	500	19	4,74	2371,90
San Pedro de Cartago	48,34	25,18			45,95	52,09	134	70	18		330,85
										TOTAL	2702,75

Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

Sector Equino: El consumo de agua se estimó teniendo en cuenta la tabla de factor de consumo por tipo de animal y la temperatura media de la Microcuenca Fragua, para así estimar el piso térmico de la microcuenca, que para este caso se encuentra en el piso térmico medio (16º a 20º). El factor de consumo para el sector equino será de 9,13 m^3/animal-año.

El consumo de agua para el sector equino, estimado en la Microcuenca Fragua es de **795,27 m3/año.**

Tabla xxx: Consumo De Agua – Equinos Microcuenca Fragua

Municipio	Area Del Municipio (Km2)	Area Municipio Dentro De La Microcuenca (Km2)	Area Microcuenca (Km2)	Nombre	% Area Municipio en Microcuenca	% Area Microcuenca en El Municipio	Total Equinos Municipio	Total Equinos Microcuenca Fragua	Temp. Municipio	Consumo m3/animal-año	Consumo Agua Equinos (m3/año)
La Union	149,64	29,64	54,8	Q. Fragua	54,09	19,81	395	78	19	9,13	714,42
San Pedro de Cartago	48,34	25,18			45,95	52,09	17	9	18		80,85
										TOTAL	795,27

Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

Sector Ovino: El consumo de agua se estimó teniendo en cuenta la tabla de factor de consumo por tipo de animal y la temperatura media de la Microcuenca Fragua, para así estimar el piso térmico de la microcuenca, que para este caso se encuentra en el piso térmico medio (16º a 20º). El factor de consumo para el sector equino será de 7,3 m^3/animal-año.

El consumo de agua para el sector ovino, estimado en la Microcuenca Fragua es de **0,00 m3/año.**

Tabla xxx: Consumo De Agua – Ovinos Microcuenca Fragua

Municipio	Area Del Municipio (Km2)	Area Municipio Dentro De La Microcuenca (Km2)	Area Microcuenca (Km2)	Nombre	% Area Municipio en Microcuenca	% Area Microcuenca en El Municipio	Total ovinos Municipio	Total ovinos Microcuenca Fragua	Temp. Municipio	Consumo m3/animal-año	Consumo Agua ovinos (m3/año)
La Union	149,64	29,64	54,8	Q. Fragua	54,09	19,81	0	0	19	9,13	0,00
San Pedro de Cartago	48,34	25,18			45,95	52,09	0	0	18		0,00
										TOTAL	0,00

Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

Sector Avícola: El consumo de agua para este sector se estimó teniendo en cuenta la siguiente tabla:

Tabla xxx: Factor De Consumo - Sector Avícola (m^3/año)

ESPECIE	TEMPERATURA	CONSUMO (m3/animal*año)
AVES POSTURA	-	0,16
AVES ENGORDE	-	0,16
AVES TRASPATIO	-	0,16

Fuente: Módulos de consumo CAR, septiembre 2005

El factor de consumo para el sector avícola será de 0,16 m^3/animal-año.

El consumo de agua para el sector avícola, estimado en la Microcuenca Fragua es de **47,54 m3/año.**

Tabla xxx: Consumo De Agua – Avícola Microcuenca Fragua

Municipio	Area Del Municipio (Km2)	Area Municipio Dentro De La Microcuenca (Km2)	Area Microcuenca (Km2)	Nombre	% Area Municipio en Microcuenca	% Area Microcuenca en El Municipio	Total Aves Municipio	Total Aves Microcuenca Fragua	Temp. Municipio	Consumo m3/animal-año	Consumo Agua Aves (m3/año)
La Union	149,64	29,64	54,8	Q. Fragua	54,09	19,81	1500	297	19	0,16	47,54
San Pedro de Cartago	48,34	25,18			45,95	52,09	No Info.	0	18		0
										TOTAL	47,54

Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

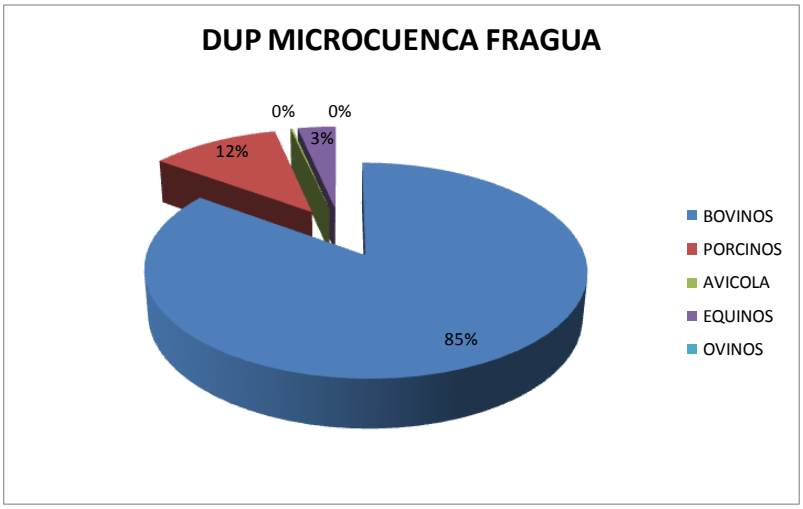
Finalmente se estima que la demanda de agua para uso pecuario en la microcuenca Fragua es: **0,0236631 millones de m3/año.**

Tabla xxx: Demanda De Agua Para Uso Pecuario Microcuenca Fragua

DUP MICROCUENCA FRAGUA		
ANIMAL	**TOTAL DUP (m3/animal-año)**	**TOTAL DUP (millones de m3/animal-año)**
BOVINOS	20117,63	0,020117632
PORCINOS	2702,75	0,002702754
AVICOLA	47,544	0,000047544
EQUINOS	795,27	0,000795267
OVINOS	0,00	0,00000000
TOTAL	23663,20	0,023663197

Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

Grafico xxx: Distribución Demanda De Agua Para Uso Pecuario Microcuenca Fragua



Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

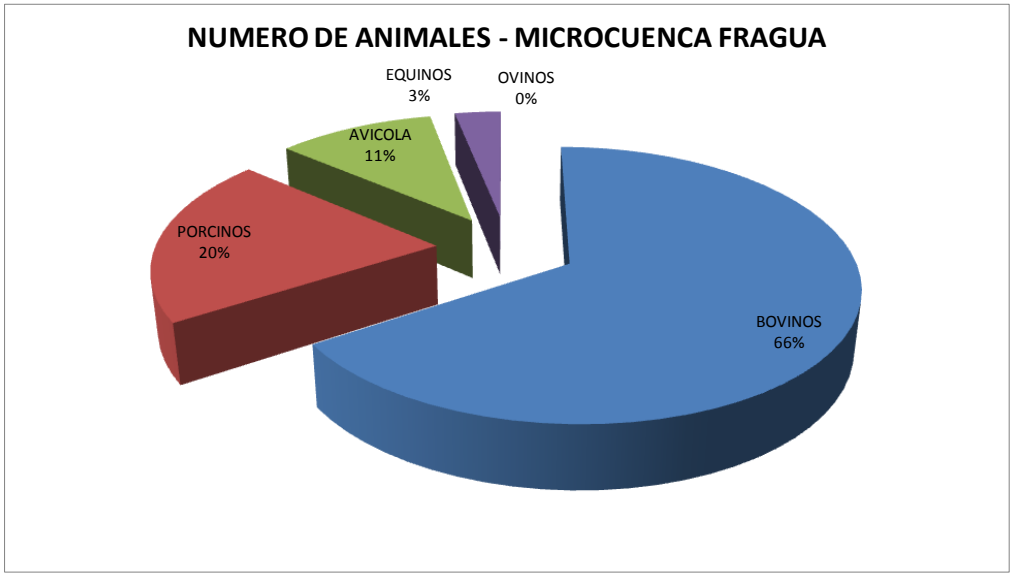
En la siguiente tabla podemos ver la distribución de los animales por municipio dentro de la Microcuenca Fragua y su consumo de agua.

Tabla xxx: Consumo De Agua Por Municipio, Microcuenca Fragua

CONSUMO DE AGUA PECUARIO (m3/animal-año) MICROCUENCA FRAGUA							
MUNICIPIO	NUMERO DE ANIMALES POR MUNICIPIO					TOTAL DUP (m3/animal-año)	TOTAL DUP (millones de m3/animal-año)
	BOVINOS	PORCINOS	AVICOLA	EQUINOS	OVINOS		
La Union	734	500	297	78	0	23663,20	0,023663197
San Pedro de Cartago	1103	70	0	9	0		
TOTAL	**1837**	**570**	**297**	**87**	**0**	**23663,20**	**0,023663197**

Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

Grafico xxx: Distribución De Animales En La Microcuenca Fragua



Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

Cuadro xxx: Demanda Hídrica Total

DEMANDA HIDRICA TOTAL		
	m3/año	millones de m3/año
DUD	1547373,563	1,547
DUS	53316,4625	0,053316463
DUA		0,253910867
DUP	23663,20	0,023663197
DUI	NO APLICA	
DHT		**1,878**

Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

ÍNDICE DE ESCASEZ

Para el cálculo del índice de escasez se realizó una relación porcentual entre la demanda potencial de agua del conjunto de actividades sociales y económicas con la oferta hídrica neta disponible, luego de aplicar factores de reducción por régimen de estiaje y fuentes frágiles. Se registra escasez de agua cuando la cantidad de agua captada de las fuentes existentes es tan grande que se suscitan conflictos entre el abastecimiento de agua para las necesidades humanas, las eco-sistémicas, de usos productivos y de la demanda potencial (IDEAM 2004).

El índice de escasez se interpreta según las siguientes categorías:

Cuadro xxx: Categorías del Índice de escasez

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

Fuente: Metodología Índice de Escasez IDEAM, 2004.

$$I_e = \frac{D}{O_n} x100\%$$

Donde:

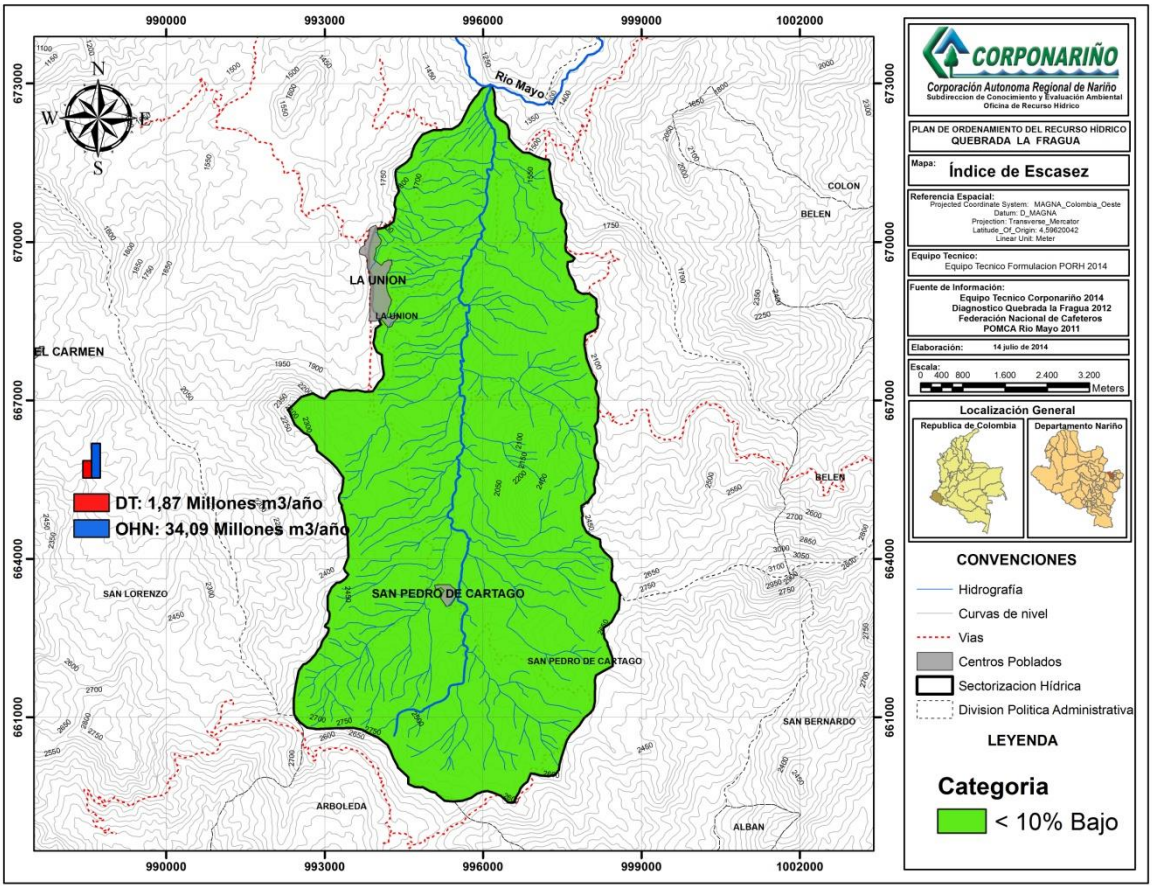
I_e = Índice de escasez (%)

D = Demanda potencial de agua (Mm^3)

On = *Oferta hídrica superficial neta (Mm^3)*

Finalmente con la aplicación de la fórmula del cálculo del índice de escasez para la microcuenca LA FRAGUA (5,49) muestra un nivel de presión bajo (<10%) en términos de cantidad sobre el recurso hídrico de la Quebrada La Fragua.

Figura. Índice de Escasez Quebrada La Fragua



Fuente. Este proyecto, CORPONARIÑO 2014.

6.4. PERFIL DE MODELACIÓN O TOPOLOGIA

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

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

La Topología está compuesta o estructurada por los siguientes elementos:

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

Figura. Topología – Titulo y Leyenda

Nacimiento y desembocadura	
Salidas - Captaciones	
Entradas y Descargas	
Entradas - Afluentes Naturales	
Puntos de Aforo y Muestreo	
Puntos de Aforo	

- Tramo o Fuente Principal: Corresponde a la representación del Cauce Principal de la corriente objeto de ordenamiento desde su nacimiento hasta su desembocadura. El Cauce esta segmentado con celdas numeradas; cada celda equivale en distancia a 100 metros o 0,1 kilómetros. La distancia se presenta de manera acumulativa desde el punto 0 celda cero, correspondiente al inicio o nacimiento del tramo hasta el punto máximo de distancia correspondiente a la desembocadura o al final del tramo.

Figura. Topología – Tramo Principal

	Km	# Celda
Nacimiento	0,00	0
Desembocadura	15,20	79

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

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

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

Las entradas se subdividen en:

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

Figura. Topología – Entradas Descargas

0,095	DESCOLE TUBO CONCRETO	→	20	4000
0,115	DESCOLE TUBO GRIS	→	21	
				4200
2,865	DESCOLE CASCO URBANO	→	23	4400

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

Figura. Topología – Entradas Afluentes Naturales

5600	29	←	QUEBRADA CANCHALA	42,10
5800	30	←	QUEBRADA BUENOS AIRES	35
6000	31	←	QUEBRADA BUENOS AIRES 2	40

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

Estas captaciones pueden ser para consumo humano, uso agrícola, pecuario, entre otros, efectuados por los habitantes del área de influencia de la corriente hídrica, en el presente trabajo no se identificó este aspecto en la fuente de estudio.

- Puntos de Muestreo: Corresponde a los puntos en donde se efectuaron las jornadas de muestreo que incluyó la toma de muestra y la medición de caudal. Estos puntos pueden ser sobre el cauce principal o sobre entradas.

- Puntos de Aforo: Corresponde a los puntos en donde se efectuaron mediciones únicamente de caudal. Estos puntos pueden ser sobre el cauce principal o sobre entradas y salidas.

Figura. Topología – Puntos de Aforo y Muestreo

14200	74		
14400	75	AFORO Y MUESTREO	1039,12 LPS
14600	76		
14800	77		
15000	78	**DESEMBOCADURA RIO MAYO**	

6.4.1. PERFIL DE MODELACIÓN O TOPOLOGIA DE LA QUEBRADA LA FRAGUA

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

Cabe mencionar que la Topología resume de manera esquemática los usuarios de calidad y cantidad identificados en campo, los cuales fueron detallados uno a uno en el presente documento.

- **Segmento I:** Incluye Titulo, Leyenda y Perfil del Cauce Principal desde su nacimiento en el segmento o celda No. 1 hasta la después de la confluencia con la Quebrada Los Frailes en la celda No. 19.

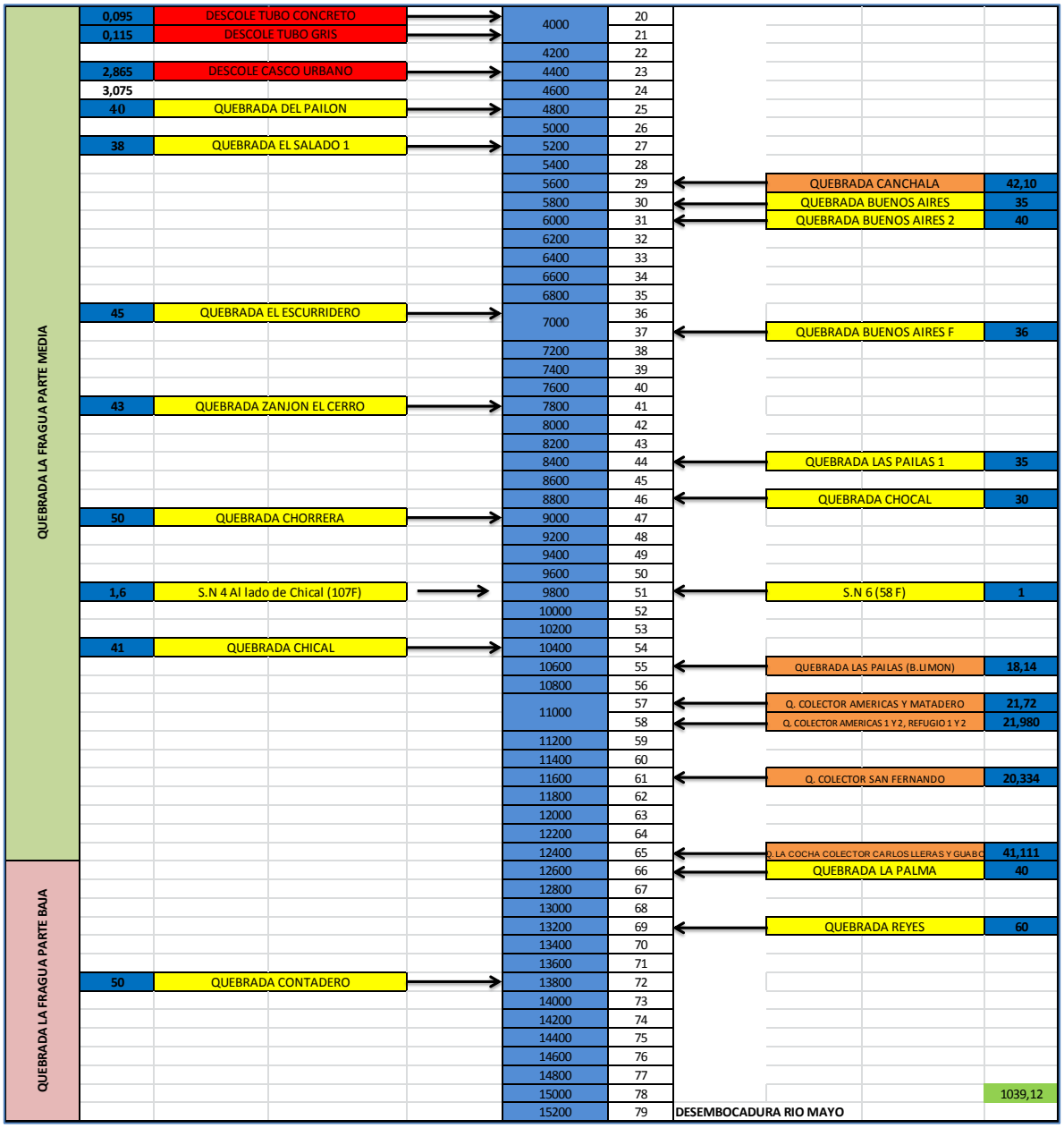
Figura. Topología Detallada Quebrada La Fragua. Segmento I

TOPOLOGIA SIMPLIFICADA PARA QUEBRADA LA FRAGUA

PARTE	Q LPS		DISTANCIA (m)	# Celda	Q LPS
QUEBRADA LA FRAGUA PARTE ALTA			0	0	
			200	1	
			400	2	
			600	3	
			800	4	
			1000	5	
			1200	6	
			1400	7	219,06
			1600	8	
			1800	9	
			2000	10	
			2200	11	
			2400	12	
	70	QUEBRADA LOS FRAILES →	2600	13	
			2800	14	
			3000	15	
			3200	16	
			3400	17	
			3600	18	
			3800	19	

Segmento II: Incluye desde después de la confluencia con la Quebrada Los Frailes en la celda No. 20 hasta la desembocadura al Rio Mayo en la celda 79.

Figura. Topología Detallada Quebrada La Fragua. Segmento II.



6.5 DETERMINACION DE LINEA BASE DE CARGAS CONTAMINANTES

6.5.1 METODOLOGÍA

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

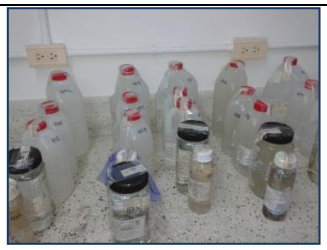
La información obtenida fue utilizada para evaluar el comportamiento de la corriente superficial a través de Perfiles e Índices de Calidad, además sirvió de insumo para la aplicación y calibración del modelo de simulación mediante el cual se estableció un escenario actual de la fuente hídrica objeto de ordenamiento con respecto a su capacidad de asimilación de sustancias biodegradables o acumulativas.

La obtención de los datos se logró por medio de la realización de una campaña de muestreo y aforo llevada a cabo el día 16 de Septiembre de 2014 correspondiente a una temporada de transición de invierno a verano. Para la campaña se tomaron diez (10) muestras y dos (2) aforos.
En cumplimiento de lo estipulado por la Normatividad Ambiental vigente, el análisis y reporte de resultados analíticos fue llevado a cabo por un Laboratorio acreditado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. Para ello CORPONARIÑO firmó un convenio interadministrativo con la Universidad de Nariño cuyo Laboratorio Especializado en Aguas está acreditado para los parámetros pH, Grasas y Aceites, Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, Demanda Bioquímica de Oxigeno y Demanda química de Oxigeno mediante Resolución No. 1972 del 29 de Agosto de 2012 expedida por el IDEAM.

Las actividades llevadas a cabo para la toma de muestras y aforo de caudales se describen a continuación:

Tabla. Procedimiento Para Toma De Muestra

ITEM	ACTIVIDAD	LOGISTICA/EQUIPOS	FOTOGRAFIAS
1.	Desplazamiento y acceso a los puntos de muestreo	Vehículos, Equipo de Profesionales	

ITEM	ACTIVIDAD	LOGISTICA/EQUIPOS	FOTOGRAFIAS
2.	Etiquetado de los recipientes de muestreo.	Recipientes, Etiquetas, Cinta Pegante.	
3.	Toma de muestras	Recipientes etiquetados, balde, guantes, botas.	
4.	Fijación de Muestras	Reactivos Acido Clorhídrico, Acido Sulfúrico, Sulfato Manganoso y Acida, guantes, tapabocas, goteros.	
5.	Almacenamiento, Refrigeración, sellado de muestras y diligenciamiento de cadenas de custodia.	Neveras, hielo o pilas de refrigeración, sellos, formatos de cadena de custodia, cinta pegante.	
6.	Transporte y entrega de muestras al laboratorio.	Neveras con cada una de las muestras. Instalaciones, equipos, reactivos y personal del Laboratorio UDENAR y CORPONARIÑO.	

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada La Fragua. CORPONARIÑO 2014

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

Tabla. Procedimiento Para Aforo de Caudales

	ACTIVIDAD	LOGISTICA/EQUIPOS	FOTOGRAFIAS
1.	Desplazamiento y acceso a los puntos de muestreo	Vehículos, Equipo de Profesionales	
2.	Adecuación del segmento en donde se efectuará la medición.	Cinta métrica, estacas.	
3.	Aforo con molinete sobre la sección adecuada. Registro de datos.	Molinete o Micromolinete, guantes, botas o fontanero. Formato de aforo.	
4.	Registro de datos en formato de campo	Formato para cada aforo (Ver Anexo D), Planillera.	
5.	Calculo de datos y reporte final	Trabajo de oficina	

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada La Fragua. CORPONARIÑO 2014

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

Descripción De Criterio De Selección

TECNICO:

- ✓ Condiciones de calidad naturales o iniciales en el área de nacimiento del cauce principal.
- ✓ Puntos sobre el cauce principal en donde pueda existir una alteración o cambio en su calidad por descargas puntuales.
- ✓ Puntos sobre el cauce principal en donde se hayan identificado usos actuales o potenciales del recurso hídrico.
- ✓ Entradas como descargas o afluentes naturales que puedan alterar la calidad del Cauce Principal
- ✓ Selección mínimo de cinco puntos sobre el Cauce Principal como insumo para el Modelo de Simulación.

FACILIDAD DE ACCESO

- ✓ Puntos a los cuales se pueda acceder por vías carreteables o caminos.
- ✓ Puntos que por su acceso no retrasen o demoren la jornada, considerando que las muestras deben ser entregadas en unos tiempos estipulados por el Laboratorio.
- ✓ Puntos cuyo acceso no represente un riesgo o peligro para la persona o personas que tomaran la muestra.

NUMERO O DISPONIBILIDAD DE MUESTRAS

- ✓ Cantidad de muestras destinadas al Ordenamiento de la Quebrada La Fragua según el Convenio Institucional establecido y firmado entre CORPONARIÑO y la Universidad de Nariño (Laboratorio de Aguas).

OTROS

- ✓ Puntos o estaciones establecidas anteriormente por la Autoridad Ambiental para la red de monitoreo de calidad de corrientes superficiales.

Teniendo en cuenta los criterios de selección descritos anteriormente, los puntos escogidos para la realización de la jornada de muestreo y aforo de caudal sobre las entradas y cauce principal de la Quebrada La Fragua son los siguientes:

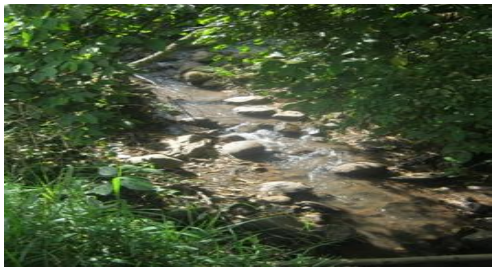
Figura 29. Mapa Puntos De Muestreo Sobre Afluentes y Cauce Principal de la Quebrada La Fragua.

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada La Fragua. CORPONARIÑO 2014.

Basados en los criterios de priorización de los puntos de muestreo, se definieron diez (10) estaciones de muestreo que corresponden a seis (6) puntos sobre fuente, un (1) punto sobre colector y un (3) puntos sobre afluente, en la jornada de muestreo que se llevó a cabo el día 16 de Septiembre de 2014.

Tabla. Estaciones de Muestreo en la Quebrada La Fragua

NOMBRE DE LA CORRIENTE	ESTACIÓN MONITOREO	NOMBRE	REGISTRO FOTOGRAFICO
QUEBRADA LA FRAGUA	**ES-QF-1** **N** 995914 **W** 662089 **H** 1736 msnm	*Inicio Quebrada La Fragua*	 Primera estación de muestreo inicio de la Quebrada La Fragua. Se determinó realizar este punto de muestreo dado que en esta zona no existe ningún tipo de afectación antrópica, además representa las condiciones naturales en la que encontramos la Quebrada.
QUEBRADA LA FRAGUA	**ES-QF-2** **N** 995555 **W** 663341 **H** 1935 msnm	*Antes Vertimientos Cartago*	 Segunda estación de muestreo antes del vertimiento de Cartago. Se determinó realizar un punto de muestreo para determinar las condiciones de la quebrada ya que aún no ha recibido las descargas de los vertimientos de aguas residuales de San Pedro de Cartago.
QUEBRADA LA FRAGUA	**ES-QF-3** **N** 1,55602 **W** 77,11775 **H** 2058 msnm	*Después Vertimientos Cartago*	 Tercera estación de muestreo después de los vertimientos de Cartago. Se determinó realizar un punto de muestreo para ver la afectación de la quebrada después que ha recibido la descarga de vertimientos de aguas residuales provenientes del municipio.

NOMBRE DE LA CORRIENTE	ESTACIÓN MONITOREO	NOMBRE	REGISTRO FOTOGRAFICO
QUEBRADA LA FRAGUA	**ES-QF-4** **N** 155630 **W** 77,12049 **H** 2042 msnm	*Quebrada Canchala*	 Cuarta estación de muestreo Quebrada Canchala. Se determinó realizar un punto de muestreo para ver la afectación de la quebrada ya que recibe aguas residuales provenientes de un sector de Cartago.
QUEBRADA LA FRAGUA	**ES-QF-5** **N** 995690 **W** 668810 **H** 1525 msnm	*Antes Vertimientos La Unión*	 Quinta estación de muestreo antes del vertimiento de La Unión. Se determinó realizar un punto de muestreo para determinar las condiciones de la quebrada ya que aún no ha recibido las descargas de los vertimientos de aguas residuales del municipio de la Unión. .
QUEBRADA LA FRAGUA	**ES-QF-6** **N** 995965 **W** 670518 **H** 1431 msnm	*Después Vertimientos La Unión*	 Sexta estación de muestreo después de los vertimientos de La Unión. Se determinó realizar un punto de muestreo para ver la afectación de la quebrada después que ha recibido la descarga de vertimientos de aguas residuales provenientes del municipio.

QUEBRADA LA FRAGUA	**ES-QF-7** **N** 994215 **W** 669075 **H** 1707 msnm	***Quebrada Américas y Matadero***	 Séptima estación de muestreo Quebrada Américas y matadero. Se determinó realizar un punto de muestreo para ver la afectación de la quebrada ya que recibe descoles del municipio de La Unión.
QUEBRADA LA FRAGUA	**ES-QF-8** **N** 994480 **W** 670049 **H** 1671 msnm	***Quebrada La Cocha***	 Octava estación de muestreo Quebrada La Cocha. Se determinó realizar un punto de muestreo para ver la afectación de la quebrada ya que recibe descoles del municipio de La Unión
QUEBRADA LA FRAGUA	**ES-QF-9** **N** 994161 **W** 669227 **H** 1720 msnm	***Colector Américas 1***	 Novena estación de muestreo colector Américas. Este punto se toma sobre la descarga del colector. débido a que realiza vertimientos de aguas residuales a la Quebrada La Fragua.
QUEBRADA LA FRAGUA	**ES-QF-10** **N** 996142 **W** 672971 **H** 1250 msnm	***Antes desembocadura***	 Decima estación de muestreo antes desembocadura al Rio Mayo. Este punto se realiza para determinar la calidad del agua antes de la desembocadura con el Rio Mayo.

6.5.2. EVALUACION DE CALIDAD CAUCE PRINCIPAL:

- MUESTREO SOBRE EL CAUCE PRINCIPAL: en el siguiente cuadro se enumeran los resultados del muestreo y aforo de caudales efectuados sobre el Cauce Principal de la Quebrada La Fragua, correspondientes a la jornada llevada a cabo el día 16 de Septiembre. Los Reportes de Resultados Analíticos del Laboratorio Especializado de la Universidad de Nariño, se pueden observar en el Anexo XXX

Tabla. Resultados de muestreo 26 de Septiembre de 2014 (Puntos de muestreo sobre corriente Quebrada La Fragua)

PARAMETROS	Inicio Quebrada La Fragua	Antes Vtos de San Pedro de Cartago	Despues Vtos de San Pedro de Cartago	Antes Vtos de La Union	Despues Vtos de La Union	Desembocadura Rio Mayo
CAUDAL (LPS)	219,06					1039,13
DBO (mgO2/L)	<3,8	3,8	10,15	3,8	4,68	3,8
DQO (mgO2/L)	<20	20	49,69	20	20	20
OD (mgO2/L)	7,85	6,5	4,3	7,85	7,3	7,25
SST (mg/L)	12	12	12	12	15,2	12
ST (mg/L)	130	152	186	192	234	208
SDT (mg/L)	118	140	174	180	218,8	196
COLOR APARENTE (UPC)						
TURBIEDAD (NTU)	1,73	1,66	8,89	1,8	8,81	7,18
CONDUCTIVIDAD (us/cm)	109,3	96,6	121,4	134,8	184,1	192,5
SOLIDOS SEDIMENTABLES (Mg/L)		NA	NA	NA	NA	NA
SOLIDOS SUSPENDIDOS VOLATILES (Mg/L)						
ACIDEZ (Mg CaCO3/L)						
ALCALINIDAD (Mg CaCO3/L)	52,7	44,96	52,7	60,92	67,21	63,34
DUREZA (Mg CaCO3/L)						
CLORUROS (Mg Cl/)						
FOSFATOS (Mg PO4/L)						
NITRITOS (Mg NO3 N/L)	<0,004	<0,004	0,026	<0,004	0,292	0,279
NITRATOS (Mg NO3 N/L)	<2,20	<2,20	<2,20	<2,20	<2,20	2,99
SULFATOS (Mg SO4/L)						
DETERGENTES (Mg-LAS/L)						
FOSFORO (Mg P-PO4/L)						
NITROGENO NTK (Mg N/L)						
GRASAS Y ACEITE (Mg/L)	8	<5	10,2	14,2	5	5
COLIFORMES TOTALES (UFC/100ml)	6020	11200	2160000	13400	35000	27500
ECHERICHIA COLI (UFC/100ml)	384	2190	200000	1000	1000	1000
AMONIO (MgN-NH3/L)						
DISTANCIAS (Km)	2,4	3,8	5,6	10,2	13	15

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada La Fragua. CORPONARIÑO 2014.

6.5.3 PERFILES DE CALIDAD:

Los perfiles permiten evaluar de manera gráfica el comportamiento de la calidad y cantidad del agua del cauce principal de la Quebrada La Fragua.

Las gráficas muestran el patrón de cada parámetro en cada una de las estaciones o puntos de muestreo ubicados a lo largo del cauce principal de la Quebrada La Fragua, desde su nacimiento en el punto X=0Km hasta su desembocadura en el punto aproximado X= 15 Km, permitiendo observar en la gráfica, el comportamiento de la calidad para las jornada de muestreo llevada a cabo en campo el día 16 de Septiembre de 2014.

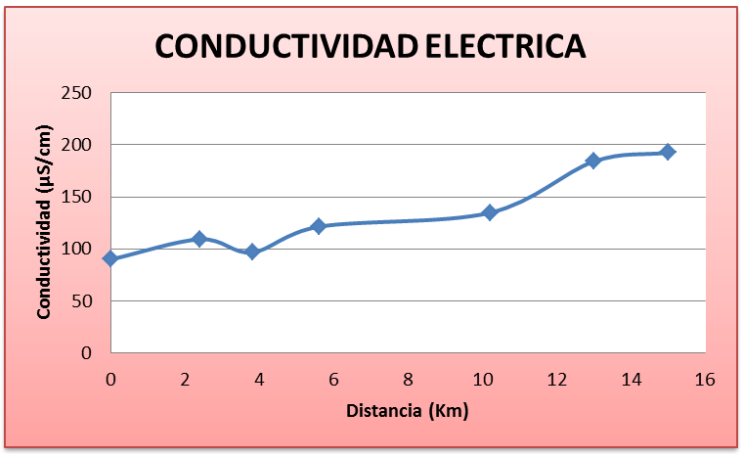
La jornada de muestreo del 16 de Septiembre de 2014 se efectuó en una temporada de transición de invierno a verano, en la cual aún se presentaban lluvias especialmente en las partes altas de las Cuencas Hidrográficas, por lo cual presenta caudales mayores

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

A continuación se muestra el análisis de los parámetros más importantes medidos sobre el cauce principal de la Quebrada La Fragua.

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

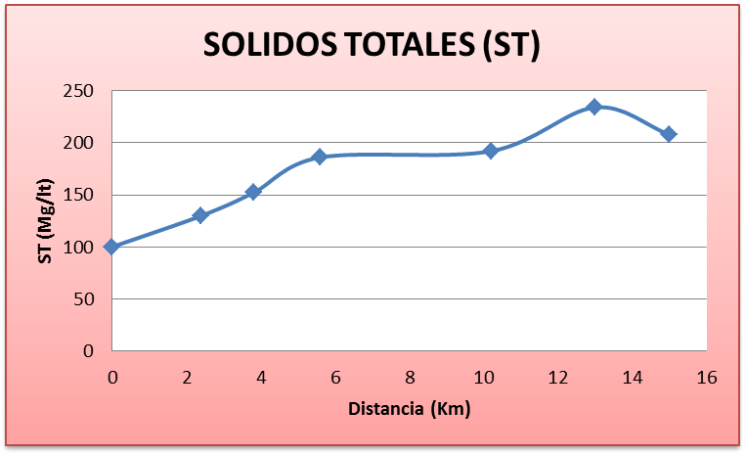
Gráfica. Conductividad Corriente Eléctrica en la Quebrada La Fragua

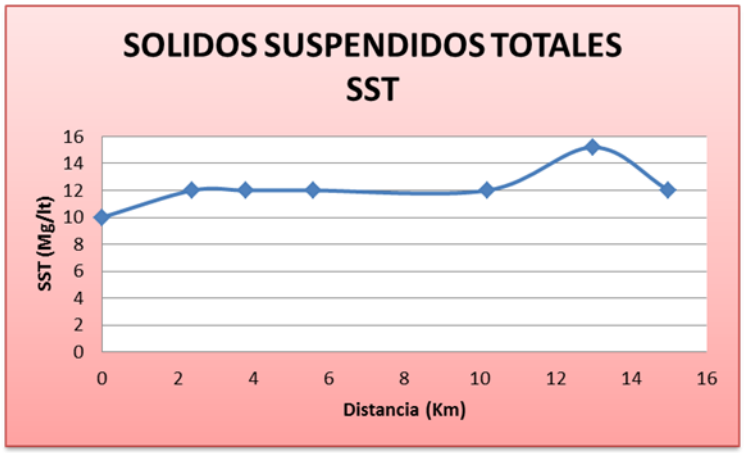


La Conductividad permite identificar cuando una fuente hídrica superficial está siendo afectada por descargas o vertimientos puntuales de origen antrópico, ya que el agua en condiciones naturales presenta valores bajos para este parámetro.
El comportamiento de la gráfica es creciente o progresivo indicando que la calidad se ve alterada a medida que se va intensificando el número de vertimientos o descargas puntuales sobre su Cauce Principal.

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

Graficas 12 y 13. Sólidos Totales, Solidos Suspendidos Totales en la Quebrada La Fragua

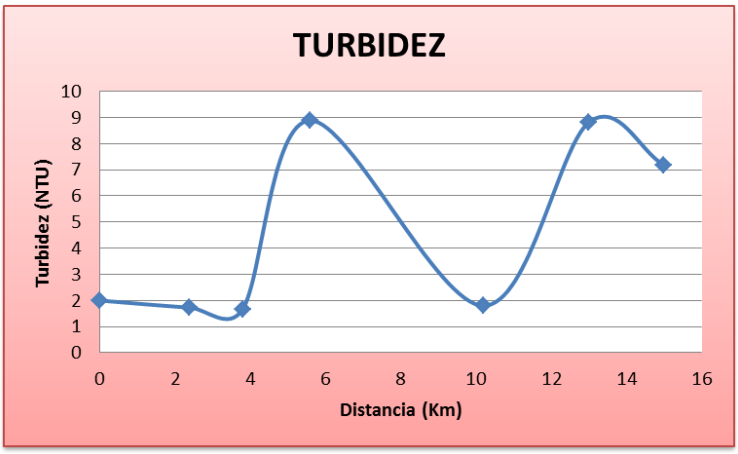




Este parámetro es clave debido a que su presencia reduce de acuerdo a la cantidad de sólidos, el paso de la luz a través del agua limitando de esta manera su actividad fotosintética. Importante para la producción de oxígeno en la fuente hídrica, los valores obtenidos en este estudio oscilan entre 100 y 200 mg/l, observando que a medida que la corriente se acerca al su desembocadura incrementa la cantidad de sólidos totales, lo que puede deberse al arrastre de sólidos por la presencia de lluvias moderadas y al aporte de las afluentes igualmente con sedimentos.

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

Grafica 16. Turbiedad en la Quebrada La Fragua

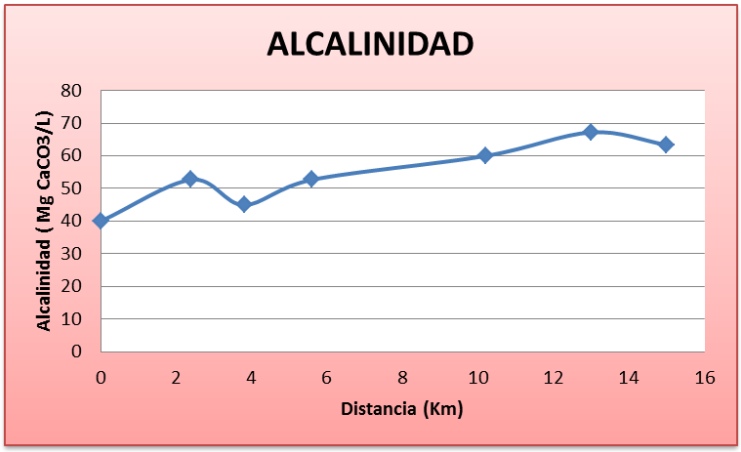


De acuerdo con la gráfica, el agua presenta una turbiedad alta después de los vertimientos municipales, los cuales tienen mayor impacto, lo cual nos indica la presencia de partículas en suspensión que impiden el paso de la luz. Es decir en esta agua puede haber presencia de óxidos de hierro, Zinc, Coloides y/o Sólidos suspendidos.

- **Alcalinidad Total:** la alcalinidad total se puede definir como la capacidad del agua para neutralizar los ácidos y representa la suma de las bases que pueden ser tituladas. Dado que la alcalinidad de aguas superficiales está determinada generalmente por el contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, ésta se toma como un indicador de dichas especies iónicas. No sólo representa el principal sistema amortiguador (tampón, buffer) del agua dulce, sino que también desempeña un rol principal en la productividad de cuerpos de agua naturales,

sirviendo como una fuente de reserva de CO2 para la fotosíntesis. Internacionalmente es aceptada una alcalinidad mínima de 20 mg de CaCO3/L para mantener la vida acuática. Cuando las aguas tienen alcalinidades inferiores se vuelven muy sensibles a la contaminación, ya que no tienen capacidad para oponerse a las modificaciones que generen disminuciones del pH (acidificación).

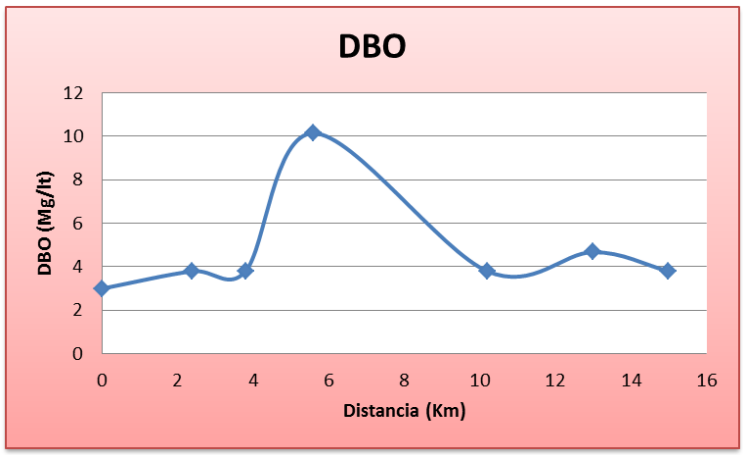
- **Gráfica**. Alcalinidad Total en la Quebrada La Fragua



De acuerdo a la apreciación anterior se observa que la alcalinidad en el cauce principal de la quebrada la fragua, se encuentra por encima de los valores cencibeles de contaminación, teniendo como valor mínimo 45 y máximo de 67 mgCaCo3/l, que permite un almacenamiento de CO2 para el proceso de fotosíntesis.

- **Demanda Bioquímica de Oxigeno DBO:** determina la cantidad de oxígeno (medido en mg/l) que es requerido para la descomposición de la materia orgánica por los organismos Unicelulares, bajo condiciones de prueba. Se utiliza para medir la cantidad descontaminación orgánica presente aguas residuales y cuerpos hídricos receptores de Vertimientos.

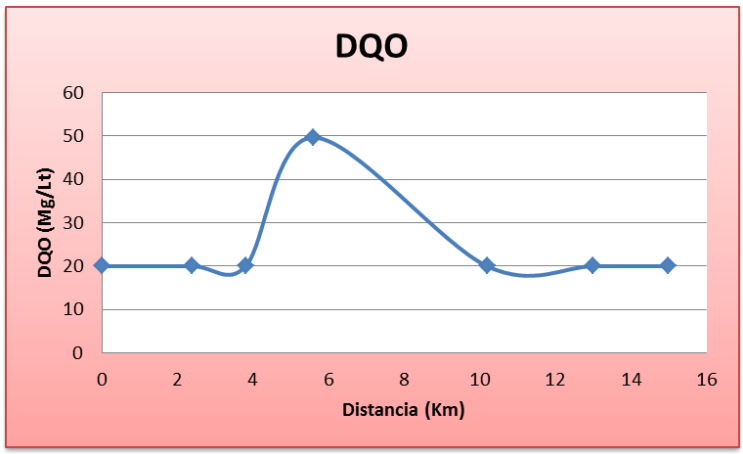
Gráfica. DBO5 en la Quebrada La Fragua



Como se observa en la gráfica la DBO al inicio la DBO es menor 3,8 mg/L que es el límite de detección para este parámetro evidenciando que hay un bajo contenido de materia orgánica biodegradable, en los puntos después de los vertimientos de los municipios la Demanda Biológica de Oxigeno aumenta debido al aporte de vertimientos que ocasionan que la materia orgánica biodegradable en estos puntos aumenten. En el municipio de san Pedro de Cartago es mucho mayor debido a que el caudal es menor.

- **Demanda Química de Oxigeno. DQO:** es la medida de cantidad de oxígeno requerido para la oxidación química de la materia orgánica e inorgánica, usando como oxidante sales inorgánicas de permanganato o dicromato de potasio.

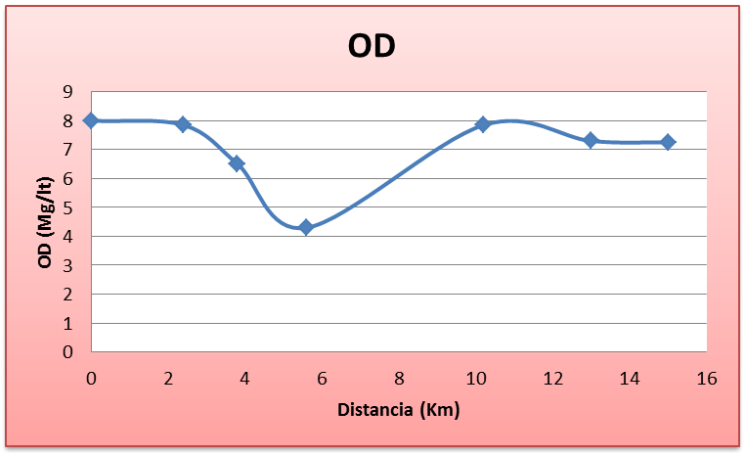
Gráfica. DQO en la Quebrada La Fragua



La gráfica de este parámetro tiene la misma tendencia de la DBO5, por lo cual se puede analizar o deducir el mismo comportamiento de la Quebrada La Fragua para el parámetro de Demanda Química de Oxígeno. De lo anterior, podemos inferir que al inicio de la Quebrada el agua presenta una Demanda Química de Oxigeno baja lo cual nos indica que el contenido de materia orgánica e inorgánica es baja, la DQO mas alta se presenta en el puntos después de los vertimientos de los municipios de San Pedro de Cartago y de la Unión debido al vertimiento de aguas residuales incrementando el contenido de materia orgánica e inorgánica en la corriente.

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

Gráfica. Oxígeno Disuelto en la Quebrada La Fragua

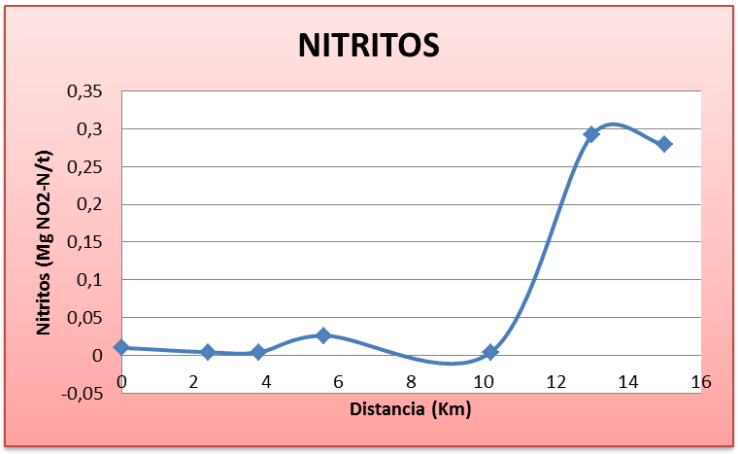


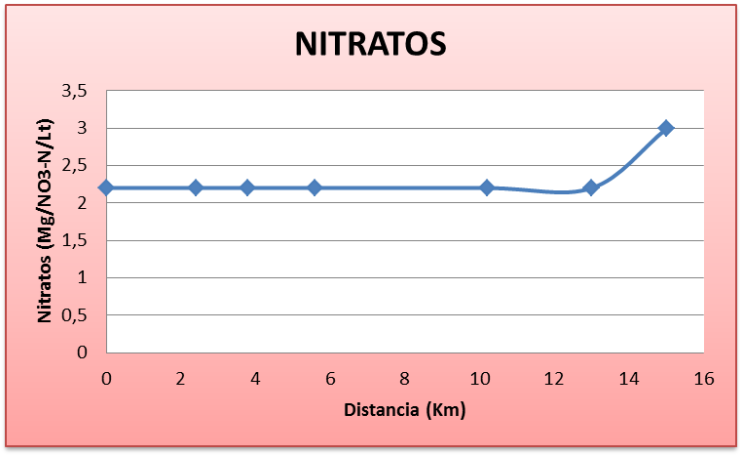
Como se puede observar en el gráfico en el inicio de la Quebrada la cantidad de oxígeno disuelto es alta por lo tanto podemos decir que la contaminación es baja, los puntos que presenta la concentración más baja de OD son después de los vertimientos de los municipios de San Pedro de Cartago y de la Unión por lo que podemos concluir que hay algún tipo de contaminación y presencia de materia orgánica e inorgánica sin descomponer, al final del cauce debido a las altas pendientes, a la presencia de piedras durante el cauce y al aporte de aguas de las diferentes Quebradas Naturales permiten que la corriente se reoxigene recuperando el valor de oxígeno disuelto en el cauce.

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

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

Grafica 24 y 25. Nitritos y Nitratos en la Quebrada La Fragua

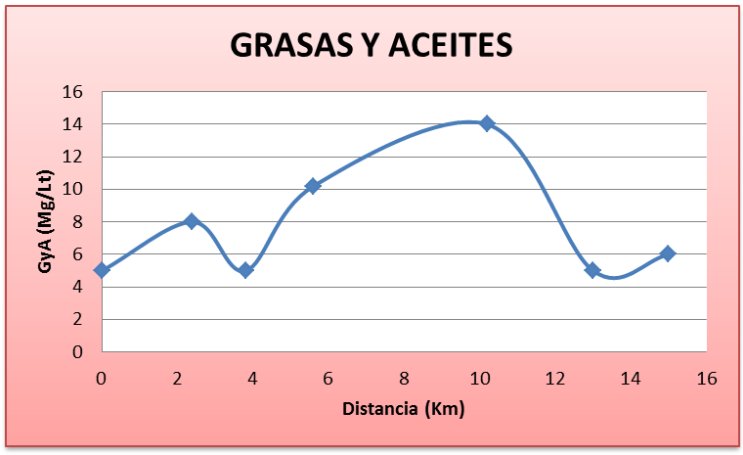




La concentración de nitritos y nitratos a lo largo de cauce presenta fluctuaciones a lo largo de toda la quebrada, lo cual nos evidencia claramente el aciclo del nitrógeno, es decir que se está presentando oxidación del amoníaco (NH3) a nitritos (NO2) y luego de nitritos a nitratos (NO3), por lo cual concluimos que hay ausencia de toxicidad y de eutrofización y en general un bajo grado de contaminación de Nitrógeno en el cauce de la quebrada. Después de los vertimientos del municipio de La Unión se presenta el valor más alto de amonio y nitritos y el más bajo de nitratos, lo cual se debe a la presencia de microorganismos del entorno descomponen materiales orgánicos, como plantas, estiércol de animales y aguas residuales. En general todas las concentraciones cumplen con los límites establecidos en la legislación legal vigente.

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

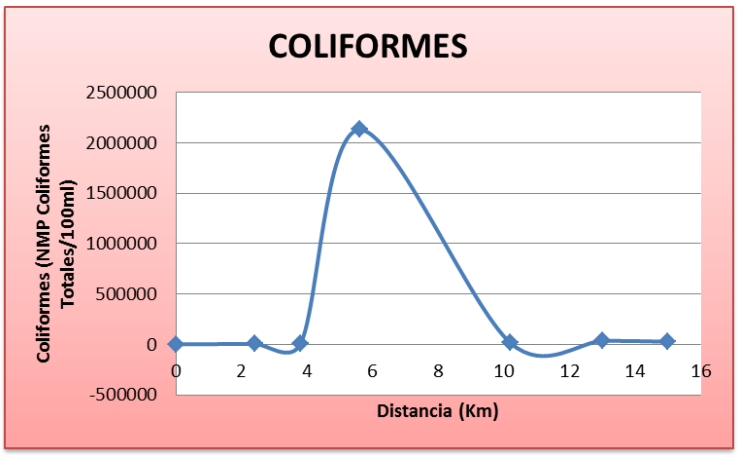
Grafica 27. Grasas y Aceites en la Quebrada La Fragua



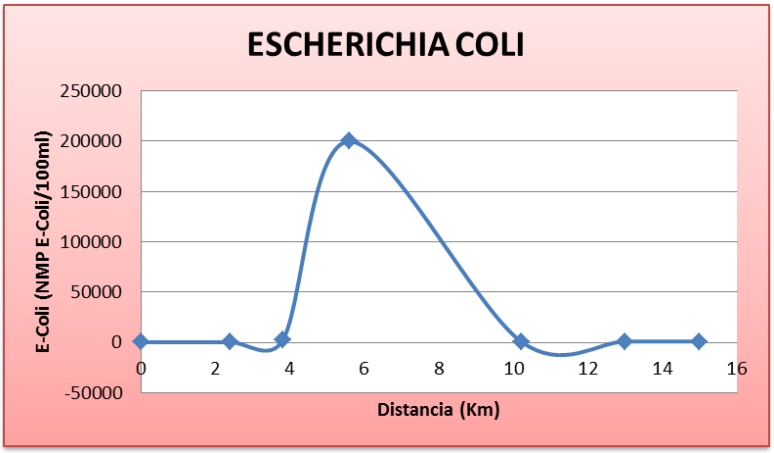
Como se observa en la gráfica podemos inferir que al inicio y al final es baja, sin embargo podemos observar que el pico más alto corresponde a los vertimientos provenientes del municipio de La Unión.

- **Coliformes Totales y Escherechia Coli:** Especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas de importancia relevante como indicadores de contaminación del agua.

Gráfica. Coliformes Totales en la Quebrada La Fragua



Gráfica. Escherechia Coli en la Quebrada La Fragua



Se observa en las anteriores graficas que en lo correspondiente a Coliformes y a Escherichia Coli se observa un pico muy notorio después de los vertimientos del municipio de San Pedro de Cartago debido al poco caudal que presenta en este tramo
A demás se identifica la calidad del recurso hídrico, detallando la contaminación producida por las descargas de desechos domésticos y aguas residuales de actividades agrícolas y de ganadería, la presencia de estos parámetros significa agua contaminada.

Consideraciones Generales del Perfil de Calidad de La Quebrada La Fragua:

La contaminación presentada sobre el cauce de la Quebrada La Fragua es principalmente de tipo u origen orgánico.

La mayor alteración o deterioro de la calidad del agua de la quebrada, se presenta después de los vertimientos del municipio de San pedro de Cartago principalmente, alterando la calidad del recurso.

6.5.4. INDICE DE CALIDAD ICA:

Utilizado para evaluar la calidad del agua de una fuente hídrica por medio de la valoración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que indican mediante un rango numérico que va de cero (0) a cien (100), si el agua es de pésima o excelente calidad para la satisfacción de los distintos usos incluyendo el desarrollo biológico y buen desempeño de los ecosistemas dependientes del cuerpo hídrico.

Este índice a pesar de haber sido desarrollado en 1970 para las condiciones propias de una región o país, es ampliamente utilizado a nivel mundial, siendo validado y adaptado por diferentes autores a condiciones específicas de los ríos o fuentes hídricas.

La metodología utilizada para el cálculo del ICA fue el de la Fundación Nacional de los Estados Unidos NSF, la cual tiene en cuenta la interrelación de nueve (9) parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, los cuales son:

- pH (en unidades de pH)
- Sólidos disueltos totales (en mg/ L)
- Fosfatos (en mg PO4/L)
- Nitratos (en N–NO3/L)
- Oxígeno disuelto (OD en % saturación)
- Demanda Bioquímica de Oxigeno en 5 días (DBO5 en mg/ L)
- Coliformes Fecales (en UFC/100ml)
- Turbiedad (en NTU)
- Temperatura (en ^{o}C)

Para evaluar y determinar las condiciones de calidad del agua de una Corriente Hídrica en distintos tramos o estaciones de muestreo, el ICA se clasifica en los siguientes rangos:

Gráfica. Clasificación Calidad De Agua Según El ICA

ICA		
VALOR	CALIDAD DEL AGUA	COLOR
91 – 100	EXCELENTE	
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 establece condiciones óptimas para la satisfacción de los usos demandados.
Las aguas con un “ICA” de categoría “Regular” tienen generalmente menos diversidad de organismos acuáticos y han aumentado con frecuencia el crecimiento de las algas, además de condicionar algunos usos.

Las aguas con un “ICA” de categoría “Mala” pueden solamente apoyar una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando probablemente problemas con la contaminación. Limita los usos

Las aguas con un “ICA” que caen en categoría “Pésima” pueden solamente 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.
Para determinar el valor del “ICA” en un punto deseado es necesario tener las mediciones de los 9 parámetros implicados en el cálculo del Índice los cuales son: pH, Solidos Disueltos, Fosfatos, Nitratos, Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxigeno, Coliformes Fecales, Turbiedad, Temperatura. Además es importante tener en cuenta los valores del peso relativo de cada uno de los 9 parámetros, tal como se indican la siguiente tabla

Tabla. Pesos Relativos Por Cada Parámetro ICA

Parámetro	Peso Relativo (W)
Coliformes fecales	0,15
pH	0,12
DBO5	0,1
Nitratos	0,1
Fosfatos	0,1
Temperatura	0,1
Turbidez	0,08
Solidos DT	0,08
Oxigeno Disuelto	0,17

Para calcular el Índice de Brown se puede utilizar una suma lineal ponderada de los subíndices (ICAa) o una función ponderada multiplicativa (ICAm). Estas agregaciones se expresan matemáticamente como sigue:

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

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

Donde:

- 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, que son mucho más sensibles a la variación de los parámetros, reflejando con mayor precisión un cambio de calidad. Es por esta razón que la técnica que se aplicará en este estudio es la multiplicativa (Ecuación 2).

Para determinar el valor del "ICA" es necesario sustituir los datos en la ecuación 2 obteniendo los Subíndices (Sub_i) a partir del análisis de las gráficas diseñadas en la metodología NSF con sus respectivas adaptaciones. Los valores se elevan por sus respectivos Pesos Relativos asignados (W_i) y se multiplican los 9 resultados obteniendo de esta manera el "ICA".

El ICA de la Quebrada La Fragua, se calculó para cada una de las seis (6) estaciones o puntos de muestreo sobre el cauce principal de la quebrada, realizada el dia 16 de Septiembre de 2014.

A continuación se presentan los ICAS calculados para cada estación o punto de muestreo sobre el Cauce Principal de la Quebrada La Fragua, con su respectiva tabla de cálculo y análisis de resultados:

Tabla. **ICA Punto de Muestreo ES_QF1**

Inicio Quebrada La Fragua				
Parametro	**Peso Relativo (W)**	**RESULTADO LAB**	**Subindice (I)**	**ICA**
coliformes fecales	0,15	384	38,43	1,728624077
pH	0,12	8,2	78	1,68675246
DBO_5	0,1	3,8	65,08	1,51825512
Nitratos	0,1	2,2	89	1,566531026
Fosfatos	0,1	0,1	94	1,575116879
Temperatura	0,1	16,5	80	1,549918988
Turbidez	0,08	1,73	94,367	1,438750912
Solidos DT	0,08	118	82,48	1,423337502
Oxigeno Disuelto	0,17	7,85	97,345	2,177776567
TOTAL	**1**	**ICA**		**75,50301141**

La calidad de agua en este punto es BUENA, a pesar que hay presencia de coliformes causado por la actividad de ganadería en la parte alta de la quebrada además de la presencia de solidos disueltos totales, los cuales pueden ser por arrastre de material. Los demás parámetros están dentro de los límites permisibles los cual nos indica que no están causando alteración a la calidad del agua.

Tabla. ICA Punto de Muestreo ES_QF2

Antes Vertimientos Cartago				
Parametro	**Peso Relativo (W)**	**RESULTADO LAB**	**Subindice (I)**	**ICA**
coliformes fecales	0,15	2.190	21,78	1,587521285
pH	0,12	8	85	1,704238104
DBO_5	0,1	3,8	65,08	1,51825512
Nitratos	0,1	2,2	89	1,566531026
Fosfatos	0,1	0,1	94	1,575116879
Temperatura	0,1	17	76	1,541989297
Turbidez	0,08	1,66	94,51	1,43893008
Solidos DT	0,08	140	79,4	1,419010602
Oxigeno Disuelto	0,17	6,5	92,94	2,160704639
TOTAL	**1**	**ICA**		**68,95225339**

La calidad del agua es REGULAR, en este punto se comienzan a presentar descargas puntuales de vertimientos de aguas residuales continuos de viviendas con presencia de actividad de especies menores como son los marranos implementados en barrios

ubicados a la orilla de la quebrada por lo cual las coliformes fecales aumentan, ocasionando así una alteración en la calidad del agua.

Tabla 40. ICA Punto de Muestreo ES_QF3

Despues Vertimientos Cartago				
Parametro	**Peso Relativo (W)**	**RESULTADO LAB**	**Subindice (I)**	**ICA**
coliformes fecales	0,15	200.000	3	1,179147646
pH	0,12	7,5	87,5	1,710176626
DBO_5	0,1	10,15	34,55	1,425098245
Nitratos	0,1	2,2	89	1,566531026
Fosfatos	0,1	0,1	94	1,575116879
Temperatura	0,1	18	76	1,541989297
Turbidez	0,08	8,89	79,331	1,418911911
Solidos DT	0,08	174	75,12	1,412734159
Oxigeno Disuelto	0,17	4,3	59,70	2,004078798
TOTAL	**1**	**ICA**		**43,92560775**

La calidad del agua es MALA, aumenta la concentración de coliformes fecales y la DBO aumenta ocasionando así una alteración en la calidad del agua de la quebrada por las descargas de aguas residuales del municipio de San Pedro de Cartago

Tabla. ICA Punto de Muestreo ES_QF4

Antes Vertimientos La Union				
Parametro	**Peso Relativo (W)**	**RESULTADO LAB**	**Subindice (I)**	**ICA**
coliformes fecales	0,15	1.000	45,6	1,773681384
pH	0,12	7,5	87,5	1,710176626
DBO_5	0,1	3,8	65,08	1,51825512
Nitratos	0,1	2,2	89	1,566531026
Fosfatos	0,1	0,1	94	1,575116879
Temperatura	0,1	18	76	1,541989297
Turbidez	0,08	1,8	94,22	1,438571486
Solidos DT	0,08	180	74,4	1,411646107
Oxigeno Disuelto	0,17	7,85	96,0	2,172631689
TOTAL	**1**	**ICA**		**77,31039038**

Tabla. ICA Punto de Muestreo ES_QF5

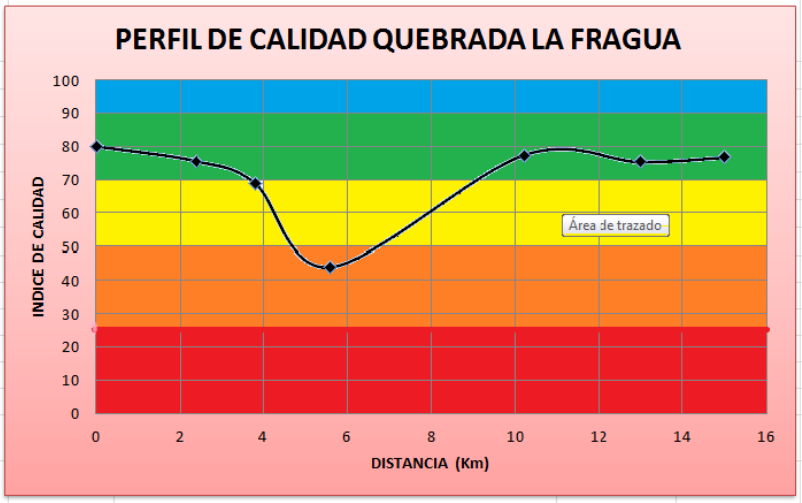
Despues Vertimientos La Union				
Parametro	**Peso Relativo (W)**	**RESULTADO LAB**	**Subindice (I)**	**ICA**
coliformes fecales	0,15	1.000	45,6	1,773681384
pH	0,12	7,36	88,2	1,711812645
DBO_5	0,1	4,68	57,7	1,500059716
Nitratos	0,1	2,2	89	1,566531026
Fosfatos	0,1	0,1	94	1,575116879
Temperatura	0,1	19	76	1,541989297
Turbidez	0,08	8,81	79,50	1,419152064
Solidos DT	0,08	218,8	70,2	1,405099143
Oxigeno Disuelto	0,17	7,3	97,36512098	2,177853084
TOTAL	**1**	**ICA**		**75,25545971**

Tabla. ICA Punto de Muestreo ES_QF6

Desembocadura Rio Mayo				
Parametro	**Peso Relativo (W)**	**RESULTADO LAB**	**Subindice (I)**	**ICA**
coliformes fecales	0,15	1.000	45,6	1,773555267
pH	0,12	7,2	89	1,713668449
DBO_5	0,1	3,8	65,08	1,51825512
Nitratos	0,1	2,2	89	1,566531026
Fosfatos	0,1	0,1	94	1,575116879
Temperatura	0,1	20	76	1,541989297
Turbidez	0,08	7,18	82,922	1,423946202
Solidos DT	0,08	196	72,48	1,408696562
Oxigeno Disuelto	0,17	7,25	96,89585631	2,176065106
TOTAL	**1**	**ICA**		**76,63591516**

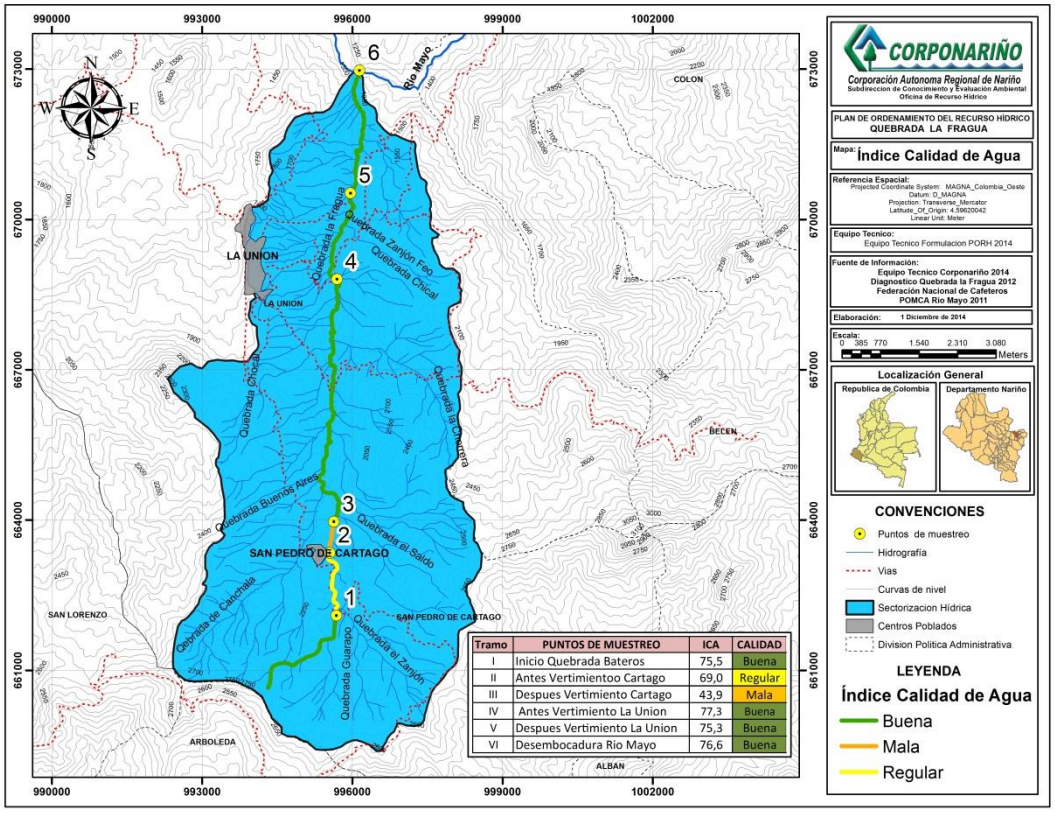
La calidad del agua es BUENA, lo cual se debe principalmente a la oxigenación debida a la presencia de piedras, pendiente en el cauce y al aporte de caudal por parte de afluentes naturales en buenas condiciones a la quebrada.

Figura. Perfil de calidad de la Quebrada La Fragua.



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada La Fragua. CORPONARIÑO 2014

Figura. Mapa de Índice de Calidad de Agua de la Quebrada La Fragua.



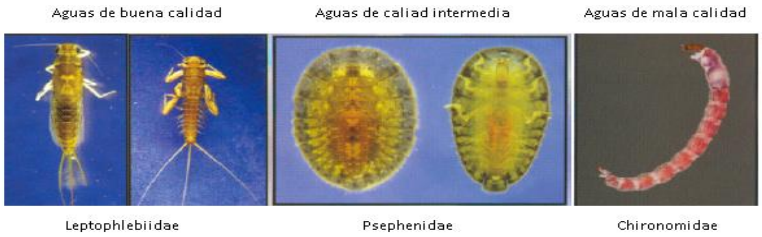
6.6. DIAGNOSTICO HIDROBIOLOGICO DE CALIDAD DEL AGUA

6.6.1. MARCO CONTEXTUAL

En la actualidad la mayoría de metodologías de estudio y seguimiento de la calidad de aguas están basadas casi exclusivamente en análisis fisicoquímicos que a pesar de aportar información valiosa tiene como principal desventaja el hecho de presentar resultados puntuales en el tiempo, por lo que se hace necesario la exploración e implementación de nuevas opciones (Alonso, A.2005).

El seguimiento y evaluación de una comunidad biológica puede presentarse como una alternativa, ya que su estructura funcional integra el efecto de muchos factores ambientales y, además, necesita de un tiempo más o menos prolongado para recuperarse tras sufrir una perturbación, de tal forma que una alteración de la estructura de la comunidad con respecto a las condiciones naturales, puede ser indicativa de una perturbación sufrida tiempo atrás o que aún está afectando a la comunidad y que para determinados procesos de contaminación esporádica, son detectados mejor, por medio de un seguimiento biológico que fisicoquímico (Alonso, A.2005).
Con base en lo anterior y entendiendo la importancia de complementar y enriquecer los análisis desde un punto de vista biológico, la Corporación Autónoma Regional de Nariño, busca construir una visión integral del agua como recurso tanto en entidades públicas y privadas como en la comunidad en general. Para ello implementa dentro de la Formulación de Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH) vigencia 2014, un criterio hidrobiológico difundido y aplicado a nivel mundial que utiliza los macroinvertebrados acuáticos (Figura 1) como indicadores de calidad a través del índice BMWP (Biological Monitoring Working Party Score System), el cual ha demostrado eficacia en la detección de puntos de alteración y en el cartografiado de la calidad de las aguas por presentar características únicas y ventajosas frente a otros métodos tales como: tener una amplia distribución (geográfica y en diferentes tipos de ambientes), gran riqueza de especies con diversidad de respuestas a los gradientes ambientales, ser en su mayoría sedentarios, lo que permite el análisis espacial de la contaminación, poder utilizar su reacción de huida (deriva) como indicador de contaminación, tener ciclos de vida largo reflejando contaminación en el tiempo, ser muestreados de forma sencilla y barata, disponer de una taxonomía en general bien conocida a nivel de familia y género, sensibilidad bien conocida de muchos taxa a diferentes tipos de contaminación y el uso de muchas especies en estudios experimentales sobre los efectos de la contaminación (Prat, N. 2009).

Figura 1. Macroinvertebrados representativos de aguas de buena, intermedia y mala calidad.

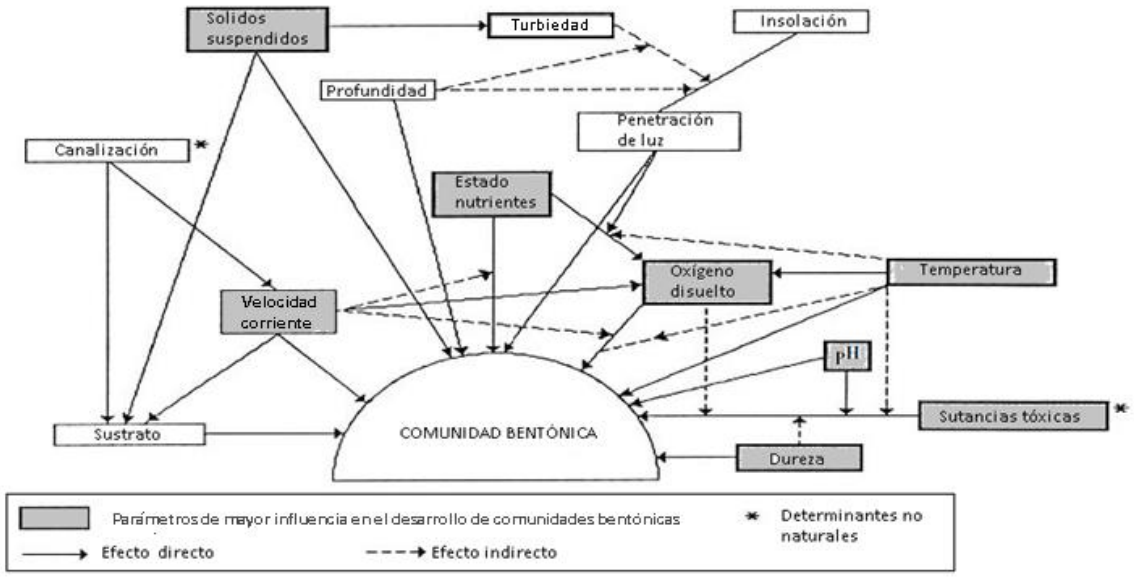


Fuente: Bioindicadores del agua, Springer M. 2007

- **Identificación y características medioambientales de la zona de estudio**

El conocimiento de las condiciones climáticas y topográficas generales de la zona de estudio es de vital importancia en evaluaciones que representan una característica de tipo biológico ya que condicionan tanto los ciclos vitales de los seres vivos como la dinámica de sus comunidades. Los parámetros físicos y químicos que determinan el desarrollo de los organismos vivos, están relacionados entre sí de forma compleja; un ejemplo se observa en los organismos que habitan el fondo de los ecosistemas acuáticos (comunidades bentónicas), donde intervienen múltiples factores que determinan su desarrollo, algunos de los cuales se afectan con mayor intensidad por parámetros como: Sólidos suspendidos, estado de los nutrientes, velocidad de la corriente, oxígeno disuelto, temperatura, pH, dureza y sustancias tóxicas (Figura 2).

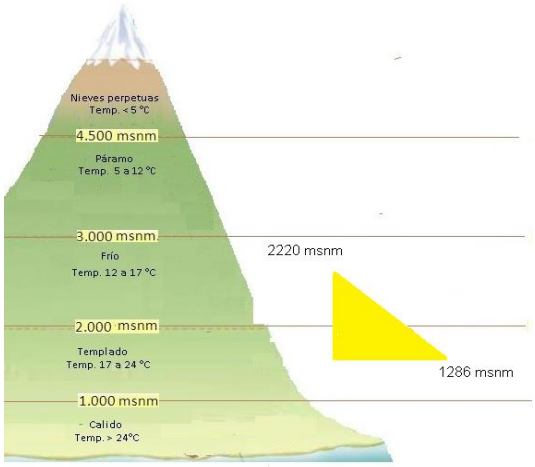
Figura 2 .Relación e influencia de parámetros físicos y químicos que determinan las comunidades bentónicas de un río.



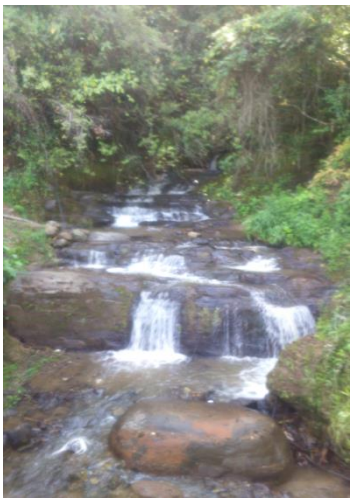
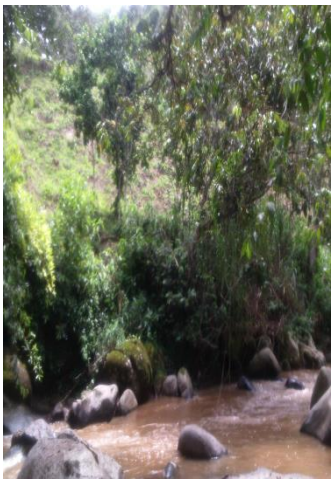
Fuente: *Biological monitoring of rivers* (Vol. 19). John Wiley & Sons. (2008)

Teniendo en cuenta lo anterior, en la fase de diagnóstico del PORH, se realizaron salidas de campo en compañía del grupo de profesionales asignados para el desarrollo de este proceso con el fin de identificar características de la microcuenca que permitan tener una aproximación del estado de disponibilidad del sustrato (limo, algas, tallos, hojas, etc.) con que se alimentan los macroinvertebrados, así: en relación con la cobertura vegetal (Cuadro 2), temperatura y clima en relación con los pisos térmicos y ubicación geográfica de la corriente hídrica (Cuadro 1), características físicas de la corriente (Cuadro 3) y usos del agua y afectaciones antrópicas de la microcuenca (Cuadro 4). Toda esta información se utiliza como referencia en el diseño de los muestreos ya que no solo las intervenciones antrópicas pueden hacer variar el desarrollo de las comunidades bentónicas sino los factores ambientales y climáticos de la zona como condiciones de estado natural de la corriente (Segnini, S. 2003).

Cuadro 1. Piso térmicos que atraviesa la quebrada La Fragua y características generales del clima y temperaturas de la zona donde se ubica la microcuenca.

CARACTERISTICAS CLIMATICAS GENERALES	
Pisos Térmicos 	Situada sobre la cordillera occidental de los Andes, nace a los 2220 msnm y desemboca después de 15 km de recorrido en el Rio Mayo a una altura de 1286 msnm. Se ubica en la región ecuatorial, caracterizada por presentar regímenes de precipitaciones, humedades relativas e intensidades lumínicas altas. El cauce de la quebrada atraviesa dos pisos térmicos: Frio y Templado, característica especial que determina la temperatura de cada zona: • 12 a 17 °C en la zona media • 17 a 24°C en la parte baja

Cuadro 2. Características generales de cobertura vegetal de la ronda hídrica discriminada por zonas.

CARACTERISTICAS GENERALES DE COBERTURA VEGETAL DE LA RONDA HÍDRICA		
ZONA ALTA	**ZONA MEDIA**	**ZONA BAJA**
Presencia de bosques primarios y secundarios.	Presencia de bosques secundarios y cultivo extensos de café.	Presencia de bosques secundarios y cultivo extensos de café y plátano.
		

Cuadro 3. Morfología general y características físicas de la corriente.

CARACTERISTICA FISICAS DE LA CORRIENTE		
	Insolación	**Morfología general del Cauce y características del flujo de agua.**
Zona Alta	Baja. Cobertura vegetal densa.	Flujo turbulento por lecho rocoso y pendientes pronunciadas. Su ancho oscila entre los 3 y 4 metros. Su velocidad media de 0.3 m/s.
Zona Media	Media. Cobertura vegetal.	Flujo turbulento, pendientes medias y lecho rocoso. Su ancho oscila entre 4 y 7 metros aproximadamente. Velocidad media de 0.4 m/s. Aumento considerable de caudal con relación a la zona alta.
Zona Baja	Media. Cobertura vegetal.	Flujo turbulento, pendientes medias y lecho rocoso. Su ancho oscila entre 4 y 7 metros aproximadamente. Velocidad media de 0.4 m/s.

Cuadro 4. Usos del recurso hídrico y principales intervenciones antrópicas de la corriente.

INTERVENCIONES ANTROPICAS DE LA CORRIENTE		
Zona Alta		• No se identifican intervenciones en esta zona.
Zona Media	 	• Vertimientos directos aguas residuales Municipios de San Pedro de Cartago. • Vertimientos a través de afluentes naturales de las aguas residuales Municipios de La Unión. • Grandes cultivos de café y plátano sobre o muy cercanos a su ronda hídrica. • Descargas de aguas de aguas residuales del proceso productivo del café a través de acequias en época de cosecha (Marzo a Julio).
Zona Baja	 	• Grandes cultivos de café y plátano sobre o muy cercanos a su ronda hídrica. • Descargas de aguas de aguas residuales del proceso productivo del café a través de acequias en época de cosecha (Marzo a Julio).

Fuente: Este estudio. CORPONARIÑO 2014

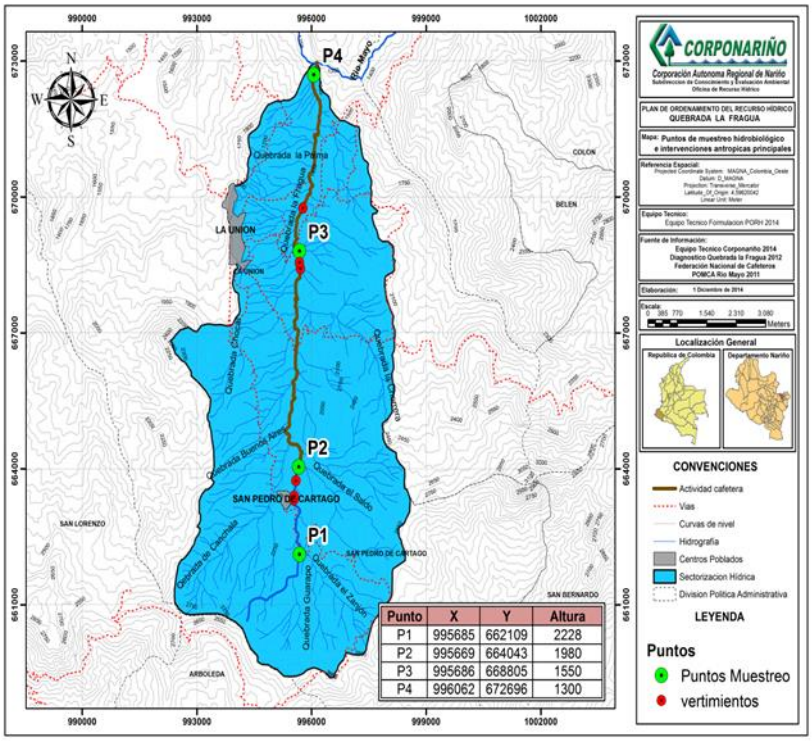
6.6.2. METODOLOGÍA

- **Planificación, diseño y ejecución del muestreo**

Con referencia a las características medioambientales descritas anteriormente y de acuerdo con la información levantada en campo, se determinan los lugares para la

realización de los muestreos correspondientes (Mapa 1), dando mayor importancia a los lugares donde se presenten intervenciones antrópicas (Cuadro 5).

Mapa 1. Ubicación geográfica de puntos de muestreo e intervenciones antrópicas.



Cuadro 5. Criterios para determinar los puntos de evaluación de la calidad hidrobiológica del agua

Puntos	Criterios para determinar los puntos de evaluación de la calidad hidrobiológica del agua	Características físicas del punto
1 Inicio Quebrada La Fragua	Conocer la calidad del agua con la que parte la corriente y ser referente para los puntos siguientes.	Aguas claras, turbulentas y sin presencia de olores. Bosque primario y secundario. Material vegetal acumulado en las orillas y rocas de tamaño mediano y grande dentro de su cauce.
2 Después Casco Urbano San Pedro de Cartago	Evaluar la calidad del agua después de las descargas directas de aguas residuales domésticas del casco urbano de San Pedro de Cartago.	Aguas turbias, presencia de olores sépticos, vegetación sobre la ronda hídrica.

3 Después Casco Urbano La Unión	Evaluar la calidad del agua s descargas directas de aguas residuales domésticas del casco urbano de La Unión. Determinar si existen efectos residuales de la contaminación de la temporada de cosecha cafetera.	Aguas turbias y turbulentas, presencia de olores sépticos, vegetación sobre la ronda hídrica.
4 Antes de la desembocadura al Rio Mayo	Evaluar la capacidad de recuperación natural de sus aguas en el recorrido por su tramo final. Determinar si existen efectos residuales de la contaminación de la temporada de cosecha cafetera.	Aguas claras y turbulentas, presencia leve de olores sépticos, vegetación sobre la ronda hídrica.

- **Metodología para la toma de muestras.**

En los puntos de muestreo se tomó un área no mayor a 10 veces el cuadrado del ancho de la Quebrada; en este trayecto fueron identificados los diferentes microhábitats presentes como: hojarasca, arena, grava y piedras; de cada uno de ellos se tomaron muestras. La unidad de esfuerzo fue de 45 minutos, se hizo captura manual con red de Surber (Figura 3). Las muestras extraídas se colocan en una bandeja blanca y con ayuda de pinzas se extraen y trasladan los macroinvertebrados a recipientes con alcohol a 70%, rotulados con el número correspondiente de cada punto y nombre de la corriente, para su posterior identificación en el laboratorio de Limnología de la Universidad de Nariño.

Figura 3. Captura de macroinvertebrados con red de Surber.



Figura 4. Esquema del proceso de recolección de macroinvertebrados bentónicos.



- **Trabajo de campo**

Se realizaron dos muestreos en el año; uno correspondiente al período seco (Septiembre 16) y otro al período lluvioso (Octubre 31), con el fin de identificar características propias de la corriente para cada temporada y establecer si existen variaciones significativas en los parámetros hidrobiológicos que influyan en el análisis de los resultados. Registros fotográficos de las salidas de campo se pueden observar en la Cuadro 6.

Cuadro 6. Registros fotográficos de las salidas de campo correspondientes a las dos jornadas realizadas.

Jornada de muestreo Septiembre 16



Recolección macroinvertebrados desembocadura Rio Mayo.



Recolección de macroinvertebrados sector vereda el Guabo

Jornada de muestreo Octubre 31



Recolección macroinvtebrados Parte alta de la Quebrada.



Recolección macroinvertebrados después vertimientos San Pedro de Cartago

6.4.2. RESULTADOS

Los ejemplares colectados se identificaron en el laboratorio con la ayuda de estereoscopios y de claves taxonómicas. Los individuos fueron depositados en la colección de macroinvertebrados del Laboratorio de Limnología de la Universidad de Nariño. Se registraron los datos de Clase, Orden, familia y la puntuación del grado de tolerancia a la contaminación reportado para el índice BMWP/Col (Roldán Pérez, G. A. 2003) para cada punto muestreado. (Cuadros 7 a 11)

Cuadro 7. Clase, Orden, familia y puntuación del grado de tolerancia a la contaminación reportado para el índice BMWP/Col de los Macroinvertebrados para el punto 1 y registros fotográficos de laboratorio de algunas familias.

Punto 1				
Id	Clase	Orden	Familia	BMWP/Col
1	Insecta	Coleoptera	Elmidae	6
2	Insecta	Coleoptera	Gyrinidae	9
3	Insecta	Diptera	Chironomidae	2
4	Insecta	Diptera	Simuliidae	8
5	Insecta	Diptera	Tipulidae	3
6	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	7
7	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	7
8	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	9
9	Insecta	Plecoptera	Perlidae	10
10	Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	9
11	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	7
12	Turbellaria	Tricladida	Planariidae	7



Clase: *Turbellaria*
Orden:*Tricladida*
Familia: *Planariidae*



Clase: *Insecta*
Orden: *Plecoptera*
Familia: *Perlidae*



Clase: *Insecta*
Orden: *Diptera*
Familia: *Tipulidae*



Clase: *Insecta*
Orden: *Coleoptera*
Familia: *Gyrinidae*

Cuadro 8. Clase, Orden, familia y puntuación del grado de tolerancia a la contaminación reportado para el índice BMWP/Col de los Macroinvertebrados para el punto 2 y registros fotográficos de laboratorio de algunas familias.

Punto 2				
Id	Clase	Orden	Familia	BMWP/Col
1	Insecta	Coleoptera	Elmidae	6
2	Insecta	Diptera	Chironomidae	2
3	Insecta	Diptera	Simuliidae	8

4	Insecta	Diptera	Tipulidae	3
5	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	7
6	Insecta	Trichoptera	Helicopsychidae	8
7	Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	9
8	Turbellaria	Tricladida	Planariidae	7



Clase: *Turbellaria*
Orden:*Tricladida*
Familia: *Planariidae*



Clase: *Insecta*
Orden: *Diptera*
Familia: *Chironomidae*



Clase: *Insecta*
Orden: *Diptera*
Familia: *Tipulidae*



Clase: *Insecta*
Orden: *Diptera*
Familia: Simuliidae

Cuadro 9. Clase, Orden, familia y puntuación del grado de tolerancia a la contaminación reportado para el índice BMWP/Col de los macroinvertebrados para el punto 3 y registro fotográficos de laboratorio de la familia identificada.

Punto 3				
Id	Clase	Orden	Familia	BMWP/Col
1	Gastropoda	Basommatophora	Physidae	3
2	Insecta	Diptera	Chironomidae	2
3	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	7
4	Malagostraca	Amphipoda	Hyalellidae	7



Clase: *Malagostraca*
Orden: *Amphipoda*
Familia: *Hyalellidae*



Clase: *Insecta*
Orden: *Diptera*
Familia: *Chironomidae*



Clase: Gasteropoda
Orden:
Basommatophora
Familia: *Physidae*



Clase: *Insecta*
Orden:
Ephemeroptera
Familia: *Baetidae*

Cuadro 10. Clase, Orden, familia y puntuación del grado de tolerancia a la contaminación reportado para el índice BMWP/Col de los macroinvertebrados para el punto 4 y registros fotográficos de laboratorio de algunas familias.

Punto 4				
Id	Clase	Orden	Familia	BMWP/Col
1	Gastropoda	Basommatophora	Physidae	3
2	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	10
3	Insecta	Diptera	Chironomidae	2
4	Insecta	Odonata	Calopterygidae	7
5	Insecta	Odonata	Libellulidae	6
6	Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	9
7	Malagostraca	Amphipoda	Hyalellidae	7



Clase: *Gastropoda*
Orden: *Basommatophora*
Familia: *Physidae*



Clase: *Insecta*
Orden: *Odonata*
Familia: Calopterygidae



Clase: *Insecta*
Orden: *Coleoptera*
Familia: Ptilodactylidae



Clase: *Insecta*
Orden: *Diptera*
Familia: *Chironomidae*

- **Índice de calidad (BMWP). Puntaje y Mapas de Calidad**

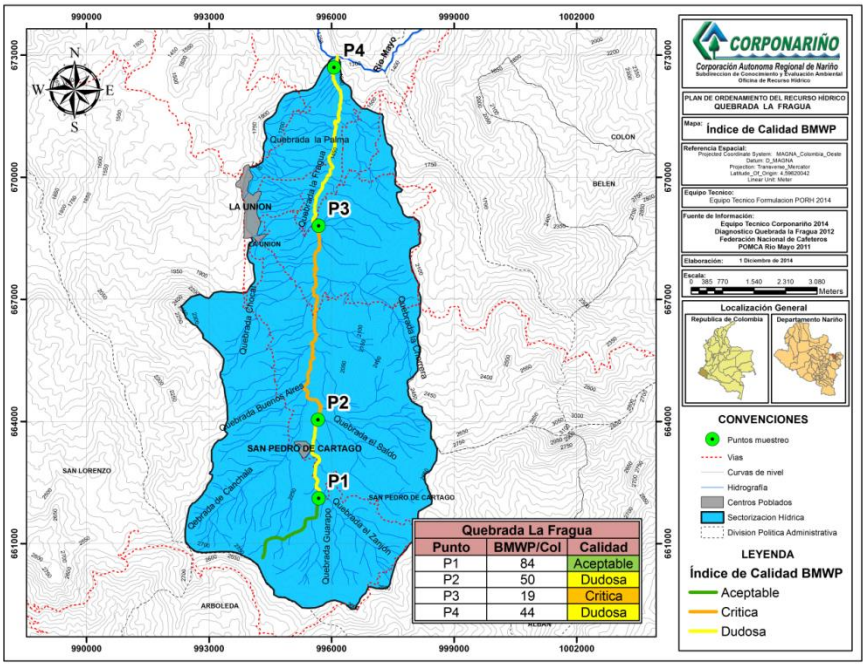
  El cálculo del índice BMWP/Col se realizó sumando los puntajes del grado de tolerancia de las familias de macroinvertebrados encontrados en cada punto. La clasificación, significado y colores para representaciones cartográficas (Mapa 1) se basan en el cuadro 11 tomada de Roldán Pérez, G. A. (2003).

Cuadro 11. Clases de calidad de agua, valores BMWP/Col, significado y colores para representaciones cartográficas. (Roldan 2003).

Clase	Calidad	Valor del BMWP	Significado	Color
I	Buena	>150	Aguas muy limpias	

		101-120	Aguas no contaminadas	
II	Aceptable	61-100	Ligeramente contaminadas: Se evidencian efectos de contaminación	
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	
IV	Critica	16-35	Aguas muy contaminadas	
V	Muy Critica	<15	Aguas fuertemente contaminadas, situación critica	

Mapa 2. Cartografía de calidad del agua Puntaje BMWP/col, calidad de agua y color para representación cartográfica de cada tramo.



Cuadro 12. Clase, calidad de agua, valores BMWP/Col y significado de resultados hidrobiológicos para la quebrada La Fragua. (Roldan 2003).

Clase	Calidad	Valor BMWP/Col	Significado
I	Aceptable	84	Ligeramente contaminadas: Se evidencian efectos de contaminación
III	Dudosa	50	Aguas moderadamente contaminadas
I	Critica	19	Aguas muy contaminadas
III	Dudosa	44	Aguas moderadamente contaminadas

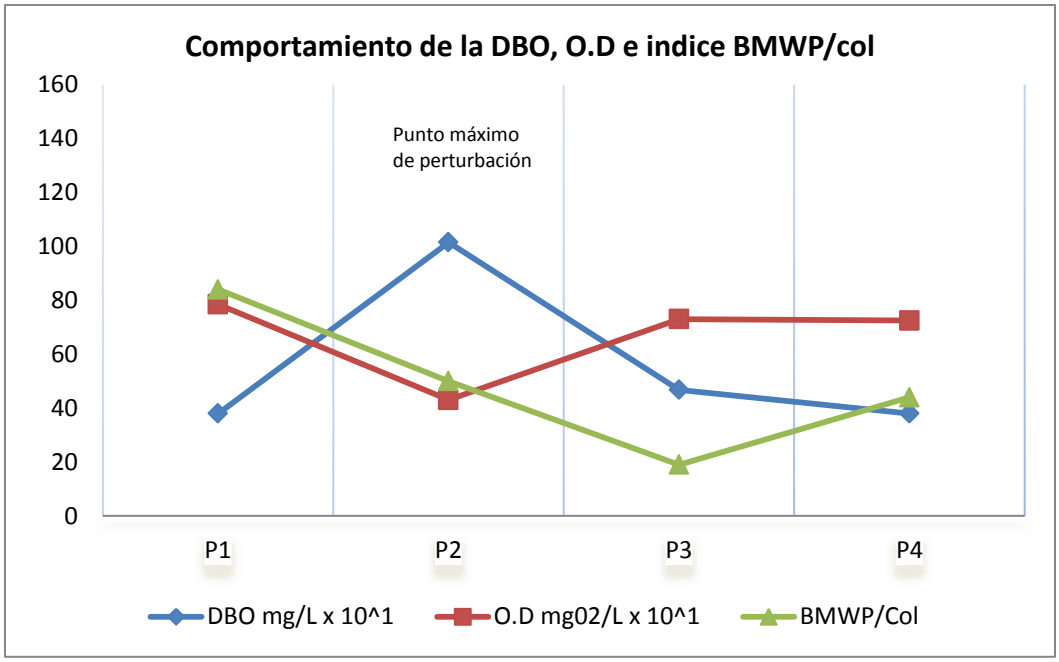
6.4.3. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo con lo planteado en la etapa de diseño del muestreo donde se identifican las principales intervenciones antrópicas, se realiza un análisis de los parámetros hidrobiológicos y fisicoquímicos (Grafica 1) en cada punto con el fin de evaluar el impacto que tienen sobre la calidad del agua.

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos del agua en los puntos de muestreo hidrobiológico.

Puntos	Solidos totales mg/L	Dureza mg CaCO3/l	pH	Coliformes UFC/100ml	E.Coli UFC/100ml	DBO mg/L	DQO mg/L	O.D mg02/L	O.D % sat.
P1	130	36	8.2	6,200	384	<3.8	<20	7.85	103.70
P2	186	38	7.5	2,160,000	200,000	10.15	49.69	4.3	61.13
P3	234	56	7.36	35,000	1,000	4.68	20	7.3	98.73
P4	208	63	7.2	27,500	1,000	<3.8	<20	7.25	97.79

Grafica 1. Comportamiento del índice BMWP/col, DBO, O.D y punto de mayor perturbación de los parámetros fisicoquímicos e hidrobiológicos.



Punto 1. Inicio Quebrada La Fragua

Los análisis de calidad hidrobiológica muestran que el agua está en excelentes condiciones, confirmando los resultados obtenidos en los análisis fisicoquímicos. Para ambos casos, las puntuaciones en sus índices de calidad del agua fueron altas, 75.5 y 85 ICA y BMWP respectivamente, clasificando el agua como buena. Los únicos parámetros que tienen un número relativamente alto son las coliformes totales y fecales con 6200 UFC/100ml y 309 UFC/100ml respectivamente si se tiene en cuenta que es la zona alta. La diversidad de familias de macroinvertebrados encontradas (12) y la presencia de peces demuestran la excelente calidad del agua en este punto que se puede explicar por la poca intervención antrópica y la conservación de las condiciones naturales de bosque primario en su ronda hídrica.

Punto 2. Después Casco Urbano San Pedro de Cartago

El impacto de la contaminación producida por las descargas directas de las aguas residuales domesticas del casco urbano del municipio de San Pedro de Cartago, producen un fuerte impacto sobre la calidad del agua, puntajes de 43.93 para el ICA y 50 para el BMWP demuestran un descenso importante con relación al punto anterior. Los análisis fisicoquímicos muestran alteraciones importantes en la DBO 10.15 mg/L, coliformes totales y fecales con valores de 2160000 UFC/100ml y 200000UFC/100ml respectivamente y una disminución del oxígeno disuelto del 45.3% con relación al punto anterior. Esta situación influye directamente sobre las comunidades de macroinvertebrados reduciendo en 4 el número de familias encontradas y donde la presencia de *Chironomidae y Planariidae* refleja la pérdida de calidad del agua ya que están asociadas a habitar ambientes mesotróficos (Roldán, G. 1988 y Oscoz, J 2011).

Punto 3. Después Casco Urbano La Unión

En este punto se ha recibido las descargas de los colectores del municipio de la Unión a través de afluentes naturales, sin embargo, la calidad fisicoquímica del agua aumenta considerablemente ya que su puntaje de 75.26 la clasifica como buena. La disminución en la DBO, coliformes totales y fecales a valores de 4.68 mg/L, 35000 UFC/100 ml y 1000 UFC/100 ml respectivamente y la recuperación del 41 % en el oxígeno explican el ascenso de la calidad fisicoquímica del agua. En contraste el índice BMWP/Col con un puntaje de 19 y 4 familias encontradas dos de ellas *Physidae y Chironomidae* tolerantes a todos los tipos de contaminación orgánica (Oscoz, J 2011) muestran una muy pobre calidad hidrobiológica de estas aguas.

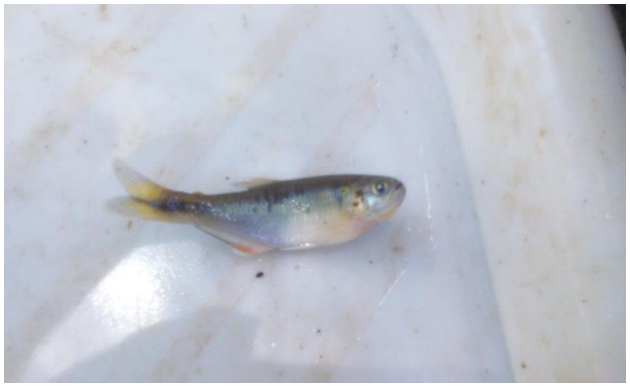
Punto 4. Desembocadura Rio Mayo

La capacidad de recuperación que alcanza el agua en este punto es considerable ya que la puntuación BMWP/Col pasa de 19 a 44 y con tres familias más encontradas con relación al punto anterior, permite subir a calidad dudosa en la escala de clasificación de

calidad del agua hidrobiológica. Los resultados de los laboratorios fisicoquímicos confirman la recuperación en la calidad del agua con un incremento del ICA a 76.44 y el descenso de Coliformes totales y fecales a valores de 27500 UFC/100ml y 1000 UFC/100ml respectivamente. Parámetros como la DBO y el oxígeno disuelto recuperan las condiciones iniciales (Punto 1).

Se encontró además en este punto evidencia de la existencia de peces (Figura 5).

Figura 5.Evidencia de peces sector desembocadura rio Mayo.



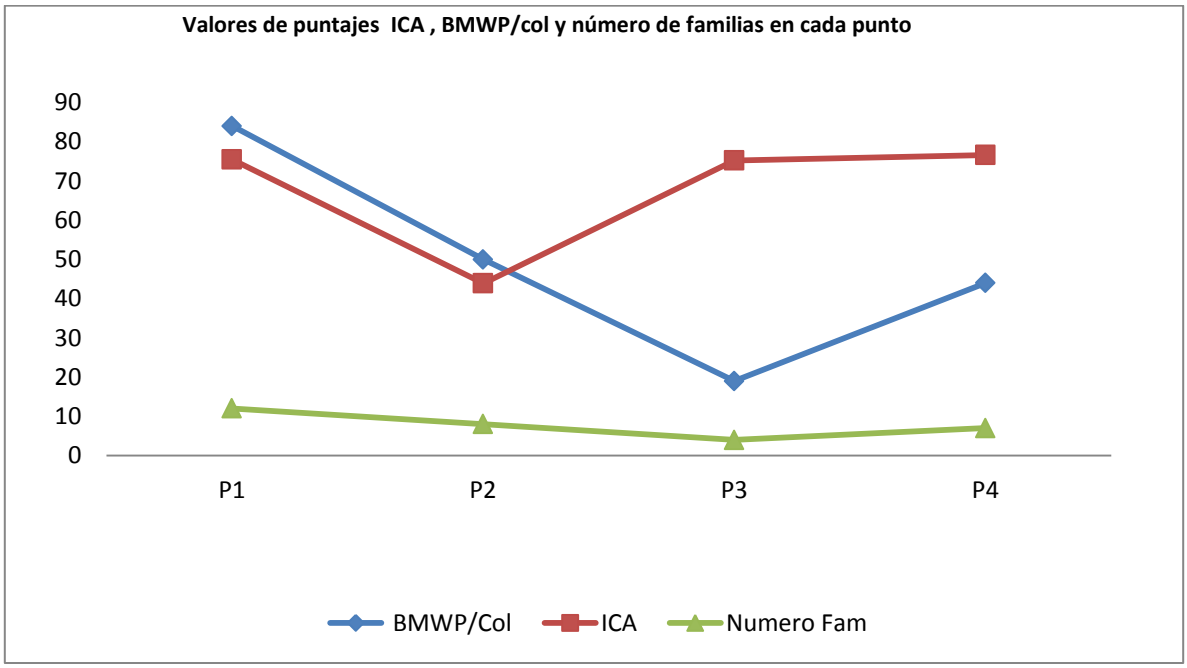
- **Análisis general de calidad del agua quebrada La Fragua**

El contraste de los índices ICA y BMWP/Col ofrece una visión del estado de la calidad del agua en toda la corriente; de su análisis se visualiza cómo los dos índices describen de manera similar una pérdida en la calidad del agua en el punto 2 y recuperación en el punto 4 discrepando únicamente en el punto 3 (Grafica 2).

Tabla 2. Puntajes y clasificación cualitativa de los índices de calidad del agua fisicoquímica ICA e hidrobiológica BMWP/Col en cada punto de muestreo.

Puntos	ICA		BMWP/Col	
	Cuantitativo	Cualitativo	Cuantitativo	Cualitativo
1	75.50	Buena	84	Aceptable
2	43.93	Mala	50	Dudosa
3	75.26	Buena	19	Critica
4	76.64	Buena	44	Dudosa

Grafica 2. Valores y comportamiento general del ICA, BMWP/col y número de familias.



De igual manera se encuentra que aunque parámetros fisicoquímicos como el pH entre 7.2 y 8.2 unidades, las saturaciones de oxígeno entre el 61 % y 103 % y la dureza entre 33 y 63 mg CaCO3/l, están dentro de los intervalos normales y no representan condiciones desfavorables para el establecimiento de la biota acuática; el número de familias de macroinvertebrados bentónicos por punto, si varía y exhibe un comportamiento similar al de los índices de calidad ICA y BMWP/Col (Grafica 2). Esta situación demuestra que si bien, los parámetros fisicoquímicos más influyentes en el desarrollo de la vida acuática están dentro de los intervalos normales con excepción del punto 2 donde el oxígeno disuelto es bajo, el deterioro del hábitat implica pérdidas en la diversidad de los organismos que naturalmente lo habitan (Segnini, S. 2003), que para el caso de los macroinvertebrados bentónicos significa cambios en las fuentes de sustrato (Mancilla, G.2009) y cambios intempestivos de las condiciones fisicoquímicas y biológicas de la corriente.

En la quebrada La Fragua el comportamiento en los índices de calidad ICA y BMWP/Col permiten visualizar estas dos condiciones claramente (Grafica 1), donde a partir del punto 1, la perdida de las condiciones naturales de bosque primario presente en la ronda hídrica contribuyen en el deterioro de la calidad del agua y en los puntos 2 y 3 los cambios abruptos en las condiciones fisicoquímicas del agua desencadenan graves afectaciones a nivel biótico.

6.4.4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En general se observa que el diseño en la ubicación de los puntos permitió hacer una buena descripción de las afectaciones a la calidad hidrobiológica del agua de la quebrada

La Fragua porque contempla las diferentes condiciones en las que se puede encontrar y las causas que la generan, de tal manera que pueda identificarse adecuadamente las situaciones y soportar el planteamiento de estrategias o alternativas para su mejoramiento. Así mismo, se considera importante la evaluación diagnóstica de la calidad del agua a través de los índices hidrobiológicos y fisicoquímicos, BMWP/Col e ICA respectivamente, ya que aportan mayores niveles de confiabilidad.

La parte alta de la quebrada La Fragua no presenta afectaciones graves en la calidad del agua, la conservación de sus condiciones naturales en la ronda hídrica y una topografía de pendientes pronunciadas con una serie de pequeñas cascadas contribuyen a que las condiciones del agua en este punto sean excelentes y aptas para todo tipo de usos.

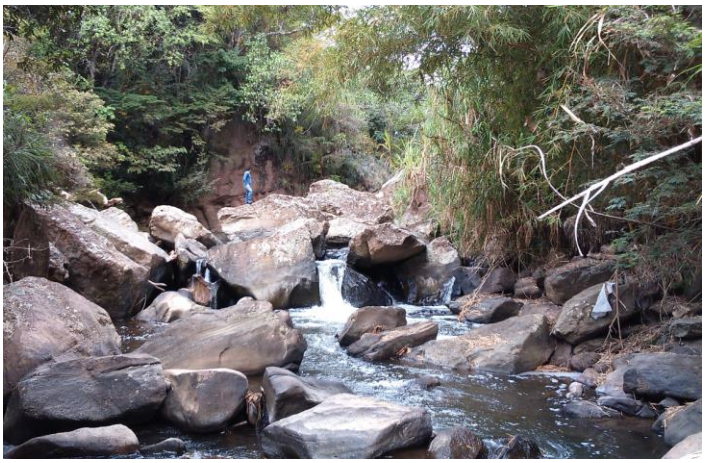
El impacto que tienen las descargas directas de las aguas residuales sobre la quebrada en sus condiciones fisicoquímicas son grandes, debido a que su pequeño caudal (200 LPS) no alcanza a asimilar las cargas vertidas por todo el casco urbano del municipio de San Pedro de Cartago. Sin embargo, resulta extraño que el puntaje BMWP/Col alcance un valor de 50 y el número de familias encontradas sea 8 ya que para puntos en similares condiciones en otras corrientes evaluadas dentro de los PORH 2014 la situación hidrobiológica del agua es crítica. Por esta razón se sugiere realizar evaluaciones periódicas para establecer con certeza si esta diferencia es producto de procesos adaptativos de los macroinvertebrados o de alguna característica natural de la quebrada.

En el punto 3 la calidad fisicoquímica del agua aumenta a pesar de recibir las descargas de las aguas residuales del municipio de La Unión. Esto se explica por el aumento repentino del 300 % en su caudal que es aportado en su mayoría por afluentes naturales limpios, sin embargo, los resultados hidrobiológicos muestran un agua de calidad crítica que contrario al punto anterior si puede estar relacionado a los efectos de la contaminación producidos por las aguas residuales del municipio de la Unión y un cambio repentino a un régimen de flujo turbulento. Un aspecto importante de mencionar es que a pesar de que la evaluación no fue realizada en época de cosecha cafetera la metodología de macroinvertebrados puede reflejar contaminaciones ocurridas en el pasado y el punto 3 se ubica en una zona donde convergen muchas de las acequias y afluentes naturales que en época de cosecha vierten sus aguas a La Fragua por lo que este bajo puntaje puede estar relacionado a este hecho, aunque se necesita un estudio más riguroso y evaluaciones periódicas para que esta evidencia pueda ser concluyente.

En el punto final se observa que las condiciones de la topografía con pendientes altas, el régimen turbulento del flujo, el lecho rocoso y la conservación en gran parte del recorrido en las condiciones naturales de la ronda hídrica (Figura 6) antes de su desembocadura en el rio Mayo, favorece enormemente la capacidad de recuperación natural de calidad del agua, ya que excepto por el número de coliformes totales y fecales, alcanzaría a recuperar sus condiciones de calidad fisicoquímica iniciales (Punto 1) entregando aguas en buenas condiciones. Los resultados hidrobiológicos confirman esta recuperación.

Se sugiere encontrar soluciones que puedan contribuir al tratamiento de las aguas residuales en los municipios de San Pedro Cartago y La Unión ya que para el primero las descargas que se hacen a la quebrada son directas y el caudal en este tramo no hace posible asimilar toda la carga orgánica vertida y en el segundo porque son transportadas a través de afluentes naturales que tiene que atravesar caseríos en su recorrido de un 1 km aproximadamente antes de confluir en La Fragua, convirtiéndose un problema de salud pública para los habitantes de estos sectores.

Figura 6. Lecho rocoso quebrada La Fragua. Sector desembocadura rio Mayo.

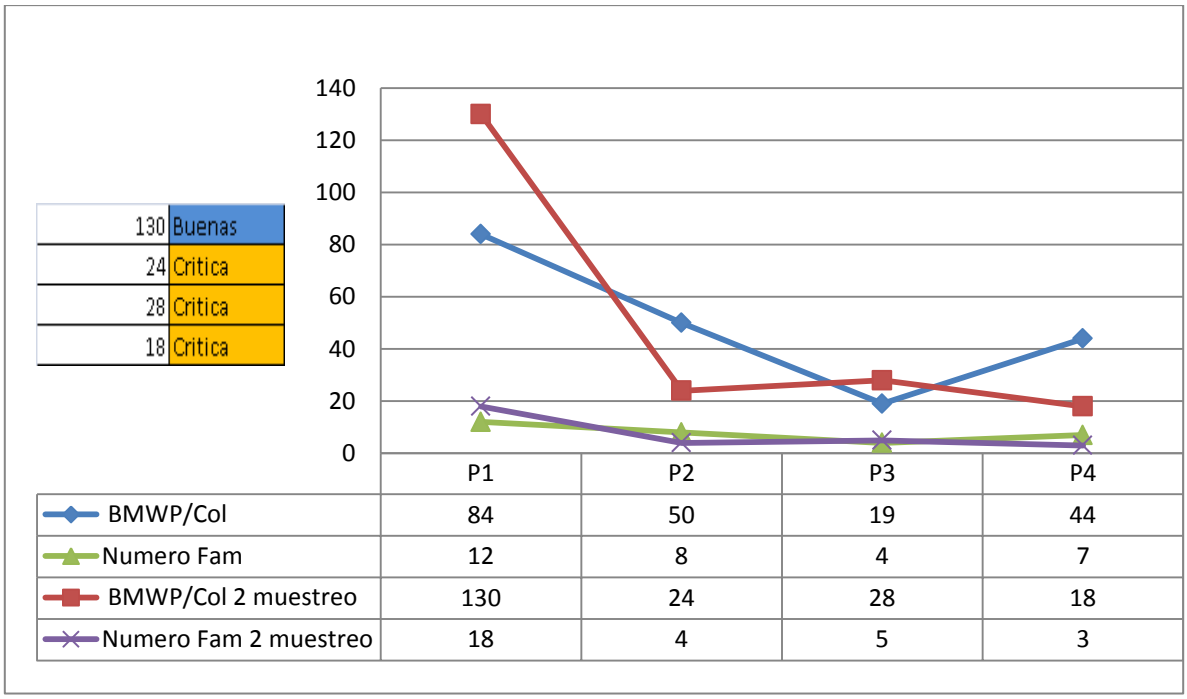


La presencia y diversidad de macroinvertebrados reportada para el primer punto (12 familias), donde se conservan las condiciones naturales de la quebrada, y en los puntos donde el agua es fuertemente perturbada por fuentes contaminantes, el número de familias disminuye; este hecho se convierten en evidencia de que son las intervenciones antrópicas y no una condición natural de la quebrada, la responsable de las alteraciones en las comunidades bentónicas.

6.4.5. RESULTADOS HIDROBIOLOGICOS SEGUNDA JORNADA DE MUESTREOS

A continuación se presenta en la Grafica 3 los resultados de los puntajes del índice BMWP/Col correspondientes a la segunda jornada de muestreos y su contraste con los obtenidos durante la primera jornada en los cuatro puntos evaluados. Los reportes de las familias encontradas en cada punto se encuentran como documentos anexos del PORH.

Grafica 3. Valores de puntajes BMWP/col y número de familias para primera y segunda jornada de muestreos para cada punto. Clasificación de calidad de acuerdo al puntaje del índice BMWP/Col segunda jornada de muestreos.



	P1	P2	P3	P4
BMWP/Col	84	50	19	44
Numero Fam	12	8	4	7
BMWP/Col 2 muestreo	130	24	28	18
Numero Fam 2 muestreo	18	4	5	3

Los segundos resultados hidrobiológicos permiten observar un comportamiento que en general es muy similar al obtenido con los resultados de la primera jornada, a excepción del punto 2 donde los puntajes se distancian pero la condición del agua sigue siendo mala y en el punto final donde esta vez no se observa recuperación.

Estas diferencias pueden estar relacionadas con la época de lluvias en las que se tomó la segunda jornada ya que por efecto de las fuerzas hidráulicas que se producen cuando hay crecidas repentinas de caudal los macroinvertebrados pueden verse alterados por efectos de arrastre, afectando más el tramo final por la diferencia grande de caudales en la parte inicial y final.

Se sugiere realizar muestreos periódicos que permitan obtener series de datos a través de los cuales se pueda con bases estadísticas establecer si los cambios presentados varían significativamente.

7. PROSPECTIVA

La Fase de Prospectiva busca proyectar escenarios que definan la situación futura de la corriente hídrica, a partir de la información obtenida en la Fase de Diagnóstico. En esta fase se requiere vislumbrar alternativas de solución integrales que luego de ser concertadas con la comunidad definan el escenario más adecuado para el restablecimiento de las relaciones entre el aprovechamiento social y económico del recurso hídrico, la conservación de la estructura y la función físico biótica de la corriente.

Para llevar a cabo la fase de prospectiva se construyó escenarios futuros deseados para el uso y manejo sostenible de la fuente hídrica Quebrada La Fragua a través de ejes orientadores, en los cuales se canalizan las estrategias para dar comienzo a la formulación del plan.

La generación de escenarios prospectivos (Ideal y Factible) consiste en la división o fragmentación del Cauce principal de la corriente hídrica objeto de ordenamiento en tramos que se definen de acuerdo a los usos actuales y potenciales determinados en la etapa diagnostica, los cuales están regidos por unos criterios de calidad del recurso hídrico estipulados por la Normatividad Ambiental Vigente.

Una vez definidos los tramos, se corre el modelo de calidad simulando unas condiciones de tratamiento y remoción de cargas contaminantes sobre las entradas o descargas de aguas residuales, hasta niveles o porcentajes óptimos que permitan establecer y mantener la calidad del agua del cauce principal de la Quebrada La Fragua, para la satisfacción de los usos identificados y determinados.

El escenario escogido es proyectado a un horizonte de desarrollo de diez años, con metas periódicas de calidad a ser cumplidas en los años 2017, 2019 y 2024 siendo el último año proyectado, el que reúne la materialización de todas las obras y actividades relacionadas con el tratamiento y eliminación de puntos de vertimiento.

Aparte de los escenarios prospectivos generados, se presenta también un escenario tendencial definido a partir de la situación actual de calidad y cantidad de la Quebrada La Fragua proyectado a un horizonte de 10 años demostrando el aumento gradual de la contaminación y afectación de la calidad de su Cauce Principal, al cual se podría llegar en caso de no implementarse el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico.

A continuación se presentan los resultados sociales y técnicos de esta fase:

7.1 TRABAJO SOCIAL COMUNITARIO

Con base en el Diagnóstico que permitió establecer la situación actual de calidad y cantidad del Cauce Principal de la quebrada La Fragua enfocada desde aspectos socioeconómicos, técnicos y ambientales, la Prospectiva está encaminada a la generación del escenario ideal que accedan a recuperar las condiciones de calidad

adecuadas e idóneas de la corriente superficial tanto para los usos actuales y potenciales demandados por la comunidad así como para la conservación.

7.2. DEFINICIONES ESPECÍFICAS PARA LA DETERMINACION DE ESCENARIOS DE CALIDAD DE LA QUEBRADA LA FRAGUA

7.2.1. ESTADO ACTUAL DE LA CORRIENTE HIDRICA

Se realizó un recorrido a lo largo de la Quebrada La Fragua, con el fin de encontrar descargas y abstracciones, teniendo como resultado de esta visita se observó que no existen captaciones o abastecimiento directos de dicha quebrada para acueductos; por otro lado es la corriente receptora de las aguas residuales de las cabeceras urbanas de los municipios de San Pedro de Cartago y La Unión, con tres puntos principales directos al cauce y un punto de descarga a una quebrada que finalmente llega a la quebrada en el municipio de Cartago y en el municipio de La Unión con puntos de descargas a cinco quebradas que finalmente llegan a la Quebrada, enumerados de la siguiente manera:

Cuadro. Puntos Actuales de Vertimientos

MUNICIPIO DE SAN PEDRO DE CARTAGO	***Puntos de Vertimientos***
	Vertimientos
	1. DESCOLE TUBO CONCRETO
	2. DESCOLE TUBO GRIS
	3. DESCOLE CASCO URBANO
	4. QUEBRADA CANCHALA
MUNICIPIO DE LA UNION	***Puntos de Vertimientos***
	Vertimientos
	1. QUEBRADA LAS PAILAS (B.LIMON)
	2. Q. COLECTOR AMERICAS Y MATADERO
	3. Q. COLECTOR AMERICAS 1 Y 2, REFUGIO 1 Y 2
	4. Q. COLECTOR SAN FERNANDO
	5. Q. LA COCHA COLECTOR CARLOS LLERAS Y GUABO

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

7.2.2. OBRAS PROYECTADAS

Hasta la fecha las cabeceras urbanas de los municipios de San Pedro de Cartago y La unión, no cuentan con ningún tipo de tratamiento para las aguas residuales, por lo tanto el objetivo es formular los proyectos que respondan a la problemática de saneamiento y manejo de vertimientos de los municipios en mención para la recuperación de la quebrada La Fragua y así mismo beneficiar a las comunidades asentadas alrededor de esta fuente hídrica. A partir de esta situación y teniendo en cuenta las necesidades de recuperación de la fuente hídrica se recomienda proyectar las siguientes obras:

- ***Municipio San Pedro de Cartago:*** Implementar una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) para tres Colectores, los cuales se encuentran topográficamente cerca realizando la construcción de un interceptor y de esta manera reducir los puntos de vertimientos.

- ***Municipio de La Unión:*** Se recomienda realizar en las quebradas más afectados que son: Américas-Refugio y La Cocha, la construcción de interceptor para los diferentes descoles presentes en dichas quebradas e implementar una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) para cada quebrada y de esta manera reducir la afectación.

    - Con relación al vertimiento de la Quebrada Américas y matadero, desaparece el descole del matadero cuando se haga efectivo la reubicación y cierre del matadero municipal aprobado por medio de la resolución N° 879 del 25 de Noviembre del 2011.

    - Es necesario la implementación del permiso de vertimientos e implementación de sistema de tratamiento o implementación de prácticas para el reusó del agua para fincas cafeteras, debido a que en época de cosecha se ve afectada la calidad de la quebrada por el lavado de las guas miel.

7.2.3. CARGAS PROYECTADAS (3, 5, 10 AÑOS)

A continuación se presentan las siguientes cargas:

Escenario Factible proyectado a 3, 5, 10 años

En el municipio de San Pedro de Cartago es necesario proyectar a 3 años la realización de un interceptor para tres Colectores, los cuales se encuentran topográficamente cerca y de esta manera reducir los puntos de vertimientos realizados en la quebrada La fragua,

En el municipio de la Unión es necesario realizar la construcción de interceptor para los diferentes descoles presentes en las quebradas más afectadas que son: Americas-Refugio y La Cocha

En el escenario a 5 años se ha proyectado la implementación de un sistema de tratamiento en el municipio de San Pedro de Cartago con remoción del 60%, igualmente en el municipio de La Unión en dos quebradas (Américas-Refugio y La Cocha), las cuales finalmente hacen su descarga a la Quebrada la Fragua, con el fin de disminuir las concentraciones contaminantes en las aguas vertidas y obtener un mejoramiento en la calidad del agua.

A los 10 años sigue implementado el sistema de tratamiento con una remoción del 60%.

Cuadro. Proyección de Cargas Contaminantes a 3 años Escenario Factible.

USUARIOS	POBLACION 2017 (hab)	DOTACION (L/hab/dia)	Caudal Vertimiento lps	Caudal Quebrada lps	[] (DBO5) (Mg/l)	[] (SS) (Mg/l)	DBO Kg/dia	SS Kg/dia
QUEBRADA LOS FRAILES				70,00	2,00	5,00	12,10	30,24
DESCOLE TUBO CONCRETO	51,90	165,00	0,10					
DESCOLE TUBO GRIS	62,28	165,00	0,12					
DESCOLE CASCO URBANO	1556,96	165,00	2,97					
INTERCEPTOR			3,19		303,03	303,03	83,56	83,56
QUEBRADA DEL PAILON				40,00	2,00	5,00	6,91	17,28
QUEBRADA EL SALADO 1				38,00	2,00	5,00	6,57	16,42
QUEBRADA CANCHALA	51,90	165,00	0,099	42,10	3,80	12,00	0,03	0,10
QUEBRADA BUENOS AIRES				35,00	2,00	5,00	6,05	15,12
QUEBRADA BUENOS AIRES 2				40,00	2,00	5,00	6,91	17,28
QUEBRADA EL ESCURRIDERO				45,00	2,00	5,00	7,78	19,44
QUEBRADA BUENOS AIRES F				36,00	2,00	5,00	6,22	15,55
QUEBRADA ZANJON EL CERRO				43,00	2,00	5,00	7,43	18,58
QUEBRADA LAS PAILAS 1				35,00	2,00	5,00	6,05	15,12
QUEBRADA CHOCAL				30,00	2,00	5,00	5,18	12,96
QUEBRADA CHORRERA				50,00	2,00	5,00	8,64	21,60
S.N 4 Al lado de Chical (107F)				1,59	2,00	5,00	0,28	0,69
S.N 6 (58 F)				1,00	2,00	5,00	0,17	0,43
QUEBRADA CHICAL				41,00	2,00	5,00	7,08	17,71
QUEBRADA LAS PAILAS (B.LIMON)	77,85	165,00	0,15	18,15	3,59	12,00	5,63	18,82
Q. COLECTOR AMERICAS Y MATADERO	934,17	165,00	1,78	21,78	35,45	80,00	66,72	150,57
Q. COLECTOR AMERICAS 1 Y 2, REFUGIO 1 Y 2	3918,34	165,00	7,48	22,48	67,84	120,00	131,78	233,10
Q. COLECTOR SAN FERNANDO	181,64	165,00	0,35	20,35	8,52	17,00	14,98	29,89
Q. LA COCHA COLECTOR CARLOS LLERAS Y GUABO	3321,51	165,00	6,34	41,34	47,20	90,00	168,60	321,48
QUEBRADA LA PALMA				40,00	2,00	5,00	6,91	17,28
QUEBRADA REYES				60,00	2,00	5,00	10,37	25,92
QUEBRADA CONTADERO				50,00	2,00	5,00	8,64	21,60

Fuente. Ordenamiento del cauce principal Quebrada La Fragua 2014- CORPONARIÑO

Cuadro. Proyección de Cargas Contaminantes a 5 años Escenario Factible

USUARIOS	POBLACION 2019 (hab)	DOTACION (L/hab/dia)	Caudal Vertimiento lps	Caudal Quebrada lps	[] (DBO5) (Mg/l)	[] (SS) (Mg/l)	DBO Kg/dia	SS Kg/dia
QUEBRADA LOS FRAILES				70,00	2,00	5,00	12,10	30,24
DESCOLE TUBO CONCRETO	53,20	165,00	0,10					
DESCOLE TUBO GRIS	63,84	165,00	0,12					
DESCOLE CASCO URBANO	1596,12	165,00	3,05					
PTAR 60%			3,27		121,21	121,21	34,26	34,26
QUEBRADA DEL PAILON				40,00	2,00	5,00	6,91	17,28
QUEBRADA EL SALADO 1				38,00	2,00	5,00	6,57	16,42
QUEBRADA CANCHALA	53,20	165,00	0,10	42,10	3,80	12,00	0,03	0,11
QUEBRADA BUENOS AIRES				35,00	2,00	5,00	6,05	15,12
QUEBRADA BUENOS AIRES 2				40,00	2,00	5,00	6,91	17,28
QUEBRADA EL ESCURRIDERO				45,00	2,00	5,00	7,78	19,44
QUEBRADA BUENOS AIRES F				36,00	2,00	5,00	6,22	15,55
QUEBRADA ZANJON EL CERRO				43,00	2,00	5,00	7,43	18,58
QUEBRADA LAS PAILAS 1				35,00	2,00	5,00	6,05	15,12
QUEBRADA CHOCAL				30,00	2,00	5,00	5,18	12,96
QUEBRADA CHORRERA				50,00	2,00	5,00	8,64	21,60
S.N 4 Al lado de Chical (107F)				1,59	2,00	5,00	0,28	0,69
S.N 6 (58 F)				1,00	2,00	5,00	0,17	0,43
QUEBRADA CHICAL				41,00	2,00	5,00	7,08	17,71
QUEBRADA LAS PAILAS (B.LIMON)	79,81	165,00	0,15	18,15	3,73	12,00	5,85	18,82
Q. COLECTOR AMERICAS Y MATADERO	957,67	165,00	1,83	21,83	28,73	80,00	54,19	150,88
Q. COLECTOR AMERICAS 1 Y 2, REFUGIO 1 Y 2	4016,91	165,00	7,67	22,67	28,80	48,00	56,41	94,02
Q. COLECTOR SAN FERNANDO	186,21	165,00	0,36	20,36	8,89	17,00	15,64	29,90
Q. LA COCHA COLECTOR CARLOS LLERAS Y GUABO	3405,06	165,00	6,50	41,50	20,34	36,00	72,94	129,09
QUEBRADA LA PALMA				40,00	2,00	5,00	7,08	17,71
QUEBRADA REYES				60,00	2,00	5,00	7,08	17,71
QUEBRADA CONTADERO				50,00	2,00	5,00	7,08	17,71

Fuente. Ordenamiento del cauce principal Quebrada La Fragua 2014- CORPONARIÑO

Cuadro. Proyección de Cargas Contaminantes a 10 años Escenario Factible

USUARIOS	POBLACION 2024 (hab)	DOTACION (L/hab/dia)	Caudal Vertimiento lps	Caudal Quebrada lps	[] (DBO5) (Mg/l)	[] (SS) (Mg/l)	DBO Kg/dia	SS Kg/dia
QUEBRADA LOS FRAILES				70,00	2,00	5,00	12,10	30,24
DESCOLE TUBO CONCRETO	56,61	165,00	0,11					
DESCOLE TUBO GRIS	67,94	165,00	0,13					
DESCOLE CASCO URBANO	1698,41	165,00	3,24					
PTRA 60%			3,48		121,21	121,21	36,46	36,46
QUEBRADA DEL PAILON				40,00	2,00	5,00	6,91	17,28
QUEBRADA EL SALADO 1				38,00	2,00	5,00	6,57	16,42
QUEBRADA CANCHALA	56,61	165,00	0,11	42,11	3,80	12,00	0,04	0,11
QUEBRADA BUENOS AIRES				35,00	2,00	5,00	6,05	15,12
QUEBRADA BUENOS AIRES 2				40,00	2,00	5,00	6,91	17,28
QUEBRADA EL ESCURRIDERO				45,00	2,00	5,00	7,78	19,44
QUEBRADA BUENOS AIRES F				36,00	2,00	5,00	6,22	15,55
QUEBRADA ZANJON EL CERRO				43,00	2,00	5,00	7,43	18,58
QUEBRADA LAS PAILAS 1				35,00	2,00	5,00	6,05	15,12
QUEBRADA CHOCAL				30,00	2,00	5,00	5,18	12,96
QUEBRADA CHORRERA				50,00	2,00	5,00	8,64	21,60
S.N 4 Al lado de Chical (107F)				1,59	2,00	5,00	0,28	0,69
S.N 6 (58 F)				1,00	2,00	5,00	0,17	0,43
QUEBRADA CHICAL				41,00	2,00	5,00	7,08	17,71
QUEBRADA LAS PAILAS (B.LIMON)	84,92	165,00	0,16	18,16	3,86	12,00	6,06	18,83
Q. COLECTOR AMERICAS Y MATADERO	1019,04	165,00	1,95	21,95	31,54	80,00	59,80	151,69
Q. COLECTOR AMERICAS 1 Y 2, REFUGIO 1 Y 2	4274,32	165,00	8,16	23,16	30,22	48,00	60,48	96,06
Q. COLECTOR SAN FERNANDO	198,15	165,00	0,38	20,38	9,62	17,00	16,94	29,93
Q. LA COCHA COLECTOR CARLOS LLERAS Y GUABO	3623,27	165,00	6,92	41,92	17,87	36,00	64,72	130,39
QUEBRADA LA PALMA				40,00	2,00	5,00	6,91	17,28
QUEBRADA REYES				60,00	2,00	5,00	10,37	25,92
QUEBRADA CONTADERO				50,00	2,00	5,00	8,64	21,60

Fuente. Ordenamiento del cauce principal Quebrada La Fragua 2014- CORPONARIÑO

Escenario Ideal

Proyectado a 10 años con PTAR con remoción del 95% para demostrar que tanto pueden recuperarse la corriente después de esta optima remoción.

USUARIOS	POBLACION 2024 (hab)	DOTACION (L/hab/dia)	Caudal Vertimiento lps	Caudal Quebrada lps	[] (DBO5) (Mg/l)	[] (SS) (Mg/l)	DBO Kg/dia	SS Kg/dia
QUEBRADA LOS FRAILES				70,00	2,00	5,00	12,10	30,24
DESCOLE TUBO CONCRETO	56,61	165,00	0,11					
DESCOLE TUBO GRIS	67,94	165,00	0,13					
DESCOLE CASCO URBANO	1698,41	165,00	3,24					
PTAR 95%			3,48		15,15	15,15	4,56	4,56
QUEBRADA DEL PAILON				40,00	2,00	5,00	6,91	17,28
QUEBRADA EL SALADO 1				38,00	2,00	5,00	6,57	16,42
QUEBRADA CANCHALA	56,61	165,00	0,11	42,11	3,80	12,00	0,04	0,11
QUEBRADA BUENOS AIRES				35,00	2,00	5,00	6,05	15,12
QUEBRADA BUENOS AIRES 2				40,00	2,00	5,00	6,91	17,28
QUEBRADA EL ESCURRIDERO				45,00	2,00	5,00	7,78	19,44
QUEBRADA BUENOS AIRES F				36,00	2,00	5,00	6,22	15,55
QUEBRADA ZANJON EL CERRO				43,00	2,00	5,00	7,43	18,58
QUEBRADA LAS PAILAS 1				35,00	2,00	5,00	6,05	15,12
QUEBRADA CHOCAL				30,00	2,00	5,00	5,18	12,96
QUEBRADA CHORRERA				50,00	2,00	5,00	8,64	21,60
S.N 4 Al lado de Chical (107F)				1,59	2,00	5,00	0,28	0,69
S.N 6 (58 F)				1,00	2,00	5,00	0,17	0,43
QUEBRADA CHICAL				41,00	2,00	5,00	7,08	17,71
QUEBRADA LAS PAILAS (B.LIMON)	84,92	165,00	0,16	18,16	3,86	12,00	6,06	18,83
Q. COLECTOR AMERICAS Y MATADERO	1019,04	165,00	1,95	21,95	31,54	80,00	59,80	151,69
Q. COLECTOR AMERICAS 1 Y 2, REFUGIO 1 Y 2	4274,32	165,00	8,16	23,16	30,22	6,00	60,48	12,01
Q. COLECTOR SAN FERNANDO	198,15	165,00	0,38	20,38	9,62	17,00	16,94	29,93
Q. LA COCHA COLECTOR CARLOS LLERAS Y GUABO	3623,27	165,00	6,92	41,92	17,87	4,50	64,72	16,30
QUEBRADA LA PALMA				40,00	2,00	5,00	6,91	17,28
QUEBRADA REYES				60,00	2,00	5,00	10,37	25,92
QUEBRADA CONTADERO				50,00	2,00	5,00	8,64	21,60

Fuente. Ordenamiento del cauce principal Quebrada La Fragua 2014- CORPONARIÑO

Escenario Tendencial

Proyectado a 10 años sin ningún tipo de tratamiento a los vertimientos, para indicar como sería el comportamiento de la Quebrada frente a los vertimientos esperados en 10 años.

Cuadro. Proyección de Cargas Contaminantes a 10 años Escenario Tendencial

USUARIOS	POBLACION 2024 (hab)	DOTACION (L/hab/dia)	Caudal Vertimiento lps	Caudal Quebrada lps	[] (DBO5) (Mg/l)	[] (SS) (Mg/l)	DBO Kg/dia	SS Kg/dia
QUEBRADA LOS FRAILES				70,00	2,00	5,00	12,10	30,24
DESCOLE TUBO CONCRETO	56,61	165,00	0,11		303,03	303,03	2,83	2,83
DESCOLE TUBO GRIS	67,94	165,00	0,13		303,03	303,03	3,40	3,40
DESCOLE CASCO URBANO	1698,41	165,00	3,24		303,03	303,03	84,92	84,92
QUEBRADA DEL PAILON				40,00	2,00	5,00	6,91	17,28
QUEBRADA EL SALADO 1				38,00	2,00	5,00	6,57	16,42
QUEBRADA CANCHALA	56,61	165,00	0,11	42,11	3,80	12,00	13,82	43,66
QUEBRADA BUENOS AIRES				35,00	2,00	5,00	6,05	15,12
QUEBRADA BUENOS AIRES 2				40,00	2,00	5,00	6,91	17,28
QUEBRADA EL ESCURRIDERO				45,00	2,00	5,00	7,78	19,44
QUEBRADA BUENOS AIRES F				36,00	2,00	5,00	6,22	15,55
QUEBRADA ZANJON EL CERRO				43,00	2,00	5,00	7,43	18,58
QUEBRADA LAS PAILAS 1				35,00	2,00	5,00	6,05	15,12
QUEBRADA CHOCAL				30,00	2,00	5,00	5,18	12,96
QUEBRADA CHORRERA				50,00	2,00	5,00	8,64	21,60
S.N 4 Al lado de Chical (107F)				1,59	2,00	5,00	0,28	0,69
S.N 6 (58 F)				1,00	2,00	5,00	0,17	0,43
QUEBRADA CHICAL				41,00	2,00	5,00	7,08	17,71
QUEBRADA LAS PAILAS (B.LIMON)	84,92	165,00	0,16	3,86	3,86	12,00	1,29	4,00
Q. COLECTOR AMERICAS Y MATADERO	1019,04	165,00	1,95	21,95	41,43	80,00	78,56	151,69
Q. COLECTOR AMERICAS 1 Y 2, REFUGIO 1 Y 2	4274,32	165,00	8,16	23,16	73,52	120,00	147,13	240,15
Q. COLECTOR SAN FERNANDO	198,15	165,00	0,38	20,38	9,62	17,00	16,94	29,93
Q. LA COCHA COLECTOR CARLOS LLERAS Y GUABO	3623,27	165,00	6,92	41,92	51,76	90,00	187,47	325,97
QUEBRADA LA PALMA				40,00	2,00	5,00	6,91	17,28
QUEBRADA REYES				60,00	2,00	5,00	10,37	25,92
QUEBRADA CONTADERO				50,00	2,00	5,00	8,64	21,60

Fuente. Ordenamiento del cauce principal Quebrada La Fragua 2014- CORPONARIÑO

7.2.4 FINANCIACION

La financiación de los proyectos planteados por el PORH se basan en diferentes aspectos, en los cuales el municipio debe gestionar para poder desarrollar este tipo de actividades de descontaminación en los ríos o quebradas además el PORH es una herramienta básica para que las diferentes entidades que patrocinan este tipo de proyectos vean que tan factible es el desarrollo del mismo y con ello poder solventar el costo que conllevaría la implementación de ellos.

Dentro del marco de financiación el PORH se ha tomado distintas fuentes de financiación de las cuales el municipio puede asociar y facilitar para poder financiar los altos costos que conlleva las acciones planteadas de esta forma las fuentes de donde se podrá agilizar recursos será los siguientes:

FUENTE DE FINANCIACIÓN
PDA
CORPONARIÑO
TASA RETRIBUTIVA
SGP
1% INGRESOS CTES (PSA)
MUNICIPIO

7.2.5 EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS

En San Pedro de Cartago se creó a partir del primero de mayo del año 2007 la Asociación de Acueducto, Salud y Vida (AFVID) que es un organismo descentralizado del orden municipal, con carácter de Empresa Industrial y Comercial del Estado, debido a que dicha asociación está en proceso de fortalecimiento, las funciones de prestación del servicio de acueducto y alcantarillado las ha realizado la administración municipal.

La Empresa Municipal de servicios Públicos EMLAUNION se encarga de administrar el abastecimiento al 98% de la cabecera municipal con excepción del barrio la pascuita, que administra su propio servicio. Esta empresa está creada de acuerdo con los términos de la ley 142 de 1994. Se cobra una tarifa fina anual de $ 60.000 (equivalente a $ 5.000 por mes), recaudada por el municipio de la Unión a través de la Tesorería Municipal, la falta de medidores para la micro medición y una estratificación socio-económica confiable, no permite establecer una tarifa de cobro mensual acorde con el consumo real de cada vivienda.

CUADRO 10. COBERTURA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.

ZONA	CON SERVICIO	SIN SERVICIO
Urbano	2387	90
Participación %	96.37%	3.63 %
Rural	364	3458
Participación %	9.52 %	90.48 %
TOTAL	2751	3548

Fuente. PSMV

7.3. ESCENARIOS DE CALIDAD SOBRE EL CAUCE PRINCIPAL DE LA QUEBRADA LA FRAGUA

Un escenario es un conjunto formado por la descripción de una situación futura que puede presentarse con una cierta probabilidad estimada y que además está influida por acciones o dinamismos ocasionados por decisiones tomadas o como resultado de la dinámica evolutiva de la corriente. Esta fase se desarrolla a partir de conocer cuál es la realidad social, económica, institucional y ambiental de la corriente hídrica.

Teniendo en cuenta la continuación de la situación actual con el transcurrir de los años o la implementación de instrumentos de administración y control del recurso hídrico para la recuperación y mantenimiento de la calidad óptima del cauce principal de la Quebrada La Fragua, los Escenarios de Calidad se dividen en Tendencial, Ideal y Factible enunciados anteriormente

Para el cálculo de la población se utilizó el Método exponencial, con una tasa de crecimiento poblacional (r) del 2%.

$$P_{Futura} = P_{Actual}\,(1 + r)^{Tf - T0}$$

Donde:

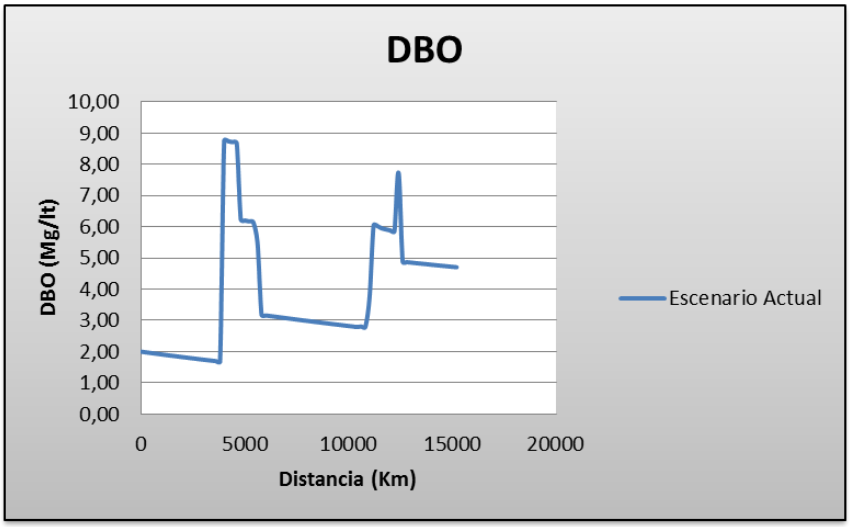
P_{Futura} : *Población futura o proyectada*
P_{Actual} : *Población al inicio del periodo*
r : *Tasa media anual de crecimiento poblacional*
Tf : *Tiempo o año final*
T0: *Tiempo o año inicial*

Con la proyección de población se calcularon los caudales y concentraciones tendenciales para cada una de las entradas o descargas domésticas, y se corrió el modelo para obtener el comportamiento de la DBO y OD en los diferentes años.

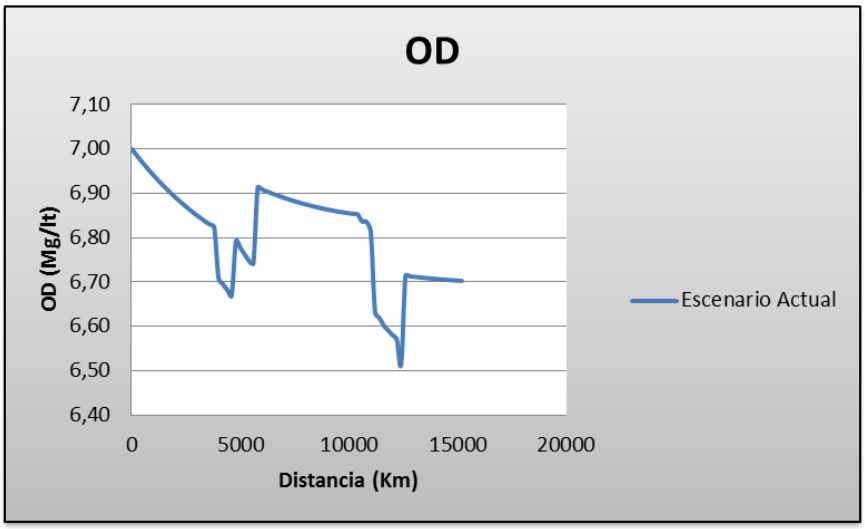
7.3.1 *Escenario Actual*

Como se había mencionado anteriormente, la quebrada La Fragua es la corriente receptora de las aguas residuales de las cabeceras urbanas de los municipios de San Pedro de Cartago y La Unión, con tres puntos principales directos al cauce y un punto de descarga a una quebrada que finalmente llega a la quebrada en el municipio de Cartago y en el municipio de La Unión con puntos de descargas a cinco quebradas que finalmente llegan a la Quebrada,

Gráfica. Comportamiento DBO5 - Escenario Actual



Gráfica. Comportamiento OD – Escenario Actual

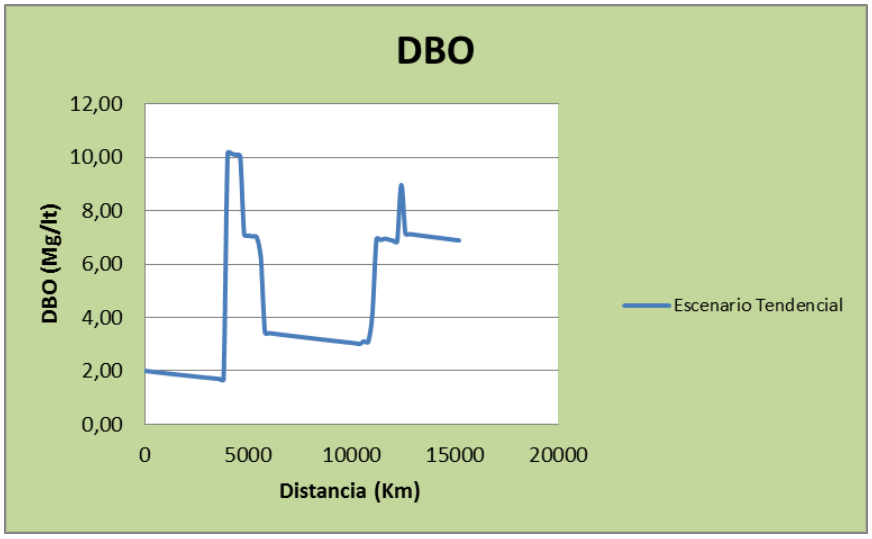


- En este escenario la afectación se encuentra después de los vertimientos de aguas residuales provenientes del alcantarillado de los municipios de San Pedro de Cartago principalmente por el caudal, y el municipio de la Unión.

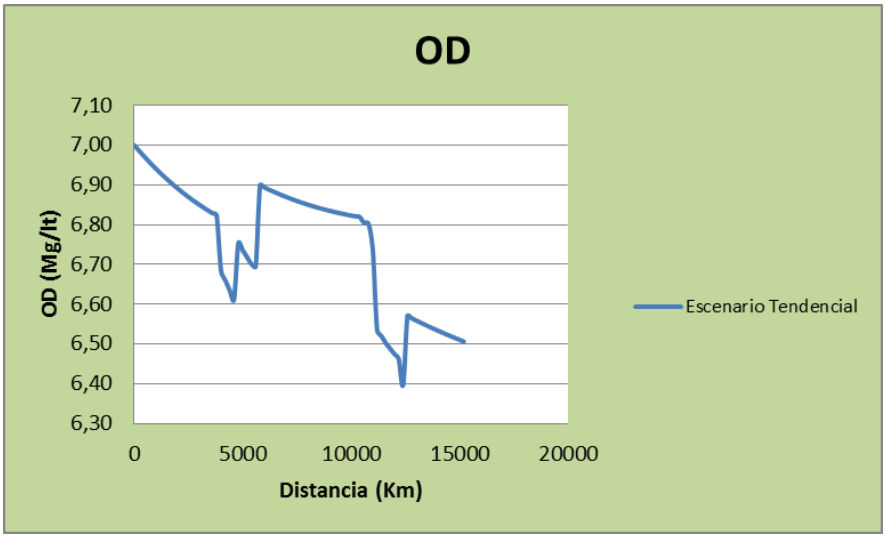
7.3.2 *Escenario Tendencial*

Para la generación del escenario tendencial de la Quebrada La Fragua, se tomó en cuenta el escenario actual enfatizando las descargas a la fuente, y en base a este escenario se proyectó la población a (10) diez años, además se asumió que ningún vertimiento posee sistema de Tratamiento.

Gráfica. Comportamiento DBO5 - Escenario Tendencial



Gráfica. Comportamiento OD – Escenario Tendencial



- Podemos concluir de este escenario que la afectación de la quebrada se ha incrementado a causa del aumento de población durante esos 10 años.

- En este escenario cabe aclarar que si continúa este tipo de afectación por vertimientos puntuales se evidencia una pérdida de oxígeno en los puntos sobre los cuales se identifica las descargas con carga contaminante mayor, lo que ocasionaría disminución de la vida acuática y reducción de condiciones óptimas para uso agrícola y de servicios del recurso en el cauce principal.

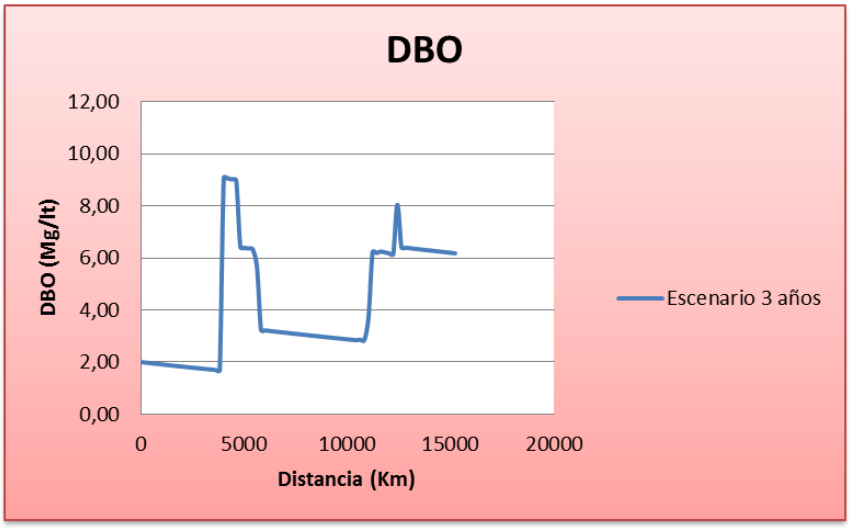
- Por otra parte podemos evidenciar también que los vertimientos existentes tienden a seguir presentando problemas con los habitantes de los sectores donde se encuentran alrededor de los diferentes colectores vulnerando el derecho a un ambiente sano de los habitantes de esos sectores y adicionalmente implicaciones económicas adversas a los municipios.

7.3.3. ESCENARIO FACTIBLE

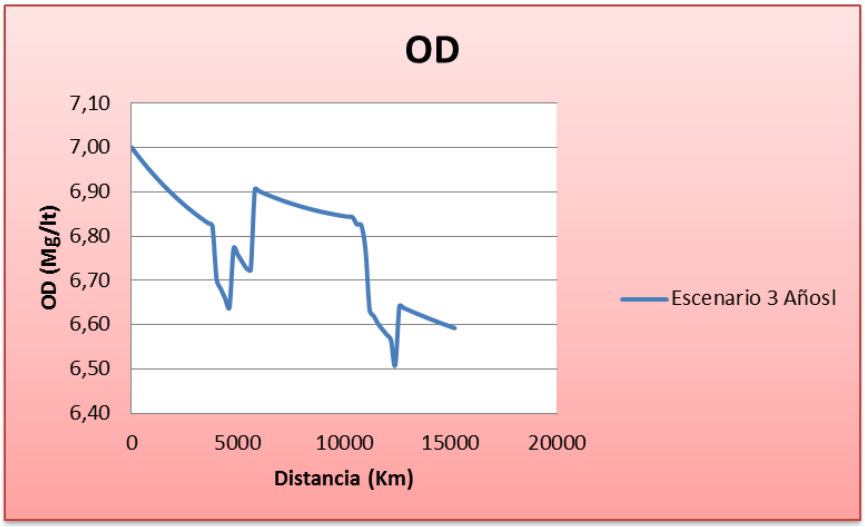
7.3.3.1. ESCENARIO FACTIBLE A 3 AÑOS

Con base en la información de cargas contaminantes recopiladas para el escenario actual, se ha proyectado un escenario tendencial a 3 años identificando el incremento del caudal en los vertimientos a causa del crecimiento proyectado de la población a 2017 con el fin de observar cual es el comportamiento de la Quebrada frente a los vertimientos domésticos esperados en 3 años.

Gráfica. Comportamiento DBO5 - Escenario Factible a 3 años



Gráfica. Comportamiento OD - Escenario Factible a 3 años

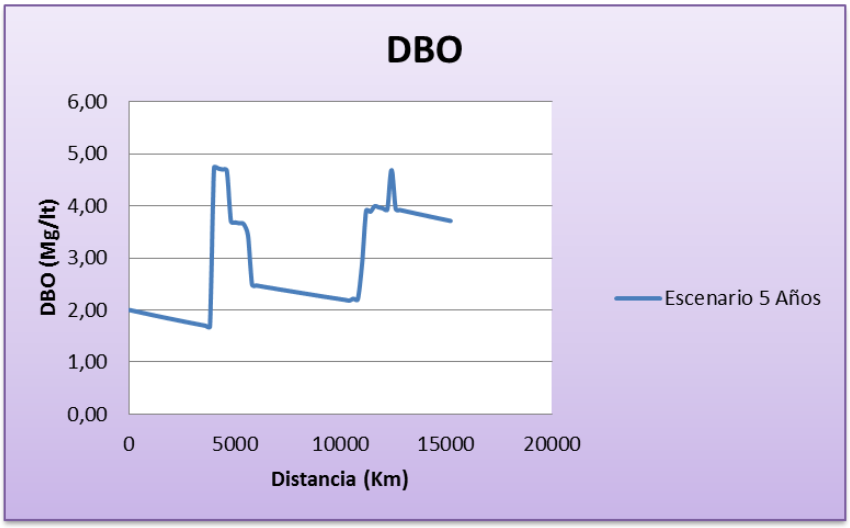


- En este escenario a tres (3) años se instala un interceptor de los descoles provenientes del alcantarillado del municipio de San Pedro de Cartago al igual que en las dos quebradas más afectadas en el municipio de La Unión para disminuir los focos de contaminación existentes en los cascos urbanos.

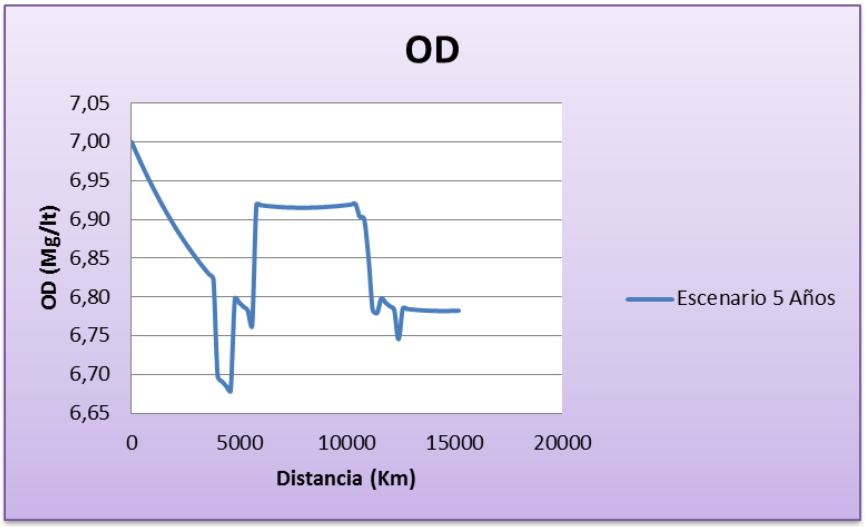
7.3.3.2. ESCENARIO FACTIBLE A 5 AÑOS

Con base en la información de cargas contaminantes recopiladas para el escenario actual, se ha proyectado un escenario tendencial a 5 años en cuyas entradas se tiene en cuenta algún tipo de medidas encaminadas a la disminución de las cargas contaminantes que realizan sobre el cauce principal dela Quebrada La Fragua, y adicionalmente se tiene en cuenta el incremento del caudal en los vertimientos a causa del crecimiento proyectado de la población a 2019 con el fin de observar cual es el comportamiento dela Quebrada frente a los vertimientos esperados en 5 años

Gráfica. Comportamiento DBO5 - Escenario Factible a 5 años



Gráfica. Comportamiento OD - Escenario Factible a 5 años

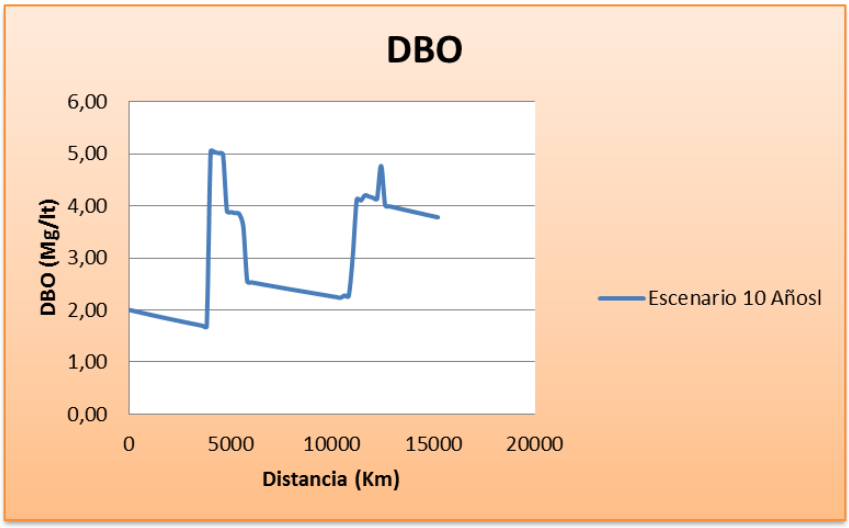


- Podemos inferir de este escenario que el caudal de los vertimientos a la quebrada se ha incrementado a causa del aumento de población durante esos años. Puntualmente podemos observar que en este escenario se ha proyectado la disminución de carga contaminante con la implementación de un sistema de tratamiento, con el fin de disminuir las concentraciones contaminantes en las aguas vertidas y obtener un mejoramiento en la calidad del agua

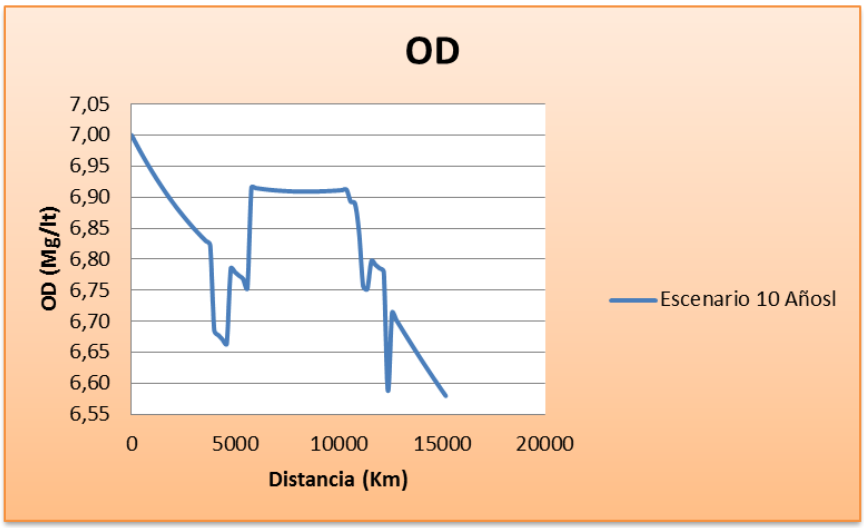
7.3.3.3. ESCENARIO FACTIBLE A 10 AÑOS

Con base en la información de cargas contaminantes recopiladas para el escenario actual, se ha proyectado un escenario tendencial a 10 años en cuyas entradas se tiene en cuenta algún tipo de medidas encaminadas a la disminución de las cargas contaminantes que realizan sobre el cauce principal de la Quebrada La Fragua, y adicionalmente se tiene en cuenta el incremento del caudal en los vertimientos a causa del crecimiento proyectado de la población a 2024 con el fin de observar cual es el comportamiento de la Quebrada frente a los vertimientos esperados en 10 años

Gráfica. Comportamiento DBO5 - Escenario Factible a 10 años



Gráfica. Comportamiento OD - Escenario Factible a 10 años

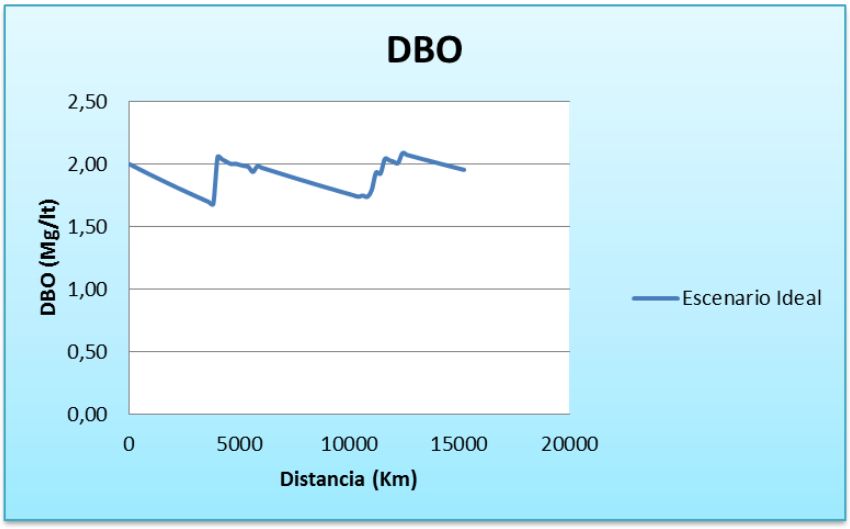


- Podemos inferir de este escenario que el caudal de los vertimientos a la quebrada se ha incrementado a causa del aumento de población durante esos años. Puntualmente podemos observar que en este escenario se sigue proyectado la disminución de carga contaminante con la implementación de un sistema de tratamiento con una remoción del 60 %, con el fin de disminuir las concentraciones contaminantes en las aguas vertidas y obtener un mejoramiento en la calidad del agua

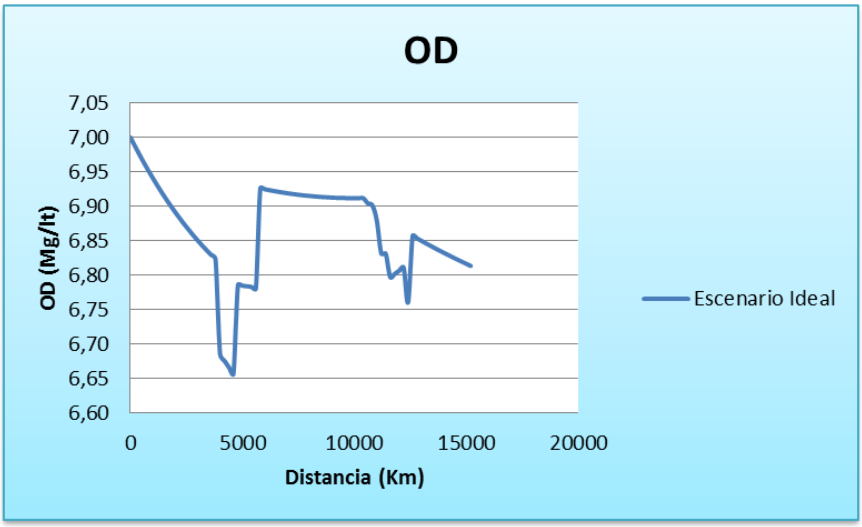
7.3.4. ESCENARIO IDEAL

El escenario ideal nos muestra una radiografía de las condiciones en la cual encontraríamos la Quebrada La Fragua en el año 2024 si se llevaran a cabo todas las medidas necesarias a largo plazo en cuanto a la disminución de cargas contaminantes de todos los usuarios que vierten aguas residuales a las corrientes en estudio llegando a un porcentaje de remoción de cargas contaminantes de 95%, y donde no solo se cumple con la normatividad correspondiente a vertimientos sino que también se ponen en marcha medidas de optimización de los sistemas de tratamiento para alcanzar un nivel muy eficiente de porcentaje de remoción con el fin de que sean viables los todos los usos potenciales propuestos para la Quebrada.

Gráfica. Comportamiento DBO5 - Escenario Ideal

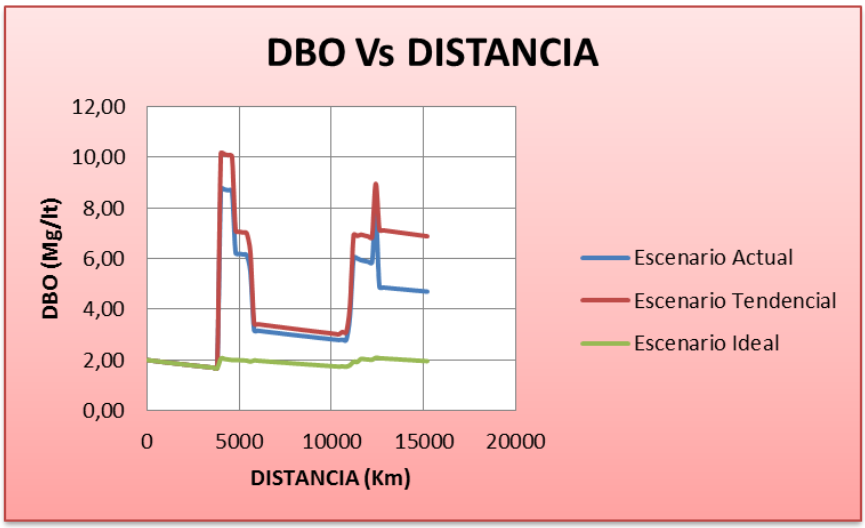


Gráfica. Comportamiento OD - Escenario Ideal



- Para el casa de san Pedro de Cartago por topografía es fácil la intercepción de los descoles del alcantarillado, además ya el municipio tiene el lote para la construcción de la Planta de Tratamiento.
- Para el caso del municipio de La Unión, es necesario la planificación, diseño técnico, adquisición de lotes y construcción del sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas en dos quebradas que confluyen con la quebrada La Fragua con el fin de disminuir las concentraciones de contaminantes en las aguas vertidas en un 95%. Como consecuencia de estos sistemas de tratamiento se observa una mejora en la calidad del agua debido a la remoción de las cargas contaminantes, lo cual permitirá disminuir el impacto de la Quebrada.

. **Gráfica**. Comportamiento DBO5 - Escenario Actual, Tendencial e Ideal.



En la gráfica anterior podemos observar y determinar las diferencias del estado de la quebrada de cómo está actualmente, como puede estar en 10 años sin realizarse ningún tipo de tratamiento, y en un escenario ideal con una remoción eficiente que recupere la Quebrada.

7.4. CRITERIOS DE CALIDAD PARA LOS USOS ACTUALES Y POTENCIALES DEL RECURSO HIDRICO

7.4.1 Usos Actuales y Potenciales del Cauce Principal de la Quebrada La Fragua:

De acuerdo a lo descrito y sustentado en la etapa de diagnóstico y teniendo en cuenta el análisis social de las comunidades que habitan dentro del área de influencia de la cuenca, los usos actuales y potenciales definidos y priorizados para el Cauce Principal de la Quebrada La Fraguas se resumen en la tabla siguiente:

Tabla. Usos Actuales y Descripción

USO	DESCRIPCION
PRESERVACION DE FLORA Y FAUNA	Está determinada por las actividades enfocadas para mantener y preservar la vida natural de los ecosistemas acuáticos y terrestres existentes en la parte alta y de esta manera lograr la conservación de la microcuenca y regular la dinámica del caudal
AGRICOLA Y PECUARIA	En agricultura, el agua se emplea para el riego de los campos. En ganadería, se usa como parte de la alimentación de los animales y en la limpieza de los establos y otras instalaciones dedicadas a la cría de ganado. A lo largo del cauce principal de la quebrada se evidencia estos usos debido a que la economía de los habitantes del municipio dependen de esas actividades
ESTETICO PAISAJISTICO	El uso actual es Estético paisajístico debido a que hay tramos que reciben todas las descargas de aguas residuales provenientes de los municipios, razón por la cual, el uso se encamina al embellecimiento del espacio urbano mediante la eliminación de puntos de vertimiento y/o el mejoramiento de las condiciones de asimilación y dilución que contribuirán a la minimización del impacto sobre el recurso hídrico.

De acuerdo a la definición de los criterios de calidad sobre el cauce principal de la Quebrada La Fragua, algunos de los usos definidos pueden ser omitidos en la determinación de los tramos, debido a la priorización en calidad que presente uno con respecto a los demás (Uso Preponderante).

7.4.2. Criterios de Calidad establecidos para los Usos Asignados:

Los criterios de calidad acorde con lo estipulado en el artículo 19 del Decreto 3930 de 2010 se entienden como el conjunto de parámetros con sus respectivos valores que son utilizados para la asignación de usos al recurso y como base de decisión para el Ordenamiento del Recurso Hídrico.

Actualmente se encuentran vigentes los criterios de calidad estipulados en el Decreto 1594 de 1984, hasta tanto el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible expida y defina los nuevos criterios de calidad para el uso de las aguas superficiales, subterráneas y marinas.

Considerando que algunos de los parámetros fisicoquímicos de gran importancia para la definición de la calidad del agua para la satisfacción de los usos designados, actualmente no son contemplados por la Normatividad Ambiental Vigente, se ha diseñado para el presente Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la Quebrada La Fragua una tabla basada en criterios de calidad obtenidos algunos de la Norma Nacional y otros adaptados de Normas Ambientales de aplicación Internacional, utilizando fundamentos técnicos encaminados a la escogencia de valores adecuados y restrictivos.

Tabla. Criterios De Calidad Adaptados y Complementados Con Base En El Decreto 1594 de 1984 y Normas Internacionales Para Los Usos Planteados

USOS	CRITERIOS DE CALIDAD
Preservación de Flora y Fauna en Aguas Frías	Aguas Libres de sustancias que impartan olor o sabor a tejidos de organismos acuáticos y Libres de turbiedad o color que interfieran con la actividad fotosintética. • pH entre 6,5 y 8,5 • OD ≥ 6,0 mg/L. Siempre • DBO5 ≤ 3,0 mg/L • SST < 5 mg/l. • Amonio (NH3) ≤ 1,0 mg/L. • Nitratos NO3 ≤ 5,0 • Nitrógeno total ≤ 1,0 mg/L • Fosfatos (PO4) ≤ 0,1 mg/L • Coliformes Totales ≤ 1000 microorg. /100 ml. • Coliformes fecales ≤ 100 microorg. /100 ml. • Temperatura: 5 grados por encima o por debajo. • Cumplimiento Sustancias de Interés Sanitario Decreto 1594/84 articulo 45

USOS	CRITERIOS DE CALIDAD
Consumo Humano y Domestico (Requiere Únicamente Desinfección)	Aguas libres de películas de grasas y aceites, materiales flotantes provenientes de actividad humana, radioisótopos y otros no removibles por desinfección, que puedan afectar la salud humana. pH entre 6,5 y 8,5 • Turbiedad < 10 UJT • OD > 6 mg/L • DBO5 < 3mg/L • SST < 5 mg/l. • Nitratos < 10 mg/l. • Nitritos < 10 mg/l. • Coliformes Totales ≤ 1000 microorg. /100 ml. • Coliformes fecales ≤ 200 microorg. /100 ml. • Amoniaco < 1,0 mg/l. Cumplimiento Decreto 1594/84 articulo 39
Industrial	• Considerando que la actividad industrial es de procesamiento de alimentos lácteos, se adoptan como criterios de calidad los mismos para Consumo Humano y Domestico.
Pecuario	• pH entre 5 y 9 • OD > 3 mg/L • DBO5 < 15 mg/L • Nitratos + Nitritos < 100 mg/l. • Coliformes Totales ≤ 5000 microorg. /100 ml. • Coliformes fecales ≤ 1000 microorg. /100 ml. • Cumplimiento Sustancias de Interés Sanitario Decreto 1594/84 articulo 41
Agrícola (Riego)	• Criterios restrictivos aplicados a riego de frutas que se consuman sin quitar la cascara y a hortalizas de tallo corto. • Olores Ofensivos y sustancias flotantes ausentes. • pH entre 4,5 y 9 • OD > 6 mg/L • DBO5 < 3mg/L • SST < 5 mg/l. • Coliformes Totales ≤ 5000 microorg. /100 ml. • Coliformes fecales ≤ 1000 microorg. /100 ml. • Cumplimiento Sustancias de Interés Sanitario • Decreto 1594/84 articulo 40
Estético Paisajístico	• Ausencia de material flotante y de espumas, provenientes de actividad humana. • Ausencia de grasas y aceites que formen película visible. • Ausencia de sustancias que produzcan olor. • pH entre 5 y 9 • OD > 70% de saturación • DBO5 < 10 mg/L • SST < 15 mg/l. • Coliformes Totales ≤ 5000 microorg. /100 ml. • Coliformes fecales ≤ 2000 microorg. /100 ml. • Cumplimiento Sustancias de Interés Sanitario • Decreto 1594/84

USOS	CRITERIOS DE CALIDAD
Estético Urbano	• Ausencia de material flotante y de espumas, provenientes de actividad humana. • Ausencia de grasas y aceites que formen película visible. • Ausencia de sustancias que produzcan olor. • Eliminación de depósitos de lodos orgánicos • Reducción de la carga orgánica • Mejorar levemente los niveles de Oxígeno Disuelto de la fuente en el tramo o sector específico • OD > 5 mg/L • DBO5 < 15 mg/L • SST < 40 mg/l. • Coliformes Totales ≤ 5000 microorg. /100 ml. • Coliformes fecales ≤ 2000 microorg. /100 ml. • Cumplimiento Sustancias de Interés Sanitario • Decreto 1594/84

7.5. DEFINICIÓN DE TRAMOS DE CALIDAD SOBRE EL CAUCE PRINCIPAL

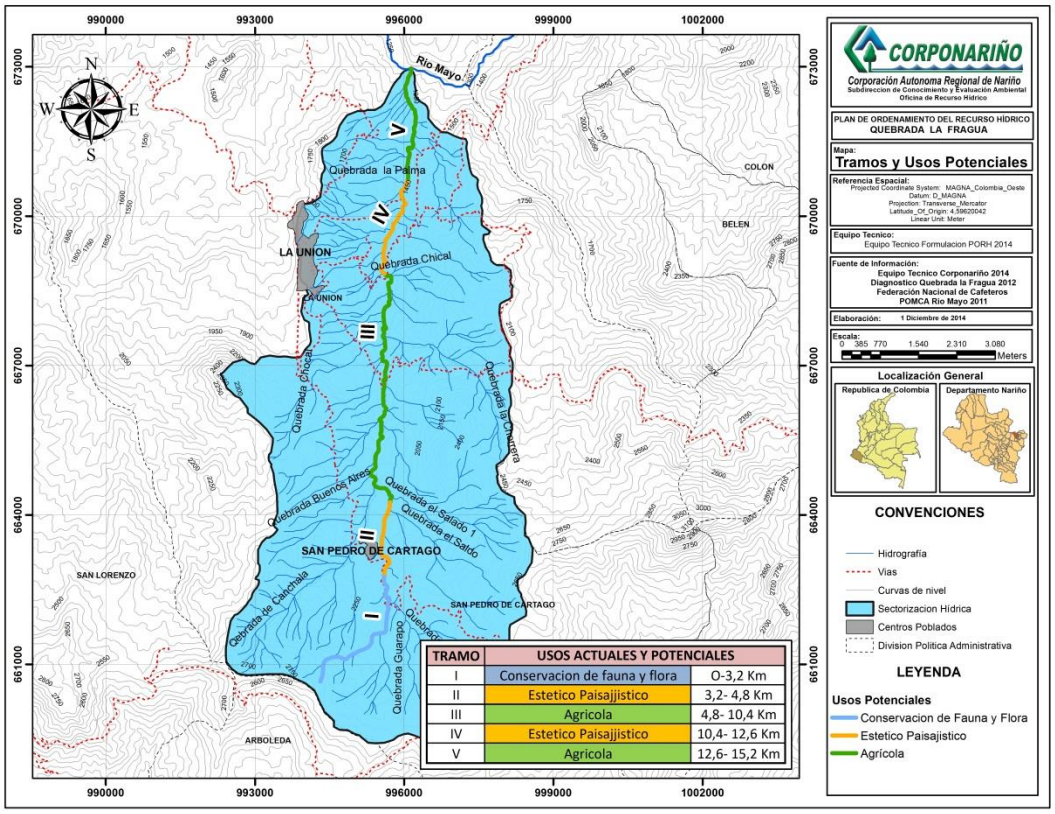
Considerando los múltiples usos del recurso hídrico asignados, el cauce principal de la Quebrada La Fragua se ha divido en cinco (5) tramos de calidad organizados desde el nacimiento hasta la desembocadura al rio Mayo.

Para los tramos en donde se presentaron más de un uso asignado, fundamentado en el artículo 22 del Decreto 3930 de 2010, se determinó o eligió el uso con los criterios de calidad más restrictivos o preponderante.

Tabla. División de Tramos de acuerdo al uso principal en la Quebrada La Fragua.

TRAMO	USOS
I	Conservación de Flora y Fauna
II	Estético Paisajístico
III	Pecuario
IV	Estético Paisajístico
V	Pecuario

Figura. Mapa de Tramos de Usos Potenciales de la Quebrada La Fragua.

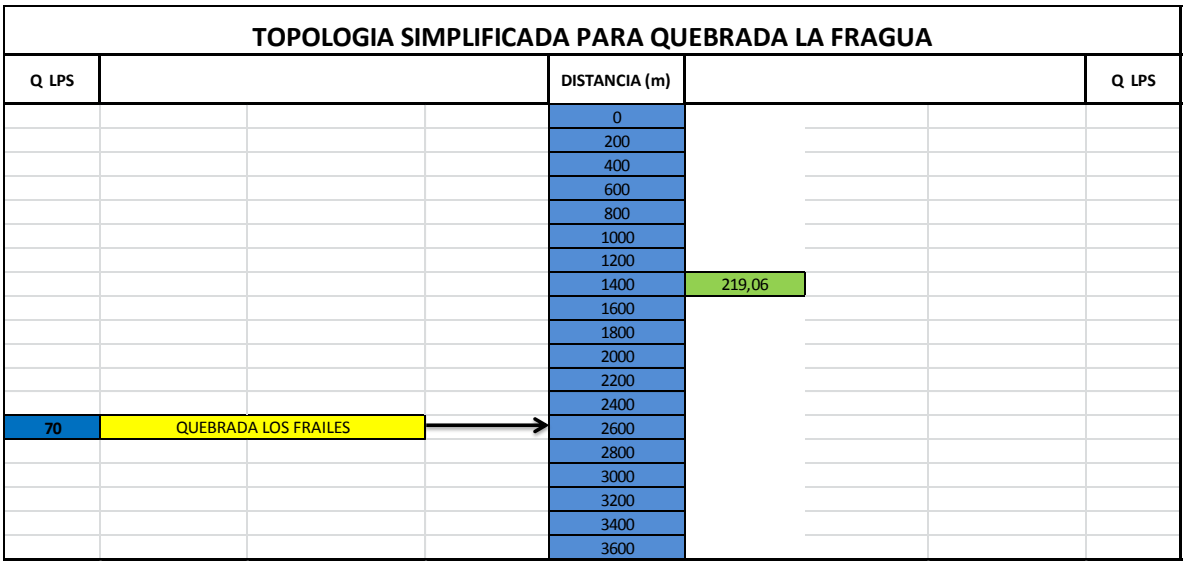


7.5.1. Tramo de Calidad I: Conservación de Flora y Fauna

Tabla. Tramo De Calidad I. Conservación de Flora y Fauna

TRAMO	USO	DISTANCIA
I	Conservación de Flora y Fauna	Desde 0 Km
		Hasta 3,6 Km

Figura. Tramo De Calidad I. Conservación de Flora y Fauna



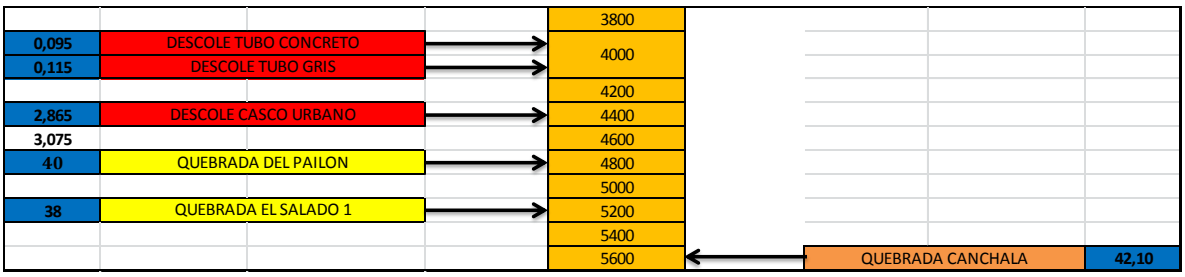
El Tramo I corresponde a el nacimiento de la Quebrada La Fragua hasta el afluente natural Quebrada Los Frailes, tramo en donde nace por lo tanto el uso es destinado está determinada por las actividades enfocadas para mantener y preservar la vida natural de los ecosistemas acuáticos y terrestres existentes en la parte alta y de esta manera lograr la conservación y mitigación de la microcuenca encaminadas a regular la dinámica del caudal.

7.5.2. Tramo de Calidad II: Estético Paisajístico.

Tabla. Tramo De Calidad II. Estético Paisajístico.

TRAMO	USO	DISTANCIA
II	**Estético Paisajístico**	Desde 3,8 Km
		Hasta 5,6 Km

Figura. Tramos De Calidad II. Estético Paisajístico.



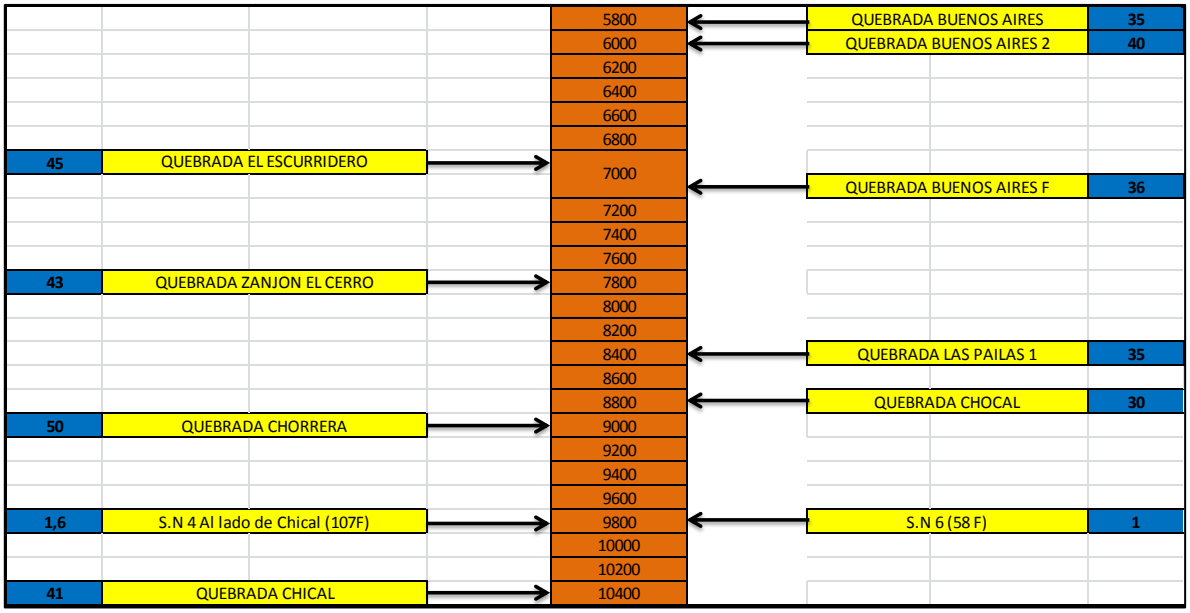
El tramo está siendo destinado para la descarga de aguas residuales de origen doméstico del centro poblado del municipio de San Pedro de Cartago, se determinó el uso potencial como uso Estético Paisajístico donde se deberá controlar todos los vertimientos directos que se efectúen sobre la cuenca y el uso se encamina al embellecimiento del espacio urbano mediante la eliminación de puntos de vertimiento y/o el mejoramiento de las condiciones de asimilación y dilución que contribuirán a la minimización del impacto sobre el recurso hídrico.

7.5.3. Tramo de Calidad III: Pecuario.

Tabla. Tramo De Calidad III. Pecuario.

TRAMO	USO	DISTANCIA
III	**Pecuario**	Desde 5,8 Km
		Hasta 10,4 Km

Figura. Tramos De Calidad III. Pecuario.



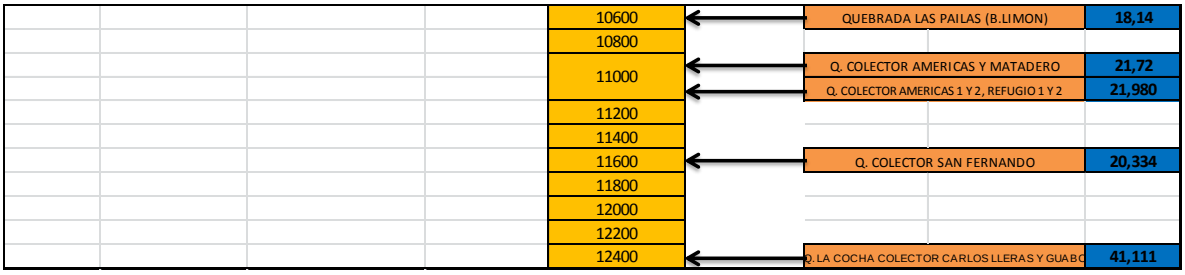
A pesar que la base de la economía del departamento de Nariño es agrícola se destinara este tramo para la utilización del recurso hídrico en el uso pecuario, siendo este el más restrictivo según los criterios de calidad.

7.5.4. Tramo de Calidad IV: Estético Paisajístico.

Tabla. Tramo De Calidad IV. Estético Paisajístico.

TRAMO	USO	DISTANCIA
IV	**Estético Paisajístico**	Desde 10,6 Km
		Hasta 12,4 Km

Figura. Tramos De Calidad IV. Estético Paisajístico.



El tramo está siendo destinado para la descarga de aguas residuales de origen doméstico del centro poblado del municipio de la Unión, las cuales se realizan en afluentes que vierten sus aguas en la quebrada La Fragua, se determinó el uso potencial como uso Estético Paisajístico donde se deberá controlar todos los vertimientos que se efectúen sobre la cuenca y el uso se encamina al embellecimiento del espacio urbano mediante la eliminación de puntos de vertimiento y/o el mejoramiento de las condiciones de asimilación y dilución que contribuirán a la minimización del impacto sobre el recurso hídrico.

7.5.5. Tramo de Calidad V: Pecuario.

Tabla. Tramo De Calidad V. Pecuario.

TRAMO	USO	DISTANCIA
V	**Pecuario.**	Desde 12,6 Km
		Hasta 12,4 Km

Figura. Tramos De Calidad V. Pecuario.

				12600	←	QUEBRADA LA PALMA	40
				12800			
				13000			
				13200	←	QUEBRADA REYES	60
				13400			
				13600			
50	QUEBRADA CONTADERO		→	13800			
				14000			
				14200			
				14400			
				14600			
				14800			
				15000	1039,12		
				15200	DESEMBOCADURA RIO MAYO		

A pesar que la base de la economía del departamento de Nariño es agrícola se destinara este tramo para la utilización del recurso hídrico en el uso pecuario, siendo este el más restrictivo según los criterios de calidad.

8. FORMULACION

El Plan de Ordenamiento del Recurso, es el instrumento de planificación básico para la administración del recurso hídrico, en él se articulan los procesos y productos desarrollados en las fases anteriores y se formulan los programas y proyectos necesarios para alcanzar el escenario propuesto en el tiempo.

Al respecto es importante mencionar el PORH - Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico es el resultado de la evolución y articulación a la normatividad vigente del instrumento propuesto en el decreto 3930 de 2010, cuyo fin es la destinación de las aguas en forma genérica para los diferentes usos a partir de criterios de calidad, y que articuló lo establecido en los decretos 2811 de 1974 y 1541 de 1978 para el aprovechamiento y uso del recurso hídrico.

Partiendo del PORH se propone la formulación de un Plan de Ordenamiento que permita alcanzar en una escala de tiempo, el escenario construido de manera conjunta entre la Autoridad Ambiental y la Comunidad, articulado en su desarrollo los conceptos de cantidad y calidad, en el marco de los desarrollos normativos vigentes.

Durante esta fase y con base en las hipótesis generadas en el ejercicio de prospectiva se formula y consolida el PORH. En este punto, el equipo de trabajo debe formular los objetivos, metas, estrategias, programas y proyectos, así como, la plataforma organizativa, administrativa y financiera necesaria para la implementación del PORH.

8.1. OBJETIVOS DE CALIDAD

Los Objetivos de Calidad son un instrumento establecido mediante el Artículo 3º del Decreto 3440 de 2004, que modifica el artículo 6 del Decreto 3100 de 2003, el cual contempla que previo al establecimiento de las metas de reducción en una cuenca, tramo o cuerpo de agua, la Autoridad Ambiental competente debe, entre otros aspectos, establecer objetivos de calidad de los cuerpos de agua de acuerdo a su uso, conforme a los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico . PORH.

8.1.1. Propuesta de Objetivos de Calidad

El establecimiento de Objetivos de Calidad es un tema ligado a la planeación, administración, control y vigilancia de los recursos hídricos, cuyo marco reglamentario ha sido definido por los Decretos 1594 de 1984 y 3930 de 2010. Dicho marco se complementa con los alcances de los Decretos 3100 de 2003 y 3440 de 2004 y, determina que para la gestión eficaz de la calidad del recurso hídrico.

La propuesta de los objetivos de calidad para el cauce principal de la Quebrada La Fragua se presenta en los siguientes cuadros:

QUEBRADA LA FRAGUA- OBJETIVOS DE CALIDAD A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO											
MUNICIPIO	CORRIENTE SUPERFICIAL	TRAMO	USO ACTUAL	USO POTENCIAL PREPONDERANTE	PARÁMETRO	VALOR MEDIDO	CRITERIO DE CALIDAD	ESCENARIO DE CALIDAD 2017	ESCENARIO DE CALIDAD 2019	ESCENARIO DE CALIDAD 2024	NOTA DE SUSTENTACION
SAN PEDRO DE CARTAGO	QUEBRADA LA FRAGUA	I. NACIMIENTO QUEBRADA HASTA DESPUES DE LA QUEBRADA FLAILES	PRESERVACION DE FLORA Y FAUNA	PRESERVACION DE FLORA Y FAUNA	DBO5 (mg O2/L)	2	≤ 3	3	3	3	MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA LA SATISFACCIÓN DEL USO POTENCIAL PREPONDERANTE
					SST (mg/l)	5	≤ 5	5	5	5	
					OD (mg O2/L)	7	≥ 6	7	7	7	
					PH (pH)	6	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	
					Coliformes Totales (NPM/100 ml)	6000 UFC	1000	1000	1000	1000	
					Coliformes E- Coli (NPM/100 ml)	900 UFC	100	100	100	100	
					Olores Ofensivos		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	
					Sustancias Flotantes		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	
					Peliculas de Grasas y Aceites		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	
					Sustancias de Interes Sanitario	Cumplimiento Decretos 1594/84 y 3930/10 o Norma que los sustituya, modifique o reglamente					
	QUEBRADA LA FRAGUA	II. DESPUES DE LA QUEBRADA FRAILES HASTA QUEBRADA CANCHALA	ESTETICO PAISAJISTICO	ESTETICO PAISAJISTICO	DBO5 (mg O2/L)	5,59	≤ 10	< 10	< 10	< 10	MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA LA SATISFACCIÓN DEL USO POTENCIAL PREPONDERANTE
					SST (mg/l)	21	≤ 15	< 15	< 15	< 15	
					OD (mg O2/L)	5	≥ 5	6,5	6,5	6,5	
					PH (pH)	6	5 - 9	5 - 9	5 - 9	5 - 9	
					Coliformes Totales (NPM/100 ml)	10000 UFC	5000	5000	5000	5000	
					Coliformes E - Coli (NPM/100 ml)	20000 UFC	2000	2000	2000	2000	
					Olores Ofensivos		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	
					Sustancias Flotantes		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	
					Peliculas de Grasas y Aceites		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	
					Sustancias de Interes Sanitario	Cumplimiento Decretos 1594/84 y 3930/10 o Norma que los sustituya, modifique o reglamente					
	QUEBRADA LA FRAGUA	III. DESPUES DE LA QUEBRADA CANCHALA HASTA QUEBRADA CHICAL	PECUARIO	PECUARIO	DBO5 (mg O2/L)	5,59	≤ 15	< 10	< 10	< 10	RECUPERACIÓN GRADUAL DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA LA SATISFACCIÓN DEL USO POTENCIAL PREPONDERANTE
					SST (mg/l)	21	≤ 15	< 15	< 15	< 15	
					OD (mg O2/L)	5	≥ 5	6,5	6,5	6,5	
					PH (pH)	6	5 - 9	5 - 9	5 - 9	5 - 9	
					Coliformes Totales (NPM/100 ml)	10000 UFC	5000	5000	5000	5000	
					Coliformes E- Coli (NPM/100 ml)	20000 UFC	2000	2000	2000	2000	
			AGRICOLA		Olores Ofensivos		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	
					Sustancias Flotantes		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	
					Peliculas de Grasas y Aceites		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	
					Sustancias de Interes Sanitario	Cumplimiento Decretos 1594/84 y 3930/10 o Norma que los sustituya, modifique o reglamente					

QUEBRADA LA FRAGUA- OBJETIVOS DE CALIDAD A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO											
MUNICIPIO	CORRIENTE SUPERFICIAL	TRAMO	USO ACTUAL	USO POTENCIAL PREPONDERANTE	PARÁMETRO	VALOR MEDIDO	CRITERIO DE CALIDAD	ESCENARIO DE CALIDAD 2017	ESCENARIO DE CALIDAD 2019	ESCENARIO DE CALIDAD 2024	NOTA DE SUSTENTACION
LA UNION	QUEBRADA LA FRAGUA	IV. DESDE QUEBRADA CHICAL HASTA QUEBRADA LA COCHA	ESTETICO PAISAJISTICO	ESTETICO PAISAJISTICO	*DBO5 (mg O2/L)*	5,59	≤ 10	< 10	< 10	< 10	MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA LA SATISFACCIÓN DEL USO POTENCIAL PREPONDERANTE
					SST (mg/l)	21	≤ 15	< 15	< 15	< 15	
					OD (mg O2/L)	5	≥ 5	6,5	6,5	6,5	
					PH (pH)	6	5 - 9	5 - 9	5 - 9	5 - 9	
					Coliformes Totales (NPM/100 ml)	10000 UFC	5000	5000	5000	5000	
					Coliformes E - Coli (NPM/100 ml)	20000 UFC	2000	2000	2000	2000	
					Olores Ofensivos		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	
					Sustancias Flotantes		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	
					Peliculas de Grasas y Aceites		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	
					Sustancias de Interes Sanitario	Cumplimiento Decretos 1594/84 y 3930/10 o Norma que los sustituya, modifique o reglamente					
	QUEBRADA LA FRAGUA	V. DESPUES DE LA QUEBRADA LA COCHA HASTA DESEMBOCADURA AL RIO MAYO	PECUARIO	PECUARIO	*DBO5 (mg O2/L)*	5,59	≤ 15	< 10	< 10	< 10	RECUPERACIÓN GRADUAL DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA LA SATISFACCIÓN DEL USO POTENCIAL PREPONDERANTE
					SST (mg/l)	21	≤ 15	< 15	< 15	< 15	
					OD (mg O2/L)	5	≥ 5	6,5	6,5	6,5	
					PH (pH)	6	5 - 9	5 - 9	5 - 9	5 - 9	
					Coliformes Totales (NPM/100 ml)	10000 UFC	5000	5000	5000	5000	
					Coliformes E- Coli (NPM/100 ml)	20000 UFC	2000	2000	2000	2000	
			AGRICOLA		*Olores Ofensivos*		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	
					Sustancias Flotantes		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	
					Peliculas de Grasas y Aceites		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	
					Sustancias de Interes Sanitario	Cumplimiento Decretos 1594/84 y 3930/10 o Norma que los sustituya, modifique o reglamente					

Como se describió en la fase Prospectiva, para la recuperación y descontaminación de la Quebrada La Fragua encaminada a la satisfacción de los usos potenciales preponderantes, es necesario la implementación de Sistemas o Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales como también la eliminación de puntos de vertimiento los cuales requieren de recursos económicos, humanos y tiempos perentorios y graduales para la elaboración de los proyectos, diseños y ejecución de obras. Por lo tanto considerando que los Objetivos de Calidad están basados en los criterios normativos de calidad establecidos para cada uso preponderante, su cumplimiento y entrada en vigencia se definieron para el año 2024, tiempo para el cual se tiene proyectado el cumplimiento gradual de los escenarios de calidad establecidos.

Para el caso de los tramos I, II, III, IV y V los valores en cada escenario de calidad no difieren entre si y son muy similares al objetivo de calidad establecido, ya que las acciones a implementar para la satisfacción de los usos preponderantes es de preservación y mantenimiento de la calidad fisicoquímica y microbiológica determinada en el escenario actual modelado.

8.2 NECESIDADES DE IMPLEMENTACION U OPTIMIZACION DE LA INFRAESTRUCTURA DE TRATAMIENTO

Para el cumplimiento y materialización del Escenario Factible, es necesario en el caso de las descargas de colectores urbanos de los municipios la unificación de los puntos de vertimiento y la construcción de un sistema de tratamiento que permitan remover los porcentajes de cargas contaminantes anteriormente justificados, y que actualmente están alterando la calidad del agua de la quebrada La Fragua que alteran los criterios estipulados para la satisfacción de los usos potenciales preponderantes definidos.

Cuadro. Necesidades de Implementación

MUNICIPIO	FUENTE HIDRICA	PUNTO DE VERTIMIENTO	ALTERNATIVA Y/O SOLUCION	AÑO DE IMPLEMENTACION
SAN PEDRO DE CARTAGO	QUEBRADA LA FRAGUA	Tubo Concreto Tubo Gris Descole Casco Urbano Principal	Construcción de un interceptor de descoles municipal.	2017
			Construcción de una PTAR con eficiencia de remoción del 60 %	2019
LA UNION		Vertimientos Américas y Refugio	Construcción de un interceptor entre colectores de la quebrada	2017
			Construcción de una PTAR con eficiencia de remoción del 60 %	2019
		Vertimiento Américas y Matadero	Abolición del descole del matadero	2019
		Vertimiento Quebrada La Cocha	Construcción de un interceptor entre colectores de la quebrada	2017
			Construcción de una PTAR con eficiencia de remoción del 60 %	2019

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

Es importante la implementación de la PTAR para los vertimientos que realiza el alcantarillado del Municipio de San Pedro de Cartago a la gran afectación que este causa directamente a la Quebrada La Fragua, de igual manera es necesario la implementación de las dos (2) PTAR que se implementaran en las Quebrada Américas-Refugio y Quebrada La Cocha ya que reciben los colectores de alcantarillado del municipio de La Unión más representativos que finalmente están descargando a la Quebrada La Fragua.

8.3. CARGAS CONTAMINANTES A VERTER EN EL ESCENARIO FACTIBLE

Para el cumplimiento del Escenario Factible proyectado a 3, 5 y 10 años, las cargas contaminantes a verter de cada una de las entradas o descargas calculadas según las necesidades de tratamiento, optimización o eliminación de puntos de vertimiento, se detallan en las siguientes tablas:

Cuadro. Cargas *kg/día* a verte Quebrada La Fragua año 2017

TOPOLOGIA	POBLACION 2017 (Hab)	DOTACION (L/Hab/Dia)	CAUDAL VTO (LPS)	CAUDAL QUEBRADA (LPS)	CARGAS A VERTER (k)														
					SS (Kg/dia)	DBO5 (Kg/dia)	GYA (Kg/dia)	ACIDEZ CARGA (Kg/dia)	ALC TOTAL (Kg/dia)	DUREZA TOTAL (Kg/dia)	CLORUROS (Kg/dia)	FOSFATOS (Kg/dia)	NITRITOS (Kg/dia)	NITRATOS (Kg/dia)	SULFATOS (Kg/dia)	SAAM - DETER (Kg/dia)	P TOTAL (Kg/dia)	NTK (Kg/dia)	[] E- COLI (Kg/dia)
QUEBRADA LOS FRAILES				70,00	30,2400	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
DESCOLE TUBO CONCRETO	51,899	165,000	0,099																
DESCOLE TUBO GRIS	62,278	165,000	0,119																
DESCOLE CASCO URBANO	1556,956	165,000	2,973																
INTERCEPTOR			3,191		83,557	83,557	13,787	0,298	6,893	11,857	3,309	0,028	0,001	0,607	2,757	0,0551	0,0276	0,2206	94,0263
QUEBRADA DEL PAILON			0,000	40,000	17,280	6,912	10,368	3,732	86,400	148,608	0,000	0,346	0,014	7,603	34,560	0,6912	0,3456	2,7648	1178,4960
QUEBRADA EL SALADO 1			0,000	38,000	16,416	6,566	9,850	3,546	82,080	141,178	32,832	0,328	0,013	7,223	32,832	0,6566	0,3283	2,6266	1119,5712
QUEBRADA CANCHALA	51,899	165,000	0,099	42,000	18,144	13,789	35,199	26,127	149,144	116,122	0,000	0,363	0,018	7,983	36,288	0,3629	0,3629	0,3629	11249,2800
QUEBRADA BUENOS AIRES				35,000	15,120	6,048	9,072	3,266	75,600	130,032	0,000	0,302	0,012	6,653	30,240	0,6048	0,3024	2,4192	1031,1840
QUEBRADA BUENOS AIRES 2				40,000	17,280	6,912	10,368	3,732	86,400	148,608	0,000	0,346	0,014	7,603	34,560	0,6912	0,3456	2,7648	1178,4960
QUEBRADA EL ESCURRIDERO				45,000	19,440	7,776	11,664	4,199	97,200	167,184	0,000	0,389	0,016	8,554	38,880	0,7776	0,3888	3,1104	1325,8080
QUEBRADA BUENOS AIRES F				36,000	15,552	6,221	9,331	3,359	77,760	133,747	0,000	0,311	0,012	6,843	31,104	0,6221	0,3110	2,4883	1060,6464
QUEBRADA ZANJON EL CERRO				43,000	18,576	7,430	11,146	4,012	92,880	159,754	0,000	0,372	0,015	8,173	37,152	0,7430	0,3715	2,9722	1266,8832
QUEBRADA LAS PAILAS 1				35,000	15,120	6,048	9,072	3,266	75,600	130,032	0,000	0,302	0,012	6,653	30,240	0,6048	0,3024	2,4192	1031,1840
QUEBRADA CHOCAL				30,000	12,960	5,184	7,776	2,799	64,800	111,456	0,000	0,259	0,010	5,702	25,920	0,5184	0,2592	2,0736	883,8720
QUEBRADA CHORRERA				50,000	21,600	8,640	12,960	4,666	108,000	185,760	0,000	0,432	0,017	9,504	43,200	0,8640	0,4320	3,4560	1473,1200
S.N 4 Al lado de Chical (107F)				1,595	0,689	0,276	0,413	0,149	3,444	5,924	0,000	0,014	0,001	0,303	1,378	0,0276	0,0138	0,1102	46,9817
S.N 6 (58 F)				1,000	0,432	0,173	0,259	0,093	2,160	3,715	0,000	0,009	0,000	0,190	0,864	0,0173	0,0086	0,0691	29,4624
QUEBRADA CHICAL				41,000	17,712	7,085	10,627	3,826	88,560	152,323	52,073	0,354	0,014	7,793	35,424	0,7085	0,3542	2,8339	1207,9584
QUEBRADA LAS PAILAS (B.LIMON)	77,848	165,000	0,149	18,149	62,722	5,488	58,018	42,337	78,402	59,586	22,580	8,154	0,027	3,450	51,745	2,2737	8,1538	19,9142	3653544,5878
Q. COLECTOR AMERICAS Y MATADERO	934,174	165,000	2,400	20,400	70,502	67,859	31,021	44,417	207,083	98,703	25,910	6,962	0,048	3,878	47,237	3,5251	4,0539	0,1763	32431104,0000
Q. COLECTOR AMERICAS 1 Y 2, REFUGIO 1 Y 2	3918,339	165,000	7,483	32,483	112,261	178,102	103,841	75,776	140,326	106,648	41,256	14,594	0,048	6,174	92,615	4,0695	14,5939	35,6429	6539205,5840
Q. COLECTOR SAN FERNANDO	181,645	165,000	0,347	15,347	53,039	10,913	49,061	35,801	66,299	50,387	31,160	6,895	0,023	2,917	43,757	1,9227	6,8951	16,8398	3089513,3714
Q. LA COCHA COLECTOR CARLOS LLERAS Y GUABO	3321,506	165,000	6,343	41,343	142,882	160,528	71,441	90,016	537,129	217,895	0,000	10,395	0,036	7,859	95,731	7,2870	9,6445	69,6549	6108202,9884
QUEBRADA LA PALMA				40,000	17,280	6,912	10,368	3,732	86,400	148,608	0,000	0,346	0,014	7,603	34,560	0,6912	0,3456	2,7648	1178,4960
QUEBRADA REYES				60,000	25,920	10,368	15,552	5,599	129,600	222,912	0,000	0,518	0,021	11,405	51,840	1,0368	0,5184	4,1472	1767,7440
QUEBRADA CONTADERO				50,000	21,600	8,640	12,960	4,666	108,000	185,760	0,000	0,432	0,017	9,504	43,200	0,8640	0,4320	3,4560	1473,1200

Cuadro. Cargas *kg/día* a verte Quebrada La Fragua año 2019

TOPOLOGIA	POBLACION 2019 (Hab)	DOTACION (L/Hab/Dia)	CAUDAL VTO (LPS)	CAUDAL QUEBRADA (LPS)	CARGAS A VERTER (k)														
					SS (Kg/dia)	DBO5 (Kg/dia)	GYA (Kg/dia)	ACIDEZ CARGA (Kg/dia)	ALC TOTAL (Kg/dia)	DUREZA TOTAL (Kg/dia)	CLORUROS (Kg/dia)	FOSFATOS (Kg/dia)	NITRITOS (Kg/dia)	NITRATOS (Kg/dia)	SULFATOS (Kg/dia)	SAAM - DETER (Kg/dia)	P TOTAL (Kg/dia)	NTK (Kg/dia)	[] E- COLI (Kg/dia)
QUEBRADA LOS FRAILES				70,00	30,2400	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
DESCOLE TUBO CONCRETO	53,204	165,000	0,102																
DESCOLE TUBO GRIS	63,845	165,000	0,122																
DESCOLE CASCO URBANO	1596,123	165,000	3,048																
PTAR 60%			3,272		34,263	34,263	5,653	0,122	2,827	4,862	1,357	0,011	0,000	0,249	1,131	0,0226	0,0113	0,0905	38,5567
QUEBRADA DEL PAILON				40,000	17,280	6,912	10,368	3,732	86,400	148,608	0,000	0,346	0,014	7,603	34,560	0,6912	0,3456	2,7648	1178,4960
QUEBRADA EL SALADO 1				38,000	16,416	6,566	9,850	3,546	82,080	141,178	0,000	0,328	0,013	7,223	32,832	0,6566	0,3283	2,6266	1119,5712
QUEBRADA CANCHALA	53,204	165,000	0,102	42,000	18,144	13,789	35,199	26,127	149,144	116,122	36,288	0,363	0,018	7,983	36,288	0,3629	0,3629	0,3629	11249,2800
QUEBRADA BUENOS AIRES				35,000	15,120	6,048	9,072	3,266	75,600	130,032	0,000	0,302	0,012	6,653	30,240	0,6048	0,3024	2,4192	1031,1840
QUEBRADA BUENOS AIRES 2				40,000	17,280	6,912	10,368	3,732	86,400	148,608	0,000	0,346	0,014	7,603	34,560	0,6912	0,3456	2,7648	1178,4960
QUEBRADA EL ESCURRIDERO				45,000	19,440	7,776	11,664	4,199	97,200	167,184	0,000	0,389	0,016	8,554	38,880	0,7776	0,3888	3,1104	1325,8080
QUEBRADA BUENOS AIRES F				36,000	15,552	6,221	9,331	3,359	77,760	133,747	0,000	0,311	0,012	6,843	31,104	0,6221	0,3110	2,4883	1060,6464
QUEBRADA ZANJON EL CERRO				43,000	18,576	7,430	11,146	4,012	92,880	159,754	0,000	0,372	0,015	8,173	37,152	0,7430	0,3715	2,9722	1266,8832
QUEBRADA LAS PAILAS 1				35,000	15,120	6,048	9,072	3,266	75,600	130,032	0,000	0,302	0,012	6,653	30,240	0,6048	0,3024	2,4192	1031,1840
QUEBRADA CHOCAL				30,000	12,960	5,184	7,776	2,799	64,800	111,456	0,000	0,259	0,010	5,702	25,920	0,5184	0,2592	2,0736	883,8720
QUEBRADA CHORRERA				50,000	21,600	8,640	12,960	4,666	108,000	185,760	0,000	0,432	0,017	9,504	43,200	0,8640	0,4320	3,4560	1473,1200
S.N 4 Al lado de Chical (107F)				1,595	0,689	0,276	0,413	0,149	3,444	5,924	0,000	0,014	0,001	0,303	1,378	0,0276	0,0138	0,1102	46,9817
S.N 6 (58 F)				1,000	0,432	0,173	0,259	0,093	2,160	3,715	0,000	0,009	0,000	0,190	0,864	0,0173	0,0086	0,0691	29,4624
QUEBRADA CHICAL				41,000	17,712	7,085	10,627	3,826	88,560	152,323	0,000	0,354	0,014	7,793	35,424	0,7085	0,3542	2,8339	1207,9584
QUEBRADA LAS PAILAS (B.LIMON)	79,806	165,000	0,152	18,152	62,722	5,488	58,018	42,337	78,402	59,586	23,050	8,154	0,027	3,450	51,745	2,2737	8,1538	19,9142	3653544,5878
Q. COLECTOR AMERICAS Y MATADERO	957,674	165,000	1,829	19,829	68,529	49,221	30,153	43,173	201,286	95,940	24,670	6,767	0,046	3,769	45,914	3,4264	3,9404	0,1713	31523178,0766
Q. COLECTOR AMERICAS 1 Y 2, REFUGIO 1 Y 2	4016,910	165,000	7,671	32,671	45,165	71,654	41,777	30,486	56,456	42,906	16,598	5,871	0,019	2,484	37,261	1,6372	5,8714	14,3398	2630840,4398
Q. COLECTOR SAN FERNANDO	186,214	165,000	0,356	15,356	53,069	10,919	49,089	35,822	66,336	50,416	19,503	6,899	0,023	2,919	43,782	1,9238	6,8990	16,8494	3091270,1172
Q. LA COCHA COLECTOR CARLOS LLERAS Y GUABO	3405,063	165,000	6,503	41,503	57,373	64,459	28,687	36,145	215,681	87,494	33,707	4,174	0,014	3,156	38,440	2,9260	3,8727	27,9695	2452711,3979
QUEBRADA LA PALMA				40,000	17,280	6,912	10,368	3,732	86,400	148,608	0,000	0,346	0,014	7,603	34,560	0,6912	0,3456	2,7648	1178,4960
QUEBRADA REYES				60,000	25,920	10,368	15,552	5,599	129,600	222,912	0,000	0,518	0,021	11,405	51,840	1,0368	0,5184	4,1472	1767,7440
QUEBRADA CONTADERO				50,000	21,600	8,640	12,960	4,666	108,000	185,760	0,000	0,432	0,017	9,504	43,200	0,8640	0,4320	3,4560	1473,1200

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

Cuadro. Cargas *kg/día* a verte Quebrada La Fragua año 2024

TOPOLOGIA	POBLACION 2024 (Hab)	DOTACION (L/Hab/Dia)	CAUDAL VTO (LPS)	CAUDAL QUEBRADA (LPS)	CARGAS A VERTER (k)														
					SS (Kg/dia)	DBO5 (Kg/dia)	GYA (Kg/dia)	ACIDEZ CARGA (Kg/dia)	ALC TOTAL (Kg/dia)	DUREZA TOTAL (Kg/dia)	CLORUROS (Kg/dia)	FOSFATOS (Kg/dia)	NITRITOS (Kg/dia)	NITRATOS (Kg/dia)	SULFATOS (Kg/dia)	SAAM - DETER (Kg/dia)	P TOTAL (Kg/dia)	NTK (Kg/dia)	[] E- COLI (Kg/dia)
QUEBRADA LOS FRAILES				70,00	30,2400	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
DESCOLE TUBO CONCRETO	56,614	165,000	0,108																
DESCOLE TUBO GRIS	67,936	165,000	0,130																
DESCOLE CASCO URBANO	1698,406	165,000	3,243																
PTAR 60%			3,481		36,459	36,459	6,016	0,130	3,008	5,174	0,000	0,012	0,000	0,265	1,203	0,0241	0,0120	0,0963	41,0274
QUEBRADA DEL PAILON				40,000	17,280	6,912	10,368	3,732	86,400	148,608	0,000	0,346	0,014	7,603	34,560	0,6912	0,3456	2,7648	1178,4960
QUEBRADA EL SALADO 1				38,000	16,416	6,566	9,850	3,546	82,080	141,178	0,000	0,328	0,013	7,223	32,832	0,6566	0,3283	2,6266	1119,5712
QUEBRADA CANCHALA	56,614	165,000	0,108	42,000	18,144	13,789	35,199	26,127	149,144	116,122	0,000	0,363	0,018	7,983	36,288	0,3629	0,3629	0,3629	11249,2800
QUEBRADA BUENOS AIRES				35,000	15,120	6,048	9,072	3,266	75,600	130,032	0,000	0,302	0,012	6,653	30,240	0,6048	0,3024	2,4192	1031,1840
QUEBRADA BUENOS AIRES 2				40,000	17,280	6,912	10,368	3,732	86,400	148,608	0,000	0,346	0,014	7,603	34,560	0,6912	0,3456	2,7648	1178,4960
QUEBRADA EL ESCURRIDERO				45,000	19,440	7,776	11,664	4,199	97,200	167,184	0,000	0,389	0,016	8,554	38,880	0,7776	0,3888	3,1104	1325,8080
QUEBRADA BUENOS AIRES F				36,000	15,552	6,221	9,331	3,359	77,760	133,747	0,000	0,311	0,012	6,843	31,104	0,6221	0,3110	2,4883	1060,6464
QUEBRADA ZANJON EL CERRO				43,000	18,576	7,430	11,146	4,012	92,880	159,754	0,000	0,372	0,015	8,173	37,152	0,7430	0,3715	2,9722	1266,8832
QUEBRADA LAS PAILAS 1				35,000	15,120	6,048	9,072	3,266	75,600	130,032	0,000	0,302	0,012	6,653	30,240	0,6048	0,3024	2,4192	1031,1840
QUEBRADA CHOCAL				30,000	12,960	5,184	7,776	2,799	64,800	111,456	0,000	0,259	0,010	5,702	25,920	0,5184	0,2592	2,0736	883,8720
QUEBRADA CHORRERA				50,000	21,600	8,640	12,960	4,666	108,000	185,760	0,000	0,432	0,017	9,504	43,200	0,8640	0,4320	3,4560	1473,1200
S.N 4 Al lado de Chical (107F)				1,595	0,689	0,276	0,413	0,149	3,444	5,924	0,000	0,014	0,001	0,303	1,378	0,0276	0,0138	0,1102	46,9817
S.N 6 (58 F)				1,000	0,432	0,173	0,259	0,093	2,160	3,715	0,000	0,009	0,000	0,190	0,864	0,0173	0,0086	0,0691	29,4624
QUEBRADA CHICAL				41,000	17,712	7,085	10,627	3,826	88,560	152,323	0,000	0,354	0,014	7,793	35,424	0,7085	0,3542	2,8339	1207,9584
QUEBRADA LAS PAILAS (B.LIMON)	84,920	165,000	0,162	18,162	62,768	5,492	58,061	42,369	78,461	59,630	23,067	8,160	0,027	3,452	51,784	2,2754	8,1599	19,9290	3656263,6140
Q. COLECTOR AMERICAS Y MATADERO	1019,044	165,000	1,946	19,946	68,934	49,512	30,331	43,428	202,475	96,507	24,816	6,807	0,047	3,791	46,186	3,4467	3,9637	0,1723	31709496,8150
Q. COLECTOR AMERICAS 1 Y 2, REFUGIO 1 Y 2	4274,322	165,000	8,163	33,163	45,844	29,093	42,406	30,945	57,305	43,552	16,848	5,960	0,019	2,521	37,821	1,6619	5,9597	14,5555	2670425,2959
Q. COLECTOR SAN FERNANDO	198,147	165,000	0,378	15,378	53,148	10,935	49,162	35,875	66,435	50,490	19,532	6,909	0,023	2,923	43,847	1,9266	6,9092	16,8744	3095857,7661
Q. LA COCHA COLECTOR CARLOS LLERAS Y GUABO	3623,267	165,000	6,919	41,919	57,949	26,042	28,975	36,508	217,846	88,373	34,045	4,216	0,014	3,187	38,826	2,9554	3,9116	28,2503	2477337,8747
QUEBRADA LA PALMA				40,000	17,280	6,912	10,368	3,732	86,400	148,608	0,000	0,346	0,014	7,603	34,560	0,6912	0,3456	2,7648	1178,4960
QUEBRADA REYES				60,000	25,920	10,368	15,552	5,599	129,600	222,912	0,000	0,518	0,021	11,405	51,840	1,0368	0,5184	4,1472	1767,7440
QUEBRADA CONTADERO				50,000	21,600	8,640	12,960	4,666	108,000	185,760	0,000	0,432	0,017	9,504	43,200	0,8640	0,4320	3,4560	1473,1200

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

El escenario actual modelado en el presente documento evidencia claramente las condiciones de deterioro de la calidad de la Quebrada la Fragua debido a las descargas de aguas residuales de origen doméstico proveniente del municipio de San Pedro de Cartago, quienes vierten directamente a la quebrada sin ningún tipo de tratamiento. La reglamentación de vertimientos está dirigida a la reducción de cargas contaminantes por parte de los usuarios actuales identificados en campo, con el fin de recuperar la calidad de la fuente hídrica para la satisfacción de los usos estipulados.

8.4 PROPUESTA DE REGLAMENTACIÓN DE VERTIMIENTOS

La reglamentación de vertimientos, se realizó teniendo en cuenta los escenarios factibles a 3, 5 y 10 años en cuanto a cargas contaminantes para DBO_5, de cada una de las entradas identificadas en la Quebrada La Fragua.

Para usuarios nuevos, la cantidad de carga máxima a verter deberá someterse a la legislación vigente para vertimientos y a los objetivos de calidad establecidos en este Ordenamiento 2014. A continuación se presentan las cargas máximas a 3, 5 y 10 años que pueden ser vertidas a los diferentes tramos para los vertimientos identificados:

Tabla. Cargas para DBO a verter al cauce principal Quebrada La Fragua– San Pedro de Cartago.

Proyectos y Programas identificados en el Plan de saneamiento y Manejo de Vertimientos.

PROGRAMA 1. MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL SERVICIO A TRAVÉS DEL FORTALECIMIENTO EMPRESARIAL.	
Proyecto 1	Funcionamiento y puesta en marcha de la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo.
PROGRAMA 2: EDUCACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN AMBIENTAL EN TORNO AL RECURSO HÍDRICO.	
Proyecto 1	Programa ambiental de Educación y Sensibilizaciones torno al Recurso Hídrico, dirigido a diferentes sectores de la comunidad del Municipio de La Unión
PROGRAMA 3: DISEÑOS PRELIMINARES A LA EJECUCIÓN DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA TENDIENTES AL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO	
Proyecto 1	Actualización del Plan Maestro de Alcantarillado.
PROGRAMA 4: AMPLIACIÓN DE COBERTURA Y SEPARACIÓN DE ALCANTARILLADO CON BASE EN PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO TENIENDO EN CUENTA LA UNIFICACIÓN DE VERTIMIENTOS EN LA PLANEACIÓN DE LAS OBRAS	
Proyecto 1	Reposición Alcantarillado Sanitario Emisor 3
Proyecto 2	Reposición Alcantarillado Sanitario Emisor 5
Proyecto 3	Reposición Alcantarillado Sanitario Emisor 1 y 2
Proyecto 4	Construcción Alcantarillado Pluvial Zona X
PROGRAMA 5: CONSTRUCCIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO	
Proyecto 1	Construcción de 7 Sistemas de Tratamiento de aguas residuales del casco urbano del Municipio de La Unión, los cuales afectan a las Quebradas Fragua y Grande.
PROGRAMA 6: CONTROL DE VERTIMIENTOS DE SECTORES PARTICULARES COMO BENEFICIADEROS DE CAFÉ ENTRE OTROS.	
Proyecto 1	Elaboración e Implementación de Plan de Ingeniería para sectores productivos tales como centro de beneficio de café.

MONITOREO

Con el fin de garantizar la correcta ejecución de los programas y proyectos planteados en el PSMV, se hace necesario entre otras acciones, que la administración municipal de turno y la Empresa de Servicios Públicos, realicen un seguimiento, control y actualización al PSMV, que le permitan valorar los indicadores a partir de las actividades desarrolladas, los objetivos y metas propuestos, resultados obtenidos, los aspectos que han facilitado o dificultado alcanzar la situación deseada, los ajustes que se consideren necesarios y los

compromisos que se han planteado, con el fin de mejorar o mantener los resultados.