

EVALUACIÓN DE ACTIVIDADES ANTRÓPICAS QUE INCIDEN EN LAS  
PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL AGUA DE LA QUEBRADA LA TORCAZA  
CORREGIMIENTO EL ENCANO, MUNICIPIO DE PASTO- NARIÑO.

ANDREA DEL ROSARIO OJEDA GUERRERO  
ANDRÉS RICARDO SANTACRUZ MALLAMA

Universidad de Manizales  
Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas  
Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente  
San Juan de Pasto

2017

EVALUACIÓN DE ACTIVIDADES ANTRÓPICAS QUE INCIDEN EN LAS  
PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL AGUA DE LA QUEBRADA LA TORCAZA  
CORREGIMIENTO EL ENCANO, MUNICIPIO DE PASTO- NARIÑO.

ANDREA DEL ROSARIO OJEDA GUERRERO  
ANDRÉS RICARDO SANTACRUZ MALLAMA

Directora

GLORIA JANETH FLOREZ YEPEZ

Mag. Desarrollo sostenible y Medio Ambiente

Trabajo de grado para optar al título de Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

Universidad de Manizales

Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas

Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

San Juan de Pasto

2017

## Nota de Aceptación

---

---

---

---

Firma presidente del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del jurado

San Juan de Pasto, Febrero 2017.

## **Dedicatoria**

A quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el sendero correcto, a Dios.

A mis padres, gracias por haberme dado tanto, sin pedir nada a cambio, por estar a mi lado siempre, por su apoyo desinteresado, sus sacrificios y consejos dados para poder continuar.

A mi hermana y sobrina, por su paciencia, su tolerancia, su apoyo y magnanimidad para conmigo.

**ANDREA OJEDA GUERRERO**

Dedico este proyecto de tesis y logro de una nueva meta a Dios por estar presente en todos los momentos de mi vida, iluminándome y guiándome durante todo mi camino; quien con su protección y bendición me ayudo a salir adelante y lograr paso a paso los deseos que me he propuesto.

A mis padres Ricardo Santacruz y Bertha Mallama, y mi hermana Kelly Santacruz; por infundir en mi ese deseo de superación; resaltando su apoyo y preocupación de bienestar en los momentos de duda, desesperación y felicidad, su firmeza y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, siendo el pilar más importante en mi vida personal, laboral y académica.

También dedico este proyecto a mi novia Ivonn Suarez por su apoyo y comprensión, quien me apoyo y alentó para continuar, cuando parecía que las situaciones eran difíciles de superar.

**ANDRES RICARDO SANTACRUZ MALLAMA**

## **Agradecimientos**

Los autores agradecemos principalmente a Dios por permitirnos terminar con éxito esta etapa de nuestras vidas, a cada uno de nuestros padres, hermanas y a aquellas personas que desinteresada e incondicionalmente, nos apoyaron de una u otra forma en cada una de los pequeños pasos transitados a lo largo de este proceso de investigación.

## Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción	23
1. Planteamiento del Problema	27
2. Pregunta de Investigación	28
3. Objetivos	29
3.1 Objetivo General	29
3.2 Objetivos Específicos	29
4. Justificación	30
5. Localización del Área de Estudio	32
5.1 Ubicación Geográfica	32
6. Marco Teórico	35
6.1. Antecedentes	35
6.2. El Agua en el Contexto	38
6.3. Factores que Influyen en la Cantidad y Calidad del Agua	48
6.3.1 Actividades antrópicas	50
6.3.2 La actividad ganadera y su relación con la calidad del agua	51
6.3.3 La agricultura y su influencia en la calidad del agua	52
6.3.4 Actividades humanas	54
6.3.5 Cobertura vegetal	54
6.3.6 Actividades forestales	55
6.4 Índice de Calidad (ICA)	56
6.5. Modelo de Simulación de Carga Orgánica	59
6.6. Hidrología	61
6.6.1 El Ciclo Hidrológico	62
6.6.2 Precipitación	63
6.6.3 Escorrentia Superficial	63
6.6.4 Medición de Caudales	64

6.6.5 Infiltración	64
6.6.6 Capacidad de infiltración	65
6.6.7 Evapotranspiración	65
6.6.8 Balance Hídrico	66
6.7. Sostenibilidad del Recurso Hídrico	67
6.8. El Diagnostico en la Fuente Hídrica	68
6.9. Método para análisis de la información y elaboración del diagnóstico en oficina	69
6.10. Importancia de la Quebrada la Torcaza	69
7. Método y Modelo de Investigación	72
8. Metodología de la Investigación	73
8.1. Diseño Metodológico	73
8.1.1 Describir el componente biofísico del área de influencia de la quebrada la Torcaza.	74
8.1.2 Identificar las actividades antrópicas que se desarrollan en el área de influencia de la quebrada la Torcaza.	75
8.1.3 Caracterización de las propiedades fisicoquímicas de la quebrada la Torcaza y compararlas conforme a la Normatividad Ambiental vigente	75
8.2. Herramientas e Instrumentos	77
8.2.1 Técnicas de Recolección de Información	77
8.2.2 Manejo de la Información.	78
9. Resultados	80
9.1 Objetivo No. 1. Descripción del componente biofísico del área de influencia de la quebrada la Torcaza	80
9.1.1 Priorización de la fuente hídrica superficial	85
9.1.2 Funciones ecológicas y servicios ambientales de la quebrada La Torcaza	87
9.1.3 Bienes o productos de la Quebrada la Torcaza	87
9.1.4 Uso actual del suelo y cobertura vegetal	88
9.1.5 Perfil del Suelo.	103

9.2. Objetivo No. 2 Identificación de las actividades antrópicas que se desarrollan en el área de influencia de la quebrada la Torcaza respecto a la oferta y demanda hídrica y su incidencia en la calidad del agua	105
9.2.1 Identificación de actividades antrópicas	105
9.2.2 Determinación de Oferta y Demanda Hídrica	109
9.2.2.1. Oferta hídrica	110
9.2.3 Estimación de la precipitación	113
9.2.4 Estimación de la temperatura. Relleno de Estadísticas para Datos de Temperatura	117
9.2.5 Estimación de Evapotranspiración	121
9.2.6 Evapotranspiración Real (ETR)	124
9.2.7 Oferta Hídrica Superficial	126
9.2.8 Oferta hídrica	127
9.2.9 Estimación de la Demanda	128
9.2.10 Índice de Escasez o Índice de Uso de Agua (IE)	134
9.3 Objetivo No. 3. Caracterización de las propiedades fisicoquímicas del agua de la quebrada la Torcaza frente a la Normatividad Ambiental vigente y la incidencia de las actividades antrópicas	135
9.3.1 Toma de muestras	136
9.3.2. Monitoreo Físico Químico del Agua de la Quebrada la Torcaza	139
9.3.3 Caracterización de Perfiles de Calidad Quebrada la Torcaza	139
9.3.3.1 Oxígeno disuelto	140
9.3.3.2 Demanda Bioquímica de Oxígeno	141
9.3.3.3 Sólidos Suspendidos Totales	142
9.3.3.4 Grasas y Aceites	143
9.3.3.5 Coliformes Totales	144
9.3.3.6 Echerichia Coli	145
9.3.4 Índice de Calidad Quebrada Torcaza (ICA)	146
9.3.5 Modelación de Parámetros Fisicoquímicos del agua de la Quebrada la Torcaza	
151	



9.3.6 Comparación de Valores Fisicoquímicos del Agua Respecto a la Norma Vigente.	160
Conclusiones	170
Recomendaciones	172
Bibliografía	173
Anexos	179

## Lista de Tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Coordenadas de Referencia de la microcuenca La Torcaza	32
Tabla 2. Coordenadas de Referencia de la Quebrada La Torcaza	33
Tabla 3. Clasificación del “ICA”	57
Tabla 4. Pesos relativos por cada parámetro “ICA”	58
Tabla 5. Localización Geográfica de la quebrada Torcaza	80
Tabla 6. Estaciones Meteorológicas para cálculo de Precipitación	110
Tabla 7. Estaciones identificadas para relleno de estadísticas de precipitación	111
Tabla 8. Ausencia de valores mensuales de precipitación 2006 - 2015 estaciones IDEAM	112
Tabla 9. Distribución periodos Húmedos y Secos por estación	113
Tabla 10. Valores de precipitación	117
Tabla 11. Estaciones identificadas para relleno de estadísticas de datos de temperatura	117
Tabla 12. Ausencia de valores mensuales de Temperatura complementados con procesos estadísticos	117
Tabla 13. Estaciones Meteorológicas para cálculo de Temperatura	118
Tabla 14. Valores de Temperatura .Microcuenca Quebrada la Torcaza	120
Tabla 15. Valores de Evapotranspiración Potencial (ETP)	123
Tabla 16. Valores de Evapotranspiración Real (ETR)	125
Tabla 17. Valores de Escurrimiento Superficial total	127
Tabla 18. Calculo Demanda de uso Domestico	129
Tabla 19. Calculo Demanda para uso Pecuario	130
Tabla 20. Calculo Demanda de Uso Agrícola	132
Tabla 21. Ubicación de los puntos de muestreo	136
Tabla 22. Muestreo Quebrada La Torcaza	140
Tabla 23. Índice de calidad del agua quebrada la Torcaza - punto inicial	146
Tabla 24. Índice de calidad del agua quebrada la Torcaza – después de la Bocatoma del acueducto	147
Tabla 25. Índice de calidad del agua quebrada la Torcaza – Sector Bella Vista	148
Tabla 26. Índice de calidad del agua quebrada la Torcaza – Confluencia Río el Encano	149

Tabla 27. Clasificación de puntos de muestreo	149
Tabla 28. Valores normativos	161
Tabla 29. Valores obtenidos de laboratorio: Muestreo 1	162
Tabla 30. Valores obtenidos de laboratorio: Muestreo 2.	163
Tabla 31. Comparación Límites permitidos en Norma vs Laboratorio: Muestreo 1	164
Tabla 32. Comparación Límites permitidos en Norma vs Laboratorio: Muestreo 2	165

## Lista de Cuadros

	<b>Pág.</b>
Cuadro 1. Normatividad	84
Cuadro 2. Priorización de aguas superficiales	85
Cuadro 3. Priorización de la quebrada La Torcaza	86
Cuadro 4. Bosque primario intervenido Quebrada La Torcaza	89
Cuadro 5. Bosque secundario Quebrada La Torcaza	94
Cuadro 6. Población herbácea, arbustiva y arbórea.	98

## Lista de Gráficos

	Pág.
Gráfica 1. Factores que influyen en la cantidad y calidad del agua	49
Gráfica 2. Balance hídrico	66
Gráfica 3. Diagnostico Corriente Hídrica	83
Gráfica 4. Distribución Temporal de la Lluvia	113
Gráfica 5. Histograma- Distribución de la Precipitación en la Microcuenca la Torcaza	114
Gráfica 6. Curva normal QQPLOT - Distribución de la Precipitación en la Microcuenca Quebrada la Torcaza	115
Gráfica 7. Precipitación Vr. Altitud	116
Gráfica 8. Temperatura vs. altitud	118
Gráfica 9. Grafico Normal QQPlot de los valores medios Anuales de Temperatura	119
Gráfica 10. Modelo Raster de Temperatura Microcuenca Quebrada la Torcaza	119
Gráfica 11. Demanda para uso pecuario	130
Gráfica 12. Demanda de Uso Total Microcuenca Quebrada la Torcaza	133
Gráfica 13. Muestreo disuelto	141
Gráfica 14. Demanda bioquímica de oxígeno	142
Gráfica 15. Sólidos Suspendidos Totales	143
Gráfica 16. Grasas y Aceites	144
Gráfica 17. Coliformes Totales	144
Gráfica 18. Echerichia Coli	145
Gráfica 19. Índice general de la Calidad del Agua "ICA" de la Quebrada la Torcaza	150
Gráfica 20. Con Gráfico Noción de Corrientes Hídricas Superficiales	152
Gráfica 21. Esquema de Balance de Flujo	152
Gráfica 22. Esquema de Variables de la ecuación de Manning	153
Gráfica 23. Esquema de Balance de Masa	154
Gráfica 24. Procesos de Transferencia de Masa y Modelos Cinéticos	156
Gráfica 25. Modelo matemático para oxígeno disuelto	158
Gráfica 26. Modelo matemático para Demanda Bioquímica de Oxígeno	158

Gráfica 27. Modelo matemático para Sólidos Suspendidos	158
Gráfica 28. Modelo matemático para Coliformes fecales	159
Gráfica 29. Modelo matemático para Coliformes Totales	159
Gráfica 30. Modelo matemático para Grasas y aceites	159

## Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Ubicación Geográfica de la Microcuenca La Torcaza Encano	33
Figura 2. Localización Geográfica Microcuenca Quebrada Torcaza	80
Figura 3. Reconocimiento del área de estudio	81
Figura 4. Inflorescencia del vicundo familia Bromeliceae	92
Figura 5. Helecho de la familia Polypodaceae	93
Figura 6. Cobertura Natural quebrada la Torcaza	93
Figura 7. Vegetación bosque secundario Quebrada La Torcaza	97
Figura 8. Zonas desbastadas de bosque para la actividad pastoril	97
Figura 9. Vegetación herbácea presente en la zona de estudio	101
Figura 10. Actividades Agrícolas cerca a la quebrada la Torcaza	101
Figura 11. Actividades Pecuarias – Quebrada la Torcaza.	102
Figura 12. Cobertura vegetal	102
Figura 13. Zonas de vivienda	103
Figura 14. Perfil de Suelo	104
Figura 15. Parte alta de la quebrada la Torcaza	106
Figura 16. Bosque Primario – zona de protección	106
Figura 17. Actividades pecuarias	107
Figura 18. Actividades pecuarias	107
Figura 19. Actividad piscícola	108
Figura 20. Criadero de trucha	108
Figura 21. Valores de Temperatura Quebrada la Torcaza	120
Figura 22. Modelo Raster de Evapotranspiración Potencial Quebrada la Torcaza	123
Figura 23. Modelo Raster de Evapotranspiración Real (ETR) de la Quebrada la Torcaza	125
Figura 24. Modelo Raster de Esguerrimiento Superficial Total Microcuenca la Torcaza	126
Figura 25. Demanda de Uso Agrícola – Áreas Cultivadas	132
Figura 26. Índice de Escasez Microcuenca la Torcaza	135
Figura 27. Puntos de muestreo en la quebrada la Torcaza	137
Figura 28. Fijación de muestras	138

Figura 29. Conservación de muestras	138
Figura 30. Mapa de Índice de Calidad de agua	150



## Lista de Anexos

	<b>Pág.</b>
Anexo A. Estaciones de monitoreo quebrada Torcaza No. 1	180
Anexo B. Estaciones de monitoreo quebrada Torcaza No. 2	181
Anexo C. Estaciones de monitoreo quebrada Torcaza No. 3	182
Anexo D. Estaciones de monitoreo quebrada Torcaza No. 4	183
Anexo E. Resultados de laboratorio, primer muestreo. (Sitio 1)	184
Anexo F. Resultados de laboratorio, primer muestreo. (Sitio 2)	185
Anexo G. Resultados de laboratorio, primer muestreo. (Sitio 3)	186
Anexo H. Resultados de laboratorio, primer muestreo. (Sitio 4)	187
Anexo I. Resultados de laboratorio, segundo muestreo. (Sitio 1)	188
Anexo J. Resultados de laboratorio, segundo muestreo. (Sitio 2)	189
Anexo K. Resultados de laboratorio, segundo muestreo. (Sitio 3)	190
Anexo L. Resultados de laboratorio, segundo muestreo. (Sitio 4)	191
Anexo M. Regresiones lineales para relleno de estadísticas de precipitación	192
Anexo N. Modelo, índice Térmico	192
Anexo O. Coeficiente A	193
Anexo P. Coeficiente C	193
Anexo Q. ETP sin corregir	194
Anexo R. ETP Corregida latitud	194
Anexo S. Escurrimiento superficial total	195
Anexo T. Ejemplo Hoja De Cálculo Condiciones Fisicoquímicas y Microbiológicas Iniciales	195
Anexo U. Ejemplo Hoja de Cálculo de Posición y Elevación de Elementos Computacionales	196
Anexo V. Ejemplo Hoja De Cálculo De Parámetros Hidráulicos de la Corriente	196
Anexo W. Ejemplo Hoja de Cálculo de Constantes Cinéticas	197
Anexo X. Ejemplo Hoja de Cálculo Descargas Puntuales	197
Anexo Y. Ejemplo Hoja de Cálculo Descargas Difusas	198
Anexo Z. Modelación del agua de la quebrada la Torcaza corregimiento del Encano; escenario actual	199



## Glosario

**AGUA:** es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H<sub>2</sub>O). Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida. El término agua generalmente se refiere a la sustancia en su estado líquido, 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 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 SUPERFICIAL:** toda agua natural abierta a la atmósfera, concerniente a ríos, lagos, reservorios, charcas, corrientes, océanos, mares, estuarios y humedales.

**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.

**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.

## Resumen

La presente investigación tuvo como finalidad realizar una Evaluación de las actividades antrópicas que inciden en las propiedades físico químicas del agua de la Quebrada la Torcaza, ubicada en el corregimiento El Encano, al oriente del municipio de Pasto-Nariño; que es afluente del Humedal Ramsar-Laguna de la Cocha. Se realizaron métodos cuantitativos y cualitativos que permitieron realizar la identificación, análisis y evaluación de las diferentes actividades humanas desarrolladas sobre la fuente hídrica, y su influencia directa o indirecta en la calidad de la misma. En el componente cualitativo se realizó un diagnóstico biofísico de la quebrada y su zona de influencia, generando mapas temáticos, a escala 1:25.000 y 1:50.000. Para el componente cuantitativo, se realizaron muestreos en época de verano e invierno, para identificar parámetros físicoquímicos y compararlos con la normatividad ambiental vigente; realizar una modelación de los parámetros utilizando el modelo matemático Qual2k, determinar el Índice de calidad del agua (ICA), y las diferentes demandas de uso. Como resultado de la investigación; las actividades como ganadería, agricultura, cría de especies menores, generan alteraciones en las propiedades físicas químicas del agua. De igual manera se observa que hay una oferta hídrica de 3.072 millones de m<sup>3</sup>/año y un Índice de escasez de 37,62% y por lo tanto hay necesidad de emprender acciones para el ordenamiento de la corriente hídrica en oferta y demanda y de esta manera hacer un uso eficiente, racional que mejore la eficiencia en la utilización del recurso agua.

**Palabras claves.** Quebrada, Parámetros físico químicos, Actividades Antrópicas, Muestreo, Normatividad, Modelación, Índices.

## Abstrac

The purpose of this research was to carry out an evaluation of the anthropic activities that affect the physicochemical properties of the water of Quebrada la Torcaza, located in the El Encano district, east of the municipality of Pasto-Nariño; Which is a tributary of the Ramsar-Laguana de la Cocha Wetland. Quantitative and qualitative methods were used to identify, analyze and evaluate the different human activities carried out on the water source, and their direct or indirect influence on the water quality. In the qualitative component, a biophysical diagnosis was made of the ravine and its area of influence, generating thematic maps, at a scale of 1: 25,000 and 1: 50,000. For the quantitative component, samples were taken in summer and winter, to identify physicochemical parameters and to compare them with current environmental regulations; a parameter modeling was performed using the mathematical model Qual2k, as well as the determination of the water quality index (ICA), and the different demands of use. As a result of the research, activities such as livestock, agriculture, breeding of minor species, generate alterations in the physical properties of water. It is also observed that there is a water supply of 3,072 million m<sup>3</sup> / year and a 37.62% shortage index, and therefore there is a need to undertake actions for the ordering of the water supply and demand to be able to make an efficient use of water resources.

**Keywords.** Quebrada, Chemical physical parameters, Anthropic activities, Sampling, Regulations, Modeling, Indices.

## Introducción

El agua es un elemento esencial para la vida, se debe concientizar que es necesaria para los seres vivos; la producción de alimentos, electricidad, mantenimiento de la salud, entre otros. También es requerida en el proceso de elaboración de muchos productos industriales, medios de transporte y es esencial para asegurar la sostenibilidad de los ecosistemas de la tierra (ONU/WWAP 2003).

El agua ha estado siempre presente en todas las actividades del hombre, como protagonista principal de su desarrollo y del recorrido hacia la civilización, condicionando su propia supervivencia; esto ha llevado a idear y desarrollar diferentes formas de aprovechamiento. Sin embargo, la escasez del recurso, la dificultad de acceder al mismo y la mala calidad van de la mano con la pobreza y las enfermedades.

En la Declaración de los Derechos del Hombre de 1948, se establece que toda persona tiene derecho a un nivel de vida suficiente para asegurar su salud, su bienestar y el de su familia, lo que sin lugar a dudas incluye el derecho humano al agua.

El agua no puede considerarse únicamente como un bien económico. También es un bien social y cultural indispensable para la garantía de otros derechos como la salud, la alimentación y el medio ambiente sano. (Informe Defensorial No. 39 - B).

El agua forma parte de los diferentes procesos naturales de la tierra, por lo que tiene un impacto en todos los aspectos de la vida. Debido a que cada organismo depende del agua, éste recurso sin duda alguna; es el eje primordial del desarrollo de la sociedad, lo cual se ha confirmado a través de la historia; sin embargo, el agua es un recurso limitado, muy vulnerable y escaso en los últimos años, y no existe una conciencia globalizada sobre el manejo razonable que se debe ejercer sobre el mismo, originando crisis por la falta de suministro y calidad del agua, que provoca enfermedades de origen hídrico, desnutrición, crecimiento económico reducido, inestabilidad social, conflictos por su uso y desastres ambientales, siendo necesario un monitoreo

constante para determinar la calidad del agua y conocer cuáles son las tecnologías o factores que afectan sus propiedades fisicoquímicas.

En la actualidad existe una creciente demanda por el recurso hídrico en contextos urbanos y rurales a nivel global. El desarrollo económico amenaza constantemente la conservación de los recursos naturales, provocando un deterioro de los mismos, esencialmente en el agua, lo que pone en riesgo a las futuras poblaciones. El agua es un recurso vital que se encuentra bajo competencia entre usuarios, por lo que es importante mejorar el conocimiento en cuanto a la cantidad y calidad de la misma en las diferentes microcuencas, con el fin de planificar y hacer un uso sostenible de este recurso natural. (Informe Defensorial No. 39 - B).

El agua, para la planificación territorial generalmente se distribuye en cuencas hidrográficas, dado que ésta se describe como un área topográficamente delimitada y delineada con un sistema de ríos o tributarios, a través de los cuales todo el escurrimiento generado en la cuenca es drenada en una misma salida, en el punto más bajo.

Es así como las Políticas y estrategias de Conservación y Protección ambiental del recurso agua se priorizan desde el marco Mundial, Nacional, Departamental y Municipal, enfocándolas hacia la intervención de las Microcuencas Hidrográficas con actividades encaminadas a la restauración, protección y el mantenimiento de sus condiciones ecológicas, salvaguardando los bienes y servicios ambientales inmersos de manera directa e indirecta en estos ecosistemas, que son parte fundamental de los ciclos ecológicos.

En este sentido, es necesario determinar factores y variables que determinen el estado actual de las microcuencas, tal como son la oferta de agua de una cuenca y su potencial, para usos domésticos, riego, industria, entre otros y la calidad de agua que escurre (propiedades fisicoquímicas). Lo anterior si se considera que la información de una cuenca o microcuenca es importante para la toma de decisiones de manejo y ordenación del territorio, sin dejar de lado una variable fundamental como la cantidad de habitantes que necesitan este recurso para sus diferentes necesidades.



Es importante destacar que por lo general las diferentes fuentes hídricas, enmarcan a ecosistemas que en ocasiones se vuelven sensibles; debido a las diferentes presiones a las cuales son sometidos, sin embargo, cabe mencionar que si bien un ecosistema sensible de manera natural puede auto regularse, y que adicional a ello cuenta con políticas y estrategias de orden internacional, nacional y regional para la protección y conservación, no dejan de ser vulnerables a factores externos, como el social y demográfico, que se ven reflejados en procesos como la continua llegada de personas desplazadas, además de las tasas de crecimiento, el incremento de los índices de pobreza y los procesos de urbanización (apertura de vías e Infraestructuras), lo cual provoca a corto mediano y largo plazo una fuerte presión ambiental sobre las microcuencas y quebradas y una intervención directa en las ecosistemas y zonas de protección (influencia), que pueden ocasionar la pérdida o contaminación de humedales, quebradas o nacimientos hídricos, cobertura vegetal, material edafológico, amenaza o extensión de especies de fauna y flora, como también la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa, como deslaves, derrumbes o desplomes y/o cambio de la estructura geomorfológica o relieve que se convierten en una amenaza ambiental como un riesgo hacia los ecosistemas y principalmente los cauces.

Adicional a ello y de manera general, suelen presentarse casos de quemas frecuentes del recurso suelo o pastos tanto naturales como agrícolas, procesos de deforestación, praderización de zonas recolectoras de agua, permanente avance de la frontera agrícola y la implementación de crianza de especies bovinas, piscícolas, equinos y porcinas en zonas aledañas a nacimientos hídricos y zonas de protección ambiental, lo anterior convirtiéndose en variables que alteran los recursos naturales que tienen influencia y valor ecológico importante; en los procesos naturales para el mantenimiento del estado ambiental del recurso hídrico presente en las quebradas.

En este sentido, la presente investigación se desarrollara específicamente en la quebrada la Torcaza, que hace parte de la microcuenca del mismo nombre; quebrada que es de gran importancia para la zona; pues sus aguas son afluente principal del Rio el Encano el cual desemboca en el Lago Guamuez, área que integra el Humedal RAMSAR–Laguna de la Cocha, reconocido a nivel internacional. Por tanto, conocer la situación actual de la quebrada, permitirá generar a futuro; proyectos ambientales, sociales y económicos encaminados a la sostenibilidad

de la misma, mitigando el deterioro ambiental y las consecuencias hacia la biodiversidad y el ser humano.

Para llevar a cabo lo anterior, esta investigación elaborará una caracterización socio ambiental para definir las zonas que son vulnerables o sensibles a nivel ecosistémico, la identificación de las diferentes actividades antrópicas que se desarrollan alrededor de la quebrada y como estos generan alteraciones positivas o negativas en las propiedades físico químicas del agua; conjuntamente con esto se elabora un diagnóstico con información primaria y secundaria para identificar características de la quebrada; es necesario elaborar una comparación con los parámetros establecidos en normatividad ambiental y determinar el estado de la calidad y cantidad de agua, para evaluar finalmente que tan presionada se encuentra la quebrada respecto a procesos antrópicos presentes en el área de influencia a la misma y como una posible alteración de las propiedades fisicoquímicas del agua pueden repercutir en el ecosistema en general. Cabe mencionar que sobre el tema de investigación no se encuentra antecedentes que puedan ser utilizados como base o guía para el desarrollo de la misma, razón por la cual se elaboró una metodología propia de los autores tomando como referente procedimientos establecidos por el IDEAM y la normatividad ambiental vigente.

## 1. Planteamiento del Problema

El agua aun en estado natural no es un elemento puro, por esto, de acuerdo con el uso al que esté destinada, puede presentar distintos niveles de calidad; pero cuando vaya a ser utilizada para el consumo humano, debe cumplir con requisitos de disponibilidad, accesibilidad y calidad. (Amaya, 1991).

De acuerdo con el informe del IDEAM las fuentes hídricas que surten de agua a los municipios de Colombia presentan distintos grados de contaminación, particularmente debido a las aguas residuales sin tratar, a la contaminación de aguas subterráneas con almacenamiento indebido de plaguicidas obsoletos y a la contaminación de aguas marinas.

Basado en lo anterior es primordial realizar la caracterización de una de las quebradas de importancia del Humedal RAMSARL -Laguna de la Cocha, como es la quebrada la Torcaza; la cual es una corriente de cuarto orden, hace parte de la microcuenca del mismo nombre, ubicada en el corregimiento El Encano, municipio de Pasto, a una altura entre los 2870 y 3500 m. a su vez abastece de agua a cuatro veredas del corregimiento, (Bella Vista, El Socorro, Encano Centro y el Puerto), beneficiando aproximadamente a 384 familias; su cauce finaliza en la confluencia con el río El Encano ubicado en la cabecera corregimental, que finalmente desemboca en el Lago Guamuéz el cual es de gran importancia a nivel internacional.

Sin embargo, y a pesar de que la quebrada tiene un área de influencia hacia el Humedal durante su recorrido hasta su desembocadura, se evidencia en los márgenes y zonas de protección el desarrollo de actividades antrópicas, de las cuales la disposición final de residuos líquidos y sólidos, domésticos, agrícolas e industriales se hace directamente en la quebrada, los cuales pueden incidir en las propiedades físico químicas del agua de la misma, y probablemente repercutir sobre el funcionamiento de los sistemas acuáticos reduciendo así la efectiva disponibilidad e incrementando la competencia por el agua de calidad, además de posibles alteraciones en dos ecosistemas; como el páramo azonal y en humedal Ramsar.

Cabe mencionar que la fuente abastecedora del recurso hídrico, también se ve afectada por el incremento de la población, y el establecimiento de asentamientos humanos en zonas no adecuadas, lo cual ha llevado a una competencia por los recursos limitados de agua dulce. Una combinación de problemas económicos y socioculturales sumados a una carencia de programas de superación de la pobreza, ha contribuido a personas que viven en condiciones precarias a sobreexplotar los recursos naturales, lo cual afecta negativamente la calidad del recurso agua; las carencias de medidas de control de la contaminación dificultan el uso sostenible del vital líquido. Así mismo, se puede señalar que esta fuente hídrica no ha sido incluida en los diferentes planes de ordenamiento del recurso hídrico, debido a que hace parte de dos departamentos; Nariño y Putumayo; razón por lo cual no existe información detallada, siendo necesario fundamentar la investigación en trabajo de campo.

En este orden de ideas, se reconoce la importancia de evaluar la situación actual de esta fuente hídrica a nivel ambiental, donde se identifique la intervención humana dentro de este ecosistema; y se determine el nivel de impacto que las mismas generan en las propiedades físico químicas del agua, y cómo estas nos determinan el uso y potencial de este recurso.

## **2. Pregunta de Investigación**

Teniendo en cuenta las diferentes situaciones que se pueden encontrar en la quebrada y su zona de influencia, para el desarrollo de la investigación, se formula la siguiente pregunta:  
¿Cómo las posibles actividades antrópicas desarrolladas en el área de influencia de la quebrada la torcaza inciden en la variación de las propiedades físico químicas del agua de la misma?

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo General**

Evaluar las actividades antrópicas desarrolladas en el área de influencia de la quebrada la Torcaza y su incidencia en la variación de las propiedades fisicoquímicas de la misma.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

1. Describir el componente biofísico del área de influencia de la quebrada la Torcaza.
2. Identificar las actividades antrópicas que se desarrollan en el área de influencia de la quebrada la Torcaza respecto a la oferta y demanda hídrica.
3. Caracterizar las propiedades fisicoquímicas del agua de la quebrada la Torcaza frente a la Normatividad Ambiental vigente y la incidencia de las actividades antrópicas.

#### 4. Justificación

El agua es el componente más abundante en la superficie terrestre y más o menos puro, forma la lluvia, las fuentes, los ríos y los mares; es parte constituyente de todos los organismos vivos. En su estado natural, tiene unas propiedades físico químicas específicas, entre las cuales se encuentra; físicas: turbiedad, color, olor, sabor, temperatura, los sólidos que contenga y la conductividad específica y entre los múltiples parámetros químicos que se pueden determinar en las aguas los principales como son: pH, dureza, sulfatos, acidez, cloruros, Hierro, alcalinidad, fosfatos, Manganeso, Amonio, agentes oxidantes, aceites y grasas, Arsénico, Bario, Boro, Cadmio, Cromo, Cobre, Cianuros, fenoles, fluoruros, Mercurio, nitratos, Oxígeno disuelto, pesticidas, Plata, Plomo, Zinc, y otros elementos y sustancias que puedan estar contenidas en las aguas.

De esta forma, conociendo las características propias de cada fuente de agua es posible su clasificación: agua potable, agua servida, agua residual industrial, aguas negras, etc.; permiten su uso: para consumo, riego, refrigeración, producción de vapor, como disolvente etc. y permiten su comparación en cuanto a la calidad que presenten para la misma aplicación.

El agua para consumo humano es la más estudiada por sus características, debido a los efectos que la modificación de estas generan sobre la salud, después de investigar las causas de epidemias mundiales que fueron causadas por aguas contaminadas, devastando grandes centros urbanos, se llegan a plantear valores máximos permisibles de diferentes características.

Para el caso de estudio, la quebrada la Torcaza ha sido por muchos años de valor económico para las poblaciones que hacen uso/beneficio para consumo humano, actividades pecuarias, turismo, y conservación de ecosistemas, entre otros; tiene importancia a nivel corregimental por ser afluente del Humedal Ramsar Laguna de la Cocha en el departamento de Nariño, y por proveer del recurso a 384 familias de cuatro veredas del corregimiento; es un sitio ambiental estratégico ya que hace parte de la eco región Bordoncillo-Patascóy considerados reguladores ambientales ricos en biodiversidad.

Existe una diversidad de razones que justifica el estudio, incluyendo magnitud de los vertimientos que existen en el agua, consideraciones socioeconómicas que intervienen y la influencia del área de estudio en el desarrollo del corregimiento del Encano. De igual forma el poco conocimiento por parte de la comunidad y de las instituciones sobre las propiedades del agua de este afluente, además de la insuficiente documentación existente, conlleva a que se realicen dentro de ésta actividades antrópicas que modifican los parámetros requeridos para el abastecimiento en acueductos, distritos de riego y otros.

Por lo anterior es necesario evaluar la incidencia de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua de la quebrada la Torcaza, considerando su importancia por ser la principal fuente de abastecimiento de algunas veredas del corregimiento El Encano; la cual es afluente del humedal de carácter internacional.

## 5. Localización del Área de Estudio

### 5.1 Ubicación Geográfica

El corregimiento del Encano está ubicado a 27 kilómetros de la ciudad de San Juan de Pasto, en el departamento de Nariño, en el corredor oriental del municipio, tiene un área de 46,429 hectáreas, sus límites son por el norte: Con el municipio de Buesaco y corregimiento de La Laguna, al sur: con el municipio de Funes y el departamento del Putumayo. Al occidente: con los corregimientos de Catambuco y Santa Bárbara y al oriente: con el departamento del Putumayo; posee una altura de 2820 m.s.n.m., y una temperatura promedio de 11 °C (CORPONARIÑO - SISA. (2001), integrado por 19 veredas.

Dentro de este corregimiento se localiza la gran cuenca del río Guaméz, la cual es abastecida en pequeña proporción por la quebrada la Torcaza, que hace parte de la microcuenca del mismo nombre y a su vez ambas conforman parte de la eco región Bordoncillo - Patascoy - La cocha correspondiente al corregimiento el Encano; que se ubica entre los 2870 y 3500 msnm. La quebrada la Torcaza se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas.

Tabla 1. *Coordenadas de Referencia de la microcuenca La Torcaza*

COORDENADAS	Posición	
	X	Y
N-W	992342	624011
S-E	988868	620064

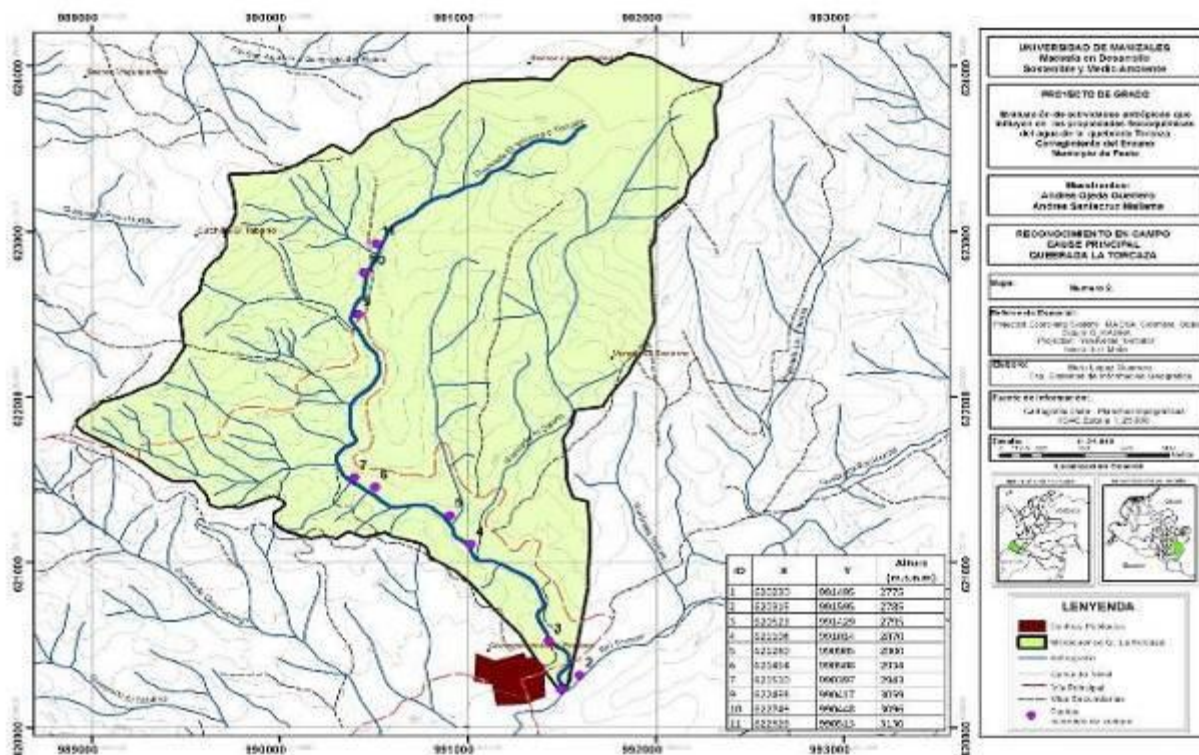
Fuente: Los Autores, 2016.



Tabla 2. *Coordenadas de Referencia de la Quebrada La Torcaza*

PUNTO	Posición		ALTURA
	X	Y	
1	620230	991495	2775
2	620315	991595	2785
3	620523	991429	2795
4	621108	991014	2870
5	621280	990905	2900
6	621454	990508	2934
7	621510	990397	2943
8	621617	990344	2981
9	622498	990417	3059
10	622749	990448	3096
11	622926	990513	3130

Fuente: Los Autores, 2016

Figura 1. *Ubicación Geográfica de la Microcuenca La Torcaza Encano*

Fuente: Los Autores, 2016

La quebrada la Torcaza es una corriente de cuarto orden, es decir que recibe la afluencia de corrientes menores de orden primario, secundario y terciario. Abastece el acueducto de las veredas Bella Vista, El Socorro, parte del Encano Centro y Parte de El Puerto; que finalmente desemboca al Río Encano que integra la cuenca del Lago Guamuéz.

En el área de influencia de la quebrada se presentan tres zonas de vida.

- Páramo Pluvial Sub Andino: Ubicado en la parte alta de la quebrada La Torcaza, presenta una temperatura media entre 3 y 6°C y un promedio anual de lluvias superior a 1.000 mm, por ende representa una fuente de nacimientos hídricos.
- Bosque Pluvial Montano: Posee una temperatura entre 6 y 12 °C, con un promedio anual de lluvias superior a 2000mm, pertenece a la provincia de humedad súper húmedo, con fuertes vientos que azotan violentamente estas áreas.
- Bosque muy Húmedo Montano: Se ubica a una altitud de 2830 msnm, con una temperatura promedio anual de 11 a 12 °C y una precipitación anual de 1200 a 1325 mm. La relación de evapotranspiración igual a 0.52 define un régimen húmedo, agravado por la formación de frecuentes nubes y neblinas que depositan cierta cantidad de agua al contacto con la vegetación.

De acuerdo con la estación del Encano, la temperatura general del área es de 12,1°C. El régimen es característico de la zona, con dos épocas bien marcadas, la época de lluvias y de verano; posee una humedad alta y una evaporación media mensual de la zona de es de 57,10 mm/mes.

Los suelos son orgánicos, compuesto de ceniza volcánica, lava, rocas volcánicas, con textura franco arenosa, posee un relieve escarpado a fuertemente inclinado con presencia de lomas y pendientes predominantes del 50 a 75%,

## 6. Marco Teórico

### 6.1. Antecedentes

La Investigación “Caracterización físico química y microbiológica de la quebrada Cuchicute ubicada en los municipios de San Gil y Curiti”, elaborada por Sonia Patricia Rios (2004), tuvo una metodología fundamentada en nueve muestreos realizados en época de verano, teniendo en cuenta los afluentes que convergen a dicha corriente, las bocatomas de los acueductos y el sitio donde desemboca la Quebrada Cuchicute. En cada uno de los sitios seleccionados se realizó: georeferenciación, medición del caudal, pruebas in situ y toma de muestras puntuales de agua para efectuar análisis físico químico y microbiológico.

Los resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se compararon con el Decreto 475/1998, el cual determina de acuerdo a los resultados fisicoquímicos y microbiológicos si el agua es o no apta para consumo humano; pues la población asentada en esta microcuenca la utiliza principalmente para este fin. Además se tuvo en cuenta el Decreto 1594/1984 con el fin de establecer el uso que se le puede dar a este recurso hídrico. Los resultados de las características físico químicas y microbiológicas comparadas con el Decreto 475/1998 mostraron que todas las muestras cumplen con los límites fisicoquímicos exigidos.

Como conclusión de la investigación, se obtuvo que las características físico químicas evaluadas a lo largo de la Quebrada Cuchicute en época de verano presentan un comportamiento similar, todas las muestras cumplen con los valores admisibles del Decreto 475 del 10 de marzo de 1998 excepto los puntos 6 y 9 que presentan valores altos de hierro y turbiedad. Además las características como: cloruros, turbiedad, color, hierro y pH cumplen con los límites exigidos en el Decreto 1594 del 26 de junio de 1984 de acuerdo a los usos.

Por otra parte, permitió determinar que la cantidad de coliformes totales, fecales y mesófilos encontrados sobre la Quebrada Cuchicute no cumple con los valores admisibles del Decreto 475 del 10 de marzo de 1998, por tanto perjudican la salud de la población asentada en esta microcuenca debido a que los acueductos veredales no cuentan con sistemas de tratamiento.

La investigación “Diagnóstico de la contaminación por aguas residuales domésticas, cuenca baja de la quebrada la macana, San Antonio de Prado. Municipio de Medellín”, realizada por Maritza Hidalgo Santana & Elizabeth Mejía Álvarez (2010), tuvo como objetivo evaluar la afectación del recurso hídrico por el vertimiento de las aguas residuales domésticas provenientes de descargas directas o de los sistemas de tratamiento integrado en la cuenca baja de la quebrada La Macana, en el corregimiento de San Antonio de Prado, municipio de Medellín, durante el año 2009 se realizó un trabajo de investigación aplicada que incluyó la evaluación de la calidad del agua y la caracterización de los usuarios.

Se muestrearon 7 puntos para parámetros indicadores de la calidad (DBO5, DQO, coliformes totales, E. Coli, grasas y aceites y sólidos suspendidos) y se realizaron entrevistas dirigidas donde se encontró que el 62% de la carga total proviene de las viviendas con tanque séptico y el restante 38% de las que realizan el vertido directo. La relación DBO/DQO muestra que en el tramo estudiado (300 m), la quebrada ha degradado el 80% de la carga contaminante debido a la alta capacidad de autodepuración de la corriente.

El problema principal identificado de contaminación por aguas residuales domésticas es por coliformes totales. Uno de los resultados de la investigación demuestra que en general la cuenca presenta contaminación por coliformes totales, todas las muestras tomadas en el tramo de estudio presentan calidad de agua deficiente desde el punto de vista bacteriológico de acuerdo con el RAS 2000. Esta situación es necesaria de controlar dado que estos organismos son altamente infecciosos y son los responsables de causar enfermedades.

La investigación “Diagnóstico ambiental para la quebrada la colorada ubicada en la vereda la colorada, en el municipio de Rionegro Santander, elaborada por Angel Alfonso Sepúlveda Hernández (2009), tiene como objetivo conocer la problemática ambiental del área de influencia e identificar las causas y los efectos sobre los recursos naturales. Por consiguiente, la C.D.M.B. por ser autoridad ambiental, consideró necesario realizar el proyecto, en esta zona; realizando inspecciones oculares, aplicación de encuestas, monitoreo de aguas, revisión de la normatividad vigente, caracterización de residuos sólidos, muestreo de suelos, cálculo del Índice de Calidad de Agua y el Índice de Escasez.

Posteriormente, se realizó la evaluación de impactos ambientales con la metodología de Empresas Públicas de Medellín, en la que se encontró que los principales problemas se deben a las prácticas agrícolas inadecuadas, carencia de servicio público de aseo, alcantarillado y acueducto, etc.; por lo tanto la comunidad, se ve en la obligación de disponer los residuos sólidos y aguas residuales domésticas y agroindustriales directamente a la Quebrada La Colorada, contribuyendo al deterioro y a una posible contaminación de los recursos naturales, generando algunos conflictos sociales principalmente por el uso y aprovechamiento del recurso agua.

Con los resultados de la investigación, el autor concluye que en la Vereda La Colorada, la comunidad no posee servicio de aseo por lo tanto realizan el almacenamiento, tratamiento y disposición de los residuos de una forma incorrecta que con el crecimiento de la población y el transcurrir del tiempo puede generar contaminación del suelo, agua y aire de la vereda La Colorada.

La utilización de agroquímicos para acelerar y evitar las plagas que dañan la producción y la quema para la rotación de los cultivos son prácticas inadecuadas, causando alteración de las propiedades de los suelos, acelera los procesos erosivos generando contaminación del agua de la Quebrada La Colorada por sedimentos.

Según el cálculo del Índice de Calidad del Agua de la Quebrada La Colorada es buena y óptima calidad. En la Quebrada La Colorada se obtuvo un índice de calidad en el nacimiento de 76.85. La Quebrada La Colorada con un previo tratamiento convencional se encuentra en condiciones adecuadas para abastecer la comunidad de la Vereda La Colorada. El índice de calidad se debe a los valores relativamente bajos de los Coliformes fecales, la turbiedad, y los demás parámetros fisicoquímicos que se encuentran por debajo de los valores permisibles por la normatividad legal vigente.

La microcuenca La Colorada presenta un índice de escasez muy bajo, la comunidad de la vereda La Colorada no ejerce sobre explotación del recurso hídrico, para el desarrollo de las diferentes actividades de la zona. En cuanto a la actividad avícola y porcícola de la zona se encontró que no manejan adecuadamente los residuos líquidos y sólidos, que afectan a los

habitantes de la zona de influencia de la Quebrada La Colorada debido a la generación de malos olores y vertimientos directos a la Quebrada perjudicando así la fuente de abastecimiento de la comunidad.

El Índice de Escasez que se obtuvo de la Quebrada La Colorada fue de aproximadamente de 2.77%, lo que indica que se encuentra en una categoría verde, la demanda hídrica del área de influencia de la Quebrada es mínima, debido a que la comunidad aledaña a la Quebrada no realiza actividades como riego.

Las actividades que pueden generar contaminación con el crecimiento de la población y con la práctica de actividades mal desarrolladas que deterioran la calidad ambiental en el área de influencia de la Quebrada La Colorada se relacionan con el manejo y disposición de los residuos sólidos sobre la Quebrada, los vertimientos directos de las aguas residuales domésticas y provenientes de las granjas avícolas, la expansión de la frontera agrícola por los cultivos de cacao, café y plátano sobre las laderas de la Quebrada en taludes con altas pendientes y susceptibles a la erosión.

## **6.2. El Agua en el Contexto**

El agua ha sido a lo largo de toda la historia de la humanidad el elemento que ha condicionado el desarrollo de las comunidades. No es difícil ver que los más importantes asentamientos humanos de la antigüedad prosperaron alrededor de alguna corriente o depósito hídrico, y tampoco ver que éstos siempre estuvieron asociados con el desarrollo de dichas sociedades. Dada esta la condición, el agua es uno de los recursos más importantes, pues constituye un elemento esencial para todas las funciones vitales de los seres vivos y para su progreso. Según el Centro Nacional del agua, (2001) testifica que:

En las últimas décadas se afirma que la vida en nuestro planeta comenzó en el agua de los océanos, hace muchos millones de años, a partir de formas muy simples y pequeñas, las cuales fueron evolucionando hacia criaturas más especializadas, que después de mucho tiempo poblaron el planeta; una de esas criaturas ha sido el ser humano, que desde que existe ha hecho uso de este recurso, en muchas actividades de su vida cotidiana.

El agua, como recurso natural, que se ha considerado inagotable, y es utilizada en actividades que implican transformación de materia prima, que generan una contaminación y una mayor carga de aguas residuales, lo que altera la vegetación y la calidad posterior en su vertido.

El Centro Nacional del agua dice: "La contaminación natural del agua, se presenta en su recorrido, pues el agua va disolviendo y arrastrando materiales que encuentra a su paso, produciendo erosión y alterando sus propiedades físicas, químicas y bacteriológicas" la contaminación antropogénica o por actividades humanas se ve representada generalmente en los residuos sólidos o líquidos, heces fecales y restos de animales.

En este orden de ideas, es necesario aclarar que el agua, debe tener unas cualidades que la hacen apta para actividades de consumo, domésticas, agrícolas e industriales. (Centro Nacional del Agua; 2001),

En Colombia, con relación a este aspecto, se hace énfasis en la calidad y cantidad de la misma; la cual está regida por la Normatividad ambiental vigente; Decreto 1449 de 1977, Decreto 2105 de 1983, Decreto 1594 de 1984, Decreto 79 de 1986, Documento CONPES 1750 de 1995, entre otras

García, Sánchez y Marín (2000), afirman que: "la calidad del agua, está definida por sus características físicas y químicas, adquiridas a través de diferentes procesos naturales y antropogénicos. Estos implican contacto y disolución de los componentes minerales de las rocas sobre las cuales el agua actúa como agente meteorizante, en sus diferentes estados de agregación: líquido, sólido y gaseoso". De igual forma la calidad del agua se define como el conjunto de características del agua que pueden afectar su adaptabilidad a un uso específico, la relación entre esta calidad del agua y las necesidades del usuario.

Así mismo, la calidad del agua se puede definir por sus contenidos de sólidos y gases, ya sea que estén presentes en suspensión o en solución); ésta, no es una característica absoluta, sino que es más un atributo definido socialmente en función del uso que se le piense dar al líquido

(Mendoza 1996), cada uso requiere un determinado estándar de calidad. Por esta razón, para evaluar la calidad del agua es necesario considerar el contexto del uso que tendrá.

La evaluación de la calidad del agua es un proceso de enfoque múltiple que estudia la naturaleza física, química y biológica del agua con relación a la calidad natural, efectos humanos y acuáticos relacionados con la salud (FAO 1993). El análisis de cualquier agua revela la presencia de gases, elementos minerales, elementos orgánicos en solución o suspensión y microorganismos patógenos. Los primeros tienen origen natural, los segundos son procedentes de las actividades de producción y consumo humano que originan una serie de desechos que son vertidos a las aguas para su eliminación (Sáenz 1999).

La contaminación causada por efluentes domésticos e industriales, la deforestación y las malas prácticas de uso de la tierra, están reduciendo notablemente la disponibilidad de agua. En la actualidad, una cuarta parte de la población mundial, que principalmente habita en los países en desarrollo, sufre escasez severa de agua limpia, lo que provoca que haya más de diez millones de muertes al año producto de enfermedades relacionadas a la contaminación hídrica (OPS 1999).

Muchas de las actividades humanas contribuyen a la degradación del agua, afectando su calidad y cantidad. Entre las causas de mayor impacto a la calidad del agua en las cuencas hidrográficas de mayor importancia, está el aumento y concentración de la población, actividades productivas no adecuadas, presión sobre el uso inadecuado, mal uso de la tierra, la contaminación del recurso hídrico con aguas servidas domésticas sin tratar, por la carencia de sistemas adecuados de saneamiento, principalmente en las zonas rurales. De igual manera, la contaminación por excretas humanas representa un serio riesgo a la salud pública (OMS 1999).

Es de vital importancia, tanto para la salud humana como para el bienestar de la sociedad, contar con un abastecimiento seguro y conveniente, de satisfacción para el consumo humano, y la higiene personal debe ceñirse a normas adecuadas en cuanto a disponibilidad, cantidad, calidad y confiabilidad del abastecimiento. Dado que el agua es un líquido vital para los seres vivos, debe poseer un alto grado de potabilidad que puede resumirse en:



- Condiciones físicas: que sea clara, transparente, inodora e insípida.
- Condiciones químicas: que disuelva bien el jabón sin formar grumos, que cueza bien las legumbres.
- Condiciones biológicas: que esté libre de organismos patógenos, con alto contenido de oxígeno y una temperatura que no debe sobrepasar más de 5°C a la del ambiente, pH no menor de seis ni mayor de ocho.

La contaminación es la acción y efecto de introducir materias o formas de energía, o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica (Gallego 2000). Dado que el agua rara vez se encuentra en estado puro, la noción de contaminante del agua comprende cualquier organismo vivo, mineral o compuesto químico cuya concentración impida los usos benéficos del agua (Sagardoy 1993).

Las categorías de contaminación que impactan a los recursos hídricos se derivan de fuentes puntuales y no puntuales. Éstas afectan y alteran las características naturales de los recursos hídricos, ocasionalmente por actividades naturales, pero en su mayoría el mayor de los impactos es de carácter antropogénico (FAO 1993).

Dependiendo de su origen existen dos tipos de contaminación de las aguas:

Contaminación puntual: es aquella que descarga sus aguas en un cauce natural, proviene de una fuente específica, como suele ser un tubo o dique. En este punto el agua puede ser medida, tratada o controlada. Este tipo de contaminación está generalmente asociada a las industrias y las aguas negras municipales.

- Contaminación difusa: es el tipo de contaminación producida en un área abierta, sin ninguna fuente específica; este tipo de contaminación está generalmente asociada con actividades de uso de tierra tales como, la agricultura, urbanizaciones, pastoreo y prácticas forestales.
- Contaminación puntual es fácil de eliminar, si se cuenta con los medios para almacenar el agua vertida, contaminada y tratarla. Generalmente se utilizan tanques de sedimentación, donde se depositan los sedimentos en el fondo y luego se trata con químicos el agua para ser

vertida a las aguas naturales. El sedimento luego se utiliza como abono orgánico y se estabiliza en un lugar seguro. En el caso de la contaminación difusa, su control es más difícil debido a su naturaleza intermitente y su mayor cobertura.

Entre las fuentes de mayor dificultad de controlar, y que causan mayor impacto, se encuentran las fuentes no puntuales de contaminación, caso de parcelas donde fluye el agua sobre la superficie de la tierra arrastrando nutrientes, fertilizantes, plaguicidas y otros contaminantes aplicados en las actividades agropecuarias y forestales (FAO 1993). Este tipo de contaminación es causado por escorrentías de tierras agropecuarias, silvicultura, y ocupación urbana. No se produce de un lugar específico y único, sino que resulta de la escorrentía, precipitación y percolación, se presenta cuando la tasa a la cual los materiales contaminantes que entran en el cuerpo de agua, exceden los niveles naturales (Villegas 1995).

Las fuentes puntuales de contaminación se desplazan por la superficie terrestre o penetran en el suelo arrastrado por el agua de lluvia. Estos contaminantes consiguen abrirse paso hasta las aguas subterráneas, tierras húmedas, ríos, lagos, y finalmente hasta los océanos en forma de sedimentos y cargas químicas. La repercusión de estos contaminantes puede ir desde pequeños trastornos hasta graves catástrofes ecológicas sobre peces, aves, mamíferos y salud humana. La característica principal de estas fuentes es que responden a las condiciones hidrológicas (Ongley 1997). Como ejemplo de este tipo de contaminación se pueden mencionar las actividades industriales y la contaminación de origen doméstico como excretas humanas, grasas, y jabones (Repetto y Moran 2001).

Cada vez la disponibilidad de agua para consumo humano es menor, debido al crecimiento poblacional, incremento en el consumo per cápita, contaminación de las fuentes de agua en general y al manejo inadecuado de las cuencas hidrográficas (Randulovich 1997).

Aunque el recurso hídrico sea constante, la calidad de la misma va disminuyendo rápidamente, como consecuencia de la contaminación de las fuentes de agua, lo cual genera el estrés hídrico. (Ongley 1997).

El peligro de que ciertos elementos solubles se incorporen al agua, y aún más peligroso, si estos elementos están en contacto directo con estas fuentes de agua, provocarán enfermedades en la salud pública. Las implicaciones de consumir agua contaminada son muchas: En el contexto de la salud pública se establece que aproximadamente un 80% de todas las enfermedades y más de una tercera parte de las defunciones en los países en vías de desarrollo tienen principal causa la ingestión del agua contaminada. Se estima que el 70% de la población que vive en áreas rurales de países en desarrollo, está principalmente relacionada con la contaminación de agua por heces fecales (OPS 1999).

Lo anterior tiene una estrecha relación con la escorrentía superficial, una forma de contaminación difusa o no localizada. La contaminación por fuentes no localizadas contribuye significativamente con niveles altos de agentes patógenos en las fuentes de aguas superficiales, especialmente por coliformes fecales de origen humano y animal. En este sentido, un suministro seguro de agua para uso potable en cantidad, calidad y continuidad, contribuye a la reducción de la probabilidad de enfermedades transmitidas por la vía fecal y oral (OPS 1999).

Es así como la calidad de agua se puede determinar mediante la identificación de parámetros de calidad referidos en el Decreto 475 de 1998; de igual forma se debe tener en cuenta para la aplicación de los mismos la diferencia existente entre agua cruda, para consumo humano y potable.

**Agua cruda:** es aquella que no ha sido sometida a proceso de tratamiento.

**Agua para consumo humano:** Es aquella que se utiliza en bebida directa y preparación de alimentos para consumo.

**Agua potable:** es aquella que por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos, en las condiciones señaladas en el presente decreto, puede ser consumida por la población humana sin producir efectos adversos a su salud.

Ahora bien, la manera más sencilla y práctica de estimar la calidad de agua, consiste en determinar algunos parámetros organolépticos, físicos y químicos del agua. Estos se definen

ante una situación única y dentro de un escenario específico (Villegas 1995). Los parámetros de calidad se diferencian según sus orígenes biológicos, químicos y físicos; por causas principalmente de carácter antropocéntricos como el caso del uso de la tierra.

**Parámetros organoléptico y físicos:** el decreto 475 de 1998 en el Capítulo III artículo 7 considera que los criterios para calidad de agua deben ser: Turbiedad, Color, Olor, Sabor, Sólidos totales, sólidos suspendidos y Conductividad específica.

El agua bruta normalmente tendrá impurezas cuantificadas en color, turbidez, olor y sabor; estos por ser captados por los órganos humanos de la vista, nariz y garganta. El color en el agua está causada por minerales disueltos tintes y ácidos húmicos de las plantas. Estos últimos producen un color marrón- amarillo desagradable a la vista. El color se mide en unidades de mg/l sobre la escala de platino cobalto (Pt/Co). El agua bruta tiene muy buena calidad de color por debajo de 10 mg/l, es aceptable a 100 mg/l y es inaceptable a niveles mayores a 200 mg/l.

La turbidez se debe a la presencia de materia particulada y es una medida de la capacidad del agua para dispersar la luz. Esta producida por la presencia de partículas suspendidas muy finas o de arcillas. La turbidez se mide en unidades nefelométricas de turbidez. El agua es de muy buena calidad en turbidez si está por debajo de 0.1 unidades nefelométricas de turbidez (NTU), es aceptable si los niveles son menores de 1 unidades nefelométricas de turbidez (NTU) y es inaceptable si es mayor a 5 unidades nefelométricas de turbidez (NTU). El color del agua se mide mejor cuando no hay turbidez ya que esta última enmascara el color.

El olor y el sabor en el agua son producidos por la presencia de subproductos de microorganismos de plantas y animales, especialmente del sulfuro de hidrogeno. Los procesos básicos de tratamiento de aguas están dirigidos a la eliminación de color, turbidez, olor y sabor y durante el proceso mejoran la calidad de otros parámetros por ejemplo microbiológicos.

**Parámetros químicos:** entre los múltiples parámetros químicos que se pueden determinar en las aguas los principales como son: pH, dureza, sulfatos, acidez, cloruros, Hierro, alcalinidad, fosfatos, Manganeso, Amonio, agentes oxidantes, aceites y grasas, Arsénico, Bario, Boro, Cadmio, Cromo, Cobre, Cianuros, fenoles, fluoruros, Mercurio, nitratos, Oxígeno disuelto,

pesticidas, Plata, Plomo, Zinc, y otros elementos y sustancias que puedan estar contenidas en las aguas.

Los parámetros mencionados anteriormente, tiene unos valores admisibles, los cuales se ven afectados por acciones naturales o antrópicas; ésta segunda actividad irrestricta puede acrecentar la vulnerabilidad no solo del recurso hídrico, sino también de la población. El grado de degradación depende del nivel social, de las actividades económicas y productivas prevalecientes, y de las condiciones ecológicas. Las consideraciones para la conservación de los recursos naturales se basan en el hecho de que su uso causa un deterioro gradual de los mismos. (Mendoza, M. 1996).

Con relación a la cantidad de agua, se hace énfasis en los siguientes referentes:

Índice de escasez (relación demanda oferta hídrica).

Partiendo del importante papel que juega como elemento de consumo y de bienestar de los seres vivos, el agua adicionalmente actúa como materia prima de los diferentes sectores económicos. Colombia gracias a su localización geográfica, a su orografía y la diversidad de climas que presenta, es uno de los países con mayor riqueza hídrica en el mundo. Por este motivo es de suma importancia contar con indicadores que reflejen el estado del agua, no solo de la disponible de esta, sino de una relación que muestre la oferta disponible frente a la demanda que se presentan en las diferentes fuentes.

El IDEAM postuló un indicador llamado índice de escasez para reflejar esa relación, y lo definió como la relación porcentual entre la demanda potencial de agua y la oferta disponible en las fuentes abastecedoras.

El agua constituye un elemento vital para la existencia de los seres humanos y para el bienestar del entorno ambiental en el que estos desarrollan sus actividades sociales y productivas. El desarrollo de estas actividades influencia, directa o indirectamente, a las fuentes proveedoras de agua. La explotación exagerada de una fuente de agua puede tener efectos sobre las características de la calidad del agua ofrecida y alterar la dinámica de flujo del agua

transportándola desde la fuente abastecedora hasta la fuente receptora de efluentes, finalmente la excesiva presión sobre una fuente de agua puede conducir a su desaparición.

En este sentido es importante para las labores de planificación sostenible del recurso conocer la cantidad de agua disponible, ofrecida por la fuente de agua, los niveles de demanda y las condiciones de interacción hidráulica necesarias para mantener la salud de la fuente abastecedora de agua. Esto significa que además de interpretar a una corriente como fuente de agua para el consumo humano y abastecimiento de las actividades productivas, es necesario tener presente que como mínimo en la fuente debe quedar un remanente de agua capaz de garantizar las características de los caudales mínimos históricos y de abastecer la protección de las fuentes frágiles o vulnerables. Por lo anterior se distinguen dos conceptos de oferta: a) oferta total que refleja toda el agua que circula por la fuente abastecedora y b) oferta neta que define la cantidad de agua que ofrece la fuente luego de haber tomado en cuenta la cantidad de agua que debe quedar en ella para efectos de mantener la dinámica de aguas bajas (de estiaje o caudales mínimos) y para proteger las fuentes frágiles.

En Colombia, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (actualmente Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), mediante la Resolución 865 de 2004 adaptó la metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales.

Dicho cálculo es el eje central del presente trabajo debido a que a partir del resultado obtenido y el análisis del mismo se pretenden identificar características que impacten positiva o negativamente a la quebrada la Torcaza y que son el punto de partida para que se propongan posibles acciones que ayuden a definir la conservación del recurso hídrico. Con esto se apunta a contribuir con la sostenibilidad del agua para las poblaciones que habitan en la parte perimetral y área de influencia directa de la quebrada en estudio.

## **Balance hídrico**

El balance hídrico se refiere a la cuantificación de los recursos hídricos que ingresan a un sistema y los que salen del mismo, en un intervalo de tiempo determinado y es calculado a partir

de la ecuación de continuidad, o de balance hidrológico, que es la ley más importante en Hidrología. (García Coll, Martínez Otero, & Vidriales Chan, 2008).

Para facilitar estos cálculos se considera que la cuenca es impermeable, es decir que las pérdidas profundas y que las variaciones de agua almacenadas son despreciables para un periodo generalmente de un año.

El estudio del balance hídrico es fundamental en el estudio de la quebrada la Torcaza ya que permite hacer una evaluación cuantitativa de los recursos de agua y sus modificaciones por influencia de las actividades del hombre; es fundamental para conseguir un uso más racional de los recursos de agua en el espacio y en el tiempo, así como para mejorar el control y redistribución de los mismos; por ejemplo: trasvases de cuencas, control de máximas crecidas, etc. ; ayuda en la predicción de las consecuencias debidas a cambios artificiales en el régimen de ríos, lagos, etc. (Instituto de Hidrología de España & Unesco, 1982).

La ecuación del balance hídrico, para cualquier zona o afluente natural, es la aplicación del principio de conservación de masa en el sistema e indica los valores relativos de entrada y salida de flujo y la variación del volumen de agua almacenada en la zona o masa de agua de la siguiente manera:

$$\text{BH} = \text{Entradas} + \text{Almacenamiento} + \text{Salidas}$$

**Entradas:** la entrada principal de agua en la quebrada, la constituye la precipitación, que aporta agua en forma de lluvia o granizo; la precipitación se distribuye a lo largo de la quebrada como escorrentía superficial, evaporación, infiltración a las zonas saturadas del suelo, se almacena en los lagos o embalses y percola a las zonas no saturadas aportando finalmente al caudal del río.

La medida de la precipitación se realiza a través de pluviómetros en las diferentes estaciones meteorológicas con las que cuenta el país, en donde se analiza la cantidad, intensidad y duración de la precipitación sobre una base espacial y temporal.

**Salidas:** las salidas están representadas por la evaporación, siendo esta es el proceso por el cual el agua vuelve a la atmosfera, desde el estado líquido o solido hasta el estado de vapor. También

se produce transpiración hacia la atmósfera a través de las partes de las hojas en las plantas y árboles; como estos procesos se encuentran interrelacionados, el término que se utiliza para definirlo es Evapotranspiración y es considerada como una de las salidas del sistema para el cálculo del balance; a razón de ello se hace necesario conocer la existencia de los diferentes tipos de Evapotranspiración:

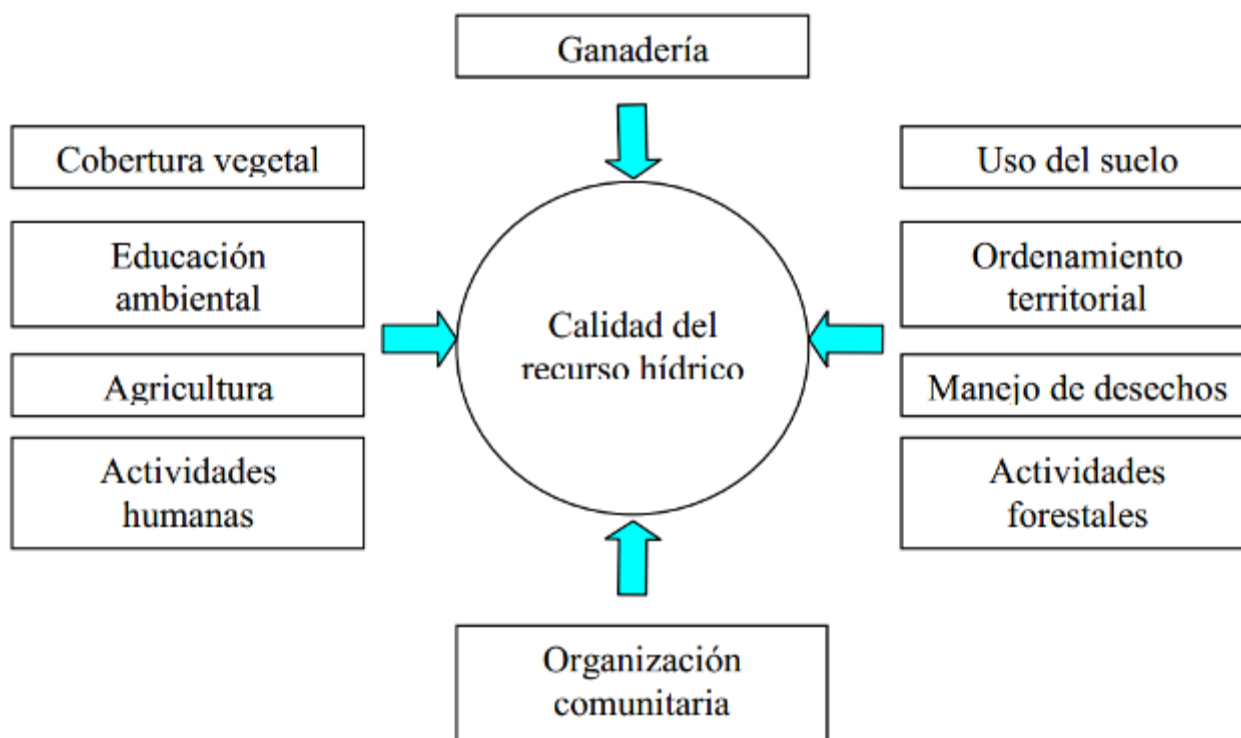
- Evaporación desde la superficie de un lago ( $E_o$ ), el cual es un parámetro dinámico, ya que varía para cada tipo de superficie, dependiendo del estado actual de humedad del suelo.
- Evapotranspiración real (ETR) que incluye la evaporación y transpiración desde la superficie terrestre, ya sea vegetal o de otro tipo, por lo que depende también de la saturación y tipo de suelo y se convierte en un parámetro muy difícil de calcular, en un esfuerzo por simplificar este término se introdujo la evapotranspiración potencial.
- Evapotranspiración potencial (ETP) se refiere a la transpiración de una matriz de suelo cuando su humedad se mantiene constante a capacidad de campo.

### **6.3. Factores que Influyen en la Cantidad y Calidad del Agua**

La investigación explora los factores, actividades, procesos y condiciones sociales que estén incidiendo en la cantidad y calidad del agua de la quebrada, los cuales se han definido como actividades antrópicas.



Gráfica 1. Factores que influyen en la cantidad y calidad del agua



Fuente: Los Autores, 2016

Los cambios en el uso de la tierra sobre la calidad del agua han sido ampliamente comprobados. Éstos provocan alteraciones en los regímenes hídricos, cambios dramáticos de la calidad y cantidad del agua, especialmente al uso potable. Las prácticas de manejo en el uso de la tierra tienen una influencia muy fuerte en la calidad y cantidad del agua (Mitchell et al. 1991).

Se dice que el 80% del deterioro de la calidad del agua, se debe a sedimentos suspendidos, en su mayoría provenientes de la erosión de suelos como producto de presencia de urbanizaciones, deforestación, actividades agrícolas y ganaderas, siendo este tipo de actividades las que mayor impacto causa en la calidad del agua (Mitchell et al. 1991).

El uso de la tierra tiene efectos sobre los procesos hidrológicos y de sedimentación, y está relacionada con la escorrentía, inundaciones, recarga de agua subterránea, erosión y carga de sedimentos. El tamaño de los granos del suelo, su ordenamiento y su contenido de materia orgánica son factores íntimamente ligados a la capacidad de infiltración y de retención de

humedad, por lo que el tipo de suelo predominante en la cuenca, así como su uso, influye de manera notable en la magnitud y distribución de los escurrimientos.

Los impactos de las prácticas del uso de la tierra se pueden agrupar en dos categorías: impactos sobre los valores de uso y valores de no uso. Los valores de uso pueden ser consuntivos, por ejemplo, el riego y el uso doméstico, y no consuntivos, como el transporte.

Las masas de agua y las zonas de ribera pueden tener también valores de usos no significativos, por ejemplo como almacén de biodiversidad. La incertidumbre existente en las relaciones entre las actividades del uso de la tierra en la cuenca alta y los impactos sobre los usuarios de los recursos de la cuenca baja, crea a su vez una incertidumbre en los valores económicos.

**6.3.1 Actividades antrópicas.** El uso inapropiado que el hombre ha hecho de la tierra, eliminado las masas boscosas, ha sido causa principal en relación con el caudal de los ríos. Es decir, se refleja en la más rápida evacuación del agua y en la calidad de la misma.

La recepción de aguas contaminadas se da a través de dos fenómenos: las aguas de lluvias que discurren por el suelo y el subsuelo, que luego de su contacto con ella arrastran sub productos de las actividades humanas que cambian su calidad natural, y las aguas que luego de ser usada y transformada su calidad físicoquímica, son reintegradas a los cuerpos de aguas naturales. El receptor de todas las aguas que discurren por el territorio de la cuenca es el océano.

De igual forma, los acuíferos que son otras fuentes de abastecimiento de agua pueden ser contaminadas por las actividades que ejecuta el ser humano (Mendoza 1996). El deterioro de la calidad causado por la contaminación influye sobre el uso de las aguas curso abajo, amenaza la salud humana y el funcionamiento de los sistemas acuáticos, induciendo así la efectiva disponibilidad e incrementando la competencia por agua de calidad (GWP 1996).

Al respecto, Domingo Gómez Orea y María Teresa Gómez Villamarino (2013), mencionan que para las actividades humanas que sustentan el desarrollo, el medio ambiente puede

entenderse en términos de las funciones que cumple para ellas, las cuales se pueden concretar en las siguientes:

- Fuente de recursos naturales.
- Soporte de los elementos físicos que las forman.
- Receptor de desechos y residuos no deseados.

Estas funciones son la piedra de toque para entender, valorar, aceptar o rechazar los impactos ambientales significativos ocasionados por las actividades humanas y para definir las condiciones técnicas de la Integración Ambiental de dichas actividades así como de su sostenibilidad. En la medida en que los recursos naturales renovables se utilicen por debajo de su tasa de renovación anual o interanual, en que el aprovechamiento de los no renovables respete unos ritmos e intensidades de uso, se ocupe el territorio de acuerdo con su capacidad de acogida y se incorpore energía o desechos al medio respetando la capacidad de asimilación de los vectores ambientales aire, agua, y suelo, se estará haciendo un uso ambientalmente integrado del medio y, en consecuencia, cumpliendo unas condiciones que, si no suficientes, si son necesarias para un desarrollo sostenible.

Tanto calidad, cantidad y actividades antrópicas identificadas en la quebrada, son reportadas mediante la utilización de sistemas de información geográfica, el cual juega un papel primordial en la consecución de los objetivos del presente estudio, debido a que facilitaran la determinación de todos los factores que intervienen en el cálculo del índice de escasez de la quebrada la Torcaza. Simultáneo se elabora un diagnóstico de la quebrada.

**6.3.2 La actividad ganadera y su relación con la calidad del agua.** La ganadería es una de las prácticas de uso de la tierra más comunes, con impactos sobre la calidad del recurso hídrico. Cuando se da un sobrepastoreo, es un efecto muy negativo desde el punto de vista bacteriológico y químico (Brooks et al. 1991).

Generalmente este efecto se observa en lugares de alta precipitación, fuertes pendientes, cercanos a fuentes de agua. Los contaminantes provenientes de estas áreas son arrastradas con

facilidad y rapidez hacia los cuerpos de agua. El impacto más significativo se da en el caso de que estas fuentes hídricas estén desprovistas de cobertura vegetal que les de protección, o la ausencia de una zona de amortiguamiento, ya que estas corrientes arrastran microorganismos patógenos, nutrientes y sólidos suspensos (Brooks et al. 1991).

Los incrementos de bacterias en el agua se evidencian cuando el ganado pasta en áreas muy cercanas a las fuentes de agua. En un estudio realizado, la cantidad de bacterias en el suelo fue en función del tipo y del número de ganado, y la forma en que los desechos fueron tratados o almacenados (Brooks et al. 1991). Asimismo, la contaminación de las aguas superficiales por nutrientes provenientes de áreas de pastoreo afecta la calidad del agua (Wagner 1996).

Es por ello que un efecto sobre la calidad del agua se da por la intensidad del sobrepastoreo, ya que afecta la densidad del suelo, con el incremento del pisoteo, de tal forma que al ocurrir una lluvia o riego, la capacidad de almacenamiento del suelo es superada fácilmente, e inevitablemente ocurrirá arrastre de nutrientes por efecto de la escorrentía y lixiviación a las fuentes de agua. Se ha estimado que en áreas de ganadería con 1% de pendiente basta con 8 toneladas de peso seco por hectárea de estiércol para que las aguas superficiales sean enriquecidas por nitrógeno y fósforo (Vidal et al.2000).

Los factores que controlan y disminuyen los efectos de la contaminación por el estiércol están íntimamente relacionados a la capacidad de absorción de los cultivos al nitrato y la capacidad de absorción del amonio por parte del suelo. Siendo afectada esta última por la compactación del suelo, lo que provoca una baja liberación de amonio en el suelo y seguido por el transporte a las fuentes de agua mediante la escorrentía (Vidal et al.2000).

**6.3.3 La agricultura y su influencia en la calidad del agua.** La agricultura constituye una de las actividades más practicadas en el mundo, particularmente en áreas rurales. Su impacto sobre la calidad del agua es de mucha importancia. Aproximadamente el 70% de los recursos hídricos del mundo son usados por la agricultura, lo cual significa el principal factor de la degradación de éstos, como consecuencia de la erosión y de la escorrentía química (FAO 1993).

Según Ongley (1997), la agricultura es el mayor usuario del agua dulce a escala mundial y el principal factor de degradación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, debido a la erosión y la escorrentía con productos proveniente de agroquímicos. Esto justifica la preocupación existente por sus repercusiones en la calidad del agua a escala mundial.

La agricultura tiene un fuerte impacto sobre el ambiente, especialmente sobre las condiciones de las aguas superficiales y subterráneas, es considerada como una fuente importante de contaminación en las aguas dulces de América Latina. Las principales fuentes agrícolas contaminantes la constituyen los fertilizantes, pesticidas y la ausencia del manejo de desechos sólidos. La agricultura no es solamente el mayor consumidor de los recursos hídricos, sino que debido a las ineficiencias en su distribución y aplicación sus efluentes que retornan a los recursos de aguas superficiales o subterráneas contienen grandes cantidades de sales, nutrientes, productos agroquímicos que también contribuyen al deterioro de su calidad (FAO 1993).

La expansión agrícola y la deforestación en países tropicales son causas de degradación del agua. Se ha demostrado que plaguicidas asociados con sedimentos son una fuente muy común en países del trópico. En la actualidad, los organismos dedicados a determinar la calidad de agua realizan muestreos más diversos, incluyendo agua, sedimento y biota, con la finalidad de determinar con mayor precisión los plaguicidas que se encuentran en el medio acuático (IICA 1997).

En la mayor parte de los países latinoamericanos, uno de los problemas más fuerte es la contaminación derivada de las fuentes no puntuales, como es el caso de la agricultura, dada por el uso de fertilizantes, plaguicidas, insecticidas y residuos que son arrastrados por las lluvias a las fuentes de agua (Wagner et al. 2000).

La contaminación de aguas superficiales está íntimamente relacionada con el proceso de pérdida de suelos, por el arrastre de sedimentos debido a la agricultura. Ésta posee dos dimensiones principales: la dimensión física, consistente en la pérdida de la capa arable del suelo, y la degradación de la tierra como consecuencia de la erosión laminar y cárcavas que provocan los altos niveles de turbidez.

El nitrato es típicamente lixiviado desde los campos cultivados y se mueve a poca profundidad, subterráneamente, hacia las fuentes superficiales; esta lixiviación se reduce hasta en un 15% cuando se dan prácticas de manejo de conservación de suelos y agua. De igual manera al usar estiércol de ganado como abono en la agricultura, una porción significativa de amonio puede ser transportada a los cuerpos de agua por escorrentías de los campos agrícolas (Wagner 1996, Shilling y Libra 2000).

También se han encontrado altos niveles de nitrato en aguas debajo de las tierras de cultivo; el uso excesivo de fertilizantes, así como las corrientes de agua de tormentas conteniendo nitratos de fertilizantes, parece ser la causa (OPS 1999).

**6.3.4 Actividades humanas.** El uso inapropiado que el hombre ha hecho de la tierra, eliminado las masas boscosas, ha sido causa principal en relación con el caudal de los ríos. Es decir, se refleja en la más rápida evacuación del agua y en la calidad de la misma.

La recepción de aguas contaminadas se da a través de dos fenómenos: las aguas de lluvias que discurren por el suelo y el subsuelo, que luego de su contacto con ella arrastran sub productos de las actividades humanas que cambian su calidad natural, y las aguas que luego de ser usada y transformada su calidad físico- química, son reintegradas a los cuerpos de aguas naturales. El receptor de todas las aguas que discurren por el territorio de la cuenca es el océano.

De igual forma, los acuíferos que son otras fuente de abastecimiento de agua pueden ser contaminadas por las actividades del ser humano (Mendoza 1989). El deterioro de la calidad causado por la contaminación influye sobre el uso de las aguas curso abajo, amenaza la salud humana y el funcionamiento de los sistemas acuáticos, induciendo así la efectiva disponibilidad e incrementando la competencia por agua de calidad (GWP 1996).

**6.3.5 Cobertura vegetal.** Goldman, citado por Rosal (1982), pone de manifiesto que la falta de cobertura vegetal aumenta la escorrentía superficial, agrava el efecto de la lluvia sobre el suelo, haciendo que se aumente la escorrentía superficial, que se rompan los agregados del suelo

y que con mayor facilidad las aguas las transporten. Esto evidencia que el estado del suelo y de la vegetación eleva la tasa de sedimentos arrastrados.

La alta cantidad de sedimentos que transportan estas corrientes por la erosión de las zonas arriba significa una calidad inferior del recurso agua, limitando su uso en procesos industriales, hidroenergéticos, de irrigación en zonas agua abajo y un mayor costo en su purificación para el consumo humano (Contreras 1982).

**6.3.6 Actividades forestales.** Otros factores que afectan la cantidad y calidad del agua son las prácticas de manejo forestal que se realizan en terrenos. Esto se da cuando el manejo forestal cambia la producción del área afectando los niveles de las corrientes externas e internas provocando sedimentación de los canales de riego, incremento de avenidas, riesgos y daños por inundaciones (Serrano 1990).

Una atención singular merece la cobertura forestal y principalmente la boscosa, la cual es fundamental para garantizar la calidad de agua y niveles aceptables de escorrentía y conservación de suelos.

Ahora bien, también existen algunos procesos que afectan la calidad del agua dentro de los más importantes están:

- Existe una sobreutilización de productos agroquímicos en áreas pequeñas, lo que está contribuyendo al deterioro de los suelos y por consiguiente, a la contaminación de las fuentes superficiales.
- No existe un manejo ni conocimiento en la disposición de los desechos sólidos provenientes, tanto de las actividades agrícolas como de las domésticas, que tienen como destino final el cauce del río.
- La compactación de los suelos comprende procesos que afectan principalmente sus características físicas y constituyen una de las causantes de los procesos de erosión hídrica. También modifican la capacidad de infiltración y alteran el escurrimiento superficial. Cuando el escurrimiento es rápido por no existir cobertura vegetal ni trabajo de conservación de

suelos no hay infiltración adecuada y como consecuencia el caudal de los nacimientos baja considerablemente en perjuicio de los habitantes que abastece.

- En las cuencas hidrográficas existen relaciones recíprocas entre el agua, vegetación y el suelo, las cuales al ser alteradas o modificadas por la acción del hombre provocan cambios en su sistema hidrológico que pueden ser apreciados a través de su régimen de caudales y su respuesta hidrológica.

El uso de la tierra es uno de los factores que más influyen en la escorrentía de un área; si una cuenca posee una cobertura vegetal adecuada sobre el suelo, la lluvia no impactará directamente en el mismo, entonces no sólo habrá una alta intercepción sino que la escorrentía llegará a los canales de drenaje en forma lenta y sin mayor arrastre de sedimentos.

Cuando el bosque está intacto el agua se mantiene limpia, pero cuando existe la necesidad de talar los árboles con el objetivo de sembrar, la necesidad de leña, la quema en los terrenos, erosión por la necesidad de infraestructura, manejo de la ganadería al aire libre, se tiene un agua con exceso de sedimentos. La cuenca poco a poco se va degradando a tal nivel que hay cauces donde ya no corre el agua.

#### **6.4 Índice de Calidad (ICA)**

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

Para la determinación del “ICA” interviene 9 parámetros, los cuales son:

- Coliformes Fecales (en NMP/100 mL)
- pH (en unidades de pH)
- Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO5 en mg/ L)



- Nitratos (NO<sub>3</sub> en mg/L)
- Fosfatos (PO<sub>4</sub> en mg/L)
- Cambio de la Temperatura (en °C)
- Turbidez (en FAU)
- Sólidos disueltos totales (en mg/ L)
- Oxígeno disuelto (OD en % saturación)

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

Tabla 3. *Clasificación del “ICA”*

ICA		
VALOR	CALIDAD DEL AGUA	COLOR
91 -- 100	EXELENTE	
71 -- 90	BUENA	
51 -- 70	REGULAR	
26 -- 50	MALA	
0 -- 25	PESIMA	

Fuente: Los Autores, 2016

Las aguas con “ICA” mayor que 90 son capaces de poseer una alta diversidad de la vida acuática. Además, el agua también sería conveniente para todas las formas de contacto directo con ella.

Las aguas con un “ICA” de categoría “Regular” tienen generalmente menos diversidad de organismos acuáticos y han aumentado con frecuencia el crecimiento de las algas. Las aguas con un “ICA” de categoría “Mala” pueden solamente apoyar una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando probablemente problemas con la contaminación. Las aguas con un “ICA” que caen en categoría “Pésima” pueden solamente poder apoyar un número limitado de las formas acuáticas de la vida, presentan problemas abundantes y normalmente no sería

considerado aceptable para las actividades que implican el contacto directo con ella, tal como natación.

Para determinar el valor del “ICA” en un punto deseado es necesario tener las mediciones de los 9 parámetros implicados en el cálculo del Índice los cuales son: Coliformes Fecales, pH, (DBO5), Nitratos, Fosfatos, Cambio de la Temperatura, Turbidez, Sólidos disueltos Totales, Oxígeno disuelto. Además es importante tener en cuenta los valores del peso relativo de cada uno de los 9 parámetros, tal como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 4. Pesos relativos por cada parámetro “ICA”

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

Fuente: Los Autores, 2016

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

Dónde:

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

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

- ✓  $W_i$ : 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.
- ✓ Subi: subíndice del parámetro i.

El cálculo de los “ICA” se realizó mediante técnicas multiplicativas, es superior a las aritméticas, es decir que son mucho más sensibles a la variación de los parámetros, reflejando

con mayor precisión un cambio de calidad. Es por esta razón que la técnica que se aplicará en este estudio es la multiplicativa.

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

### **6.5. Modelo de Simulación de Carga Orgánica**

Los modelos matemáticos son técnicas que permiten representar alternativas propuestas y simular condiciones reales que podrían ocurrir dentro de una franja de incertezas, inherente al conocimiento técnico-científico. Estos modelos se proponen explicar las causas y efectos de los procesos en el medio ambiente, diferenciar las fuentes antrópicas de las fuentes naturales de contaminantes, evaluar la eficiencia de los programas de gestión ambiental, determinar un tiempo o una distancia de recuperación de un cuerpo de agua con el objeto de implementar un programa de reducción de contaminantes, entre otras.

La selección del modelo se efectúa, considerando aspectos como:

- Definición del Problema a Estudiar.
- Características Generales del modelo de simulación: tipos de procesos, tipos de métodos de solución, tipo de cuerpo de agua, dimensión, Estado, tipo de transporte y tipo de cuenca, principalmente.
- Capacidad Técnica y Económica del equipo desarrollador: Entrenamiento necesario, manuales de usuario disponibles, facilidad de modificación del código fuente, antecedentes de aplicación en regiones similares y costo, entre otros.
- Capacidad de simulación de los parámetros básicos de calidad de agua como oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, ciclo del nitrógeno y del fósforo, principalmente, además de tener en cuenta la reducción de la concentración de contaminantes por el efecto de entradas de flujo al cauce principal.

- Flexibilidad, es decir, poder adaptarse a las condiciones de diferentes corrientes, puesto que sería algo no viable económica y técnicamente utilizar un modelo de simulación diferente para cada corriente.
- Antecedentes de aplicabilidad, lo que significa que haya sido implementado con éxito en otras regiones con características similares.
- Simplicidad en su ejecución y precisión en sus resultados; un modelo con entrada de datos o procesos más complejos, necesariamente no es más preciso.
- Viabilidad Económica. No se justifica hacer una gran inversión cuando los resultados finales no ofrecen una sustancial mejora con respecto a su precisión.
- Congruencia con la información de entrada disponible y tener la capacidad de aprovechar la información actual e histórica de tipo climatológica, hidrológica y de calidad de aguas.  
(Lozano, G.et al 2003)

### **Características generales del modelo**

Dentro de las principales características del modelo se encuentran:

- Modelación unidimensional (en dirección del flujo de la corriente).
- El cauce o canal es considerado vertical y horizontalmente bien mezclado.
- Funciona bajo condiciones hidráulicas en estado estacionario y el flujo es simulado bajo condiciones estacionarias no uniformes.
- Simula sistemas hídricos de tipo dendrítico, es decir; aquellos donde la simulación se extiende no solo a la corriente principal, sino también a corrientes tributarias.
- El modelo simula los siguientes parámetros: Conductividad, Sólidos Suspendidos Inorgánicos, Oxígeno Disuelto, DBO rápida, DBO lenta, Nitrógeno Orgánico Disuelto, Nitrógeno Amoniacal, Nitratos, Fósforo Orgánico Disuelto, Fósforo Inorgánico, Fitoplancton (algas en el seno de la corriente), Detritus(Materia Orgánica Particulada), Patógenos, Alcalinidad, Carbono Orgánico Total, Algas de fondo, pH, Temperatura, Caudal y sustancias de interés sanitario.
- El modelo acepta entradas puntuales y no puntuales de cargas contaminantes y caudales.

- El programa ha sido desarrollado en ambiente Windows mediante, los cálculos de tipo numérico son programados en Fortran 90. Para la interfaz gráfica se utiliza Excel y todas las operaciones con el usuario se efectúa bajo Microsoft Office macro language: Visual Basic For Applications.
- La corriente es representada como una sucesión de pequeños tramos o segmentos llamados elementos computacionales, a través de los cuales se efectúan los correspondientes balances de masa, flujo y calor, que finalmente se traducen en curvas que muestran la variación de los parámetros modelados a lo largo de la corriente. Dichos elementos computacionales pueden ser de tamaños distintos.
- Utiliza dos formas para representar el carbono orgánico, siendo éstas: DBO rápida (o materia orgánica degradable rápidamente) y DBO lenta (o materia orgánica degradable lentamente).
- Simula condiciones de anoxia reduciendo a cero las tasas de oxidación. Bajo estas condiciones la desnitrificación es modelada como una reacción de primer orden lo cual llega a ser un proceso importante.
- Tiene en cuenta las interacciones entre los sedimentos y el agua. De esta forma el flujo de oxígeno disuelto y nutriente entre ambas fases es simulado como una función de factores tales como: la velocidad de sedimentación de las partículas orgánicas, las reacciones dentro de los sedimentos y la concentración de componentes en el agua.
- El modelo simula explícitamente la influencia de las algas de fondo.
- La extinción de la luz en la corriente es simulada como una función de la concentración de algas, detritus y material inorgánico.
- El pH de la corriente superficial es calculado con base en la cantidad de alcalinidad y de carbono inorgánico total disponible a través de la corriente.
- La remoción de patógenos es determinada como una función de la temperatura, la luz y la sedimentación. (Lozano, G.et al 2003)

## 6.6. Hidrología

Es la ciencia geográfica que se dedica al estudio de la distribución, espacial y temporal, y las propiedades del agua presente en la atmósfera y en la corteza terrestre. Esto incluye las

precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo, la evapotranspiración y el equilibrio de las masas glaciares. Por otra parte el estudio de las aguas subterráneas corresponde a la Hidrogeología.

La circulación de las masas de agua en el planeta es responsable del modelado de la corteza terrestre como queda de manifiesto en el ciclo geográfico. Esa influencia se manifiesta en función de la distribución de las masas de rocas coherentes y de las deformaciones que las han afectado, y son fundamentales en la definición de los diferentes relieves.

yj

**6.6.1 El Ciclo Hidrológico.** Se denomina Ciclo Hidrológico al movimiento general del agua, ascendente por Evaporación y descendente primero por las precipitaciones y después en forma de escorrentía superficial y subterránea.

El ciclo hidrológico, se considera el concepto fundamental de la hidrología. De las muchas representaciones que se pueden hacer de él, la más ilustrativa es quizás la descriptiva.

Como todo ciclo, el hidrológico no tiene ni principio ni fin; y su descripción puede comenzar en cualquier punto. El agua que se encuentra sobre la superficie terrestre o muy cerca de ella se evapora bajo el efecto de la radiación solar y el viento. El vapor de agua, que así se forma, se eleva y se transporta por la atmósfera en forma de nubes hasta que se condensa y cae hacia la tierra en forma de precipitación.

Durante su trayecto hacia la superficie de la tierra, el agua precipitada puede volver a evaporarse o ser interceptada por las plantas o las construcciones, luego fluye por la superficie hasta las corrientes o se infiltra.

El agua interceptada y una parte de la infiltrada y de la que corre por la superficie se evapora nuevamente. De la precipitación que llega a las corrientes, una parte se infiltra y otra llega hasta los océanos y otros grandes cuerpos de agua, como presas y lagos. Del agua infiltrada, una parte es absorbida por las plantas y posteriormente es transpirada, casi en su totalidad, hacia la atmósfera y otra parte fluye bajo la superficie de la tierra hacia las corrientes, el mar u otros

cuerpos de agua, o bien hacia zonas profundas del suelo para ser almacenada como agua subterránea y después aflorar en manantiales, ríos o el mar. (Mejía, M. 2005).

**6.6.2 Precipitación.** Precipitación es cualquier agua meteórica recogida sobre la superficie terrestre. Esto incluye básicamente: lluvia, nieve y granizo. (También rocío y escarcha que en algunas regiones constituyen una parte pequeña pero apreciable de la precipitación total).

### **Formación de las precipitaciones**

La formación de la precipitación impone la existencia de condensación dentro de la atmósfera debida al enfriamiento de ella. Esta condensación se facilita por la presencia en la atmósfera de partículas o moléculas, denominadas núcleos de condensación, entre los que destacan el polvo, las moléculas de cloruro sódico así como productos de la combustión del azufre y compuestos nitrosos.

En relación a su origen, pueden distinguirse los siguientes tipos:

- Las Ciclónicas: son las provocadas por los frentes asociados a una borrasca o ciclón. La mayor parte del volumen de precipitación recogido en una cuenca se debe a este tipo de precipitaciones.
- Las de Convección: se producen por el ascenso de bolsas de aire caliente; son las tormentas de verano.
- Las Orográficas: se presentan cuando masas de aire húmedo son obligadas a ascender al encontrar una barrera montañosa.

**6.6.3 Escorrentia Superficial.** El escurrimiento se define como el agua proveniente de la precipitación que circula sobre o bajo la superficie terrestre y que llega a una corriente para finalmente ser drenada hasta la salida de la cuenca. Las aguas que logran mantenerse en movimiento sobre la superficie se convierten entonces en aguas de escorrentía. El agua de escorrentía crea sistemas de desagüe o de drenaje; dichos sistemas son un mecanismo de convergencia, donde los ríos más pequeños desembocan en ríos cada vez más grandes.

#### 6.6.4 Medición de Caudales.

- Aforos: aforar una corriente significa determinar a través de mediciones el gasto que pasa por una sección dada.
- Aforos químicos: su fundamento es el siguiente: Si arrojamos una sustancia de concentración conocida a un cauce, se diluye en la corriente, y aguas abajo tomamos muestras y las analizamos, cuanto mayor sea el caudal, más diluidas estarán las muestras analizadas.
- Escalas limnimétricas: se trata de escalas graduadas en centímetros y firmemente sujetas en el suelo. En cauces muy abiertos suele ser necesario instalar varias de manera que sus escalas se sucedan correlativamente. Es necesario que un operario acuda cada día a tomar nota de la altura del agua.
- Limnígrafos: miden el nivel guardando un registro gráfico o digital del mismo a lo largo del tiempo. El gráfico que proporcionan (altura del agua en función del tiempo) se denomina limnigrama. No solamente evitan la presencia diaria de un operario, sino que permiten apreciar la evolución del caudal dentro del intervalo de 24 horas. Existen diversos tipos en que algún dispositivo colocado en el fondo mide la presión y la traduce en altura de columna de agua sobre él. Los equipos más modernos almacenan los datos digitalmente, para después pasarlos a un ordenador.

**6.6.5 Infiltración.** La infiltración es el proceso por el cual el agua penetra desde la superficie del terreno hacia el suelo. En una primera etapa satisface la deficiencia de humedad del suelo en una zona cercana a la superficie, y posteriormente superado cierto nivel de humedad, pasa a formar parte del agua subterránea, saturando los espacios vacíos.

La diferencia entre el volumen de agua que llueve en una cuenca y el que escurre por su salida recibe el nombre genérico de pérdidas. En general, las pérdidas están constituidas por la intercepción en el follaje de las plantas y en los techos de las construcciones, la retención en depresiones o charcos (que posteriormente se evapora o se infiltra), la evaporación y la infiltración. Además de que en la práctica es difícil separar estos cuatro componentes, la porción



más considerable de las pérdidas está dada por la infiltración, por lo que es costumbre calcularlas conjuntamente bajo este nombre.

**6.6.6 Capacidad de infiltración.** Se denomina capacidad de infiltración a la cantidad máxima de agua que puede absorber un suelo en determinadas condiciones, valor que es variable en el tiempo en función de la humedad del suelo, el material que conforma al suelo, y la mayor o menor compactación que tiene el mismo.

Factores que afectan la capacidad de infiltración:

- Entrada superficial: La superficie del suelo puede estar cerrada por la acumulación de partículas que impidan, o retrasen la entrada de agua al suelo.
- Transmisión a través del suelo: El agua no puede continuar entrando en el suelo con mayor rapidez que la de su transmisión hacia abajo, dependiendo de los distintos estratos.
- Acumulación en la capacidad de almacenamiento: El almacenamiento disponible depende de la porosidad, espesor del horizonte y cantidad de humedad existente.
- Características del medio permeable: La capacidad de infiltración está relacionada con el tamaño del poro y su distribución, el tipo de suelo (arenoso, arcilloso), la vegetación, la estructura y capas de suelos.
- Características del fluido: La contaminación del agua infiltrada por partículas finas o coloides, la temperatura y viscosidad del fluido, y la cantidad de sales que lleva.

**6.6.7 Evapotranspiración.** Evapotranspiración es la combinación de evaporación y transpiración. Evaporación es el proceso por el cual el agua pasa del estado líquido en que se encuentra en los almacenamientos, conducciones y en el suelo, en las capas cercanas a su superficie, ha estado gaseoso y se transfiere a la atmósfera.

Transpiración es el agua que se despiden en forma de vapor de las hojas de las plantas. Esta agua es tomada por las plantas, naturalmente, del suelo. Uso consuntivo es la combinación de evapotranspiración y el agua que las plantas retienen para su nutrición. Esta última cantidad es

pequeña en comparación con la evapotranspiración (aproximadamente representa sólo el 1%), por lo que los términos evapotranspiración y uso consuntivo se usan como sinónimos.

**6.6.8 Balance Hídrico.** Un balance hídrico es la cuantificación tanto de los parámetros involucrados en el ciclo hidrológico, como de los consumos de agua de los diferentes sectores de usuarios, en un área determinada, cuenca, y la interrelación entre ellos, dando como resultado un diagnóstico de las condiciones reales del recurso hídrico en cuanto a su oferta, disponibilidad y demanda en dicha área. Dado que el Balance Hídrico presenta un diagnóstico de las condiciones reales del recurso hídrico en un área en particular, permite tomar medidas y establecer lineamientos y estrategias para su protección y utilización de una manera integrada, de tal forma que se garantice su disponibilidad tanto en cantidad como en calidad.

El principio de su establecimiento exige el estudio detallado de las variaciones de las reservas acuíferas subterráneas. El modelo de balance hídrico se basa en la ecuación de conservación de masa:

Gráfica 2. Balance hídrico



Fuente: Los Autores, 2016

## 6.7. Sostenibilidad del Recurso Hídrico

La escasez de los recursos hídricos de calidad surge como un problema ambiental importante a nivel mundial (Callopin & Rijsberman, Three global water scenarios, 2000). Los recursos hídricos, indispensables para la vida humana y los procesos socioeconómicos, están siendo explotados por una población cada vez mayor y una producción económica creciente (World Resource Institute, 1997) y (World Water Council, 2003).

El termino sostenibilidad, el cual aparece en los años 80, es la característica o estado según el cual pueden satisfacerse las necesidades de la población actual y local sin comprometer la capacidad de generaciones futuras o de poblaciones de otras regiones de satisfacer sus necesidades.

Los recursos naturales se consideran finitos, por estar ligados a la capacidad social, tecnológica y económica del ser humano para hacer uso de ellos y para garantizar su recirculación y presencia en la naturaleza, en términos de calidad y de cantidad; Es decir que cuando el ser humano decide hacer uso del agua en su estado natural, para satisfacer sus necesidades, ésta pasa de ser un elemento natural para convertirse en recurso natural, este último relacionado directamente con el uso y a su vez con una afectación al medio ambiente.

Relacionando estos dos términos tendríamos que “sostenibilidad del recurso hídrico” se refiere a las características o estado según el cual pueden satisfacerse las necesidades de recurso hídrico de la población actual y local sin comprometer la capacidad de generaciones futuras o de poblaciones de otras regiones de satisfacer dicha necesidad.

Finalmente, para evaluar si las necesidades de agua de toda la población y el medio ambiente son seguros o si se puede asegurar que el agua es escasa o no, si se requiere un análisis de la cantidad de agua de una calidad determinada se originan ciertos indicadores entre ellos el Índice de Escasez.

## 6.8. El Diagnóstico en la Fuente Hídrica

El diagnóstico está definido como un estudio previo a toda planificación o proyecto y que consiste en la recopilación de información, su ordenamiento, su interpretación y la obtención de conclusiones e hipótesis. Consiste en analizar un sistema y comprender su funcionamiento, de tal manera de poder proponer cambios en el mismo y cuyos resultados sean previsibles. (Rodríguez, J. 2007). Esta herramienta nos permite conocer mejor la realidad, la existencia de debilidades y fortalezas, entender las relaciones entre los distintos actores sociales que se desenvuelven en un determinado medio y prever posibles reacciones dentro del sistema frente a acciones de intervención o bien cambios suscitados en algún aspecto de la estructura de la población bajo estudio. De igual forma el diagnóstico nos permite definir problemas y potencialidades, profundizar en los mismos y establecer ordenes de importancia o prioridades, así como también que problemas son causa de otros y cuales consecuencia de los mismos.. Nos permite diseñar estrategias, identificar alternativas y decidir acerca de acciones a realizar. (Rodríguez, J. 2007).

Para realizar este diagnóstico, en las zonas rurales se debe tener en cuenta: Entrevistas con informantes clave. Consiste en detectar las personas que por su trabajo, su rol en la comunidad o por su experiencia de vida, disponen de información y de una visión especial que permitirá profundizar en el diagnóstico. Siempre teniendo en cuenta cual es el fin último de la encuesta, hasta dónde quiere llegar y que se necesita saber.

Historias de vida. Consiste en una entrevista a una persona cuya vida tenga un aporte significativo a la comunidad o bien que su experiencia de vida pueda reflejar la historia del lugar o de la actividad productiva en cuestión.

Trabajos por grupos. A través del trabajo grupal se consigue una participación más abierta y con una mayor riqueza de información. Además, si el diagnóstico se realiza para un posterior proyecto, las personas que han participado de la elaboración el mismo tendrán en el futuro una actitud de mayor compromiso. Finalmente es importante destacar que la información que se obtiene a través de estos métodos, es fundamentalmente cualitativa.

## **6.9. Método para análisis de la información y elaboración del diagnóstico en oficina**

Es la última etapa y consiste en realizar una descripción completa sobre la zona en estudio y luego comenzar a jugar con distintas variables. Es decir que se busca comprender el funcionamiento del sistema en cuestión. Los aspectos cualitativos se pueden obtener a través de las técnicas que se describen anteriormente y la información cuantitativa se puede obtener a través de las estadísticas oficiales o privadas publicadas o que se encuentren disponibles en oficinas de servicios públicos. Para cuantificar con un mayor nivel de detalle, es decir los aspectos propios de la comunidad, se pueden realizar encuestas. Para ello hay que establecer primero hipótesis de trabajo y saber exactamente lo que se quiere saber a fin de no desperdiciar la atención de la gente que es encuestada.

En la elaboración del diagnóstico, se debe tener en cuenta: A) Aspectos históricos que influyen en la situación actual: B) Situación de tenencia de la tierra: La tenencia de la tierra es la forma en que se distribuye la misma entre los productores de una zona. Para ello se debe responder una serie de preguntas: - ¿Cuántos productores grandes, medianos y pequeños hay en la región? - ¿Que superficie promedio de tierra tiene cada uno de los grupos mencionados? ¿Qué formas de tenencia existen? ¿Cuál predomina? - ¿Cómo es la situación legal del terreno en el que voy a realizar mi proyecto productivo? C) Estructura económico-productiva: D) Recursos: La disponibilidad de recursos o su falta, determinan en muchos casos el resultado de un proyecto: Recursos Naturales, capital, mano de obra, producción, producto, procesos industriales, destino de la producción, Impacto ambiental de la producción, D) Estructura social: Población, Salud, Educación, Empleo, Organización social, E) Acción de agentes externos que puedan influir en el proyecto. (Rodríguez, J. 2007).

## **6.10. Importancia de la Quebrada la Torcaza**

La quebrada Torcaza hace parte de la microcuenca del mismo nombre, ubicada en el corregimiento de El Encano, tiene un área de influencia hacia el Humedal debido a que sus aguas son afluente del Rio el Encano, el cual surte sus aguas al Lago Guamuez, de interés Internacional por su declaratoria como Humedal Ramsar en Colombia.

Además de ello, esta zona se considera como un páramo azonal, según la altitud a la que se encuentra y el tipo de especies de flora y fauna que en él habitan, las cuales cumplen funciones importantes de regulación en el ecosistema, tal como mencionó CORPONARIÑO y CORPOAMAZONIA (2002), “son páramos que han surgido por debajo del límite altitudinal, en el área de estudio se encuentran a 2.500 y 2.800 m.s.n.m., circundado generalmente por relictos de bosques nublados y bosques alto andinos muy intervenidos, bosques que al desaparecer, cedieron su lugar a la vegetación de páramo ubicada en sitios cercanos a centros poblados. El páramo ubicado en los alrededores de La Cocha, donde se destaca el de Santa Teresita, Santa Lucía y Santa Isabel. Estos Páramos son de carácter azonal e insular, la topografía plano ondulada, el régimen hídrico, los suelos determinan el desarrollo de una vegetación paramuna azonal en medio del bosque de niebla y bosque altoandino. Las comunidades vegetales de estos páramos son de singular importancia porque están relacionados con el papel que juega en la captación y regulación hídrica, así como en la regulación de caudales del río Guamués importante tributario del río Putumayo. Su valor biológico y paisajístico es destacable, a pesar de que en estas áreas se lleven a cabo actividades antrópicas”.

Esta fuente hídrica, es una corriente de cuarto orden, es decir que recibe la afluencia de corrientes menores de orden primario, secundario y terciario, entre las cuales se destacan la Quebrada Pozo Hondo la cual abastece el acueducto del Encano Centro y El Puerto.

La quebrada, por sus características ecológicas y por su importancia como bien y servicio ambiental, debe mantenerse ajena a la más mínima intervención humana; comprende las áreas que se encuentran en vegetación de páramo y subpáramo. Son áreas de vital importancia ambiental y cultural, ya que en estas zonas se da origen a los ríos y quebradas principales que surten la red hídrica del Río el Encano. Además son estratégicos por su función de mantener la regulación climática, conservar los suelos, depurar la atmósfera y/u ofrecer las condiciones para la supervivencia de especies nativas de flora y fauna. La vegetación de esta zonas representa un alto nivel de endemismo y fragilidad que lo convierte en un ecosistema de altísima vulnerabilidad a la alteración y por ende al rompimiento del equilibrio dinámico entre este y los demás ecosistemas.

En este sentido y a pesar de la intervención antrópica reflejada en actividades agrícolas y pecuarias, existen especies de primer orden que pueden ser protegidas dentro del páramo del humedal RAMSAR, donde se encuentra ubicada la quebrada la Torcaza, según CORPONARIÑO y CORPOAMAZONIA (2002), mencionan que los bosques de la cuenca Alta del Río Guamués, en la actualidad, se encuentra afectado tanto por el avance de las actividades productivas extractivas (extracción de madera, producción de carbón vegetal, caza y pesca) como por el avance acelerado de las fronteras agrícola y ganadera. A pesar del manejo inadecuado de los recursos todavía se registra la presencia de bosques primarios intervenidos encontrándose especies nativas.

En este orden de ideas, el Lago Guamuéz patrimonio natural de los nariñenses fue declarado Humedal de Importancia Internacional Ramsar, mediante el Decreto 0698/2000 del Ministerio del Ambiente, en términos ecológicos botánicos zoológicos, limnológicos e hidrológicos, especialmente como hábitat de especies acuáticas. Sus atributos, le confieren especial valor ecológico en bienes y servicios ambientales. Hace parte del Corredor Andino Amazónico Norte, Ecorregión Bordoncillo Patascoy – La Cocha, centro de diversidad estratégico del Sur Oriente Colombiano, Departamentos de Nariño y Putumayo, localizado a una altitud de 2760 y 3400 msnm, entre las coordenadas 0° 50´ y 1° grado 15´ de latitud Norte y entre 77° 5´ y 77° 20´ longitud Oeste. Cubre una área de 40.076.6 has., ricas en diversidad de paisajes, ecosistemas, especies, genes y en recursos hídricos de la cuenca amazónica. Es uno de los más extensos humedales altoandinos de Colombia y uno de los más importantes complejos acuíferos del sur occidente colombiano; se considera como el único cuyo ciclo hidrológico no ha sido severamente afectado.

## 7. Método y Modelo de Investigación

La investigación presenta un enfoque cualitativo, el cual busca la "dispersión o expansión" de los datos o información. Para este enfoque, la forma confiable para conocer la realidad es a través de la recolección y el análisis de datos, de acuerdo con ciertas reglas lógicas. Este enfoque implica inmersión inicial en campo, interpretación contextual y recolección de datos.(Sampieri, 2003).

M. A. Rothery y R. Grinnell (Grinnell, 1997), y Creswell (1997) describen estas investigaciones como estudios: Que se conducen básicamente en ambientes naturales, donde los participantes se comportan como lo hacen en su vida cotidiana, donde las variables no se definen con el propósito de manipularse ni de controlarse experimentalmente (desde luego, se observan los cambios en diferentes variables y sus relaciones), donde los significados se extraen de los datos y se presentan a otros, y no necesitan reducirse a números ni necesariamente deben analizarse de forma estadística (aunque el conteo, el análisis de contenido y el tratamiento de la información utilicen expresiones numéricas para analizarse después).

De igual forma, para este estudio se aplicará el tipo descriptivo y explicativo.

“La investigación descriptiva busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice” (Hernández, Fernández y Baptista, 2003, p. 119).

Esta investigación es de tipo no experimental, porque no se pueden manipular las variables, lo que se hace es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos (Hernández, Fernández y Baptista, 2003)



## 8. Metodología de la Investigación

La investigación se efectuó en la quebrada la Torcaza ubicada en el corregimiento del Encano Departamento de Nariño.; para el desarrollo del proyecto se plantean cuatro etapas que propenden por el logro de los objetivos. La metodología empleada en este estudio, está estrechamente relacionada con los niveles de planificación contemplados dentro de los Decretos 1076 de 2015. De esta manera este estudio estará enfocado en la determinar las condiciones ambientales de la quebrada, las características físicas químicas y las actividades que generan alteración en la misma.

### 8.1. Diseño Metodológico

<b>OBJETIVO ESPECIFICO</b>	<b>ESTRATEGIAS</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>PRODUCTO ESPERADO</b>
Describir el componente biofísico del área de influencia de la quebrada la Torcaza.	Protocolo de observación	Recorridos de campo	Diagnóstico (Análisis de la situación actual de la quebrada la Torcaza)
	Georeferenciacion	Construcción de cartera de campo	
	Descripción de los componentes bióticos y abióticos de la zona	Sistematizar la información primaria y secundaria	
	Construcción de mapas temáticos	Digitalizar la información de campo en software	
Identificar las posibles actividades antrópicas que se desarrollan en el área de influencia de la quebrada la Torcaza, analizando oferta y demanda hídrica.	Protocolo de observación	Recorridos de campo	Actividades antrópicas que afectan el agua de la quebrada la Torcaza
	Georeferenciacion	Construcción de cartera de campo	
	Solicitud de valores ambientales al IDEAM	Estimación de la temperatura, precipitación, evapotranspiración, determinación de oferta y demanda hídrica	Mapas de isotermas, isoyetas, evapotranspiración, % de oferta y demanda hídrica

<b>OBJETIVO ESPECIFICO</b>	<b>ESTRATEGIAS</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>PRODUCTO ESPERADO</b>
Caracterizar las propiedades fisicoquímicas de la quebrada la Torcaza y compararlas conforme a la Normatividad Ambiental vigente y la incidencia de las actividades antrópicas.	Puntualización de sitios de descarga de aguas residuales.	Recorridos de campo	Análisis de las Propiedades físico químicas del agua de la Quebrada la Torcaza.
	Evaluación fisicoquímica del agua	Toma de muestras	
		Muestreo y análisis en laboratorio certificado	
	Aplicación de modelo QUAL2K	Modelación de la quebrada.	Modelación en condiciones normales de parámetros fisicoquímicos
Análisis de normatividad	Comparación de resultados de laboratorio con la Normatividad Ambiental Vigente		

### **8.1.1 Describir el componente biofísico del área de influencia de la quebrada la Torcaza.**

El diagnóstico de la corriente hídrica está enfocado al levantamiento, recopilación, organización, análisis, evaluación e interpretación de información primaria y secundaria; elaboración de mapa base y temática. La escala de construcción de los documentos cartográficos se hace a escala de 1:25.000 a 1:50.000 utilizando el software ArcGIS 9.10; descripción del valor ecológico, funciones, bienes y productos de la Quebrada la Torcaza.

De igual forma se contempla uso del suelo, cobertura e inventario vegetal; Con relación a las diferentes coberturas vegetales presentes, la información se obtiene únicamente con revisión secundaria; para el inventario forestal, este se realiza mediante muestreos que no requieren de mucho detalle. La base de este punto es la descripción estructural de la vegetación y resaltar las especies más representativas de los diferentes puntos. Para ello se utiliza la metodología propuesta por Cerón (1993), basada en transectos, los cuales son una porción alargada de vegetación. Dependiendo del tipo de bosque variará la distancia del transecto y el número de transectos. Para la zona en mención, fue suficiente 5 transectos de 50 x 2m, y las especies evaluadas son a partir de 2,5 cm de DAP (Diámetro a la Altura del Pecho), en adelante, y en páramos, de 50 cm de alto sin importar el DAP. Finalmente, se contrasta la información de campo con la información secundaria.

**8.1.2 Identificar las actividades antrópicas que se desarrollan en el área de influencia de la quebrada la Torcaza.** Mediante recorridos de campo y protocolos de observación, se identifican las posibles actividades antrópicas que influyen en el agua de la Quebrada la Torcaza; para ello se realizan fichas donde se describe cada actividad; se relaciona los afluentes naturales y usuarios generadores de vertimientos o aguas residuales de tipo industrial, doméstico y de servicios que alimentan y descargan al cauce principal, los cuales inciden en su calidad fisicoquímica, así como en el aumento de caudal.

Con el fin de conocer si dichas actividades influyen en la cantidad de agua de la quebrada, se elabora la oferta y la demanda del recurso hídrico a nivel de microcuenca, para ello se solicitó información de temperatura y precipitación registradas en estaciones meteorológicas cercanas al corregimiento del Encano; dichos valores se toman a partir de 10 años hacia atrás; con esto se calcula la oferta hídrica, y las diferentes demandas; demanda de uso pecuario (DUP), Demanda de uso Agrícola (DUA), Demanda de uso Total (DUT) y finalmente el índice de escases del recurso hídrico.

**8.1.3 Caracterización de las propiedades fisicoquímicas de la quebrada la Torcaza y compararlas conforme a la Normatividad Ambiental vigente.** La medición de parámetros se realiza In situ, utilizando el método volumétrico. Para ello se efectúan muestreos y aforos en cuatro (4) puntos en la Quebrada la Torcaza con el fin de analizar los diferentes parámetros físicos y químicos sobre el cauce principal y los puntos de descarga. Posteriormente registrados los puntos de vertimiento, se realizará una modelación por cada uno de ellos, donde se aplicará el modelo QUAL2K, el cual nos permitirá identificar la calidad de agua de la quebrada; para ello se necesitan la toma de parámetros fisicoquímicos como DBO (Demanda Biológica de oxígeno), DQO (Demanda Bioquímica de Oxígeno), pH, Sólidos suspendidos, turbiedad, entre otros.

El muestreo se realizan bajo todas las directrices para tal fin, la toma de muestras en cada uno de los puntos para el análisis físico químico se realiza en frascos de vidrio de 500 ml previamente esterilizados. (Vargas 2003). “Luego de haberlas tomado, se etiquetan y se refrigeran durante el transporte a una temperatura de 4°C y se llevan a un laboratorio certificado. Donde son analizadas, para posteriormente realizar su interpretación; la cual estará basada en la

resolución 631 de 2015 (Límites permisibles por cada sector productivo), Decreto 1594 DE 1984 (Valor de los parámetros para ser permisibles) y el Decreto 3930 de 2010 (Usos del recurso hídrico).

De igual forma es necesario que la muestra conserve las concentraciones de todos sus componentes y que no se presenten cambios significativos en su composición antes del análisis. Se debe tener en cuenta: protocolo de muestreo, cartografía, manuales de uso y calibración de los equipos de campo, normas de seguridad e higiene, libreta y hojas de campo (inventario, muestreo, etc.). • Dispositivos toma muestras y de medida de niveles. • Medidores portátiles de pH, conductividad, potencial redox, oxígeno disuelto, termómetros, y su correspondiente material de repuesto, cables, baterías y patrones de calibración. • Equipo de filtrado de muestras. • Recipientes para el envasado y transporte de las muestras, • Material auxiliar (rollos de papel, cinta adhesiva, cuerdas, bolsas de plástico, etc.) (López, 1997)

El muestreo se realiza en unas etapas que incluye:

- Definición clara de alcances
- Procedimientos a utilizar
- Definición de los sitios y frecuencias del muestreo.
- Definición de parámetros a evaluar. En campo y laboratorio.

Los Requisitos del sitio de muestreo son:

**Representatividad:** el sitio de recolección de las muestras debe ser representativo, de tal manera que los parámetros en la muestra tengan en mismo valor que en el cuerpo de agua en el lugar y tiempo de muestreo. Para ello, el cuerpo de agua debe estar mezclado totalmente en el lugar de muestreo.

**Accesibilidad:** teniendo en cuenta que se debe transportar una carga apreciable de equipos de muestreo, además de las muestras, se selecciona un lugar accesible bajo todas las condiciones meteorológicas, vías de acceso, puentes, etc.

**Distancia al laboratorio:** el tiempo requerido para el transporte de las muestras regirá el límite de las determinaciones y la confiabilidad de los resultados. En términos prácticos, tiempos de transporte las muestras no deben ser analizadas después de las 24 horas siguientes a su colecta.

Finalmente, los valores que se obtienen como resultado del laboratorio, son comparados con la Normatividad Vigente ambiental.

## 8.2. Herramientas e Instrumentos

**8.2.1 Técnicas de Recolección de Información.** Teniendo en cuenta que en la investigación, se generan datos tanto cuantitativos como cualitativos, los instrumentos de recolección de datos son variados:

**Datos cuantitativos.** Observación, Recolección de información factual e indicadores (análisis de datos secundarios de registros y documentación), Recolección de información factual e indicadores fisicoquímicos del recurso hídrico.

**Datos cualitativos.** Observación, Entrevistas, Grupos de enfoque, Recopilación de documentos, registros, materiales y artefactos.

**Fuentes primarias:** estas fuentes, están vinculadas a la realidad en su más amplia acepción. Al ser esta una investigación de campo, la técnica utilizada en este caso es la observación, encuestas, entrevistas, sondeos, toma de muestras.

**Fuentes secundarias:** la información recopilada y/o registrada en material impreso, textos, libros, manuales, revistas especializadas, documentos, trabajos de grado, leyes, reglamentos, registros estadísticos, informes, internet, cd. La técnica a utilizar será matrices comparativas, representación de Tabla, gráficos e ilustraciones.

**Protocolo de observación:** los métodos de observación varían según su estructura, así se tiene la observación no estructurada, esta emplea el procedimiento de la “observación participante” en la

que el investigador actúa como observador y se familiariza con el lugar para posteriormente volverse participante activo, desarrollar un plan de muestreo de eventos y seleccionar las posiciones para llevar a cabo la observación, para ello se recaba información referida lo ambiental, social y económico, los participantes, sus actividades e interacciones, la frecuencia y duración de los eventos para ir tomando “notas de campo”, “notas de observación”, “notas teóricas”, “notas metodológicas” y “notas personales”, obteniendo así información sobre la dinámica de grupo y el fenómeno a estudiar.

### **8.2.2 Manejo de la Información.**

#### **Técnicas de Análisis de Información**

Los datos obtenidos en esta investigación, son de dos tipos. Cuantitativos y cualitativos:

La información será analizada:

a).Gráficas:

Descriptivas. Son representaciones que describen el contexto o la evolución de las situaciones.

Explicativas. Ayudan al investigador a comprender el /los fenómenos estudiados, pueden ser: diagramas de dispersión, de flujo o causales.

b).-Matrices:

Descriptivas. Consisten en tablas que contienen información cualitativa, construidas con la intención de obtener una visión global de los datos, ayudar a su análisis combinarlos y relacionarlos, etc.

Explicativas Son tablas que se utilizan para recomponer la información recogida y para comprender los fenómenos estudiados.

Para el análisis estadístico se hará una interpretación a través de cruzar y/o mezclar las bases de datos; utilizando software ArcGIS, extensión "spatialanalyst" del software ArcGIS, ArcToolbox, herramienta SpatialAnalystTools, rasters de resolución 30x30 metros, calculadora

raster, de la extensión paty análisis, Cartografía fuente IGAC a escala :10000 y/o 1:25.000, Elaboración de Polígonos de Thiessen.

De igual forma la información será analizada mediante la construcción de cartografía temática y de análisis de actividades antrópicas.

## 9. Resultados

### 9.1 Objetivo No. 1. Descripción del componente biofísico del área de influencia de la quebrada la Torcaza.

Aspectos Generales del Área de Estudio

Tabla 5. Localización Geográfica de la quebrada Torcaza

COORDENADAS	Posición	
	X	Y
N-W	992342	624011
S-E	988868	620064

Fuente: Los Autores, 2016

Figura 2. Localización Geográfica Microcuenca Quebrada Torcaza

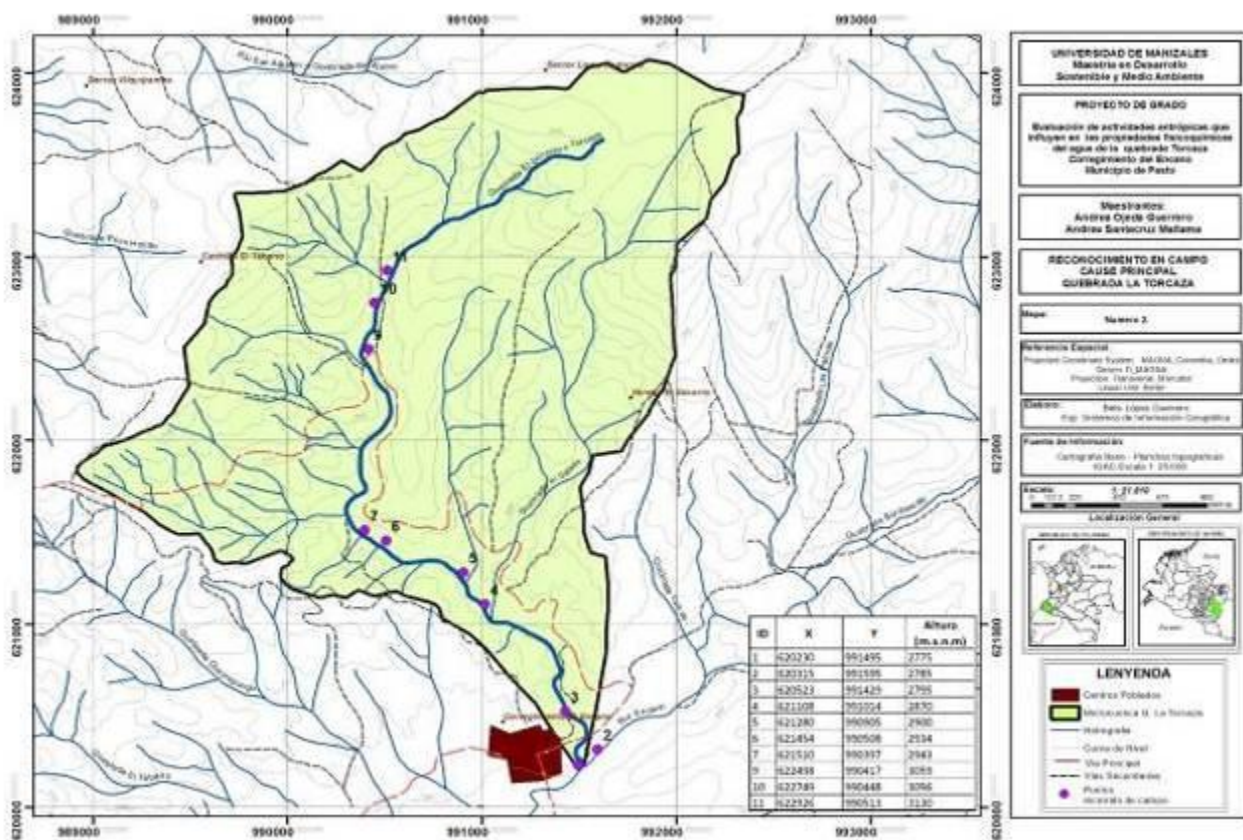


Fuente: Los Autores, 2016



Para dar cumplimiento a los objetivos propuestos en esta investigación, se inició con un recorrido a la fuente de estudio; donde se georreferenciaron 11 puntos, y se conoció la fuente objeto de estudio y sus zonas de influencia.

Figura 3. Reconocimiento del área de estudio



Fuente: Los Autores, 2016

Simultáneamente, se recolectó información secundaria en las diferentes instituciones involucradas en el proceso, incluyendo información cartográfica, planchas geológicas, estudios, dicha información se depuró y sistematizó buscando filtrar incongruencias y duplicidad de información, para optimizar el análisis de la misma.

Una vez finalizada la fase de recolección y depuración de información secundaria, se determinaron zonas con vacíos de información, para el levantamiento de información faltante y zonas de importancia que permitieran corroborar la información secundaria.

La información recolectada en las salidas de campo más la información secundaria fue confrontada, para elaborar la cartografía pertinente. Fue así como se generaron los diferentes mapas temáticos: cobertura vegetal, sectorización hídrica; Isotermas, Isoyetas, precipitación, humedad, oferta y demanda ambiental; se realizaron mediante la conjugación de la información secundaria, el análisis gráfico y matemático de las características de la zona.

La zona de influencia de la Quebrada la Torcaza y la quebrada como tal, se encuentra conformada por diversos ecosistemas considerados estratégicos por su valor directo e indirecto, inmediato y potencial representado en los servicios que ofrecen al hombre, razón por la cual se considera como un espacio de vital importancia, definida por criterios ambientales, sociales y económicos, como son:

- Fuente de abastecimiento de agua para uso doméstico, agrícola y pecuario de las comunidades de las veredas Bella Vista, El Socorro, Encano Centro y el Puerto.
- Presencia de unidades ecológicas prioritarias para la retención y regulación de agua.
- Presencia de ecosistemas estratégicos.

Como zona biogeográfica es un espacio de encuentro entre la geografía alto andina y la ecología de Ecotonos, que permite observar territorialmente la distribución de las zonas de vida y la diferenciación característica de la biota del paisaje de la región, a la vez que permite analizar la influencia de las condiciones geográficas y climáticas en la evolución y dinámica actual de las áreas de distribución y de las relaciones recíprocas flora-fauna, así como también de las comunidades humanas con los recursos naturales en sus diversas manifestaciones.

Desde el punto de vista de la conservación, resalta la condición natural de la quebrada y su zona de influencia, tanto en especies como en hábitats, resaltando esta característica en la parte alta de la misma, donde la zona de influencia todavía se observa la presencia de bosques primarios con especies nativas no intervenidas.

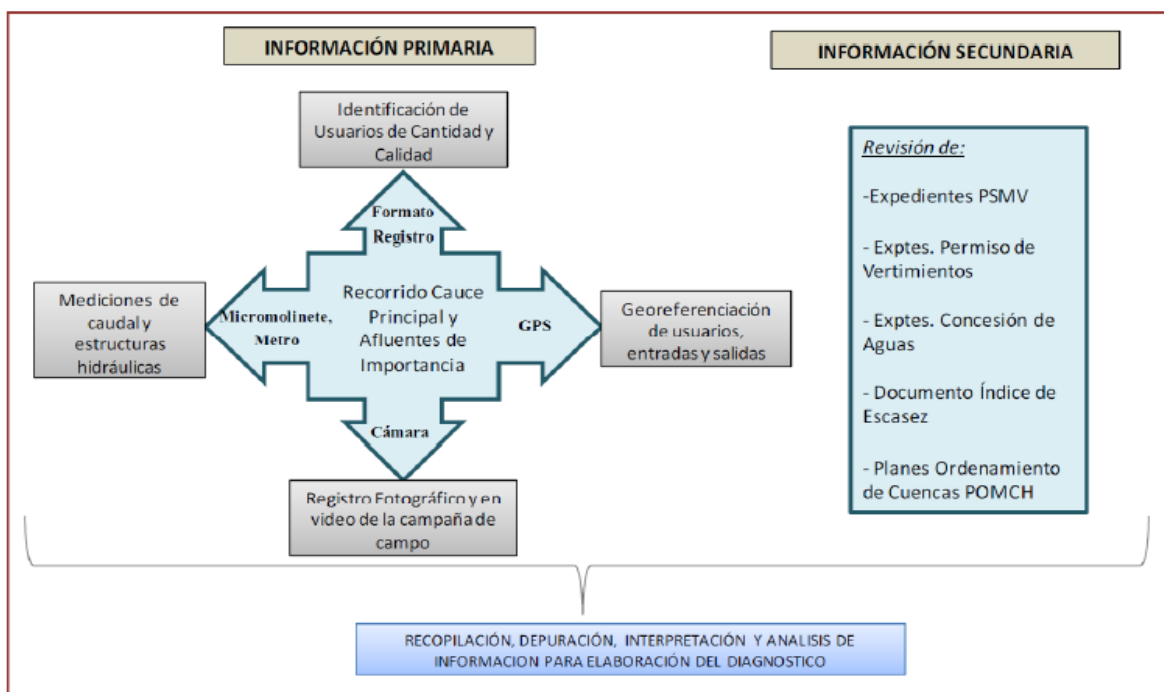
De igual forma en el diagnóstico se identificó los principales actores involucrados en los presuntos problemas de calidad sobre los cuerpos de agua, para que siguiendo el proceso, al

finalizar el proyecto sea viable generar un planteamiento de escenarios basados en las necesidades identificadas durante el desarrollo de las diferentes etapas del proyecto.

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 afluentes naturales que escurre o drenan hacia el cauce principal.

Para la identificación de las propiedades físico químicas del agua, se desarrolló dos jornadas de muestreo y aforo que se efectuarán en, cuatro (4) puntos en la Quebrada Torcaza escogidos sobre el cauce principal y algunos afluentes o descargas de importancia, y por último, un trabajo de escritorio en donde se procesará la información obtenida para la determinación de perfiles e índices de calidad de las Quebrada Torcaza, línea base de cargas contaminantes, diseño del diagrama de ubicación de vertimientos, afluentes y captaciones y modelación y simulación del comportamiento de la corriente superficial para la generación del escenario actual de calidad y cantidad.

Gráfica 3. *Diagnostico Corriente Hídrica*



Fuente: Los Autores, 2016

De igual forma y para complementar la ejecución de este objetivo, fue necesario tener en cuenta la legislación ambiental como 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.

En este sentido, a continuación se presenta un diagrama de la Principal Normatividad Ambiental que rige actualmente en Colombia. En seguida del diagrama se presenta también, una cuadro 1. Explicativa de cada norma, resaltando el tema que trata y su alcance o relación con la fase de diagnóstico que se adelanta como trabajo de grado.

Cuadro 1. *Normatividad*

<b>NORMA</b>	<b>ALCANCE</b>
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.
Leyes y Políticas Ambientales Internacionales	Enfocadas a cuerpos hídricos objeto de ordenamiento cuya jurisdicción sea compartida con Naciones Limítrofes o aguas marítimas internacionales.
Resolución 104 de 2003	Reglamentaria del decreto 1729/02, establece criterios y parámetros para la clasificación y priorización de cuencas hidrográficas.
Decreto único 1076 de 2015	Define los Usos del Agua para las aguas superficiales, marítimas y subterráneas.

**9.1.1 Priorización de la fuente hídrica superficial.** De acuerdo con lo establecido en la normatividad vigente, se priorizó esta fuente superficial teniendo en cuenta la afectación que esta sufre por factores de tipo antrópico, priorización efectuada basada en los siguientes criterios:

Cuadro 2. *Priorización de aguas superficiales*

<b>CRITERIO</b>	<b>JUSTIFICACION</b>	
<b>TECNICO</b>	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.
	Ecosistemas estratégicos y/o áreas protegidas	Las cabeceras y nacimientos de las corrientes son prioritarios y estratégicos ya que garantizan la producción y regulación hídrica considerando que la mayoría de la población Nariñense se abastece de aguas superficiales para su consumo.
	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.
	Presión sobre el Recurso Hídrico.	Las aguas superficiales tienen mayor presión en cuanto a calidad y cantidad que las aguas superficiales y marinas
	Asentamientos humanos	La mayor parte de la población Nariñense se concentra en la zona Andina, en donde se encuentran las ciudades más grandes exceptuando la costa. 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>Social</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 (Consumo Humano, Agrícola, Pecuario, Industrial, entre otros). Por lo tanto predominan en las aguas superficiales que en las marinas y subterráneas.
<b>Otros</b>	Orden Publico y Vías de Acceso	Este criterio restringe y limita principalmente el acceso del personal que va a realizar

Cuadro 3. *Priorización de la quebrada La Torcaza*

CRITERIO	JUSTIFICACION
Cuerpos de agua y/o acuíferos en los que exista conflicto por el uso del recurso.	En la parte alta de la Quebrada Torcaza, existen bocatomas para el acueducto de algunas veredas del corregimiento del encano y además presenta algunas captaciones para uso agrícola y pecuario, presentándose algunos conflictos por el uso del agua entre los cuales se resalta la, calidad de agua para satisfacción de los usos, disminución del caudal de la fuente hídrica abastecedora por intervención a trópica y el deterioro de la calidad del recurso por vertimientos domésticos, industriales y de servicios.
Cuerpos de agua cuya calidad permita la presencia y el desarrollo de especies hidrobiologías importantes para la conservación y/o el desarrollo socioeconómico.	El nacimiento de las Quebrada Torcaza, resulta de los desagües de pequeños afluentes, por lo tanto es considerada un cuerpo de agua de gran importancia para el desarrollo de especies hidrobiológicas y como zona de recarga hídrica para el abastecimiento de las poblaciones asentadas aguas abajo.

El valor ecológico y ambiental de la quebrada la Torcaza, presenta unas propiedades:

- Forma parte fundamental del ciclo hidrológico de la cuenca del Río Guamués y del río Amazonas
- Es área de gran diversidad biológica restringida y especializada
- Es un Sistema natural de soporte vital como hábitat para especies reófilas y migratorias, como las truchas y las aves acuáticas.
- Contribuye a la regulación del clima y a mantener la calidad ambiental en la región.
- Hace parte fundamental de los páramos azonales más bajos del mundo.
- Tiene importancia cultural e histórica para la comunidad Quillasinga asentada en el área de estudio y en su zona de influencia

- La quebrada la Torcaza está dentro de un área de importancia ecológica, la cual; fue reconocida como Humedal de importancia Internacional por la Convención Ramsar mediante Resolución 0986 de 2000 del MAVDT.

### **9.1.2 Funciones ecológicas y servicios ambientales de la quebrada La Torcaza.**

- Almacenamiento de agua
- Descarga de agua
- Control del flujo de agua.
- Retención de sedimentos y tóxicos.
- Retención de nutrientes.
- Banco genético
- Hábitat para la vida silvestre
- Soporte de cadenas alimenticias
- Recreación activa y pasiva

### **9.1.3 Bienes o productos de la Quebrada la Torcaza**

#### **Recursos disponibles: Oferta de recursos**

- Agua
- Fauna
- Flora
- Vida silvestre
- Pesquerías
- Acuicultura
- Forrajes
- Recursos Agrícolas
- Recursos Forestales
- Medicinas
- Alimentos
- Paisaje

**9.1.4 Uso actual del suelo y cobertura vegetal.** El uso actual del suelo y cobertura vegetal puede ser definido como el análisis de la clasificación de los diferentes tipos de cobertura y usos asociados que el hombre practica en el área de las microcuencas. La distribución de las unidades de cobertura y uso en la zona de estudio está directamente relacionada con el patrón climático y diferentes grados de intervención de los ecosistemas naturales. En la quebrada la Torcaza se identificó la siguiente vegetación, distribuida en bosque primario, primario intervenido y secundario.

**Bosques:** comprende las áreas naturales o seminaturales, constituidas principalmente por elementos arbóreos de especies nativas o exóticas. Los árboles son plantas leñosas perennes con un solo tronco principal, que tiene una copa más o menos definida (CORINE Land Cover, 2010)

**Bosque de galería:** son formaciones boscosas dispuestas en corredores naturales a lo largo de las riberas de la quebrada o a lo largo de antiguos lechos de drenaje, generalmente, rodeadas por vegetación arbustiva o herbácea. Estos bosques cumplen una doble función: 1) Amortiguar o resguardar los ríos, quebradas, y cauces de desagüe de posibles impactos nocivos causados por la actividad urbana adyacente, y ayudar a filtrar y limpiar las aguas de esos causes; 2) respaldar la calidad paisajista de la quebrada.

**Bosque primario intervenido.** Corresponde a comunidades de bosques bien desarrolladas con una tasa de crecimiento de árboles baja y donde se presentan las categorías de regeneración natural brinsal, latizal y fustal.

Esta formación se caracteriza por poseer una alta variedad de especies, los árboles alcanzan alturas de hasta 40 m, y troncos robustos, que constituyen un sistema con un volumen considerable de biomasa.

Es posible diferenciar dos categorías en estas formaciones bosques altos y bosques bajos de vega. La diferencia entre ellos es que en el bosque alto no crece carrizo (*Phragmites australis*), sotobosque escaso. Al bosque bajo se le conoce como bosque de llanura aluvial de desborde y es inundable. Este tipo de vegetación es un residuo de una selva donde el hombre ha extraído



algunas especies de valor comercial, sin derribar los demás individuos. La masa predominante es la de los árboles con grandes bejucos y lianas. La conservación de este tipo de bosques es importante porque allí permanece aún el germoplasma con el cual se puede restaurar la selva original en un bosque secundario.

El dosel que se puede observar allí es irregular, las hojas pueden ser medianas a pequeñas, los troncos gruesos, con muchas raíces, las flores son pequeñas a medianas, los frutos y semillas de pequeñas a grandes.

La vegetación original en la quebrada Torcaza ha sido transformada en su parte baja y media, por lo que la mayor parte del territorio se haya cubierto actualmente por pastizales y por rastrojos (en diferentes etapas sucesionales). Se conservan en la parte alta parches de remanentes del bosque original los cuales se encuentran bajo fuerte presión por las prácticas de entresaca y otras perturbaciones antrópicas.

Alguna vegetación identificada mediante la metodología propuesta por Cerón (1993) en la quebrada fue:

Cuadro 4. *Bosque primario intervenido Quebrada La Torcaza*

<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>	<b>NOMBRE COMUN</b>	<b>FAMILIA</b>
<i>Bacharis floribunda</i>	Chilca	Compositae
<i>Befaria aestuans</i>	Mocoso	Ericaceae
<i>Befaria glauca</i>	Fragua	Ericaceae
<i>Berbens sp</i>	Uñegato	Berberidaceae
<i>Brunelia goudoli</i>	Cedrillo, Arracacho	Brunelliaceae
<i>Brunelia tomentosa</i>	Cancho	Brunelliaceae

<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>	<b>NOMBRE COMUN</b>	<b>FAMILIA</b>
<i>Cavendishia cordifolia</i>	Chaquilulo	Ericaceae
<i>Cavendishia sp</i>	Asnalulo	Ericaceae
<i>Clenthera ovalifolia</i>	Eslabon	Clenthraceae
<i>Clentra gagifolia</i>	Manduro	Clenthraceae
<i>Clusia sp</i>	Chaguato	Clusiaceae
<i>Clusia sp</i>	Impamo, Manduro	Clusiaceae
<i>Freziera reticulata</i>	Motilon Silvestre	Theaceae
<i>Hedyosmun bomblandianum</i>	Olloco	Chloranthraceae
<i>Hedyosmun sp</i>	Granizo	Chloranthraceae
<i>Luaurol</i>		
<i>Macleonia rupetris</i>	Uva carnososa	Ericaceae
<i>Mauria heterophylla</i>	Caspi Colorado	Anarcadiaceae
<i>Mycianthes sp</i>	Arrayán	Myrtaceae
<i>Ocotea sp</i>	Tacasco	Lauraceae
<i>Oreopanax discolor</i>	Mano de oso	Araliaceae
<i>Palicourea anceps</i>	Majua	Rubiaceae
<i>Palicourea sp</i>	Charmolán	Rubiaceae
<i>Pentegonia sp</i>	Jaboncillo	Theaceae

<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>	<b>NOMBRE COMUN</b>	<b>FAMILIA</b>
<i>Phragmites sp.</i>	Carrizo	Poáceas
<i>Polypodium spp</i>	Helecho cuy, Helechillo	Polypodaceae
<i>Potomorphe sp</i>	Santa Maria	Piperaceae
<i>Rapanea sp</i>	Cucharo	Myrsinaceae
<i>Rapanea sp</i>	Cucharo Blanco	Clusiaceae
<i>Rhus Junglandifolia</i>	Caspi	Anarcadiaceae
<i>Sambucus nigra</i>	Sauco blanco	Caprifoliaceae
<i>Saurauria anulaimensis</i>	Moquillo	Actinidaceae
<i>Saurauria pruinosa</i>	Moquillo	Actinidaceae
<i>Schefflera aff ferruginea</i>	Pategallina	Araliaceae
<i>Schefflera marginata</i>	Pumamaque	Araliaceae
<i>Tabernamontanoa sp.</i>	Colla	Compositae
<i>Tapirira sp</i>	Caspi	Anarcadiaceae
<i>Taraxacum dens leonis</i>	Chicoria	Asteraceae
<i>Tetracera sessiflora</i>	Bejuco	Dilleniaceae
<i>Tetracera sp</i>	Carbonero	Dilleniaceae

<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>	<b>NOMBRE COMUN</b>	<b>FAMILIA</b>
Tibouchina sp.	Siete cueros	Melastomataceae
<i>Viburnum anabatipsta</i>	Sauco	Caprifoliaceae
<i>Viburnum pichinchese</i>	Pelotillo	Caprifoliaceae
<i>Weimania balbisiana</i>	Encino Blanco	Cunnoniaceae
<i>Weimania pubescens</i>	Encenillo	Cunnoniaceae
<i>Weimania spp</i>	Encino	Cunnoniaceae

Fuente: Los Autores, 2016

Figura 4. *Inflorescencia del vicundo familia Bromeliceae*



Fuente: Los Autores, 2016

Figura 5. *Helecho de la familia Polypodaceae*



Fuente: Los Autores, 2016

**Bosque secundario.** Son bosques dispersos y constituyen el testimonio de la tala de los bosques. El bosque secundario se caracteriza por un sotobosque bastante ralo de unos 2m de altura; epifitismo alto (helechos, aráceas, orquídeas, bromelias), con doseles variados, hojarasca superficial y suelos negros. Se encuentran allí especies forestales dominantes como el motilón silvestre, encinos, caspi, arrayán, moquillo, majua y fue un sitio de donde hubo extracción de especies maderables como el cedro, mano de oso, entre otros.

Figura 6. *Cobertura Natural quebrada la Torcaza*



Fuente: Los Autores, 2016

Otras especies encontradas en este bosque son las Cyatheas y bromelias; que se conservan como protectores del suelo en el curso de la quebrada. En este tipo de bosque el número de especies aumenta considerablemente con relación a fases sucesionales más tempranas como el rastrojo. Este tipo de bosque está constituido por árboles pequeños de maderas suaves y blandas, existiendo abundancia de bejucos leñosos y epífitas.

Cuadro 5. *Bosque secundario Quebrada La Torcaza*

<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>	<b>NOMBRE COMUN</b>	<b>FAMILIA</b>
<i>Acacia macrocanta</i>	Cedro	Meliaceae
<i>Aequiphilla bogotensis</i>	Motilon silvestre	Theaceae
<i>Alchornea sp</i>	Chicharrón	Euphorbiaceae
<i>Ardisia Longistaminea</i>	Orquidea amarilla	Orquidaceae
<i>Bacharis floribunda</i>	Chilca	Compositae
<i>Baconia frutescens</i>	Capulí	Osaceae
<i>Baconia frutescens</i>	Albarrazin	Papaveraceae
<i>Befaria aestuans</i>	Mocoso	Ericaceae
<i>Befaria glauca</i>	Fragua	Ericaceae
<i>Berbens sp</i>	Uñegato	Berberidaceae
<i>Berbens sp</i>	Totaco	Berberidaceae
<i>Brunelia goudoli</i>	Cedrillo, Arracacho	Brunelliaceae
<i>Brunelia tomentosa</i>	Cancho	Brunelliaceae
<i>Cavendishia cordifolia</i>	Chaquilulo	Ericaceae
<i>Cavendishia sp</i>	Asnalulo	Ericaceae
<i>Cedrela Montana</i>	Mortño	Melastomataceae
<i>Clidemia sp</i>	Moridera	Melastomataceae
<i>Clusia sp</i>	Chaguato	Clusiaceae
<i>Clusia sp</i>	Impamo, Manduro	Clusiaceae

<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>	<b>NOMBRE COMUN</b>	<b>FAMILIA</b>
<i>Cuphea dipetala hoehne</i>	Palo de Rosa	Loranthaceae
<i>Euforbia laurifolia</i>	Lechero	Euphorbiaceae
<i>Freziera raticulata</i>	Cujaquillo	Solanaceae
<i>Galadendrom punetatum</i>	Tacasco	Lauraceae
<i>Geissanthus andinus</i>	Laurel de cera	Myricaceae
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Cujaco	Solanaceae
<i>Hedyosmun sp</i>	Granizo	Chloranthraceae
<i>Hesperomeles glabrata</i>	Sindayo	Protaceae
<i>Hesperomeles heterophyla</i>	Cerote	Rosaceae
<i>Junglan neotropica</i>	Roble	Fagaceae
<i>Mauria heterophyla</i>	Caspi Colorado	Anarcadiaceae
<i>Meriano nobilis</i>	Zarcillejo	Lytraceae
<i>Miconia ruficalys</i>	Mote	Rosaceae
<i>Miconia sp</i>	Mayo	Melastomataceae
<i>Monhima sp</i>	Guarango	Mimosaceae
<i>Myrrica Pubescens</i>	Vilán	Monimiaceae
<i>Myrsianthes sp</i>	Capulcillo	Myrsinaceae
<i>Myrsine macrocarpa</i>	Cucharo	Myrsinaceae
<i>Nectandra halingii</i>	Siete cueros	Melastomataceae
<i>Oreopanax discolor</i>	Mano de oso	Araliaceae
<i>Palicourea anceps</i>	Mora silvestre	Rosaceae
<i>Palicourea sp</i>	Majua	Rubiaceae
<i>Piper caucense</i>	Santamaria	Piperaceae
<i>Podocarpus oleifolius</i>	Cordoncillo	Piperaceae
<i>Polypodium sp</i>	Uvillo	Polygonaceae



<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>	<b>NOMBRE COMUN</b>	<b>FAMILIA</b>
<i>Potomorphe sp</i>	Trompeto	Papaveraceae
<i>Pourouma sp</i>	Pino colombiano	Podocarpaceae
<i>Psnopsis yolombo</i>	Helechillo	Polygonaceae
<i>Rapanea sp</i>	Cucharo Blanco	Clusiaceae
<i>Rapanea sp</i>	Cucharillo	Myrsinaceae
<i>Rubus sp</i>	Mora	Rosaceae
<i>Sambucus nigra</i>	Sauco blanco	Caprifoliaceae
<i>Saurauria anulaimensis</i>	Moquillo	Actinidaceae
<i>Saurauria pruinosa</i>	Moquillo	Actinidaceae
<i>Schefflera aff ferruginea</i>	Pategallina	Araliaceae
<i>Solanum ovalifolia</i>	Tachuelo	Ruthaceae
<i>Solanum sp</i>	Borrachero	Solanaceae
<i>Stellis sp</i>	Arrayán	Myrtaceae
Tabernamontanoa sp.	Colla	Compositae
<i>Tapirira sp</i>	Caspi	Anarcadiaceae
<i>Taraxacum dens leonis</i>	Chicoria	Asteraceae
<i>Telipogo bruchmuelleri</i>	Orquidea	Orquidaceae
<i>Tetracera sessiflora</i>	Bejuco	Dilleniaceae
<i>Tetracera sp</i>	Carbonero	Dilleniaceae
<i>Tibouchina lepidota</i>	Pucasacha	Melastomataceae
<i>Tibouchina sp</i>	Morochillo	Melastomataceae
<i>Topobea sp</i>	Amarillo	Melastomataceae
<i>Viburnum anabatipsta</i>	Sauco	Caprifoliaceae
<i>Viburnum pichinchese</i>	Pelotillo	Caprifoliaceae
<i>Weimania balbisiana</i>	Encino Blanco	Cunnoniaceae
<i>Weimania pubescens</i>	Encenillo	Cunnoniaceae
<i>Zanthoxylum sp</i>	Charmolán	Rubiaceae

Fuente: Los Autores, 2016



Figura 7. *Vegetación bosque secundario Quebrada La Torcaza*



Fuente: Los Autores, 2016

**Zonas con Rastrojos bajos:** Son tipos de vegetación secundaria en donde la vegetación existente tiene una altura inferior a 1.5 metros; este tipo de zonas se presentan cuando la vegetación se desarrolla en sitios donde el suelo ha perdido su cobertura vegetal natural, a raíz de la intervención humana para establecer pastos, cultivos etc., En la parte baja media y alta de la zona de influencia de la quebrada es muy frecuente encontrar este tipo de vegetación.

Figura 8. *Zonas desbastadas de bosque para la actividad pastoril*



Fuente: Los Autores, 2016

Dentro de la población se describe la población herbácea, arbustiva y arbórea en estados juveniles presente en estas zonas, se identifican aproximadamente un total de 80 especies

Cuadro 6. Población herbácea, arbustiva y arbórea.

<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>	<b>FAMILIA</b>
<i>Allophyllus sp</i>	Sapindaceae
<i>Alloplectus sp</i>	Gesneriaceae
<i>Anthurium sp</i>	Araceae
<i>Arracacia sp</i>	Apiaceae
<i>Asclepia sp</i>	Asclepiadaceae
<i>Asplenium alatum</i>	Aspleniaceae
<i>Asplenium myriophyllum</i>	Aspleniaceae
<i>Asplenium uniseriale</i>	Aspleniaceae
<i>Axinaea sp</i>	Melastomataceae
<i>Begonia maurandiae</i>	Begoniaceae
<i>Bejaria aestuans</i>	Ericaceae
<i>Bidens segetum</i>	Astericeae
<i>Blechnum fragilw</i>	Blechnaceae
<i>Blechnum maurandiae</i>	Blechnaceae
<i>Blechnum of occidentale</i>	Blechnaceae
<i>Blechnum sp</i>	Blechnaceae
<i>Bomarea sp</i>	Alstroemeriaceae
<i>Brunelia putumayensis</i>	Brunelliaceae
<i>Campyloneurum sp</i>	Polypodiaceae
<i>Campyloneum sp</i>	Polypodiaceae
<i>Carica Pubescen</i>	Caricaceae
<i>Cestrum sp</i>	Solanaceae
<i>Cordia ramirezii</i>	Boraginaceae
<i>Cortadera sp</i>	Poaceae
<i>Critoniopsis sp</i>	Astericeae
<i>Cyathea of pallescens</i>	Cyatheaceae
<i>Cyathea sp</i>	Cyatheaceae
<i>Ficus sp</i>	Meliaceae
<i>Freziera canescens</i>	Theaceae
<i>Gavendishia bractea</i>	Ericaceae
<i>Geissanthus serrulatus</i>	Myrsinaceae
<i>Guarea grandifolia</i>	Meliaceae
<i>Hedyosmun cuatrecazanum</i>	Chloranthaceae

<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>	<b>FAMILIA</b>
<i>Hedyosmun racemosum</i>	Chloranthaceae
<i>Hesperomeles sp</i>	Rosaseae
<i>Hyeronima macrocarpa</i>	Euphorbiaceae
<i>Hymenophyllum fucoides</i>	Hymenophyllaceae
<i>Licaria sp</i>	Lauraceae
<i>Llex uniflora</i>	Aquifoliaceae
<i>Llex xp</i>	Aquifoliaceae
<i>Lycopodium thyodes</i>	Lycopodiaceae
<i>Mauria simplicifolia</i>	Anarcadiaceae
<i>Mauria sp</i>	Anarcadiaceae
<i>Maytenus laxiflorus</i>	Clerastraceae
<i>Miconia sp</i>	Melastomataceae
<i>Miconia theaenzans</i>	Melastomataceae
<i>Mikania rufa</i>	Astericeae
<i>Moninna arborescens</i>	Polypagalaceae
<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	Myrthaceae
<i>Myrcianthes sp</i>	Myrthaceae
<i>Myrsine coriaceae</i>	Myrsinaceae
<i>Myrsine sp</i>	Myrsinaceae
<i>Ocotea sp</i>	Lauraceae
<i>Palicourea demissa</i>	Rosaseae
<i>Panopsis polystachya</i>	Proteaceae
<i>Passiflora alpifolia</i>	Passifloraceae
<i>Passiflora gracillima</i>	Passifloraceae
<i>Pentacalia sp</i>	Astericeae
<i>Peperonimia villosa</i>	Piperaceae
<i>Persea mutisii</i>	Lauraceae
<i>Polypodium levigatum</i>	Polypodiaceae
<i>Pouteria sp</i>	Sapotaceae
<i>Prescottia sp</i>	Orchidaceae
<i>Prunus sp</i>	Rosaseae
<i>Quercus humboltii</i>	Fagaceae
<i>Rhynchospora sp</i>	Cyperaceae
<i>Roupala pachypoda</i>	Proteaceae
<i>Sanicula iberta</i>	Apiaceae
<i>Sapinum sp</i>	Euphorbiaceae
<i>Sauraria Tomentosa</i>	Actinidaceae
<i>Solanum sp</i>	Solanaceae

<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>	<b>FAMILIA</b>
<i>Symplocos sp</i>	Symplocaceae
<i>Temstroemia clusifolia</i>	Theaceae
<i>Terpsichore semihirsuta</i>	Polypodiaceae
<i>Thelypteris sp</i>	Thelypteridaceae
<i>Tillandsia sp</i>	Bromeliaceae
<i>Toumefortia fuliginosa</i>	Boraginaceae
<i>Unicia hamate</i>	Cyperaceae
<i>Vaccinium Floribundum</i>	Ericaceae
<i>Vaccinium meridionale</i>	Ericaceae
<i>Valeeriana sp</i>	Valerianaceae
<i>Verbesina sp</i>	Astericeae
<i>Vibumun triphylum</i>	Caprifoliaceae
<i>Weimania glabra</i>	Cunoniaceae
<i>Weimania pubescens</i>	Cunoniaceae
<i>Zanthoxylum macrospermun</i>	Rutaceaeae

Fuente: Los Autores, 2016

**Alísales:** son áreas presentes en la zona media de la quebrada en donde se encuentran una agrupación o rodal de árboles plantados de aliso (*Alnus jorullensis*) que es suficientemente uniforme en su especie, edad, calidad o estado, para poder distinguirla del arbolado o bosque secundario que la rodea.

**Carrizales:** son áreas presentes en la zona alta de la quebrada donde se encuentra agrupaciones que rodean el curso de la fuente hídrica y es ocupada por aves propias de la zona como la Torcaza. Algunas de ellas reciben incluso el nombre de Carriceros (como los pertenecientes al género *Acrocephalus*). Es una planta perenne, con un rizoma rastrero con capacidad para crecer en la superficie buscando agua. Puede alcanzar los 4m de altura y 2 cm de diámetro, presentando una gran inflorescencia al final del tallo.



Figura 9. *Vegetación herbácea presente en la zona de estudio*



Fuente: Los Autores, 2016

**Agroecosistemas:** sistema agrícola y pecuario, en el cual un ecosistema se haya sensiblemente modificado y su estabilidad depende de subsidios energéticos. Pueden ser identificados a distintos niveles y escalas, como sistema de producción; o tipo de uso del suelo; un campo, cultivo, rebaño o estanque. Comprenden los policultivos, sistemas mixtos, incluyendo las asociaciones cultivos - cría, sistemas agroforestales, sistemas agrosil-vopastoriles, y acuicultura, como también praderas, tierras en barbecho, etc.

Figura 10. *Actividades Agrícolas cerca a la quebrada la Torcaza*



Fuente: Los Autores, 2016

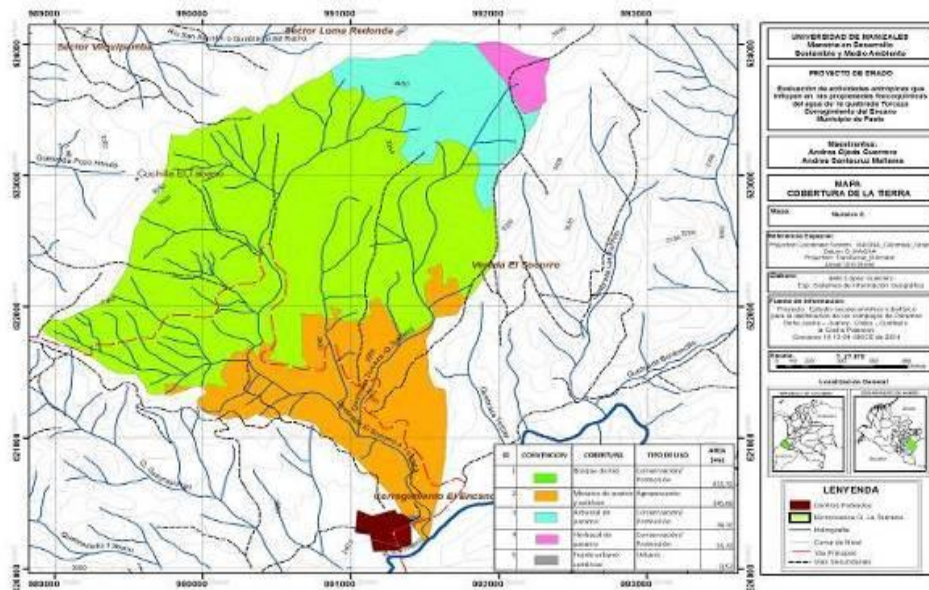
**Pastos:** comprende las tierras cubiertas con hierba densa de composición florística dominada principalmente por la familia Poaceae, dedicadas a pastoreo permanente por un período de dos o más años (CORINE Land Cover, 2010). En el área de estudio, son empleados específicamente en la nutrición animal de ganado, como el caso de vacas, cerdos o caballos. Por lo general se presentan en amplias extensiones.

Figura 11. *Actividades Pecuarias – Quebrada la Torcaza.*



Fuente: Los Autores, 2016

Figura 12. *Cobertura vegetal*



Fuente: Los Autores, 2016

**Zonas de vivienda:** Núcleos de población, definido como una concentración de viviendas, para nuestro caso, es una zona de mínimo veinticinco (25) viviendas contiguas, vecinas o adosadas entre sí, ubicadas en inmediaciones de la quebrada en estudio.

Figura 13. *Zonas de vivienda*



Fuente: Los Autores, 2016

### 9.1.5 Perfil del Suelo.

#### Taxonomía de suelos

Los suelos presentes en este predio de acuerdo al sistema de información geográfica de la Secretaría de Gestión Ambiental 2012, corresponden a suelos Andisoles pertenecientes a la Consolidación Acrudoxíc Melanudánds, los cuales se originan a partir de Coladas de lava en alturas comprendidas entre los 3000 y 3700 msnm con temperaturas entre los 8 y 12 °C y precipitaciones entre los 500 y 2000 mm anuales en clima muy frío y muy húmedo con fuertes vientos bajas temperaturas y ocurrencia de heladas. Relieve ligeramente inclinado a fuertemente escarpado, con pendientes mayores de los 3% largas muy largas rectilíneas. Corresponde a la Fase moderadamente Escarpada. Pertenecen a la subclase VIII<sub>tc</sub>2.



## Perfil del suelo

Los suelos son originados por depósitos de lava mezclada con cenizas volcánicas; van de profundos a superficiales, bien drenados, de textura franco arcillosa fina y buena retención de humedad; presentan una capa superior de materia orgánica sin descomponer en los lugares donde la cobertura es bosque secundario más notable que en el área cubierta por pastos.

La fertilidad de estos suelos es moderada, limitada en gran proporción por el pH que oscila entre 5- 6 fuerte a moderadamente ácidos, el cual determina la dinámica de la fertilidad de suelo por la ocurrencia de fenómenos de fijación y solubilización de nutrientes, en este caso se puede mencionar la retención de fósforo por la presencia de Alófana (asociada con suelos de origen volcánica), por tanto puede presentar niveles bajos de fósforo aprovechable, este suelo tiene como una de sus mayores limitantes las pendientes pronunciadas fácilmente erosionables con inadecuadas prácticas de manejo.

Figura 14. *Perfil de Suelo*



Fuente: Los Autores, 2016



## **9.2. Objetivo No. 2 Identificación de las actividades antrópicas que se desarrollan en el área de influencia de la quebrada la Torcaza respecto a la oferta y demanda hídrica y su incidencia en la calidad del agua**

Las consecuencias de la intervención humana, sobre el medio ambiente, es cada vez más drástica; causando la desaparición acelerada de las corrientes superficiales y la consecuente demanda y escasez del recurso hídrico.

De acuerdo al trabajo de campo realizado y a la recopilación de información de tipo secundario, sobre el cauce principal de la Quebrada la Torcaza, se identificaron algunas actividades antrópicas desarrolladas en el lugar; al igual que se identificaron usuarios del recurso, que lo afectan tanto en calidad como en cantidad.

**9.2.1 Identificación de actividades antrópicas.** La identificación de actividades antrópicas en la zona de influencia a la quebrada la Torcaza, se inició en el sector rural, en la vereda bella vista, donde nace la fuente hídrica, para ello se ubicó un punto de referencia obteniendo las siguientes coordenadas: X: 991266, Y: 621683 a una altura aproximada de 2947 m.s.n.m. En este sector de la quebrada, no se observó el desarrollo de actividades antrópicas, únicamente existen especies forestales protectoras y otras correspondientes a bosque primario, por lo cual se presume que la calidad física y química del agua no presenta variaciones significativas en sus parámetros, lo cual se evidencia en campo por sus características organolépticas, de acuerdo a lo anterior, y de manera empírica, sobre esta zona se encuentra construida la infraestructura necesaria para la captación, sedimentación y almacenamiento de agua, para posteriormente distribuirla al centro poblado y veredas aledañas; para su consumo.

Figura 15. *Parte alta de la quebrada la Torcaza*



Fuente: Los Autores, 2016

Figura 16. *Bosque Primario – zona de protección*



Fuente: Los Autores, 2016.

Aguas debajo del punto de referencia anterior, se evidencia que la quebrada aún posee buenas condiciones físicas, sin embargo, considerando que en la zona de influencia existen asentamientos humanos y que se desarrolla actividades de tipo agrícola (cultivo de cebolla y papa) y pecuarias, se presume que los diferentes residuos de productos químicos provenientes de abonos, fertilizantes y pesticidas, y los residuos escatológicos, pueden infiltrarse en el suelo y por escorrentía posiblemente llegar hasta la quebrada, siendo estos uno de los factores que

generan alteración en las propiedades químicas del agua. A partir del siguiente punto de georeferenciación coordenadas: X: 991194, Y: 621592 a una altura aproximada de 2935 m.s.n.m., las actividades desarrolladas son similares con la diferencia que aumentan en su cantidad.

Figura 17. *Actividades pecuarias*



Fuente: Los Autores, 2016.

Figura 18. *Actividades pecuarias*



Fuente: Los Autores, 2016.

En otro punto de la quebrada se identificó actividades piscícolas que generan un vertimiento de tipo industrial, el cual a simple vista tiene buenas condiciones físicas; teniendo en cuenta que en



su desarrollo no se realiza sacrificio, sino únicamente cría de trucha, en este caso, el agua utilizada para el aprovechamiento ictico, se vierte nuevamente a la fuente; descarga que posiblemente puede generar alteraciones en las propiedades químicas del agua por el aumento de fosforo y nitrógeno proveniente del concentrado de engorde y amoniaco que excretan los peces. Esta actividad se localiza en las coordenadas X: 991194, Y: 621592 a una altura aproximada de 2935 m.s.n.m.

Figura 19. *Actividad piscícola*



Fuente: Los Autores, 2016.

Figura 20. *Criadero de trucha*



Fuente: Los Autores, 2016.

**9.2.2 Determinación de Oferta y Demanda Hídrica.** La determinación de la oferta y la demanda hídrica se realizó a nivel de microcuenca la Torcaza y no a nivel de quebrada, teniendo en cuenta lo establecido en el Decreto 1729 DE 2002, en su artículo 1 menciona que:

*“Artículo 1°. Definición de cuenca. Entiéndase por cuenca u hoya hidrográfica el área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar.”*

De acuerdo a lo descrito anteriormente, los cauces de agua superficial, que son las principales fuentes de abastecimiento de agua para las actividades que desarrolla el ser humano y para la supervivencia de las diferentes especies de flora y fauna, son producto de un conjunto de subsistemas que comprende las zonas de páramo, subpáramos, nacimientos de agua y zonas de recarga de acuíferos.

Cabe mencionar que a diferencia de un cauce principal, las cuencas hidrográficas de manera general son las formas terrestres dentro del ciclo hidrológico que captan y concentran la oferta del agua que viene de las precipitaciones, que se depositan en las diferentes coberturas naturales de la cuenca que a su vez puede ser infiltrada al suelo, almacenada en las diferentes especies forestales o producto de condiciones climáticas sufrir procesos de evaporación o evapotranspiración, para posteriormente abastecer fuentes superficiales o subterráneas, es por ello que la cuenca hidrográfica como parte del sistema hídrico se constituye en un componente estructurante para la evaluación del patrimonio natural permitiendo reconocer interrelaciones e interdependencias del sistema natural con el sistema socio económico y cultural. (IDEAM; 2008) La cuenca hidrográfica como sistema general del recurso hídrico tiene entradas y salidas, entre ellas, el ciclo hidrológico, el cual permite cuantificar que a la cuenca ingresa una cantidad de agua por medio de la precipitación y otras formas; y luego existe una cantidad que sale de la cuenca (descontando aquella que se infiltra y alimenta acuíferos y la que se evapora), por medio de su río principal, para el caso puntual del trabajo y siendo una pequeña parte del sistema, la quebrada la Torcaza, adicional a ello están las desembocaduras o por el uso que adquiera el agua.

### 9.2.2.1. Oferta hídrica. Información hidrológica y meteorológica, para cálculo de precipitación (Isoyetas)

La información meteorológica fue solicitada al IDEAM, la selección de las estaciones se realizó considerando varios criterios, entre ellos la cercanía de las estaciones, al área de estudio y el análisis de las fechas de instalación y reporte de las mismas; de allí que el histórico con el que se pretende trabajar es de 10 años contados a partir del año 2006. Para los casos en que la información meteorológica no viene completa se elaboró un proceso de relleno de estadísticas con el fin de contar con series completas de datos, para tal fin se eligieron estaciones cercanas y similares en altitud, de igual manera se tuvo en cuenta que las estaciones vecinas cuenten con series completas de datos en periodos similares; cada dato faltante se relleno mediante la aplicación de regresiones lineales con un nivel de confianza mayor o igual al 95%.

A continuación se presentan las estaciones elegidas para realizar la interpolación de datos y para soporte y relleno de estadísticas de precipitación.

Tabla 6. Estaciones Meteorológicas para cálculo de Precipitación

ID	CODIGO	ESTACION	CATEGORIA	ALTURA m.s.n.m	FECHA INSTALACION	FECHA REPORTE	DEPTO
1	52055040	BOTANA	AM	2.820	1.979	2.015	NARIÑO
2	47010150	CARRIZAL	PM	2.300	1.968	2.015	PUTUMAYO
3	47015100	EL ENCANO	CP	2.830	1.984	2.015	NARIÑO
4	47015040	MICHOACAN	CO	2.100	1.975	2.015	PUTUMAYO
5	52040060	ROSAL DEL MONTE	PM	2.576	1.972	2.015	NARIÑO
6	52045070	WILQUIPAMBA	ME	2.850	1.990	2.015	NARIÑO
7	47015090	PRIMAVERA	CO	2.067	1.985	2.014	PUTUMAYO
8	5204503	SAN BERNARDO	CO	2.190	1.972	2.015	NARIÑO
9	52045040	TAMINANGO	CO	1.875	1.972	2.015	NARIÑO
10	52045010	OBONUCO	AM	2.710	1.953	2.015	NARIÑO
11	44015050	MOCOA	CO		1.983	2.015	PUTUMAYO
12	5204502	ANTONIO NARIÑO	SP	1.816	1.957	2.016	NARIÑO

Fuente: Los Autores, 2016

Tabla 7. Estaciones identificadas para relleno de estadísticas de precipitación

ID	CODIGO	ESTACION	CATEGORIA	ALTURA m.s.n.m	DIFERENCIA DE ALTITUD (m.s.n.m)	DEPTO
1	52055040	BOTANA	AM	2.820		NARIÑO
	47015100	EL ENCANO	CP	2.830	-10	NARIÑO
2	47010150	CARRIZAL	PM	2.300		PUTUMAYO
	47015090	PRIMAVERA	CO	2.067	233	PUTUMAYO
3	47015100	EL ENCANO	CP	2.830		NARIÑO
	52055040	BOTANA	AM	2.820	10	NARIÑO
	52045070	WILQUIPAMBA	ME	2.850	-20	NARIÑO
4	52040060	ROSAL DEL MONTE	PM	2.576		NARIÑO
	52045070	WILQUIPAMBA	ME	2.850	-274	NARIÑO
5	47015090	PRIMAVERA	CO	2.067		PUTUMAYO
	47015040	MICHOACAN	CO	2.100	-33	PUTUMAYO
6	52045070	WILQUIPAMBA	ME	2.850		NARIÑO
	47015100	EL ENCANO	CP	2.830	20	NARIÑO
7	52045010	OBONUCO	AM	2.710		NARIÑO
	52055040	BOTANA	AM	2.820	-110	NARIÑO
8	5204502	ANTONIO NARIÑO	SP	1.816		NARIÑO
	52045040	TAMINANGO	CO	1.875	-59	NARIÑO

Fuente: Los Autores, 2016

Nota: color azul corresponde a Estaciones complementarias para relleno de estadísticas.

En el cuadro anterior se muestran las estaciones a las que se les realizó el proceso de relleno de estadísticas, cuyo autor es este estudio, a continuación se describe el mes y número de valores sujetos de complementación de datos.

Tabla 8. Ausencia de valores mensuales de precipitación periodo 2006 - 2015 estaciones IDEAM

## Complementados con procesos estadísticos

ID	CODIGO	ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL AUSENTES
1	52055040	BOTANA	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5
2	47010150	CARRIZAL	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
3	47015100	EL ENCANO	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	4
4	47015040	MICHOACAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	52040060	ROSAL DEL MONTE	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	5
6	52045070	WILQUIPAMBA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
7	47015090	PRIMAVERA	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	23
	5204503	SAN BERNARDO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	52045040	TAMINANGO	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	4
	52045010	OBONUCO	1	1	1	1	2	2	1	1	0	1	2	2	15
	44015050	MOCOA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5204502	ANOTONIO NARIÑO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total datos ausentes</b>															<b>59</b>

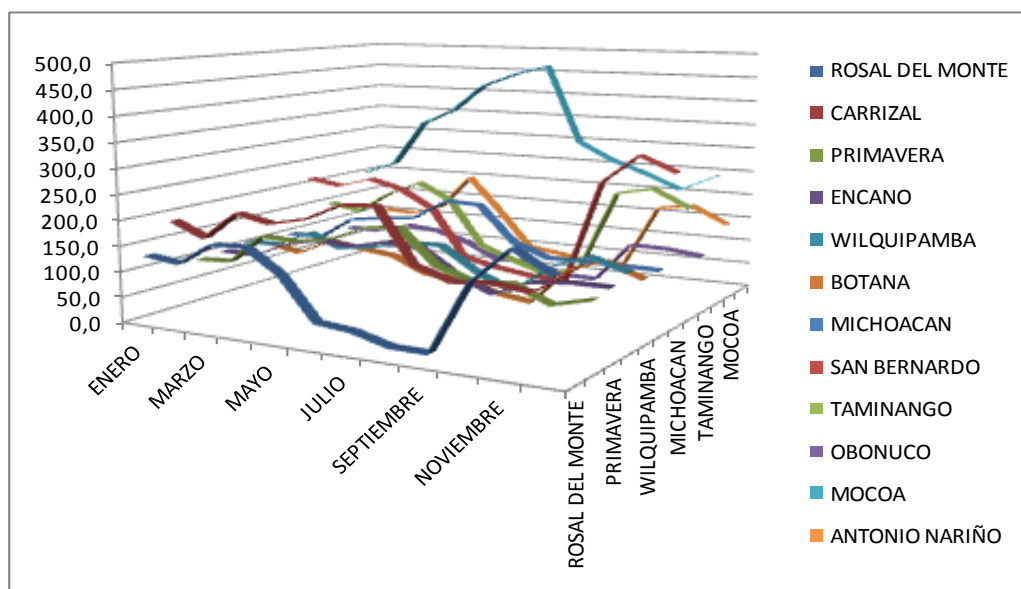
Fuente: Los Autores, 2016

El proceso llevado a cabo para el relleno de estadísticas consintió básicamente en aplicar regresiones simples para determinar el grado de correlación entre las variables involucradas y generar el pronóstico de datos; para ello se definió en primer lugar una sola variable independiente (X) que en este caso sería la estación complementaria y una variable dependiente (Y) que sería la estación con ausencia de datos, para cada una de las estaciones complementaria se analizaron los resultados del valor de ajuste R-cuadrado y el porcentaje de confiabilidad del modelo, escogiendo finalmente el más cercano a 1 y el valor más alto en porcentaje de confiabilidad respectivamente.



### 9.2.3 Estimación de la precipitación.

Gráfica 4. *Distribución Temporal de la Lluvia*



Fuente: Los Autores, 2016.

Analizando la gráfica de distribución temporal de lluvia del área de interés, a continuación se establecen los periodos húmedos y secos.

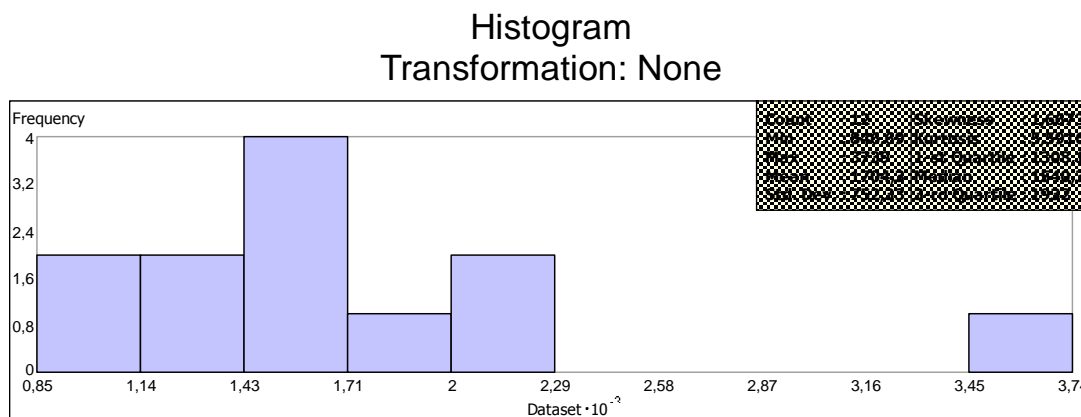
Tabla 9. *Distribución periodos Húmedos y Secos por estación*

ID	ESTACION	PERIODO	
		HUMEDO	SECO
1	ROSAL DEL MONTE	Mar, Abr, nov, dic	Jun - sep
2	CARRIZAL	mar, jun, jul	sep - nov
3	PRIMAVERA	mar, may, jun, jul	ene, feb, nov
4	ENCANO	abr, jun, jul	ene, feb, sep
5	WILQUIPAMBA	mar, jun, jul, nov	Agost, sep
6	BOTANA	mar, nov	agos, sep
7	MICHOACAN	jun y jul	ene, feb y sep-dic
8	SAN BERNARDO	oct-dic	jun-sep
9	TAMINANGO	abr y oct-dic	jun-sep
10	OBONUCO	mar, abr y oct-dic	agos-sep
11	MOCOA	may-jul	ene, feb y nov
12	ANTONIO NARIÑO	abr y nov	agos-sep

Fuente: Los Autores, 2016

Para determinar cuál es el comportamiento y distribución de los datos; se elaboró el histograma y la curva Normal QQplot, análisis exploratorio de la información de precipitación de las estaciones seleccionadas. Es así, como mediante el Histograma, se analizó parámetros de dispersión y asimetría; los resultados obtenidos son:

Gráfica 5. *Histograma- Distribución de la Precipitación en la Microcuenca Quebrada la Torcaza*



Dataset : PP\_MULTIANUAL Attribute: ANUAL

Fuente: Los Autores, 2016

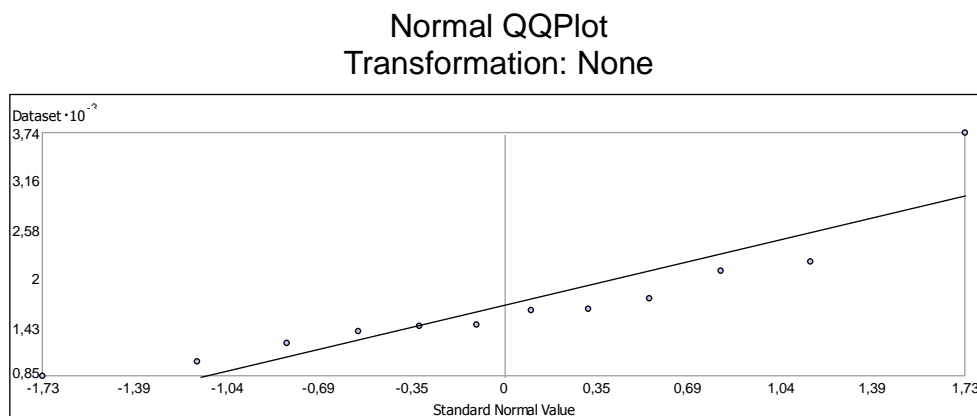
- Media: 1704,3
- Mediana: 1540,3
- Coeficiente de Asimetría (Skewness): 1,66.

De los anteriores valores se puede concluir lo siguiente:

- El valor de sesgo, skewness es igual a 1,66 esto significa que no es necesario hacer una transformación logarítmica.
- El Coeficiente de variación (CV) según su enunciado:  $CV = 100(s/m)\%$

Donde s= desviación estándar y m= media. Corresponde a 40% valor menor al 100%, por lo tanto los valores extremos de la muestra son tolerables y no se hace necesario la eliminación o transformación de los mismos para reducir la influencia de datos en la muestra.

Gráfica 6. *Curva normal QQPLOT - Distribución de la Precipitación en la Microcuenca Quebrada la Torcaza*



Dataset : PP\_MULTIANUAL Attribute: ANUAL

Fuente: Los Autores, 2016

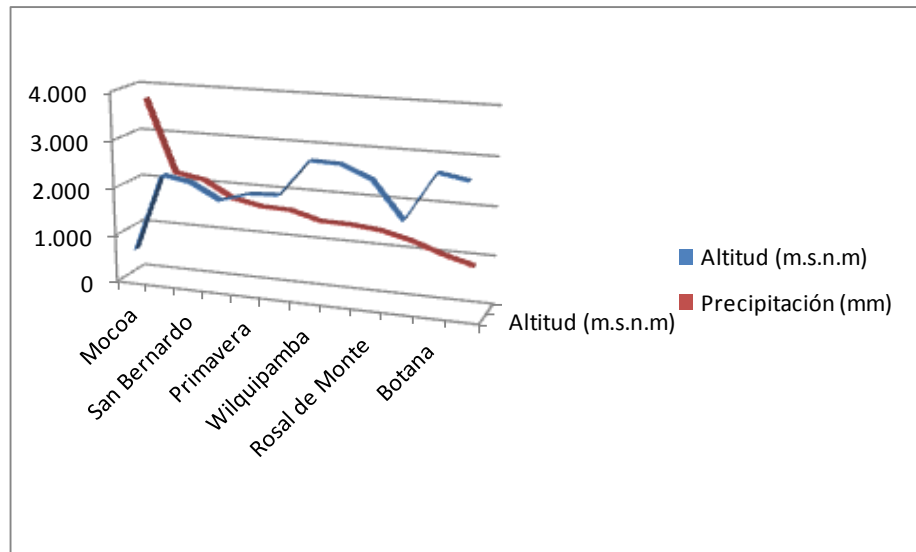
Teniendo en cuenta la nube de puntos del semivariograma, se detectó que la precipitación sin influencia de otra variable como la altitud, presenta variaciones en función de la dirección, y tiene un comportamiento anisotrópico.

### **Análisis Estructural de los datos de precipitación.**

Trazado de Isoyetas: el trazado de isoyetas se realizó mediante la utilización de métodos geoestadísticos empleando la técnica de Inverse Distance Weighting (IDW) porque es un predictor que no requiere que los datos se ajusten a la normalidad, correspondiente a la distribución de los datos de precipitación

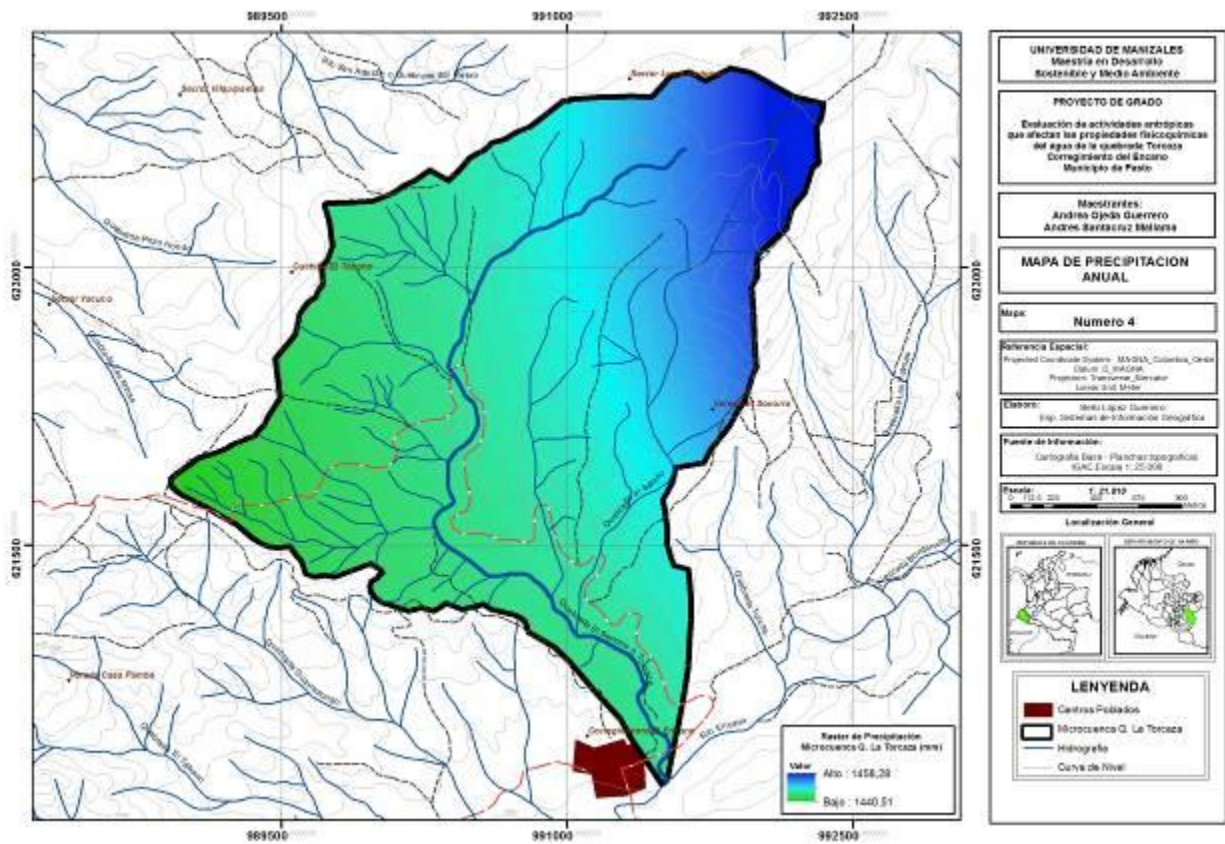
Como primera medida antes de empezar con los procedimientos para la generación de las isoyetas se analizó la dependencia de la precipitación con respecto a la altitud, permitiendo establecer que la precipitación no conserva correlación directa con la altitud, como se muestra en la siguiente gráfica.

Gráfica 7. Precipitación Vr. Altitud



Fuente: Los Autores, 2016

Figura 15. Mapa Precipitación de la Quebrada la Torcaza



Fuente: Los Autores, 2016

Sobre el mapa interpolado de la quebrada la Torcaza se determinó la precipitación media, máxima y mínima como se indican en la siguiente tabla:

Tabla 10. *Valores de precipitación*

Mínimo	Medio	Máximo
1.440	1446	1457

Fuente: Los Autores, 2016

#### 9.2.4 Estimación de la temperatura. Relleno de Estadísticas para Datos de Temperatura.

Para los datos de temperatura se siguió exactamente el mismo procedimiento que para datos de precipitación, a continuación se muestran las estaciones utilizadas para la complementación de datos ausentes.

Tabla 11. *Estaciones identificadas para relleno de estadísticas de datos de temperatura*

ID	CODIGO	ESTACION	CATEGORIA	ALTURA	DIFERENCIA DE ALTITUD	DEPTO
1	47015090	PRIMAVERA	CO	2067		NARIÑO
2	47015040	MICHOACAN	CO	2100	-33	PUTUMAYO
3	47015100	ENCANO	CP	2830		NARIÑO
4	52055040	BOTANA	AM	2820	10	NARIÑO
5	52045040	TAMINANGO	CO	1875		NARIÑO
6	5204503	SAN BERNARDO	CO	2190	-315	NARIÑO
7	52045010	OBONUCO	AM	2710		NARIÑO
8	47015100	ENCANO	CP	2830	-120	NARIÑO

Fuente: Los Autores, 2016

Tabla 12. *Ausencia de valores mensuales de Temperatura complementados con procesos estadísticos*

ID	CODIGO	ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL AUSENTES
1	47015090	PRIMAVERA	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	22
2	52045040	TAMINANGO	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
3	52045010	OBONUCO	1	0	1	1	1	1	3	3	2	3	2	2	20
4	52055040	BOTANA	1	2	2	1	2	1	1	1		0	1	1	13
5	5204503	SAN BERNARDO	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	5
<b>Total datos ausentes</b>															<b>61</b>

Fuente: Los Autores, 2016

Al igual que en el caso de la estimación de la precipitación, el periodo que se tendrá en cuenta para la elaboración del mapa de isotermas es un histórico de 10 años que parte desde 2006 hasta el año 2015.

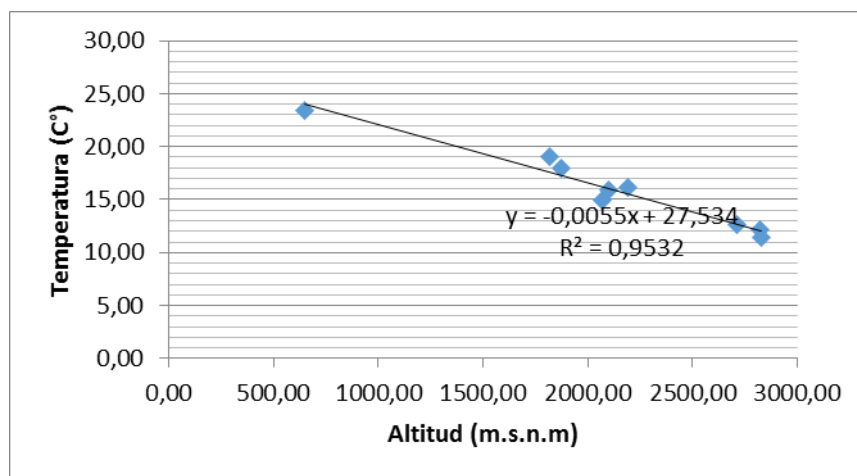
Tabla 13. *Estaciones Meteorológicas para cálculo de Temperatura*

ID	CODIGO	ESTACIONES	CATEGORIA	ALTURA m.s.n.m	FECHA INSTALACION	FECHA REPORTE	DEPTO
1	47015100	ENCANO	CP	2830	2.830	1.984	NARIÑO
2	47015090	PRIMAVERA	CO	2067	2.067	1.985	NARIÑO
3	52055040	BOTANA	AM	2820	2.820	1.979	NARIÑO
4	52045040	TAMINANGO	CO	1875	1.972	2.015	NARIÑO
5	5204503	SAN BERNARDO	CO	2190	1.972	2.015	NARIÑO
6	52045010	OBONUCO	AM	2710	1.953	2.015	NARIÑO
7	44015050	MOCOA	CO	650	1.983	2.015	PUTUMAYO
8	5204502	ANTONIO NARIÑO	SO	1816	1.975	2.016	NARIÑO
9	47015040	MICHOACAN	CO	2100	2.100	1.975	PUTUMAYO

Fuente: IDEAM 2015

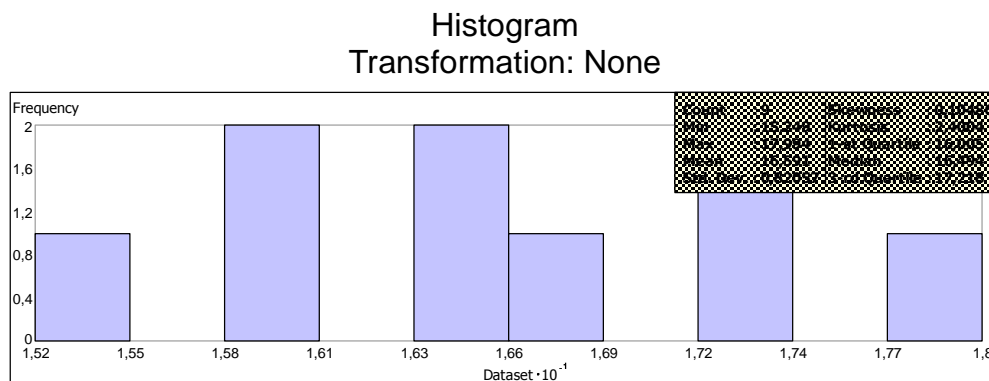
Para la estimación de la temperatura se tuvo en cuenta las alturas presentes en la zona, por considerar que este parámetro está íntimamente relacionado con los valores de temperatura, Para esto se realizó un gráfico de correlación entre las variables, donde se evidencia esta hipótesis.

Gráfica 8. *Temperatura vs. altitud*



Fuente: Los Autores, 2016

Como puede apreciarse en la gráfica el valor de R2 es de 0,95 indicando una relación muy fuerte entre las variables; por esta razón esta variable fue incluida en el cálculo de la interpolación de los datos, con el fin de mejorar los valores de interpolación.

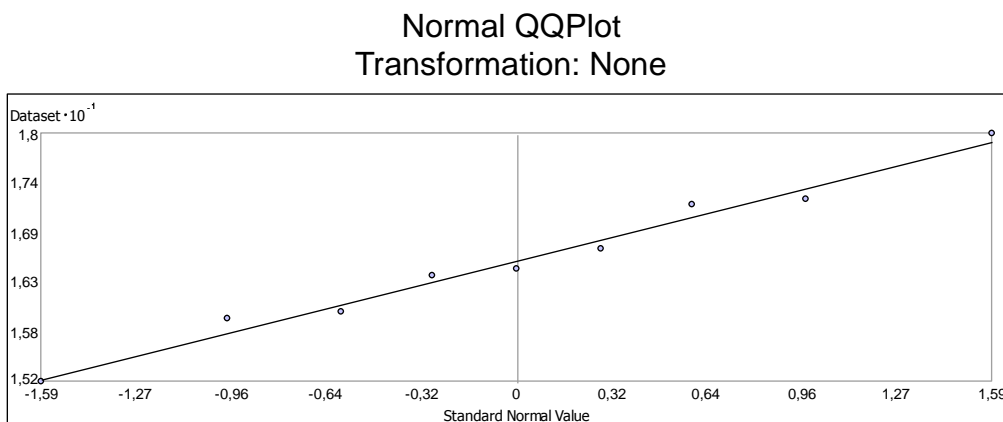
Gráfica 9. *Grafico Normal QQPlot de los valores medios Anuales de Temperatura*

Fuente: Los Autores, 2016

El grafico QQPLOT se muestra también que los datos no siguen la distribución normal porque no forman una línea recta, hay desviaciones de la linealidad.

### **Análisis Estructural de los datos de temperatura.**

Trazado de Isotermas: el trazado de isotermas se realizó mediante la utilización de métodos geoestadísticos empleando la técnica de Inverse Distance Weighting (IDW) porque es un predictor que no requieren que los datos se ajusten a la normalidad; además se determinó el gradiente térmico para la zona, el cual proporciona mejores resultados a la hora de realizar la interpolación y se utilizó como variable complementaria un raster de altura.

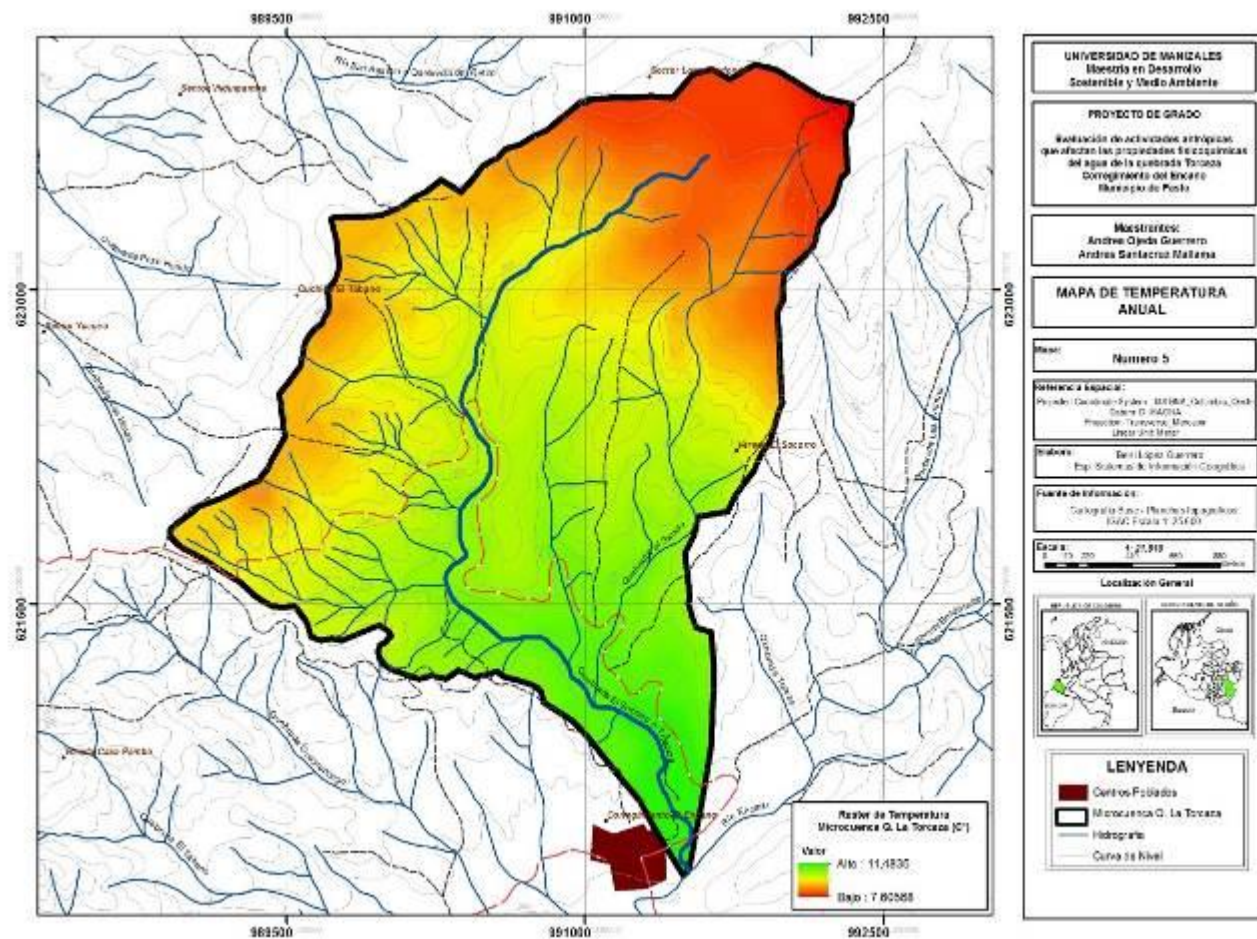
Gráfica 10. *Modelo Raster de Temperatura Microcuenca Quebrada la Torcaza*

Dataset : T\_GRADIENTE Attribute: T\_DET

Fuente: Los Autores, 2016



Figura 21. Valores de Temperatura Quebrada la Torcaza



Fuente: Los Autores, 2016

Tabla 14. Valores de Temperatura .Microcuenca Quebrada la Torcaza

MINIMA	MEDIA	MAXIMA
7,60	9,65	11,48

Fuente: Los Autores, 2016



**9.2.5 Estimación de Evapotranspiración.** Se define la evapotranspiración como la pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación. Se expresa en milímetros por unidad de tiempo.

La evapotranspiración es la consideración conjunta de los procesos de evaporación y transpiración. La diferencia entre estos dos conceptos está en la participación de los seres vivos en el segundo, que es el proceso físico a través del cual sus superficies pierden agua a la atmosfera mediante el proceso de transpiración; deben considerarse en un concepto único y se los mide de forma conjunta por la dificultad de medirlos por separado. Por tanto la evapotranspiración se produce desde la evaporación del agua transpirada por los seres vivos, la superficie del suelo y de la vegetación inmediatamente después de la precipitación, La superficie de la hidrosfera: ríos, lagos, embalses, océanos.

La evapotranspiración depende de varios factores como: el poder evaporante de la atmosfera: de la radiación solar, de la temperatura, de la humedad y del viento. De la salinidad del agua. Del grado de humedad del suelo, Del tipo de planta. Entre otros.

#### Evapotranspiración Potencial (ETP)

Es la máxima evapotranspiración posible bajos las condiciones existentes, cuando el suelo está abundantemente provisto de agua (colmada su capacidad de campo) y cubierto con una cobertura vegetal completa.

Para el cálculo de la evapotranspiración Potencial anual se utilizó la fórmula de THORNTHWAITE Y MATER (1995), la cual está basada en la determinación de la evapotranspiración en función de la temperatura media mensual, con una corrección en función de la duración astronómica del día y el número de días en el mes; este método da buenos resultados en regiones húmedas, uno de sus postulados es la suposición de que existe una alta correlación entre la temperatura y algunos de los otros parámetros pertinentes tales como radiación, humedad atmosférica y viento..

Los cálculos de la fórmula de la ETP se ingresan al software ArcGis y con la ayuda de las herramientas de Álgebra de Mapas y modelBuilder se ingresa los valores y los rasters necesarios para el cálculo.

A continuación se describe el procedimiento que se llevó a cabo para la determinación de este parámetro:

1. Cálculo del Índice térmico (i): para cada mes se estimó un índice térmico tomando como base la siguiente formula.

$$i = \left(\frac{t}{5}\right)^{1.514} \quad y \quad I = \sum_1^{12} i$$

Dónde: t= Temperatura Media Mensual (°C)

Para obtener el Índice Térmico Anual (IT) se utilizan los raster de temperatura mensual y se suman los 12 índices térmicos mensuales.

2. Evapotranspiración real no corregida. De carácter mensual mediante la siguiente expresión:

$$ETP = c * ta$$

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:

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

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

Con los coeficientes ya calculados se procede a determinar la Evapotranspiración potencial sin corregir (c \* ta).

3. Finalmente se afectó los mapas mensuales ETP' por un coeficiente de corrección K, según lo estipula la Guía metodológica para la elaboración del balance hídrico de América del Sur.

Los valores de k, se tomaron de la tabla 3.8. Que tiene en cuenta la latitud, es decir la duración de la insolación teórica. Con la siguiente expresión:

$$EPT = K ETP'$$

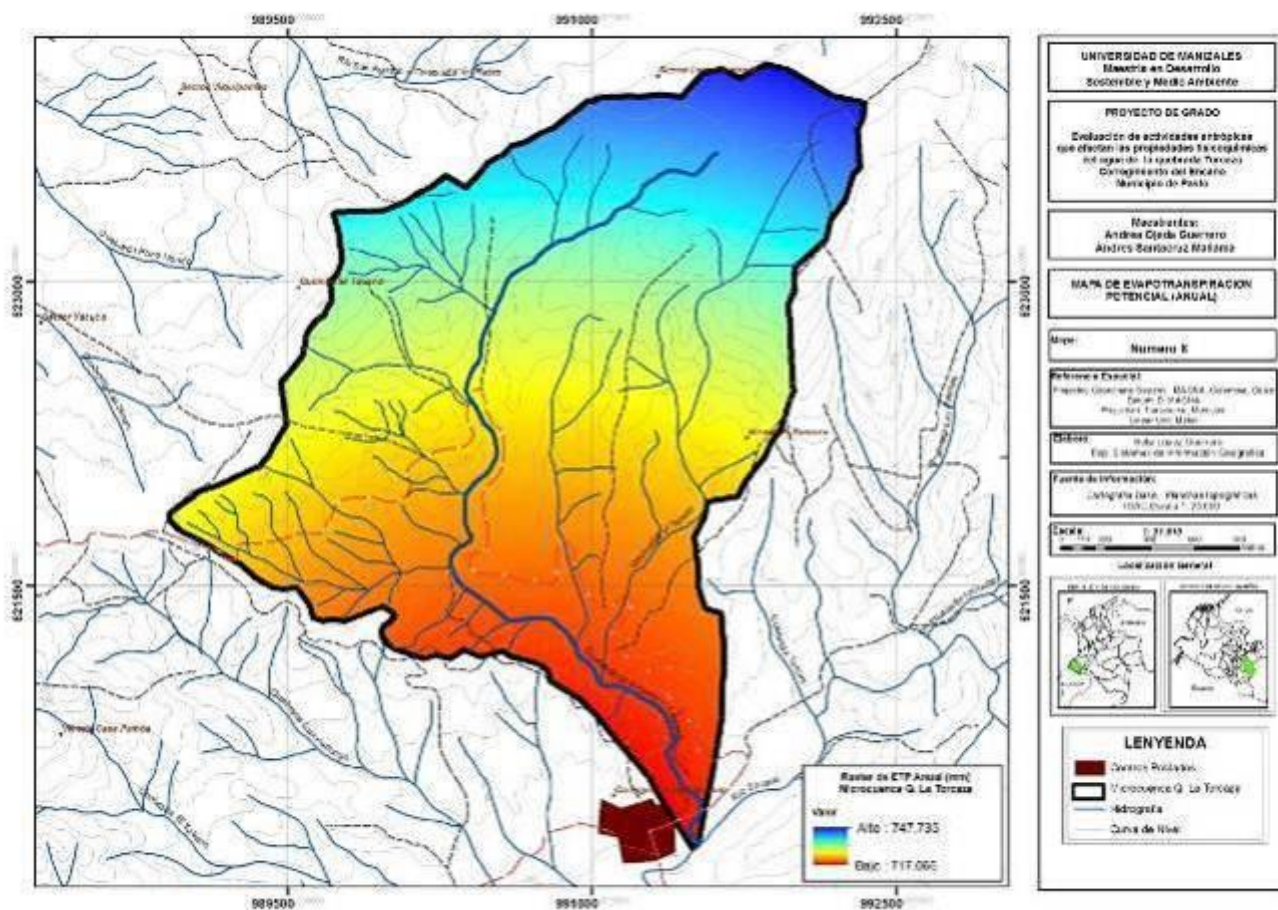
Dónde:

$K$  = Coeficiente de corrección mensual ( $^{\circ}\text{C}$ )

$\text{ETP}'$  = Evapotranspiración mensual sin corregir ( $^{\circ}\text{C}$ )

La evapotranspiración anual se obtuvo como la suma de los valores mensuales de ETP.

Figura 22. Modelo Raster de Evapotranspiración Potencial Quebrada la Torcaza



Fuente: Los Autores, 2016

Tabla 15. Valores de Evapotranspiración Potencial (ETP)

MINIMA	MEDIA	MAXIMA
717,06	729,0	747,73

Fuente: Los Autores, 2016

**9.2.6 Evapotranspiración Real (ETR).** Es la evapotranspiración que ocurre en condiciones reales, teniendo en cuenta que no siempre la cobertura vegetal es completa ni el suelo se encuentra en estado de saturación. Este valor se mide, si bien hay fórmulas que permiten evaluarlo, es decir la evapotranspiración Real está condicionada por las disponibilidades de agua, cuando está es suficiente, su valor corresponde a la potencial; cuando hay déficit hídrico la evapotranspiración real es inferior a la evapotranspiración potencial (Fernández, 1996).

La evapotranspiración real fue estimada teóricamente, a partir de los parámetros sobre los que mayor conocimiento se posee en el área de la cuenca, teniendo en cuenta el número de observatorios instalados y la existencia de registros históricos correspondientes a 10 años (2006-2015), como son la temperatura y la precipitación; se aplicó la fórmula de Turc (1995) de la UNESCO, Contenida en la Guía metodológica para la elaboración del balance hídrico de América del Sur.

Dónde:

ETR: Evapotranspiración Anual (mm)

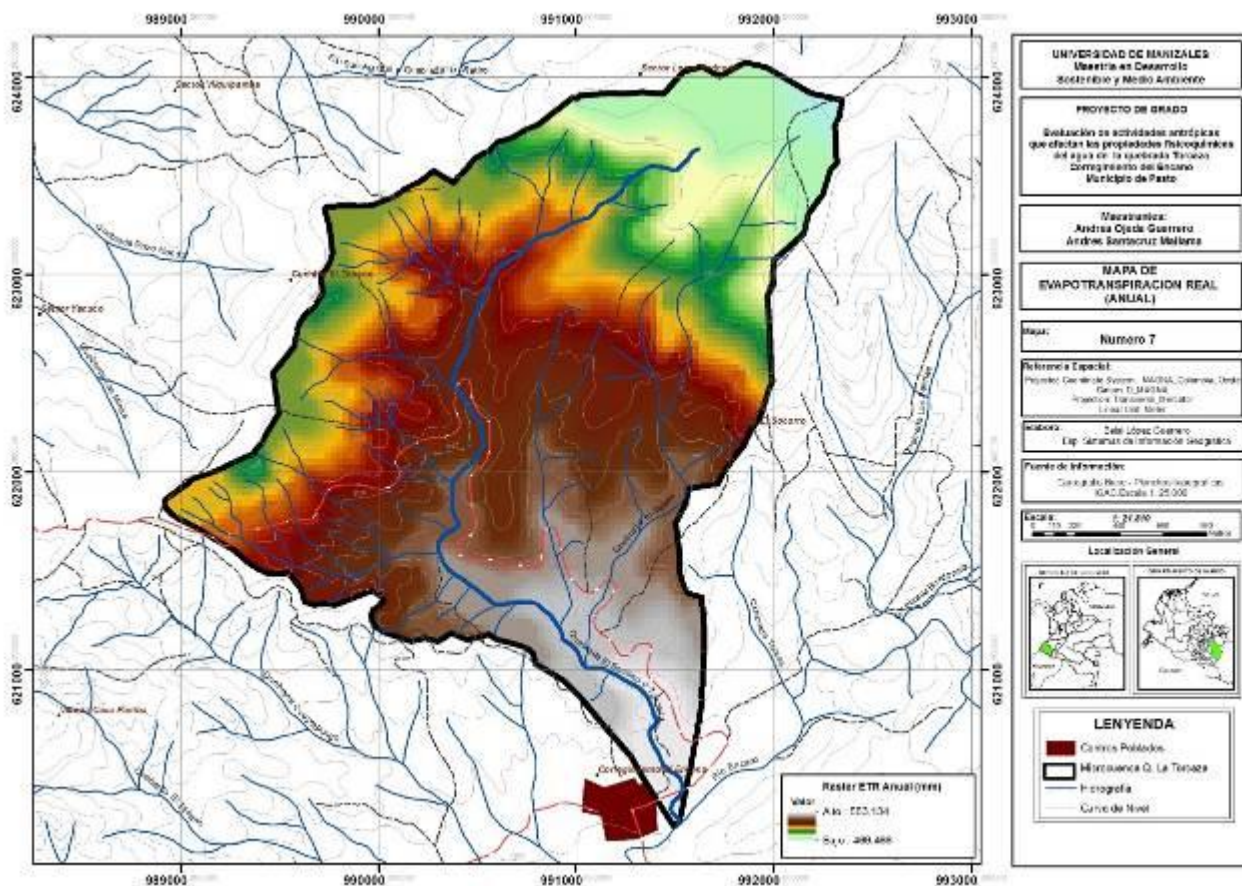
P: Precipitación media Anual (mm)

L (T): Parámetro heliotérmico, igual a:  $L: 300 + 25t + 0,05t^2$

T: temperatura media Anual (°C)

El mapa de Evapotranspiración Real se obtuvo entonces con el cruce de los raster de precipitación y temperatura y la aplicación de la anterior fórmula, por medio de herramientas SIG ejecutadas en el software ArcGis y el paquete de herramientas de ModelBuildery Spatial Analyst Tools.

Figura 23. Modelo Raster de Evapotranspiración Real (ETR) de la Quebrada la Torcaza



Fuente: Los Autores, 2016

Tabla 16. Valores de Evapotranspiración Real (ETR)

MINIMA	MEDIA	MAXIMA
469,97	514,2	553,13

Fuente: Los Autores, 2016



## 9.2.7 Oferta Hídrica Superficial.

### Balace hídrico

La oferta hídrica en las microcuenca Quebrada la Torcaza fue cuantificada con la aplicación del balance hídrico simplificado, como método indirecto para la obtención de caudales medios históricos en sub cuencas sin monitoreo. En primera instancia y con los productos obtenidos, se determinó el escurrimiento superficial total usando la herramienta Spatial Analyst Tools, del software ArcGIS, donde se operó los mapas de precipitación y evapotranspiración real en formato raster, para lo cual se aplicó el siguiente Formula y modelo cartográfico:

$$ESC = P - ETR$$

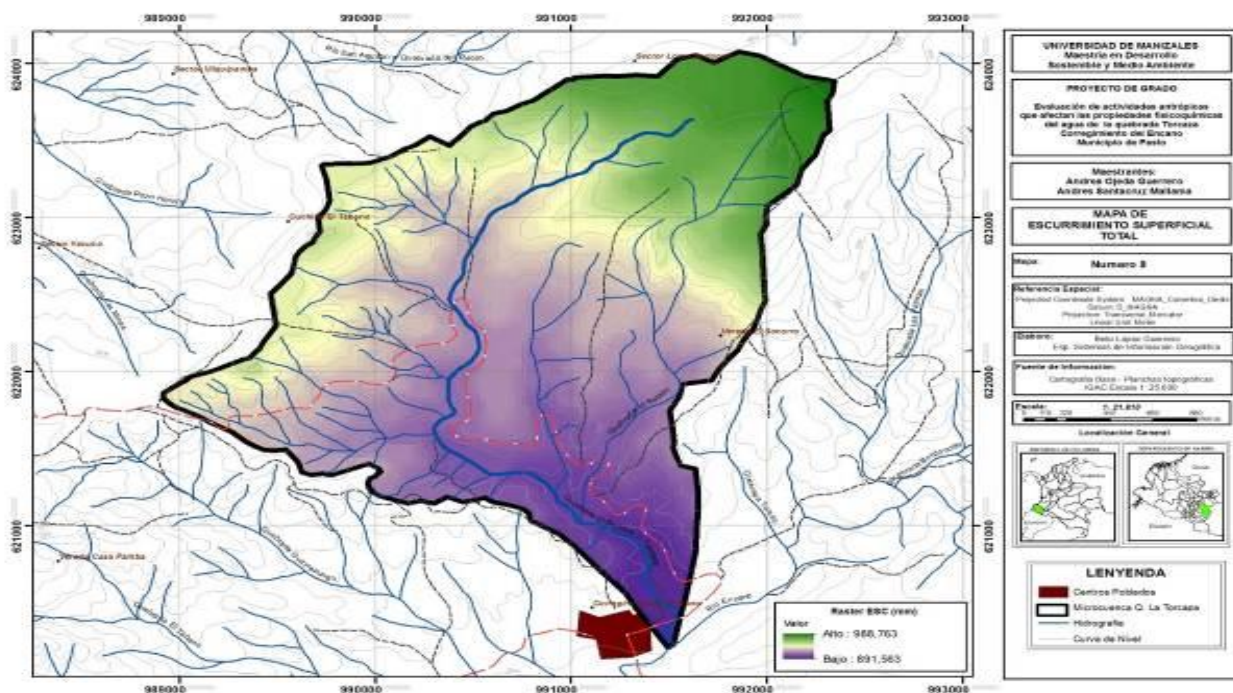
Dónde:

ESC: Escurrimiento Superficial Total (mm en lámina de agua)

P: precipitación anual (mm)

ETR: Evapotranspiración Real (mm)

Figura 24. *Modelo Raster de Escurrimiento Superficial Total Microcuenca Quebrada la Torcaza*



Fuente: Los Autores, 2016

Tabla 17. *Valores de Escurrimiento Superficial total*

MINIMA	MEDIA	MAXIMA
891,56	932,83	988,76

Fuente: Los Autores, 2016

**9.2.8 Oferta hídrica.** Corresponde a la disponibilidad de agua superficial presente en toda el área de la Microcuenca la Torcaza, la cual por condiciones topográficas y geomorfológicas escurre hacia un Talweg o Cauce Principal, que en este caso, considerando los diferentes usos que se hace del agua en la zona, es la quebrada la Torcaza. Se establecen dos tipos de oferta; la oferta total y la oferta neta. La obtención de estos datos se realizó utilizando la metodología propuesta en la Resolución 865 de 2004.

#### **Oferta hídrica Total.**

Para aplicar la fórmula de Oferta hídrica total, es necesario transformar el valor de lámina de agua resultado del mapa de escurrimiento superficial total a caudal expresado en (millones de m<sup>3</sup>/año) usando la fórmula, propuesta por el IDEAM.

$$Q = Y \cdot (A \cdot 10^3) / t$$

Dónde:

**Y** = Escorrentía superficial expresada en términos de lámina de agua (mm)

**Q** = Caudal modal para el periodo de agregación seleccionado (m<sup>3</sup>/s) T

t = Cantidad de segundos en el periodo de agregación (s), en este caso un año (31536000 seg.)

**A** = área aferente al nodo de mediciones (km<sup>2</sup>)

Para su aplicación fue necesario usar herramienta de algebra de Mapas del software ArcGis, como la calculadora raster, teniendo en cuenta que esta ópera la totalidad de los valores en lámina de agua presentes en el mapa de escurrimiento superficial total, como resultado final se obtuvo que el valor de caudal presente en el área aferente al cause principal de la microcuenca Quebrada la Torcaza es:

**Oferta hídrica superficial total: 6,145 millones de m<sup>3</sup>/año**

### **Oferta Hídrica Neta.**

Amparada en la Resolución N°865 de 2004 del IDEAM, incorpora los valores de los factores de reducción por régimen de estiaje (corresponde al nivel más bajo que, en ciertas épocas del año, pueden presentar las aguas de un ríos por causa de la sequía) y reducción por fuentes frágiles, alternativa metodológica propuesta por el IDEAM para las regiones Andina y Caribe que corresponden cada uno a un valor del 25%.

El cálculo de la oferta hídrica neta se emplea la siguiente ecuación:

$$\text{OHN} = \text{OHT} - (\text{OHT} * (\text{R}_{\text{FF}} + \text{R}_{\text{RE}}))$$

Dónde:

OHN = Oferta hídrica neta (millones m<sup>3</sup>/s)

OHT = Oferta hídrica total (millones m<sup>3</sup>/s)

RFF = Factor de reducción por fuentes frágiles (%)

RRR = Factor de reducción por régimen de estiaje (%)

Después de realizar la conversión de unidades correspondientes y desarrollar la formula, el valor de la oferta hídrica neta es:

**Oferta hídrica superficial neta: 3,072 millones de m<sup>3</sup>/año**

Finalmente la cantidad de agua que ofrece la microcuenca luego de haber tomado en cuenta la cantidad de agua que debe quedar en ella para efectos de mantener la dinámica de aguas bajas (de estiaje o caudales mínimos) y para proteger las fuentes frágiles es de 3,072 millones de m<sup>3</sup>/año, casi la mitad de lo que ingresa al sistema.

#### **9.2.9 Estimación de la Demanda.**

***Demanda de Agua por uso Doméstico (DUD).*** Como fuente de información poblacional para el cálculo de la Demanda de uso doméstico se utilizó la población proyectada al año 2020 del DANE, teniendo en cuenta el área de la microcuenca la Torcaza, se determinó el número aproximado de habitantes.



Para el correspondiente cálculo, de igual forma se tuvo en cuenta los lineamientos descritos en la reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS (2000) sección II, título B (sistemas de acueducto) y la resolución 2320 de 2009 por la cual se modifica parcialmente la Resolución número 1096 de 2000 que adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS).

La fórmula aplicada para este fin es:

$$DUD = \text{Demanda per cápita rural} * \text{Número de habitantes Rurales.}$$

Tabla 18. *Calculo Demanda de uso Domestico*

ITEMS	VALOR
POBLACION PROYECTADA (Año 2020)	443
NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA	BAJO
DOTACION NETA (L/hab-día)	90
PERDIDAS	5%
PERDIDAS TECNICAS	25%
DOTACION BRUTA(m3/Hab/día)	0,128571429
DEMANDA DE AGUA DE USO DOMESTICO(m3/año)	20780,01255
<b>DEMANDA DE AGUA DE USO DOMESTICO(Mill m3/año)</b>	<b>0,020780013</b>

Fuente: Los Autores, 2016

Según los datos obtenidos, muestra que la demanda de uso doméstico es baja; lo que significa que la cantidad de agua consumida por la población rural para suplir sus necesidades, no genera una presión sobre la quebrada. Al año 2020, cada persona gastaría 46.907 m<sup>3</sup>/año.

***Demanda de Uso Pecuario (DUP).*** La demanda de agua para uso pecuario se determinó a partir del volumen de producción de animales de importancia comercial, como bovinos, aves de corral, porcinos y equinos, la información base es el censo pecuario 2012; dicho censo presenta el número de ejemplares clasificado por edad a nivel municipal; a estas especies se les aplico un factor de consumo aproximado según la resolución 865 de julio 22 de 2004 y el módulo de consumo CAR septiembre de 2005.

Para determinar la cantidad de animales presentes en la microcuenca se tuvo en cuenta el área en relación con el área total del municipio de Pasto.

La demanda para uso pecuario se calcula con la siguiente formula:

$$DUP = \sum_{i=1}^n V_{pa\ i} \times F_{ca}$$

Dónde:

DUP: Demanda de agua para uso pecuario

V<sub>pai</sub>: Volumen de producción por tipo de animal industrial

F<sub>ca</sub>: Factor de consumo según producción animal

Tabla 19. *Calculo Demanda para uso Pecuario*

ID	ESPECIE	TOTAL DE ANIMALES	T°	CONSUMO (m3/Animal /Añol)	DUP(m3/ animal)	DUP( mill m3/animal)	%
1	Bovinos	189	10	9,125	1727,0405	0,0017270	80,96
2	porcinos	87	Frio <17	3,65	316,1857	0,0003162	14,82
3	Aves	169	-	0,16	27,0035	0,0000270	1,27
4	Ovinos	2	Frio <17	5,475	9,6020	0,0000096	0,45
6	Equinos	7	Frio <17	7,3	53,4028	0,0000534	2,50
<b>TOTAL</b>		<b>454</b>		<b>25,71</b>	<b>11665,45</b>	<b>0,0021332</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Los Autores, 2016

Gráfica 11. *Demanda para uso pecuario*



Fuente: Los Autores, 2016

Del total de estas especies animales existentes en la microcuenca la Torcaza (554 ejemplares), el 80 % corresponde a bovino seguido de animales porcinos con un 14,8%. Los resultados obtenidos evidencian que la mayor cantidad de agua es utilizada por los bovinos para suplir sus necesidades; actividad que se lleva a cabo de manera directa sobre el cauce de la quebrada por la escasa cobertura vegetal en zonas específicas y la facilidad topográfica para ingresar hasta la fuente hídrica, lo cual genera en pequeña proporción contaminación sobre este recurso, alterando algunos parámetros físicoquímicos y microbiológicos del agua, que a su vez se regulan de manera natural durante el recorrido de la quebrada hasta llegar a su desembocadura en el río El Encano. Cabe mencionar que dentro de la microcuenca no existe concesión de agua autorizada por la entidad ambiental regional para la utilización del recurso en dicha actividad, en este sentido, el uso y/o aprovechamiento se hace de manera ilegal.

***Demanda de uso agrícola (DUA).*** Para efectos del cálculo de la demanda de uso agrícola conforme lo estipula la metodología para el cálculo del Índice de Escasez de Agua Superficial, desarrollado por Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, se utilizó los rasters de precipitación anual, generado como resultado de un consolidado histórico de 20 años y el raster de Evapotranspiración Potencial generada con la utilización de dos variables, la temperatura media mensual y la latitud que implícitamente introduce la duración teórica de la insolación, con estos y la aplicación de diferentes fórmulas, también especificadas en la metodología del IDEAM, se estableció finalmente la evapotranspiración potencial.

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

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

Dónde:

DUA = Demanda de agua para el sector agrícola

P = Precipitación

ETP = Evapotranspiración potencial

Kc = Coeficiente de uso de agua del cultivo (FAO 33)

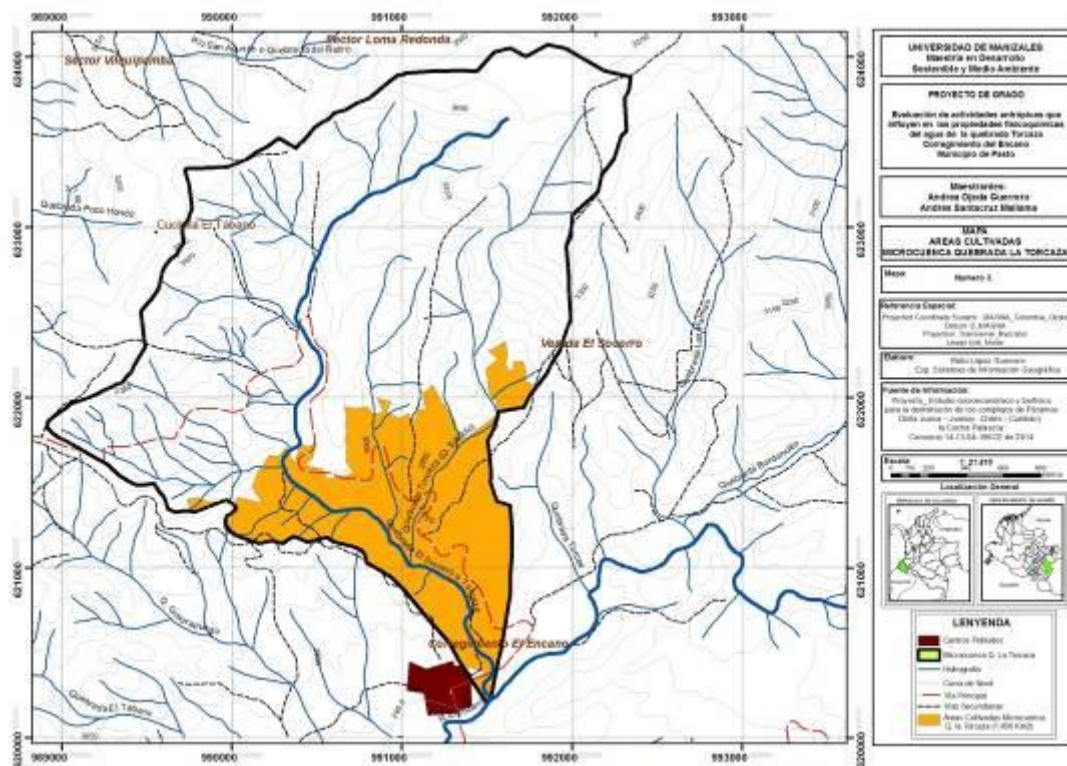
ha = Número de hectáreas cultivadas

Tabla 20. *Calculo Demanda de Uso Agrícola*

COBERTURA	AREA(M2)	KC(PROM)	DUA (millm3/Añ)	DUA (millones)
MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS (papa, cebolla y pastos)	1456490,62	0,92	1132785,58	1,13
PRECIPITACION	1446,00			
EVAPOTRANSPIRACION	729,00			

Fuente: Los Autores, 2016

En la demanda de uso agrícola, no existe concesión de agua otorgada por la entidad ambiental para la actividad agrícola dentro de la microcuenca, lo cual indica que no hay unos sistemas de desagüe y drenaje adecuados para prevenir erosión y posible salinización del suelo.

Figura 25. *Demanda de Uso Agrícola – Áreas Cultivadas*

Fuente: Los Autores, 2016

**Demanda de uso total (DT).** La Demanda hídrica total corresponde a la sumatoria de las demandas sectoriales (actividades antrópicas sociales y económicas) expresado en millones de metros cúbicos.

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

Dónde:

DT = Demanda Total de agua

DUD = Demanda de Agua para Uso Doméstico

DUI = Demanda de Agua para uso Industrial.

DUS = Demanda de Agua para el Sector Servicios.

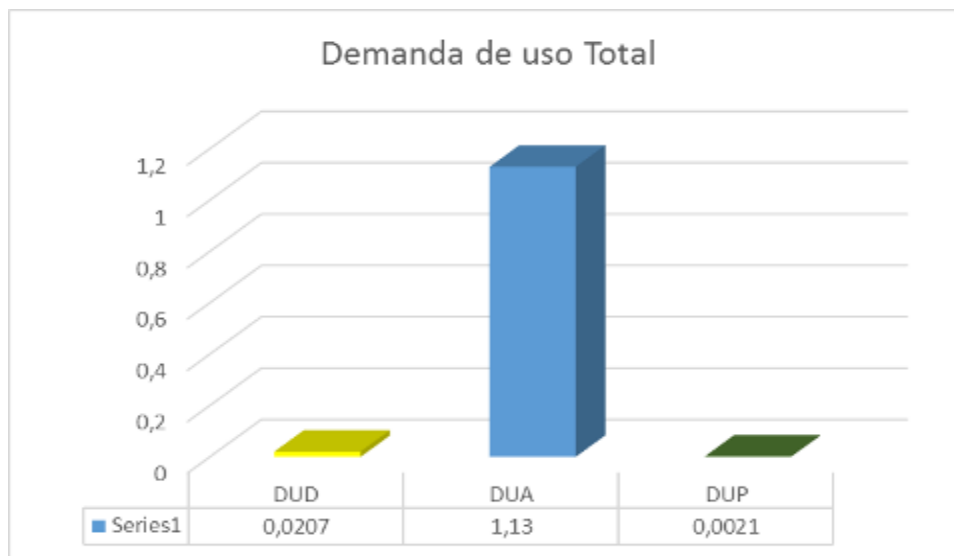
DUA = Demanda de Agua para Uso Agrícola.

DUP = Demanda de Agua para Uso Pecuario.

Para el caso de la microcuenca Quebrada la Torcaza, la demanda de uso total se obtendrá de las demandas de Uso doméstico, agrícola y pecuario, puesto que la demanda de servicios e industrial no aplica en la zona de estudio.

**Demanda de Uso Total Microcuenca Quebrada La Torcaza:  
1,155 millones m<sup>3</sup>/Año**

Gráfica 12. Demanda de Uso Total Microcuenca Quebrada la Torcaza



Fuente: Los Autores, 2016

La estimación del uso consuntivo total por categorías de uso, como son demanda de agua para uso doméstico, agrícola y pecuario, indica que la cantidad de agua demandada por categoría de uso en la microcuenca es mayor para el sector agrícola con el 98% de uso consuntivo total, mientras que el porcentaje restante es utilizado para actividades domésticas y pecuarias.

**9.2.10 Índice de Escasez o Índice de Uso de Agua (IE).** Una vez realizados los cálculos de oferta y demanda, se calcula el índice de escasez o índice de uso de agua, el cual se establece como la relación que se realiza entre la oferta hídrica neta superficial y la demanda total de agua necesaria para satisfacer las necesidades de las actividades económicas y sociales para la microcuenca quebrada la Torcaza. La escasez se representa cuando la cantidad de agua captada de las fuentes existentes es de un tamaño mayor al que se necesita para el abastecimiento de las necesidades humanas, las eco-sistémicas, de usos productivos y de la demanda potencial (IDEAM 2004)

Se aplica la siguiente fórmula:

$$IE = D/On * 100\%$$

*Dónde:*

*IE = Índice de Escasez (%)*

*D = Demanda de Agua (m<sup>3</sup>)*

*On = Oferta Hídrica Superficial Neta (m<sup>3</sup>)*

Realizando la relación correspondiente de la oferta hídrica neta superficial con respecto a la demanda total de la microcuenca, el índice de escasez corresponde a:

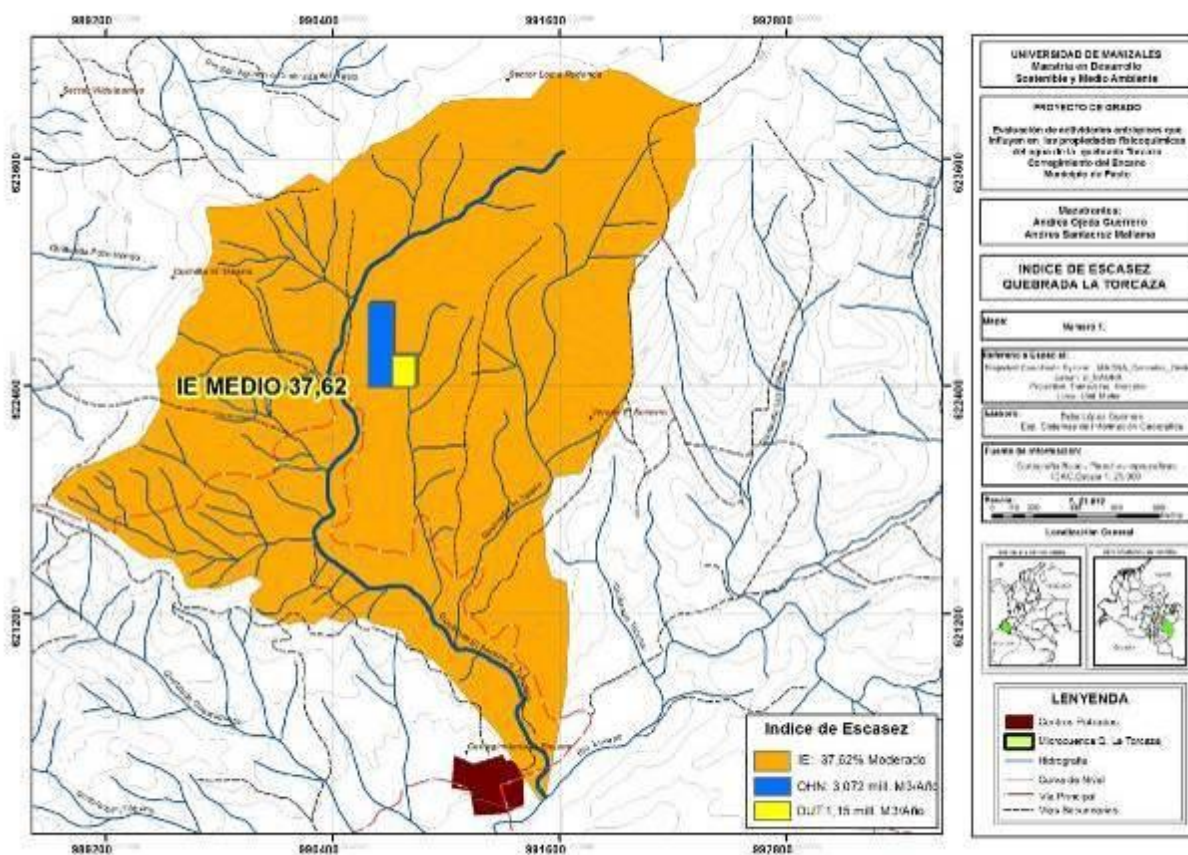
**INDICE DE ESCASEZ MICROCUENCA QUEBRADA LA TORCAZA:  
37,62%**

Teniendo en cuenta los resultados del Índice de Escasez y las categorías, la microcuenca la Torcaza presenta un IE medio, (20 a 40%) por lo tanto hay necesidad de emprender acciones para el ordenamiento de la corriente hídrica en oferta y demanda y de esta manera hacer un uso eficiente, racional que mejore la eficiencia en la utilización del recurso agua; es necesario asignar prioridades a los distintos usos y prestar especial atención a los sistemas acuáticos para garantizar que reciban el aporte hídrico requerido para su existencia. Se necesitan inversiones para mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos hídricos.



Una vez se determinó en la investigación el valor de Índice de Escasez (37.62%) se tomó como referencia el valor obtenido en la investigación realizada por demostrando una diferencia considerable, dado que la comunidad asentada en márgenes y zona de influencia a la Quebrada no realiza actividades como riego, a diferencia de la comunidad aledaña a la quebrada la Torcaza, que emplean el agua para riego por aspersión en los diferentes cultivos de productos agrícolas y frutales.

Figura 26. Índice de Escasez Microcuenca la Torcaza



Fuente: Los Autores, 2016

**9.3 Objetivo No. 3. Caracterización de las propiedades físicoquímicas del agua de la quebrada la Torcaza frente a la Normatividad Ambiental vigente y la incidencia de las actividades antrópicas.**

La metodología se encamina a la obtención y procesamiento de información que permite establecer un diagnóstico de la calidad del agua de la quebrada Torcaza, en cumplimiento de lo

estipulado en la Normatividad Ambiental vigente, el análisis y reporte de resultados analíticos serán llevados a cabo por un Laboratorio acreditado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. Para ello se contratará al Laboratorio Especializado en Aguas de la Universidad de Nariño que está acreditado para los parámetros pH, Grasas y Aceites, Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, Demanda Bioquímica de Oxígeno y Demanda química de Oxígeno mediante Resolución No. 042 del 25 de enero de 2011 expedida por el IDEAM.

La información obtenida será utilizada para evaluar el comportamiento de la corriente superficial a través de la generación de Perfiles e Índices de Calidad, al igual que servirá como insumo para la aplicación y calibración del modelo de simulación; logrando establecer un escenario actual de la fuente hídrica, objeto de estudio, con respecto a su capacidad de asimilación de sustancias biodegradables o acumulativas provenientes de las actividades antrópicas que se desarrollan en la zona.

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

**9.3.1 Toma de muestras.** La toma de las muestras se realiza en dos épocas, una época de verano y una de invierno; para ello se efectuó muestreo en cuatro puntos relevantes a lo largo de la quebrada:

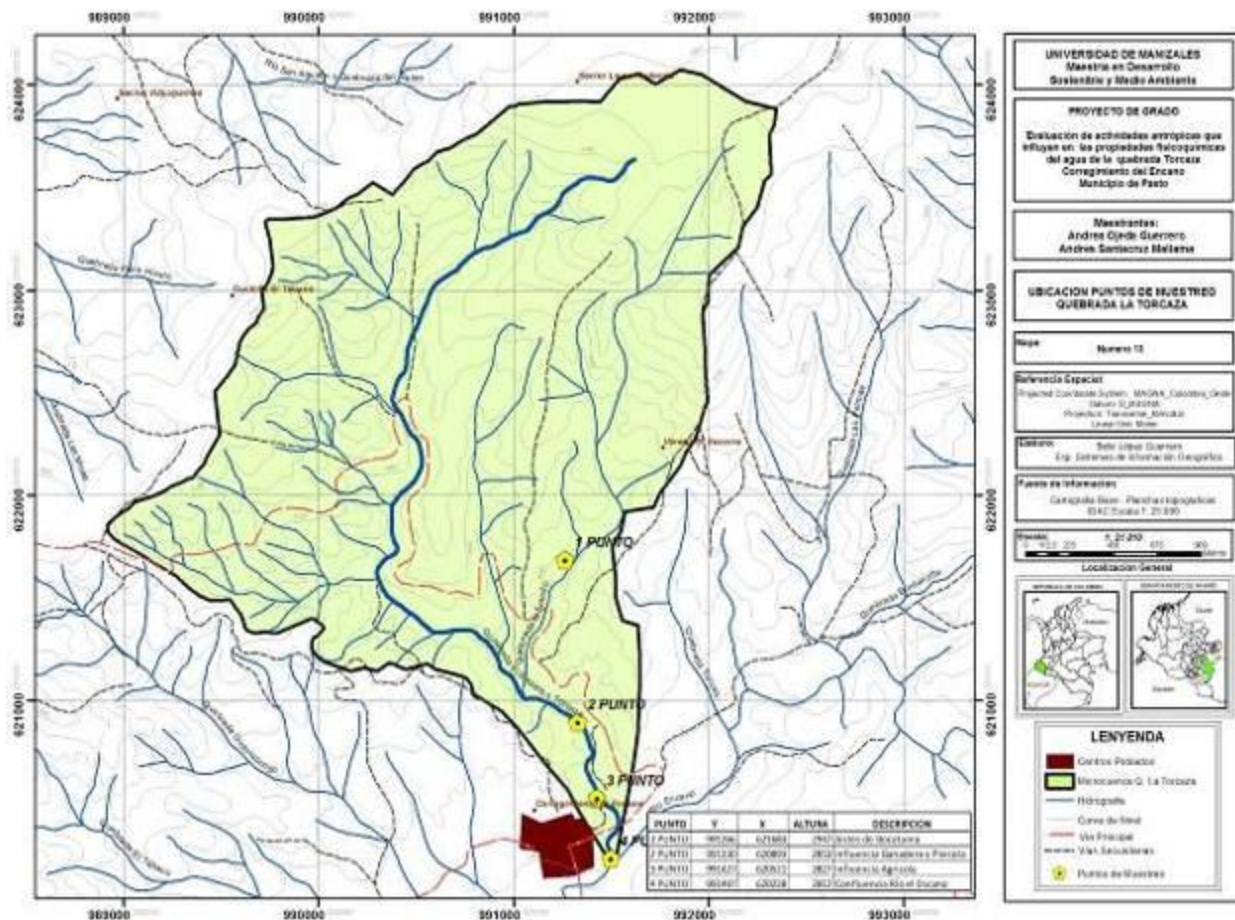
Tabla 21. *Ubicación de los puntos de muestreo*

<b>PUNTO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>ALTURA (msnm)</b>	<b>NOMBRES</b>
1	991266	621683	2947	Antes de la Bocatoma
2	991330	620893	2853	Antes de vereda Bella vista
3	991427	620521	2827	Después de la vereda Bella Vista
4	991497	620228	2812	Confluencia Río el Encano

Fuente: Los Autores, 2016



Figura 27. Puntos de muestreo en la quebrada la Torcaza



Fuente: Los Autores, 2016

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

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

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

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

Figura 28. *Fijación de muestras*



Fuente: Los Autores, 2016

Figura 29. *Conservación de muestras*



Fuente: Los Autores, 2016

El objetivo de las jornadas es realizar el análisis de la corriente fuente de estudio que en este caso es la quebrada Torcaza ubicada en el municipio de Pasto corregimiento del Encano, a partir de muestreos físico – químicos y microbiológico teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

Oxígeno disuelto

Demanda bioquímica de oxígeno

Demanda química de oxígeno

Sólidos suspendidos

Coliformes totales

Grasas y aceites

**9.3.2. Monitoreo Físico Químico del Agua de la Quebrada la Torcaza.** Teniendo en cuenta el diagnóstico de la investigación, fase en la cual se identificó las zonas donde se desarrolla actividades antrópicas y las áreas donde únicamente existe cobertura vegetal de tipo primario y de protección, se determinó realizar muestreos de calidad de agua en cuatro puntos estratégicos del cauce principal, con el fin de obtener resultados de los parámetros físicoquímicos que representen en su totalidad el estado actual del agua de la quebrada la Torcaza. La descripción de cada punto de muestreo se realiza en los anexos A al D; del documento de esta investigación.

**9.3.3 Caracterización de Perfiles de Calidad Quebrada la Torcaza.** A través del análisis de parámetros físicoquímicos y microbiológicos de muestras de agua es posible definir su calidad con el fin categorizarlas para diferentes usos. Los parámetros que se analizan son: sólidos suspendidos, oxígeno disuelto (mg/l), Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), Grasas y aceites, coliformes totales y Echerichia coli. El realizar monitoreos de los parámetros físicoquímicos y microbiológicos es de gran importancia porque permite obtener información sobre la zona de influencia de la Quebrada.

Para realizar esta caracterización, se realizaron dos muestreos con cuatro puntos cada uno, un primer muestreo en época de verano y un segundo en época de invierno.

A continuación se describen los puntos con su respectiva distancia punto a punto donde se realizó las dos jornadas de muestreo.

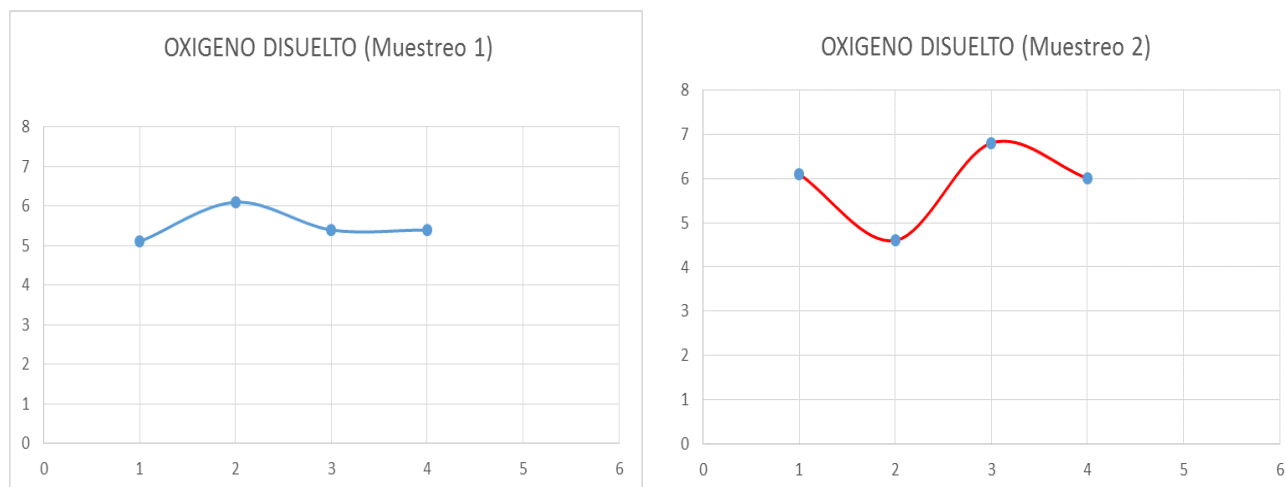
Tabla 22. Muestreo Quebrada La Torcaza

QUEBRADA LA TORCAZA						
PUNTO DE MUESTREO	UNIDAD DE MEDIDA	MUESTREO 1- 2	ES_QPV-1 DISTANCIA PUNTO A (0)	S_QPV-2 DISTANCIA PUNTO A (0)	S_QPV-3 DISTANCIA PUNTO A (0)	S_QPV-4 DISTANCIA PUNTO A (0)
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg O2/L	M1	2	2	2	2
		M2	2	2	2	2
OXIGENO DISUELTO	mg O2/L	M1	5,1	6,1	5,4	5,4
		M2	6,1	4,6	6,8	6
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	M1	10	10	10	10
		M2	10	10	10	10
GRASAS Y ACEITES	mg P-PO4/L	M1	10	13,3	5	5
		M2	5	5	7	5
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	M1	300	600	3000	13000
		M2	810	1800	2600	8000
ECHERICHIA COLI	UFC/100ml	M1	260	300	2700	13000
		M2	1	3	40	8000
DISTANCIA	Metros		752,5	1570,2	2007,9	2348,8
CAUDAL	L/S		21,45	32,5	41,1	42,5

Fuente: Los Autores, 2016.

**9.3.3.1 Oxígeno disuelto.** Este parámetro de contaminación orgánica es el más ampliamente utilizado, la determinación del mismo está relacionado con la medición del oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en los procesos de oxidación bioquímica de la materia orgánica (Met calf & eddy, 1996).

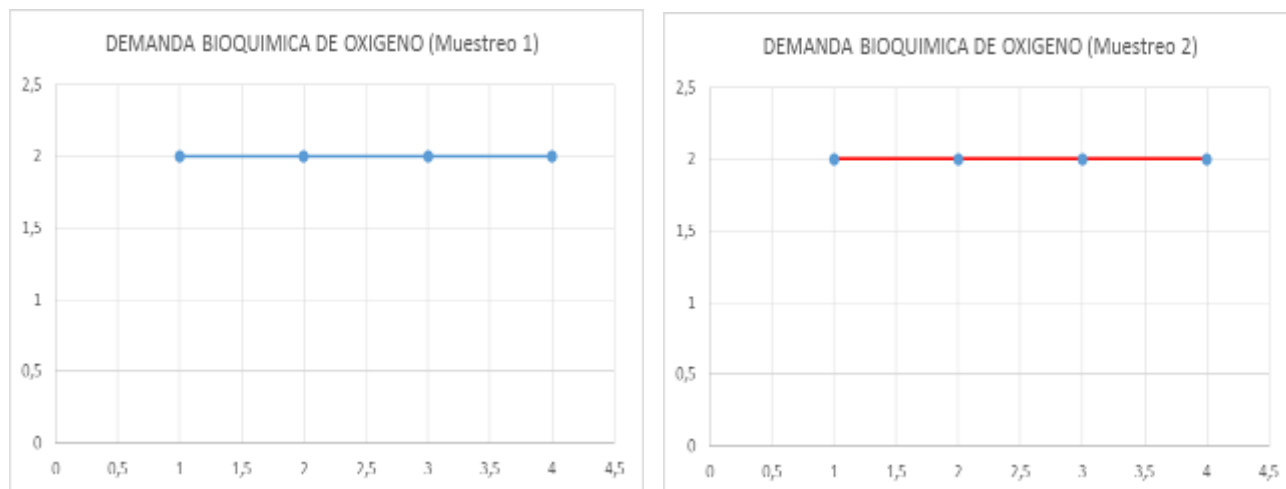
La fuente presenta unos niveles de Oxígeno Disuelto (OD) significativos a lo largo de la misma su punto más alto se alcanza en los tramos intermedios de la quebrada, tal como se muestra en las gráficas más adelante, que son áreas donde se presenta la mayor afectación antrópica, sin embargo se observa que a medida que el agua hace su recorrido el valor disminuye, lo cual evidencia la tendencia a recuperarse aguas abajo; esto se debe a la influencia de importantes tributarios y la topografía de su cauce que permite elevar estos niveles y mejorar las condiciones de autodepuración de la fuente.

Gráfica 13. *Muestreo disuelto*

Fuente: Los Autores, 2016

Como se evidenció en los gráficos anteriores, el valor del OD es más bajo en los tramos inicial y final de la quebrada, dada las características de la zona de influencia, donde las actividades antrópicas efectuadas son mínimas y por ende, no se genera gran cantidad de materia orgánica que necesite la presencia de oxígeno para su descomposición, es decir, lo reflejado en las salidas de campo donde se realizó observación directa y se verificó que el área está determinada como zona de protección; coincide con los resultados obtenidos por el laboratorio certificado.

**9.3.3.2 Demanda Bioquímica de Oxígeno.** La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) es la cantidad de Oxígeno usado por la actividad respiratoria de los microorganismos que utilizan la materia orgánica del agua residual para crecer y para metabolizar a partir de ella y de otros microorganismos sus componentes celulares, es un parámetro que determina la contaminación orgánica de una fuente hídrica. Con relación a la quebrada la Torcaza, el comportamiento de este parámetro a lo largo de la fuente es estable, demostrando que la presencia de macroinvertebrados es constante durante el recorrido, esto quiere decir que la fuente no pierde su capacidad de auto depurarse independiente de la posible contaminación antrópica existente, que refleja una fuente hídrica capaz de asumir la contaminación que se presenta por los vertimientos urbanos.

Gráfica 14. *Demanda bioquímica de oxígeno*

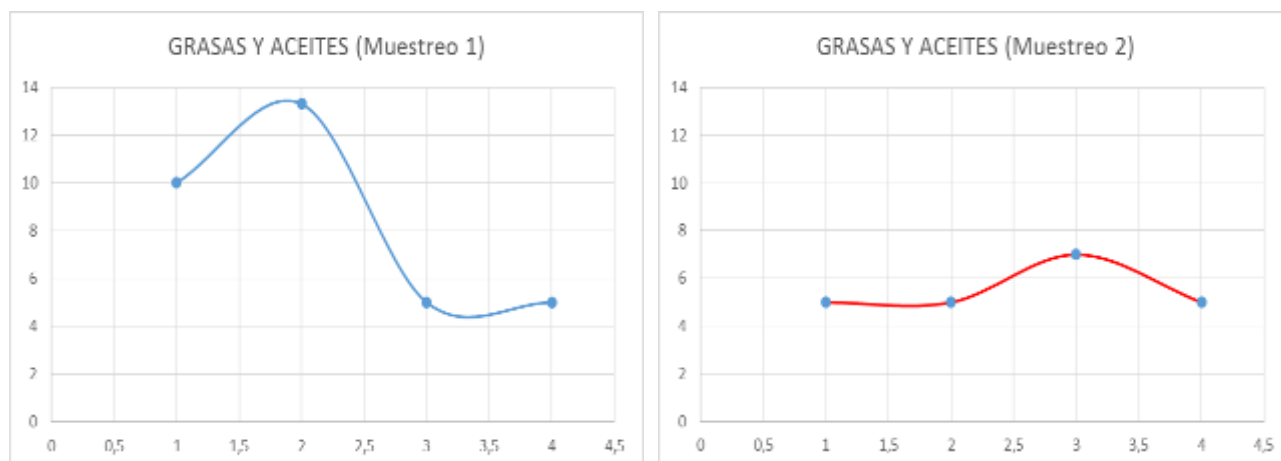
Fuente: Los Autores, 2016

**9.3.3.3 Sólidos Suspendidos Totales.** Los sólidos que se presentan en el Agua Residual (AR) pueden ser de tipo orgánico y/o inorgánico y provienen de las diferentes actividades domésticas e industriales. Estrictamente hablando, toda la materia, excepto el agua contenida en materiales líquidos, es considerada como sólida. La definición más generalizada de sólidos es la que se refiere a toda la materia sólida que permanece como residuo de una evaporación y secado bajo una temperatura entre 103 – 105°C. En los resultados obtenidos en el laboratorio nos indican que el comportamiento que hay con respecto a este parámetro es constante durante el transcurso del cauce principal haciéndose más evidente que existe una buena asimilación en cuanto a este parámetro, lo anterior teniendo en cuenta la geomorfología de la quebrada en los puntos donde se realizaron los muestreos. Adicional a ello el periodo en el cual se tomó la muestra fue en época de verano donde no hay incidencia de lluvias en la quebrada que haga que la misma arrastre sólidos y transporte desechos provocados por las actividades antrópicas.

Gráfica 15. *Sólidos Suspendidos Totales*

Fuente: Los Autores, 2016

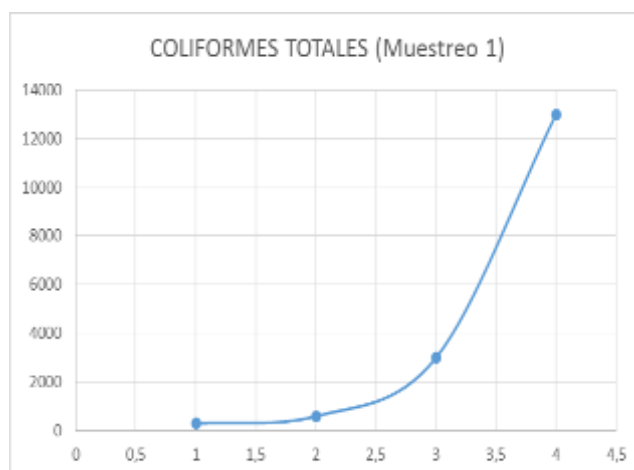
**9.3.3.4 Grasas y Aceites.** Según los reportes de laboratorio en cuanto al parámetro grasas y aceite las gráficas nos indica que hay una variación en este parámetro dependiendo de la época climatológica, adicional a ello, se debe considerar los aportes producidos después de la vereda Bella vista, debido a las aguas residuales domesticas que son vertidas de manera directa e indirecta por algunas viviendas unifamiliares circundantes al cauce, producto del uso de manteca, grasas y aceites vegetales en cocinas. Otro factor que influye en el aumento de este parámetro es la presencia del criadero de truchas y cerdos el cual puede estar afectando de alguna forma la fuente, además, de existir altas concentraciones en este parámetro, en los recorridos de campo se hubiese presenciado sobre la corriente hídrica mal olor y formación de espuma, que impidieran la existencia de flora y fauna acuática, entre otros.

Gráfica 16. *Grasas y Aceites*

Fuente: Los Autores, 2016

**9.3.3.5 Coliformes Totales.** Los Coliformes totales son un indicador claro de contaminación humana, el comportamiento de la fuente respecto a este parámetro; muestra un incremento en la medida que aumentan los vertimientos urbanos, esto quiere decir que existe una tasa muy baja de remoción, que no es suficiente y presenta aún muchos riesgos para la salud humana y ambiental.

Este parámetro se convierte en parte fundamental para el establecimiento de usos potenciales de la fuente ya que su presencia limita o no las actividades productivas que puedan aprovechar el recurso, sobre todo actividades relacionadas con la agricultura y ganadería.

Gráfica 17. *Coliformes Totales*

Fuente: Los Autores, 2016



**9.3.3.6 Echerichia Coli.** La bacteria en el agua representa un serio riesgo para la salud humana, ya que existen cinco cepas de *Escherichia coli*, patógenas que provocan brotes diarreicos severos en humanos y en animales. Entre ellas, se encuentra la variedad que produce la Colitis Hemorrágica y el Síndrome Urémico Hemolítico en humanos el indicador microbiológico preciso de contaminación fecal en el agua para consumo humano. La determinación de la presencia del grupo coliforme constituye el indicio más delicado y fidedigno de polución así como de la eficacia de la purificación y de la potabilidad del agua. Los resultados de laboratorio demuestran la contaminación por bacterias fecales señalando como en el anterior parámetro; que en el sector de la descarga de aguas residuales domesticas de la vereda Bella vista sobre el cauce principal, se presentan aguas inapropiadas para el consumo humano arriesgando a la población a graves enfermedades. El valor admisible para agua potable es de <100 unidades formadoras de colonias (UFC), pero durante toda la zona media y baja aumentan considerablemente.

Gráfica 18. *Echerichia Coli*



Fuente: Los Autores, 2016

Para los dos últimos parámetros en particular, se toma como referencia los valores obtenidos en la investigación de Sonia Patricia Ríos Galvis (2004), los cuales son similares considerando la variable de asentamientos poblacionales ubicados en los márgenes y zonas aledañas a las fuentes hídricas, más aun cuando las viviendas tienen construidos tratamientos no convencionales para realizar la descarga de aguas residuales domésticas de baterías sanitarias a las quebradas cercanas, con lo anterior fue posible determinar que la cantidad de coliformes totales y fecales

encontrados sobre el agua de las quebradas objeto de investigación, y particularmente en los puntos habitacionales, aumentan; sobrepasando los valores admisibles para agua destinada al consumo humano respecto a la Normatividad Ambiental vigente.

**9.3.4 Índice de Calidad Quebrada Torcaza (ICA).** Los resultados de Índice de Calidad de Agua “ICA” para el presente estudio se resumen a continuación en la siguiente tabla, estos resultado permitieron analizar el ICA de cada uno de los puntos de muestreo. Se debe mencionar que este índice se realizó utilizando la escala de 0 a 100, aunque también se acostumbra escalarlos entre 0 y 1. Para ello, se convierte el parámetro en un número dimensional por medio de diagramas de calibración, en este caso se debe desarrollar para cada parámetro su propio diagrama, en el que se indique la correlación entre el parámetro y su valor en la escala de calidad. (Universidad de Pamplona). Considerando que el muestreo que se realizó sobre la quebrada la Torcaza, se efectuó directamente sobre diferentes puntos de la fuente, y no sobre vertimientos puntuales; por lo cual se tomó parámetros específicos que permitieron determinar el índice mencionado. Cabe destacar que uno de los parámetros que se consideró de mayor importancia fue la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) el cual en la metodología aplicada a partir de 2016 no tiene en cuenta dicho parámetro.

Tabla 23. *Índice de calidad del agua quebrada la Torcaza - punto inicial*

INICIO QUEBRADA TORCAZA				
Parametro	V. Medido	Subíndice (I)	Peso Relativo (W)	ICA / PARAMETRO
PH	6,85	89	0,12	1,714
SOLIDOS DISUELTOS	58	86	0,08	1,428
FOSFORO TOTAL	0,1	99	0,1	1,583
NITROGENO	1	98	0,1	1,582
OXIGENO DISUELTO	100,84	100	0,17	2,188
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	2	84	0,1	1,557
COLIFORMES FECALES	260	60	0,15	1,848
TURBIEDAD	1,74	85	0,08	1,427
TEMPERATURA	15	40	0,1	1,446
			1	
			ICA	79,63

Fuente: Los Autores, 2016

En el sitio de muestreo, las condiciones atmosféricas, el uso del suelo y la localización geográfica del punto en la Quebrada en estudio, fueron unos de los aspectos a tener en cuenta para determinar los índices de calidad del agua. Con respecto al punto inicial el índice nos arroja que la calidad del agua en la parte alta es de buen estado con un valor de **79,63** debido a que en esta zona no existe afectación directa de usuarios que puedan perturbar el cauce principal, a pesar de que hay un porcentaje mínimo de actividad pecuaria. Sin embargo, los sólidos totales es uno de los factores que influyen mucho a que la calidad en este punto no sea excelente debido a que en esta zona se presentan algunas áreas fracturadas y erosionadas que al hacer parte de la quebrada alteran este tipo de condiciones. Además, se debe tener en cuenta, que el caudal es aproximadamente 16 litros/segundo, el cual no es suficiente para que el agua de la quebrada asimile este tipo de concentraciones, cabe resaltar, que de acuerdo a las condiciones fisicoquímicas y biológicas del agua, ésta es apta para cualquier tipo de uso.

Este valor de ICA es muy parecido al que se encontró en la investigación “Diagnóstico ambiental para la quebrada la colorada ubicada en la vereda la colorada, en el municipio de Rionegro Santander” realizada por Ángel Alfonso Sepúlveda Hernández (2010), considerando que los resultados fueron 79.63 para la quebrada la Torcaza (Nariño) y 76.85 para la quebrada la Colorada (Santander), dado que los valores de parámetros como coliformes fecales, Turbiedad entre otros, son relativamente bajos, estando por debajo de los valores permisibles por la normatividad legal vigente.

Tabla 24. *Índice de calidad del agua quebrada la Torcaza – después de la Bocatoma del acueducto*

DEPUES BOCATOMA				
Parametro	V. Medido	Subindice (I)	Peso Relativo (W)	ICA / PARAMETRO
PH	6,85	83	0,12	1,699
SOLIDOS DISUELTOS	65	87	0,08	1,429
FOSFORO TOTAL	0,1	97	0,1	1,580
NITROGENO	1	95	0,1	1,577
OXIGENO DISUELTO	93,55	95	0,17	2,169
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	2	84	0,1	1,557
COLIFORMES FECALES	300	54	0,15	1,819
TURBIEDAD	2,1	94	0,08	1,438
TEMPERATURA	15	40	0,1	1,446
			1	
			ICA	77,35

Fuente: Los Autores, 2016

Con respecto al segundo punto identificado se lo caracterizo con el fin de determinar en qué condiciones está la Quebrada Torcaza antes de tener contacto con todos los vertimientos domésticos e industriales, principalmente de asociaciones que se dedican a la cría y engorde de truchas y cerdos, en este punto se tiene un índice de calidad igual a **77,35** que según el código de colores que se manejan para los ICA todavía es de buen estado, esto se debe a que a pesar de que no existe afectación considerable por actividad pecuaria, agrícola o afectación antrópica, las condiciones fisicoquímicas y biológicas se mantienen en buen estado considerando condiciones aptas para cualquier tipo de uso en esta zona.

Tabla 25. Índice de calidad del agua quebrada la Torcaza – Sector Bella Vista

SECTOR VEREDA BELLA VISTA				
Parametro	V. Medido	Subindice (I)	Peso Relativo (W)	ICA / PARAMETRO
PH	7,17	92	0,12	1,720
SOLIDOS DISUELTOS	74,2	88	0,08	1,431
FOSFORO TOTAL	1	99	0,1	1,583
NITROGENO	4	80	0,1	1,550
OXIGENO DISUELTO	56,18	60	0,17	2,006
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	2	84	0,1	1,557
COLIFORMES FECALES	2700	25	0,15	1,621
TURBIEDAD	8,21	72	0,08	1,408
TEMPERATURA	15,5	30	0,1	1,405
			1	
			<b>ICA</b>	<b>60,50</b>

Fuente: Los Autores, 2016

Con respecto al tercer punto de muestreo efectuado en el sector Bella vista del corregimiento del Encano, se hizo con el fin de determinar las condiciones fisicoquímicas del agua de la Quebrada Torcaza después de tener contacto con el vertimiento de aguas residuales domésticas de algunas viviendas unifamiliares de la vereda en mención, dado que este sector no cuenta con sistema de alcantarillado; y por lo tanto, todas estas viviendas descargan sus aguas residuales directamente sobre el cauce.

Por otra parte, se evidencio la presencia de marraneras que afectan la calidad de la quebrada fuente de estudio. Según la tabla de resultados, en este punto se tiene un índice de calidad de

agua igual a **60,50** que según el código de colores que se manejan para los ICA la calidad del agua es regular. De igual forma, otro factor que influye en este resultado es la inexistencia de tratamientos previos antes de la descarga, originando que la calidad del agua de la quebrada se encuentre en estas condiciones; limitando los usos, dificultando su recuperación y asimilación aguas abajo.

Tabla 26. *Índice de calidad del agua quebrada la Torcaza – Confluencia Río el Encano*

ANTES CONFLUENCIA RIO EL ENCANO				
Parametro	V. Medido	Subindice (I)	Peso Relativo (W)	ICA / PARAMETRO
PH	7,18	91	0,12	1,718
SOLIDOS DISUELTOS	61	88	0,08	1,431
FOSFORO TOTAL	0,1	97	0,1	1,580
NITROGENO	5	72	0,1	1,534
OXIGENO DISUELTO	79,82	82	0,17	2,115
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	2	84	0,1	1,557
COLIFORMES FECALES	8000	20	0,15	1,567
TURBIEDAD	6	75	0,08	1,413
TEMPERATURA	15,5	30	0,1	1,405
			1	
			ICA	61,05

Fuente: Los Autores, 2016

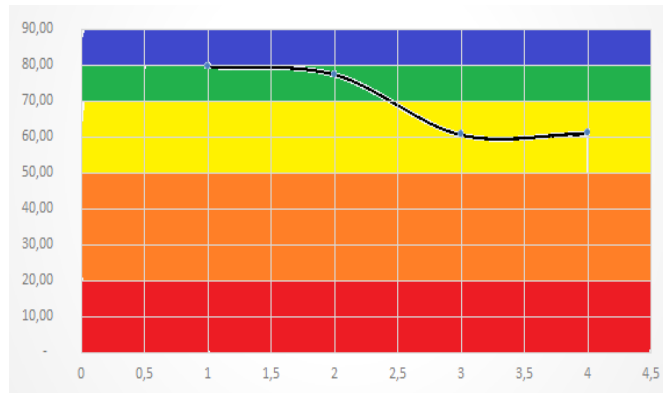
Con respecto al último punto de muestreo ejecutado como confluencia con el río el Encano; se tiene un índice de calidad de agua igual a **61,05** que según el código de colores que se manejan para los ICA la calidad del agua es regular, considerando, que en este tramo de la quebrada es la zona donde existen mayor cantidad de viviendas ubicadas a los márgenes de la quebrada; cabe aclarar, que en el trayecto aguas abajo del cauce principal, hay influencia de escurrimientos naturales que aumentan el caudal y permiten asimilar con mayor facilidad la carga en cuanto a materia orgánica, sólidos y nutrientes. Una vez la quebrada finaliza su trayecto, confluye en el río el Encano, el cual es una afluente directo hacia la laguna de la Cocha.

Tabla 27. *Clasificación de puntos de muestreo*

PUNTO DE MUESTREO	VALOR DEL ICA	CALIDAD	CLASIFICACION DE COLOR
INICIO QUEBRADA TORCAZA	79,63	BUENA	
ANTES VEREDA BELLA VISTA	77,35	BUENA	
DESPUES VEREDA BELLA VISTA	60,50	REGULAR	
ANTES CONFLUENCIA RIO EL ENCANO	61,05	REGULAR	

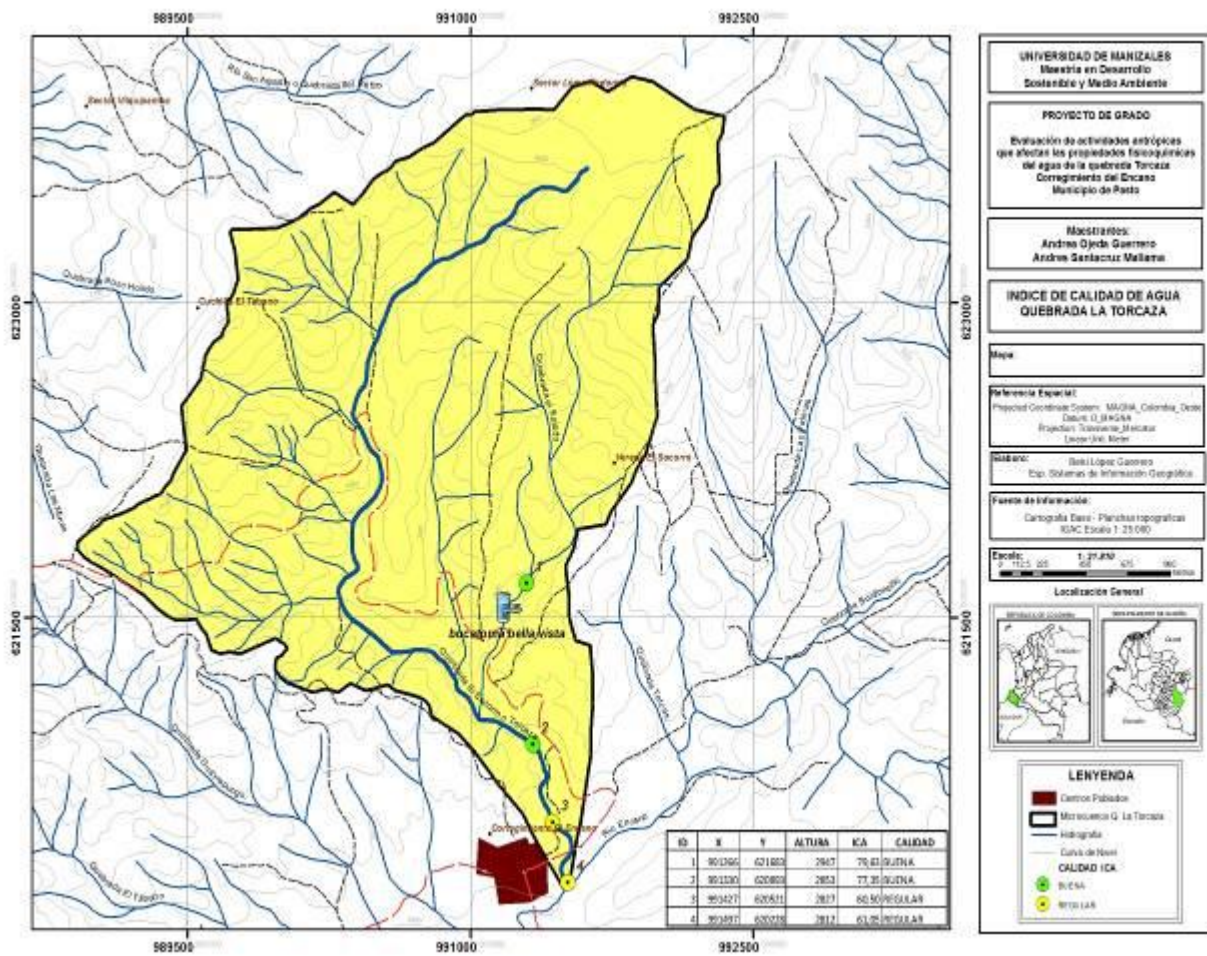
Fuente: Los Autores, 2016

Gráfica 19. Índice general de la Calidad del Agua “ICA” de la Quebrada la Torcaza



Fuente: Los Autores, 2016

Figura 30. Mapa de Índice de Calidad de agua



Fuente: Los Autores, 2016

### 9.3.5 Modelación de Parámetros Físicoquímicos del Agua de la Quebrada la Torcaza.

Una vez identificado el ICA; se elabora un modelo de simulación de carga orgánica en el agua de la quebrada la Torcaza; con el objetivo de representar y simular una situación real, dentro de una franja de incertezas.

**Abstracciones conceptuales del modelo:** a continuación se describen los principales elementos conceptuales referidos a la representación de corrientes y a los procesos desarrollados en ellas.

Con Gráfico Noción de Corrientes y Segmentación: una corriente hídrica superficial mediante el modelo de calidad de aguas es representada por una serie de tramos sucesivos denominados elementos computacionales, los cuales se caracterizan por comportarse como reactores completamente mezclados que están unidos unos a otros por medio de fenómenos asociados al transporte de solutos.

La unión de dichos elementos computacionales considerando similitud hidráulica entre ellos dan origen a la conformación de tramos, los cuales son segmentos de un orden de magnitud mayor al de los elementos computacionales y los cuales tiene como función diferenciar ciertos sectores de la corriente con el fin de identificar las diferencias que puede haber en cada uno de ellos.

Balace De Flujo: el modelo trabaja bajo régimen estacionario, o sea que el flujo entrante y saliente en cada uno de los elementos computacionales en análisis se mantiene constante a través del tiempo. El modelo conceptual de dicho balance es representado mediante un esquema.

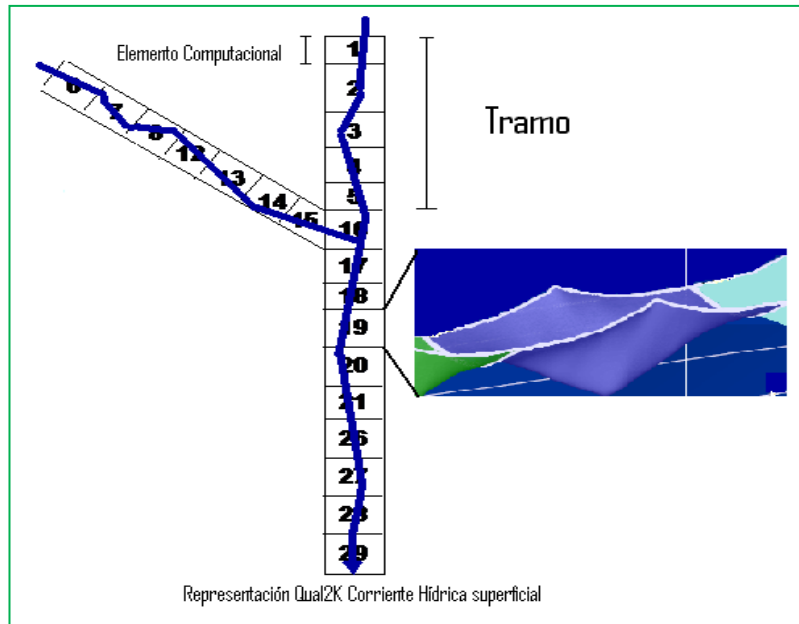
El tiempo de viaje por su parte es determinado con base en la sumatoria de los tiempos de residencia del flujo en cada uno de los elementos computacionales definidos a lo largo de la corriente, lo cual es representado mediante las siguientes ecuaciones:

Donde,

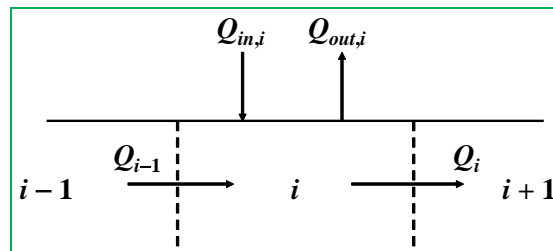
$$\tau_k = \frac{V_k}{Q_k} \qquad t_{t,j} = \sum_{k=1}^j \tau_k$$

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



Gráfica 20. *Con Gráfico Noción de Corrientes Hídricas Superficiales*

Fuente: Los Autores, 2016

Gráfica 21. *Esquema de Balance de Flujo*

Fuente: Los Autores, 2016

Dónde:

 $Q_i$ : Caudal de Salida del Elemento computacional; $Q_{i-1}$ : Caudal de Entrada del Elemento Computacional; $Q_{in,i}$ : Entrada de Caudal neto lateral por fuentes puntuales y difusas; $Q_{out,i}$ : Salida de Caudal neto lateral por Fuentes puntuales y difusas.

Características Hidráulicas: las características hidráulicas del sistema están asociadas una vez realizado el balance de flujo hace para calcular el tirante y la velocidad en los elementos computacionales. Este modelo tiene tres formas posibles entre las cuales se encuentran:



Vertederos, Curvas de relación y las ecuaciones de Manning. Las principales ecuaciones que rigen este comportamiento hidráulico son:

*Curvas de Relación*

$$U = aQ^b \qquad H = \alpha Q^\beta$$

Donde  $a$ ,  $b$ ,  $\alpha$  y  $\beta$  son constantes empíricas,  $H$  es la profundidad media de la corriente y  $U$  la velocidad media de la misma.

*Ecuaciones de Manning*

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

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

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

Donde,

$Q$ : Caudal;

$A_c$ : Área Transversal;

$P$ : Perímetro Mojado;

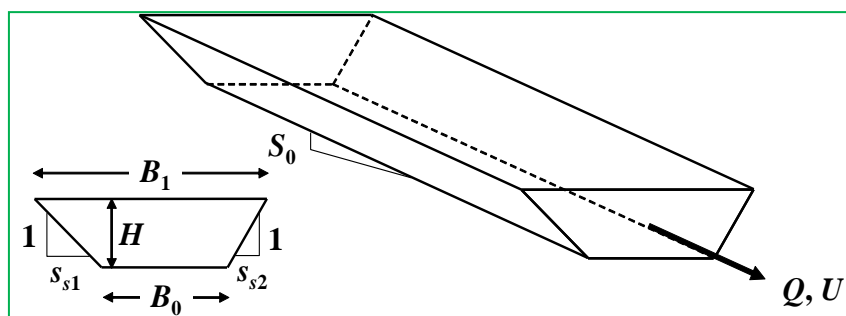
$S_0$ : Pendiente Longitudinal,

$B_1$ : Ancho Superficial;

$H$ : Tirante;

$S_s$ : Pendiente de talud

Gráfica 22. Esquema de Variables de la ecuación de Manning



Fuente: Los Autores, 2016

Con respecto a la dispersión longitudinal entre elementos el modelo da la posibilidad de ingresar valores estimados previamente, en caso de que no sean incorporados dichos valores el modelo asume o lo calcula con base en la siguiente expresión:

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

$E_{p,i}$  = *Dispersión Longitudinal entre elementos*;

$U_i$  = *Velocidad (m/s)*;

$B_i$  = *Ancho superficial (m)*;

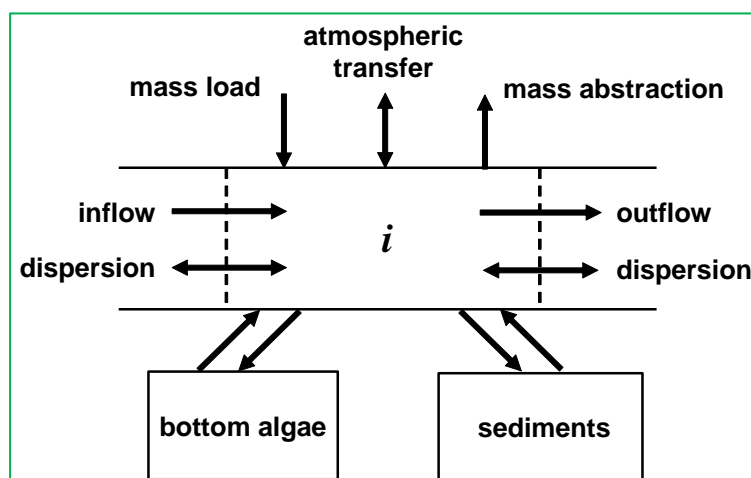
$H_i$  = *Tirante medio (m)*;

$U_i^*$  = *Velocidad de Corte (m/s)*.

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

**Balance de Masa:** el balance de Masa planteado por el modelo trabaja con la unidad fundamental denominada “elemento computacional”, el modelo considera la siguiente ecuación general de balance para cada constituyente, el cual involucra los fenómenos de transporte (difusión, advección, dispersión), consumo o generación de constituyentes por reacciones químicas o bioquímicas y la generación o pérdida de nutrientes por fuentes externas o internas (descargas puntuales, captaciones y sedimentación, entre otros.). El modelo conceptual planteado se refleja mediante la siguiente Gráfica No. 23

Gráfica 23. *Esquema de Balance de Masa*



Fuente: Los Autores, 2016

Siendo,

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

Donde,

*M: masa; x: distancia; t: tiempo; C: concentración; Ax: área transversal; DL: coeficiente de dispersión; u: velocidad media; Si: fuentes o sumideros.*

Considerando que la Masa es igual a la concentración por el volumen y que el modelo asume que la corriente posee un flujo en estado estacionario, entonces la ecuación (10) se convierte en:

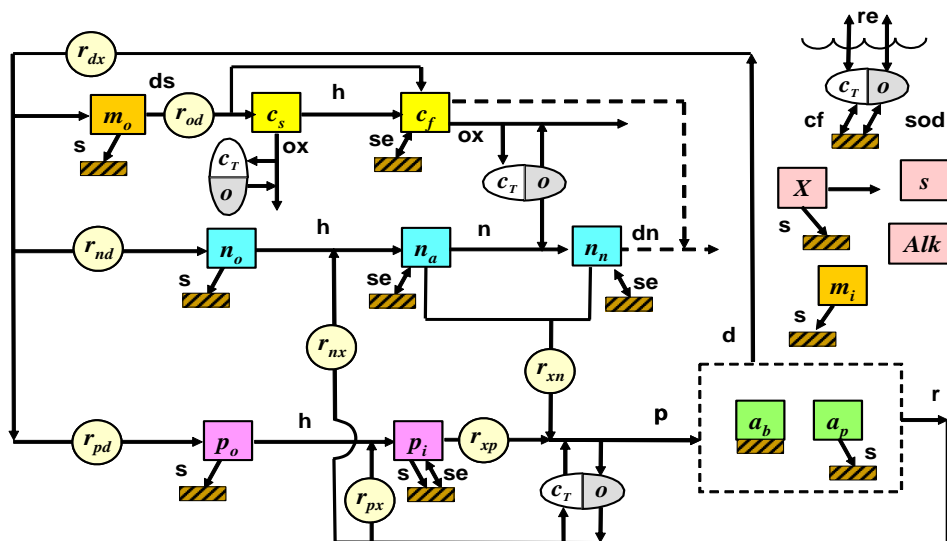
$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial(A_x D_L \partial C / \partial x)}{A_x \partial x} - \frac{\partial(A_x u C)}{A_x \partial x} + \frac{dC}{dt} + \frac{Si}{V}$$

Donde,

El término de la izquierda representa el cambio de la concentración a través de la corriente y los términos de la derecha representan la dispersión, advección, la variación de la concentración por reacciones bioquímicas y el aporte o pérdida por fuentes o sumideros respectivamente.

La variabilidad de la concentración por reacciones bioquímicas y la entrada y salida de los diferentes constituyentes son representados mediante la siguiente gráfica, en el esquema se puede apreciar los diferentes procesos asociados a la materia Orgánica, el ciclo del nitrógeno y fósforo principalmente.(Chappra, S.C., Pelletier, G.J. and Tao, 2008).

Gráfica 24. Procesos de Transferencia de Masa y Modelos Cinéticos



Fuente: Los Autores, 2016

Donde, entre los procesos cinéticos se encuentran:

*ds*: disolución; *h*: Hidrólisis; *ox*: Oxidación; *n*: Nitrificación; *dn*: Denitrificación; *p*: Fotosíntesis; *d*: Muerte; *r*: Respiración, Excreción. Entre los procesos de transferencia de masa se consideran: *re*: Reaireación; *s*: Sedimentación, *SOD*: Demanda de Oxígeno por Sedimentos; *se*: Intercambio de sedimentos; *cf*: Flujo de Carbono Inorgánico de los sedimentos.

**Entradas del modelo:** la simulación de la corriente superficial exige la incorporación de información confiable al modelo, con el fin de que las diferentes salidas se aproximen con lo que se requiera representar.

Entre las principales entradas contempladas en el software, se encuentran: Condiciones aguas arriba del tramo o los tramos a simular, características físicas e hidráulicas de la corriente, constantes de reacción físicas y químicas, y datos correspondientes al aporte y abstracción de diferentes fuentes sobre la corriente principal, entre las cuales se contemplan las descargas tanto puntuales como difusas sobre dicha corriente.

Condiciones aguas arriba del tramo a simular: dentro de las condiciones aguas arriba del tramo o tramos a simular se contempla el caudal y las características fisicoquímicos del agua de la corriente superficial en el punto inicial de los tramos en consideración.

Características físicas e hidráulicas de la corriente: dentro de este ítem se contempla la incorporación de información relacionada con la determinación de tramos, longitud y cota de los diferentes elementos computacionales, caracterización hidráulica de cada elemento utilizando las curvas de relación “velocidad media Vs. Caudal” y “Profundidad media Vs. Caudal o las relaciones de Manning dependiendo el caso.

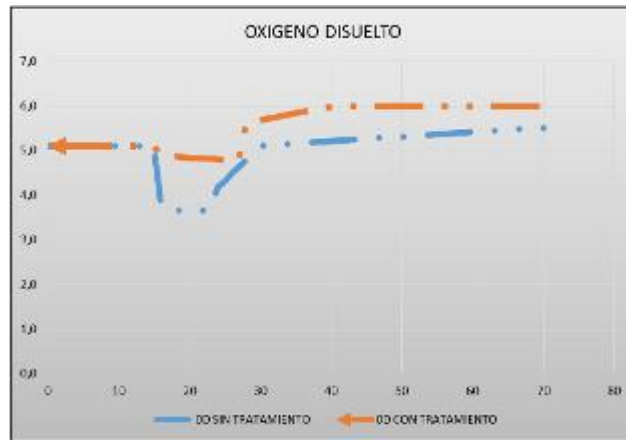
Constantes de reacción físicas y químicas: como datos de entrada al modelo se incluye los valores correspondientes a las tasas de degradación o aparición de diferentes componentes, producto de las diferentes reacciones dadas en el proceso, lo cual es representado por medio de diferentes coeficientes tales como: reaireación, oxidación e hidrólisis de la materia orgánica, hidrólisis de Nitrógeno orgánico, oxidación de nitrógeno amoniacal, denitrificación, hidrólisis de Fósforo Orgánico, disolución de Detritus y decaimiento de patógenos principalmente.

Aporte y abstracción de fuentes: los diferentes aportes o abstracciones sobre la corriente a simular pueden ser puntuales o difusos. En los aportes y abstracciones puntuales se especifica principalmente el sitio exacto donde esto ocurre y las características fisicoquímicos de dichas entradas o salidas, tales como: bocatomas, quebradas, entre otras.

Por otra parte las descargas o abstracciones difusas son las aportadas o abstraídas a lo largo de la corriente sin tener en cuenta un punto específico, esto puede ocurrir por que la entrada o salida se da naturalmente de esta forma o porque existe un gran cantidad de pequeñas descargas que no pueden caracterizarse una a una, siendo necesario representarlas como una fuente difusa a lo largo de un tramo en la corriente superficial. Para este tipo de descargas como dato de entrada debe especificarse la longitud en la cual ocurre y las características fisicoquímicos de las mismas, tal como se muestra en los anexos Z y AA.

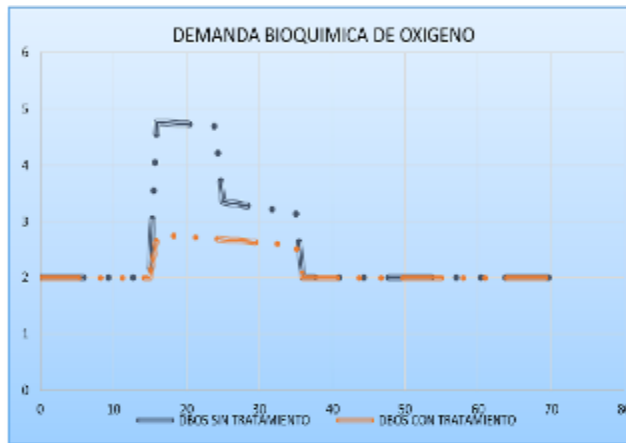
Resultados obtenidos para cada parámetro a partir de la modelación.

Gráfica 25. Modelo matemático para oxígeno disuelto



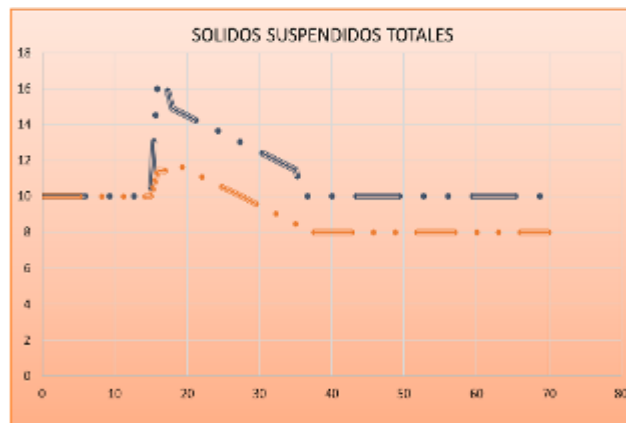
Fuente: Los Autores, 2016

Gráfica 26. Modelo matemático para Demanda Bioquímica de Oxígeno

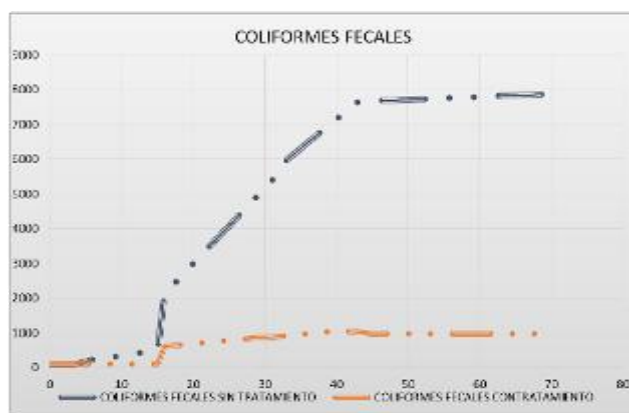


Fuente: Los Autores, 2016

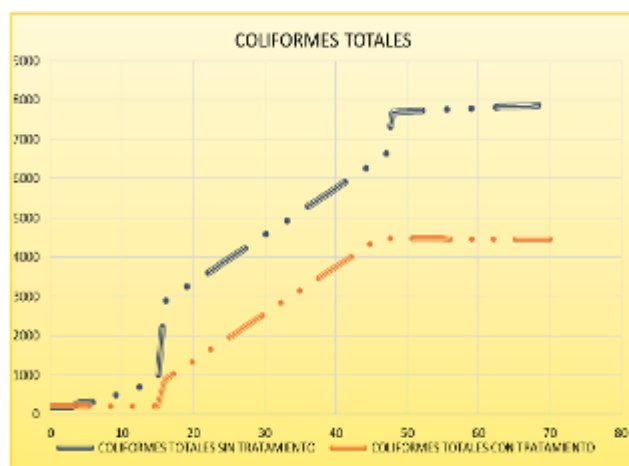
Gráfica 27. Modelo matemático para Sólidos Suspendedos



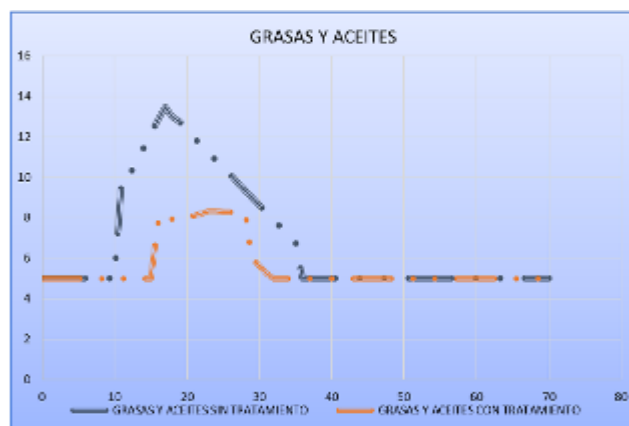
Fuente: Los Autores, 2016

Gráfica 28. *Modelo matemático para Coliformes fecales*

Fuente: Los Autores, 2016

Gráfica 29. *Modelo matemático para Coliformes Totales*

Fuente: Los Autores, 2016

Gráfica 30. *Modelo matemático para Grasas y aceites*

Fuente: Los Autores, 2016

Las gráficas anteriores indican el comportamiento de los diferentes parámetros fisicoquímicos evaluados en su estado natural, los cuales demuestran que independiente de tratamientos tienden a presentar una autorecuperación o autodepuración aguas abajo de la quebrada, por las características de la zona, sin embargo es notorio la incidencia de las actividades antrópicas en la parte media que alteran los valores de forma moderada.

De acuerdo a lo anterior, en la investigación, se elaboró una modelación matemática (QUAL2K) que permitió demostrar un escenario donde al implementar sistemas básicos de tratamiento de aguas residuales domésticas que cumplan con la remoción normativa establecida en el decreto 1076 de 2015, correspondiente al 80% de cargas contaminantes se vería reflejado que la calidad del agua de la quebrada la Torcaza, puede tener unas condiciones más apropiadas no solo para el consumo humano, agrícola o pecuario, sino para beneficio de todo el ecosistema que conforma la quebrada la Torcaza, favoreciendo de manera indirecta el humedal RAMSAR – Laguna de la Cocha, del cual hace parte la quebrada objeto de investigación.

### **9.3.6 Comparación de Valores Fisicoquímicos del Agua Respecto a la Norma Vigente.**

Se debe partir describiendo que Colombia como Estado, ha establecido una normatividad que regula los parámetros fisicoquímicos para el agua que consumen las personas, siendo una obligación de las empresas y juntas administradoras de acueducto deben cumplir para brindar el servicio de agua potable a las diferentes comunidades. Entre ellos se destacan los límites permisibles de cada propiedad fisicoquímica del agua que se pretende captar y en segunda instancia establece como se debe diseñar y construir los sistemas de abastecimiento de agua potable dependiendo del contexto donde se lleve a cabo y de la población a servir con el servicio.



Tabla 28. Valores normativos

PARAMETROS FISICOQUIMICOS DE AGUA						
Parámetros	Norma	Unidades	Fuente Aceptable	Fuente Regular	Fuente Deficiente	Fuente Muy Deficiente
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	Decreto 475 de 1998 - Derogado por el Decreto 1575 de 2007	mg/L	500			
Oxígeno Disuelto	Resolución No. 1096 de 17 de Noviembre de 2000	mg Co / L	>=4	>=4	>=4	<4
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO)	Resolución No. 1096 de 17 de Noviembre de 2000	Promedio mensual mg/L	<1.5	1.5 - 2.5	2.5 - 4	>4
		Máximo Diario mg/L	1 - 3	3 - 4	4 - 6	>6
Grasas y Aceites	Decreto 475 de 1998 - Derogado por el Decreto 1575 de 2007	mg/L	Ausentes			
Coliformes Totales	Resolución No. 1096 de 17 de Noviembre de 2000	UFC / 100 ml	0 - 50	50 - 500	500 - 5000	>5000
Echerichia Coli	Decreto 475 de 1998 - Derogado por el Decreto 1575 de 2007	UFC/100ml	Negativo			

Fuente: Los Autores, 2016

Tabla 29. Valores obtenidos de laboratorio: Muestreo 1

<b>VALORES MUESTREOS DE LABORATORIO MUESTREO 1</b>						
<b>Parámetros</b>	<b>Norma</b>	<b>Unidades</b>	<b>PUNTO 1</b>	<b>PUNTO 2</b>	<b>PUNTO 3</b>	<b>PUNTO 4</b>
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	Decreto 475 de 1998 - Derogado por el Decreto 1575 de 2007	mg/L	<10	<10	<10	<10
Oxígeno Disuelto	Resolución No. 1096 de 17 de Noviembre de 2000	mg Co / L	5,1	6	5,4	5,4
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO)	Resolución No. 1096 de 17 de Noviembre de 2000	mg/L	<2	<2	<2	<2
Grasas y Aceites	Decreto 475 de 1998 - Derogado por el Decreto 1575 de 2007	mg/L	10	13,3	<5	<5
Coliformes Totales	Resolución No. 1096 de 17 de Noviembre de 2000	UFC / 100 ml	300	600	3000	13000
Echerichia Coli	Decreto 475 de 1998 - Derogado por el Decreto 1575 de 2007	UFC/100ml	260	300	2700	8000

Fuente: Los Autores, 2016

Tabla 30. Valores obtenidos de laboratorio: Muestreo 2.

<b>VALORES MUESTREOS DE LABORATORIO MUESTREO 2</b>						
<b>Parámetros</b>	<b>Norma</b>	<b>Unidades</b>	<b>PUNTO 1</b>	<b>PUNTO 2</b>	<b>PUNTO 3</b>	<b>PUNTO 4</b>
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	Decreto 475 de 1998 - Derogado por el Decreto 1575 de 2007	mg/L	<10	<10	<10	<10
Oxígeno Disuelto	Resolución No. 1096 de 17 de Noviembre de 2000	mg Co / L	6,1	4,6	6,8	6
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO)	Resolución No. 1096 de 17 de Noviembre de 2000	mg/L	<2	<2	<2	<2
Grasas y Aceites	Decreto 475 de 1998 - Derogado por el Decreto 1575 de 2007	mg/L	<5	<5	7	<5
Coliformes Totales	Resolución No. 1096 de 17 de Noviembre de 2000	UFC / 100 ml	810	1800	2600	13000 (Dato Muestreo 1)
Echerichia Coli	Decreto 475 de 1998 - Derogado por el Decreto 1575 de 2007	UFC/100ml	<1	3	40	8000 (Dato Muestreo 1)

Fuente: Los Autores, 2016

Tabla 31. *Comparación Límites permitidos en Norma vs Laboratorio: Muestreo 1*

<b>Parámetros</b>	<b>Norma</b>	<b>Unidades</b>	<b>PUNTO 1</b>	<b>PUNTO 2</b>	<b>PUNTO 3</b>	<b>PUNTO 4</b>
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	Decreto 475 de 1998 - Derogado por el Decreto 1575 de 2007	mg/L	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Oxígeno Disuelto	Resolución No. 1096 de 17 de Noviembre de 2000	mg Co / L	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO)	Resolución No. 1096 de 17 de Noviembre de 2000	mg/L	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Grasas y Aceites	Decreto 475 de 1998 - Derogado por el Decreto 1575 de 2007	mg/L				
Coliformes Totales	Resolución No. 1096 de 17 de Noviembre de 2000	UFC / 100 ml	Regular	Deficiente	Deficiente	Muy Deficiente
Echerichia Coli	Decreto 475 de 1998 - Derogado por el Decreto 1575 de 2007	UFC/100m l				

Fuente: Los Autores, 2016

Tabla 32. Comparación Límites permitidos en Norma vs Laboratorio: Muestreo 2

<b>Parámetros</b>	<b>Norma</b>	<b>Unidades</b>	<b>PUNTO 1</b>	<b>PUNTO 2</b>	<b>PUNTO 3</b>	<b>PUNTO 4</b>
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	Decreto 475 de 1998 - Derogado por el Decreto 1575 de 2007	mg/L	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Oxígeno Disuelto	Resolución No. 1096 de 17 de Noviembre de 2000	mg Co / L	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO)	Resolución No. 1096 de 17 de Noviembre de 2000	mg/L	Regular	Regular	Regular	Regular
Grasas y Aceites	Decreto 475 de 1998 - Derogado por el Decreto 1575 de 2007	mg/L				
Coliformes Totales	Resolución No. 1096 de 17 de Noviembre de 2000	UFC / 100 ml	Deficiente	Deficiente	Deficiente	Muy Deficiente
Echerichia Coli	Decreto 475 de 1998 - Derogado por el Decreto 1575 de 2007	UFC/100ml	Aceptable			

Fuente: Los Autores, 2016

De acuerdo a lo anterior se puede determinar que la calidad del agua de la quebrada la Torcaza en general; tiene unas propiedades que son manejables con tratamientos fisicoquímicas,

resaltando que el sistema de acueducto de las veredas Bella Vista, El Socorro, Encano Centro y el Puerto, se capta en el punto 1 y que además este cuenta con las fases suficientes para que el agua que se consume a nivel doméstico, sea de buena calidad.

Por otra parte, es notorio que la calidad del agua a medida que fluye en su cauce hasta su desembocadura, es alterada por los diferentes asentamientos humanos, que de manera directa e indirecta vierten aguas residuales provenientes no solo de las viviendas sino también producto de las actividades agrícolas y pecuarias que se realizan en el área de influencia de la quebrada de investigación, las cuales en algunos casos se llevan a cabo en predios ubicados a distancias no mayores a 10 metros desde el cauce principal.

Este resultado es semejante a los encontrados por Ángel Alfonso Sepúlveda Hernández (2010) en la investigación “Diagnóstico ambiental para la quebrada la colorada ubicada en la vereda la colorada, en el municipio de Rionegro Santander”, donde se identificó que la utilización de agroquímicos e insecticidas como prácticas inadecuadas, causan alteración en las propiedades de los suelos, y a su vez aceleran los procesos erosivos generando posteriormente contaminación del agua de las Quebradas por sedimentos, lo que modifica principalmente el parámetro de turbiedad, sólidos totales y suspendidos.

Adicional a ello, se puede recalcar que cada vivienda tiene sistemas empíricos de tratamiento para el agua doméstica, sin embargo, no remueven la carga contaminante suficiente para evitar la generación de impactos sobre la calidad del agua de la quebrada la Torcaza.

Finalmente, Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el agua está contaminada cuando su composición se haya alterado de modo que no reúna las condiciones necesarias para ser utilizada beneficiosamente en el consumo del hombre y de los animales, situación que se ve reflejada en la presente investigación y tomando como caso puntual lo encontrado en el diagnóstico levantado sobre la zona de influencia directa e indirecta de la quebrada la Torcaza, donde el impacto proveniente de las actividades antrópicas altera las condiciones fisicoquímicas de esta fuente hídrica, dado que la comunidad en general, requiere cada día mayor volumen de uso de agua, generan gran cantidad de residuos muchos de los cuales van a parar al agua

directamente, provocando que el cauce sea vulnerable a la contaminación de origen antrópico primordialmente por la cercanía de los asentamientos hacia la quebrada.

Cabe mencionar que en la mayoría de cauces de agua, como es el caso de la quebrada la Torcaza, existen microorganismos descomponedores que mantienen siempre igual el nivel de concentración de las diferentes sustancias naturales que puedan estar disueltas en el medio, realizando el proceso que se denomina auto depuración del agua, proceso natural de recuperación de las propiedades físico químicas.

Esto fue posible reflejarlo y determinarlo con los muestreos de laboratorio que se efectuaron en diferentes puntos del cauce de la quebrada, los resultados obtenidos demostraron que las áreas de la quebrada donde la intervención humana es nula o mínima la calidad el agua es aceptable en varios parámetros, sin embargo, aguas abajo donde inician los asentamientos humanos y el desarrollo de actividades antrópicas, las propiedades fisicoquímicas del agua tienden a varias de su estado natural, con condiciones regulares o deficientes según la normatividad ambiental vigente, lo anterior producto de la generación de contaminantes excesivos en diferentes presentaciones que no permiten la autodepuración natural, entre ellos fue posible identificar lo siguiente:

- Basuras, desechos químicos de actividades agropecuarias, etc.
- Aguas residuales y otros residuos que demandan oxígeno (en su mayor parte materia orgánica, cuya descomposición produce la desoxigenación del agua).
- Agentes patógenos, tales como bacterias, virus, protozoarios, parásitos que entran al agua provenientes de desechos orgánicos, que incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aerobias.
- Nutrientes vegetales que pueden estimular el crecimiento de las plantas acuáticas. Éstas, a su vez, interfieren con los usos a los que se destina el agua y, al descomponerse, agotan el oxígeno disuelto y producen olores desagradables.
- Productos químicos, incluyendo los pesticidas, diversos productos industriales, las sustancias tensoactivas contenidas en los detergentes, y los productos de la descomposición de otros compuestos orgánicos.
- Minerales inorgánicos y compuestos químicos.

- Sedimentos formados por partículas del suelo y minerales arrastrados por las tormentas y escorrentías desde las tierras de cultivo, los suelos sin protección (cobertura vegetal), las carreteras y los derribos urbanos.
- Vertimiento de aguas servidas descargadas directamente al agua o indirectamente cuando se trata de pozos sépticos que por infiltración posteriormente contaminan la fuente hídrica, estas aguas servidas, contienen excrementos, detergentes, residuos químicos, aceites y otras sustancias que son tóxicas para las plantas y los animales acuáticos, problema observado en la mayor parte de la comunidad, siendo el principal conflicto el vertimiento sin previo tratamiento.

Por otra parte y considerando los resultados de laboratorio, también fue posible observar que en algunos parámetros, los valores obtenidos permanecen constantes, situación que puede ser vista como contradictoria, sin embargo la respuesta a ello va de la mano con la morfología del terreno del cauce principal, dada la diferencia de cotas desde el inicio de la quebrada hasta su desembocadura en el río el Encano, diferencia que permite a la fuente hídrica un incremento natural en la oxigenación del agua y por ende un aumento de los microorganismos aerobios que mejoran el proceso de autodepuración del agua.

De acuerdo a lo anterior, es necesario e importante que la cultura ambiental de las personas que habitan las zonas de influencia de la quebrada la Torcaza y las fuentes hídricas en general, mejoren las conductas ambientales en su diario vivir; y sobre todo recuerden la importancia que el agua tiene para el hombre y la naturaleza, razón por la cual es fundamental que se implementen los sistemas de tratamiento y las estrategias encaminadas a la producción más limpia, las cuales se enfocarían en la conservación y preservación del recurso hídrico y las zonas de influencia de las mismas.

Por otra parte, la comparación de los resultados de parámetros fisicoquímicos, principalmente coliformes totales y fecales, respecto a la diferente normatividad ambiental, son semejantes a los resultados obtenidos en la investigación “Diagnóstico de la contaminación por aguas residuales domésticas, cuenca baja de la quebrada la macana, San Antonio de Prado. Municipio de Medellín”, realizada por Maritza Hidalgo Santana & Elizabeth Mejía Álvarez (2010), en la cual



el problema principal de contaminación se presentó por aguas residuales domésticas que alteran la calidad del agua en los valores de los parámetros mencionados, siendo una agua considerada deficiente y fuera de los valores admisibles en la norma.

## Conclusiones

En los diferentes recorridos de campo, se observó que en algunos tramos de la zona de influencia de la quebrada la Torcaza, existe la presencia de actividades antrópicas de tipo agrícola, pecuaria, porcina y piscícola, que de manera no puntual inciden en pequeña proporción en las propiedades fisicoquímica de la corriente hídrica.

Con relación al componente pecuario, esta se consideraría una fuente de contaminación puntual, dado que los semovientes toman el agua directamente del cauce de la quebrada, y que simultaneo a eso realizan sus necesidades fisiológicas en la misma. Sin embargo, se evidencia que la quebrada tiene la capacidad de autodepurarse y disminuir la cantidad de especies microbiológicas que se generan, por lo cual el aporte como contaminante al recurso hídrico se considera de menor importancia. Cabe resaltar que esto ocurre en áreas específicas de la quebrada donde geomorfología lo permite.

La actividad antrópica de cría de cerdos no se considera contaminante, ya que las aguas residuales provenientes de las porquerizas no son descargadas directamente a la fuente hídrica, pues estas se emplean en la generación de gas propano y lodos fertilizantes; mediante procesos anaeróbicos que se llevan a cabo en un biodigestor.

Con relación a la actividad piscícola, el agua únicamente se emplea para los procesos de cría, especialmente trucha, no se lleva a cabo sacrificio y lavado de viseras, a razón de ello, una vez utilizada el agua en los estanques o piscinas, retorna al cauce principal con propiedades fisicoquímicas similares a las de captación.

De acuerdo a los resultados de laboratorio obtenidos tras haber realizado cuatro muestreos en diferentes puntos con sus respectivas evaluaciones, el agua en dos puntos de la quebrada la Torcaza tiene buena calidad, siendo apta para consumo humano y agrícola, en los dos restantes, ubicados posterior a descargas de aguas residuales de aproximadamente 25 viviendas, la calidad del agua es regular debido a la alteración por factores microbiológicos; lo que indica que no es apta para consumo humano.

El caudal de la quebrada la torcaza durante todo el año varia en una pequeña cantidad, esto debido a que la precipitación y temperatura de la zona, tienen rangos de variación mínimos; de igual forma, otro factor que incide de manera directa, es la presencia de cobertura vegetal en el área de influencia de la quebrada principal y en todos los afluentes que desembocan en ella, así como la permeabilidad del suelo que facilita el escurrimiento.

Una vez desarrollada la metodología establecida por el IDEAM para obtener la demanda del recurso hídrico, se debe aclarar que esta se elabora en relación a microcuencas, en este sentido, si bien es cierto que el valor obtenido corresponde a lo mencionado, se puede presumir que los cálculos pertenecen a la quebrada de estudio, dado que esta es la principal fuente hídrica que la comunidad utiliza para el desarrollo de las diferentes actividades antrópicas.

Según el cálculo del Índice de Calidad del Agua obtenido para la quebrada la Torcaza (77.35), demuestra que en la parte alta de la misma; en su nacimiento, donde se encuentra vegetación de tipo primaria y forestal protectora, no se desarrollan actividades antrópicas que puedan alterar los parámetros fisicoquímicos del agua, siendo esta adecuada para utilizarse en el consumo humano.

El Índice de escasez de la microcuenca de la quebrada la Torcaza (37.62%) determina que el uso y demanda de agua es medio alto según normativa legal, siendo necesario iniciar con proyectos encaminados a la protección, conservación y uso racional del recurso hídrico para evitar futuras alteraciones en los diferentes ecosistemas.

## **Recomendaciones**

Considerando el actual crecimiento poblacional en la zona de estudio, es primordial iniciar con la elaboración de un plan de ordenamiento hídrico específico para la quebrada la Torcaza, teniendo en cuenta la demanda de uso a corto plazo y las posibles afectaciones que generarían la comunidad si se asientan en los márgenes de la quebrada.

Con el fin de evitar que el agua de la quebrada la Torcaza incremente su grado contaminación, se debe implementar mecanismos y/o estrategias para la disminución de cargas contaminantes provenientes de aguas residuales domésticas, agrícolas o pecuarias.

Hasta tanto se inicie la elaboración de proyectos gubernamentales encaminados a la conservación y protección del recurso hídrico de la quebrada de estudio, es necesario crear programas locales de educación ambiental enfocados a la sensibilización con el medio ambiente; y fundamentalmente encaminados a mediano y largo plazo al desarrollo sostenible.

## Bibliografía

- Ackoff, Russell, *Rediseñando el futuro*, México, Noriega Editores, 1992.
- Aguilar, L. (1978) “*La Política Sobre Conservación de los Recursos Naturales*”, Material de enseñanza. Mérida Venezuela. pág. 3-4.
- Álvarez Y. (2013). *Aplicación de la cartografía social como enfoque en la planificación y manejo socio ambiental de cuencas urbanas: el caso de la microcuenca hato de la Virgen, en la ciudad de Ibagué*. Universidad del Tolima.
- ACSABEN.ESP. (2013). *Asociación Comunitaria de servicios de agua y saneamiento básico del corregimiento del Encano Informe*. San Juan de Pasto.
- Bassols A, (1984). Geografía, Subdesarrollo.
- Callicot, J B and Mumford, K. (1997). Ecological Sustainability as a Conservation.
- Castellano, H (2006) *La Planificación del desarrollo sostenible*. Caracas: CENDES Universidad Central de Venezuela.
- Callopin, G. C., & Rijsberman, F. (2000). Three global water scenarios. *International Journal of water*, 13-25. En. Determinación del índice de escasez en la cuenca del río Guachaca en el departamento del Magdalena.
- Centro Nacional del Agua.(2001). *Centro de tratamiento y control de calidad de agua potable*. Santa fe de Bogotá. D.C. CENAGUA.
- Cerón, C. (1993). *Manual de Botánica Ecuatoriana*. Universidad Central del Ecuador, Escuela de Biología. Quito.

Conesa, Vicente. *Auditorias Medioambientales Guía Metodológica*. Ediciones: Mundi – Prensa, Madrid, 1997

Consorcio Consultores del Guamuéz. (1999). *Diagnóstico ambiental de alternativas del proyecto multipropósito Guamuéz*. San Juan de Pasto.

CORPOGUAVIO. *Plan de Ordenamiento y Manejo de las Microcuencas Siecha- Aves y Teusacá, Tributarias del Río Bogotá, Fases Diagnostico, Prospectiva y Formulación – Informe Ejecutivo*.

Corponariño - SISA. (2001). *Plan de manejo ambiental integral humedal RAMSAR, Laguna de la Cocha*. San Juan de Pasto.

Corponariño y Corpoamazonia, (2002). *Plan de manejo del corredor andino amazónico páramo de Bordoncillo – Cerro de Patascocoy, la Cocha, como ecorregión estratégica para los departamentos de Nariño y Putumayo*, pág. 77.

Chapra, S.C., Pelletier, G.J. and Tao, H. (2008). *QUAL2Kw: A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality*, Version 2.04: Documentation and Users Manual. Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University, Medford, MA.

Congreso de la Republica de Colombia. (10 de Marzo de 1998). [Decreto 475 DE 1998] DO: 43259.

Congreso de la Republica de Colombia. (6 de Agosto de 2002). [Artículo 1, Capitulo 1. Disposiciones Generales][Decreto 1729 de 2009] DO: 44893.

Dobles, C., Zúñiga, M. y García, J. (1998). *Investigación en educación: procesos, interacciones y construcciones*. San José: EUNED.

Fals Borda, O. (2009). *Orígenes universales y retos actuales de la IAP (Investigación- Acción Participativa)*. Peripecias. Recuperado el 29 de marzo de 2015 de <http://www.peripecias.com/mundo/599FalsBordaOrigenesRetosIAP.html>.

FAO – ONU. *Análisis socioeconómico y de género SAG*. Manual para el nivel del campo.

García Coll, I., Martínez Otero, A., & Vidriales Chan, G. (2008). *Balance hídrico de la cuenca del río Pixquiac*. Veracruz, México. En. Determinación del índice de escasez en la cuenca del río Guachaca en el departamento del Magdalena.

García M, Sánchez F, Marín R, (2000). *El agua*. Santa fe de Bogotá. D.C. 151.165 p

García, R (2006) *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona (España): Gedisa editorial.

Global Water Parthnership de Centroamérica (1996). 36 p

Recuperado de: <http://www.vialidad.gov.ar/legislacion%20ambiental/matrices1.htm>.  
Diciembre, 2005.

Hernández Sampieri y Mendoza, 2008. *En Metodología de la investigación*. Quinta Edición. (2010). Roberto Hernández Sampieri. 656 pág.

Recuperado de: <http://www.revista.universidaddeguadalajara.mx/>

Recuperado de:

[http://datateca.unad.edu.co/contenidos/303013/Contenido%20en%20Linea/leccin\\_24\\_prospectiva\\_en\\_cuencas\\_hidrogrficas.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/303013/Contenido%20en%20Linea/leccin_24_prospectiva_en_cuencas_hidrogrficas.html)

<http://www.ecoportal.net>, consultada el día 13 de julio de 2009

Hidalgo Santana M., & Mejía Álvarez E. (2010). Diagnóstico de la contaminación por aguas residuales domésticas, cuenca baja de la quebrada la Macana, San Antonio de Prado. Municipio de Medellín, (Trabajo de Grado). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia

IDEAM. (2004). *Metodología para El Cálculo del Índice de Escasez de Agua Superficial*. Bogotá, D.C.p 10.

IDEAM (2008). *Guía técnico científica para la elaboración de planes de ordenamiento de las cuencas hidrográficas en Colombia*. Segunda Versión.

Instituto de Hidrología de España, & Unesco. (1982). *Métodos de cálculo del balance hídrico*. España.

López, J. Moreno, P. (1997). *Guía Operativa para la recogida, almacenamiento y transporte de muestras de aguas subterráneas destinadas al análisis químico y bacteriológico*. Geominera, España.

Lozano G. Zapata, M. & Peña, I.e (2003). Selección del Modelo de Simulación de Calidad de Agua en el Proyecto “*Modelación de Corrientes hídricas Superficiales en el Departamento del Quindío*”. CIDERA Grupo de Investigación, desarrollo y estudio del recurso hídrico y el ambiente, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia.

Marín, J. (2001) Urrá. *El desarrollo sostenido en la violación de los derechos humanos y ambientales*. En: revista Link.Amigos de la tierra Internacional. p.14.

McMichael, A et al. (2003) New Visions for Addressing Sustainability. Science. 302: 1919-1920.

Mendoza, M (1996). *Impacto de la tierra en la calidad del agua de la microcuenca río Sábalos*. Cuenca del río San Juan Turrialba, CR. CATIE 81 p

Miles, M. B. & Huberman, A.M. (1994). *Manejo de datos y métodos de análisis*. Qualitative data analysis: An expanded sourcebook (2a ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.



Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (22 de Julio de 2004) [Resolución 865 de 2004] DO: 45630.

NRC National Research Council (1999) *Our Common Journey*. Washington: National Academy Press.

Procuraduría Delegada para Asuntos Ambientales y Agrarios. (2008). *Situación de los páramos en Colombia frente a la actividad antrópica y el cambio climático*, p. 31.

Programa de Servicios Agrícolas Provinciales (PROSAP). *Programa de riesgo y transformación productiva, Manual de calidad del agua*. Provincia de Tucuman. p.98.

Rapport, (2007) Sustainability science: an EcoHealthperspective. *SustainabilityScience*. 2: 77-94.  
Resolución No. 1096 de 17 de Noviembre de 2000.

Riechmann, J (2006) Biomimesis. *Ensayos sobre imitación de la naturaleza, ecosocialismo y autocontención*. Madrid: Catarata.

Ríos, S. (2004) Caracterización físico química y microbiológica de la quebrada Cuchicute ubicada en los municipios de San Gil y Curití (Trabajo de Grado). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

Rodríguez, J (2007). Guía de elaboración de diagnósticos.


Sánchez U. (2010). Introducción *¿Qué es caracterizar?*. Medellín. Fundación Universitaria del Norte. p.4.

Secretaria de Gestión Ambiental de la Alcaldía Municipal de Pasto & Asociación para el Desarrollo Campesino ADC.(2005). *Línea base para la creación del sistema local de áreas protegidas SILAP – Pasto*. Informe final de consultoría.


- Sepulveda, A. (2009) Diagnóstico ambiental para la quebrada La Colorada ubicada en la vereda La Colorada, en el municipio de Rionegro Santander. (Trabajo de Grado). Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga, Colombia.
- Sheperd, G (2004) *The Ecosystem Approach. Five Steps to Implementation*. Gland (Switzerland): International Union for Conservation of Nature and Natural Resources.
- Stenner P. Stainton R. (2004).Q Methodology and qualiquantology: The example of discriminating between emotions. En Z. Todd, B. Nerlich, S. McKeown y D. Clarke (Eds).
- Tappeiner et al. (2007) Integrating disciplinary research into an interdisciplinary framework: A case study in sustainability research. *Environmental Modeling & Assessment*. 12: 253-256.
- Tobler, W.R. 1970. A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. *Economic Geography*, No. 46. France.
- Todd, Nerlich y McKeown (2004). En: *Metodología de la investigación*, Quinta Edición. (2010). Roberto Hernández Sampieri. p.656.
- Universidad de Pamplona (... ) *Indicadores de la calidad del agua*. Generalidades. Capítulo II. Vargas, Y. (2003). Módulo de laboratorio de aguas. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. P 3.
- Villegas, J (1995). Evaluación de la calidad de agua en la cuenca del río Reventado, Cartago, Costa Rica, bajo el enfoque de indicadores de sostenibilidad Turrialba, CR CATIE 118 p.
- World Resource Institute. (1997). *World Resources*. Washington DC.
- World Water Council. (2003). *The World's water*.
- Zimmermann, Arthur, gestión de cambio organizacional, caminos y herramientas.

**Anexos**

Anexo A. Estaciones de monitoreo quebrada Torcaza No. 1

<b>ES_QB – 1 INICIO QUEBRADA TORCAZA</b>	
<b>MUNICIPIO: PASTO</b>	<b>SECTOR: RURAL</b>
<b>TIPO DE ESTACION: SOBRE QUEBRADA</b>	
<b>FUENTE: QUEBRADA TORCAZA</b>	<b>MARGEN: CAUCE PRINCIPAL</b>
<b>COORDENADAS: N: 991266 W: 621683 msnm: 2947</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	Como primera estación de muestreo se determinó realizar las dos jornadas de muestreo debido a que en esta zona no existe ningún tipo de afectación antrópica según el trabajo de campo que se realizó previamente, otro de los aspectos que se tuvieron en cuenta para justificar este punto de muestreo es que se quiere tener evidencia clara de las condiciones físico químicas en la que se encuentra la quebrada antes de ingresar al sector urbano, con el fin de tener un criterio técnico más fundamentado a la hora de tomar decisiones
<b>REGISTRO FOTOGRAFICO</b>	
	

## Anexo B. Estaciones de monitoreo quebrada Torcaza No. 2


<b>ES_QB – 2 INICIO QUEBRADA TORCAZA DESPUES DE LA BOCATOMA</b>	
<b>MUNICIPIO: PASTO</b>	<b>SECTOR: RURAL</b>
<b>TIPO DE ESTACION: SOBRE QUEBRADA</b>	
<b>FUENTE: QUEBRADA TORCAZA</b>	<b>MARGEN: CAUCE PRINCIPAL</b>
<b>COORDENADAS: N: 991330 W: 620893 msnm: 2853</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	Como segunda estación de muestreo se tiene la quebrada Torcaza después de la bocatoma en este punto se determinó realizar las dos jornadas de muestreo debido a que en esta zona existe afectación antrópica debido a que se presenta la actividad de cría y engorde de truchas, otro de los aspectos que se tuvieron en cuenta para justificar este punto de muestreo es que se quiere tener evidencia clara de las condiciones fisicoquímicas en la que se encuentra la quebrada Torcaza teniendo en cuenta que se evidencia la actividad ganadera.
<b>REGISTRO FOTOGRAFICO</b>	
	

## Anexo C. Estaciones de monitoreo quebrada Torcaza No. 3



<b>ES_QB – 3 Quebrada Torcaza sector Vereda Bella Vista</b>	
<b>MUNICIPIO: PASTO</b>	<b>SECTOR: RURAL</b>
<b>TIPO DE ESTACION: SOBRE QUEBRADA</b>	
<b>FUENTE: QUEBRADA TORCAZA</b>	<b>MARGEN: CAUCE PRINCIPAL</b>
<b>COORDENADAS: N: 991427 W: 620521 msnm: 2827</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	<p>Como tercera estación de muestreo se tiene antes de la vereda Bella vista, en este punto se determinó realizar las dos jornadas de muestreo debido a que en esta zona existe afectación antrópica debido a la descarga directa de aguas residuales domesticas de aproximadamente 25 viviendas de la vereda en mención, debido a que no cuentan con servicio de alcantarillado, otro de los aspectos que se tuvieron en cuenta para justificar este punto de muestreo es que se quiere tener evidencia clara de las condiciones fisicoquímicas en la que se encuentra la quebrada después de pasar por este tramo.</p>
<b>REGISTRO FOTOGRAFICO</b>	
	



## Anexo D. Estaciones de monitoreo quebrada Torcaza No. 4

<b>ES_QB – 4</b>	
<b>QUEBRADA TORCAZA ANTES CONFLUENCIA RIO EL ENCANO</b>	
<b>MUNICIPIO: PASTO</b>	<b>SECTOR: URBANO</b>
<b>TIPO DE ESTACION: SOBRE QUEBRADA</b>	
<b>FUENTE: QUEBRADA TORCAZA</b>	<b>MARGEN: CAUCE PRINCIPAL</b>
<b>COORDENADAS: N: 991497 W: 620228 msnm: 2812</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	<p>Como cuarta estación de muestreo está la zona después del área de influencia de la vereda Bella Vista, en este punto se determinó realizar las dos jornadas de muestreo debido a que en esta zona existe afectación antrópica debido a la descarga directa de aguas residuales domesticas de aproximadamente el 25 viviendas, otro de los aspectos que se tuvieron en cuenta para justificar este punto de muestreo es que se quiere tener evidencia clara de las condiciones fisicoquímicas en la que se encuentra la quebrada antes de la confluencia sobre el Rio el Encano y como es la afectación que tiene sobre esta fuente superficial</p>
<b>REGISTRO FOTOGRAFICO</b>	
	

## Anexo E. Resultados de laboratorio, primer muestreo. (Sitio 1)

 Universidad de Nariño	<b>SECCION DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS</b>	 IDEAM Instituto Colombiano de Higiene y Seguridad Pública			
<b>"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parametros, pH, GRASAS Y ACEITES, SOLIDOS TOTALES, SOLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO, DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"</b>					
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:	<b>2016-05-10</b>	REPORTE No:	<b>LAQ-R-58A-16</b>		
AREA:		<b>LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO Y AGUAS</b>			
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRAS			
Solicitante:	<b>ANDREA OJEDA G</b>	Tipo de Muestra:	<b>AGUA CRUDA</b>		
Dirección:	<b>EL ENCANO</b>	Tipo de Muestreo:	<b>SIMPLE</b>		
Teléfono:	<b>3004721109</b>	Sitio de Toma:	<b>CORREGIMIENTO EL ENCANO</b>		
nit:	<b>1085254069</b>	Responsable del Muestreo:	<b>EXTERNO: ANDREA OJEDA G</b>		
e-mail:	<b>andreojegue@hotmail.com</b>	Fecha de Muestreo:	<b>2016-04-20</b>		
Solicitud No:	<b>LAQ-C-115-16</b>	Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:	<b>2016-04-20</b>		
TIPO DE ANALIS SOLICITADOS		<b>FISICOQUIMICO Y MICROBIOLÓGICO PARCIAL</b>			
<b>Código Muestra</b>		<b>Descripción</b>			
<b>LAQ-137-16</b>		<b>ANTES CONFERENCIA RIO EL ENCANO</b>			
<b>GRIFO DE LA RED BARRIO EL PORVENIR-CLORO RESIDUAL 0,9</b>					
<b>CODIGO MUESTRA</b>	<b>PARAMETRO</b>	<b>METODO</b>	<b>TECNICA</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>FECHA DE ANALISIS</b>
<b>LAQ-137-16</b>					
mg/L	<b>2016-04-22</b>	<b>&lt;10</b>	<b>SOLIDOS SUSPENDIDOS</b>	<b>ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D</b>	<b>GRAVIMETRICA</b>
mg Co / L	<b>2016-04-20</b>	<b>5,10</b>	<b>OXIGENO DISUELTO</b>	<b>ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4900-D-C</b>	<b>AZIDA-TITULOMETRICO</b>
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg O <sub>2</sub> /L	<b>2016-04-20</b>	<b>&lt;2</b>	<b>ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210 - B ASTM 0690-05</b>	<b>LUMINISCENCIA</b>
GRASAS Y ACEITES	mg/L	<b>2016-04-27</b>	<b>10,0</b>	<b>ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5520 - A</b>	<b>GRAVIMETRICA</b>
COLIFORMES TOTALES	uFC/100ml	<b>2016-04-16</b>	<b>300,0</b>	<b>ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - B</b>	<b>FILT. X MEMBRANA</b>
ECHERICHIA COLI	uFC/100ml	<b>2016-04-16</b>	<b>260,0</b>	<b>ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - D</b>	<b>FILT. X MEMBRANA</b>
<b>OBSERVACIONES</b>					
<b>LOS RESULTADO SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA</b>					
<small>PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACION DEL LABORATORIO</small>					
Elaboró:	<b>YANETH. A 2016/04/26</b>	<b>original firmado</b>	<b>original firmado</b>		
Revisó:	<b>2016/05/10 JR</b>	<b>NANCY GALINDEZ</b>	<b>JOHANA RODRIGUEZ</b>		
Bacterióloga Registro No 125		<b>Química PQ -2828 CPQ</b>			
Universidad de Nariño		<b>Universidad de Nariño</b>			
<b>Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia</b>					
Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176					



Anexo F. Resultados de laboratorio, primer muestreo. (Sitio 2)



SECCION DE LABORATORIOS  
INFORME DE RESULTADOS



"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parametros, pH, GRASAS Y ACEITES, SOLIDOS TOTALES, SOLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO, DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"

FECHA EMISION RESULTADOS: 2016-05-10

REPORTE No: LAQ-R-58A-16

AREA:

LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO Y AGUAS

DATOS USUARIO

DATOS MUESTRAS

Solicitante: ANDREA OEJAD G

Tipo de Muestra: AGUA CRUDA

Dirección: EL ENCANO

Tipo de Muestreo: SIMPLE

Teléfono: 3004721109

Sitio de Toma: CORREGIMIENTO EL ENCANO

nit: 1085254069

Responsable del Muestreo: EXTERNO: ANDREA OJEDA G

e-mail: andreojegue@hotmail.com

Fecha de Muestreo: 2016-04-20

Solicitud No: LAQ-C-115-16

Fecha Recepción Muestra en Laboratorio: 2016-04-20

TIPO DE ANALIS SOLICITADOS

FISICOQUIMICO Y MICROBIOLÓGICO PARCIAL

Código Muestra

Descripción

LAQ-137-16

ANTES CONFLERENCIA RIO EL ENCANO

GRIFO DE LA RED BARRIO EL PORVENIR-COLORO RESIDUAL 0,9

CODIGO MUESTRA	PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS
LAQ-137-16					
mg/L	2016-04-22	<10	SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA
mg Co / L	2016-04-20	5,10	OXIGENO DISUELTO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4500-O-C	AZIDA-TITULOMETRICO
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg O2 / L	2016-04-20	<2	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D688-05	LUMINISCENCIA
GRASAS Y ACEITES	mg/L	2016-04-27	10,0	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5520 - A	GRAVIMETRICA
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	2016-04-16	300,0	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - B	FILT. X MEMBRANA
ECHERICHIA COLI	UFC/100ml	2016-04-16	260,0	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - D	FILT. X MEMBRANA

OBSERVACIONES

LOS RESULTADO SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACION DEL LABORATORIO

Elaboró: YANETH. A 2016/04/26

original firmado

original firmado

Revisó: 2016/05/10 JR

NANCY GALINDEZ

JOHANA RODRIGUEZ

Bacterióloga Registro No 125

Química PQ -2828 CPQ

Universidad de Nariño

Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobajo - Telefónos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Anexo G. Resultados de laboratorio, primer muestreo. (Sitio 3)



SECCION DE LABORATORIOS  
INFORME DE RESULTADOS



"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"

FECHA EMISIÓN RESULTADOS: 2016-05-10

REPORTE No: LAQ-R-58A-16

AREA:

LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO Y AGUAS

DATOS USUARIO

DATOS MUESTRAS

Solicitante: ANDREA OJEDA G

Tipo de Muestra: AGUA CRUDA

Dirección: EL ENCANO

Tipo de Muestreo: SIMPLE

Teléfono: 3004721109

Sitio de Toma: CORREGIMIENTO EL ENCANO

Teléfono: 1085254069

Responsable del Muestreo: EXTERNO: ANDREA OJEDA G

nit: andreojeque@hotmail.com

Fecha de Muestreo: 2016-04-20

e-mail: andreojeque@hotmail.com

Fecha Recepción Muestra en Laboratorio: 2016-04-20

Solicitud No: LAQ-C-115-16

TIPO DE ANALIS SOLICITADOS

FISICOQUIMICO Y MICROBIOLÓGICO PARCIAL

Código Muestra

Descripción

LAQ-137-16

ANTES CONFLERENCIA RIO EL ENCANO

GRIFO DE LA RED BARRIO EL PORVENIR-CLORO RESIDUAL 0,9

CODIGO MUESTRA	PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS
LAQ-137-16					
mg/L	2016-04-22	<10	SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22.2540 - D	GRAVIMETRICA
mg Co / L	2016-04-20	5,10	OXIGENO DISUELTO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22.4905-D-C	AZIDA-TITULOMETRICO
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg O2/L	2016-04-20	<2	ESTANDAR METODOS EDICION No 22.5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA
GRASAS Y ACEITES	mg/L	2016-04-27	10,0	ESTANDAR METODOS EDICION No 22.5520 - A	GRAVIMETRICA
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	2016-04-16	300,0	ESTANDAR METODOS EDICION No 22.9222 - B	FILT. X MEMBRANA
ECHERICHIA COLI	UFC/100ml	2016-04-16	260,0	ESTANDAR METODOS EDICION No 22.9222 - D	FILT. X MEMBRANA

OBSERVACIONES

LOS RESULTADO SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACION DEL LABORATORIO

Elaboró: YANETH A 2016/04/26

original firmado

original firmado

Revisó: 2016/05/10 JR

NANCY GALINDEZ

JOHANA RODRIGUEZ

Bacterióloga Registro No 125

Química PQ -2828 CPQ

Universidad de Nariño

Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobajo - Telefónos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Anexo H. Resultados de laboratorio, primer muestreo. (Sitio 4)



Universidad de  
Nariño

SECCION DE LABORATORIOS  
INFORME DE RESULTADOS



"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"

FECHA EMISIÓN RESULTADOS: 2016-05-10

REPORTE No: LAQ-R-58A-16

ÁREA:

LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS

DATOS USUARIO

Solicitante:

ANDREA OJEDA G

Dirección:

EL ENCANO

Teléfono:

3004721109

nit:

1085254069

e-mail

andreojegue@hotmail.com

Solicitud No:

LAQ-C-115-16

DATOS MUESTRAS

Tipo de Muestra:

AGUA CRUDA

Tipo de Muestreo:

SIMPLE

Sitio de Toma:

CORREGIMIENTO EL ENCANO

Responsable del Muestreo:

EXTERNO: ANDREA OJEDA G.

Fecha de Muestreo:

2016-04-20

Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:

2016-04-20

TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS

FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO PARCIAL

Código Muestra

Descripción

LAQ-137-16

ANTES CONFERENCIA RÍO EL ENCANO

GRIFO DE LA RED BARRIO EL PORVENIR-CLORO RESIDUAL 0,9

CODIGO MUESTRA	PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS
LAQ-137-16					
mg/L	2016-04-22	<10	SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2940 - D	GRAVIMETRICA
mg Ca / L	2016-04-20	5,10	OXIGENO DISUELTO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4905-D-C	AZIDA-TITULOMETRICO
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg O <sub>2</sub> / L	2016-04-20	<2	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA
GRASAS Y ACEITES	mg/L	2016-04-27	10,0	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5520 - A	GRAVIMETRICA
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	2016-04-16	300,0	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - B	FILT. X MEMBRANA
ECHERICHIA COLI	UFC/100ml	2016-04-16	260,0	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - D	FILT. X MEMBRANA

OBSERVACIONES

LOS RESULTADO SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACION DEL LABORATORIO

Elaboró:

YANETH. A 2016/04/26

original firmado

original firmado

Revisó:

2016/05/10 JR

NANCY GALINDEZ

JOHANA RODRIGUEZ

Bacterióloga Registro No 125

Química PQ -2828 CPQ



Universidad de Nariño

Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Anexo I. Resultados de laboratorio, segundo muestreo. (Sitio 1)

		SECCION DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS		Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigencia a partir de: 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"					
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2016-09-09		REPORTE No:	
				LAQ-R-126A-16	
ÁREA: LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS					
DATOS USUARIO			DATOS MUESTRAS		
Solicitante: ANDRES SANTACRUZ			Tipo de Muestra: AGUA CRUDA		
Dirección: CALLE 4TA No. 21 -63			Tipo de Muestreo: SIMPLE		
Teléfono: 3013700671			Sitio de Toma: EL ENCANO		
Tel: 1085268484			Responsable del Muestreo: EXTERNO: GERMÁN CARDENAS		
e-mail: andresama@hotmail.com			Fecha de Muestreo: 2016-08-23		
Solicitud No: LAQ-C-608-16			Fecha Recepción Muestra en Laboratorio: 2016-08-23		
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS: FISIQUÍMICO PARCIAL					
Código Muestra LAQ-269-16		Descripción INICIO QUEBRADA TORCAZA			
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANÁLISIS	CODIGO MUESTRA
					LAQ-269-16
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 254E - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2016-08-23	<10
OXÍGENO DISUELT	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 430A-O-C	AZIDA-TITULOMETRICO	mg Co / L	2016-08-23	6,10
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 523D - B A B T N D889-05	LUMINESCENCIA	mg O <sub>2</sub> / L	2016-08-23	<2
GRASAS Y ACEITES	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 530D - A	GRAVIMETRICA	mg/L	2016-08-30	<5
COLIFORMES TOTALES	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9202 - B	FILT. X MEMBRANA	UFC/100ml	2016-08-23	810,0
E. COLI	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9202 - D	FILT. X MEMBRANA	UFC/100ml	2016-08-23	<1
<b>OBSERVACIONES</b>					
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADO SON VALIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACION DEL LABORATORIO

Elaboró: 2016/08/25 CAROLINA Z.  
 Revisó: 2016/09/09 JB

original firmado  
 NANCY GALINDEZ  
 Bacterióloga Registro No 125  
 Universidad de Nariño



original firmado  
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ  
 Química PQ -2828 CPQ  
 Universidad de Nariño

*Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia*

Ciudad Universitaria- Torrejo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 296 Telefax 7314407 - A.A. 1175 y 1176



Anexo J. Resultados de laboratorio, segundo muestreo. (Sitio 2)

 Universidad de Nariño	SECCION DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS		Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigencia a partir de: 2014-06-18		
	"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"			 IDEAM INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS Y ESTÁNDARES INSTITUTO NACIONAL DE ESTÁNDARES Y NORMAS	
FECHA EMISIÓN RESULTADOS: 2016-09-09		REPORTE No:	LAQ-R-126B-16		
AREA: LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO Y AGUAS					
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRAS			
Solicitante: ANDRES SANTACRUZ	Tipo de Muestra: AGUA CRUDA				
Dirección: CALLE 4TA No. 21 -63	Tipo de Muestreo: SIMPLE				
Teléfono: 3013700671	Sitio de Toma: EL ENCANO				
nit: 1085268484	Responsable del Muestreo: EXTERNO: GERMÁN CARDENAS				
e-mail: anrisama@hotmail.com	Fecha de Muestreo: 2016-08-23				
Solicitud No: LAQ-C-60B-16	Fecha Recepción Muestra en Laboratorio: 2016-08-23				
TIPO DE ANALISIS SOLICITADOS		FISICOQUIMICO PARCIAL			
Código Muestra		Descripción			
LAQ-270-16		ANTES VEREDA BELLAVISTA, EL ENCANO			
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA
					LAQ-270-16
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2016-08-25	<10
OXIGENO DISUELTUO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4590-D-C	AZIDA-TITULOMETRICO	mg Co / L	2016-08-23	4,6
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D608-05	LUMINISCENCIA	mg O <sub>2</sub> / L	2016-08-25	<2
GRASAS Y ACEITES	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5520 - A	GRAVIMETRICA	mg/L	2016-08-30	<5
COLIFORMES TOTALES	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - B	FILT. X MEMBRANA	UFC/100ml	2016-08-23	1800,0
ECHERICHIA COLI	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - D	FILT. X MEMBRANA	UFC/100ml	2016-08-23	3
<b>OBSERVACIONES</b>					
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADO SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACION DEL LABORATORIO

Elaboró: 2016/08/25 CAROLINA Z.  
 Revisó: 2016/09/09 JR



original firmado  
 NANCY GALINDEZ  
 Bacterióloga Registro No 125  
 Universidad de Nariño

original firmado  
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ  
 Química PQ -2828 CPQ  
 Universidad de Nariño

*Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia*

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Anexo K. Resultados de laboratorio, segundo muestreo. (Sitio 3)

		<b>SECCION DE LABORATORIOS</b> <b>INFORME DE RESULTADOS</b>		C. Quijano, LDC- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de: 2014-06-18	
<b>"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"</b>					
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2016-09-09		REPORTE No:	
				LAQ-R-126C-16	
AREA: <b>LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO Y AGUAS</b>					
DATOS USUARIO			DATOS MUESTRAS		
Solicitante:	ANDRES SANTACRUZ		Tipo de Muestra:	AGUA CRUDA	
Dirección:	CALLE 4TA No. 21 -63		Tipo de Muestreo:	SIMPLE	
Teléfono:	3013700671		Sitio de Toma:	EL ENCANO	
nit:	1085268484		Responsable del Muestreo:	EXTERNO: GERMÁN CARDENAS	
e-mail:	anrisama@hotmail.com		Fecha de Muestreo:	2016-08-23	
Solicitud No:	LAQ-C-608-16		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:	2016-08-23	
TIPO DE ANALISIS SOLICITADOS			FISICOQUIMICO PARCIAL		
Código Muestra		Descripción			
LAQ-271-16		DESPUES VEREDA BELLAVISTA, EL ENCANO			
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA
					LAQ-271-16
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2546 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2016-08-25	<10
OXIGENO DISUELT	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4506-O-C	AZIDA-TITULOMETRICO	mg Co / L	2016-08-23	6,8
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5216 - B ASTM D688-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2016-08-25	<2
GRASAS Y ACEITES	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5526 - A	GRAVIMETRICA	mg/L	2016-08-30	7,0
COLIFORMES TOTALES	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - B	FILT. X MEMBRANA	UPC/100ml	2016-08-23	2600,0
EHECHICIA COLI	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - D	FILT. X MEMBRANA	UPC/100ml	2016-08-23	40
<b>OBSERVACIONES</b>					
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADO SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACION DEL LABORATORIO

Elaboró: 2016/08/25 CAROLINA Z.  
 Revisó: 2016/09/09 JR


original firmado  
 NANCY GALINDEZ  
 Bacterióloga Registro No 125  
 Universidad de Narino

original firmado  
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ  
 Química PQ -2828 CPQ  
 Universidad de Narino

*Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia*

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Anexo L. Resultados de laboratorio, segundo muestreo. (Sitio 4)

 <p>Universidad de Nariño</p>	SECCION DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS				Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 vigente a partir de 2014-05-19
	"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parametros, pH, GRASAS Y ACEITES, SOLIDOS TOTALES, SOLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO, DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"				
FECHA EMISION RESULTADOS:		2016-09-09	REPORTE No:	LAQ-R-126D-16	
AREA: LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO Y AGUAS					
DATOS USUARIO			DATOS MUESTRAS		
Solicitante:	ANDRES SANTACRUZ		Tipo de Muestra:	AGUA CRUDA	
Dirección:	CALLE 4TA No. 21 -63		Tipo de Muestreo:	SIMPLE	
Teléfono:	3013700671		Sitio de Toma:	EL ENCANO	
nit:	1085268484		Responsable del Muestreo:	EXTERNO: GERMÁN CARDENAS	
e-mail:	anrisama@hotmail.com		Fecha de Muestreo:	2016-08-23	
Solicitud No:	LAQ-C-60B-16		Fecha Recpción Muestra en Laboratorio:	2016-08-23	
TIPO DE ANALIS SOLICITADOS			FISICOQUIMICO PARCIAL		
Código Muestra LAQ-272-16		Descripción ANTES, RIO EL ENCANO			
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA
					LAQ-272-16
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2016-08-25	<10
OXIGENO DISUELTO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4600-O-C	AZIDA-TITULOMETRICO	mg Co / L	2016-08-25	6
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2016-08-23	<2
GRASAS Y ACEITES	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5520 - A	GRAVIMETRICA	mg/L	2016-08-23	<5
<b>OBSERVACIONES</b>					
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS		

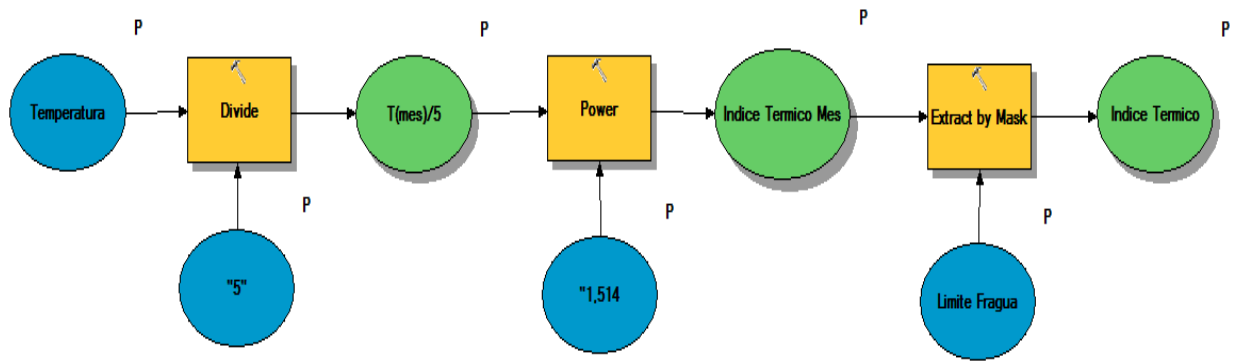
LOS RESULTADO SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACION DEL LABORATORIO

Anexo M. Regresiones lineales para relleno de estadísticas de precipitación

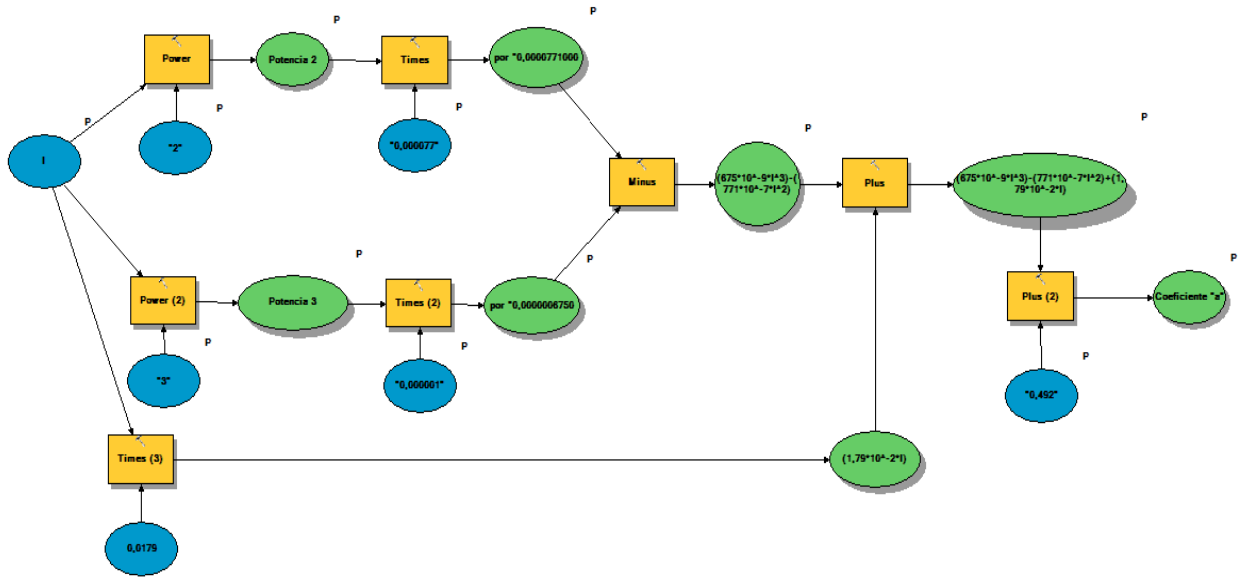
AÑO	ID	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X		
		ENERO	ENERO	FEBRERO	FEBRERO	MARZO	MARZO	ABRIL	ABRIL	MAYO	MAYO	JUNIO	JUNIO	JULIO	JULIO	AGOSTO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	DICIEMBRE
2006	1	134,3	112,8	67,2	94,0	150,1	115,7	166,4	151,1	147,0	106,8	205,4	198,6	156,8	132,8	112,2	110,8	142,1	132,0	114,1	85,1	121,5	120,5	162,6	109,1
2007	2	64,0	61,2	29,044	47,0	158,7	164,6	132,3	167,9	191,0	147,3	308,9	326,2	156,5	130,2	230,0	205,5	168,5	151,9	163,6	135,3	172,1	138,6	225,4	176,6
2008	3	92,9	79,3	157,2	150,3	99,9	87,7	140,6	97,8	182,3	160,3	246,7	237,0	226,8	263,9	104,8	93,5	126,7	122,3	166,4	139,3	73,7	95,2	106,6	98,1
2009	4	160,6	137,2	109,8	102,2	165,5	132,5	176,1	166,9	177,1	136,3	221,8	188,3	262,1	272,6	178,5	196,6	95,5	95,1	128,0	87,8	57,0	63,4	91,1	72,7
2010	5	33,4	27,8	132,6	99,3	195,0	163,5	240,4	227,7	101,9	93,5	179,5	148,1	135,7	119,8	119,6	99,5	120,3	96,4	119,7	113,7	86,1	156,0	46,8	55,4
2011	6	86,5	100,9	95,0	85,5	162,3	150,9	160,7	168,6	222,4	184,4	149,5	146,6	195,0	176,9	96,6	78,4	159,5	134,9	86,7	80,9	87,9	104,1	149,6	165,7
2012	7	142,2	152,9	144,3	143,4	275,0	249,1	149,9	142,5	159,0	167,7	175,4	159,4	242,9	211,7	122,4	113,9	70,9	69,5	85,9	63,7	85,0	90,3	85,0253573	101,6
2013	8	42,8	53,7	156,8	175,9	134,7	143,1	114,3	106,8	224,6	211,4	121,9	118,0	286,3	242,1	199,0	167,2	130,0	91,7	139,7	117,1	73,0	71,1	116,5	120,0
2014	9	96,8	100,0	70,8	57,3	119,8	126,6	141,947	175,6	117,491	233,2	171,413	299,9	171,302	217,4	123,811	138,5	111,691594	113,9	105,9614	155,9	66,8473226	89,2	99,5675544	113,0
2015	10	109,437	178,8	35,5089	52,4	115,46	120,9	118,654	140,2	135,712	176,7	162,332	216,9	180,11	245,3	93,6799	109,9	31,7058285	54,5	98,98354	94,9	89,8237566	133,7	8,61504105	41,7

Anexo N. Modelo, índice Térmico

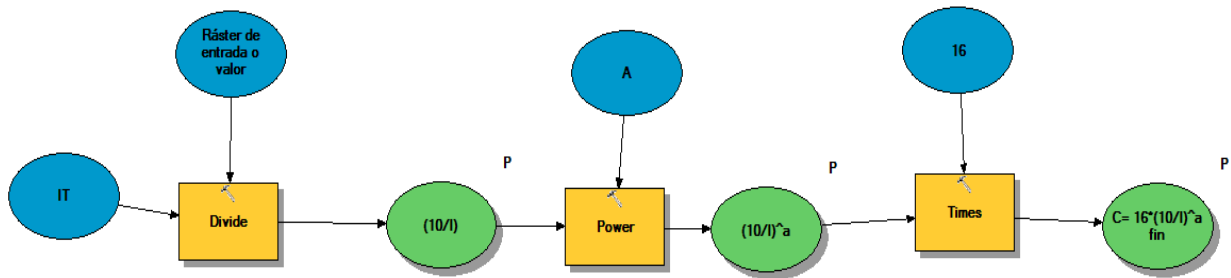




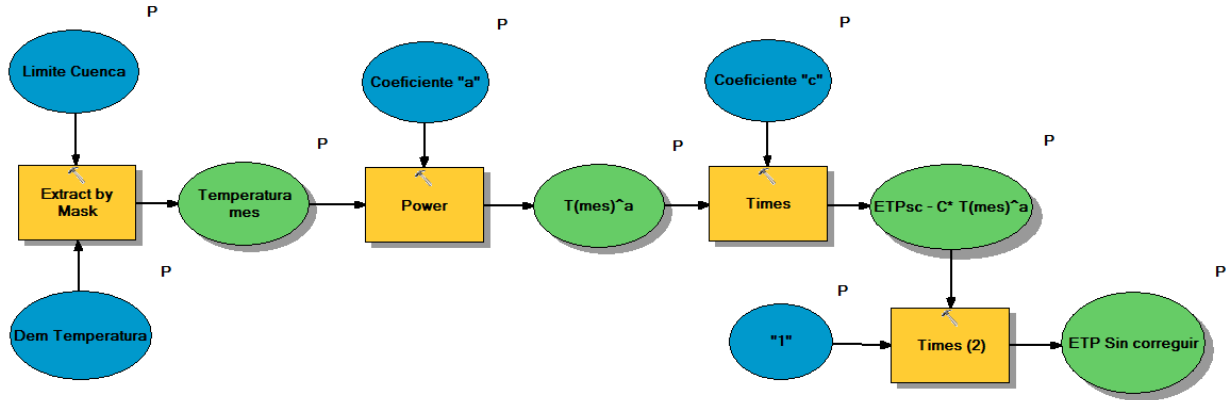
Anexo O. Coeficiente A



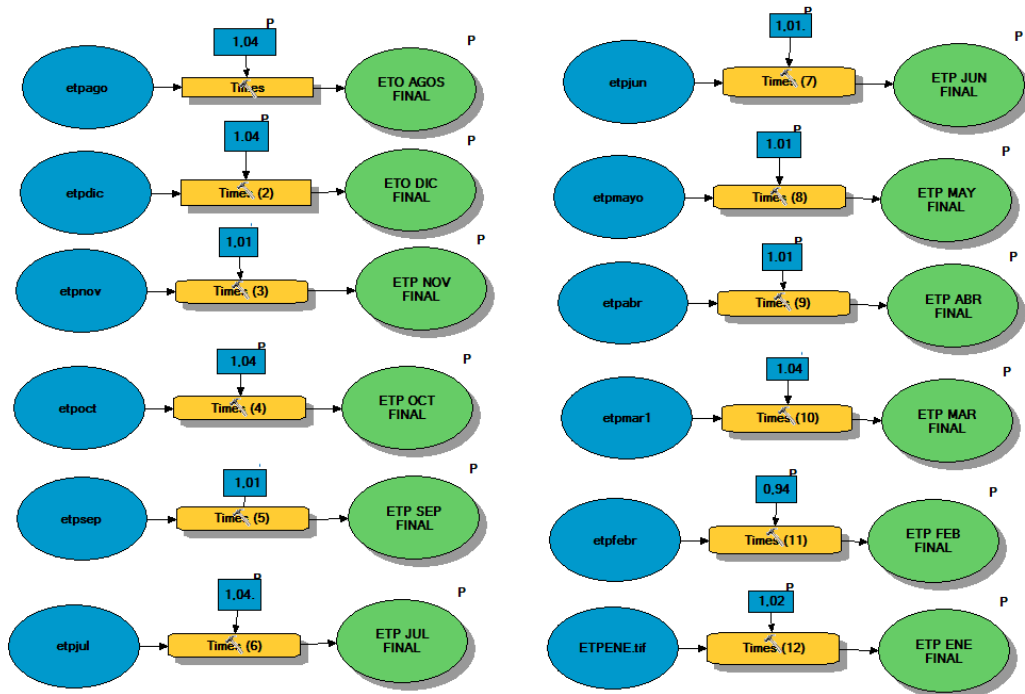
Anexo P. Coeficiente C



### Anexo Q. ETP sin corregir



### Anexo R. ETP Corregida latitud





Anexo U. Ejemplo Hoja de Cálculo de Posición y Elevación de Elementos Computacionales

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled 'QUAL2W'. The main data table is 'Reach Data' with the following columns: Reach Label, Elevation, Station, Reach Length, Cross-section, Invert, Openness, Elevation, Discharge, Latitude, Longitude, and Area. The table contains 27 rows of data for different reaches, with values ranging from station 57 to 32 and elevations from 3871.0042 to 3878.8008.

Anexo V. Ejemplo Hoja De Cálculo De Parámetros Hidráulicos de la Corriente

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled 'Hydraulic Model (Wink Overlaid Rating Curve; Rating Curve Overlaid Manning Formula)'. The main data table is a grid of hydraulic parameters for various reaches. The columns include: Height (ft), Velocity (ft/s), Depth (ft), Channel Slope, Manning's n, Side Slope, Prescribed Discharge (cfs), Bottom Coverage, Bottom Elevation, Prescribed Discharge (m³/s), and Prescribed Discharge (m³/s). The table contains 27 rows of data, with values ranging from velocity 0.7800 to 0.9800 and depth 2.1830 to 2.1830.





Anexo Z. Modelación del agua de la quebrada la Torcaza corregimiento del Encano; escenario actual

DISTANCIA	DISTANCIA	OD SIN TRATAMIENTO	SST SIN TRATAMIENTO	DBO5 SIN TRATAMIENTO	COLIFORMES FECALIS SIN TRATAMIENTO	COLIFORMES TOTALES SIN TRATAMIENTO	GRASAS Y ACEITES SIN TRATAMIENTO		
0	0	5,1	10	2	100	200	5		
100	1	5,1	10	2	100	200	5		
200	2	5,1	10	2	100	200	5		
300	3	5,1	10	2	100	200	5		
400	4	5,1	10	2	118	286	5		
500	5	5,1	10	2	179	297	5		
600	6	5,1	10	2	240	307	5		
700	7	5,1	10	2	301	368	5		
800	8	5,1	10	2	362	429	5		
900	9	5,1	10	2	322	489	5		
1000	10	5,1	10	2	329	550	5		
1100	11	5,1	10	2	387	611	10,00		
1200	12	5,1	10	2	411	671	10,08		
1300	13	5,1	10	2	444	732	10,76		
1400	14	5,1	10	2	476	793	11,44		
1500	15	5,1	10	2	509	853	12,12		
1600	16	3,73	16,44	4,77	2123,00	2879,00	12,80		
1700	17	3,70	16,42	4,76	2341	2999	13,48		
1800	18	3,67	14,90	4,75	2559,00	3119,00	12,98		
1900	19	3,64	14,70	4,74	2777,00	3239	12,74		
2000	20	3,61	14,50	4,73	2995	3359,00	12,33		
2100	21	3,63	14,30	4,72	3213,00	3479	11,96		
2200	22	3,65	14,10	4,71	3431,00	3599,00	11,59		
2300	23	3,69	13,90	4,70	3649,00	3719	11,22		
2400	24	4,18	13,70	4,69	3867	3839,00	10,85		
2500	25	4,31	13,50	3,4	4085,00	3959	10,48		
2600	26	4,49	13,30	3,33	4303,00	4079,00	10,11		
2700	27	4,64	13,10	3,3	4521	4199	9,74		
2800	28	4,79	12,90	3,29	4739,00	4319,00	9,37		
2900	29	4,95	12,70	3,3	4957,00	4439	9,00		
3000	30	5,10	12,50	3,25	5175,00	4559,00	8,63		
3100	31	5,12	12,30	3,2	5393	4679	8,26		
3200	32	5,13	12,10	3,21	5611,00	4799,00	7,89		
3300	33	5,14	11,90	3,2	5981,0	4919	7,52		
3400	34	5,15	11,70	3,17	6149,00	5039,00	7,15		
3500	35	5,16	11,50	3,2	6317,0	5159	6,78		
3600	36	5,17	10,0	2,00	6485,00	5279,00	5,00		
3700	37	5,18	10,0	2,00	6653,0	5399	5,00		
3800	38	5,19	10,0	2,00	6821,00	5519,00	5,00		
3900	39	5,20	10,0	2,00	6989,0	5639	5,00		
4000	40	5,21	10,0	2,00	7157,00	5759,00	5,00		
4100	41	5,22	10,0	2,00	7325,0	5879	5,00		
4200	42	5,23	10,0	2,00	7493,00	5999,00	5,00		
4300	43	5,24	10,0	2,00	7661,0	6119	5,00		
4400	44	5,25	10,0	2,00	7669,00	6239,00	5,00		
4500	45	5,26	10,0	2,00	7677,0	6359	5,00		
4600	46	5,27	10,0	2,00	7685,00	6479,00	5,00		
4700	47	5,28	10,0	2,00	7693,0	6599	5,00		
4800	48	5,29	10,0	2,00	7701,00	7701,00	5,00		
4900	49	5,30	10,0	2,00	7709,0	7709,0	5,00		
5000	50	5,31	10,0	2,00	7717,00	7717,00	5,00		
5100	51	5,32	10,0	2,00	7725,0	7725,0	5,00		
5200	52	5,33	10,0	2,00	7733,00	7733,00	5,00		
5300	53	5,34	10,0	2,00	7741,0	7741,0	5,00		
5400	54	5,35	10,0	2,00	7749,00	7749,00	5,00		
5500	55	5,36	10,0	2,00	7757,0	7757,0	5,00		
5600	56	5,37	10,0	2,00	7765,00	7765,00	5,00		
5700	57	5,38	10,0	2,00	7773,0	7773,0	5,00		
5800	58	5,39	10,0	2,00	7781,00	7781,00	5,00		
5900	59	5,40	10,0	2,00	7789,0	7789,0	5,00		
6000	60	5,41	10,0	2,00	7797,00	7797,00	5,00		
6100	61	5,42	10,0	2,00	7805,0	7805,0	5,00		
6200	62	5,43	10,0	2,00	7813,00	7813,00	5,00		
6300	63	5,44	10,0	2,00	7821,0	7821,0	5,00		
6400	64	5,45	10,0	2,00	7829,00	7829,00	5,00		
6500	65	5,46	10,0	2,00	7837,0	7837,0	5,00		
6600	66	5,47	10,0	2,00	7845,00	7845,00	5,00		
6700	67	5,48	10,0	2,00	7853,0	7853,0	5,00		
6800	68	5,49	10,0	2,00	7861,00	7861,00	5,00		
6900	69	5,50	10,0	2,00	7869,0	7869,0	5,00		
7000	70	5,51	10,0	2,00	7877,00	7877,00	5,00		





Anexo AA. Modelación del agua de la quebrada la Torcaza corregimiento del Encano; escenario actual

DISTANCIA	DISTANCIA	OD CON TRATAMIENTO	SST CON TRATAMIENTO	DBOS CON TRATAMIENTO	COLIFORMES FECALES CONTRATAMIENTO	COLIFORMES TOTALES CON TRATAMIENTO	GRASAS Y ACEITES CON TRATAMIENTO				
0	0	5,1	10	2	100	200	5				
100	1	5,1	10	2	100	200	5				
200	2	5,1	10	2	100	200	5				
300	3	5,1	10	2	100	200	5				
400	4	5,1	10	2	100	200	5				
500	5	5,1	10	2	100	200	5				
600	6	5,1	10	2	100	200	5				
700	7	5,1	10	2	100	200	5				
800	8	5,1	10	2	100	200	5				
900	9	5,1	10	2	100	200	5				
1000	10	5,1	10	2	100	200	5				
1100	11	5,1	10	2	100	200	5				
1200	12	5,1	10	2	100	200	5				
1300	13	5,1	10	2	100	200	5				
1400	14	5,1	10	2	100	200	5				
1500	15	5,1	10	2	100	200	5				
1600	16	4,88	11,44	2,77	623,00	879,00	7,80				
1700	17	4,87	11,42	2,76	641	999	7,48				
1800	18	4,86	11,90	2,75	659,00	1119,00	7,98				
1900	19	4,85	11,70	2,74	677	1239,00	7,93				
2000	20	4,84	11,50	2,73	695,00	1359	8,02				
2100	21	4,83	11,30	2,72	713,00	1479,00	8,11				
2200	22	4,82	11,10	2,71	731	1599,00	8,20				
2300	23	4,81	10,90	2,70	749,00	1719	8,29				
2400	24	4,80	10,70	2,69	767	1839,00	8,29				
2500	25	4,79	10,50	2,68	785,00	1959,00	8,28				
2600	26	4,78	10,30	2,67	803	2079	8,27				
2700	27	4,77	10,10	2,66	821,00	2199,00	8,26				
2800	28	5,63	9,90	2,65	839	2319,00	8,25				
2900	29	5,65	9,70	2,64	857,00	2439	6,00				
3000	30	5,68	9,50	2,63	875,00	2559,00	5,63				
3100	31	5,71	9,30	2,62	893	2679,00	5,26				
3200	32	5,74	9,10	2,61	911,00	2799	5,00				
3300	33	5,77	8,90	2,60	929	2919,00	5,00				
3400	34	5,80	8,70	2,59	947,00	3039,00	5,00				
3500	35	5,83	8,50	2,58	965	3159	5,00				
3600	36	5,86	8,0	2,00	983,00	3279,00	5,00				
3700	37	5,89	8,0	2,00	1001	3399,00	5,00				
3800	38	5,92	8,0	2,00	1019,00	3519	5,00				
3900	39	5,95	8,0	2,00	1037	3639,00	5,00				
4000	40	5,98	8,0	2,00	1055,00	3759,00	5,00				
4100	41	6,01	8,0	2,00	1055,00	3879	5,00				
4200	42	6,00	8,0	2,00	1037	3999,00	5,00				
4300	43	6,00	8,0	2,00	1019,00	4119,00	5,00				
4400	44	6,00	8,0	2,00	1001,00	4239	5,00				
4500	45	6,00	8,0	2,00	983	4359,00	5,00				
4600	46	6,00	8,0	2,00	983	4479,00	5,00				
4700	47	6,00	8,0	2,00	983	4478	5,00				
4800	48	6,00	8,0	2,00	983	4477,00	5,00				
4900	49	6,00	8,0	2,00	983	4476	5,00				
5000	50	6,00	8,0	2,00	983	4475,00	5,00				
5100	51	6,00	8,0	2,00	983	4474	5,00				
5200	52	6,00	8,0	2,00	983	4473,00	5,00				
5300	53	6,00	8,0	2,00	983	4472	5,00				
5400	54	6,00	8,0	2,00	983	4471,00	5,00				
5500	55	6,00	8,0	2,00	983	4470	5,00				
5600	56	6,00	8,0	2,00	983	4469,00	5,00				
5700	57	6,00	8,0	2,00	983	4468	5,00				
5800	58	6,00	8,0	2,00	983	4467,00	5,00				
5900	59	6,00	8,0	2,00	983	4466	5,00				
6000	60	6,00	8,0	2,00	983	4465,00	5,00				
6100	61	6,00	8,0	2,00	983	4464	5,00				
6200	62	6,00	8,0	2,00	983	4463,00	5,00				
6300	63	6,00	8,0	2,00	983	4462	5,00				
6400	64	6,00	8,0	2,00	983	4461,00	5,00				
6500	65	6,00	8,0	2,00	983	4460	5,00				
6600	66	6,00	8,0	2,00	983	4459,00	5,00				
6700	67	6,00	8,0	2,00	983	4458	5,00				
6800	68	6,00	8,0	2,00	983	4457,00	5,00				
6900	69	6,00	8,0	2,00	983	4456	5,00				
7000	70	6,00	8,0	2,00	983	4455,00	5,00				

ASIMILACION DE CARGA CONTAMINANTE PREVIA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES CON STAR

