

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		1(73)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	JUAN DAVID MOLINA SANTIAGO FREDDY ANTONIO CASTRO SUAREZ		
FACULTAD	CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA AMBIENTAL		
DIRECTOR	WILSON ANGARITA CASTILLA		
TÍTULO DE LA TESIS	DETERMINACION DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE PARAMETROS FISICO QUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN LA MICRO CUENCA QUEBRADA LA ESTANCIA EN GONZALEZ, CESAR		
RESUMEN (70 palabras aproximadamente)			
<p>EL PRESENTE ESTUDIO ES EL RESULTADO DE UNA INVESTIGACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE PARÁMETROS FÍSICOS QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN LA MICROCUENCA QUEBRADA LA ESTANCIA, UBICADA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ CESAR. ESTA INVESTIGACIÓN ES DE GRAN IMPORTANCIA PUESTO QUE SE DETERMINA SI EL AGUA DE LA MENCIONADA MICROCUENCA CUMPLE CON LOS PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS ESTABLECIDOS EN LA RESOLUCIÓN 631 DEL 2015, DECRETO 1594 DEL 1984, DECRETO 3930 DEL 2010 Y EL DECRETO 475 DE 1998.</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 73	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM: 1



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL. OCAÑA N. DE S.
Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufpso.edu.co



**DETERMINACION DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE PARAMETROS
FISICO QUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS EN LA MICRO CUENCA
QUEBRADA LA ESTANCIA EN GONZALEZ, CESAR**

**JUAN DAVID MOLINA SANTIAGO
FREDDY ANTONIO CASTRO SUAREZ**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
PLAN DE ESTUDIOS INGENIERIA AMBIENTAL
OCAÑA
2015**

**DETERMINACION DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE PARAMETROS
FISICO QUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS EN LA MICRO CUENCA
QUEBRADA LA ESTANCIA EN GONZALEZ, CESAR**

**JUAN DAVID MOLINA SANTIAGO
FREDDY ANTONIO CASTRO SUAREZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de ingeniero
ambiental**

**Director
WILSON ANGARITA CASTILLA
Ingeniero ambiental**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
PLAN DE ESTUDIOS INGENIERIA AMBIENTAL
OCAÑA
2015**

CONTENIDO

	Pág.
<u>INTRODUCCIÓN</u>	11
<u>1. DETERMINACION DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE PARAMETROS FISICO QUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS EN LA MICRO CUENCA QUEBRADA LA ESTANCIA EN GONZALES CESAR</u>	12
<u>1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</u>	12
<u>1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</u>	13
<u>1.3 OBJETIVOS</u>	13
1.3.1 General	13
1.3.2 Específicos	13
<u>1.4 JUSTIFICACIÓN</u>	13
<u>1.5 DELIMITACIONES</u>	14
1.5.1 Conceptual	14
1.5.2 Operativa	14
1.5.3 Temporal	14
1.5.4 Geográfica	14
<u>2. MARCO REFERENCIAL</u>	15
<u>2.1 MARCO HISTÓRICO</u>	15
<u>2.2 MARCO TEÓRICO</u>	17
<u>2.3 MARCO CONCEPTUAL</u>	22
<u>2.4 MARCO CONTEXTUAL</u>	29
<u>2.5 MARCO LEGAL</u>	31
<u>3. METODOLOGÍA</u>	33
<u>3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN</u>	33
<u>3.2 POBLACIÓN</u>	33
<u>3.3 MUESTRAS</u>	33
<u>3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN</u>	33
3.4.1 Etapa 1. Georeferenciación.	33
3.4.2 Etapa 2	33
3.4.3 Etapa 3	34
3.4.4 Técnica de recolección secundaria.	35
3.4.5 Procesamiento y análisis de la información	35
<u>4. ASPECTOS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO</u>	36
<u>4.1 LOCALIZACIÓN</u>	36
4.1.1 Mapa hidrológico microcuenca quebrada la estancia	36

<u>4.2 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA</u>	37
4.2.1 Geomorfología	37
4.2.2 Suelos	37
4.2.3 Pendientes	37
4.2.4 Amenazas	37
4.2.5 Riesgos	38
4.2.6 Hidrología	38
4.2.7 Zonas de vida	38
4.2.8 Faunas	39
4.2.9 Datos de caudales	40
<u>5. RESULTADOS Y DISCUSIONES</u>	41
<u>5.1 DETERMINAR LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS EN LA MICROCUENCA QUEBRADA LA ESTANCIA, (COLOR, PH, DUREZA, TURBIEDAD, CONDUCTIVIDAD, ALCALINIDAD, OXÍGENO DISUELTO, DBO5, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, NITRITOS, NITRATOS, SULFATOS, HIERRO TOTAL)</u>	41
<u>5.2 DETERMINAR LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS (COLIFORMES FECALES COLIFORMES TOTALES) DEL AGUA EN LA MICROCUENCA QUEBRADA LA ESTANCIA MEDIANTE EL MÉTODO DE FILTRACIÓN POR MEMBRANA</u>	47
<u>5.3 DESARROLLO DE LOS ÍNDICES PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA (ICA) PRESENTES EN LA MICROCUENCA QUEBRADA LA ESTANCIA</u>	48
<u>6. CONCLUSIONES</u>	53
<u>7. RECOMENDACIONES</u>	54
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	55
<u>REFERENCIAS DOCUMENTALES ELECTRÓNICAS</u>	57
<u>ANEXOS</u>	58

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Descripción de las pendientes	37
Cuadro 2. Especies florísticas asociadas a la microcuenca quebrada la estancia	38
Cuadro 3. Nombre científico y nombre común de la fauna perteneciente a la microcuenca quebrada la estancia	39
Cuadro 4. Descripción de los recursos hídricos del municipio de Gonzales	40
Cuadro 5. Resultados alcalinidad microcuenca quebrada la estancia	41
Cuadro 6. Resultados color microcuenca quebrada la estancia	41
Cuadro 7. Resultados conductividad microcuenca quebrada la estancia	42
Cuadro 8. Resultado dureza microcuenca quebrada la estancia	42
Cuadro 9. Resultados hierro total microcuenca quebrada la estancia	43
Cuadro 10. Resultados nitratos microcuenca quebrada la estancia	43
Cuadro 11. Resultados nitritos microcuenca quebrada la estancia	44
Cuadro 12. Resultados oxígeno disuelto microcuenca quebrada la estancia	44
Cuadro 13. Resultados pH (potencial de hidrogeno) microcuenca quebrada la estancia	44
Cuadro 14. Resultado sulfatos microcuenca quebrada la estancia	45
Cuadro 15. Resultados turbiedad microcuenca quebrada la estancia	46
Cuadro 16. Resultados DBO ₅ (demanda bioquímica de oxígeno) microcuenca quebrada la estancia	46
Cuadro 17. Resultados de SST (solidos suspendidos totales) microcuenca quebrada la estancia	46
Cuadro 18. Resultados Coliformes fecales microcuenca quebrada la estancia	47
Cuadro 19. Resultados Coliformes totales microcuenca quebrada la estancia	47
Cuadro 20. Calificación de los índices de contaminación	50
Cuadro 21. Registro de caudales realizados en la microcuenca quebrada la estancia en el año 2015	51
Cuadro 22. Comparación de caudales realizado en los años 1997 - 2015	51

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Primer punto de muestreo 200 metros arriba de la bocatoma.	59
Anexo 2. Recolección de las muestras de agua primer punto 200 metros arriba de la bocatoma.	59
Anexo 3. Segundo punto de muestreo 500 metros abajo de la bocatoma.	60
Anexo 4. Toma de muestras 500 metros abajo de la bocatoma.	60
Anexo 5. Tercer Punto de muestreo 1000 metros abajo de la bocatoma.	61
Anexo 6. Toma de muestras tercer Punto de muestreo 1000 abajo de la bocatoma.	61
Anexo 7. Preservación de las muestras.	62
Anexo 8. Bocatoma.	62
Anexo 9. Desarenador	63
Anexo 10. Tanque de almacenamiento de agua.	63
Anexo 11. Resultados muestras de agua en el laboratorio Punto 1, 200 metros Arriba de la bocatoma.	64
Anexo 12. Resultados de las muestras de agua en el laboratorio Punto 2, 500 metros abajo de la bocatoma parte media de la microcuenca.	65
Anexo 13. Resultados de las muestras de agua en el laboratorio Punto 3, 1000 metros abajo de la bocatoma.	66
Anexo 14. Resultados muestra de agua en el laboratorio Punto 1, 200 metros Arriba de la bocatoma.	67
Anexo 15. Resultados muestra de agua en el laboratorio Punto 2, 500 metros abajo de la bocatoma parte media de la microcuenca.	68
Anexo 16. Resultados de las muestras de agua en el laboratorio, Punto 3, 1000 metros abajo de la bocatoma.	69
Anexo 17. Resultados muestras de agua en el laboratorio Punto 1, 200 metros Arriba de la bocatoma.	70
Anexo 18. Resultados muestras de agua en el laboratorio Punto 2, 500 metros abajo de la bocatoma, parte media de la microcuenca.	71
Anexo 19. Resultados muestras de agua en el laboratorio Punto 3, 1000 metros abajo de la bocatoma.	72
Anexo 20. Resultados muestras de agua en el laboratorio en el tanque de almacenamiento de agua domiciliaria.	73

RESUMEN

El presente estudio es el resultado de una investigación titulada determinación de la calidad del agua mediante parámetros físico químicos y microbiológicos en la microcuenca quebrada la estancia en González cesar.

Esta investigación es de gran importancia ya que este proyecto tiene como propósito determinar si el agua de la microcuenca quebrada la estancia ubicada en el municipio de Gonzales cesar, cumple con los parámetros físico químicos y microbiológicos establecidos en la resolución 631 del 2015, decreto 1594 del 1984, decreto 3930 del 2010 y el decreto 475 de 1998, para ello se realizaron cuatro muestreos tres de ellos ubicados en diferentes puntos de la microcuenca y uno en el tanque de almacenamiento domiciliario, para el análisis de las muestras de agua realizadas en la microcuenca quebrada la estancia serán analizadas en el laboratorio de aguas de la universidad francisco de paula Santander Ocaña se utilizaron pruebas fotométricas y titulométricas para los parámetros físico químicos y para los análisis microbiológicos se empelo el método de filtración por membrana, los resultados obtenidos evidenciaron que algunas de las muestras de agua cumple con el valor máximo permisible, y algunas sobrepasan los límites contemplados en la normatividad antes mencionada

El estudio nos aporta un gran resultado nos diagnostica el estado actual en que se encuentra la microcuenca quebrada la estancia indicándonos que el agua mediante la planta de tratamiento convencional que poseen los acueductos de los corregimientos de san isidro y potrero no es apta para consumo humano independientemente de los diferentes factores que están influyendo en la disminución de su caudal.

INTRODUCCION

El agua es un recurso natural y esencial para la supervivencia de los seres vivos, incluyendo a los seres humanos y sin ella los animales y los seres vivos no podrían vivir, pero además es un recurso indispensable para las actividades que el hombre realiza tales como la industria, agricultura y ganadería. En Colombia a diferencia de muchas naciones del mundo posee un rico y amplio patrimonio natural de recursos hídricos que cada día se ven más amenazados por la contaminación de distintas actividades sobre las fuentes hídricas es por eso que asegurar las condiciones de la calidad del agua y el acceso de agua potable constituye una de las necesidades básicas del ser humano, es considerado un factor muy importante en materia de salud.

El presente proyecto se realizara en la microcuenca quebrada la estancia la cual hace parte de la zona estratégica que surte el sistema de acueducto de los corregimientos de san isidro y potrero, esta es una de las microcuencas más importantes del municipio, su nacimiento se encuentra en el sitio llamado como el porvenir donde se unen dos ramales que forman la microcuenca quebrada la estancia, 500 metros abajo se encuentra ubicada la bocatoma del corregimiento el potrero posteriormente 1000 metros abajo de dicha bocatoma se encuentra instalada la bocatoma del corregimiento de san isidro, el agua es transportada por gravedad hasta el tanque de almacenamiento y distribuido de la misma forma a la comunidad de ambos corregimientos la microcuenca quebrada la estancia cuenta con una longitud aproximada de 7.82 km.

Se hace necesario la determinación de la calidad del agua mediante parámetros físico químicos y microbiológicos en la microcuenca quebrada la estancia, es de gran importancia para determinar los valores de contaminación orgánica y microbiológica que presenta el recurso hídrico generadas por la intervención antrópica que ejerce presión en la microcuenca estudiada.

De otra forma se emplearan los índices para la evaluación de la calidad del agua para determinar si el agua es apta o no apta para el consumo humano la microcuenca quebrada la estancia abastece a toda la población de los corregimientos de san isidro y potrero.

1. DETERMINACION DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE PARAMETROS FISICO QUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN LA MICRO CUENCA QUEBRADA LA ESTANCIA EN GONZALES CESAR

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En una cuenca hidrográfica el uso racional que el hombre hace a los recursos naturales debe ser orientado solamente a resolver los problemas de suministro de agua. Los objetivos para el manejo de cuencas deben hacer frente a los problemas de uso del suelo, el subsuelo y el agua, teniendo en cuenta que cada uno depende de los otros y deben considerarse por consiguiente unidos con un enfoque integrado.¹

En Colombia a partir del proceso de implementación de la Política Nacional para Gestión Integral del Recurso Hídrico se ha avanzado en la construcción del concepto de gobernanza del agua, el cual reconoce la prioridad del consumo humano en procesos de coordinación y cooperación de distintos y diversos actores sociales, sectoriales e institucionales que participan en su gestión integrada; y asume al territorio y a la cuenca como entidades activas en tales procesos, con el fin de evitar que el agua y sus dinámicas se conviertan en amenazas para las comunidades y, garantizar la integridad y diversidad de los ecosistemas, para asegurar la oferta hídrica y los servicios ambientales. En este sentido, la gobernanza plantea nuevas maneras de entender la gobernabilidad, en tanto ubica la autoridad del Estado en función de su capacidad de comunicación y concertación con roles y responsabilidades claras, para acceder al agua de manera responsable, equitativa y sostenible.²

Actualmente en la población de González Cesar, las fuentes hídricas han sufrido una gran afectación en su calidad y disminuyendo considerablemente su caudal sumado a esto los principales factores son el aprovechamiento del recurso hídrico sin la concesión de aguas por parte de las autoridades competentes el crecimiento poblacional donde la infraestructura no asegura las condiciones óptimas y sanitarias debido al mal manejo de las aguas residuales, realizando vertimientos a las quebradas de forma indiscriminada; ya que la población en el área rural no cuentan con los ingresos suficientes para la construcción de pozos sépticos y evitar el vertimiento de aguas residuales a la microcuenca estudiada.

La microcuenca quebrada “la estancia”, es una fuente principal en cuanto al suministro hídrico para el consumo humano ya que abastece a 432 habitantes de los corregimientos de

¹ INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES –IDEAM. Informe Anual sobre el Estado del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables en Colombia, Estudio nacional del Agua – Relaciones de Demanda de Agua y Oferta Hídrica. Bogotá D.C., 2008

² DIRECCIÓN DE GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Departamento Nacional de Planeación - DNP, durante el año 2013, en el marco del desarrollo del objetivo de gobernabilidad de la PNGIRH y los resultados de la Misión Gobernanza del Agua que tuvo lugar en el año 2012.

san isidro y potrero pero actualmente no posee un estudio de calidad del agua que garantice la protección de la microcuenca y su entorno.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿En qué condiciones llega el agua y en que se beneficia la comunidad de los corregimientos de San Isidro y el Potrero en la determinación de la calidad del agua en la microcuenca quebrada la estancia?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General. Determinar la calidad del agua mediante parámetros físico químicos y microbiológicos en la microcuenca quebrada la estancia en González, Cesar.

1.3.2 Específicos. Determinar los parámetros físico químicos del agua en la microcuenca la quebrada la estancia (pH, Dureza Total, Alcalinidad, Oxígeno Disuelto, nitritos, nitratos, hierro total, color, conductividad, DBO₅, sólidos suspendidos, sulfatos y turbiedad).

Determinar los parámetros microbiológicos del agua en la microcuenca quebrada la estancia (coliformes totales, coliformes fecales). Mediante el método de filtración por membrana.

Emplear los índices de contaminación del agua (ICA) en la evaluación de la calidad del agua en la microcuenca quebrada La Estancia

1.4 JUSTIFICACIÓN

Según el decreto 475 del 1998 del ministerio del ministerio de salud pública se establecen y se expiden las normas técnicas para la calidad del agua potable.

Al realizar vertimientos directos a la microcuenca si ningún tipo de control esta se ve alterada en sus componentes físicos, químicos y microbiológicos lo que dificulta su proceso de potabilización para el consumo humano.

Por lo anterior es necesario determinar la calidad del agua mediante parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en la microcuenca quebrada la estancia, es de gran importancia porque con la utilización y medición de estos parámetros podemos obtener información del estado en que se encuentra la microcuenca y las condiciones en que los habitantes del corregimiento de san isidro y potrero se abastecen del recurso hídrico, además se emplearan los índices para la evaluación de la calidad del agua (ICA). Para evaluar mediante procedimientos matemáticos, los resultados obtenidos en el laboratorio y así poder analizar el estado actual en que se encuentra el efluente y determinar si es apto o no apto para el consumo humano.

1.5 DELIMITACIONES

1.5.1 Conceptual. La temática del proyecto se enmarcará en los siguientes conceptos: estudios fisicoquímicos y microbiológicos, índices de caracterización de aguas (ICA); (ICOMI) índice de contaminación por mineralización (ICOMO) índice de contaminación por materia orgánica (ICOSUS) índice de contaminación por sólidos suspendidos.

1.5.2 Operativa. Realizar el trabajo de campo de la microcuenca la estancia ubicada en el municipio de Gonzales cesar donde se incluye la toma de muestras en diferentes puntos de la microcuenca.

Entre los principales problemas a enfrentar está la dificultad para acceder al área de estudio por las condiciones topográficas y climáticas.

1.5.3 Temporal. En la elaboración del presente proyecto se emplearan tres (3) meses, para el desarrollo de las actividades propuestas.

1.5.4 Geográfica. Las muestras para el análisis de la calidad del agua de la microcuenca quebrada la estancia, se realizará en el laboratorio de Aguas de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 MARCO HISTÓRICO

2.1.1 Antecedentes sobre índices de calidad de agua. Para las evaluaciones de calidad de agua, diferentes organizaciones de varias nacionalidades involucradas en el control del recurso hídrico, han usado históricamente y de manera regular, Índices Fisicoquímicos. Sin embargo, mientras que los índices de calidad de agua aparecen en la literatura a principios de 1965 (Horton, 1965),³ a ciencia del desarrollo de los índices de calidad de agua no madura hasta los 70s. Esto pudo deberse en parte a que no fueron ampliamente utilizados y aceptados por las diferentes agencias de monitoreo de la calidad acuática.

El índice General de Calidad de Agua fue desarrollado por Brown et al. (1973)⁴ mejorado por Deininger para la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos en 1975. El Departamento Escocés para el Desarrollo (SSD), en colaboración con instituciones regionales para la preservación de la calidad del río, The Solway Pufication Board (Solway RPB) y la Tweed Purification (Tweed RPB), llevaron a cabo extensas investigaciones para evaluar la calidad del agua en ríos de Escocia.

En 1978 Ott,⁵ presenta una discusión detallada sobre la teoría de índices ambientales y su desarrollo como también una revisión sobre los índices de la época. Según Cude (2001), desde 1978 hasta 1994, revisiones de literatura de los índices de calidad de agua desarrollados desde su introducción, han revelado enfoques nuevos y han proporcionado nuevas herramientas para el desarrollo de los índices (Dinius, 1978).⁶ Sólo hasta 1980, el Departamento de Calidad Ambiental de Oregon, desarrolló su propio índice a partir del NSF, sin embargo, su aplicación fue discontinua dada la dificultad de su cálculo en computadores de primera generación. Entre 1995 y 1996 se desarrollaron, entre otros, los siguientes avances: la Estrategia de Evaluación de la Florida (The Strategic Assessment of Florida's Environment-SAFE) que formuló un índice en 1995. El índice de British Columbia (BCWQI) desarrollado en 1996 y El Programa de Mejoramiento de la Cuenca Baja de (WEP, 1996) que desarrolló un índice en 1996.

Muchos de los recientes índices de calidad de agua tienen como aspecto común, su cálculo sobre la base de los siguientes 3 pasos consecutivos:

Selección de Parámetros.

Determinación de los valores para cada parámetro: subíndices.

Determinación del Índice por la agregación de los subíndices.

³ HORTON, R., 1965. An Index Number System For Rating Water Quality, Jr. Of Wpcf, Vol. 37. p.8

⁴ BROWN, R., Mcclelland, N. 1973. Water Quality Index. Application In The Kansas River Basi Couillard,

⁵ OTT, W. 1978. Environmental Indices, Theory And Practice, Aa Science, Ann Arbor, Michigan. p.3

⁶ DINIUS, S., 1987. Design Of A Water Quality Index, W.R. Bulletin, V23, #5, p. 33

En primera instancia, para la Selección de Parámetros se pueden considerar entre 2 y un número infinito de los mismos. La opción para la consideración de éstos, se da acorde con las circunstancias, estándares y criterios de tiempo y localización, además del concepto de un experto. Seguidamente para la determinación de los subíndices pueden ser utilizados varios métodos:

2.1.2 Convertir 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. Esta escala generalmente está entre 0 y 100, aunque también se acostumbra escalarlos entre 0 y 1. Una alternativa para el diagrama de calibración es realizar una tabla de calibración. En estas tablas, el valor del parámetro está igualmente relacionado con la escala de calidad.

2.1.3 Criterios de diseño para un índice de calidad del agua. Desde sus principios la base de la mayoría de los índices. La constituyó la metodología Delphi, que se aplicó al índice de Calidad de Agua desarrollado por “The National Sanitation Foundation (NSF)”, que consistió básicamente en la asignación de factores de ponderación a parámetros físicos, químicos y biológicos, por la sumatoria de los valores de los subíndices en un valor final que expresa el valor total del índice. Este método implica la simplificación y el uso de juicios subjetivos.

De acuerdo con esto, existe la oportunidad de asignar mayor importancia a algunos parámetros, sin embargo, pueden existir otros que no hayan sido determinados, estudiados o entendidos. Por consiguiente, es importante que los parámetros y valores que constituyen un índice se precisen adecuadamente; por otra parte, el índice puede no considerar la información correcta y puede interpretar de forma incorrecta la situación. Los índices e indicadores sólo son útiles como herramientas de decisión que a su vez estén de acuerdo con la estructura y pesos del índice. Puede no considerar la información correcta y puede interpretar de forma incorrecta la situación. Los índices e indicadores sólo son útiles como herramientas de decisión que a su vez estén de acuerdo con la estructura y pesos del índice.

En este último año, un estudio realizado por Helmond y Breukel, demostró que por lo menos 30 índices de calidad de agua son de uso común alrededor del mundo, y consideran un número de variables que van de 3 a 72. Prácticamente todos estos índices incluyen por lo menos 3 de los siguientes parámetros: O₂, DBO y/o DQO, NH₄-N, PO₄-P, NO₃-N, pH y sólidos totales.⁷

Para el caso Latinoamericano, en México se han desarrollado diversos índices de Calidad de Agua a medida que la normatividad se ha desarrollado (Montoya, 1997).⁸ Dentro de los índices generales de común utilización en este país se encuentran, los de Horton, Brown, Prati, Mcduffi, Dinius y el INDIC-SEDUE.

⁷ INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. Guía para el Monitoreo y Seguimiento del Agua. 2004. p.2

⁸ MONTOYA, H., CONTRERAS, C., GARCÍA, V. 1997. Estudio Integral de la calidad del agua en el estado de Jalisco. Com. Nal. Agua., Geren. Reg. Lermasantiago. Guadalajara. p.106

El índice INDIC-SEDUE fue el primero en desarrollarse y aplicarse en México y en Jalisco, tuvo un uso común en la antigua Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología en el Departamento de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental de la Subdelegación de Ecología de la Delegación SEDUE-JALISCO (González, 1980). Este índice de Calidad de Agua está basado en el índice desarrollado por Dinius y adaptado y modificado por la Dirección General de Protección y Ordenación Ecológica (DGPOE) de la SEDUE.

En Colombia de acuerdo con el Estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2002).⁹ La medición de parámetros fisicoquímicos es una actividad rutinaria. Sin embargo, no ha sido así el cálculo de índices de calidad de agua, a pesar de las recomendaciones explícitas en la legislación y de los desarrollos de formulaciones propias como las de Ramírez y colaboradores (1997, 1999, 2005), aunque éstas sí vienen siendo aplicadas regularmente dentro de la industria del petróleo. Tan solo algunas corporaciones autónomas regionales en las ciudades de Santafé de Bogotá, Barranquilla, Bucaramanga, Cali y Manizales, aplican formulaciones de origen norteamericano en sus programas de monitoreo. En 2002, diferentes entidades que conforman el Sistema de Información Ambiental Colombiano, incursionaron sobre la base de los desarrollos de Ramírez y Viña (1998) y otros autores en el diseño de 14 indicadores ambientales, de los cuales 3 corresponden a la oferta hídrica, 2 a la sostenibilidad del recurso, 6 a la calidad del agua dulce y 3 ICAs adicionales para las aguas marinas y costeras.

A pesar de este importante esfuerzo, algunos de estos indicadores, especialmente los de calidad del agua, apenas se dejan planteados en consideración a la poca densidad de puntos de colección de datos y su falta de sistematización y estandarización (IDEAM et al, 2002).¹⁰ Como se puede ver y a pesar de los desarrollos en el ámbito mundial y local en cuanto al desarrollo de ICAs-ICOs, en la actualidad se hace necesario dentro del marco de la valoración y manejo del agua, desarrollos de Sistemas Integrados de Evaluación del Recurso Hídrico y no tan sólo de formulaciones separadas.

2.2 MARCO TEÓRICO

La gestión y administración adecuada de los recursos hídricos obliga a conocer su comportamiento y respuesta ante las diferentes intervenciones antrópicas, siendo necesaria la implementación de métodos rápidos y económicos para el diagnóstico de las características de las fuentes de agua (GÓMEZ et al., 2007). Para este tipo de análisis se usan los bioindicadores, que son organismos puntuales y selectos de estrés ambiental que pueden evaluar y predecir los efectos de las modificaciones ambientales antes que el daño sea irreversible (McCARTHY & SHUGART, 1990). Los efectos de la contaminación sobre

⁹ IDEAM, SINCHI, IAVH, IIAP, INVEMAR. 2002. Sistema de Información Ambiental de Colombia -SIAC - Primera Generación de Indicadores de la Línea Base de la Información Ambiental de Colombia. ISBN 958-8067-08-1. p.4

¹⁰ Ibid p.5

los organismos bentónicos en ecosistemas acuáticos han sido ampliamente estudiados en Europa y Estados Unidos (VERDONSCHOT & NIJBOER, 2004 en PAVÉ & MARCHESE, 2005). Más recientemente se han utilizado los macroinvertebrados en estudios de impacto urbano (ROY et al. 2003 en PAVÉ & MARCHESE, 2005), los cuales sustentan que el estudio de las comunidades del macrobentos, han resultado útiles en el análisis del ecosistema para elaborar planes de manejo, ya que estas comunidades y su productividad se ven afectadas por diversos factores del medio físico (BOURNAUD et al., 1996 en HURTADO et al., 2005) tales como temperatura del agua, velocidad de la corriente, naturaleza del sustrato y flujo. Este último adquiere un papel dominante ya que con él se relacionan otros factores fisicoquímicos como el oxígeno, pH y turbidez (MARGALEF, 1983 en GARCÍA, 1999).

En 2001, MACHADO realizó una caracterización fisicoquímica y biológica de las cuencas de los ríos Tapias y Tareas en el Departamento de Caldas con el fin de evaluar la evolución fisicoquímica y biológica de las corrientes. JARAMILLO (1995) *bol.cient.mus.hist.nat.* 13 (2): 89 - 105 Hahn vonHessberg, Toro, Grajales, Duque y Serna evaluó la importancia de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. GUERRERO et al. (2003) realizaron un estudio sobre las comunidades bentónicas y su relación con la calidad del agua en la cuenca del Río Gaira “Pozo Azul”. En el 2006 BERNAL et al., caracterizaron la comunidad de macroinvertebrados de la Quebrada Paloblanco en la cuenca del Río Otún del Departamento de Risaralda. Para el 2008 GUTIÉRREZ utilizó los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua de la granja Yamboró, Huila. En el mismo año, DUQUE evaluó la calidad del agua de la parte alta de tres quebradas en la microcuenca Llanitos (Villamaría, Caldas) a través de análisis fisicoquímicos y de macroinvertebrados acuáticos. En suma, los macroinvertebrados acuáticos han adquirido una creciente importancia en el análisis de la calidad del agua, debido a que no sólo revelan las condiciones ambientales actuales, sino que actúan como reveladores de las condiciones en el tiempo (ALBA-TERCEDOR, 1996). Estos organismos incluyen grupos como platelmintos, anélidos, artrópodos y moluscos. Los artrópodos constituyen el grupo más numeroso y entre estos las larvas y ninfas de insectos son las más importantes representadas por efemerópteros, odonatos, plecópteros, neurópteros, hemípteros, coleópteros, tricópteros, lepidópteros y dípteros (MARGALEF, 1983; Roldán, 1992). Estos viven adheridos a hojas, rocas, en contacto con el sustrato y por lo tanto, con las sustancias tóxicas que se encuentren en él, y que como resultado de sus estrategias de vida y su hábito sedentario, actúan como monitores continuos del lugar que habitan (ROSENBERG & RESH, 1993 en PAVÉ & MARCHESE, 2005). Estos organismos bentónicos presentan una amplia distribución, ciclos de vida relativamente largos, de fácil identificación y apreciables a simple vista, lo que hace de ellos el grupo con más amplia aceptación como indicadores de la calidad del agua (GHETTI & BONAZZI, 1981). De la misma manera, entre los indicadores microbiológicos se encuentran las bacterias. Así, cuando ocurre una intensa proliferación de bacterias en materiales orgánicos, éstas pueden consumir muchas partes de oxígeno del agua y perjudicar la vida de peces (WOYNAROVICH, 1985). De acuerdo con la clase de hábitat acuático, la composición de la flora bacteriana difiere, dependiendo no sólo del contenido en el agua de material orgánico e inorgánico, pH, turbidez y temperatura, y de las fuentes que pueden introducir

microorganismos al agua. Al grupo coliforme, se le concede la misma importancia desde el punto de vista sanitario considerado como indicador bacteriológico, con su presencia, demuestra que ocurrió contaminación y su posible origen. Su dosis infectiva es de aproximadamente 102 número más probable (NMP) por 100 mililitros de agua (ROLDÁN, 1992). Los exámenes fisicoquímicos están relacionados con las bacterias, en los que la temperatura se presenta como uno de los factores ambientales más importantes que influyen en la proliferación y supervivencia de los microorganismos. A medida que la temperatura aumenta, aumentan también sus reacciones enzimáticas y las tasas de reproducción. En la mayoría de los ecosistemas acuáticos naturales el pH oscila entre 5.0 y 9.0, y aunque se encuentren microorganismos en hábitat dentro de límites muy amplios de pH, su pH interior se conserva alrededor del punto neutro. El pH fluctúa considerablemente con la hora del día y la profundidad del agua debido a que el pH está estrechamente relacionado a la concentración de dióxido de carbono. Aguas con alta conductividad representan un limitante osmótico para la mayoría de las especies, excepto las eurihalinas que resisten amplios rangos de variación (ROLDÁN, 1992). De ahí que el primer factor fisicoquímico que deba conocerse sea la temperatura. La velocidad de la mayoría de los procesos que afectan la calidad del agua en la acuicultura de estanques se duplica cuando hay un incremento de temperatura de 10°C (MATEO, 2005). El abonamiento de los estanques trae, por un lado, una sobresaturación de oxígeno al haber mayor fotosíntesis, pero al mismo tiempo el exceso de biomasa se convierte en un factor negativo por el gasto de oxígeno en la descomposición de la materia orgánica (ROLDÁN, 1992).¹¹

Desde hace varias décadas se han propuesto y empleado los Índices de Calidad de las Aguas (ICA), los cuales tienen como propósito simplificar en una expresión numérica las características positivas o negativas de cualquier fuente de agua (Martínez de Bascaran, 1976, Prat et al. 1986, MOPT 1992). Los ICA tienen como objeto la estimación de un número generalmente entre 0 y 1, ó 0 y 100, que define el grado de calidad de un determinado cuerpo lúctico continental. Con ello se pretenden reconocer, de una forma ágil y fácil, problemas de contaminación, sin tener que recurrir a la observación de cada una de las numerosas variables fisicoquímicas determinadas. Las bondades resultan mayores cuando se evalúa una cantidad amplia de cursos hídricos, o incluso, si solamente se estudia uno, pero en forma periódica. Algunas de las variables incluidas en estos índices merecen no obstante ser cuestionadas como es el caso de la temperatura, por cuanto su valor se modifica de forma natural con la altitud y las épocas climáticas. De igual modo, las impurezas aparentes constituyen una variable cualitativa subjetiva al observador, que incluye entre otros, olor o apariencia. Al respecto, Behar et al. (1997) plantean inquietudes por la presencia de la temperatura y los nitratos en el ICA. Prat et al. (1986), Encontraron las siguientes incongruencias en un estudio realizado en aguas españolas: cursos con alta conductividad pero a la vez con alta concentración de oxígeno, conducían a valores excesivamente bajos del ICA por ellos utilizado (ISQA); bajas correlaciones entre la

¹¹ Toro Daniel Ricardo. Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos, fisicoquímicos, en la estación piscícola, Universidad de Caldas municipio de Palestina, Colombia. [Citado 10 de septiembre de 2015].p16

demanda química del oxígeno (DQO) y el ICA sugieren que se puede prescindir de la DQO; no existe correlación entre el ICA y el índice biológico de taxones presentes; la ponderación de algunos parámetros es excesiva. Un interrogante mayor a los ya planteados, lo representa el hecho de conjugar en un único registro una inmensa cantidad de variables que denotan problemas de contaminación ampliamente disímiles. A manera de ejemplo, tres cursos hídricos diferentes podrían obtener una calificación de 0,6, la cual señala una condición regular en sus aguas; en el primero de ellos bien podría ocurrir alta temperatura, sólidos inorgánicos y turbiedad, en el segundo elevada demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y coliformes totales, y en el tercero valores medios de todas las variables que conforman el índice. Es claro entonces, que las situaciones ambientales definidas en cada curso son completamente distintas, situación que no discriminan generalmente los índices de calidad de las aguas. Si bien el desarrollo de los ICA ha jugado un papel muy importante en el contexto ecológico y medio ambiental, sus debilidades constituyen un obstáculo importante para su aplicación, ya que al concentrarse en un único número la cualidad de un cuerpo de agua, se produce una inmensa pérdida de información (en concordancia con Behar et al. 1997), y con ello, se enmascara la condición real y los cambios que se suceden sobre un curso hídrico.

Es importante recalcar lo anterior, puesto que se pretende relacionar estos índices con indicadores biológicos de contaminación (Prat et al., 1986, Zúñiga et al., 1994). No obstante, un ICA bajo (por ejemplo, menor a 0,5), tan sólo permite asociar la presencia/abundancia de una determinada especie o taxon, a una condición regular general, mas no a un problema de contaminación particular, como por ejemplo contaminación orgánica. Para lograr esto último, tendría que retornarse a la matriz de variables fisicoquímicas y observar el comportamiento de numerosas variables, hecho que debilita la utilidad de los ICA. En razón de las limitaciones manifiestas en los ICA, se presentan en este documento las formulaciones y fundamentaciones para el empleo de cuatro índices de contaminación (ICO), los cuales son complementarios en sentido ecológico y, por lo tanto, permiten precisar problemas ambientales, así como profundizar en la identificación de especies con potencial indicador.

Como punto de partida para la formulación y consolidación de los índices de contaminación, se tomaron como base los siguientes estudios limnológicos, llevados a cabo por grupos de la industria petrolera en el país y de los cuales los autores formaron parte: Línea Base del Oleoducto de Colombia (Oleoducto de Colombia - Ecopetrol, ICP 1993): comprende 31 variables en tres épocas de monitoreo, sobre un total de 16 cuerpos lóticos y 33 estaciones en lénticos. Se localiza entre la Estación de Vasconia, en Puerto Boyacá y el terminal petrolero de Coveñas. - Monitoreo del campo Cusiana - Cupiagua (BP. Exploration - Ecotest 1996a): incluye 35 variables muestreadas en 31-37 estaciones de sistemas lóticos, en seis oportunidades. Comprende las cuencas de los ríos Unete, Cusiana y Túa, en la vertiente del Río Meta. - Monitoreo del Bloque Piedemonte (BP. Exploration - Ecotest 1996b): de 24 a 27 cursos lóticos, 34 variables fisicoquímicas, en 4 épocas de muestreo. Sobre el Piedemonte casanareño en las cuencas de los ríos Pauto, Cravo Sur y Charte. - Monitoreo del corredor del oleoducto El Porvenir - Vasconia (Ocensa - Ecotest 1996), con 28 variables fisicoquímicas, sobre 25 estaciones en cuerpos de agua lóticos y en

tres épocas de muestreo. - Monitoreo del corredor del Oleoducto Cusiana - Coveñas (Ocensa - Ecotest en preparación): tiene lugar en 74 cursos lóticos, sobre 26 variables fisicoquímicas. Se ha tomado la información relativa al primero de tres muestreos (julio 1996). En todos los estudios referidos, se llevó a cabo una caracterización fisicoquímica de las aguas mediante Análisis de Componentes Principales (ACP). Esta estadística tiene como propósito reducir un espacio multivariado (ej: numerosas variables fisicoquímicas) a unos pocos ejes o componentes explicando un alto porcentaje de la varianza total (Overall and Klett, 1972; Kendall, 1975; Johnson and Wichern, 1982). Esta técnica ha sido ampliamente reconocida a nivel mundial en la caracterización fisicoquímica de arroyos (Boulton and Lake, 1990), ríos (Simoneau, 1986), áreas inundables (Johnston et al., 1990), lagos (El-Shaarawi et al., 1986; Schetagne, 1986; Matthews et al., 1991) y ciénagas contaminadas por petróleo (Viña et al., 1991). Así mismo, ha sido la base de análisis para numerosos programas de monitoreo limnológico llevados a cabo en España (Margalef, 1983). El ACP tiene la virtud de agrupar las estaciones con condiciones ambientales similares y de desagregar aquellas que manifiestan las características más disímiles, a partir de las correlaciones existentes entre unas y otras variables. Este hecho señala que su aplicación es más consistente en estudios con numerosas estaciones, pues se incrementa la solidez del análisis. La relación del ACP con la formulación de los índices de contaminación no estriba en sus resultados, sino en el cálculo de matrices de correlación entre todas las variables, hecho que permite identificar las asociaciones entre ellas (Margalef, 1983; Ramírez, 1988; George et al., 1991). De los estudios y análisis referidos, se tomó entonces la información pertinente a dichas matrices en las cuales se identifican además, las correlaciones significativas a un nivel de confiabilidad del 95%. A partir de ellas, se definieron grupos de variables fisicoquímicas que denotan una misma condición ambiental y se seleccionaron algunas de las variables más representativas o de fácil determinación, para ser involucradas en los índices de contaminación (ICO). El procedimiento seguido en la formulación de los ICO fue similar al empleado en el desarrollo de los ICA: - Selección de variables físicas y químicas. - Asignación de valores de calidad (0 a 1) a diferentes concentraciones de las variables, o establecimiento de una relación (ecuación) entre índice - variable, con base en legislaciones o parámetros definidos por diversos autores para diferentes usos del agua. Las variables fisicoquímicas que se involucraron en el cálculo de los ICO, al igual que los ICA, recayeron en condiciones generales de la calidad del agua y no en contaminantes específicos. En la Tabla 1 se presentan algunos de los ICA más utilizados. Sobre las coordenadas resultantes para cada variable, se llevó a cabo análisis de regresión por mínimos cuadrados mediante modelos lineal, exponencial, logarítmico, parabólico, de potencia y recíproco, seleccionándose en cada caso aquella relación estadísticamente válida (95% de confiabilidad), que además de exhibir alto coeficiente de determinación (r^2), se ajustase a una relación esperada. Para dicho modelo se estableció la ecuación de regresión, es decir, entre índice y concentración de la variable. Después, aquellas variables que denotaron un mismo criterio de contaminación, fueron agrupadas en un único índice de contaminación. Si bien es posible construir cada índice con numerosas variables, los mismos por simplicidad y economía, deben recoger tan sólo unas pocas, sin ser conducentes a pérdida de información.

Índices de contaminación Con base en las correlaciones referidas, se definen los siguientes índices de contaminación: Índice de contaminación por mineralización (ICOMI): se expresa en numerosas variables, de las cuales se eligen: conductividad como reflejo del conjunto de sólidos disueltos, dureza por cuanto recoge los cationes calcio y magnesio, y alcalinidad porque hace lo propio con los aniones carbonatos y bicarbonatos. Índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO): al igual que en la mineralización, se expresa en diferentes variables fisicoquímicas de las cuales se seleccionan demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), coliformes totales y porcentaje de saturación del oxígeno, las cuales, en conjunto, recogen efectos distintos de la contaminación orgánica, tal como lo demuestra la ausencia de correlación. - 141 CT&F - Ciencia, Tecnología y Futuro - Vol. 1 Núm. 3 Dic. 1997 A. RAMÍREZ. Índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS): se determina tan sólo mediante la concentración de sólidos suspendidos. Si bien esta variable contiene alguna correlación de importancia con la demanda de oxígeno (DBO y DQO) y con el amonio, se desagregó de las anteriores por cuanto estas últimas corresponden con claridad a procesos de contaminación orgánica, mientras que los sólidos suspendidos bajo muchas circunstancias, podrían perfectamente hacer referencia tan sólo a compuestos inorgánicos. - Índice de contaminación trófico (ICOTRO): se determina en esencia por la concentración del fósforo total. Como hay una alta correspondencia entre las variables involucradas en los ICO y aquellas definidas por otros autores en los ICA. De igual modo, las relaciones índices - concentración para las variables coincidentes, resultan muy próximas entre sí.¹²

2.3 MARCO CONCEPTUAL

2.3.1 Calidad del agua. Para hablar de calidad del agua se toma como referencia el libro Química de Barrenchea. El término calidad del agua es relativo y solo tiene importancia universal si está relacionado con el uso del recurso. Esto quiere decir que una fuente de agua suficientemente limpia que permita la vida de los peces puede no ser apta para la natación y un agua útil para el consumo humano puede resultar inadecuada para la industria.

Para decidir si un agua califica para un propósito particular, su calidad debe especificarse en función del uso que se le va a dar bajo estas consideraciones, se dice que un agua está contaminada cuando sufre cambios que afectan su uso real o potencial.

Es importante anotar que la evaluación de la calidad del agua se realiza usando técnicas analíticas adecuadas para cada caso. Para que los resultados de estas determinaciones sean representativos, es necesario dar importancia a los procesos de muestreo, las unidades y terminologías empleadas.

¹² A Ramirez, R Restrepo, G viña. Cuatro indices de contaminacion para caracterizacion de aguas continentales. [citado 10 septiembre de 2015].p140, p141

Para una correcta interpretación de los datos obtenidos, los resultados de los análisis deben manejarse estadísticamente, teniendo en cuenta la correlación de iones, los factores que gobiernan el comportamiento de los componentes del agua, etcétera.

El uso de gráficos ayuda a mostrar las relaciones físicas y químicas entre el agua, las fuentes probables de contaminación o polución y el régimen de calidad y, por tanto, a realizar adecuadamente la evaluación de los recursos hídricos.

A continuación se tratan en detalle las principales características fisicoquímicas y biológicas que definen la calidad del agua, el origen de los constituyentes, su importancia en la salud, su relación con los principales procesos de tratamiento y los límites de concentración establecidos por las normas internacionales de calidad de agua para consumo humano.¹³

Características físicas. Las características físicas del agua, llamadas así porque pueden impresionar a los sentidos (vista, olfato, etcétera), tienen directa incidencia sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua. Se consideran importantes las siguientes:

Turbiedad

Sólidos solubles e insolubles

Color

Olor y sabor

Temperatura

PH

2.3.2 Microcuenca. Se conoce como un territorio delimitado por partes altas (parte aguas) cuyas aguas superficiales drenan a través de un mismo curso de agua, con una superficie menor a 5,000 has (50 km²) y una población integrada (de manera actual o potencial). Así mismo se determina como una subdivisión de una subcuenca, es decir, varias subcuencas forman una cuenca. Una microcuenca provee agua a uno o más mini riegos o abastecimientos de agua domiciliar.

2.3.4 Desechos orgánicos. Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, ganado, etcétera Incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos con consumo de oxígeno. Cuando este tipo de desechos se encuentran en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno, y ya no pueden vivir en estas aguas peces y otros seres vivos que necesitan oxígeno. Buenos índices para medir la contaminación por desechos orgánicos son la cantidad de oxígeno disuelto, OD, en agua, o la DBO (Demanda Biológica de Oxígeno).

¹³ MAILLARD RAMIREZ, Isaura. "Reporte de mantenimiento de instalaciones hidráulicas y sanitarias de Palacio de Gobierno de Xalapa, Veracruz "Universidad de Veracruz". 2010. P 23

2.3.5 Evapotranspiración. Es la pérdida de agua por evaporación y transpiración de una cuenca o microcuenca, tomado como referencia (gramíneas o pastos), debido a condiciones climáticas.¹⁴

2.3.6 Esguerrimiento superficial. Es el volumen de las precipitaciones que caen sobre una cuenca, menos la retención superficial y la infiltración. Es función de la intensidad de la precipitación y de la permeabilidad de la superficie del suelo, de la duración de la precipitación, del tipo de vegetación, de la extensión de la cuenca hidrográfica considerada, de la profundidad del nivel freático y de la pendiente de la superficie del suelo.

2.3.7 Sustancias químicas inorgánicas. En este grupo están incluidos ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo. Si están en cantidades altas pueden causar graves daños a los seres vivos, disminuir los rendimientos agrícolas y corroer los equipos que se usan para trabajar con el agua.

2.3.8 Nutrientes vegetales inorgánicos. Nitratos y fosfatos son sustancias solubles en agua que las plantas necesitan para su desarrollo, pero si se encuentran en cantidad excesiva inducen el crecimiento desmesurado de algas y otros organismos provocando la eutrofización de las aguas. Cuando estas algas y otros vegetales mueren, al ser descompuestos por los microorganismos, se agota el oxígeno y se hace imposible la vida de otros seres vivos. El resultado es un agua maloliente e inutilizable.

2.3.9 Compuestos orgánicos. Muchas moléculas orgánicas como petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes, detergentes, etcétera acaban en el agua y permanecen, en algunos casos, largos períodos de tiempo, porque, al ser productos fabricados por el hombre, tienen estructuras moleculares complejas difíciles de degradar por los microorganismos.

2.3.10 Sedimentos y materiales suspendidos. Muchas partículas arrancadas del suelo y arrastradas a las aguas, junto con otros materiales que hay en suspensión en las aguas, son, en términos de masa total, la mayor fuente de contaminación del agua. La turbidez que provocan en el agua dificulta la vida de algunos organismos, y los sedimentos que se van acumulando destruyen sitios de alimentación o desove de los peces, rellenan lagos o pantanos y obstruyen canales, ríos y puertos.

2.3.11 Sustancias radiactivas. Isótopos radiactivos solubles pueden estar presentes en el agua y, a veces, se pueden ir acumulando a lo largo de las cadenas tróficas, alcanzando concentraciones considerablemente más altas en algunos tejidos vivos que las que tenían en el agua.

¹⁴ ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Guías para la Calidad del agua potable. Organización Mundial de la Salud. Ginebra, 2006. ISBN 4 1546964. p.4

2.3.12 Contaminación térmica. El agua caliente liberada por centrales de energía o procesos industriales eleva, en ocasiones, la temperatura de ríos o embalses con lo que disminuye su capacidad de contener oxígeno y afecta a la vida de los organismos.

2.3.13 Parámetros físicos en el agua. Los parámetros de Calidad de Agua para consumo humano se toman de las definiciones entregadas por ROMERO R. Jairo Alberto, Ingeniero Civil de la Universidad Nacional de Colombia, profesor de la Escuela Colombiana de Ingeniería, en la Facultad de Ingeniería Ambiental, quien realizó un compendio de los conceptos fundamentales de química y microbiología del agua que son útiles para entender lo básico de los procesos de potabilización de agua.

2.3.14 Color. Las causas más comunes del color en el agua son la presencia de hierro y manganeso coloidal o en solución; el contacto del agua con desechos orgánicos, hojas, madera, raíces, etcétera, en diferente estado de descomposición, y la presencia de taninos, ácido húmico y algunos residuos industriales. Dos tipos de color se reconocen en el agua: el color verdadero, o sea el color de la muestra una vez que se ha removido su turbidez, y el color aparente, que incluye no solamente el color de las sustancias en solución y coloidales sino también el color debido al material suspendido.¹⁵ El color aparente se determina sobre la muestra original, sin filtración o centrifugación previa.

2.3.15 Turbiedad. La turbidez o turbiedad es una expresión de la propiedad o efecto óptico causado por la dispersión e interferencia de los rayos luminosos que pasan a través de la muestra de agua. La turbidez en un agua puede ser ocasionada por una gran variedad de materiales en suspensión que varían en tamaño, desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas, entre otros, arcillas, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, organismos planctónicos y microorganismos.

La determinación de la turbidez es de gran importancia en aguas para consumo humano y en un gran número de industrias procesadoras de alimentos y bebidas.

Los valores de turbidez sirven para establecer el grado de tratamiento requerido por una fuente de agua cruda, su filtrabilidad y, consecuentemente, la tasa de filtración más adecuada, la efectividad de los procesos de coagulación, sedimentación y filtración, así como para determinar la potabilidad del agua.

2.3.16 Temperatura. La determinación exacta de la temperatura es importante para diferentes procesos de tratamiento y análisis de laboratorio, puesto que, por ejemplo, el grado de saturación de OD, la actividad biológica y el valor de saturación con carbonato de calcio se relacionan con la temperatura.¹⁶

¹⁵ INSTITUTO NACIONAL DE SALUD. Octavo Curso-Taller Validación de Métodos Analíticos, Enfermedades Asociadas a la Calidad del Agua, Memorias. [Citado el 05 de Septiembre 2015]. p.4

¹⁶ DEFINICIÓNABC. Medio ambiente »Área protegida [En línea]. Versión para definición ABC [Sin lugar]. S.F. [Citado en septiembre 05 del 2015] Disponible en <http://www.definicionabc.com/medio-ambiente/areaprotegida>.

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

2.3.18 Parámetros químicos en el agua. Alcalinidad. La alcalinidad de un agua puede definirse como su capacidad para neutralizar ácidos, como su capacidad para reaccionar con iones hidrógeno, como su capacidad para aceptar protones o como la medida de su contenido de sustancias alcalinas (OH⁻). La determinación de la alcalinidad total y de las distintas formas de alcalinidad es importante en los procesos de coagulación química, ablandamiento, control de corrosión y evaluación de la capacidad tampón del agua. En aguas naturales, la alcalinidad se debe generalmente a la presencia de tres clases de compuestos: Bicarbonatos, Carbonatos y Hidróxidos

2.3.19 Nitritos. Dióxido de Nitrógeno, NO₂, formado por acción bacterial sobre el nitrógeno orgánico y el amoniacal. Se usa como preservativo de algunos alimentos y es poco común en aguas por su facilidad de oxidación en nitrato. En dosis altas es perjudicial por sus efectos como vasodilatador cardiovascular, su contribución a la metahemoglobinemia en los infantes y la posible formación de nitrosaminas, las cuales son probables carcinógenos.

2.3.20 Nitratos. Usualmente introducido al agua por contaminación humana. Concentraciones altas causan metahemoglobinemia en la población infantil y diarrea, por lo que se limita su concentración en agua potable a 10 mg/L-N. Concentraciones mayores de 100 mg/L interfieren con el ensayo de coliformes. Sirve, además, como indicador de calidad sanitaria del agua.

2.3.21 Sulfatos. El ión sulfato, uno de los aniones más comunes en las aguas naturales, se encuentra en concentraciones que varían desde unos pocos hasta unos miles de mg/L. Como los sulfatos de sodio y de magnesio tienen un efecto purgante, especialmente entre los niños, se recomienda un límite superior en aguas potables de 250 mg/L de sulfatos. El contenido también es importante, porque las aguas con alto contenido de sulfatos tienden a formar incrustaciones en las calderas y en los intercambiadores de calor.

2.3.22 Fosfatos. Los fosfatos y compuestos de fósforo se encuentran en las aguas naturales en pequeñas concentraciones. Los compuestos de fósforo que se encuentran en las aguas residuales o se vierten directamente a las aguas superficiales provienen de fertilizantes eliminados del suelo por el agua o el viento; excreciones humanas y animales; y detergentes y productos de limpieza. La carga de fosfato total se compone de ortofosfato + polifosfato

+ compuestos de fósforo orgánico, siendo normalmente la proporción de ortofosfato la más elevada.¹⁷

2.3.23 Hierro. El hierro crea problemas en suministros de agua. En general, estos problemas son más comunes en aguas subterráneas y en aguas del hipolimnio anaeróbico de lagos estratificados; en algunos casos, también en aguas superficiales provenientes de algunos ríos y embalses. Las aguas con hierro, al ser expuestas al aire, se hacen turbias e inaceptables estéticamente por acción del oxígeno, así como por la oxidación el hierro soluble, en Fe^{3+} el cual forman precipitados coloidales. El hierro, en bajas concentraciones, imparte sabores metálicos al agua. Hasta donde se conoce, el consumo humano de aguas con hierro no tiene efectos nocivos para la salud.

2.3.24 Oxígeno Disuelto (OD). Todos los gases de la atmósfera son solubles en agua en algún grado. El oxígeno es pobremente soluble y no reacciona químicamente con el agua. La cantidad de oxígeno que está en el agua se denomina oxígeno disuelto. La solubilidad es directamente proporcional a la presión parcial.

2.3.25 Significado sanitario. El OD se utiliza para el control de la contaminación en aguas naturales, las cuales deben tener condiciones favorables para el crecimiento y reproducción de la población de peces y organismos acuáticos, suministrando niveles de oxígeno suficientes y permanentes. Se mide para asegurar las condiciones aerobias de un tratamiento. Los cambios biológicos producidos en un residuo líquido se conocen por la concentración de oxígeno disuelto. Sirve como base para calcular la DBO. Es un factor de corrosión del hierro y el acero y se controla o elimina en sistemas de distribución de agua y vapor.

2.3.26 Dureza. La dureza del agua es la concentración de todo los cationes metálicos no alcalinos presentes (iones de calcio, estroncio, bario y magnesio en forma de carbonatos o bicarbonatos) y se expresa en equivalente de carbonato de calcio y constituye un parámetro muy significativo en la calidad del agua. Esta cantidad de sales afecta la capacidad de formación de espumas de detergentes en contacto con el agua y representa una serie de problemas de incrustación en equipos industrial y domésticos, además de resultar nocivo para consumo humano.

2.3.27 pH. La capacidad de un agua puede definirse como su capacidad para neutralizar bases, como su capacidad para reaccionar con iones hidróxido, como su capacidad para ceder protones o como la medida de su contenido total de sustancias ácidas. La determinación de la acidez es de importancia en ingeniería sanitaria debido a las características corrosivas de las aguas ácidas, así como al costo que suponen la remoción y el control de las sustancias que producen corrosión.¹⁸

¹⁷ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 2115 de 2007, Junio 22, Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la Calidad del Agua para Consumo Humano. Bogotá, 2007. p.4

¹⁸ *Ibíd.* p 5

2.3.28 Parámetros microbiológicos en el agua

Coliformes. Bacterias Gram Negativas en forma bacilar que fermentan lactosa a temperaturas de 35 a 37°C, produciendo ácido y gas (CO₂) en un plazo de 24 a 48 horas. Se clasifican como aerobias o anaerobias facultativas, son oxidasa negativa, no forman esporas y presentan actividad enzimática de β galactosidasa. Es un indicador de contaminación microbiológica del agua para consumo humano¹⁹.

Coliformes totales. Los coliformes totales son las Enterobacteriaceae lactosa-positivas y constituyen un grupo de bacterias que se definen más por las pruebas usadas para su aislamiento que por criterios taxonómicos. Pertenecen a la familia Enterobacteriaceae y se caracterizan por su capacidad para fermentar la lactosa con producción de ácido y gas, más o menos rápidamente, en un periodo de 48 horas y con una temperatura de incubación comprendida entre 30-37°C.

Son bacilos gramnegativos, aerobios y anaerobios facultativos, no esporulados. Del grupo “coliforme” forman parte varios géneros: Escherichia, Enterobacter, Klebsiella, Citrobacter, etcétera. Se encuentran en el intestino del hombre y de los animales, pero también en otros ambientes: agua, suelo, plantas, cáscara de huevo, etcétera. Una elevada proporción de los coliformes que existen en los sistemas de distribución no se debe a un fallo en el tratamiento en la planta, sino a un recrecimiento de las bacterias en las conducciones. Dado que es difícil distinguir entre recrecimiento de coliformes y nuevas contaminaciones, se admite que todas las apariciones de coliformes son nuevas contaminaciones, mientras no se demuestre lo contrario²⁰.

Coliformes fecales. Los coliformes fecales son coliformes totales que además fermentan la lactosa con producción de ácido y gas en 24-48 horas.

2.3.29 Enfermedades transmitidas por el agua contaminada. El agua puede ser un elemento conductor de microorganismos transmisores de enfermedades. Entre las enfermedades que se contraen por la ingestión de aguas contaminadas se pueden citar las siguientes: Tifoidea, Paratifoidea, Disentería amebiana y Hepatitis.

El peligro de adquirir estas enfermedades se halla especialmente en las áreas rurales o urbanas donde los sistemas de potabilización no son acordes a las características de la fuente de abastecimiento.

El mayor riesgo microbiano del agua es el relacionado con el consumo de agua contaminada con excrementos humanos o animales, metales pesados etcétera, aunque

¹⁹ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 2115 de 2007, Junio 22, Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la Calidad del Agua para Consumo Humano. [Citado en septiembre 05 del 2015]. p.5

²⁰ RECUESTO DE COLIFORMES TOTALES. Filtración a Través de Membrana. Laboratorio de Tecnología Educativa. Departamento de Microbiología y Genética. Universidad de Salamanca: España (S F) [08-05-2015] Disponible en: http://virus.usal.es/Web/demo_fundacua/demo2/FiltraMembColiT_auto.html (Marzo 2013)

puede haber otras fuentes y vías de exposición significativas. Los riesgos para la salud relacionados con el agua de consumo más comunes y extendidos son las enfermedades infecciosas ocasionadas por agentes patógenos como bacterias, virus y parásitos (por ejemplo, protozoos y helmintos).

Consumir agua en mal estado es una de las principales fuentes de infección y la causa de diversas enfermedades gastrointestinales como el cólera. Alrededor de 2 millones de personas mueren cada año debido a diarreas, siendo la mayoría de ellos niños menores de 5 años.

Las parasitosis intestinales causadas por protozoarios están ampliamente distribuidas en el mundo, y su prevalencia e incidencia son mayores en los países con deficientes condiciones de higiene y saneamiento ambiental, como sucede en los países en vías de desarrollo. Desde el punto de vista de sus mecanismos patogénicos, los protozoarios intestinales se dividen en dos grupos: 1) los que ocasionan diarrea por invasión de la mucosa intestinal como *Entamoebahistolytica* y *Balantidiumcoli* y 2) los que ocasionan diarrea inflamatoria, no invasiva, entre los cuales se encuentran *Giardiaduodenalis*, *Cryptosporidium spp.*, *Isoospora spp.*, *Cyclospora spp.* Y *Microsporidios spp.*

La variedad de agentes patógenos cambia en función de factores variables como la densidad poblacional y animales, el mal manejo de las aguas residuales, los cambios de los hábitos de las personas o de las intervenciones médicas, los desplazamientos y viajes de la población, y presiones selectivas que favorecen la aparición de agentes patógenos nuevos o mutantes, o de recombinaciones de los agentes patógenos existentes. Los microorganismos transmitidos por el agua se multiplican en el intestino y se eliminan por el cuerpo a través de las heces. Esto puede determinar la aparición de una contaminación fecal de las fuentes de suministro, entonces un nuevo hospedador puede consumir esa agua y el patógeno puede colonizar su intestino.²¹

2.4 MARCO CONTEXTUAL

Los orígenes del municipio de González son ancestrales, en 1578 el territorio conocido por la Gobernación de Santa Marta como jurisdicción de la ciudad de Ocaña se encontraba habitado por 28 asentamientos o parcialidades naturales, estos se encontraban a unas siete (7) leguas de distancia hacia el norte de la recién fundada ciudad de Ocaña, entre ellos ASCURIAMA, BURGAMA, BUXERIAMA, BUGURA Y CEQUERAMA. Medio siglo después la gobernación de Santa Marta con el visto bueno de la Real Audiencia de Santa Fe de Bogotá dispone el reordenamiento territorial de la

²¹ RECUESTO DE COLIFORMES TOTALES. Filtración a Través de Membrana. Laboratorio de Tecnología Educativa. Departamento de Microbiología y Genética. Universidad de Salamanca: España (S F) [08-05-2015] Disponible en: http://virus.usal.es/Web/demo_fundacua/demo2/FiltraMembColiT_auto.html (citado 15/09/2015)

jurisdicción de Ocaña, mediante el poblamiento de sus parcialidades naturales en un número de pueblos que facilitase su administración y evangelización.

No obstante, la población indígena bastante diezmada ya, había sido organizada para efectos de su adoctrinamiento por el obispado de Santa Marta, en dos escuelas o doctrinas, llamada una de los Clérigos y la otra de los Religiosos. Los asentamientos que ocupaban el territorio bañado por la quebrada “La Loma” y aledaños, conformaban la doctrina de los Clérigos o del “Valle de la Loma y sus anexos”, y de ellos se debería hacer solo dos (2) pueblos. Hacia 1650 se inicia dicho proceso de poblamiento, el cual concluye años más tarde con la organización de varios pueblos, entre los que se encuentra y destaca el de Burgama o la “Loma”, que surge de la fusión de las parcialidades de Ascuriama y Burgama, y a las que posteriormente se anexaría entre otras, Buxeriana.²²

Hacia el año 1700, el nuevo pueblo empieza a ser llamado “Loma de San Juan Crisóstomo” o “San Juan Crisóstomo de la Loma”, según registros eclesiásticos, seguramente por decisión e influencia del cura doctrinario o párroco de la iglesia de Ocaña, trasladando la veneración de este santo desde esa ciudad a nuestro pueblo; quedando así abolido el nombre autóctono de Burgama. Años después, colonos provenientes de Ocaña y de las nuevas provincias de Vélez, y Socorro (Santander), Pamplona (Norte de Santander), y Mompos (Bolívar); entre otras, empiezan a asentarse en los límites de las tierras del resguardo indígena, dando origen a un conflicto que sólo hasta el año 1800 será dirimido.

En Agosto de 1822, la aldea o comunidad indígena de San Juan Crisóstomo de la Loma es erigida por el Obispado de Santa Marta en parroquia, llamándose la “Parroquia Loma de Indígenas”; aparece entonces la figura del Alcalde Parroquial y el cabildo indígena. Podría considerarse que es desde esa fecha cuando comienza la historia oficial del municipio, pues las leyes de la nueva República de Colombia reconocerán más tarde las parroquias existentes como Distritos Municipales. En el mismo orden de ideas, la creación del Estado Federal del Magdalena Grande en 1857, lleva a que años después la Asamblea Legislativa en Ley de “División política del Estado” cambie al Distrito Municipal el nombre de Loma de Indígenas por el de González, al parecer en reconocimiento y homenaje a un destacado dirigente político de la época; nombre oficial que conserva hasta nuestros días aunque en la provincia aun es llamado por muchos “La Loma”. A partir de 1967, el municipio de González, queda conformando la jurisdicción del nuevo departamento del Cesar, segregado del Magdalena.

González es un pequeño municipio ubicado en el sur oriente del departamento del cesar, en las estribaciones de la cordillera oriental. Con una altitud de 1.260 metros sobre el nivel del mar, tiene una extensión de 75,2 Kilómetros cuadrados y una agradable temperatura promedio de 22 °C, dista 344 Km. de la capital del departamento, Valledupar y de Ocaña (N de S.) 22 Km. por carretera. Según el censo del DANE del año 2005 González cuenta con 1.580 habitantes en la cabecera municipal y en el resto del municipio 7.659 habitantes

²² ARANGO, Luis Ángel. Historia de González Cesar. [En línea] (2015), Disponible en < <http://gonzalenses.es.tl/Nuestro-Municipio.htm>> p 1

para un total de población de 9.239 habitantes. El municipio cuenta con servicios públicos como energía eléctrica en todo el municipio, telefonía fija en el casco urbano, telefonía celular en la mayor parte del municipio, servicio de acueducto sin tratamiento del agua en el casco urbano y acueductos rurales en algunos corregimientos y veredas. Las vías terciarias comunican por medio de carretera destapada casi todos los corregimientos y veredas con el casco urbano. Es el municipio más pequeño del departamento del Cesar, un verdadero paraíso semirural rodeado de verdes montañas aire puro y fresco, inigualable clima, agua abundante y un tranquilo y apacible transcurrir de la vida.²³

2.5 MARCO LEGAL

2.5.1 Constitución política de Colombia de 1991. Artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La Ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.²⁴

2.5.2 Decreto 1449 de 1977. Mediante el cual se establecen obligaciones a los propietarios de predios sobre conservación, protección y aprovechamiento de las aguas.

2.5.3 Decreto 1541 de 1978. Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto Ley

2.5.4 Decreto 1575 del 2007. Del ministerio de protección social del gobierno nacional se establecen los sistemas para la protección y control de la calidad del agua para el consumo humano.

2.5.5 Decreto 2811 de 1974. “De las aguas no marítimas” y parcialmente la Ley 23 de 1973.

2.5.6 Decreto 475 de 1998. Por el cual se expiden las normas técnicas de calidad del agua potable.

2.5.7 Decreto 3930 del 2010. Por el cual se reglamenta parcialmente el título I de la ley 9 de 1979, si como el capítulo II del título VI parte III del libro II del decreto ley 2811 de 1974 en cuanto usos del agua y recursos líquidos y se dictan otras disposiciones.

2.5.8 Decreto 1594 de 1984. Por el cual se reglamenta parcialmente el título I de la ley 9 de 1979, si como el capítulo II del título VI parte III del libro II y el título III de la parte III del

²³ *Ibíd.*, p 2

²⁴ REPÚBLICA DE COLOMBIA. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA. Actualizada hasta la reforma del 2001, Colombia, edición actualizada 2001. P.33.

decreto ley 2811 de 1974 en cuanto usos del agua y recursos líquidos y se dictan otras disposiciones.

2.5.9 Resolución 2115 del 2007. Por medio del cual se características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para el consumo humano.

2.5.10 Ley 79 de 1986. Por la cual se declaran áreas de reserva forestal protectora, para la conservación y preservación del agua. (Declarada posteriormente inexecutable).

En el año 1984, se expidió el Decreto 1594, en el que se definieron los límites permisibles para el vertimiento o descarga de residuos líquidos a un cuerpo de agua o alcantarillado sanitario; igualmente se establecieron los conceptos de cargas combinadas, sustancias de interés sanitario, planes de cumplimiento de los usuarios contaminadores, tasas retributivas y marcos sancionatorios, entre otros aspectos. La perspectiva de esta norma es la regulación de la calidad en función de los usos del agua y el control de los efluentes a la salida de los mismos (“control al final del tubo”)

2.5.11 Decreto 2857 de 1981. Por el cual se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto- Ley 2811 de 1974 sobre Cuencas Hidrográficas y se dictan otras disposiciones. Artículo 3.- Condiciones del aprovechamiento. El aprovechamiento de los recursos naturales y demás elementos ambientales se realizarán con sujeción a los principios generales establecidos por el Decreto-ley 2811 de 1974 y, de manera especial, a los criterios y previsiones del artículo 9 del mismo estatuto. Toda actividad que por sus características pueda producir un deterioro grave a los recursos naturales renovables de la cuenca, disponga o no ésta de un plan de ordenación, deberá autorizarse por la Entidad Administradora de los Recursos Naturales Renovables, previa elaboración y presentación del respectivo estudio de efecto ambiental.²⁵

²⁵ CONGRESO DE COLOMBIA. Decreto 2857 de 1981. Por el cual se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto- Ley 2811 de 1974 sobre Cuencas Hidrográficas y se dictan otras disposiciones. Editorial Littio. 2000. P 23

3. METODOLOGÍA

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Respecto a la oferta hídrica, en la quebrada el recurso hídrico es para uso doméstico por lo que para determinar la cantidad y la calidad del recurso hídrico se utilizara una metodología descriptiva teniendo en cuenta que en la microcuenca se tomaran cuatro muestras puntuales tres de ellas ubicadas en diferentes puntos de la microcuenca (alta, media y baja) y la cuarta muestra se tomara en el tanque de almacenamiento, de esta forma se dará una perspectiva más clara de las condiciones en que se encuentra actualmente la microcuenca ya mencionada.

Para la ejecución del proyecto de caracterización del cuerpo de agua proveniente de la microcuenca quebrada la Estancia que abastecen el acueducto de San Isidro y el Potrero del municipio de González Cesar, se tienen en cuenta una serie de actividades alcanzables en un periodo a corto plazo de (3 meses), por lo que se va a observar el estado actual en que se encuentra la quebrada y de esta forma realizar los análisis pertinentes sobre el recurso hídrico.

3.2 POBLACIÓN

La microcuenca ubicada en la vereda “la estancia” abastece a los 357 habitantes del corregimiento de San Isidro y 75 habitantes del corregimiento el potrero.

3.3 MUESTRAS

En total se tomaron cuatro muestras de las cuales tres de ellas se tomaron en puntos diferentes de la microcuenca quebrada la estancia y la cuarta muestra se tomó en el tanque de almacenamiento de agua para el consumo de los habitantes de los corregimientos de san isidro y potrero, las muestras son puntuales debido a las condiciones topográficas de la zona, se tomaron muestras semanales durante un periodo de tres semanas.

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Se hará una recopilación de la información y organización. Luego se realizara el trabajo de campo que consiste en la toma de muestras para su posterior análisis y la Georeferenciación de cada uno de los puntos antes mencionados y hacer visualización de la zona donde se identifique los posibles factores que influyan en la afectación de la microcuenca, entre otros.

El proyecto consta de 3 etapas o fases en las cuales se describirán más adelante.

3.4.1 Etapa 1 Georeferenciación. Como primera está contemplada la ubicación cartográfica de la microcuenca quebrada la estancia, es necesaria la obtención de los mapas

cartográficos brindados por la alcaldía municipal, planeación municipal y la UMATA del municipio de Gonzales, además la realización de caminatas por el área de estudio y la georreferenciación para poder establecer los puntos de muestreo punto 1: 200 metros arriba de la bocatoma, punto 2: 500 metros abajo de la bocatoma en la parte media de la microcuenca, punto 3: 1000 metros abajo de la bocatoma, punto 4: tanque de almacenamiento de agua.

Punto 1: X: 824796, Y: 7323323

Punto 2: X: 824328, Y: 7322631

Punto 3: X: 823689, Y: 7323046

Punto 4: X: 823831, Y: 7322393

3.4.2 Etapa 2. La segunda fase es la recolección de las muestras respectivas del efluente para su posterior análisis en el laboratorio, para esto se realizó la toma de 4 muestras de las cuales tres de ellas se tomaron en tres puntos diferentes de la microcuenca, de la siguiente manera, se tomara un punto a 200 metros arriba de la bocatoma del acueducto, otro punto se tomará a 500 metros abajo de la bocatoma parte media de la microcuenca, otro punto se tomara a 1000 metros abajo de la bocatoma, y por último se tomara en el tanque de almacenamiento de agua domiciliaria en los puntos de muestreo correspondientes. Para la recolección de las muestras para el análisis físico químico (pH, Dureza Total, Alcalinidad, Oxígeno Disuelto, DBO₅, solidos suspendidos, nitritos, nitratos, hierro total, color, conductividad, sulfatos y turbiedad) y microbiológicos (coliformes totales y coliformes fecales) se utilizaran las siguientes herramientas de trabajo:

1cava para el guardado y cuidado de las muestras tomadas.

6 recipientes (3 frascos para la medición microbiológica, tapa azul de 250 ml, 3 frascos de plásticos de 1 litro)

1cronometro.

Cinta de enmascarar.

Lapiceros.

1 recipiente de 1 litro para medición del caudal.

La bitácora

Se recolectaron muestras puntuales, 1000 ml en recipiente plástico esterilizado para la ejecución de los análisis físico químicos y 250 ml en recipiente de vidrio pírex tapa azul para los análisis microbiológicos

3.4.3 Etapa 3. La tercera fase es el análisis de los parámetros físico químicos (pH, Dureza Total, Alcalinidad, Oxígeno Disuelto, DBO₅, solidos suspendidos, nitritos, nitratos, hierro total, color, conductividad, sulfatos y turbiedad) y microbiológicos (coliformes totales, coliformes fecales) Estos se realizaran en el laboratorio de aguas de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Mediante el método de STANDARD METHODS para determinar cada uno de los componentes mediante pruebas fotométricas y titulométricas para los parámetros físico químicos y el método de filtración por membrana para los parámetros microbiológicos.

El aforo de la microcuenca se medirá por el método de balde este consiste en tomar un recipiente que contenga la medida de volumen (V) y medir el tiempo transcurrido (t) desde que se introduce a la descarga hasta que se retira de ella; la relación de estos dos valores nos permite conocer el caudal (Q) en ese instante de tiempo. Se debe tener un especial cuidado en el momento de la toma de muestra y la medición del tiempo, ya que es un proceso simultáneo donde el tiempo comienza a tomarse en el preciso instante que el recipiente se introduce a la descarga y se detiene en el momento en que se retira de ella. Se deben realizar varias mediciones y calcular el promedio. El caudal se calcula como: $Q = V / T$.

3.4.4 Técnica de recolección secundaria. Hace referencia a las informaciones complementarias, la cual es obtenida a través la normatividad legal, económica y datos aplicables al sector donde se puede ubicar este trabajo de grado.

3.4.5 Procesamiento y análisis de la información. Para el estudio de los parámetros físico- químico y microbiológico tomado en cada uno de los puntos de muestreo antes mencionados se realizara el análisis de cada uno de los parámetros para observar las condiciones en que se encuentra en recurso hídrico con base a la siguiente normatividad.

Decreto 1594 de 1984

Decreto 475 de 1998

Decreto 3930 de 2010

Resolución 631 del 2015

Se realizara un procedimiento matemático mediante la aplicación de los siguientes índices para la evaluación de la calidad del agua, (ICOMI, ICOMO, ICOSUS) utilizando las siguientes formulas.

ICOMI: $1/3$ (Conductividad + Dureza + Alcalinidad)

ICOMO: $1/3$ (DBO + coliformes totales + oxígeno%)

ICOSUS: $(-0.02 + 0.003 * \text{solidos suspendidos})$

4.2 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

En su nacimiento el sitio se caracteriza por poseer un buen estado de cobertura vegetal sin embargo su recorrido se caracteriza por presentar una cobertura rara, poca vegetación arbórea, dominando los rastrojos bajos y altos. La quebrada tiene un promedio de ancho de 3 metros y profundidades no mayor de un metro. El sitio más conservado desde el punto de vista de cobertura vegetal es la parte alta (escuela la estancia) donde se encuentra la bocatoma del acueducto del corregimiento el potrero, sin embargo se encuentra vertimientos directos a 50 metros de la toma de agua. Unos 500 metros aguas abajo (puente camino a la primavera) y (trapiche Aníbal Navarro) la vegetación es escasa, existiendo rastrojos bajos dominantes y cultivos de caña de azúcar en estos se encuentran vertimiento directos que hacen que alteran la dinámica del recurso hídrico.

4.2.1 Geomorfología. La unidad geomorfológica denominada y dividida en cuatro grupos desglosándose de la siguiente manera; deslizamiento y desprendimientos de roca sedimentación aluvial solifluxión generalizada en amplios sectores de grado ligero y deslizamientos y por ultimo podemos notar escurrimiento difuso y concentrado en grado muy severo. En esta área se observa marcada la intervención antrópica en factores de aumento de la frontera agropecuaria más que todo en las zonas de conducción del agua; de igual manera en esta microcuenca sobresalen la U de montañas cuya característica principal es la presencia de terrenos muy accidentados y de pendientes fuertes.

4.2.2 Suelos. El paisaje predominante de acuerdo con los estudios realizado por COPROCAM se observa la estructura "misceláneo erosionado" los factores determinantes en la formación de los suelos, son básicamente: el material parental el clima y el relieve. Estos factores en conjunto han determinado la existencia de suelos en la zona.

4.2.3 Pendientes. Las pendientes para esta zona son moderadas en su mayoría las condiciones de este tipo de terrenos son áreas donde no es recomendable para uso agrícola, y donde es conveniente la plantación de bosque productor, protector y conservación.

Cuadro 1. Descripción de las pendientes.

Descripción pendiente	Área ha
3-7	85.75
7-12	111.49
12-25	165.38
25-50	101.52

Fuente: E.O.T municipio de Gonzales.

4.2.4 Amenazas. De acuerdo a la geomorfología del predio y teniendo en cuenta las pendientes en la zona de estudio se presenta amenazas de procesos erosivos graves y remoción en masa que para este caso está constituido por procesos morfo dinámicos que involucren movimientos de suelo y roca que afecten principalmente las laderas de las zonas

de montaña, los más relevantes en el análisis foto geológico desarrollado están los deslizamientos y la erosión.

4.2.5 Riesgos. De acuerdo a lo consignado en el E.O.T para el municipio en general el riesgo por deslizamiento, remoción en masa, ubicando únicamente dos grados de amenaza la de alto riesgo y la de mediano riesgo; para el caso se puede generar mediano riesgo por procesos de remoción en masa.

4.2.6 Hidrología. Todas las fuentes hídricas están determinadas en el área de estudio se constituyen afluentes de la microcuenca quebrada la estancia con 3039.11 ha propiciado un área estratégica de 819.77 ha.

En cuanto a la calidad del agua hay que mencionar que esta microcuenca es primordial en demanda hídrica del municipio de Gonzales, no se registran estudios de calidad del agua sobre esta.

4.2.7 Zonas de vida. La caracterización descriptiva de la zona de vida es en sí, el resultado de la interpretación de los diferentes factores que interactuando tipifica un lugar geográfico y que como tal puede tomarse como base para el desarrollo de las actividades humanas en sus diferentes manifestaciones. Desde el criterio de asociación o clasificación climática de L.R Holdridge según la cual una zona de vida se define como una “asociación o grupo de características o asociaciones edáficas y las de sucesión, tienen una fisonomía en similar en cualquier lugar del mundo” de la definición se desprende que cuando encontramos una región con similares o iguales características físicas; las plantas, fauna y/o cualquier recurso biológico asociado ha de ser similar por el proceso de adaptación y evolución necesario a través del cual se estrecharon las relaciones con el entorno para asegurar su presencia en el sitio.

Cuadro 2. Especies florísticas asociadas a la microcuenca quebrada la estancia

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
Almendro	Terminalia catapa
Arenillo	Catostemma sp
Balso blanco	Heliocarpus sp
Canelo	Hedyosmum sp
Cedro negro	Juglans neotropica
Colmillo	Napeanthus sp
Canillo	Boehmeria sp
Gavilán	Neurolaena sp
Graizo	Hedyosmun rasemosun
Guayabo	Myrciaria sp
Laurel comino	Aniba sp
Laurel tospes	Aeiouea dubia
Lechoso	Olmedia laevis

Luscuca amarilla	Mabea sp
Mantequilla	Humiriastrum colobianum
Papamo	Vismia baccifera
Peralejo	Curatella americana
Patevaca	Bauhinia pupuria
Ranpacho	Clusia sp
Roble	Tabebuia pentaphylla
Tostaito	Pétrea sp
Tachuelo	Lacmellea floribunda
Uvito	Cavendishia pubescens
Macana	Abuta grandifolia

Fuente: Identificación y elaboración del censo de propietarios que ejercen presión en las áreas estratégicas de reserva ambiental de la microcuenca quebrada la estancia 2012.

4.2.8 Fauna. La zona que hace parte de la microcuenca quebrada la estancia se refleja una disminución en la presencia de diversas especies de fauna y por supuesto en número de individuos por especies; sin embargo la presencia del bosque primario y secundario en la zona ha permitido la permanencia de algunas especies entre las que sobresalen las siguientes.

Cuadro 3. Nombre científico y nombre común de la fauna perteneciente a la microcuenca quebrada la estancia.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	CITES	
Cervidae	Manzana americana	Venado Colorado, soche Venado de monte Venado reinoso Matacan, locho.	LR/lc	LII
Erethizontidae	Coendou pehensilis	Puerco espin Común, erizo Puercoerizo	DD	
Sciuridae	Sciurus granatensis	Ardilla colorada	DD	
Procyonidae	Potos flavus	Perro de monte Marteja, cuche	DD	
Dasypodidae	Dasypus novemcintus	Armadillo común Armadillo, jusa Caseteja, gurre Jerre-jerre	DD	
MUSTELIDAE	Mustela frenata	Comadreja	DD	
Felidae	Herpailurus yagouaroni	Gato de monte	DD	

LEPORIDAE	Sylvilagus brasiliensis	Conejo sabanero Conejo silvestre	DD	
DASYPROCTIDAE	Dasyprocta punctata	Ñeque		LII
Canidae	Cerdocyon thous	Zorro perruno	DD	

Fuente: NAVARRO, J Fernando manual de huellas de algunos mamíferos terrestres de Colombia “especies de dudosa presencia en el municipio pero que son reportadas por la comunidad.

4.2.9 Datos de caudales. Los aforos practicados a la corriente principal, y los afluentes pertenecientes al municipio con su longitud aproximada hecha en los últimos años se encuentran registrados en el siguiente cuadro.

Cuadro 4. Descripción de los recursos hídricos del municipio de Gonzales.

NOMBRE DE LA QUEBRADA	VEREDA O COREGIMIENTO	LONGITUD APROXIMADA (KM)	CAUDAL APROXIMADO (L/S)
Queb. Cundina	San Cayetano	2.5	6.27
Queb. Las animas	San Cayetano	2.9	0.679
Queb. El chorrón	El chorrón	1.84	0.68
Queb. Culebrita	Culebrita	4.22	2.13
Queb. Tequendama	Tequendama	2.7	0.28
Queb. Burbura	Burbura	2.3	4.33
Queb. Montera	Montera	2.45	-----
Queb. Buja rabita	Buja rabita	3.5	-----
Queb. Estancia	Queb. Estancia	7.82	28.8
Queb. El oso	Oso	2.76	2.44
Queb. Bujuriamá	Bujuriamá	2.62	3.16
Queb. La floresta	La floresta	2.88	1.25
Queb. Andrea	Vijagual	1.58	3.83
Queb. González	González	35.3	4.25
Queb. Baltarazico	San isidro	2.7	6.3

Fuente: Diagnostico sectorial 2005 (plan de ordenamiento ambiental de la cuenca alta del río Catatumbo segunda etapa abril de 1997). EOT municipio de Gonzales.

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 DETERMINAR LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS EN LA MICROCUENCA QUEBRADA LA ESTANCIA, (COLOR, PH, DUREZA, TURBIEDAD, CONDUCTIVIDAD, ALCALINIDAD, OXÍGENO DISUELTO, DBO₅, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, NITRITOS, NITRATOS, SULFATOS, HIERRO TOTAL)

DESCRIPCION: En las siguientes tablas se muestran los resultados de los análisis físico-químicos presentes en la microcuenca quebrada la estancia donde:

Punto 1: 200 m arriba de la bocatoma

Punto 2: 500 m abajo de la bocatoma parte media de la microcuenca

Punto 3: 1000 m abajo de la bocatoma

Punto 4: tanque de almacenamiento domiciliario

Cuadro 5. Resultados alcalinidad microcuenca quebrada la estancia.

Punto	Resultado mg/l	Decreto 1594/84	Decreto 475/1998
1	38	200 mg/L	100 mg/L
2	52		
3	55		
4	37		

Fuente: Autores del proyecto.

Se puede observar en el cuadro 5 los valores de alcalinidad se encuentran en un rango de 37 a 55 mg/L los cual nos permite conocer que dichas concentraciones están en un rango bajo según el valor establecido por la norma, dado que la alcalinidad del agua está determinada generalmente por el contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, ésta se toma como un indicador de dichas especies iónicas. No obstante, algunas sales de ácidos débiles como boratos, silicatos, nitratos y fosfatos pueden también contribuir a la alcalinidad de estar también presentes. Lo cual podemos decir que la microcuenca no se encuentra estos minerales alcalinos.

Cuadro 6. Resultados color microcuenca quebrada la estancia

Punto	Resultados UPC	Decreto 1594/84	Decreto 3930/10	Decreto 475/1998
1	25	75 UPC	15 UPC	15 UPC
2	45			
3	27			
4	24			

Fuente: Autores del proyecto.

Se puede observar en el cuadro 6 los valores para el color se encuentran en un rango alto, entre 24 a 47 UPC muy cercano a lo establecido para el consumo humano y muy por debajo del valor máximo aceptable para que el recurso hídrico sea sometido a un proceso de potabilización como se establece en el decreto 1594/84 cuyo valor máximo es de 75 UPC.

Se observa un aumento del color en el punto 1 el cual está a 200 metros arriba de la bocatoma muy cerca al nacimiento, esto se debe porque hay una caída de agua de 5 metros aproximadamente lo que genera turbulencia en el agua y hace que los materiales orgánicos, sustancias húmicas se encuentren disueltas. En el punto 2 la muestra fue tomada en la parte media de la microcuenca esto permite una mayor velocidad del flujo del agua a su vez genera gran turbulencia y hace que hallan sustancias disueltas y materias en suspensión ya que en ese punto se realizan vertimientos directos alterando el recurso hídrico, en el punto 3 se encuentra a 1000 m abajo de la captación se observa un aumento del valor de este parámetro; en el punto cuatro se tomó en el tanque de almacenamiento domiciliario lo cual podemos observar muy poca disminución del valor es decir que los filtros que posee el tanque domiciliario están desempeñando poca función en el tratamiento del agua.

Cuadro 7. Resultados conductividad microcuenca quebrada la estancia

Punto	Resultado $\mu\text{S/cm}$	Decreto 475 de 1998
1	49	1000 $\mu\text{S/cm}$
2	104	
3	105	
4	103	

Fuente: Autores del proyecto.

Se puede observar en el cuadro 7 los resultados de conductividad se encuentran en un rango de 49 a 105 $\mu\text{S/cm}$ lo cual nos indica que no hay grado de movilidad de iones en el agua, cabe resaltar que la movilidad de los iones en el agua depende directamente de la temperatura, los valores de conductividad presente en el agua analizada están por debajo de lo establecido en el decreto 475 de 1998 en donde se expiden las normas técnicas de calidad del agua.

Cuadro 8. Resultado dureza microcuenca quebrada la estancia

Punto	Resultado mg/L	Decreto 475/98
1	27	160 mg/L
2	39	
3	38	
4	25	

Fuente: Autores del proyecto.

Se puede observar en el cuadro 8 los valores de dureza se encuentran en un rango de 25 a 39 mg/L lo que quiere decir que la muestra de agua analizada es poco dura. Es preciso resaltar que la dureza del agua está estrechamente relacionada con la conductividad ya que el carbonato de calcio (CaCO₃), constituye cerca del 90% de los sólidos disueltos, los cuales son los responsables directos de la conductividad.

Cuadro 9. Resultados hierro total microcuenca quebrada la estancia

Punto	Resultado mg/L	Decreto 475 del 2015
1	0.08	0.3 mg/L
2	0.61	
3	0.46	
4	0.38	

Fuente: Autores del proyecto.

Se puede observar en el cuadro 9 que los valores de hierro total se encuentran en un rango 0.08 a 0.61 mg/L, lo cual podemos analizar que el hecho de que la microcuenca no presente minerales de hierro no quiere decir que los valores estén por debajo de lo establecido en la norma, según los estudios realizados el hierro presente en una fuente hídrica proviene de los minerales arcillosos, por otro lado el hierro disuelto alcanza las aguas superficiales para formar herrumbre y precipita en el fondo del flujo de agua. El Hierro disuelto es común en aguas subterráneas porque oxígeno disuelto es típicamente alto. Que son las características que se presentan en el lecho de la microcuenca estudiada.

Cuadro 10. Resultados nitratos microcuenca quebrada la estancia

Punto	Resultado mg/L	Decreto 1594/84	Decreto 475/1998
1	2.2	10mg/L	10 mg/L
2	3.5		
3	3.1		
4	3.1		

Fuente: Autores del proyecto.

Se puede observar en el cuadro 10 los valores de nitratos se encuentra en un rango de 2.2 a 3.5 mg/L lo que quiere decir que la concentración de nitratos no supera lo establecido por, el decreto 1594 de 1984, y el decreto 475 de 1998, esto puede ser que a pesar que la microcuenca presenta vertimiento directos en la parte media, no significa que el recurso hídrico presente niveles que sobrepasen la concentración de nitratos estipulados en la normatividad antes mencionada. Ya que la presencia de nitratos no solo es ocasionada por la descarga de vertimientos o por la utilización de fertilizantes nitrogenados que se infiltran en el suelo y terminan arrastrados a la microcuenca por efectos de la lluvia. Lo que nos permiten concluir que los nitratos entran al agua vía ciclo del nitrógeno.

Cuadro 11. Resultados nitritos microcuenca quebrada la estancia

Punto	Resultado mg/L	Decreto 3930/2010	Decreto 475/1998
1	0.01	1.0 mg/L	0.1 mg/L
2	0.01		
3	0.02		
4	0.02		

Fuente: Autores del proyecto.

Se puede observar en el cuadro 11 los nitritos se encuentran en un rango de 0.01 a 0.02 mg/L lo cual nos quiere decir que los resultados de las muestras en cada punto no presentan variabilidad ni diferencias significativas los nitritos y nitratos forman parte del ciclo del nitrógeno estos compuestos se originan inicialmente como materia proteica vegetal la cual puede transformarse en proteína animal durante el ciclo del nitrógeno, se forma la nitrificación que es la oxidación de un compuesto de amonio a nitrito, especialmente por la acción de la bacterias nitrificantes, finalmente los nitritos se oxidan a nitratos, la baja concentración de nitritos y nitratos favorecen a las acueductos veredales que se abastecen de la microcuenca.

Cuadro 12. Resultados oxígeno disuelto microcuenca quebrada la estancia

Punto	Resultado mg/L	Decreto 3930/2010
1	8.3	5.0 mg/L
2	7.9	
3	7.7	
4	7.9	

Fuente: Autores del proyecto.

Se puede observar en el cuadro 12 los valores de oxígeno disuelto presentan un rango de 7.7 a 8.3 mg/L cabe resaltar que el oxígeno disuelto (OD), es un indicador de como de contaminada está el agua o de lo bien que puede dar soporte a la vida vegetal y animal, como lo demuestra en las muestras realizadas en la microcuenca generalmente los niveles altos de oxígeno disuelto indican agua de mejor calidad. Como la que presenta la microcuenca estudiada al observar los valores obtenidos en cada uno de los puntos de muestreos inciden a los factores más asociados a la vida acuática, biológicos y químicos la presencia de oxígeno favorecen la diversidad de especies deseables como los peces.

Cuadro 13. Resultados pH (potencial de hidrogeno) microcuenca quebrada la estancia

Punto	Resultado PH	Decreto 3930/2010	Resolución 631/2015
1	7.67	5,0 – 9,0	6,0 – 9,0
2	7.50		
3	7.55		

4	7.46		
---	------	--	--

Fuente: Autores del proyecto.

Analizando el cuadro 13 se puede observar que los valores de PH se encuentran entre 7.46 a 7.67 lo cual quiere decir que es un PH básico, óptimo para los procesos biológicos que se pueden llevar a cabo por los organismos acuáticos presente en recurso hídrico analizado. Además los rangos de PH se encuentran entre los establecidos por la resolución 631 del 2015 y el decreto 3930 del 2010.

Cuadro 14. Resultado sulfatos microcuenca quebrada la estancia

Punto	Resultado mg/L	Decreto 1594/84	Resolución 631/2015
1	1	400 mg/L	250 mg/L
2	2		
3	1		
4	2		

Fuente: Autores del proyecto.

Según el cuadro 14 se puede observar que el contenido de sulfato es de 1 a 2 mg/L lo cual quiere decir que su concentración es muy baja el contenido de sulfatos en las aguas superficiales se deben a la oxidación de minerales sulfurosos y terrenos ricos como los yesos, el contenido de sulfatos no suele presentar problemas de potabilidad a las aguas de consumo humano ya que los niveles de sulfato se pueden ver incrementados durante el proceso de potabilización del agua que se requiera tratar ya que se adiciona sulfato de aluminio para eliminar la turbidez y el color del agua.

Lo que no presento variabilidad, en el punto cuatro tomado en el tanque de almacenamiento el agua actualmente no está en proceso de potabilización. Si al llegarse a sobrepasar los contenidos de sulfatos superiores a 300 mg/L pueden generar problemas a la salud. Lo cual podemos concluir la ausencia de estos minerales en la microcuenca quebrada la estancia.

Cuadro 15. Resultados turbiedad microcuenca quebrada la estancia

Punto	Resultado mg/L	Decreto 3930/10	Decreto 475/1998
1	0.34	10 UNT	5 UNT
2	0.51		
3	0.4		
4	0.36		

Fuente: Autores del proyecto.

Se puede observar en el cuadro 15 los resultados de turbiedad están en un rango de 0.34 a 0.51 mg/L lo que quiere decir que son muy bajos, nos indica que en la microcuenca estudiada no existen sedimentos procedentes de la erosión, escorrentía urbana y crecimiento de algas la turbiedad está relacionada con el oxígeno disuelto ya que el agua presenta una

turbiedad baja y aumenta cada vez que se presentan precipitaciones en la zona pero toma de nuevo su forma natural en un laxo de tiempo.

Cuadro 16. Resultados DBO₅ (demanda bioquímica de oxígeno) en la microcuenca quebrada la estancia

Punto	Resultado mg/L	Resolución 631/2015
1	3.7	50 mg/L
2	7.2	
3	6.9	
4	5.2	

Fuente: Autores del proyecto.

Según el cuadro 16 se puede observar que los resultados de DBO₅ se encuentran en un rango de 3.7 a 7.2 mg/L lo que quiere decir que los resultados en cada uno de los punto de muestreo correspondientes se encuentran en lo establecido en la resolución 631 del 2015 donde se establecen los parámetros y valores máximos permisibles en los vertimientos puntuales, lo cual nos indica que la concentración de DBO₅ en el recurso hídrico se debe a los vertimientos que se generan en la microcuenca principalmente en los puntos dos, tres y cuatro donde no hay disminución de DBO₅ y donde se observa mayor crecimiento de este parámetro.

Cuadro 17. Resultados de SST (solidos suspendidos totales) en la microcuenca quebrada la estancia

Punto	Resultado mg/L	Decreto 475/1998	Resolución 631/2015
1	90	500 mg/L	100 mg/L
2	120		
3	100		
4	90		

Fuente: Autores del proyecto.

Se puede observar en el cuadro 17 los valores de solidos suspendidos totales se encuentran en un rango de 90 a 120 mg/L lo que quiere decir que la cantidad de sólidos en suspensión se encuentran dentro del rango establecido por el decreto 475 de 1998 donde se expiden las normas técnicas de calidad del agua potable y la resolución 631 del 2015 donde se establecen los parámetros y valores máximos permisibles en los vertimientos puntuales cabe resaltar que la concentración de solidos suspendidos en el punto 2 provienen de compuestos orgánicos producto de los vertimientos.

5.2 DETERMINAR LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS (COLIFORMES FECALES COLIFORMES TOTALES) DEL AGUA EN LA MICROCUENCA QUEBRADA LA ESTANCIA MEDIANTE EL METODO DE FILTACION POR MENBRANA

DESCRIPCION: En las siguientes tablas se muestran los resultados de los análisis microbiológicos (coliformes totales, coliformes fecales) presentes en la microcuenca quebrada la estancia.

Punto 1: 200 m arriba de la bocatoma

Punto 2: 500 m abajo de la bocatoma en la parte media de la microcuenca

Punto 3: 1000 abajo de la bocatoma

Punto 4: tanque de almacenamiento domiciliario

Cuadro 18. Resultados coliformes fecales microcuenca quebrada la estancia

Punto	Resultado UFC/100 ml	Decreto 3930/2010
1	> 2000	1000 NMP
2	> 2000	
3	> 2000	
4	> 2000	

Fuente: Autores del proyecto.

Cuadro 19. Resultados coliformes totales microcuenca quebrada la estancia

Punto	Resultado UFC/100 ml	Decreto 3930/2010	Decreto 475/1998
1	> 2000	1000 NMP	500 mg/l
2	> 2000		
3	> 2000		
4	> 2000		

Fuente: Autores del proyecto.

Según lo contemplado en los cuadros 18 y 19 los valores de coliformes fecales y coliformes totales se mantienen en un mismo rango en cada uno de los puntos de muestreo, lo cual podemos observar que la contaminación microbiológica que presenta la microcuenca es bastante amplia sobrepasando los límites establecidos por el decreto 3930 del 2010 y el decreto 475 de 1998, donde se expiden las normas técnicas de calidad del agua cabe resaltar que la contaminación de coliformes fecales y totales se debe a los vertimientos directos realizados por la población aledaña a la microcuenca sin ningún tipo de control y por la explotación ganadera que ejerce presión en la parte alta de la zonas estratégicas de la microcuenca estudiada.

5.3 DESARROLLO DE LOS ÍNDICES PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA (ICA) PRESENTES EN LA MICROCUENCA QUEBRADA LA ESTANCIA

Para evaluar la calidad del agua presente en la microcuenca se empleara tres índices las cuales califican diferentes cualidades del recurso hídrico, considerando los siguientes índices de contaminación: ICOMI o de mineralización, ICOMO o de contaminación orgánica, ICOSUS relativo a los sólidos suspendidos presentes en el agua; los indecis son de estimación (matemática) y permite puntualizar el tipo de problema ambiental existente en la microcuenca quebrada la estancia para la realización de cada índice se utilizaran los resultados obtenidos en el laboratorio de agua en los puntos de muestreos realizados en la microcuenca quebrada la estancia y en el tanque de almacenamiento domiciliario donde se distribuye el agua a toda la comunidad perteneciente a los corregimientos de san isidro y potrero.

3.6.3.1 ICOMI índice de contaminación por mineralización. El ICOMI es el valor promedio de cada una de las variables elegidas ($I_{\text{conductividad}}$ que es el reflejo de los sólidos disueltos; I_{dureza} que agrupa los cationes de calcio y magnesio; y el $I_{\text{alcalinidad}}$ que agrupa los aniones carbonatos y bicarbonatos) las cuales se definen en un rango de 0-1, índices próximos a cero (0), reflejan muy baja contaminación por mineralización e índices cercanos a uno (1), reflejan que hay alta contaminación por mineralización.

El procedimiento se realiza de la siguiente manera:

ICOMI: = $1/3 (I_{\text{conductividad}} + I_{\text{dureza}} + I_{\text{alcalinidad}})$

$I_{\text{CONDUCTIVIDAD}}$: se obtiene a partir de la siguiente expresión

$$\text{Log}_{10} I_{\text{CONDUCTIVIDAD}} = -3.26 + 1.34 \log_{10} \text{Conductividad } \mu\text{S/cm}$$

$$I_{\text{conductividad}} = 10^{\log_{10} I_{\text{conductividad}}}$$

Conductividades mayores a 270 $\mu\text{S/cm}$, tienen un índice de conductividad = 1

I_{DUREZA} : se obtiene a partir de la siguiente expresión

$$\text{Log}_{10} I_{\text{DUREZA}} = -9.09 + 4.40 \log_{10} \text{Dureza (mg/l)}$$

$$I_{\text{dureza}} = 10^{\log_{10} I_{\text{Dureza}}}$$

Durezas mayores a 110 (mg/L) tienen $I_{\text{dureza}} = 1$

Durezas menores a 30 (mg/L) tienen $I_{\text{dureza}} = 0$

$I_{\text{ALCALINIDAD}}$: se obtiene a partir de la siguiente expresión

$$I_{\text{alcalinidad}} = -0.25 + 0.005 \text{alcalinidad (mg/L)}$$

Alcalinidades mayores a 250 mg/L tienen $I_{\text{alcalinidad}} = 1$

Alcalinidades menores a 50 mg/L tienen $I_{\text{alcalinidad}} = 0$

Solución del ICOMI según los resultados obtenidos en los puntos de muestreo realizados en la microcuenca quebrada la estancia

$$\text{CONDUCTIVIDAD} = I_{\text{CONDUCTIVIDAD}} = (-3.27 + 1.34 \log_{10} 104 \mu\text{S/cm})$$

$$I_{\text{CONDUCTIVIDAD}} = 0.27 \mu\text{S/cm}$$

El índice de conductividad es de 0.27 $\mu\text{S/cm}$ lo que quiere decir que conductividades mayores a 250 $\mu\text{S/cm}$ tienen conductividad = 1

$$\text{DUREZA} = I_{\text{dureza}} = (-9.09 + 4.40 * \log_{10} (39))$$

$$I_{\text{dureza}} = 0.0091 \text{ mg/l}$$

$$\text{ALCALINIDAD} = I_{\text{alcalinidad}} = (-0.25 + 0.005 * \log_{10} 52)$$

$$I_{\text{alcalinidad}} = 0.01 \text{ mg/l}$$

$$\text{ICOMI} = 1/3 (0.27 + 0.0091 + 0.01)$$

$$\text{ICOMI} = 0.096$$

3.6.3.2 ICOMO índice de contaminación por materia orgánica. Se expresa en diferentes variables que incluyen: nitrógeno amoniacal, nitritos, fosforo, oxígeno, demanda de oxígeno (DBO₅ – DQO) y coliformes totales y fecales principalmente.

Se seleccionaron demanda bioquímica de oxígeno y coliformes totales ya que estos parámetros reflejan fuentes diferentes de contaminación orgánica, así como el porcentaje de saturación del oxígeno que indica la respuesta o capacidad ambiental dependiendo de la concentración de dicho parámetro que presenta el recurso hídrico.

El procedimiento se realiza de la siguiente manera:

$$\text{ICOMO} = 1/3 (I_{\text{DBO}} + I_{\text{coliformes totales}} + I_{\text{oxígeno \%}})$$

I_{DBO} : se obtiene a partir de la siguiente expresión

$$I_{\text{DBO}} = -0.05 + 0.70 \log_{10} * \text{DBO mg/L}$$

DBO mayores a 30 mg/L tienen $I_{\text{DBO}} = 1$

DBO menores a 2 mg/L tienen $I_{\text{DBO}} = 0$

$I_{\text{COL.TOTALES}}$: se obtiene a partir de la siguiente expresión

$$I_{\text{COL.TOTALES}} = -1.44 + 0.56 \log_{10} * \text{DBO mg/L}$$

Coliformes totales menores a 500 NMP tienen $I_{\text{coliformes totales}} = 0$

Coliformes totales mayores a 20.000 NMP tienen $I_{\text{coliformes totales}} = 1$

$I_{\text{oxígeno\%}}$: se obtiene a partir de la siguiente expresión

$$I_{\text{oxígeno\%}} = 1 - 0.01 \text{oxígeno\%}$$

Oxígenos (%) mayores a 100% tienen $I_{\text{oxígeno\%}} = 0$

Solución del ICOMO según los resultados obtenidos en los diferentes muestreos realizados en la microcuenca quebrada la estancia

$$I_{\text{DBO}} = (-0.05 + 0.70 * \log 7.2)$$

$$I_{\text{DBO}} = 0.5$$

$$I_{\text{COL.TOTALES}} = (-1.44 + 0.56 \log 10.000)$$

$$I_{\text{COL.TOTALES}} = 0.8$$

$$I_{\text{oxigeno\%}} = 1 - (0.01)$$

$$I_{\text{oxigeno \%}} = 0.99$$

$$\text{ICOMO: } 1/3 (0.5 + 0.8 + 0.99)$$

$$\text{ICOMO: } 0.76$$

ICOSUS índice de contaminación por solidos suspendidos

Se determinó mediante la concentración de solidos suspendidos obtenidos en la muestra realizada en el tanque de agua domiciliaria.

$$\text{ICOSUS: } (-0.02 + 0.003 * \text{solidos suspendidos})$$

Solidos suspendidos mayores a 340 mg/L tienen ICOSUS = 1

Solidos suspendidos menores a 10 mg/L tienen ICOSUS = 0

$$\text{ICOSUS: } (-0.02 + 0.003 * 90)$$

$$\text{ICOSUS: } 0.25$$

Cuadro 20. Calificación de los índices de contaminación

ICO	NIVEL DE COMTAMINACION
0 - 0,2	Ninguna
>0,2 - 0,4	Baja
>0,4 - 0,6	Media
>0,6 - 0,8	Alta
>0,8 - 1	muy alta

Fuente: Autores del proyecto.

3.6.3.4 ICOMI. Según los resultados obtenidos con relación a lo establecido en el cuadro 20 donde se contempla los niveles de calificación de los índices de contaminación nos releja que para el ICOMI presento un valor de 0.096 lo que nos quiere decir que no hay nivel de contaminación de minerales alcalinos y carga iónica en la microcuenca quebrada la estancia es decir no presenta minerales alcalinos en el lecho del recurso hídrico de la microcuenca.

3.6.3.5 ICOMO. Según los resultados obtenidos y con relación a lo establecido en el cuadro 20 donde se contempla los niveles de calificación de los índices de contaminación nos refleja que para el ICOMO presento un valor de 0,76 lo cual nos indica que hay una alta contaminación de materia orgánica generalmente dicha contaminación se debe a los

vertimientos directos realizados por la comunidad aledaña a la microcuenca afectando su calidad y generando preocupación para la población que se abastece del recurso hídrico.

3.6.3.6 ICOSUS. Según los resultados obtenidos y con relación a lo establecido en el cuadro 20 donde se contempla los niveles de calificación de los índices de contaminación nos refleja que para el ICOSUS presento un valor de 0,25 es decir que el índice de contaminación por solidos suspendidos presente en la microcuenca quebrada la estancia su estimación es baja debido a que en la microcuenca no se genera ninguna actividad de material de arrastre y efectos de remoción o ninguna otra que genere alteraciones de este tipo al efluente.

Cuadro 21. Registro de caudales realizados en la microcuenca quebrada la estancia en el año 2015

MICROCUEENCA QUEBRADA LA ESTANCIA	ALTITUD MSNM	AFORO		FECHA	EPOCA
		N	Caudal (l/s)		
Antes de la captación	1600	1	12.5	14/08/2015	Verano
Después de la captación	1570	2	1.19	14/08/2015	Verano

Fuente: Autores del proyecto.

Cuadro 22. Comparación de caudales realizado en los años 1997 - 2015

MICOCUEENCA QUEBDA LA ESTANCIA	ALTITUD (MSNM)	CAUDAL (L/S)	AÑO	EPOCA
	1600	28.8	1997	Invierno
	1600	12.5	2015	Verano

Fuente: Autores del proyecto.

Según el cuadro 21 y 22 se puede observar que los periodos de caudal de la microcuenca quebrada la estancia en el año 1997 su caudal aproximado era de 28.8 l/s y para el año 2015 su caudal es de 12.5 l/s lo cual nos quiere decir que actualmente el recurso hídrico ha disminuido en un 60% su caudal, cifra preocupante comparándola con el cauce que presentaba en el año 1997, las constantes intervenciones del hombre en la parte alta, media y baja de la microcuenca; la tala de árboles para la comercialización ilegal de madera, la explotación ganadera y los vertimientos directos han ocasionado la disminución del recurso hídrico sumado a esto la escaza intervención de las autoridades ambientales municipales y departamentales en realización de estudios que garanticen la calidad del agua, es de gran preocupación para los acueductos de San Isidro y potrero que se abastecen del efluente,

puesto que están en riesgo de sufrir un desabastecimiento de agua si las autoridades ambientales no intervienen inmediatamente para generar soluciones a dicho problema.

6. CONCLUSIONES

Los valores obtenidos de los parámetros físicos químicos después de analizar las muestras de agua en el laboratorio, para cada uno de los puntos de muestreo realizados en la microcuenca quebrada la estancia; muestran que los valores para los parámetros físico-químicos están dentro de los rangos máximos admisibles y se le pueden dar todos los usos contemplados en los decretos 1594 de 1984 / 3930 del 2010 / 475 de 1998 y la resolución 631 del 2015. Lo cual nos quiere decir que el recurso hídrico se puede emplear para el fin que los acueductos veredales de san isidro y potrero requiere para la potabilización del agua mediante plantas de tratamiento.

Los valores para parámetros microbiológicos sobrepasan los rangos contemplados y establecidos en la normatividad consultada, aunque los datos obtenidos en el laboratorio muestran que actualmente existe contaminación por coliformes totales y coliformes fecales en el efluente, lo que nos indica que es agua no apta para consumo humano susceptible de mejoramiento, esto se debe a los vertimientos directos presentes en la microcuenca que generan una gran afectación a la comunidad abastecedora y requiere un proceso de potabilización para mejorar la calidad de la microcuenca quebrada la estancia.

Según los resultados obtenidos en la aplicación de los índices de evaluación del agua (ICA) nos arrojó datos relevantes el ICOMI índice de contaminación por mineralización no presenta contaminación según lo establecido en el cuadro de calificación de índice de contaminación, esto se debe a la ausencia de materiales alcalinos y cargas iónicas en la microcuenca, para el ICOMO índice de contaminación por materia orgánica presento contaminación alta generada por los vertimientos directos realizados por la comunidad aledaña a la microcuenca quebrada la estancia, generando afectación a la calidad del efluente, de igual manera presento contaminación baja para el ICOSUS que hace referencia al índice de contaminación por solidos suspendidos generalmente no presento valores altos de concentración de solidos suspendidos debido a que en la zona aledaña a la microcuenca quebrada la estancia no se genera actividades de material de arrastre u otra actividad que altere dicho parámetro.

La medición de caudales que se realizó en tiempos de sequía arrojó datos negativos comparándolo con el registro de caudal realizado en el año 1997 principalmente los factores que influyen actualmente a la afectación de la microcuenca es la intervención antrópica que ha venido sufriendo el recurso hídrico desde años anteriores y actualmente en la parte alta disminuyendo su caudal considerablemente a un 60% generando preocupación a los acueductos de los corregimiento de san isidro y potrero.

7. RECOMENDACIONES

Se recomienda que las autoridades ambientales CORPOCESAR y la alcaldía municipal ejercer mayor presencia y control hacia la fuente hídrica es de vital importancia para prevenir la afectación que sufre la microcuenca quebrada la estancia, ya que la comunidad aledaña a la recurso hídrico se abastece de ella sin los debidos permisos otorgado por la autoridad ambiental competente lo que ocasiona una disminución considerable del caudal ecológico.

Realización de una planta de tratamiento convencional para los acueductos de los corregimientos de san isidro y potrero ya que dicha microcuenca abastece gran parte de la población perteneciente al municipio de Gonzales.

Se deben realizar programas de sensibilización con la comunidad perteneciente a la microcuenca con el fin de crear en ello un sentido de pertenencia sobre la importancia del recurso agua, es decir impartir educación ambiental y compromisos sobre el recurso agua.

Se debe evitar la explotación de ganado vacuno principalmente en la parte media y alta de la microcuenca implementando programas tecnificados para este tipo de explotación con el fin de crea un equilibrio ambiental que aseguren las condiciones del recurso hídrico.

BIBLIOGRAFÍA

BROWN, R., Mcclelland, N. 1973. Water Quality Index. Application In The Kansas River Basi Couillard,

DIRECCIÓN DE GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Departamento Nacional de Planeación - DNP, durante el año 2013, en el marco del desarrollo del objetivo de gobernabilidad de la PNGIRH y los resultados de la Misión Gobernanza del Agua que tuvo lugar en el año 2012.

CONGRESO DE COLOMBIA. Decreto 2857 de 1981. Por el cual se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto- Ley 2811 de 1974 sobre Cuencas Hidrográficas y se dictan otras disposiciones. Editorial Littio. 2000. P 23

DINIUS, S., 1987. Design Of A Water Quality Index, W.R. Bulletin, V23, #5, p. 33

IDEAM, SINCHI, IAVH, IIAP, INVEMAR. 2002. Sistema de Información Ambiental de Colombia -SIAC - Primera Generación de Indicadores de la Línea Base de la Información Ambiental de Colombia. ISBN 958-8067-08-1. p.4

INSTITUTO NACIONAL DE SALUD. Octavo Curso-Taller Validación de Métodos Analíticos, Enfermedades Asociadas a la Calidad del Agua, Memorias. Bogotá, Septiembre 2005. p.4

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM. Informe Anual sobre el Estado del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables en Colombia, Estudio acional del Agua – Relaciones de Demanda de Agua y Oferta Hídrica. Bogotá D.C., 2008

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METERELOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. Guía para el Monitoreo y Seguimiento del Agua. 2004. p.2

HORTON, R., 1965. An Index Number System For Rating Water Quality, Jr. Of Wpcf, Vol. 37. p.8

MAILLARD RAMIREZ, Isaura. “Reporte de mantenimiento de instalaciones hidráulicas y sanitarias de Palacio de Gobierno de Xalapa, Veracruz“ Universidad de Veracruz. 2010. P 23

MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL, MINISTERIO DE AMBIENTE, Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 2115 de 2007, Junio 22, Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la Calidad del Agua para Consumo Humano. Bogotá, 2007. p.3

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 2115 de 2007, Junio 22, Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la Calidad del Agua para Consumo Humano. Bogotá, 2007. p.4

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Guías para la Calidad del agua potable. Organización Mundial de la Salud. Ginebra, 2006. ISBN 4 1546964. p.3

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Guías para la Calidad del agua potable. Organización Mundial de la Salud. Ginebra, 2006. ISBN 4 1546964. p.4

OTT, W. 1978. Environmental Indices, Theory And Practice, Aa Science, Ann Arbor, Michigan. p.3

REPÚBLICA DE COLOMBIA. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA. Actualizada hasta la reforma del 2001, Colombia, edición actualizada 2001. P.33.

MONTOYA, H., CONTRERAS, C., GARCÍA, V. 1997. Estudio Integral de la calidad del agua en el estado de Jalisco. Com. Nal. Agua., Geren. Reg. Lermasantiago. Guadalajara. p.106

REFERENCIA DOCUMENTALES ELECTRÓNICAS

ARANGO, Luis Ángel. Historia de González Cesar. [En línea] (2015), Disponible en <<http://gonzalenses.es.tl/Nuestro-Municipio.htm>> p 1

DEFINICIÓNABC. Medio ambiente »Área protegida [En línea]. Versión para definición ABC [Sin lugar]. S.F. [citado el 05 de septiembre de 2015] Disponible en <http://www.definicionabc.com/medio-ambiente/areaprotegida>.

GUERRA GARCIA, Juan. El agua y la atmosfera. [En línea] (Agosto 30 de 2015), disponible en <<http://jcg Guerra.webs.ull.es/docencia/meteorologia/docu/T2.pdf>> p 1

RECUESTO DE COLIFORMES TOTALES. Filtración a Través de Membrana. Laboratorio de Tecnología Educativa. Departamento de Microbiología y Genética. Universidad de Salamanca: España (S F) [08-05-2015] Disponible en: http://virus.usal.es/Web/demo_fundacua/demo2/FiltraMembColiT_auto.html (Marzo 2013)

RECUESTO DE COLIFORMES TOTALES. Filtración a Través de Membrana. Laboratorio de Tecnología Educativa. Departamento de Microbiología y Genética. Universidad de Salamanca: España (S F) [08-05-2015] Disponible en:

Toro Daniel Ricardo. Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos, fisicoquímicos, en la estación piscícola, Universidad de Caldas municipio de palestina, Colombia. [Citado 10 de septiembre de 2015].p16

A Ramírez, R Restrepo, G viña. Cuatro índices de contaminación para caracterización de aguas continentales. [Citado 10 septiembre de 2015].p140, p141 http://virus.usal.es/Web/demo_fundacua/demo2/FiltraMembColiT_auto.html (Marzo 2013)

ANEXOS

Anexo 1. Primer punto de muestreo 200 metros arriba de la bocatoma.



Fuente: Autores del proyecto.

Anexo 2. Recolección de las muestras de agua primer punto 200 metros arriba de la bocatoma



Fuente: Autores del proyecto.

Anexo 3.Segundo punto de muestreo 500 metros abajo de la bocatoma.



Fuente: Autores del proyecto.

Anexo 4. Toma de muestras 500 metros abajo de la bocatoma.



Fuente: Autores del proyecto.

Anexo 5. Tercer Punto de muestreo 1000 metros abajo de la bocatoma.



Fuente: Autores del proyecto.

Anexo 6. Toma de muestras tercer Punto de muestreo 1000 abajo de la bocatoma.



Fuente: Autores del proyecto.

Anexo 7. Preservación de las muestras.



Fuente: Autores del proyecto.

Anexo 8. Bocatoma.



Fuente: Autores del proyecto.

Anexo 9. Desarenador.



Fuente: Autores del proyecto.

Anexo 10. Tanque de almacenamiento de agua.



Fuente: Autores del proyecto.

Anexo 11. Resultados muestras de agua en el laboratorio Punto 1, 200 metros Arriba de la bocatoma.



Universidad
Francisco de Paula Santander
Ocaña - Colombia

MUESTREO 1 semana

Nº 800-143-100-10

LABORATORIO DE AGUAS

Ocaña 8 de Septiembre 2015

RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS

MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua Cruda.

TIPO DE MUESTRA: Puntual **LUGAR:** Microcuena Quebrada la Estancia

TOMADA POR: Juan David Molina Santiago - Freddy Antonio Castro

HORA: 7:15 am **FECHA:** 03/09/15

SITIO: 200 metros arriba de la captación

SOLICITANTE: Juan David Molina Santiago - Freddy Antonio Castro

ANALISIS SOLICITADOS: Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7,67	Standard Methods 4500 H + B
TURBIEDAD	UNT	0,34	Standard Methods 210 B
COLOR	UPC	25	Standard Methods 2120 A
ALCALINIDAD	mg/L	38	Standard Methods 2120 A
DUREZA TOTAL	mg/L	27	Standard Methods 2340 C
NITRATOS	mg/L	2,2	Standard Methods 2510 B
NITRITOS	mg/L	0,01	Standard Methods 4500 NO ₂ B
SULFATOS	mg/L	1	Standard Methods 4500 SO ₄ E
HIERRO TOTAL	mg/L	0,08	Standard Methods 3500 Fe B
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 ml	> 2000	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100 ml	> 2000	Filtración por membrana
OXIGENO DISUELTO	mg/L	8,3	Método Winkler


CARLOS ALBERTO PATIÑO P.
Químico
Coordinador laboratorio de aguas



Via Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
info@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

Fuente: Laboratorio de aguas UFPSO

Anexo 12. Resultados de las muestras de agua en el laboratorio Punto 2, 500 metros abajo de la bocatoma parte media de la microcuenca.



Universidad
Francisco de Paula Santander
Ocaña - Colombia

MUESTREO 1 semana

LABORATORIO DE AGUAS

Ocaña 8 de Septiembre 2015

RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS

MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua Cruda.

TIPO DE MUESTRA: Puntual **LUGAR:** Microcuenca Quebrada la Estancia

TOMADA POR: Juan David Molina Santiago - Freddy Antonio Castro

HORA: 7:30 am

FECHA: 03/09/15

SITIO: 500 metros abajo de la captación

SOLICITANTE: Juan David Molina Santiago - Freddy Antonio Castro

ANALISIS SOLICITADOS: Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7,50	Standard Methods 4500 H + B
TURBIEDAD	UNT	0,51	Standard Methods 2130 B
COLOR	UFC	45	Standard Methods 2120 A
ALCALINIDAD	mg/L	52	Standard Methods 2120 A
DUREZA TOTAL	mg/L	39	Standard Methods 2340 C
NITRATOS	mg/L	3,5	Standard Methods 2510 B
NITRITOS	mg/L	0,01	Standard Methods 4500 NO ₂ B
SULFATOS	mg/L	2	Standard Methods 4500 SO ₄ E
HIERRO TOTAL	mg/L	0,61	Standard Methods 3500 Fe B
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 ml	> 2000	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100 ml	> 2000	Filtración por membrana
OXIGENO DISUELTO	mg/L	7,9	Metodo Winkler


CARLOS ALBERTO PATIÑO P.
Químico
Coordinador laboratorio de aguas



Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
info@ufps.edu.co - www.ufps.edu.co

Fuente: Laboratorio de aguas UFPSO

Anexo 13. Resultados de las muestras de agua en el laboratorio Punto 3, 1000 metros abajo de la bocatoma.



Universidad
Francisco de Paula Santander
Ocaña - Colombia

Muestreo 1 semana.

NO. 420163130-0

LABORATORIO DE AGUAS

Ocaña 8 de Septiembre 2015

RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS

MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua Cruda.

TIPO DE MUESTRA: Puntual **LUGAR:** Microcuenca Quebrada la Estancia

TOMADA POR: Juan David Molina Santiago - Freddy Antonio Castro

HORA: 7:45 am

FECHA: 03/09/15

SITIO: 1000 metros abajo de la captación

SOLICITANTE: Juan David Molina Santiago - Freddy Antonio Castro

ANALISIS SOLICITADOS: Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7,55	Standard Methods 4500 H +B
TURBIEDAD	UNT	0,4	Standard Methods 210 B
COLOR	UFC	27	Standard Methods 2120 A
ALCALINIDAD	mg/L	55	Standard Methods 2120 A
DUREZA TOTAL	mg/L	38	Standard Methods 2340 C
NITRATOS	mg/L	3,1	Standard Methods 2510 B
NITRITOS	mg/L	0,02	Standard Methods 4500 NO ₂ B
SULFATOS	mg/L	1	Standard Methods 4500 SO ₄ E
HIERRO TOTAL	mg/L	0,46	Standard Methods 3500 Fe B
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 ml	> 2000	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100 ml	> 2000	Filtración por membrana
OXIGENO DISUELTO	mg/L	7,7	Metodo Winkler


CARLOS ALBERTO PATIÑO P.
Químico
Coordinador laboratorio de aguas



Via Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
info@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

Fuente: Laboratorio de aguas UFPSO

Anexo 14. Resultados muestra de agua en el laboratorio Punto 1, 200 metros Arriba de la bocatoma.



Universidad
Francisco de Paula Santander
Ocaña - Colombia

MUESTREO 2 semana

NIT 1503130-1

LABORATORIO DE AGUAS

Ocaña 20 de Septiembre 2015

RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS

MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua Cruda.

TIPO DE MUESTRA: Puntual **LUGAR:** Microcuenca Quebrada la Estancia

TOMADA POR: Juan David Molina Santiago - Freddy Antonio Castro

HORA: 7:15 am **FECHA:** 03/09/15

SITIO: 200 metros arriba de la captación

SOLICITANTE: Juan David Molina Santiago - Freddy Antonio Castro

ANALISIS SOLICITADOS: Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7,87	Standard Methods 4500 H + B
TURBIEDAD	UNT	0,34	Standard Methods 2110 B
COLOR	UPC	25	Standard Methods 2120 A
ALCALINIDAD	mg/L	38	Standard Methods 2120 A
DUREZA TOTAL	mg/L	27	Standard Methods 2340 C
NITRATOS	mg/L	2,2	Standard Methods 2510 B
NITRITOS	mg/L	0,01	Standard Methods 4500 NO ₂ B
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	49	Standard Methods 2510 B
SST	mg/L	90	Standard Methods 2540 D
DBO ₅	mg/L	3,7	Standard Methods 5210 B
SULFATOS	mg/L	1	Standard Methods 4500 SO ₄ E
HIERRO TOTAL	mg/L	0,08	Standard Methods 3500 Fe B
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 ml	> 2000	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100 ml	> 2000	Filtración por membrana
OXIGENO DISUELTO	mg/L	8,3	Metodo Winkler


CARLOS ALBERTO PATIÑO P.
Químico
Coordinador laboratorio de aguas



Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
info@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

Fuente: Laboratorio de aguas UFPSO

Anexo 15. Resultados muestra de agua en el laboratorio Punto 2, 500 metros abajo de la bocatoma parte media de la microcuenca.



Universidad
Francisco de Paula Santander
Ocaña - Colombia

MUESTRO 2 semana

LABORATORIO DE AGUAS

Ocaña 8 de Septiembre 2015

RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS

MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua Cruda.

TIPO DE MUESTRA: Puntual **LUGAR:** Microcuenca Quebrada la Estancia

TOMADA POR: Juan David Molina Santiago - Freddy Antonio Castro

HORA: 7:30 am **FECHA:** 03/09/15

SITIO: 500 metros abajo de la captación

SOLICITANTE: Juan David Molina Santiago - Freddy Antonio Castro

ANALISIS SOLICITADOS: Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7,50	Standard Methods 4500 H + B
TURBIEDAD	UNT	0,51	Standard Methods 2310 B
COLOR	UFC	45	Standard Methods 2100 A
ALCALINIDAD	mg/L	52	Standard Methods 2320 A
DUREZA TOTAL	mg/L	39	Standard Methods 2340 C
NITRATOS	mg/L	3,5	Standard Methods 2510 B
NITRITOS	mg/L	0,01	Standard Methods 4500 NO ₂ B
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	104	Standard Methods 2510 B
SST	mg/L	120	Standard Methods 2540 D
DBO ₅	mg/L	7,2	Standard Methods 5210 B
SULFATOS	mg/L	2	Standard Methods 4500 SO ₄ E
HIERRO TOTAL	mg/L	0,61	Standard Methods 3500 Fe B
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 ml	> 2000	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100 ml	> 2000	Filtración por membrana
OXIGENO DISUELTO	mg/L	7,9	Metodo Winkler


CARLOS ALBERTO PATIÑO P.
Químico
Coordinador laboratorio de aguas



SC-COR02671 GP-CT03004

Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
info@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

Fuente: Laboratorio de aguas UFPSO

Anexo 16. Resultados de las muestras de agua en el laboratorio, Punto 3, 1000 metros abajo de la bocatoma.



Universidad
Francisco de Paula Santander
Ocaña - Colombia

MUESTREO 2 semana.

LABORATORIO DE AGUAS

Ocaña 8 de Septiembre 2015

RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS

MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua Cruda.

TIPO DE MUESTRA: Puntual **LUGAR:** Microcuenca Quebrada la Estancia

TOMADA POR: Juan David Molina Santiago - Freddy Antonio Castro

HORA: 7:45 am **FECHA:** 03/09/15

SITIO: 1000 metros abajo de la captación

SOLICITANTE: Juan David Molina Santiago - Freddy Antonio Castro

ANALISIS SOLICITADOS: Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7,55	Standard Methods 4500 H + B
TURBIEDAD	UNT	0,4	Standard Methods 2130 B
COLOR	UPC	27	Standard Methods 2120 A
ALCALINIDAD	mg/L	55	Standard Methods 2120 A
DUREZA TOTAL	mg/L	38	Standard Methods 2340 C
NITRATOS	mg/L	3,1	Standard Methods 2510 B
NITRITOS	mg/L	0,02	Standard Methods 4500 NO ₂ B
CONDUCTIVIDAD	μS/cm	105	Standard Methods 2510 B
SST	mg/L	100	Standard Methods 2540 D
DBO ₅	mg/L	6,9	Standard Methods 5210 B
SULFATOS	mg/L	1	Standard Methods 4500 SO ₄ E
HIERRO TOTAL	mg/L	0,46	Standard Methods 3500 Fe B
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 ml	> 2000	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100 ml	> 2000	Filtración por membrana
OXIGENO DISUELTO	mg/L	7,7	Método Winkler


CARLOS ALBERTO PATIÑO P.
Químico
Coordinador laboratorio de aguas



Via Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
info@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

Fuente: Laboratorio de aguas UFPSO

Anexo 17. Resultados muestras de agua en el laboratorio Punto 1, 200 metros Arriba de la bocatoma.



Universidad
Francisco de Paula Santander
Ocaña - Colombia

MUESTREO 3 semana

NPI: 8001763130-10

LABORATORIO DE AGUAS

Ocaña 5 de octubre 2015

RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS

MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua Cruda.

TIPO DE MUESTRA: Puntual **LUGAR:** Microcuenca Quebrada la Estancia

TOMADA POR: Juan David Molina Santiago - Freddy Antonio Castro

HORA: 7:15 am **FECHA:** 03/09/15

SITIO: 200 metros arriba de la captación

SOLICITANTE: Juan David Molina Santiago - Freddy Antonio Castro

ANALISIS SOLICITADOS: Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7,67	Standard Methods 4500 H + B
TURBIEDAD	UNT	0,34	Standard Methods 2130 B
COLOR	UFC	25	Standard Methods 2120 A
ALCALINIDAD	mg/L	38	Standard Methods 2120 A
DUREZA TOTAL	mg/L	27	Standard Methods 2340 C
NITRATOS	mg/L	2,2	Standard Methods 2510 B
NITRITOS	mg/L	0,01	Standard Methods 4500 NO ₂ B
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	49	Standard Methods 2510 B
SST	mg/L	90	Standard Methods 2540 D
DBO ₅	mg/L	3,7	Standard Methods 5210 B
SULFATOS	mg/L	1	Standard Methods 4500 SO ₄ E
HIERRO TOTAL	mg/L	0,08	Standard Methods 3500 Fe B
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 ml	> 2000	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100 ml	> 2000	Filtración por membrana
OXIGENO DISUELTO	mg/L	8,3	Método Winkler


CARLOS ALBERTO PATIÑO P.
Químico
Coordinador laboratorio de aguas



Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
info@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

Fuente: Laboratorio de aguas UFPSO

Anexo 18. Resultados muestras de agua en el laboratorio Punto 2, 500 metros abajo de la bocatoma, parte media de la microcuenca.



Universidad
Francisco de Paula Santander
Ocaña - Colombia

MUESTREO 3 semana

NIT. REG. INV. 1369-0

LABORATORIO DE AGUAS

Ocaña 5 de octubre 2015

RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS

MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua Cruda.

TIPO DE MUESTRA: Puntual **LUGAR:** Microcuenca Quebrada la Estancia

TOMADA POR: Juan David Molina Santiago - Freddy Antonio Castro

HORA: 7:30 am

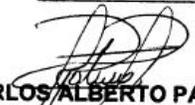
FECHA: 03/09/15

SITIO: 500 metros abajo de la captación

SOLICITANTE: Juan David Molina Santiago - Freddy Antonio Castro

ANALISIS SOLICITADOS: Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7,50	Standard Methods 4500 H + B
TURBIEDAD	UNT	0,51	Standard Methods 2310 B
COLOR	UFC	45	Standard Methods 2120 A
ALCALINIDAD	mg/L	52	Standard Methods 2120 A
DUREZA TOTAL	mg/L	39	Standard Methods 2340 C
NITRATOS	mg/L	3,5	Standard Methods 2510 B
NITRITOS	mg/L	0,01	Standard Methods 4500 NO ₂ B
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	104	Standard Methods 2510 B
SST	mg/L	120	Standard Methods 2540 D
DBO ₅	mg/L	7,2	Standard Methods 5210 B
SULFATOS	mg/L	2	Standard Methods 4500 SO ₄ E
HIERRO TOTAL	mg/L	0,61	Standard Methods 3500 Fe B
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 ml	> 2000	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100 ml	> 2000	Filtración por membrana
OXIGENO DISUELTO	mg/L	7,9	Metodo Winkler


CARLOS ALBERTO PATIÑO P.
Químico
Coordinador laboratorio de aguas



Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
info@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

Fuente: Laboratorio de aguas UFPSO

Anexo 19. Resultados muestras de agua en el laboratorio Punto 3, 1000 metros abajo de la bocatoma.



Universidad
Francisco de Paula Santander
Ocaña - Colombia

MUESTREO 3 semana.

NIT. 6937143 1195 4

LABORATORIO DE AGUAS

Ocaña 5 de octubre 2015

RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS

MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua Cruda.

TIPO DE MUESTRA: Puntual **LUGAR:** Microcuenca Quebrada la Estancia

TOMADA POR: Juan David Molina Santiago - Freddy Antonio Castro

HORA: 7:45 am

FECHA: 03/09/15

SITIO: 1000 metros abajo de la captación

SOLICITANTE: Juan David Molina Santiago - Freddy Antonio Castro

ANALISIS SOLICITADOS: Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7,55	Standard Methods 4500 H + B
TURBIEDAD	UNT	0,4	Standard Methods 2310 B
COLOR	UFC	27	Standard Methods 2120 A
ALCALINIDAD	mg/L	55	Standard Methods 2120 A
DUREZA TOTAL	mg/L	38	Standard Methods 2340 C
NITRATOS	mg/L	3,1	Standard Methods 2510 B
NITRITOS	mg/L	0,02	Standard Methods 4500 NO ₂ B
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	105	Standard Methods 2510 B
SST	mg/L	100	Standard Methods 2540 D
DBO ₅	mg/L	6,9	Standard Methods 5210 B
SULFATOS	mg/L	1	Standard Methods 4500 SO ₄ E
HIERRO TOTAL	mg/L	0,46	Standard Methods 3500 Fe B
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 ml	> 2000	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100 ml	> 2000	Filtración por membrana
OXIGENO DISUELTO	mg/L	7,7	Metodo Winkler


CARLOS ALBERTO PATIÑO P.
Químico
Coordinador laboratorio de aguas



SC-CER102673 CP-C1102674

Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
info@ufpsu.edu.co - www.ufpsu.edu.co

Fuente: Laboratorio de aguas UFPSO

Anexo 20. Resultados muestras de agua en el laboratorio en el tanque de almacenamiento de agua domiciliaria.



Universidad
Francisco de Paula Santander
Ocaña - Colombia

NIT 800 153 130 - 0

Muestreo 3 semana
Lugar: Tanque de Almacenamiento

LABORATORIO DE AGUAS

Ocaña 5 de Octubre 2015

RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS

MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua Cruda.

TIPO DE MUESTRA: Puntual **LUGAR:** Microcuencia Quebrada la Estancia

TOMADA POR: Juan David Molina Santiago - Freddy Antonio Castro

HORA: 7:45 am

FECHA: 28/09/15

SITIO: 200 metros arriba de la captación

SOLICITANTE: Juan David Molina Santiago - Freddy Antonio Castro

ANALISIS SOLICITADOS: Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7,46	Standard Methods 4500 H + B
TURBIEDAD	UNT	0,36	Standard Methods 2130 B
COLOR	UPC	24	Standard Methods 2120 A
ALCALINIDAD	mg/L	37	Standard Methods 2120 A
DUREZA TOTAL	mg/L	25	Standard Methods 2340 C
NITRATOS	mg/L	3,1	Standard Methods 2510 B
NITRITOS	mg/L	0,02	Standard Methods 4500 NO ₂ B
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	103	Standard Methods 2510 B
SST	mg/L	90	Standard Methods 2540 D
DBO ₅	mg/L	5,2	Standard Methods 5210 B
SULFATOS	mg/L	2	Standard Methods 4500 SO ₄ E
HIERRO TOTAL	mg/L	0,38	Standard Methods 3500 Fe B
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 ml	> 2000	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100 ml	> 2000	Filtración por membrana
OXIGENO DISUELTO	mg/L	7,9	Método Winkler


CARLOS ALBERTO PATIÑO P.
Químico
Coordinador laboratorio de aguas



Via Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
info@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

Fuente: Laboratorio de aguas UFPSO