	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		i(71)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	YOSIMAR LÓPEZ PALACIO MAGDA MILENA QUINTERO		
FACULTAD	FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERÍA AMBIENTAL		
DIRECTOR	YEENY LOZANO LÁZARO		
TÍTULO DE LA PASANTIA	EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS TÉCNICAS – AMBIENTALES PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE GONZALEZ EN EL DEPARTAMENTO DEL CESAR		
RESUMEN (70 palabras aproximadamente)			
<p>ESTE PROYECTO ESTÁ ENMARCADO EN VARIOS REGLAMENTACIONES LAS CUALES SE VAN A SEGUIR PARA DESARROLLAR UN ADECUADO TRABAJO. LAS SIGUIENTES SON EL DECRETO 1575 DE 2007 POR EL CUAL SE IMPLANTA EL SISTEMA PARA LA PROTECCIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO; LOS LINEAMIENTOS QUE ESTIPULA EL RAS2000 TÍTULOS B “SISTEMAS DE ACUEDUCTO” Y C “SISTEMAS DE POTABILIZACIÓN” Y LA NORMATIVIDAD AMBIENTAL Y SANITARIA VIGENTE, SE REALIZAN VISITAS DE TRABAJO EN CAMPO PARA RECONOCIMIENTO DE CADA UNA DE LAS ESTRUCTURAS QUE COMPONEN EL SISTEMA CON EL QUE OPERA EL ACUEDUCTO ACTUAL. ASÍ MISMO EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN ESTARÁ ENFOCADO EN LA LEGISLACIÓN DEL SECTOR AGUA POTABLE RESOLUCIÓN 2115 DE 2007 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.</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 71	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:



EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS TÉCNICAS – AMBIENTALES PARA OPTIMIZAR
EL SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE GONZALEZ EN EL
DEPARTAMENTO DEL CESAR

AUTORES

YOSIMAR LÓPEZ PALACIO

MAGDA MILENA QUINTERO

Trabajo de Grado presentado para Optar el Título de Ingeniero Ambiental

YEENY LOZANO LÁZARO

Directora

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

INGENIERÍA AMBIENTAL

Ocaña, Colombia

Marzo, de 2017

Índice

Capítulo 1. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS TÉCNICAS – AMBIENTALES PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ EN EL DEPARTAMENTO DEL CÉSAR	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Formulación del problema.....	3
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.4 Justificación	4
1.5 Delimitaciones	6
1.5.1 Delimitaciones geográficas.....	6
1.5.2 Delimitación temporal.....	6
1.5.3 Delimitación Operativa.....	6
1.5.4 Delimitación Conceptual.....	6
 Capítulo 2: Marco referencial	 8
2.1 Marco histórico.....	8
2.1.1 Antecedentes de los sistemas de acueductos a nivel internacional.....	8
2.1.2 Antecedentes de los sistemas de acueductos a nivel nacional.	9
2.1.3. Análisis del sector de agua potable y saneamiento en Colombia.	10
2.1.4. Intervención nacional.....	11
2.1.5 Intervención departamental.....	12
2.1.6. Prestación del servicio domiciliario de acueducto.....	12
2.1.7. Coberturas y calidad del servicio (historia).	13
2.2 Marco conceptual.....	14
2.3 Marco legal	17
2.4 Marco contextual	19
 Capítulo 3. Diseño metodológico.	 22
3.1. Tipo de investigación.....	22
3.2. Metodología de la investigación.....	22
3.3. Población y muestra.....	22
3.3.1. Población.....	22
3.3.2. Muestra.	22
3.3. Técnicas E Instrumentos De Recolección De La Información.....	23
3.4 Técnica e instrumentos de recolección de la información.....	24
3.4.1 Etapa 1	25
3.4.2 Etapa 2.	25

3.4.3 Etapa 3	25
3.5 Procesamiento y análisis de la información.....	26
3.5.1 Calculo de los índices de calidad de la fuente hídrica.	26
3.5.2 Calculo del IRCA e IRABApp	30
Capítulo 4: Resultados	31
4.1 Análisis de la calidad del agua de la fuente de abastecimiento y de consumo humano del municipio de González, Cesar.	31
4.2 Análisis técnico y operativo de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de González, Cesar.	44
4.3 Identificación de alternativas de mejora para el sistema de acueducto	49
CAPITULO 5: Conclusiones	56
CAPITULO 6: Recomendaciones	57
Referencias	59

Lista de Figuras

Figura 1. Periodos de retorno establecido para los distintos tipos de complejidad en los diseños.	15
Figura 2. Mapa de Localización espacial del proyecto de investigación, fuente. Autores.	21
Figura 3. Técnicas e instrumentos de recolección de la información.....	23
Figura 4. Estructura del diseño metodológico. Fuente autor del proyecto.	24
Figura 5. Gráfica del ICA de la quebrada la Cundina.	33
Figura 6. Gráfica del ICOSUS quebrada la Cundina.	35
Figura 7. Gráfica del ICOMI quebrada la Cundina	37
Figura 8. Gráfica del ICOSUS quebrada la Cundina	39
Figura 9. Canaleta tipo Parshall.....	48

Lista de Tablas

Tabla 1. <i>ROTULO PARA LAS MUESTRAS DE AGUA</i>	23
Tabla 2. <i>Clasificación de la calidad del agua según los valores que tome el ICA</i>	27
Tabla 3.....	27
Tabla 4. <i>Escala de color de acuerdo al valor del ICOMI</i>	28
Tabla 5. <i>Escala de color del ICOMO</i>	29
Tabla 6. <i>Escala de color de acuerdo al valor el ICOSUS</i>	30
Tabla 7. <i>Resultados fisicoquímicos y microbiológicos de la fuente abastecedora.</i>	31
Tabla 8. <i>Resultados del cálculo del ICA</i>	32
Tabla 9. <i>Resultado del cálculo del ICOSUS</i>	34
Tabla 10. <i>Resultados del cálculo del ICOMI</i>	36
Tabla 11. <i>Resultado del cálculo del ICOMO</i>	38
Tabla 12. <i>Nivel de calidad de acuerdo al grado de polución RAS 2000</i>	40
Tabla 13. <i>Resultados de pruebas fisicoquímicas y microbiológicas de agua Potable</i>	41
Tabla 14. <i>Cálculo del índice de tratamiento</i>	43
Tabla 15. <i>Cálculo del índice de continuidad</i>	43
Tabla 16. <i>Matriz DOFA</i>	49
Tabla 17. <i>Nivel de complejidad</i>	51
Tabla 18. <i>Dotación</i>	52

Capítulo 1. Título

EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS TÉCNICAS – AMBIENTALES PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ EN EL DEPARTAMENTO DEL CÉSAR

1.1 Planteamiento del problema

Aunque menos del 1% de toda el agua dulce que se encuentra en la Tierra es accesible a los humanos, esta es suficiente para satisfacer las necesidades humanas y ambientales y el reto es asegurar suficiente agua de buena calidad sin destruir los ecosistemas de los que se toma, tales como ríos, lagos y acuíferos (WWAP, 2006; World Wide Fund for Nature [WWF] et al., 2010). Pero esta aparente abundancia se restringe por la calidad y accesibilidad del agua, ya que la presión sobre los recursos hídricos va en aumento, como consecuencia de la fragmentación de ríos, extracción excesiva, contaminación y el mismo calentamiento global.

Por tal, para la *Organización de las naciones unidas* (ONU, 2014) cada día son más evidentes los cambios inducidos por el ser humano en el ambiente, donde el recurso hídrico recibe una gran cantidad de impactos ambientales negativos por ser parte fundamental del desarrollo de muchas actividades humanas.

En el Municipio de González (César) son diversas las variables que hacen que haya un problema en cuanto al uso del recurso hídrico. De acuerdo al Plan de desarrollo del municipio de González (PDMG 2013-2015) se considera que es un territorio escaso en agua, debido a que sus precipitaciones en la parte media y baja del municipio son escasas durante la mayor parte del año y están influenciadas por vientos irregulares; la gran deforestación que el territorio posee y la

ausencia de control de vertimientos sobre sus afluentes ni monitoreo del recurso hídrico. Así mismo la falta de saneamiento básico (pozos sépticos) que contribuye en la calidad del agua superficial como subterránea, la cual se ve afectada en varios sectores por su contaminación como sucede en la quebrada la loma que pasa por el centro del casco urbano de González.

A pesar de contar con algunas fuentes de abastecimiento de agua como lo es principalmente la quebrada La Estancia González y la quebrada Cundina y algunas otras en menor cuantía pues la mayor parte están desprotegidas y ocupadas en algunos casos por cultivos según el Plan de desarrollo de la municipal de González (PDMG 2013-2015), la cual es de gran demanda en actividades principalmente agrícolas como cebolla, el fríjol y la caña panelera, alterando así la utilización del recurso hídrico tanto en la cantidad como en la calidad ya que no existen estudios que certifiquen las propiedades adecuadas para su uso y bienestar de la comunidad.

Teniendo en cuenta que conforme con el *Diagnóstico del indicador de calidad del agua suministrada por las empresas prestadoras del servicio de acueducto a nivel nacional*, el departamento del César cuenta con 941.207 habitantes, de los cuales su totalidad se abastecen de agua NO APTA que corresponde a la población de González determinado por el índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano (IRCA) (Uribe Salinas, 2009) donde se encuentra en un nivel de riesgo alto con un promedio de 78,3. Pudiendo causar graves consecuencia en la calidad de la salud humana de la comunidad que utiliza este recurso.

Por otra parte, el sistema de acueducto que se diseñó y construyó hace más de una década, lo que implica que se contaban con unas condiciones de oferta hídrica en cuanto calidad y cantidad de agua los cuales difieren de la realidad ambiental en la actualidad, lo anterior significa que la oferta hídrica no es la misma que hace una década, sobre todo por los cambios en el ciclo del agua de la cuenca abastecedora cambios en el uso del suelo, que afecta la disponibilidad de

agua superficial que sea aprovechable por el acueducto urbano.

Teniendo en cuenta lo anterior se deben presentar una alternativas de carácter técnico ambiental para optimizar el sistema de acueducto del casco urbano, las cuales se evaluarán de acuerdo al reglamento técnico del sector de agua potable, la normatividad legal vigente del país y teniendo en cuenta el factor ambiental para hacerlo sustentable y sostenible en el tiempo.

Estas alternativas técnico ambientales, incluyen el diseño del sistema de acueducto en cada una de las estructuras hidráulicas de acuerdo a la oferta y demanda que presenta la cuenca abastecedora.

Y quizás una de la falta de planificación ambiental y la puesta en marcha del plan de alcantarillado ligado a la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales resolverían en gran parte este problema. Una de las alternativas de solución es que las empresas de servicio público operen libremente los acueductos pero de la mejor forma dependiendo así la calidad y continuidad del suministro del líquido vital, por ello es necesario un trabajo articulado entre gobernación y alcaldías con apoyo del Gobierno Nacional para resolver el problema del agua potable y saneamiento básico en el Municipio de González y todo el departamento del Cesar.

1.2 Formulación del problema

¿Qué alternativas técnicas y ambientales se requieren para optimizar el sistema de acueducto de González César en relación con la infraestructura y las características de calidad del agua?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Ejecutar una evaluación de las alternativas técnicas – ambientales para optimizar el sistema de acueducto del Municipio de González en el Departamento del César.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Analizar la calidad de agua de la fuente abastecedora y de consumo humano del municipio de González.
2. Análisis técnico y operativo de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Gonzales – cesar.
3. identificación de alternativas de mejora para el sistema de acueducto.

1.4 Justificación

El abastecimiento de agua potable en las zonas rurales de Colombia es hasta hoy una problemática ya que no se ha asegurado completamente, bien sea por las políticas, los recursos económicos y la falta de interés desde la misma comunidad.

Se debe considerar un adecuado uso del recurso hídrico y todo depende de la calidad del mismo, porque al ser de gran importancia tanto para el consumo humano como para su uso en diversas actividades socio-económica, se deben implementar las alternativas técnico-ambientales para empezar por dar un apropiado manejo de este líquido y de allí empezar un proceso en cuanto a su calidad como a la manera en que se va a brindar el recurso desde el proceso de infraestructura hasta el servicio final.

Según Valtueña (2002) la mayoría de las enfermedades transmitidas por el agua constituyen el 80% de las afecciones que sufren las personas del tercer mundo, esto en base a las condiciones de pobreza en la que se encuentran muchos de los países, así como la falta de inversión social por parte de cada uno de los gobiernos en acciones que ayuden a mejorar el suministro de agua potable.

Es así como la calidad prevalece en relación con el recurso hídrico, porque si se cumplen todos los objetivos adecuadamente se van a prevenir muchas enfermedades y de esta manera se

va a contribuir con la prevención de la enfermedad.

Según el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2014-2018 dentro de la gestión integral del recurso hídrico tiene como acción estratégica el mejoramiento de la calidad del agua. De esta manera es obligatorio conocer cuál es el fase de la calidad del agua que se utiliza para el consumo la población del Municipio de González César y así poder establecer que todo esté dentro de los parámetros adecuados de cumpliendo, en primera instancia los lineamientos nacionales e internacionales. Así mismo implementado planes y acciones para lograr el cumplimiento de los mismos.

Por ellos, la evaluación de las alternativas técnicas-ambientales para mejorar y optimizar el sistema de acueducto del municipio de González César, trae consigo amplios beneficios específicamente para la población a la cual surte el líquido vital, además le ayudaría a la empresa reguladora de la prestación del servicio de agua potable en conjunto con la Alcaldía Municipal, alcanzar resultados positivos para que pueda ser de nuevo certificado como un municipio que cumpla con las políticas y lineamientos en cuanto en materia de servicios públicos domiciliarios y así poder brindarle a la población un servicio con altos estándares de calidad.

Existe una gran importancia en los conocimientos que nos genera el desarrollo de este proyecto como futuros profesionales en el área ambiental, debido a que los sistemas de tratamiento de agua potable generan en el medio ambiente impactos tanto negativos como positivos, pues es el ser humano el que recibe el beneficio de poder tener un acceso rápido, oportuno y con una excelente calidad del recurso hídrico para su supervivencia, de allí que se diseñen alternativas técnicas- ambientales para mejorar el sistema de acueducto del Municipio de González.

1.5 Delimitaciones

1.5.1 Delimitaciones geográficas

La investigación se desarrollara en el municipio de González en el departamento del César específicamente en la zona urbana y dentro del límite geográfico del micro cuenca abastecedora.

1.5.2 Delimitación temporal

Se tiene presupuestado desarrollar el proyecto en un total de 4 meses teniendo como fecha de inicio el día de la aprobación de esta propuesta por parte los jurados.

1.5.3 Delimitación Operativa

Este proyecto está enmarcado en varios reglamentaciones las cuales se van a seguir para desarrollar un adecuado trabajo. Las siguientes son el decreto 1575 de 2007 por el cual se implanta el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano; los lineamientos que estipula el RAS2000 títulos B “sistemas de acueducto” y C “sistemas de potabilización” y la normatividad ambiental y sanitaria vigente, se realizan visitas de trabajo en campo para reconocimiento de cada una de las estructuras que componen el sistema con el que opera el acueducto actual. Así mismo el proyecto de investigación estará enfocado en la legislación del sector agua potable resolución 2115 de 2007 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.

1.5.4 Delimitación Conceptual

Conceptualmente la investigación se desarrolla en los conceptos establecidos por el documento RAS2000, Decreto 1594 de 1984, Decreto 2115 de 2007. Como lo son el índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano (IRCA), el índice de riesgo municipal por abastecimiento de agua para consumo humano (IRABAm) y calidad del agua, las medidas físico-químicos, medidas microbiológicas, enfoque en salud pública, muestra, muestreo, incide de

calidad ambiental (ICA) en cuando a las alternativas técnico-ambientales.

Capítulo 2: Marco referencial

2.1 Marco histórico

2.1.1 Antecedentes de los sistemas de acueductos a nivel internacional.

Un acueducto se define como un conducto artificial para trasladar agua desde una fuente de abastecimiento y que puede ser utilizada para consumo en viviendas, riego o recolecta y para transportar aguas residuales (alcantarillado). El primer acueducto se denominó “Jerwan”, construido en el año 700 a.c., en Nínive, capital de asiria. En esa misma época, Ezequías, rey de Judá (715 a 586 a.c.), planificó y construyó un sistema de abastecimiento de agua de 30 km de longitud para la ciudad de Jerusalén.

El poderoso imperio romano desarrolló muchos acueductos a partir del año 312 a.c. con fuentes de aguas subterráneas como aqua appia bautizado, luego, como la vía apia, en honor a apio Claudio, el emperador. En el año 145 a.c., el pretor marció construyó el primer acueducto que transportaba agua a nivel del suelo, con 90 km de longitud, llamado aqua Marcia. en el año 70 a.c. ya existían más de 10 sistemas que suministraban 135.000 m³ de agua al día, lo que obligó a designar como superintendente de aguas de roma, a sextos julios frontinus.

Durante sus invasiones a diferentes zonas de Europa como Francia, España, Turquía y Alemania, los romanos construyeron varios acueductos. En esta última región, el acueducto de Eiffel, el más grande conocido de esa época (80 años d.c.), de 130 km de largo (incluidos los ramales) desde la zona alemana de Eiffel, hasta colonia después de su caída, los acueductos del área de su jurisdicción dejaron de funcionar. Entre el año 500 y 1500 d.c., hubo muy poco desarrollo en este campo, específicamente en el tratamiento y purificación que, en la mayoría de los casos, se hacía con aireación.

En Latinoamérica, las culturas indígenas aztecas, en México; mayas, en Guatemala; e incas

en Perú y Bolivia, crearon verdaderas obras de ingeniería para abastecer a sus poblaciones. Un ejemplo nacional es el acueducto de guayabo, Turrialba, construido hace más de 1.000 años y declarado patrimonio de la ingeniería por la asociación americana de ingenieros (2009).

Los acueductos indígenas fueron destruidos durante la conquista española. por esta razón, en la época de la colonia, en Latinoamérica, se presentaron grandes epidemias debido a problemas de higiene (La Nacion, 2016).

2.1.2 Antecedentes de los sistemas de acueductos a nivel nacional.

Para el año 2012, cerca del 58,8% de la población consumió agua potable de buena calidad. En la zona urbana el agua presentó un nivel de riesgo bajo pero en zona rural nivel de riesgo alto. Por lo anterior es necesario fortalecer las acciones para mejorar la calidad del agua suministrada en la zona rural y minimizar así riesgos a la salud pública

En el año 2013, El Ministerio de Salud y Protección Social participó de los esfuerzos del Gobierno Nacional para elaborar el documento Conpes de Suministro de Agua y Saneamiento Rural, el cual busca mejorar las condiciones de acceso a agua potable y saneamiento básico en el área rural

Mediante este documento Conpes se establecieron compromisos del sector salud, como el fortalecimiento de las entidades a nivel nacional y territorial para la vigilancia de la calidad del agua, la promoción de sistemas alternativos de saneamiento básico y la implementación de campañas educativas a las comunidades para el manejo adecuado del agua de consumo, las aguas residuales y los residuos domésticos.

Recomendaciones del Ministerio de Salud y Protección Social Para el Uso Del Agua. Tener agua suficiente y de buena calidad se considera un derecho humano, una necesidad básica de las personas para su desarrollo y la dignidad; además determina las condiciones de higiene y

salud de las personas.

En nuestro país Colombia el consumo de agua no potable está relacionado con la enfermedad diarreica aguda (EDA), la cual afecta con mayor incidencia a menores de 5 años. Para el período comprendido entre los años 2009 a 2012 se presentó una disminución cercana al 15% en casos de EDA en menores de 5 años, sin embargo la población en general tiene la oportunidad de prevenir la aparición de estos casos, atendiendo las siguientes recomendaciones

2.1.3. Análisis del sector de agua potable y saneamiento en Colombia.

En la década de los cuarenta, se conforma y consolida el concepto de servicio público, planteado en términos sociales como una necesidad de los habitantes de las ciudades su suministro lo proporciona el estado bajo ciertas características. Para cumplir esa meta se creó el fondo de fomento municipal, adscrito al ministerio de hacienda. El fondo tiene la responsabilidad de obtener y canalizar recursos financieros para el desarrollo municipal.

En 1974, los entes regionales y departamentales adquieren carácter de empresas donde se propicia la participación de municipios, manteniendo el control nacional por vía financiamiento y capital mayoritario (acciones), y de tutela administrativa y política. Se crean entonces, las denominadas ACUAS Departamentales y algunas empresas municipales con el nombre de EMPOS.

Para la época de 1945 - 1986, El carácter de los servicios públicos de agua potable y saneamiento básico en este período, cuya prestación garantiza el Estado, obedece a un proceso de socialización y reconocimiento institucional. No surge espontánea y simultáneamente con el propio sector donde el papel del Estado es determinante. La intervención del nivel nacional es progresiva y variable: parte de lo regulativo sin gran poder, pasando a lo ejecutivo con alta o total injerencia en el proceso de decisiones en lo normativo, en lo fiscal, en la gestión y en la

promoción social (Naciones Unidas Colombia, 2012).

El Sector de Agua y Saneamiento Básico fue protagonista de uno de los procesos de descentralización más ágiles (18 meses). El proceso se convirtió en un fin y no en un medio para los propósitos de mejorar la prestación de servicios. No se realizaron los estudios ni previsiones necesarias sobre las condiciones y exigencias del proceso en cuanto a la capacidad de las unidades territoriales de recibir estas responsabilidades y absorber sus demandas.

2.1.4. Intervención nacional

Es como consecuencia de la experiencia anterior, surgen y se consolidan dos sistemas claramente diferentes: las Empresas Municipales y el Gobierno Nacional, cada uno con sus características bien definidas.

- Las empresas municipales: dirigidas y parcialmente financiadas por los gobiernos, locales, encargados en muchos casos de la prestación de otros servicios públicos.
- En las ciudades grandes se imponen esquemas de administración descentralizada del gobierno municipal.
- Instituto de Fomento Municipal: entidad nacional con funciones específicas para financiar, planificar, diseñar, construir, operar, mantener y administrar servicios en los municipios que no cuentan con capacidad para conducir sus propias empresas.
- En 1962, se crea el Programa de Saneamiento Básico Rural, que indagó sobre modelos para promocionar la autogestión comunitaria en el sector. Operó a través de regionales siguiendo el esquema original del INSFOPAL. No obstante operó con énfasis en la asesoría, el trabajo técnico de pre inversión y la cofinanciación. El 10 esquema se revalida en 1968, con la incorporación del programa al Instituto Nacional de Salud, con la responsabilidad de atender comunidades rurales y municipios de hasta 2500 habitantes

- **Financiamiento:** se garantizan rentas de destinación específica y se crea categorización de municipios con criterios para distribución de estos recursos de acuerdo con prioridades sectoriales. Además, se introduce el concepto de crédito público para los municipios de mayor envergadura, muchos de los cuales se endeudan directamente en el exterior con el aval de la Nación.

2.1.5 Intervención departamental

Diversas causas, entre las que se puede citar un déficit creciente de coberturas que superaba ampliamente la capacidad de respuesta institucional, y el hecho que algunos municipios actuaban sólo como facilitadores políticos, condujeron a una desconcentración de responsabilidades en el nivel departamental. Con ello se pretendía integrar niveles territoriales bajo formas asociativas a objeto de democratizar las decisiones.

En 1974, los entes regionales y departamentales adquieren carácter de empresas donde se propicia la participación de municipios, manteniendo el control nacional por vía financiamiento y capital mayoritario (acciones), y de tutela administrativa y política. Se crean entonces, las denominadas ACUAS Departamentales y algunas empresas municipales con el nombre de EMPOS

2.1.6. Prestación del servicio domiciliario de acueducto.

De acuerdo al artículo 367 de la carta política, "los servicios públicos domiciliarios se prestarán directamente por cada municipio, cuando las condiciones técnicas y económicas del servicio y las conveniencias generales lo permitan y aconsejen y los departamentos cumplirán.

Lo anterior quiere decir que la responsabilidad es del municipio y el nivel departamental no tiene acción ejecutiva, sino de apoyo y coordinación. Esta definición de responsabilidades varía por completo las estrategias de trabajo del nivel nacional, pues lo enfrenta a un numeroso y

heterogéneo mercado municipal. Por otro lado, la búsqueda de eficiencia en la prestación de servicios crea nuevas formas de trabajo para los niveles locales y central.

2.1.7. Coberturas y calidad del servicio (historia).

De acuerdo con el censo de 1993, la cobertura nominal en términos de conexiones efectivas, sin considerar la continuidad ni la calidad del servicio, era del 76%. De acuerdo a las cifras de 1992, las coberturas nominales en los municipios mayores presentaban un promedio del 81%, los intermedios del 75%, mientras que los pequeños del 92%. Pero al analizar la calidad del servicio, entendida como la continuidad de 24 horas, los 365 días del año y calidad en cuanto a criterios de potabilidad, la cobertura real desciende a casi un 38 % en ciudades mayores y capitales departamentales, y al 27 % en municipios menores. Esto evidencia el problema estructural persistente a lo largo del tiempo; la gestión ineficiente.

Según el CONPES 2767, Plan de Aguas 1995-1998, en Colombia, las coberturas de servicios públicos básicos aumentaron en forma significativa entre 1985 y 1993, pasando del 58% al 76% en acueducto y del 47% en alcantarillado. Sin embargo, a finales de 1993, se estimó que 8.7 millones de habitantes no contaban con servicio de acueducto y cerca de 13.4 millones de habitantes carecían de alcantarillado. La situación más crítica se presentó en la zona rural, donde, sin incluir sistemas no convencionales, la cobertura de acueducto se estimó en 44% y la de alcantarillado en 19%

En relación con la calidad del agua, la DAPSB estimó que a finales de 1993 en Colombia, sólo el 62% de los habitantes urbanos y el 10% de la población rural contaban con servicios de agua potable. Es a comienzos de la década de los setenta, las coberturas nominales apenas superaban el 50% en acueductos y en alcantarillado era cercana al 40%. Las inversiones realizadas en las décadas de los setenta y los ochenta fueron del orden de US\$2.500 millones,

para llegar a fines de los ochenta a una cobertura del 68% en acueductos y del 57% en alcantarillados.

En las dos décadas antes señaladas se alcanzaron logros indiscutibles en las tres ciudades de mayor población. Los niveles de cobertura arrojaron cifras superiores al 90% en acueductos y al 80% en alcantarillados. Diversos factores facilitaron la realización de estos logros en las empresas. Entre ellos podemos mencionar: mayor grado de desarrollo empresarial unido a mayor autonomía financiera y administrativa; recursos humanos con mejor capacitación en la gerencia empresarial y en los niveles técnicos. También se evidenció mayor capacidad de pago de los usuarios, incluyendo usuarios residenciales, industrias, comercio e instituciones, además de la mayor capacidad crediticia de las empresas.

2.2 Marco conceptual

Todo asentamiento humano necesita disponer de un sistema de aprovisionamiento de agua potable que satisfaga sus necesidades vitales, esto crea la necesidad desde tiempos remotos que las poblaciones se establecieran en las proximidades de un río o manantial para así tener más acceso al agua como punto de consumo, sin embargo, en las ciudades se hace necesario implementar sistemas que conduzcan el líquido vital hasta el lugar donde se halla establecido dicha población, a esto le denominamos Sistemas de acueducto.

Capacidad De La Fuente Superficial. El concepto que entrega el reglamento técnico RAS 2000, es presentado como que Si el caudal mínimo histórico de la fuente superficial es insuficiente para cumplir con el caudal de diseño de la estructura de captación, pero el caudal promedio durante un periodo que abarque el intervalo más seco del que se tenga registro, es suficiente para cubrir la demanda, esta debe satisfacerse mediante la construcción de uno o más embalses de compensación. En todos los casos, la fuente debe tener un caudal tal que garantice

un caudal mínimo remanente aguas abajo de las estructuras de toma con el fin de no interferir con otros proyectos, tanto de abastecimiento de agua para consumo humano como de agricultura y piscicultura, reservando en todos los casos el ecosistema aguas abajo. Por consiguiente, el diseñador debe conocer los proyectos presentes y futuros que utilicen agua de la misma fuente del proyecto que está diseñando o construyendo. (RAS 2000)

Periodo De Diseño. El Documento RAS 2000 recomienda que para el caso de las obras de captación de agua superficial, los periodos máximos de diseño que se deben utilizar, se especifican en la siguiente tabla:

Nivel de Complejidad del Sistema	Período de diseño
Bajo	15 años
Medio	20 años
Medio alto	25 años
Alto	30 años

Figura 1. Periodos de retorno establecido para los distintos tipos de complejidad en los diseños.

Fuente. RAS2000

Capacidad De Diseño De Agua. La estructura de captación del sistema es la encargada de realizar la captura de agua y debe estar ceñida a los siguientes parámetros técnicos según lo establecido por el RAS 2000.

En caso que los sistemas de acueducto sean de niveles bajo y medio de complejidad, la capacidad de las estructuras de toma debe ser igual al caudal máximo diario (QMD), más la pérdidas en la aducción y las necesidades en la planta de tratamiento si existe almacenamiento; o igual al caudal máximo horario si no existe almacenamiento.

Esto no ocurre para el nivel medio - alto de complejidad, para los cuales la capacidad de

las estructuras de captación Bocatomas debe ser igual a dos veces el caudal máximo diario (QMD) , Para el nivel alto de complejidad, la capacidad de las estructuras de captación deben ser igual a 2.5 veces el caudal máximo diario (QMD).

Periodos De Diseños Para Las Redes De Conducción Para todos los niveles de complejidad, los proyectos de redes de distribución de acueducto deberán ser analizados y evaluados teniendo en cuenta el período de diseño, llamado también horizonte de planeamiento del proyecto, con el fin de definir las etapas de diseño según las necesidades del proyecto, basadas en la metodología de costo mínimo. (RAS 2000).

Índice de calidad agua. Índice de calidad agua. Este índice es ampliamente utilizado entre todos los índices de calidad de agua existentes siendo diseñado en 1970, y puede ser utilizado para medir los cambios en la calidad del agua en tramos particulares de los ríos a través del tiempo, comparando la calidad del agua de diferentes tramos del mismo río además de comparar lo con la calidad de agua de diferentes ríos alrededor del mundo. Los resultados pueden ser utilizados para determinar si un tramo particular de dicho río es saludable o no (ICAU, 2012)

Cuenca hidrográfica. Según el IDEAM 2014 Esta es el área de aguas superficiales o subterráneas que vierten a una red hidrográfica natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o bien directamente en el mar. La cuenca hidrográfica se define como una unidad territorial en la cual el agua que cae por precipitación se reúne y escurre a un punto común o que fluye toda al mismo río, lago, o mar. En esta área viven seres humanos, animales y plantas, todos ellos relacionados. También se define como una unidad fisiográfica conformada por la reunión de un sistema de cursos de ríos de agua definidos por el relieve. Los límites de la cuenca o divisoria de aguas se

definen naturalmente y en forma práctica corresponden a las partes más altas del área que encierra un río.

2.3 Marco legal

El inciso segundo del artículo 365 de la Constitución Política afirma: "Los Servicios públicos... podrán ser prestados por el Estado, directa o indirectamente, por comunidades organizadas, o por particulares. En todo caso el Estado mantendrá la regulación, el control y vigilancia de dichos servicios".

El marco constitucional y la Ley 142/1994, establecen pautas claras de eficiencia, participación privada, descentralización, regulación, vigilancia y control que deben cumplirse en cualquier esquema que seleccione el municipio para la prestación de los servicios.

Artículo3. Por diseño, obras y procedimientos correspondientes al Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico se entienden los diferentes procesos involucrados en la conceptualización, el diseño, la construcción, la supervisión técnica, la puesta en marcha, la operación y el mantenimiento de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo que se desarrollen en la República de Colombia, con el fin de garantizar su seguridad, durabilidad, funcionamiento adecuado, calidad, eficiencia, sostenibilidad y redundancia dentro de un nivel de complejidad determinado.

Artículo 203. Competencia Del Control, Inspección Y Vigilancia. Sin perjuicio de la función de control, inspección y vigilancia que corresponde a las entidades competentes en relación con los reglamentos técnicos vigentes, compete de manera general a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, en los términos del artículo 79 de la Ley 142 de 1994, numeral 79.12, verificar el cumplimiento de la normativa técnica estipulada en el reglamento RAS 2000.

Artículo 206 “Las Licencias De Construcción”.

De conformidad con lo establecido en el artículo 20 del Decreto 1504 de 1.998, modificado por el artículo 1° del Decreto 796 de 1.999, corresponde a las oficinas de planeación municipal o distrital o a la autoridad municipal o distrital que cumpla sus funciones, la expedición del permiso o licencia de ocupación y utilización del espacio público cuando para la provisión de servicios públicos, se utilice el espacio aéreo o el subsuelo de inmuebles o áreas pertenecientes al espacio público, de conformidad con los mecanismos establecidos por el municipio o distrito titular del derecho de propiedad sobre los mismos.

A la solicitud de permiso o licencia deberán acompañarse los siguientes documentos:

1. Estudio de la factibilidad técnica y ambiental y del impacto urbano de la construcción propuesta.
2. Estudio de la coherencia y sujeción de las obras a los planes de ordenamiento territorial y los instrumentos que los desarrollen.
3. Dos (2) copias heliográficas de los planos del proyecto firmados y rotulados por el diseñador, quien se hará responsable de la veracidad de la información contenida en ellos. Los planos y estudios permanecerán en los archivos de la autoridad municipal o distrital competente para expedir la autorización o licencia de la que trata el presente literal. El incumplimiento de esta obligación, dará lugar a la imposición de las sanciones previstas por la Ley.

Artículo 4 “Sujeción A Los Planes De Ordenamiento Territorial”.

La ejecución de obras relacionadas con el sector de agua potable y saneamiento básico se debe llevar obligatoriamente a cabo con sujeción al Plan de Ordenamiento Territorial de cada localidad, en los términos establecidos en el artículo 16 de la Ley 388 de 1997.

Artículo 207 “Las Licencias Ambientales”.

Para la ejecución de obras inherentes a la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento básico y sus actividades complementarias, obtendrán Licencia Ambiental aquellas actividades que pueden producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al paisaje, tal como expresan los artículos 49 a 53 del Decreto Extraordinario No. 266 de febrero 22 de 2000 de la Presidencia de la República, el cual modifica los artículos 49, 52, 56, 57 y 58 de la Ley 99 de 1993.

Todo proyecto que involucre en su ejecución el uso del agua, tomada directamente de fuentes naturales, deberá observar y contemplar el pago de las Tasas por Utilización de Aguas prevista en el artículo 43 de la Ley 99 de 1993.

Artículo 208. “Permisos Ambientales”.

La modificación al nivel de complejidad del sistema establecido en el literal A.3.3 del Ras 2000 debe ser autorizado por la Comisión de Regulación de Agua Potable en los términos del artículo 73, numeral 73.5 y artículo 74, numeral 74.2, literal b de la Ley 142 de 1994.

Los oferentes de bienes y/o servicios para sistemas de agua potable y saneamiento básico que incorporen tecnologías no institucionalizadas aun en el país deberán presentar, además del Certificado de Conformidad expedido por un organismo acreditado o reconocido por la Superintendencia de Industria y Comercio, los permisos especiales de los Ministerios del Medio Ambiente y/o Salud, si estos bienes y/o servicios pueden producir efectos contaminantes en el medio ambiente o utilizan sustancias químicas que puedan ser nocivas para la salud

2.4 Marco contextual

Situado en la parte nororiental de Colombia, la parte central de su territorio, de relieve plano e irrigada por los ríos Cesar y Ariguaní, es la más rica desde el punto de vista agrícola y ganadero. Sus coordenadas son 07°41'16'' y 10°52'14'' de latitud norte y 72°53'27'' y

74°08'28'' de longitud oeste. Su extensión territorial es de 22.925 km², que representan el 2.0% del territorio nacional. Corregimientos: Bujuravita, Burbura, Culebrita, El Potrero, La Floresta, Montera, San Isidro, Bijaguas, Mata de Fique.

El Municipio de González se localiza al sur del Departamento del Cesar, limita por el norte, oriente y occidente con el Departamento de Norte de Santander y por el sur con el Municipio de Río de Oro (Cesar). Sus coordenadas geográficas son 8°23' latitud norte y 73°19' longitud oeste de Greenwich. La cabecera municipal está a 1.240 metros sobre el nivel del mar, la temperatura varía entre los 19° y 22° grados centígrados, el clima es templado, ligeramente húmedo en la parte alta y semihúmedo en la parte baja. El municipio es limítrofe con municipios del Cesar y del norte de Santander teniendo este una gran influencia económica con el municipio por la cercanía de los mismos. El municipio de González limita con: (Alcaldía de Gonzalez Cesar, 2017)

NORTE Municipio de Convención (N de S)

NOR-OESTE Corregimiento de Otaré – Municipio de Ocaña (N de S)

OESTE Municipio de Río de Oro (Cesar)

ESTE Municipio de Teorama (N de S)

NOR-ESTE Municipio de Convención (N de S)

SUR Municipio de Ocaña (N de S)

Extensión: La extensión territorial es de 7.284 hectáreas, con una topografía de montaña en un 60% y de lomerío de 40%. Fisiográficamente constituye dos zonas paisajísticas de montaña y lomerío que forman parte de la serranía del Perijá, en las estribaciones de la Cordillera Oriental.

Población: De acuerdo al Censo DANE del año 2.005, la población de González es de 2.500.000 habitantes de los cuales 1.593 corresponden a la cabecera municipal y 906 al resto del Municipio (nueve corregimientos y once veredas).

Los estimativos de población proyectados y certificados por el DANE para el año 2006 fue de 2800.000 habitantes, para el año 2007 de 3.050.000 habitantes y para el 2008 de 3.200.000 habitantes. (Alcaldía de Gonzalez Cesar, 2017)



Figura 2. Mapa de Localización espacial del proyecto de investigación, fuente. Autores.

Capítulo 3. Diseño metodológico.

3.1. Tipo de investigación.

El Proyecto de investigación se caracteriza por ser un tipo de investigación de tipo descriptiva (Carlxil, 2011) basado en el análisis exploratorio bajo la observación in situ en el área de la micro cuenca abastecedora del acueducto y del sistema actual de acueducto del casco urbano del corregimiento de González, en el cual se establecerá la oferta y demanda hídrica superficial y la eficiencia del sistema actual junto con la formulación de un nuevo diseño de acuerdo a las condiciones técnicas- ambientales y sociales del corregimiento

3.2. Metodología de la investigación.

Para efectos de la investigación, el estudio se realizará durante 4 meses, en el municipio González.

Se realizara una serie de visitas a campo por medio de las cuales se formulara un diagnóstico de las condiciones físicas del sistema hidráulico y componente del acueducto.

3.3. Población y muestra.

3.3.1. Población. Se encuentra asentada en el casco urbano del Municipio de González Cesar.

3.3.2. Muestra. Para evaluar la calidad del agua se tomaran tres puntos de muestreo, las cuales un punto será en la bocatoma del acueducto con el fin de analizar la calidad de la fuente hídrica, los otros dos puntos se tomaran dentro del casco urbano que ya han sido concertados por las personas prestadoras del servicio.

3.3. Técnicas E Instrumentos De Recolección De La Información

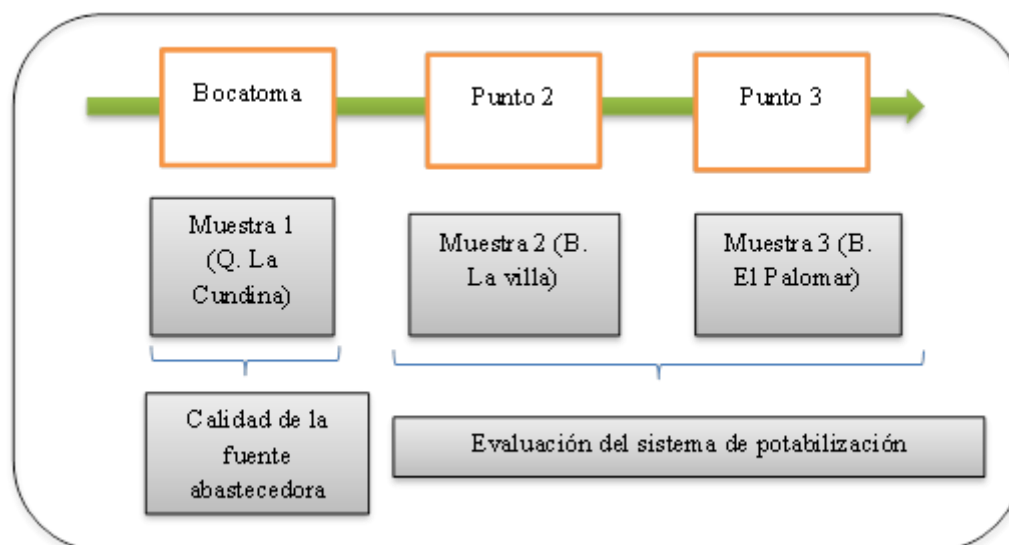


Figura 3. Técnicas e instrumentos de recolección de la información.

Con relación en que se analizaran varias muestras, se solicita el uso de rótulos que permitan ofrecer información al investigador y al encargado del laboratorio a cerca de la muestras de agua sobre las que se va a estudiar, por ellos se tendrá en cuenta la etiquetas para muestras de agua expuestas en al tabla 6.

Tabla 1. **ROTULO PARA LAS MUESTRAS DE AGUA**

ETIQUETAS PARA MUESTRA DE AGUA

Nombre empresa servicio público:

Municipio:

Localidad:

Fecha:

Hora:

Tipo de muestra:

Punto de toma:

Tipo de agua:

Realizado por:

Firma:

Fuente: autor del proyecto adaptado del INS (2014)

Por otra parte para la segunda población (persona prestadora, para este caso la unidad de servicio públicos domiciliarios) por ser de carácter finita no es necesario seleccionar un número de muestras.

3.4 Técnica e instrumentos de recolección de la información

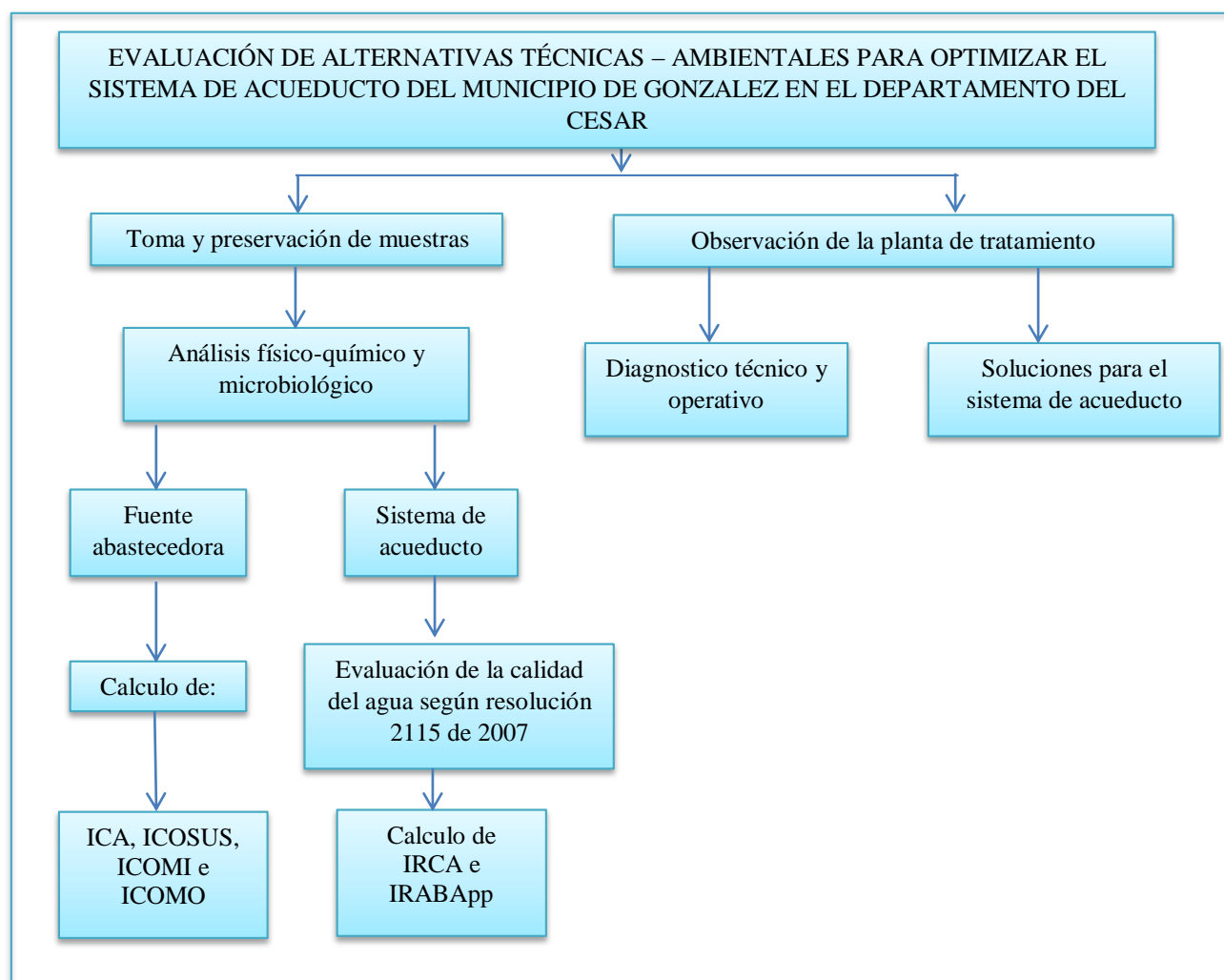


Figura 4. Estructura del diseño metodológico. Fuente autor del proyecto.

Se llevaran a cabo cuatro etapas, las cuales se describirán de manera detallada
continuación:

3.4.1 Etapa 1. Incluye la toma, preservación y transporte de las muestras de agua para análisis fisicoquímico y microbiológico, se tendrá en cuenta su correspondiente cadena de custodia para el transporte hacia el laboratorio de aguas de la *Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña* (UFPSO). Para determinar la calidad de la fuente hídrica abastecedora y el agua de consumo humano se tendrán en cuenta los siguientes parámetros, para el ICA oxígeno disuelto, sólidos suspendidos totales, demanda química de oxígeno, conductividad eléctrica y pH, ICOMO la demanda bioquímica de oxígeno, coliformes totales, porcentaje de saturación de oxígeno, ICOSUS los sólidos suspendidos y para el ICOMI la conductividad eléctrica, dureza y alcalinidad estos en cuanto a calidad de la fuente hídrica y para el agua de consumo humano se calculará el IRCA en cual contempla los siguientes parámetros turbiedad, cloruros, dureza, hierro, color aparente y cloro residual libre o residual del desinfectante utilizado, coliformes totales y *Escherichia coli*; para la realización de las pruebas se tendrá en cuenta lo expuesto en el *Standard Methods for Water and Wastewater Examination*.

3.4.2 Etapa 2. Para el desarrollo del diagnóstico técnico y operativo de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de González César a cargo de la unidad de servicios públicos domiciliarios se utilizará la técnica de encuesta con el instrumento de cuestionario en donde se pretende conocer los siguientes factores: usuarios, componentes (descripción), tiempo de operación, mantenimiento, continuidad, cobertura (población servida, población municipal), operación, frecuencia monitoreo, caudales (de entrada y salida), macro medidores y estado de la micro cuenca aguas arriba de la bocatoma.

3.4.3 Etapa 3. Para el desarrollo de esta etapa se requiere conocer previamente los resultados de la calidad fisicoquímica y microbiológica tanto de la fuente hídrica como del sistema de potabilización y el diagnóstico técnico y operativo de la planta de tratamiento para la

generación de una matriz DOFA que permita identificar las estrategias de mejora del sistema de tratamiento.

3.5 Procesamiento y análisis de la información

La interpretación, análisis y evaluación de la información se basara en los siguientes procedimientos:

- Captura de información en campo y consulta de geo portales nacionales e internacionales
- Gestión de los archivos en formatos vectoriales y Ráster para extracción de información geográfica
- Solicitud de la información climatológica de las estaciones en la zona de influencia con los archivos en series de tiempo con por lo mínimo 10 años, estos formatos en base de datos de formato cvs, se migrara a archivo vectorial con base de datos con motor de lenguaje HSQL
- Digitalización de la información geográfica generada a partir de imágenes de alta resolución de la zona de la Micro cuenca.
- Generación de la cartografía temática y el documento técnico de estudio.

Para el cálculo y análisis de la información se tendrá en cuenta la resolución 2115 de 2007, los criterios emitidos por el IDEAM para el cálculo de los índices de calidad del agua de las fuentes hídricas y el reglamento técnico del sector agua potable y saneamiento básico (RAS 2000); este se realizara de la siguiente manera:

3.5.1 Calculo de los índices de calidad de la fuente hídrica.

3.5.1.1 ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA).

$$ICA = \sum_{i=1}^n Wi * I$$

Dónde:

I= cada uno de los cinco parámetros que requiere el cálculo del ICA





I= subíndices correspondientes a cada variable

W= peso asignado a cada variable.

El valor obtenido del índice de calidad del agua, ICA, se clasificara de acuerdo a la tabla 6.

Tabla 2. Clasificación de la calidad del agua según los valores que tome el ICA

Escala de color contacto primario



<i>Excelente</i>	<i>75,1-100</i>	
<i>Buena</i>	<i>50,1-75</i>	
<i>Mala</i>	<i>25,1-50</i>	
<i>Regular</i>	<i>0-25</i>	

Fuente: ICATest v 1.0 (2017)

Tabla 3

Clasificación de la calidad del agua según los valores que tome el ICA

Escala de color contacto primario






<i>Excelente</i>	<i>4,1-100</i>	
<i>Mala</i>	<i>0-4</i>	

Fuente: ICATest v 1.0 (2017)

3.5.1.2 **ÍNDICE DE CONTAMINACIÓN POR MINERALIZACIÓN (ICOMI). INTEGRA LA CONDUCTIVIDAD, DUREZA Y ALCALINIDAD.**

$$ICOMI = \frac{1}{3} (I_{conductividad} + I_{dureza} + I_{alcalinidad})$$

Tabla 4. Escala de color de acuerdo al valor del ICOMI

Escala de color		
Ninguno	0,0- 0,2	
Bajo	0,2 - 0,4	
Medio	0,4 - 0,6	
Alto	0,6 - 0,8	
Muy alto	0,8 - 1	

Fuente: ICATest v 1.0 (2017)


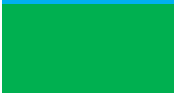



3.5.1.2 Índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO)

Se obtienen a través de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), coliformes totales y porcentaje de saturación de oxígeno (%).

Se define entre un rango de 0 a 1 donde el aumento desde el valor más bajo se relaciona con el aumento de contaminación en el cuerpo de agua.

$$ICOMO = \frac{1}{3} (I_{DBO} + I_{coliformes} + I_{oxigeno \%})$$

Tabla 5. Escala de color del ICOMO

Escala de color		
Ninguno	0,0- 0,2	
Bajo	0,2 - 0,4	
Medio	0,4 - 0,6	
Alto	0,6 – 0,8	
Muy alto	0,8 – 1	

Fuente: ICATest v 1.0 (2017)

3.5.1.3 Índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS)


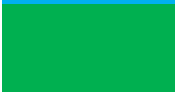



Este índice trabaja con la concentración de sólidos suspendidos que se definen como partículas sólidas orgánicas e inorgánicas que se mantienen en suspensión en una solución.

$$ICOSUS = -0,02 + 0,0003 \text{ sólidos suspendidos (mg/L)}$$

Sólidos suspendidos mayores a 340 mg/L tienen un ICOSUS igual a 1.

Sólido suspendido menor a 10 mg/L tiene un ICOSUS igual a 0.

Tabla 6. Escala de color de acuerdo al valor el ICOSUS

Escala de color		
Ninguno	0,0- 0,2	
Bajo	0,2 - 0,4	
Medio	0,4 - 0,6	
Alto	0,6 – 0,8	
Muy alto	0,8 – 1	

Fuente: ICATest v 1.0 (2017)

3.5.2 Calculo del IRCA e IRABApp

3.5.2.1 Calculo del IRCA.

El cálculo del índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano se realizara utilizando la siguiente formula:

$$IRCA (\%) = \frac{\sum \text{puntuajes de riesgo asignados a las características no aceptadas}}{\sum \text{puntuajes de riesgo asignadas a todas las características analizadas}}$$

3.5.2.2 CALCULO DEL IRABAPP.

Para el cálculo del índice de riesgo por abastecimiento de agua de la persona prestadora (IRABApp), se procederá mediante la siguiente formula.

$$IRABApp = 100 - (IT + IC)$$

Dónde:

IRABApp= índice de riesgo por abastecimiento de agua de la persona prestadora

IT= índice de tratamiento

IC= índice de continuidad

Capítulo 4: Resultados

En este capítulo hallaremos de forma específica los resultados de la realización de cada objetivo específico planteado, con la conclusión de responder a la problemática planteada del actual proyecto de investigación.

4.1 Análisis de la calidad del agua de la fuente de abastecimiento y de consumo humano del municipio de González, Cesar.

Con el fin de conocer la calidad de agua con la cual se suministra el sistema de acueducto del municipio de González y valorar la calidad de agua tratada por la planta potabilizadora, se verifican análisis fisicoquímicos y microbiológicos, estableciendo si está cumpliendo con las medidas que implanta la legislación colombiana. Dichos resultados se encontraran a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 7. Resultados fisicoquímicos y microbiológicos de la fuente abastecedora.

Parámetros	Unidad	Valor
Alcalinidad	mg/L CaCO ₃	30
Dureza	mg/L CaCO ₃	127
DQO	mg/L	10
Turbidez	NTU	2,0
Nitratos	mg/L	2,2
Nitritos	mg/L	0,0
Potencial de hidrogeno	pH	7,7
Conductividad	μS/cm	70,4
Color aparente	UPtCo	0,0
Oxígeno disuelto	mg/L	3,1

Sólidos suspendidos	mg/L	50
Fosforo	mg/L	0,017
DBO ₅	mg/L	3,0
Aerobios Mesofilos	UFC/100ml	1,9
Coliformes totales	UFC/100 mL	1100
Coliformes fecales	UFC/100 mL	1100



Fuente: autor del proyecto (2017).

4.1.1 Cálculo de los índices de calidad e índices de contaminación. Para calcular los índices de calidad e índice de contaminación se requirió al software ICATest v 1.0 que es utilizado como herramienta informática en el análisis y evaluación de la calidad de agua que se desarrolló en la universidad de Pamplona.

4.1.1.1 Cálculos del índice de calidad del agua (Ica). *Acá podremos encontrar el índice de calidad de agua de la corriente superficial perteneciente a la quebrada la Cundina*

, este índice se clasifica en una de las cinco clases implantadas por el IDEAM.

Tabla 8. Resultados del cálculo del ICA

	Resultado
Valor del índice	26,1596
Contacto primario	
Rango	75,1-100
Escala de color	naranja 
Contacto secundario	
Rango	4,1-100
Escala de color	Verde 

Nota. Podemos observar en la tabla 8 los resultados que se obtuvieron utilizando el software ICATest v 1.0 relacionado con el índice de calidad ambiental del agua de la quebrada la Cundina (fuente abastecedora del sistema de acueducto del municipio de Gonzales). Aquí se proyecta el valor en el rango implementado anticipadamente y se describen en la metodología. Fuente: autor del proyecto (2017).

En la siguiente imagen podemos observar el valor del índice que presenta la fuente de abastecimiento de la quebrada la Cundina.

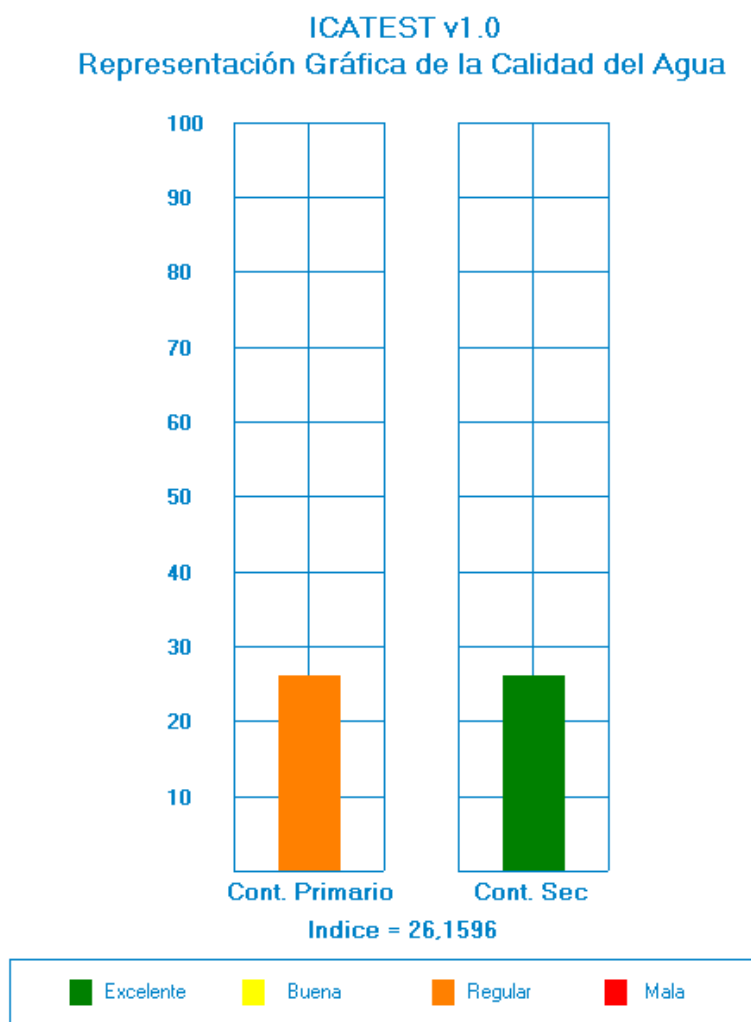


Figura 5. Gráfica del ICA de la quebrada la Cundina.


En los siguientes resultados podremos valorar la calidad de agua que corre a través de la quebrada la cundina en una escala correspondiente al color naranja que se clasifica en la gráfica obtenida como regular, con el cual se indica que la calidad del recurso hídrico es bajo, por ende se deberán llevar a cabo los tratamientos requeridos para su potabilización.

Por esto Torres *et al.* (2009) proyecta que los nacimientos superficiales para suministro humano,

que estén en los valores de 90 y 100 en la totalidad de los Ica, se emplearan mínimos tratamientos como desinfección y si están en el rango de 50 y 90 se emplearan tratamientos más costosos y complejos.

4.1.1.2 Cálculos del índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS). Este índice lo trabajamos con un solo parámetro que son los sólidos suspendidos que encontramos en el cuerpo de agua, lo definimos como los segmentos de sólidos que se retienen en un filtro que al secarse se obtiene un peso constante. Para poder calcular ese valor se utilizara el software ICATest v 1.0 y obtenemos los siguientes resultados.

Tabla 9. Resultado del cálculo del ICOSUS

Resultados	
Valor del índice	0.13
Clasificación	Ninguno
Rango	0,8-1
Escala de color	Azul 

Nota. En la tabla 11 podemos observar el índice de contaminación en lo que se refiere a sólidos suspendidos para poder interpretarlo se diseñó cinco categorías ajustándose a un nivel definido donde se puntualiza en el diseño metodológico. Fuente: autor del proyecto (2017).

En la siguiente figura (5) podremos observar de manera puntualizada la anterior tabla.

ICATEST v1.0
Representación Gráfica de la Calidad del Agua

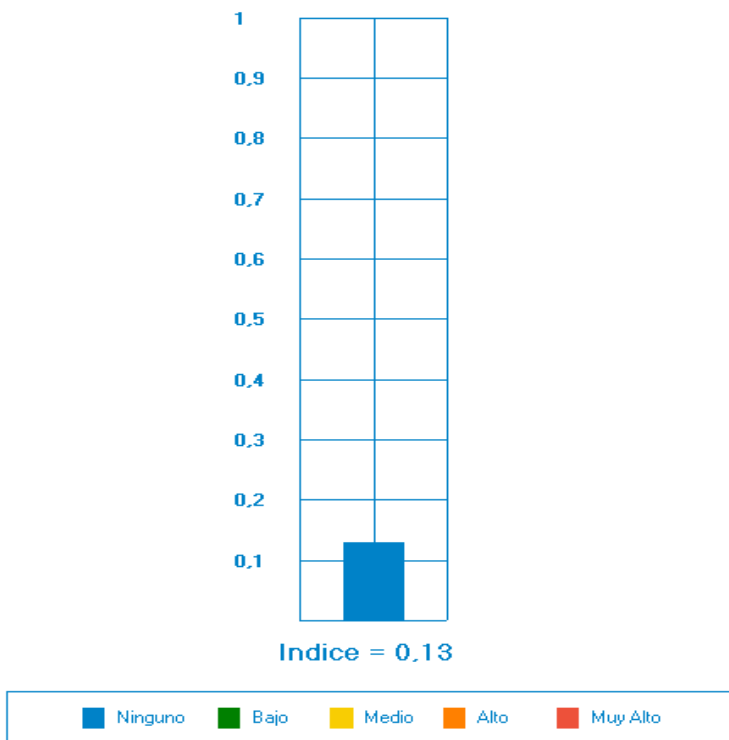



Figura 6. Gráfica del ICOSUS quebrada la Cundina.

En los resultados exhibidos en la anterior tabla 11 y figura 5 se demuestra que el contenido de sólidos suspendidos en la fuente quebrada la Cundina está en la escala de color azul, no hay afectación a la fuente hídrica.

4.1.1.3 Cálculos del índice de contaminación por mineralización (ICOMI). En este índice relacionamos tres parámetros como son conductividad, dureza y alcalinidad. Los siguientes resultados se obtuvieron con la utilización del software ICATest v 1.0.

Tabla 10. Resultados del cálculo del ICOMI

Resultados	
Valor del índice	0,0388
Grado de contaminación	Bajo
Rango	0 – 0,2
Escala de color	Verde 

Nota. Los resultados arrojados en la tabla anterior muestran el nivel de contaminación por mineralización en la quebrada la cundina, estos resultados se obtuvieron con la utilización del *software ICATest v 1.0*, y su interpretación se expuso en el diseño metodológico. Fuente: autor del proyecto (2017).

En la siguiente imagen podremos observar los datos del valor del índice de los parámetros analizados.

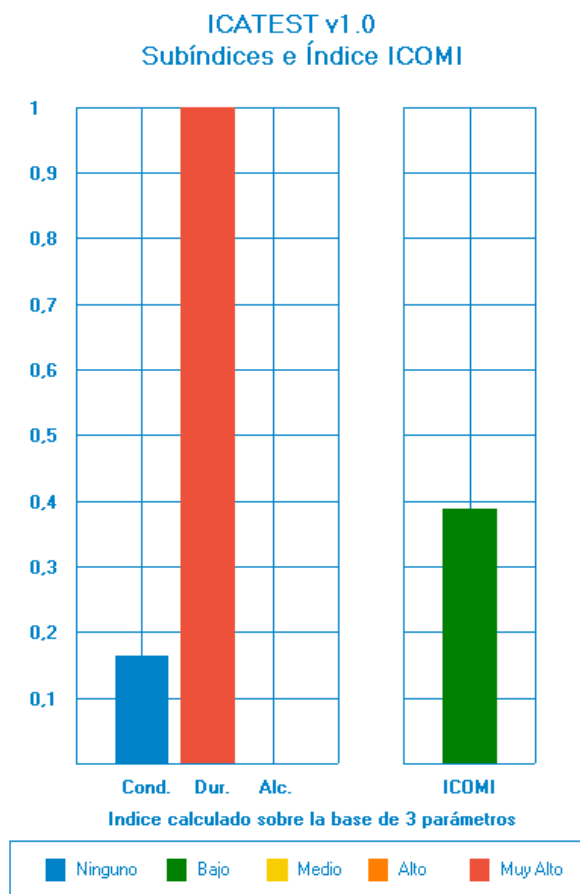



Figura 7. Gráfica del ICOMI quebrada la Cundina

En los resultados exhibidos en la anterior tabla (13) e imagen (6) se observa que se encuentra en la escala de color verde y tiene un índice bajo.

4.1.1.4 cálculos del índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO). En la siguiente tabla (15) e imagen (7) se dará a conocer los resultados obtenidos mediante la utilización del software ICATest s.

Tabla 11. Resultado del cálculo del ICOMO

Resultados	
Valor del índice	0,446
Grado de contaminación	Medio
Rango	0 – 0,2
Escala de color	Amarillo 

Nota. Los resultado arrojados en la anterior tabla (15) muestran el nivel de contaminación por materia orgánica de la fuente abastecedora PTAP del municipio de González, concretamente de la quebrada la Cundina, para su interpretación se deberá tener en cuenta lo expuesto en el diseño metodológico. Fuente: autor del proyecto (2017).

En la siguiente imagen podremos observar los parámetros y su respectivo índice.

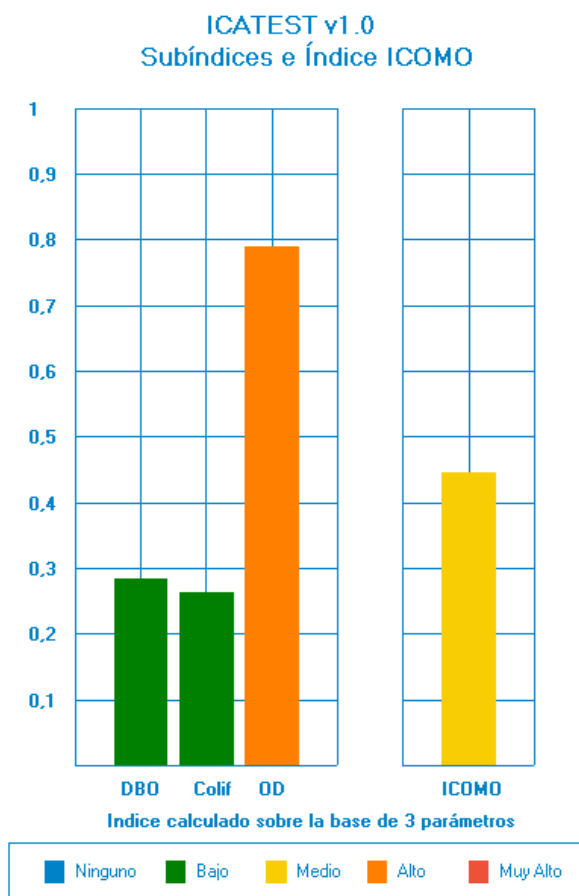


Figura 8. Gráfica del ICOSUS quebrada la Cundina

El índice de contaminación por materia orgánica arroja un valor que indica un nivel medio, esto es debido a que el oxígeno disuelto (OD) presenta el subíndice más alto respecto a la DBO_5 y la cantidad de coliformes presentes. según (Roldán y Ramírez , 2008)“el principal factor de consumo de oxígeno libre es la oxidación de materia orgánica por respiración a causa de microorganismos descomponedores” (p. 181); situación que observando la gráfica 7 se puede considerar casi que nula por el bajo valor que obtuvo la DBO_5 , entendiendo que la DBO_5 está relacionada con la presencia de materia orgánica en el agua y por ende la presencia de microorganismos.

En síntesis los índices de calidad del agua como de contaminación muestran un resultado

regular para el uso de la fuente hídrica como abastecedora de la planta de tratamiento de agua potable, la cual requiere un tratamiento convencional.

4.1.1.5 Determinaciones del proceso de tratamiento de acuerdo al ras 2000. El

reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, RAS 2000 título B , es más preciso respecto al decreto 1594 de 1984 para la determinación del tipo de tratamiento a partir de la calidad del agua de la fuente; para tal fin nos basaremos en lo estipulado en el RAS 2000 título B, B.3.3.2.1 tabla B.2.1 a partir de los análisis realizados a la muestra de agua cruda tomada en la bocatoma del sistema de acueducto y así determinar el proceso de potabilización más adecuado y analizar si este cumple con lo requerido.

Tabla 12. Nivel de calidad de acuerdo al grado de polución RAS 2000

Parámetros	Fuente aceptable	Fuente regular	Fuente deficiente	Fuente muy deficiente
DBO ₅ (mg/L)	1-3	3-4	4-6	>6
Coliformes totales (NMP/100MI)	0-50	50-500	500-5000	>5000
Oxígeno disuelto(mg/L)	≥4	≥4	≥4	<4
pH promedio	6,0-8,5	5,0-9,0	3,8-10,5	
Turbiedad (NTU)	<2	2-40	40-150	≥150
Color verdadero (UPC)	<10	10-20	20-40	≥40
Gusto y olor	Inofensivo	Inofensivo	Inofensivo	Inaceptable
Cloruros (mg/L-Cl)	<50	50-150	150-200	>200
Fluoruros (mg/L-F)	<1,2	<1,2	<1,2	>1,7
Procesos de tratamiento utilizados	(1)=desinfección + estabilización	(2)=filtración lenta o directa + (1)	(3)= pretratamiento. +[coagulación +sedimentación]o[filtración lenta diversas etapas]+(1)	(4)=(3)+tratamiento específicos

Nota. La tabla 16 muestra algunos valores máximos admisibles de las normas microbiológicas, fisicoquímicas y organolépticas de la calidad del agua para caracterizar fuente superficial o subterránea según su nivel de calidad.

Fuente: autor del proyecto adaptado del RAS 2000 título B (2017).

En base a la tabla 16 podemos observar que la mayoría de los parámetros analizados indican que la calidad de la fuente es aceptable, es decir, que de acuerdo al RAS 2000 los procesos de tratamiento a utilizar son desinfección más estabilización; pero en base a que uno de los parámetros se ubican en una fuente deficiente lo más recomendable es utilizar los procesos de desinfección y estabilización, esto con el fin de lograr una mayor eficiencia en el proceso de potabilización y que el riesgo de distribuir un agua de mala calidad sea mínimo.

4.1.1.6 cálculos del índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano

(IRCA). Los resultados que se dieron en la red de distribución de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se muestran en la anterior tabla. Para determinar el nivel de riesgo del agua distribuida por el acueducto municipal utilizamos el IRCA.

Tabla 13. Resultados de pruebas fisicoquímicas y microbiológicas de agua Potable

Calidad del agua suministrada por la USPSC					
Parámetro	Unidad	Norma exigida por el ministerio de la protección social resolución 2115 de 2007	Puntaje asignado por la resolución 2115 de 2007	Punto 2. Barrio la villa	Punto 3. Barrio palomar
Alcalinidad	CaCO ₃	200	1	1	1
Dureza	CaCO ₃	300	1	1	1
Turbidez	NTU	2	15	0	0
Nitritos	NO ₂	0.1	3	0	0
Nitratos	NO ₃	10	1	1	1
Potencial de Hidrogeno	PH	6.5-9.0	1.5	1.5	1.5

Color	UP _i CO	15	6	0	0
Coliformes totales	NMP/100 ml	0	15	15	15
Coliformes fecales	NMP/100 ml	0	25	25	25
IRCA (%)			68.5	44.5	44.5
Nivel de riesgo				Alto	Alto

Nota. Estos valores pertenecen a un muestreo ejecutado el 5 de agosto de 2017, en dos puntos de la red de distribución de agua potable del municipio de Gonzales. Fuente: autor del proyecto (2017).

$$\text{IRCA (\%)} = \frac{68.5}{44.5} \times 100$$

$$\text{IRCA (\%)} = 64.9$$

Teniendo en cuenta los resultados del IRCA (64.9%) la población de González está consumiendo agua de baja calidad catalogada en un nivel de riesgo alto según la resolución 2115 de 2007. Este nivel de riesgo es ocasionado por la ausencia de procesos en el tratamiento del agua además del desconocimiento técnico o falta de formación de la persona encargada de la planta.

El valor del IRCA está en un rango alto debido a que los nueve parámetros analizados, tres de los parámetros más importantes no cumplen con la norma, es decir que tienen un porcentaje mayor de riesgo determinado por la resolución.

4.1.1.7 Cálculos del índice de riesgo por abastecimiento de agua de la persona prestadora (IRABAPP). Este índice es correspondiente al tratamiento y constancia del servicio de agua potable. Podremos calcular mediante este índice el riesgo por el abastecimiento de agua de la persona prestadora.

Tabla 14. *Cálculo del índice de tratamiento*

Índice de tratamiento	
Descripción del tratamiento	Puntaje
No hay ningún tipo de tratamiento.	0
Dotación básica de laboratorio en la planta de tratamiento	Puntaje
No cuenta con ninguna dotación	0
Trabajadores certificados	Puntaje
El único operario encargado de la planta de tratamiento no está certificado	0
Sumatoria toral del índice de tratamiento	$\Sigma = 0$

Nota: en la tabla 17 se ilustra el cálculo del índice de tratamiento de acuerdo a lo establecido en la resolución 2115 de 2007, el cual se basa en un conjunto de parámetros como lo son los procesos de tratamiento, dotación del laboratorio y los trabajadores certificados. Fuente: autor del proyecto (2017)

Tabla 15. *Cálculo del índice de continuidad*

Índice de continuidad	
$IC = \frac{182.5 \text{ horas} * 940 \text{ habitantes}}{730 \text{ horas} * 940 \text{ habitantes}} * 24 \frac{\text{horas}}{\text{dia}} = 6 \frac{\text{horas}}{\text{día}}$	
Continuidad del servicio- IC	Puntaje
0-10 horas/día (insuficiente)	0

Nota: el cálculo del índice de continuidad está basado en una fórmula que permite a partir del número de horas servidas en una población por mes y de acuerdo al número de habitantes estimar si la continuidad del servicio satisface o no a la población, para lo cual asigna unos rangos de acuerdo al número de horas prestadas. Fuente: autor del proyecto (2017).

A partir de los datos obtenidos, se procede aplicar la fórmula para calcular dicho índice de la siguiente manera.

$$IRABA_{pp} = 100 - (IT + IC)$$

Obteniendo,

$$IRABA_{pp} = 100 - (0 + 0) = 100$$

Se puede observar que el IRABApp se encuentra por encima de 70,1 y a partir de este valor dicho índice se considera en un nivel de riesgo muy alto para la salud humana lo cual requiere de la formulación inmediata de un plazo de cumplimiento a corto, mediano y largo plazo por parte de la persona prestadora, bajo la verificación de la SSPD.

4.2 Análisis técnico y operativo de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de González, Cesar.

Mediante este periodo se llevó a cabo visitas constantes al municipio para realizar un examen inicial y recopilación de información.

Según el DANE en una proyección estimada en el 2016 el municipio de González contara con una población de 1.050 habitantes de los cuales 940 viven en la cabecera municipal.

En la actualidad todos sus habitantes se benefician del acueducto actual en la cabecera de municipio con un servicio constante durante época de invierno y en época de verano existe un racionamiento donde el servicio llega a las viviendas en horas de la mañana y en horas de la tarde con un tiempo aproximado de 3 horas en la mañana y tres horas en la tarde.

4.2.1 Componentes del sistema. El sistema de acueducto del municipio de González fue construido hace más de una década y es operado y administrado por la Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios del municipio y la cual fue establecida mediante acuerdo No. 080 del 11 de noviembre de 1997.

4.2.2 Fuente de abastecimiento. La planta de tratamiento del municipio de González se abastece de la Quebrada la Cundina, también se abastecen ciertas fincas que se encuentran en la zona, utilizando el recurso tanto para uso doméstico y principalmente para el riego de sus cultivos. La micro cuenca ha sufrido una alta intervención antrópica, debido a los asentamientos

que se han establecido en la zona y a la tala indiscriminada.

4.2.3 Bocatoma. La bocatoma de la planta de tratamiento se encuentra ubicada a unos 6 km del casco urbano, el tipo de captación es toma de rejilla, el cual se fundamenta en un muro de concreto ubicado perpendicularmente al flujo de la corriente con una rejilla metálica que permite retener materiales de acarreo de cierto tamaño y esta estructura funciona totalmente por gravedad.

4.2.5 Aducción. La línea de conducción que se inicia en la captación hasta el primer tanque cuenta con una tubería de pvc de (4 pulgadas) la longitud del tubo es de 15m aproximadamente. Existen aproximadamente 30 captaciones ilegales por parte de los campesinos de la zona, perforando la línea de conducción para el uso de mangueras hacia sus fincas.

4.2.6 Sedimentación. El sistema cuenta con un tanque de presedimentación el cual presenta fugas y en el cual se evidencia la falta de mantenimiento y limpieza lo que genera contaminación al agua por sedimentos.

4.2.9 Tanque de almacenamiento. El sistema de acueducto cuenta con tres tanques de almacenamiento semienterrados, el primero ubicado a 10 m de la planta de tratamiento con unas dimensiones de 5m*2m*2m para un volumen o capacidad total de 20m³, el segundo con dimensiones de 10m*5m*2,5m para una capacidad de 125 m³ y el tercero ubicado a unos 6 km aproximadamente desde la planta de tratamiento con dimensión de 6m* 6m*3m* para una capacidad de 108 m³. El mantenimiento a cada tanque se le realiza cada 4 meses de acuerdo a información proporcionada por la persona encargada.

Es de aclarar que el sistema no cuenta con sistema de filtración y desinfección.

4.2.10 Red de distribución.

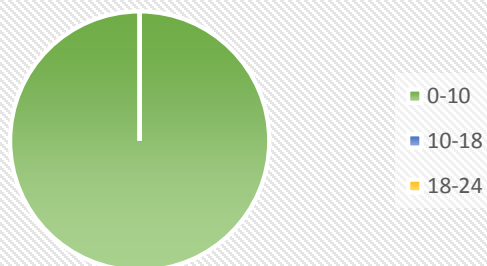
Para la distribución del agua potable a la población se da mediante gravedad. Se distribuye desde el tanque de almacenamiento a través de una tubería de pvc de 3" hacia la red.

La planta de tratamiento de agua potable se encuentra a 6km de la cabecera principal, en un área de 20 m² de 8 m * 8 m y a una altura de 1400 msnm.

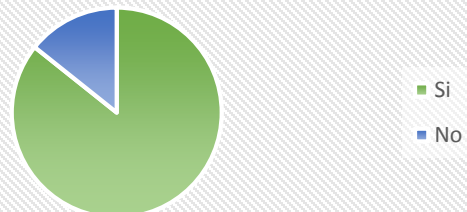
La PTAP solo tiene un operario que no está certificado para manejar la planta, el operario se encarga de la apertura y cierre de válvulas. También es el encargado del mantenimiento como la remoción del sedimento que se acumula en el fondo de los tanques y el arreglo de los mismos. En la planta no se le da un uso y ahorro eficaz del agua, actualmente funciona las 24 horas pero en épocas de nivel bajo, según la información suministrada por el operario llega a valores de 0,4 L/s. El servicio prestado es irregular como podemos evidenciar en la encuesta donde la población encuestada afirma que el servicio de agua 0-8 horas/día, y según la resolución 2115 de 2007 el valor es escaso para abastecer a la población.

Con el fin de dar a conocer la apreciación de la población prestadora del servicio de agua potable se realizaron unas encuestas y los resultados se darán a conocer a continuación.

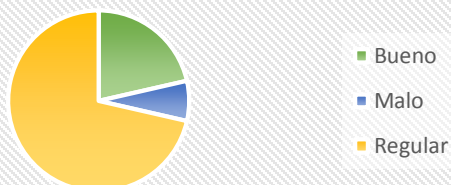
¿El servicio de agua potable es continuo?



¿La calidad de agua que llega a su vivienda presenta color, sabor, olor o turbiedad?



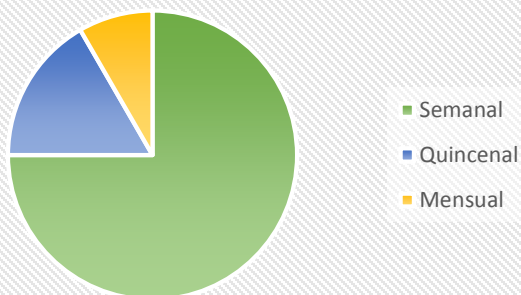
¿La calidad del agua del municipio en los últimos años es?



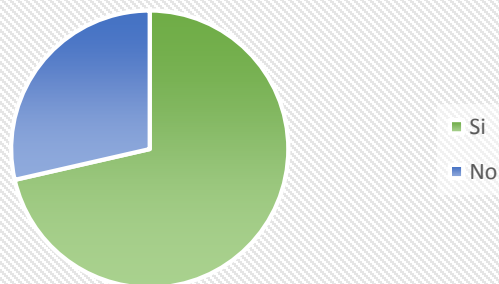
¿Utiliza tanques para el almacenamiento de agua potable?



¿Con que continuidad realiza limpieza en los tanques?



¿Realiza pretratamiento de agua para su consumo?



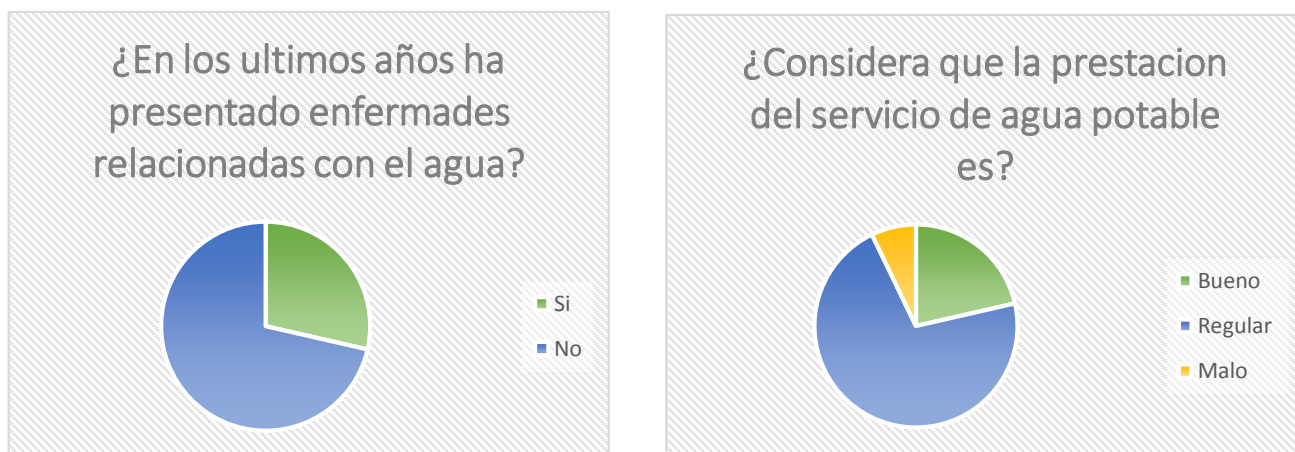


Figura 9. Canaleta tipo Parshall

Teniendo en cuenta los resultados de la encuesta aplicada, se puede observar que el índice de continuidad en el suministro del agua potable está en el rango de 0 a 10 horas/día, rango que de acuerdo a la resolución 2115 de 2007 es insuficiente y que a su vez quedo demostrado en el cálculo de dicho índice el cual arrojo un valor de 6 horas/día.

La mayoría de los encuestados considera que la calidad del agua no es buena, estos expresan a su vez que se siguen presentando problemas en el proceso de potabilización, ya que más del 70% de los encuestados respondieron que el agua que llega a sus hogares ha presentado algún tipo de sabor, color, olor o turbiedad, donde expresaban que principalmente encontraban el agua con un sabor característico a tierra y en épocas de lluvias este llegaba un poco turbia.

En cuanto a la pregunta si utilizan tanques para el almacenamiento de agua la mayor parte de los encuestados respondió que sí, y que la mayoría hacen una limpieza de esos tanques semanal, también les realizan algún tipo de tratamiento siendo el más común el hervir el agua, ya que consideran que el agua que llega a sus viviendas son de baja calidad

4.3 Identificación de alternativas de mejora para el sistema de acueducto

Para esta etapa se desarrolla la aplicación de una matriz DOFA (debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas). Con esto se busca las diferentes combinaciones de los factores internos externos que puedan ayudar al mejoramiento del sistema.

Tabla 16. Matriz DOFA

Debilidades	Oportunidades	Fortalezas	Amenazas
Operarios no certificados.	Se encuentran instituciones que facilitan información y aprendizaje gratuito sobre los procesos de potabilización, como lo es el SENA.		Intervención antrópica en la micro cuenca.
Perdidas en el sistema de acueducto.	Apoyo por parte de la alcaldía municipal.	Cobertura del 98% de la población del casco urbano.	No hay un plan de manejo de la micro cuenca.
Ausencia de macro medidores.	Apoyo a estrategias de conservación ambiental por parte de los habitantes de la parte alta de la micro cuenca.		
Baja oferta de agua para abastecer el sistema de acueducto.			
Ausencia de programas de uso y ahorro del agua			
No se monitorea el caudal de entrada ni a la salida de la planta.			
Existe un operario para el manejo de la planta y su permanencia no es constante durante el día.			

Nota. En la matriz elaborada que se realizó en base al diagnostico técnico y operativo desarrollado con el operario de la planta y la visita realizada a la planta de tratamiento. Fuente: autor del proyecto (2017).

En la matriz anterior identificamos los principales aspectos que se deben corregir para mejorar la calidad en la prestación del servicio de agua potable en el municipio de González.

4.3.1 Compra de áreas estratégicas. La micro cuenca la cundina es la única área de recarga hídrica que actualmente abastece esta planta de tratamiento de agua potable del municipio de González, que a su vez es compartida con otras fincas que captan el agua en dicha micro cuenca. La intervención antrópica en esta micro cuenca es evidente, cultivos establecidos en ambas vertientes y además se ha talado gran parte de la vegetación de mayor importancia ecológica para la regulación del ciclo hidrológico afectando la disponibilidad del recurso.

Con base en lo anterior y teniendo en cuenta que la unidad de servicios públicos es la encargada de la prestación del servicio y a su vez esta se encuentra como una oficina adscrita a la alcaldía municipal, deben realizar inversiones conjuntamente en la adquisición de áreas estratégicas en la parte alta de la micro cuenca que permita asegurar la protección total de las mismas, para evitar la pérdida del ecosistema que allí permanece; con esta medida se logra de igual forma dar cumplimiento a lo establecido en la ley 99 de 1993 artículo 111 el cual establece que “declárese de interés público las áreas de importancia estratégica para conservación de recursos hídricos que surten de agua a los acueductos municipales y distritales” e indicando en este mismo artículo que los departamentos y municipios deben dedicar un porcentaje no inferior al 1% de sus ingresos, de tal forma que antes de concluido tal periodo, haya adquirido dichas zonas.

4.3.2 Elaboración del plan de manejo ambiental de la micro cuenca. De acuerdo al ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible el plan de manejo ambiental de micro cuencas es un instrumento de planificación que permite orientar acciones y ayuda a la toma de decisiones que favorezcan el desarrollo integral de la micro cuenca, esto permitirá que se

establezca un orden en cuanto a la asignación del recurso hídrico para quienes se abastecen de la quebrada la Cundina, teniendo en cuenta que la cantidad del recurso hídrico ha disminuido considerablemente y con base en datos suministrados por el operario encargado de la planta, la cual indica que en épocas de bajas precipitaciones a la planta ingresan 0,4 L/s.

Lo anterior obedece a que la bocatoma de la planta de tratamiento es el último punto de captación respecto a los otros usuarios, quienes captan gran cantidad de agua sin tener en cuenta el caudal ecológico que se debe dejar para no afectar las actividades que se desarrollan aguas debajo de cada captación.

4.3.3 Cálculo del caudal de diseño. Considerando que la planta de tratamiento no cuenta con macro medidores ni estructuras que permitan conocer el caudal de entrada a la planta, se debe considerar cual es el caudal de diseño requerido para la ejecución de los demás procesos dentro de la planta. Los resultados son los siguientes.

Tabla 17. Nivel de complejidad

Asignación del nivel de complejidad	Nivel de complejidad población en la zona urbana (habitantes)	Capacidad económica de los usuarios
Baja	Menor a 2.500 habitantes	Baja
Media	Entre 2.501 y 12.500 habitantes	Baja
Medio alto	entre 12.501 y 60.000 habitantes	Media
Alto	mayor a 60.000 habitantes	Alta

Fuente: RAS 2000. Título A.

Teniendo en cuenta las proyecciones estimadas por el DANE el municipio de González cuenta con una población de 940 habitantes en el casco urbano, por tanto su nivel de complejidad es bajo.

4.3.3.1 Dotación neta. Uno de los principales factores a tener en cuenta en este aspecto es el

clima, entendiendo que de acuerdo a este varía la cantidad de agua requerida por cada habitante, como se muestra en la tabla 22.

Tabla 18. Dotación

nivel de complejidad del sistema	Dotación neta máx. para poblaciones con clima frío o templado (L/hab. –día) ¹	Dotación neta máx. para poblaciones con clima cálido (L/hab. –día) ²
Baja	90	100
Media	115	125
Medio alto	125	135
Alto	140	150

Fuente: resolución número 2320 de 2009.

“La cabecera municipal se encuentra a 1300 metros sobre el nivel del mar y tiene una temperatura promedio de 21 °C” (Alcaldía de Gonzalez, 2016). Por tanto la dotación neta máxima es de 90 L/hab. –día, el cual ajustado de acuerdo a la tabla de correcciones de la dotación neta según el clima, el valor de este es de 99 L/hab. –día.

4.3.3.2 Dotación bruta³. La dotación bruta se calcula a partir de la siguiente ecuación.

$$D_{bruta} = \frac{d_{neta}}{1 - \%p}$$

De acuerdo a dicha ecuación y considerando la resolución 2320 de 2009, la cual dice que el porcentaje de pérdidas técnicas máximas admisibles para dicha ecuación no deberá superar el 25%, el resultado de este es de 132 L/hab. –día.

4.3.3.3 Caudal medio diario (Qmd). Es el caudal medio calculado para la población proyectada, teniendo en cuenta la dotación bruta asignada.

¹ De acuerdo a la resolución 2320 de 2009 las poblaciones con clima frío o templado son aquellas ubicadas a un altura superior de 1.000 m sobre el nivel del mar.

² De acuerdo a la resolución 2320 de 2009 las poblaciones con clima cálido son aquellas ubicadas a un altura inferior o igual a 1.000 m sobre el nivel del mar.

³ La dotación bruta es la cantidad máxima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante considerando para su cálculo el porcentaje de pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto.

$$Q_{md} = \frac{P \cdot d_{bruta}}{86.400}$$

Donde p es la población que equivale a 940 habitantes y dbruta a 132 L/hab. –día; por tanto el valor del Qmd es de 1.44 L/s.

4.3.3.4 Caudal máximo diario. Se calcula multiplicando el caudal medio diario por el coeficiente de consumo máximo diario k1, el cual equivale a 1.30 para el nivel de complejidad bajo.

$$QMD = Q_{md} * k1$$

Por tanto el valor de caudal máximo diario es de 1.87 L/s

4.3.4 Construcción de una canaleta tipo Parshall. “Las canaletas tipo Parshall en las plantas potabilizadoras se utilizan generalmente con una doble finalidad, la de medir el afluente y realizar una mezcla rápida” (UNAD, 2012); sin embargo, teniendo en cuenta la calidad del agua de la fuente de abastecimiento de la PTAP, esta no requiere la adición de ningún tipo de coagulante, por tal motivo la instalación de dicha canaleta será con el fin único de medir caudal a la entrada de la planta y poder realizar el proceso de cloración correctamente.

Estos canales consisten en una sección convergente con un nivel del suelo, una sección de garganta con un suelo de pendiente negativa, y secciones divergentes con un suelo de pendientes negativas (Bermeo et al., 2010, p. 8).

Para el cálculo del caudal que fluye sobre este, se utiliza la ecuación $Q=C*(H_a)^n$, donde Q representa el caudal de entrada, C y n son coeficientes y se definen según el ancho de la garganta y H_a es la profundidad medida en el punto de aforo en la sección convergente; por tanto podemos observar que C y n permanecen constantes requiriendo únicamente medir regularmente el valor de H_a para poder hallar el caudal.

El objetivo de construir un sistema de medición de caudal es conocer la cantidad de agua

que ingresa diariamente a la planta lo que facilitara y permitirá realizar un tratamiento adecuado en los diferentes procesos a realizar, como la aplicación del coagulante de ser necesario en épocas de invierno, y así mismo permitirá como conocer la cantidad de agua a tratar para establecer las dosificaciones de químicos como los coagulantes y desinfectantes a aplicar en el tratamiento.

Otros de los tratamientos a implementar sería el proceso de filtración el cual permitirá remover las partículas sólidas suspendidas y coloidales presentes en el agua que pasan a través de un medio poroso (OPS, 2014). Aunque la mayoría de los sólidos son removidos en el proceso de sedimentación cierta cantidad de sólidos no son retenidos por tanto requieren ser removidos para evitar problemas en la desinfección, generalmente el arena de filtración remueve lo conocido como turbiedad, compuestos de floculo, suelo, metales oxidados y microorganismos; los materiales de mayor uso para este proceso son la arena o arena y antracita los cuales adsorben las partículas sólidas (Romero, 1999).

Se sugiere que este proceso se realice por medio de dos filtros de tipo mixto que trabajan de manera independiente, compuesto por un material filtrante que lleva arena gruesa, grava y antracita, ubicado de forma ascendente. La función principal de estos filtros es la de pulir el agua, eliminando los pequeños floculos que no fueron retenidos en el proceso anterior, obteniendo así, una mayor transparencia en el agua.

Asi mismo es de suma importancia la Construcción de un tanque de contacto que permita la mezcla idónea del cloro con el agua, obedeciendo a que la fuente abastecedora presenta una gran cantidad de presencia de microorganismos los cuales serán controlados con el proceso de desinfección y adicional al tanque instalar un sistema de dosificación para lograr una efectividad en el proceso, lo cual repercutirá considerablemente los resultados del índice de riesgo (IRCA). Se sugiere la desinfección con cloro granular que es de bajo costo, fácil manipulación y

aplicación, este se aplica cuando el agua está clara en un tanque, del cual se debe conocer la cantidad de agua a tratar para disolver con agitación la cantidad de hipoclorito de calcio (cloro granulado) que sea necesario dosificar, de acuerdo con la siguiente fórmula:

Peso de cloro = Volumen de agua X Dosis de cloro / Concentración del cloro granulado X 100

Se hace necesario la implementación de la dotación básica así como la capacitación técnica de la operación de la planta para el personal a cargo, el cual es una debilidad en el municipio de González.

CAPITULO 5: Conclusiones

En el municipio de González con el pasar del tiempo se han presentado diversas dificultades en la calidad del agua a causa del mal manejo del personal encargado de la planta y la poca inversión en el mejoramiento de la misma, ya que no se le ha invertido económicamente a la planta. Los resultados de la evaluación de la fuente abastecedora nos permite llegar a la conclusión que la calidad del agua del municipio de González es irregular para el uso humano. La microcuenca ha estado afectada por la intervención antrópica, por lo que se debe poner en marcha acciones que permitan dar soluciones al proceso de deterioro de este ecosistema y así lograr mantener intactos los servicios eco sistémicos que este nos brinda, principalmente el de aprovisionamiento de agua.

En cuanto a la calidad de agua suministrada se observa que de acuerdo al IRCA este se encuentra en un alto nivel, lo cual nos indica que hay fallas ya que no se realiza un proceso de cloración y por tal manera afecta la presencia de microorganismos en el agua.

En otra instancia el IRABApp se encuentra en un alto rango, debido a las falencias presentadas en el proceso de potabilización del agua, así como el bajo índice de continuidad y cobertura del servicio

Por este motivo se deben realizar mejoras en cuanto a los aspectos anteriormente mencionados para así poder lograr prestar un mejor servicio. Por estas razones se requiere que se tomen acciones que lleven a la recuperación de la microcuenca Quebrada la cundina con el fin de evitar que las actividades del hombre continúen haciéndole daño a las pocas áreas de bosque que ayudan a regular el ciclo hidrológico acompañado claro esta de un plan de manejo ambiental de la misma, se deben también realizar un sistema de sedimentación, filtración y cloración para lograr brindar a la comunidad agua apta para el consumo humano.

CAPITULO 6: Recomendaciones

Teniendo en cuenta lo observado en el desarrollo del proyecto el sistema de acueducto en el municipio de González tiene una infraestructura irregular en la cual se debe efectuar reformas que permitan una mejor prestación del servicio, para ellos es importante la gestión por parte del ente territorial para adquirir los recursos económicos necesarios.

Por esta razón se deben asignar recursos económicos principalmente para la disposición de un sistema de medición de caudal el cual puede ser una canaleta tipo Parshall, que además de permitir medir el caudal y conocer la cantidad de agua a tratar, es una infraestructura adecuada para el suministro del coagulante en caso de ser necesario en épocas de lluvia.

Es necesario la implementación de un sistema de filtración con materiales filtrantes como arena y antracita, así como la desinfección del agua con cloro granular como una opción económica y de fácil manipulación, que permita controlar los microorganismos presentes en el agua y así suministrar a la comunidad agua apta para el consumo humano.

Se sugiere que la persona prestadora de municipio efectúe análisis constantes a lo largo de la red de distribución, pues como se evidencio en el cálculo del IRCA se ve afectado por la presencia de microorganismos. Para tal motivo es necesario que adquiera implementos básicos de laboratorio o en su defecto realizar una contratación con un laboratorio certificado. De igual forma es importante implementar un plan de mantenimiento a las pocas estructuras con las que cuenta la PTAP, desde la captación, los presedimentadores y los tanques de almacenamiento.

Finalmente, se recomienda realizar convenios con instituciones que puedan brindar capacitación al personal que opera la planta, para mejorar los procesos, así mismo se sugiere que se solicite apoyo con instituciones que les puedan brindar asesorías sobre la parte administrativa

de la planta para de una manera mas organizada financiera y técnicamente se puedan obtener buenos resultados con el suministro del agua potable en el Municipio.

Referencias

BALANCE HÍDRICO SUPERFICIAL DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS TUMBES Y

ZARUMILLA Ing. Héctor Vera Arévalo, Ing. Julia Acuña A., Ing. Jorge Yerren S.,
Dirección General de hidrología y Recursos Hídricos

CONGRESO DE COLOMBIA Decreto 0953 de 2013 Por el cual se reglamenta el artículo 111 de
la Ley 99 de 1993 modificado por el artículo 210 de la Ley 1450 de 2011. Editorial Litio.
P 23

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 Litio. 2000. P 23

CORPONARIÑO. Zonificación y Codificación de las cuencas Hidrográficas en el Departamento
de Nariño. Diciembre 2007. P 33

DOORENBOS J., PRUITT W. O. Estudio FAO Riego y Drenaje 24. Las necesidades de agua de
los cultivos. 1977.

DOMÍNGUEZ, Efraín Antonio. Relaciones demanda-oferta de agua y el índice de escasez de
agua como herramientas de evaluación del recurso hídrico colombiano. Universidad
Javeriana. Bogotá. DC. 2011. P 13

HENAO S. Jesús, 1995. Introducción al Manejo de Cuencas Hidrográficas. Universidad Santo

Tomas USTA, Centro de Enseñanza Desescolarizada, Bogotá. Pag.120-125.

IDEAM, Guía Técnico Científica para la Ordenación de Cuencas Hidrográficas. 2008

IDEAM. Coautor. Estudio nacional del agua. Balance hídrico y relaciones oferta demanda en Colombia. Segunda versión. Bogotá, 2008.

IDEAM. Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales. Análisis de la distribución general de los ecosistemas boscosos del país por cuencas hidrográficas. 2008. P 10

GUÍA COMUNITARIA PARA LA SALUD AMBIEN TAL. Protección de las cuencas hidrográficas. España. 2011. P 156

MARÍN R.R. Estadística sobre el recurso agua en Colombia, segunda edición. Edición arte y fotolito. Bogotá. 1992. P 23

OJEDA AWAD David Humberto. Hacia una política para el manejo de cuencas hidrográficas en Colombia. Asesor de la Asociación de autoridades Ambientales Regionales y Urbanas. Asocars. 2009

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. La nueva generación de programas y proyectos de gestión de cuencas hidrográficas. Roma. 2007. P 9

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. (22 de 10 de 2014). Organización de las naciones unidas. Recuperado el 21 de 09 de 2016, de Organización de las naciones unidas: <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE SALUD. (2002). Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano. Lima: OPS/CEPIS.

PÁEZ GARCÍA, Luis Eduardo. Historia de la Región de Ocaña. Jaguar Group Producciones. Bogotá, 2009. P 23

PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL 2013 -2015 “Compromiso Integral con González”.(2013-2015). Concejo Municipal, Departamento del Cesar, Municipio de González, Pág. 23-25

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

REPÚBLICA DE COLOMBIA. Decreto 1640 de 2012. Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones. Editorial Norma. 2013. P 11

REPUBLICA DE COLOMBIA, 1978. Decreto N°1541 de 1978, Aguas no Marítimas, Cap. IV

Art 41-68 y Cap. V.

UNIDAD ADMINISTRATIVA DEL SISTEMA DE PARQUES NACIONALES NATURALES.

Antecedentes del programa de Ordenamiento de Cuencas Hidrográficas. Bogotá. 2009

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA. Sabas Carlos & Paredes Diego, 2009.

Artículo “Estudio de Oferta y Demanda Hídrica en la Cuenca del Rio Barbas”. Scientia et Technica Año XV, N°42. ISSN 0122-1701.

UNESCO, Balance hídrico mundial y recursos hidráulicos de la tierra/estudios e informes sobre hidrología Madrid. 2008. P 25.

URIBE E., SALINAS J., POLANIA B. DIAGNÓSTICO DEL INDICADOR DE CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA POR LAS EMPRESAS PRESTADORAS DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO. (2009) superintendencia de servicios públicos domiciliarios delegada para acueducto, alcantarillado y aseo. Bogotá D.C. Pág.79

VAN WAMBEKE Jan. La Micro cuenca Hidrográfica como ámbito de planificación de los recursos naturales. Enfoque Socio – territorial. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. 2008

World Water Assesment Program. 2006. 2nd Edition of the UN World Water Development Report: water a shared responsibility. UNESCO. WWAP. UN WATER. France.

World Wide Fund for Nature [WWF], Zoological Society of London [ZSL] & Global Footprint

Network [GFN], 2010. Living planet report 2010: biodiversity, biocapacity and development. Gland