

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**  
**NÚCLEO BOLÍVAR**  
**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**  
**SUB-COMISIÓN DE TRABAJO DE GRADO**



**ANALISIS DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA  
POTABLE DEL SISTEMA DEL ACUEDUCTO BICENTENARIO,  
CIUDAD BOLÍVAR, MUNICIPIO HERES, ESTADO BOLÍVAR**

**TRABAJO FINAL DE GRADO  
PRESENTADO POR LOS  
BACHILLERES PEREZ D.,  
GERALDINE DEL V. Y  
RODRIGUEZ C., ALFONZO J. S.  
PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**CIUDAD BOLIVAR, DICIEMBRE 2019**



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO BOLÍVAR  
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**

**ACTA DE APROBACIÓN**

Este trabajo de grado, titulado: “ANÁLISIS DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL SISTEMA DEL ACUEDUCTO BICENTENARIO CIUDAD BOLIVAR, MUNICIPIO HERES, ESTADO BOLIVAR” presentado por las bachilleres: PEREZ D., GERALDINE DEL V.. Y RODRIGUEZ C., ALFONZO S.. ha sido aprobado de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombre y Apellido

Firmas

Profesor Rogelio Perez

(Asesor)

Profesora Josefina Jimenez

(Jurado)

Profesor Antonio Sequera

(Jurado)



Prof. Pedro Gámboa  
Jefe de Depto. de Ing. Civil

*[Handwritten signature]*  
*[Handwritten signature]*  
*[Handwritten signature]*

Prof. Francisco Monteverde  
Director de Esc. de Ciencias de la Tierra



Ciudad Bolívar, Enero del 2020

## **DEDICATORIA**

En Primer lugar Quiero dar las gracias a Dios por permitirme Redactar cada una de estas palabras.

Este Gran logro va dedicado a mi Padre Alfonzo Rodríguez y mi Madre Luz Marina Cayama, Los cuales siempre han sido el motor fundamental para seguir cosechando éxitos, siempre han estado al frente en cualquier circunstancia para motivarme apoyarme y enseñarme a elegir el mejor camino.

Mis Hermanas Adriana, Linda, Rosario, esto también va dedicado a ustedes que de una u otra forma han sido un ejemplo de perseverancia, resistencia, coraje, etc.

Para toda mi familia, Abuelas, Abuelos, Tios, Tias, Primos, Primas, en cualquier lugar donde se encuentren esto va de dicado a ustedes también.

Quiero dedicar este trabajo también a mis amistades más cercanas que fueron participe de cada uno de los momentos más significativos de esta experiencia. Geraldine, Milerkis, Jehonazareth, Rosa, Alfredo etc. Quisiera poder nombrarlos a todos pero son demasiados, Gracias amigos.

**Rodríguez C. Alfonzo**

## **DEDICATORIA**

Principalmente a Dios, por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, por darme fuerza para lograr y permanecer en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas

A ti madre Lisolett Dominguez te dedico este trabajo de titulación, porque te lo mereces, eres mi motor, y mi mayor inspiración, por ser mi mejor amiga, consejera y ejemplo a seguir, esta tesis y todo lo que logre hacer será gracias a su fortaleza, virtudes y valores inculcados en mí.

A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mi una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas

A mis amistades, por apoyarme cuando más los necesite, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, de verdad mil gracias.

A todas las personas que me han apoyado, que cada quien con su gótica de agua hoy en día se ha formado todo un océano, en especial a Rosana Mejía quien supo apoyarme en todo momento con paciencia e inmenso amor me ha sabido impulsar para que siga adelante, y buscar el sendero del camino deseado, por abrir sus puertas y compartir sus conocimientos.

A mi tutor Rogelio Pérez por recibarnos, estar dispuesto a atendernos, regalarnos su valioso tiempo y ayudarnos a la realización del presente trabajo de grado.

Pérez Geraldine.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por Darme la Sabiduría, Salud e Inteligencia para Afrontar cada una de mis metas.

Agradezco a la Universidad De Oriente por Brindarme la Oportunidad de formar parte de esta gran familia, de enseñarme que para lograr los objetivos solo hay que insistir, persistir y nunca rendirse.

Gracias a mis Padres por siempre apoyarme y motivarme en los momentos mas difíciles, siempre han sido y serán mi ejemplo a seguir para superarme cada día.

Gracias a mis hermanas que han sido fundamentales en cada uno de los momentos que más las he necesitado.

Le agradezco mucho a cada uno de los profesores que me enseñaron en especial al tutor Rogelio Pérez por su dedicación y compromiso en nuestro trabajo de grado, Gracias.

A todos mis amigos y amigas que han formado parte de esta maravillosa experiencia Universitaria les doy las gracias ya que sin ustedes el camino hubiera sido con mayores Dificultades.

**Rodríguez C. Alfonzo.**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por bendecirme la vida, por brindarme salud, fortaleza y capacidad, por guiarme, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mi madre por ser mi pilar fundamental, mi principal orgullo, admiración y promotora de sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me ha inculcado que con su esfuerzo y dedicación me ayudo a culminar mi carrera universitaria y quien me dio ese apoyo incondicional, para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible.

A mi familia primordialmente a Luisa Domínguez, Lisolette Perales, María De Bernay y Gregorio Bernay, quienes han sido un apoyo importante e irreemplazable para lograr los objetivos propuestos, ya que con su ejemplo y amor profundo, me encaminaron y siempre me dieron esperanzas y tuvieron fe en mí, que con su apoyo me permitieron permanecer con empeño, dedicación y cariño, y a todos quienes contribuyeron con un granito de arena para culminar con éxito.

A la Universidad de Oriente, por haberme brindado tantas oportunidades y enriquecerme en conocimiento, a los Profesores que me han visto crecer como persona, y gracias a sus conocimientos hoy puedo sentirme dichosa y contenta.

A todos mis amigos y futuros colegas, que me ayudaron de una manera desinteresada, gracias infinitas por toda su ayuda.

Finalmente de manera especial quiero darle el agradecimiento a mi tutor de tesis el Ing. Rogelio Pérez por haberme guiado, por ser mi principal colaborador, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y orientación permitió el desarrollo de este trabajo.

**Pérez Geraldine**

## **RESUMEN**

En este trabajo se analiza el proceso de tratamiento de agua potable del sistema de acueducto Bicentenario Ciudad Bolívar, Municipio Heres, Estado Bolívar debido a que tiene como objetivo suministrar el agua de forma potable, cumpliendo con un conjunto de condiciones físicas, químicas y bacteriológicas que la hagan apta para el consumo de la Población. Haciendo un buen estudio del proceso de tratamiento, se identificó cada uno de los elementos que intervienen en las distintas fases de potabilización, Notándose que es una planta bien diseñada, sin embargo no se encuentra trabajando a su máxima capacidad operacional, dando como resultado el desabastecimiento de un 50% de la Población. Se realizó un estudio de la Población que es capaz de abastecer para la fecha de planeación, inauguración, año 2019 y proyectado 30 años después de la fecha planeada, dando como resultado cubrir con la demanda de agua deseada para satisfacer a la población 3 décadas después de su fecha de planeación, sin embargo para el 2019 presenta falla en las bombas, dejando funcionales solo dos bombas que actualmente no cubre la capacidad requerida por la población. Los análisis Físicos-Químicos, Bacteriológicos del agua cruda y el agua tratada muestran la disminución de bacterias considerablemente y la presencia de Químicos que la hacen apta para el consumo, reafirmando el buen funcionamiento de cada una de las fases del proceso de Potabilización. Hemos considerado colocar en funcionamiento las 4 bombas dañadas para satisfacer la demanda de agua requerida por la población y ajustar las dosis de químicos exactamente necesarias.

## CONTENIDO

|                                                                                            | <b>Pagina</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>ACTA DE APROBACION .....</b>                                                            | ii            |
| <b>DEDICATORIA.....</b>                                                                    | iii           |
| <b>AGRADECIMIENTO.....</b>                                                                 | v             |
| <b>RESUMEN.....</b>                                                                        | vii           |
| <b>CONTENIDO .....</b>                                                                     | viii          |
| <b>LISTA DE FIGURAS.....</b>                                                               | xii           |
| <b>LISTA DE TABLAS.....</b>                                                                | xiii          |
| <b>LISTA DE ANEXOS .....</b>                                                               | xv            |
| <b>INTRODUCCIÓN.....</b>                                                                   | 1             |
| <b>CAPÍTULO I. SITUACION A INVESTIGAR.....</b>                                             | 3             |
| 1.1 Planteamiento del problema.....                                                        | 3             |
| 1.2 Objetivos de la investigación.....                                                     | 10            |
| 1.2.1 Objetivo general.....                                                                | 10            |
| 1.2.2 Objetivos específicos.....                                                           | 10            |
| 1.3 Justificación de la investigación.....                                                 | 11            |
| 1.4 Alcance de la investigación.....                                                       | 12            |
| <b>CAPÍTULO II. GENERALIDADES.....</b>                                                     | 13            |
| 2.1 Ubicación geográfica del área de estudio.....                                          | 12            |
| 2.2 Acceso al área de estudio .....                                                        | 14            |
| 2.3 Área servidas por el acueducto Bicentenario.....                                       | 15            |
| 2.4 Características Físicas.....                                                           | 15            |
| 2.4.1. Geomorfología.....                                                                  | 15            |
| 2.4.2. Clima.....                                                                          | 15            |
| 2.4.3. Geografía del Rio Orinoco.....                                                      | 15            |
| 2.4.4. Hidrografía.....                                                                    | 16            |
| 2.4.5. Ríos principales.....                                                               | 17            |
| 2.4.6 Demografía.....                                                                      | 18            |
| <b>CAPITULO III. MARCO TEORICO.....</b>                                                    | 20            |
| 3.1 Antecedentes de la investigación.....                                                  | 20            |
| 3.2 Bases teóricas.....                                                                    | 23            |
| 3.2.1 El agua.....                                                                         | 23            |
| 3.2.2 Agua potable.....                                                                    | 23            |
| 3.2.3. Generalidades del agua.....                                                         | 23            |
| 3.2.4. Calidad del agua .....                                                              | 24            |
| 3.2.5 Características fisicoquímicas y biológicas que definen la calidad<br>del agua ..... | 25            |
| 3.2.5.1 Características físicas.....                                                       | 25            |
| 3.2.5.2 Características químicas.....                                                      | 26            |
| 3.2.5.3 Características biológicas.....                                                    | 27            |

|                                                                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2.6 Agua potable y tratamientos convencionales de potabilización.....                                                                                       | 29 |
| 3.2.7. Fuente de abastecimiento de agua.....                                                                                                                  | 30 |
| 3.2.8. Fuentes de aguas superficial.....                                                                                                                      | 30 |
| 3.2.9. Fuentes de aguas subterráneas.....                                                                                                                     | 31 |
| 3.2.10. Agua apta para el consumo humano.....                                                                                                                 | 31 |
| 3.2.11. Componentes del sistema de abastecimiento de agua potable.....                                                                                        | 32 |
| 3.2.12. Obras de Distribución .....                                                                                                                           | 35 |
| 3.2.13 Red de distribución.....                                                                                                                               | 36 |
| 3.3 Bases Legales.....                                                                                                                                        | 36 |
| 3.3.1 Gaceta oficial extraordinaria: 5.021 del 18/12/95.....                                                                                                  | 36 |
| 3.3.2 Ministerio de sanidad y asistencia social numero S.G 018-98.....                                                                                        | 47 |
| 3.3.2.1 Normas sanitarias de calidad del agua potable.....                                                                                                    | 48 |
| 3.3.3 Normas que establecen los criterios básicos de diseño para el desarrollo de proyectos de plantas de tratamiento de agua para consumo humano.....        | 56 |
| 3.3.4 General El Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales adoptó la Observación nº 15 En noviembre de 2002 .....                                  | 60 |
| 3.3.5 GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA Nº 5568 Ext. DEL 31-12-2001 LA ASAMBLEA NACIONAL DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA ..... | 61 |
| 3.3.5.1. Determinación del grado de tratamiento.....                                                                                                          | 62 |
| 3.3.5.2 Principios que rigen los servicios.....                                                                                                               | 63 |
| 3.3.5.3 Objetivos específicos de la ley.....                                                                                                                  | 64 |
| 3.3.5.4 Definición de los servicios.....                                                                                                                      | 65 |
| 3.3.5.5 Deber de informarle el nivel de calidad.....                                                                                                          | 65 |
| 3.3.5.6 Medición del consumo.....                                                                                                                             | 65 |
| 3.3.5.7 Sanciones.....                                                                                                                                        | 66 |
| 3.3.5.8 Intervención de los prestadores de servicio.....                                                                                                      | 67 |
| 3.3.5.9 Apertura de procedimientos sancionatorios.....                                                                                                        | 69 |
| 3.3.5.10 Infracciones de los suscriptores.....                                                                                                                | 69 |
| 3.3.5.11 De las tomas Ilegales.....                                                                                                                           | 70 |
| 3.3.5.12 Destino de las multas.....                                                                                                                           | 71 |
| 3.4 Definición de términos básicos.....                                                                                                                       | 72 |
| 3.4.1 Poluentes.....                                                                                                                                          | 72 |
| 3.4.2 Coliformes.....                                                                                                                                         | 72 |
| 3.4.3 Pecuario.....                                                                                                                                           | 72 |
| 3.4.4 Balnearios.....                                                                                                                                         | 72 |
| 3.4.5 Biocidas.....                                                                                                                                           | 72 |
| 3.4.6 Adscrito.....                                                                                                                                           | 72 |
| 3.4.7 Efluente.....                                                                                                                                           | 72 |
| 3.4.8 Organolépticos.....                                                                                                                                     | 73 |

|                                                                                                                                             |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.4.9 Heterótrofos.....                                                                                                                     | 73         |
| <b>CAPÍTULO IV. METODOLOGIA DE TRABAJO .....</b>                                                                                            | <b>74</b>  |
| 4.1 Tipo de investigación.....                                                                                                              | 74         |
| 4.2 Diseño de investigación.....                                                                                                            | 74         |
| 4.3 Población.....                                                                                                                          | 75         |
| 4.4 Muestra.....                                                                                                                            | 76         |
| 4.5 Técnicas o instrumentos de recolección de datos.....                                                                                    | 76         |
| 4.5.1 Observación Directa.....                                                                                                              | 76         |
| 4.5.2 Toma de muestra .....                                                                                                                 | 77         |
| 4.5.3 Revisión Documental.....                                                                                                              | 77         |
| 4.5.4 Análisis de datos.....                                                                                                                | 78         |
| 4.6 Instrumentos. ....                                                                                                                      | 78         |
| 4.7 Pasos a seguir para alcanzar los objetivos Específicos.....                                                                             | 79         |
| 4.7.1 Identificar los elementos que intervienen en el proceso del agua<br>potable .....                                                     | 79         |
| 4.7.2 Describir el proceso del sistema de captación y tratamiento del agua<br>potable.....                                                  | 79         |
| 4.7.3 Examinar las características físico-químicas y/o bacteriológicas del<br>agua pura y el agua tratada.....                              | 80         |
| 4.7.4 Calcular el nivel de población que es capaz de abastecer el sistema<br>bicentenario.....                                              | 80         |
| <b>CAPITULO V. ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS .....</b>                                                                        | <b>82</b>  |
| 5.1 Identificar los elementos que intervienen en el proceso del agua potable<br>de la planta de tratamiento del sistema “Bicentenario”..... | 82         |
| 5.2 Describir el proceso del sistema de captación y tratamiento del agua<br>potable.....                                                    | 88         |
| 5.3 Examinar las características físico-químicas y/o bacteriológicas del agua<br>pura y el agua tratada.....                                | 93         |
| 5.3.1 Caracterización bacteriológica del agua.....                                                                                          | 96         |
| 5.4 Calcular el nivel de población que es capaz de abastecer el Sistema<br>Bicentenario.....                                                | 100        |
| 5.4.1 Población Abastecida. ....                                                                                                            | 100        |
| 5.4.2. Calculo de la Población Abastecida estimada para diferentes<br>años. ....                                                            | 101        |
| 5.4.3 Caudales estimados Requeridos. ....                                                                                                   | 101        |
| 5.4.4. Calculo de la población abastecida con dos bombas operativas<br>para 2019. ....                                                      | 101        |
| 5.4.1 Hundimiento de la Balsa Toma vieja del acueducto Bicentenario<br>y angostura .....                                                    | 108        |
| <b>CONCLUSIONES.....</b>                                                                                                                    | <b>110</b> |
| <b>RECOMENDACIONES.....</b>                                                                                                                 | <b>112</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>                                                                                                                          | <b>113</b> |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                          | <b>pagina</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 2.1 Ubicación geográfica de la planta de tratamiento de agua acueducto Bicentenario, Ciudad Bolívar, Estado Bolívar..... | 13            |
| 2.2. Ubicación planta de tratamiento de agua acueducto Bicentenario, Ciudad Bolívar, Estado Bolívar.....                 | 14            |
| 2.3 Mapa físico del relieve hidrográfico de Venezuela.....                                                               | 18            |
| 3.1 Componentes de un Sistema de Abastecimiento.....                                                                     | 35            |
| 5.1 Dimensiones que posee de la piscina de mezcla rápida .....                                                           | 83            |
| 5.2 Dimensiones que posee de la piscina de mezcla lenta .....                                                            | 83            |
| 5.3 Dimensiones que posee de la piscina de sedimentadores .....                                                          | 84            |
| 5.1. Croquis con las dimensiones y distribución de las piscinas que intervienen en el proceso del agua potable.....      | 86            |
| 5.2. Croquis vista de planta con la distribución de los elementos que intervienen en el proceso del agua potable.....    | 87            |
| 5.3. Sistema del proceso de captación y tratamiento del agua .....                                                       | 88            |
| 5.4. Mapa topográfico y de Distribución del área abastecida por la planta de tratamiento Bicentenario.....               | 100           |

## LISTA DE TABLAS

|                                                                                                                                                                                                                                            | <b>pagina.</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 3.1 Parámetros y límites de las aguas del sub-tipo 1 <sup>a</sup> .....                                                                                                                                                                    | 38             |
| 3.2 Parámetros y límites de las aguas del sub-tipo 1B .....                                                                                                                                                                                | 39             |
| 3.3 Elementos o compuestos y límites de las aguas de los sub-tipo 1A y 1B ..                                                                                                                                                               | 39             |
| 3.4 Cantidad de Biocidas que pueden contener las aguas de los sub-tipo 1A y 1B .....                                                                                                                                                       | 41             |
| 3.5 Parámetros y límites de las aguas del Sub-Tipo 2 <sup>a</sup> .....                                                                                                                                                                    | 41             |
| 3.6 Elementos o compuestos y límites de las aguas del Sub-Tipo 2B.....                                                                                                                                                                     | 42             |
| 3.7 Parámetros y límites de las aguas Tipo 3 .....                                                                                                                                                                                         | 43             |
| 3.8 Cantidad de Biocidas que pueden contener las aguas Tipo 3 .....                                                                                                                                                                        | 43             |
| 3.9 Parámetros y límites de las aguas del Sub-Tipo 4 <sup>a</sup> .....                                                                                                                                                                    | 44             |
| 3.10 Parámetros y límites de las aguas del Sub-Tipo 4B .....                                                                                                                                                                               | 45             |
| 3.11 Parámetros y límites de las aguas del Sub-Tipo 4 .....                                                                                                                                                                                | 45             |
| 3.12 Cantidad de Biocidas que pueden contener las aguas Tipo 4 .....                                                                                                                                                                       | 46             |
| 3.13 Parámetros y límites de las aguas del Tipo 5 .....                                                                                                                                                                                    | 46             |
| 3.14 Parámetros y límites de las aguas del Tipo 6 .....                                                                                                                                                                                    | 47             |
| 3.15 Parámetros y límites de las aguas del Tipo 7 .....                                                                                                                                                                                    | 47             |
| 3.16 Componentes relativos a la calidad organolépticos del agua potable .....                                                                                                                                                              | 50             |
| 3.17 Valores límites recomendables para el contenido de fluoruro .....                                                                                                                                                                     | 52             |
| 3.18 Componentes Orgánicos.....                                                                                                                                                                                                            | 53             |
| 3.19 Frecuencia mínima de muestreo para análisis de parámetros bacteriológicos en el sistema de distribución del agua potable .....                                                                                                        | 54             |
| 3.20 Frecuencia mínima de muestreo para análisis de parámetros bacteriológicos en el sistema de distribución del agua potable Frecuencia mínima para el análisis de los parámetros relacionados, físicas y químicas del agua potable. .... | 55             |
| 5.1.Características físico químicas del agua. ....                                                                                                                                                                                         | 97             |
| 5.2Características bacteriológicas del agua .....                                                                                                                                                                                          | 97             |
| 5.3. Área y censo poblacional 2011 .....                                                                                                                                                                                                   | 102            |
| 5.4. Población Abastecida estimada y Dotación requerida para 2011.....                                                                                                                                                                     | 104            |
| 5.5.Población Abastecida estimada y Dotación requerida para 2016 .....                                                                                                                                                                     | 105            |
| 5.6.Población Abastecida estimada y Dotación requerida para 2019 .....                                                                                                                                                                     | 106            |
| 5.7.Población Abastecida estimada y Dotación requerida para 2041 .....                                                                                                                                                                     | 107            |
| 5.8. Cuadro Comparativo Población abastecida estimada y Dotaciones Requeridas a Futuro. ....                                                                                                                                               | 108            |

## LISTA DE ANEXOS

|                                                                                                  | <b>pagina</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Fotografías .....                                                                                | 113           |
| Resultados fisicos de los exámenes del analisis microbiologico del agua<br>cruda y tratada. .... | 115           |
| Resultados de los exámenes del analisis microbiologico del agua tratada<br>(potable). ....       | 116           |

## INTRODUCCIÓN

La alteración de la calidad natural de las aguas es posible y muy frecuente, y la misma puede variar a través del tiempo, debido a procesos hidrológicos y patrones de uso, el agua de no sólo es utilizada con fines domésticos. El proceso de conversión de agua común en agua potable se le denomina potabilización. Los procesos de potabilización son muy variados; por ejemplo una simple desinfección, para eliminar los patógenos, que se hace generalmente mediante la adición de cloro, la irradiación de rayos ultravioletas, la aplicación de ozono, etc.

Por ello se estudiara el nuevo Acueducto Bicentenario, considerado el más moderno en su tipo en todo el país el cual el 20 de diciembre, fue puesto en servicio en Ciudad Bolívar, estado Bolívar destacando la calidad de los equipos de potabilización y distribución de esta infraestructura, que se ubica en adyacencias de la avenida España, en la parroquia La Sabanita. Este surte las redes de las parroquias La Sabanita, Agua Salada y José Antonio Páez, que por ubicarse en zonas altas sufrieron durante décadas problemas de presión por la imposibilidad técnica de bombear suficiente líquido desde los acueductos Tocomá y Angostura, que abastecen a la ciudad desde el embalse de Guri y el río Orinoco.

Teniendo como principal interés el proceso utilizado para el tratamiento del agua de modo que sea el adecuado para garantizarnos un agua libre de contaminantes como patógenos y microorganismos causante de enfermedades, hasta los límites establecidos en las normas nacionales de calidad de agua vigentes en el país, mediante comparaciones de parámetros, leyes, análisis, tomas de muestras que nos arrojen resultados sobre el estado físico, químico y bacteriológico del agua.

El Capitulo I. Situación a investigar: conformado por el planteamiento del problema, objetivo general, objetivos específicos, justificación y alcance de la investigación.

El capítulo II. Generalidades: trata sobre la ubicación y generalidades del área de estudio.

El capítulo III. Marco Teórico: se muestran los antecedentes de la investigación, la información teórica que la sustenta y definición de términos básicos.

El capítulo IV. Metodología de trabajo: se trata de la metodología donde se describe el tipo de investigación, su diseño, población, muestra de la investigación y las técnicas e instrumentos para la recolección de información para el desarrollo del trabajo

El capítulo V. Análisis e interpretación de los resultados: se representan los análisis y resultados relevantes de cada objetivo planteado en la investigación.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones que resultan del presente estudio.

# **CAPÍTULO I**

## **SITUACIÓN A INVESTIGAR**

### **1.1 Planteamiento del problema**

En el transcurso del tiempo el agua forma parte del elemento más indispensable para la vida, siendo considerada una de las bases más importantes para la protección de la salud. La calidad de vida del hombre depende de la satisfacción de sus necesidades y una de ellas la realiza a través del consumo de agua potable. Esta es útil en la aplicación de todas las actividades cotidianas de los seres vivos, es por ello que resulta irremplazable (Pérez y Espigares, 1985).

Debido a que las mayores exigencias en lo referente a la calidad del agua se centran en su aplicación para el consumo humano y animal estos se organizan con frecuencia en tratamientos de potabilización y tratamientos de depuración de aguas residuales, aunque ambos comparten muchas operaciones. El agua para el consumo humano no es químicamente pura, por ello debe ser tratada, cumpliendo las debidas condiciones sanitarias las cuales se realizan mediante los servicios de abastecimiento, en ellos se procesa y adecua para el sano consumo. Esencialmente se utiliza para reponer pérdidas originadas por las actividades biológicas permitiendo a todos los seres vivos recibir a través de ella, el aporte de las diversas sustancias minerales necesarias para el metabolismo (Patrick et al., 1999).

El agua para el consumo humano es aquella que puede ser ingerida y utilizada para todo uso doméstico, incluyendo la higiene personal, sin presentar ningún riesgo que pueda perjudicar a la salud humana (OPS, 1988). Debe cumplir con los requisitos microbiológicos, organolépticos, físicos, químicos y radiactivos que establecen las

normas sanitarias de calidad del agua potable, para considerarla apta para el consumo humano (COVENIN. 2002).

En un sistema de abastecimiento de agua las plantas de tratamiento tienen como objetivo suministrarla de forma potable, cumpliendo con un conjunto de condiciones físicas, químicas y bacteriológicas que la hagan apta para el consumo de la humanidad. Según sea el grado de estas características el agua necesitará un tratamiento desde el punto de vista sanitario; el tratamiento completo involucra una serie de procesos; entre los cuales se encuentran: separación de sólidos grandes, floculación, sedimentación simple, estabilización, desinfección, filtración (MARR, 1980; OPS 1988).

Al hablar de la contaminación del agua se puede señalar al hombre como un contaminante en potencia. Las pequeñas contaminaciones de origen natural que se suelen producir son controlables, ya que la naturaleza activa sus propios mecanismos para generar soluciones; la participación del ser humano altera los ciclos naturales, mediante el uso inapropiado del medio y sus recursos (Jawetz et al., 1992).

Entre los factores que han originado la actual crisis mundial se pueden destacar la industrialización, el urbanismo, estilos de vida con alto consumo de agua como también los cultivos agrícolas. Además de la falta de conciencia de muchos seres humanos que le dan uso a este indispensable recurso de manera inadecuada (Moleiro, 2003).

Diversos estudios confirman, que mejorando la calidad de agua para el consumo humano se han reducido los índices de mortalidad y morbilidad por enfermedades infecciosas intestinales. Sin embargo, son cifras que pudieran corregir si la población en general tuviera acceso a sistemas eficaces de saneamiento (Alvarado, 2000).

Es importante señalar que la transmisión de enfermedades utilizando el agua como vehículo puede ocurrir por medio de cuatro vías. La primera es la ingesta de microorganismos patógenos o de sustancias químicas tóxicas. La segunda se da por contacto con el agua contaminada en caso de higiene personal, natación, entre otras. La tercera es la relacionada con la ausencia o escasez del agua para la higiene personal, lo cual favorece la transmisión oral-fecal (ano-mano-boca) y colabora en la exacerbación de enfermedades de la piel, ojos y oídos; y la última es la transmisión de enfermedades por vectores acuáticos en caso de dengue, malaria, entre otras (Valiente y Mora, 2002).

Otra fuente de contaminación del agua puede ser a través de su distribución o en los depósitos comúnmente empleados para almacenarlas, puesto que se ha comprobado que la contaminación de los tanques destinados para la distribución del agua potable a las comunidades es un factor importante en la transmisión de enfermedades diarreicas; dicha contaminación se puede producir cuando no están bien cerrados, mal lavados o cuando las manos contaminadas entran en contacto con el agua allí contenida (Silva et al., 2004).

Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), un alto porcentaje de personas en el mundo consumen agua contaminada y cada año millones mueren a causa de enfermedades diarreicas. El 90% ocurre en los niños principalmente en países en vías de desarrollo. Pudiendo reducir la aparición de diarreas a 26% cuando se implementan medidas básicas de higiene y descontaminación por luz solar entre otras y cambios de comportamiento en la población (Valiente y Mora, 2002).

En un estudio realizado por la Organización Panamericana de la Salud en 1984, se determinó que aproximadamente 75% de los sistemas de aguas locales y municipales en América latina y el Caribe estaban mal desinfectados o carecían de sistemas de desinfección. El monitoreo de la calidad del agua potable, vinculado a la

vigilancia epidemiológica, pone al alcance de las autoridades sanitarias información sistemática y rápida sobre la causa de cualquier brote o epidemia de enfermedad diarreica, permitiéndoles establecer prioridades y saber qué medidas tomar en cada caso (Aguiar et al., 2000).

Actualmente en miras de disminuir la mortalidad por síndromes diarreicos, el interés se ha centrado en la calidad del agua. Es tal la gravedad de las posibles consecuencias de la contaminación microbiana que su control y vigilancia deberá ser siempre de primordial importancia. Muchos países se han visto motivados a ejecutar programas especiales de vigilancia y control de la calidad como parte de las intervenciones de salud ambiental y así prevenir las enfermedades de origen hídrico (Vargas-García, 1995).

La Organización Mundial de la Salud elabora normas internacionales relativas a la calidad del agua y la salud de las personas en forma de guías, sobre las bases de los reglamentos y normas de países de todo el mundo, bien sea países en desarrollo o desarrollados. Las guías para la calidad del agua potable de la OMS son referencias internacionales para formular normativas que aseguren la calidad del agua potable. Éstas se basan en publicaciones que explican cómo se establecen los criterios de calidad y sirven de orientación para implementar actividades relacionadas con el agua segura (OMS, 2000). Este organismo también reconoce valores de referencia muy rigurosos, por lo que no pueden aplicarse de forma universal, ya que esto puede limitar gravemente la disponibilidad de agua, y ha elaborado una gama de valores de referencia para más de 60 parámetros. Se sabe que, por ejemplo, la mayoría de los pozos rurales de todo el mundo tendrán dificultades para cumplir con los valores de referencias sugeridos, por tanto, se deben flexibilizar los valores para ellos. En éste caso es difícil controlar los parámetros, por lo que la selección y las prioridades deben realizarse sobre la base del análisis y la posibilidad de los riesgos. La mayoría de las

naciones tiene sus propias directrices o valores de referencia, que no difieren de un sitio a otro (OMS, 1984).

En Venezuela, el Ministerio del Poder Popular para la Salud, en las Normas de Calidad para agua Potable señala que la misma no debe contener organismos mesófilos aerobios en densidad mayor a 100 UFC/ml (unidades Formadoras de colonias por mililitro), ninguna muestra de 100 ml deberá indicar la presencia de organismos coliformes termo resistentes o coliformes fecales, el 95% de las muestras de 100 ml analizadas en la red de distribución no deberá indicar la presencia de organismos coliformes totales durante cualquier período de 12 meses consecutivos y en ningún caso deberá detectarse organismos coliformes totales en dos muestras consecutivas de 100 ml, provenientes del mismo sitio (MSDS,1998).

El objetivo principal del examen bacteriológico del agua es proporcionar toda la información relacionada con su potabilidad. Es decir, evitar el peligro de ingerir organismos que pueden producir enfermedades. El procedimiento lógico y natural sería la detección, en el agua que se examina, de microbios patógenos específicos. Sin embargo, existe la dificultad de aislamiento directo de bacterias que producen enfermedades, por lo que se han ideado procedimientos indirectos que permiten obtener la información necesaria sobre la probable presencia de estos microorganismos patógenos (OPS, 1988).

Para ayudar a mantener una excelente calidad de vida de los seres vivos es importante que la calidad y la cantidad de agua sea apta para el consumo humano, así como los sistemas de control, distribución y almacenamiento; sean altamente higiénicos, para así evitar o reducir la propagación de enfermedades infecciosas en los seres vivos. Evidentemente los avances científicos y tecnológicos han acarreado muchos beneficios, pero sin duda, han dañado el entorno (Silva et al., 2004).

El agua puede convertirse en un canal trasmisor de muchas enfermedades como la hepatitis A, polio y parasitosis por protozoarios y helmintos, fiebre tifoidea, cólera y gastroenteritis, donde pueden actuar de forma directa; algunas con alto impacto en los índices estadísticos (Valiente y Mora, 2002).

Actualmente, existen más de 20 enfermedades en la que ésta actúa como vehículo, algunas de ellas con alto impacto en términos de morbilidad y mortalidad. Entre los microorganismos bacterianos que pueden transportarse en el agua destacan, los coliformes un conjunto de bacterias que se encuentran en las plantas, los animales, el suelo e incluso en los humanos; están formados por bacterias aeróbicas o anaeróbicas facultativas, Gram-negativas, no formadoras de esporas y con forma de bastón que fermentan la lactosa. (Sánchez-Pérez et al., 2000).

La presencia de estas bacterias en el agua constituye un indicio que puede estar contaminada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Se pueden hacer pruebas específicas para coliformes fecales o total de bacterias coliformes que pueden indicar infección. Estas bacterias se suelen encontrar en la capa superior del agua o en los sedimentos (COVENIN.2002).

En tal sentido, el agua proporcionada por los servicios públicos debe cumplir con ciertos parámetros de calidad que pueden ser apreciados utilizando los sentidos; como el gusto o la vista; para fines domésticos e industriales debe ser agradable al gusto, clara, temperatura razonable y no corrosiva, tomando en cuenta su aspecto será posible controlar sólo la presencia de organismos que puedan producir enfermedades. Sin embargo, estas características no certifican la calidad óptima del agua (OPS, 1988).

Aunque el agua reúna las condiciones de potabilidad, una vez ingresada al mecanismo de distribución o almacenamiento, puede deteriorarse antes de llegar al

consumidor ya sea por contaminación del sistema de distribución o por manejo intra domiciliario deficiente, el cual se agrava por el almacenamiento de cisternas, u otros depósitos. (Flores et al., 1995).

Desde otro punto de vista, conocer cuáles son las características físico-químicas y microbiológicas de las aguas, ayudará a determinar si las mismas deben someterse a algún tipo de tratamiento con el fin de adecuarlas para un uso propuesto. El presente trabajo tiene como objetivo presentar las características microbiológicas y físico-químicas del agua, así como describir los procesos realizados en la planta de tratamiento del sistema del acueducto Bicentenario para la potabilización del agua. (Barcelona et al. 1989).

En Ciudad Bolívar la calidad del agua potable ha sido un factor de controversia con el paso del tiempo el misma ha decaído, factor que a simple vista se puede apreciar, por lo que es de interés investigar cuales son los motivos por los cuales el servicio de agua es de tan baja calidad, tomando como punto de investigación la planta de tratamiento Bicentenario ubicada en adyacencias de la avenida España, en la parroquia La Sabanita, con sistema de aducción y balsa-toma que le trae agua cruda desde el río Orinoco a 5,5 kilómetros de distancia, quien teóricamente es responsable de surtir las redes de las parroquias La Sabanita, Agua Salada y José Antonio Páez, que por ubicarse en zonas altas sufrieron durante décadas problemas de presión por la imposibilidad técnica de bombear suficiente líquido desde los acueductos Tocomita y Angostura, que abastecen a la ciudad desde el embalse de Guri y el río Orinoco, siempre tomando en cuenta que el agua potable debe tener un sabor débil, agradable y ser incoloras. El agua de origen subterráneo no sólo es utilizada con fines domésticos; también suele ser destinada para riego agrícola; por lo tanto, es de gran importancia caracterizarla al igual que el tipo de terreno donde se encuentran y como son tratadas.

En función a lo planteado anteriormente es necesario realizar un análisis del proceso de tratamiento de agua potable del sistema del Acueducto Bicentenario, ya que como bien se mostró anteriormente es de gran importancia conocer por qué un suministro de tal importancia con el paso de tiempo ha perdido calidad por lo que da origen las siguientes interrogantes, ¿qué elementos se utilizan para el procesamiento de tratamiento del agua? para verificar si los equipos son los adecuados ¿Describir cuál es el proceso del sistema de captación y tratamiento del agua potable? ¿cuáles son las características físico, químicas y/o bacteriológicas del agua antes y luego de ser tratadas? sin dejar atrás la duda del por qué existe tanta escasez de agua, ¿cuál es realmente el nivel de población que es capaz de abastecer el sistema de acueducto bicentenario?.

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

Analizar el proceso de tratamiento de agua potable del sistema del acueducto Bicentenario, Ciudad Bolívar, Municipio Heres, Estado Bolívar.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

1. Identificar los elementos que intervienen en el proceso del tratamiento del agua potable
2. Describir el proceso del sistema de captación y tratamiento del agua potable de la planta de tratamiento del sistema “Bicentenario”.
3. Examinar las características físico-químicas y/o bacteriológicas del agua cruda y tratada del sistema de acueducto “Bicentenario”.

4. Calcular la población que es capaz de abastecer el sistema “Bicentenario”.

### **1.3 Justificación de la investigación**

Siempre ha sido de vital preocupación para el humano el uso y consumo del agua más pura y limpia posible, la creación de las plantas de tratamiento que consiste en un sistema integrado que incluye todos los procesos (físico-químico y/o bacteriológico) para tratar el agua cuyo objetivo es la eliminación o reducción de la contaminación o las características no deseables de las aguas, para la obtención de agua potable de manera que se vuelva apta para el consumo humano.. En la actualidad debido a la sobrepoblación también la capacidad de abastecimiento es una de las preocupaciones

El tratamiento de las aguas potables, debe responder a unos fines comunes, y es preocupante el grado de contaminación que tienen las aguas antes de un proceso de tratamiento de potabilización, por tanto si la planta no cuenta con un proceso adecuado se convierte en una fuente creadora y distribuidora de enfermedades tomando en cuenta la fuente abastecedora de donde se obtiene el agua cruda que se va a tratar en el caso de la planta bicentenario la balsa-toma trae agua cruda desde el río Orinoco a 5,5 kilómetros de distancia la cual ha originado el arrastre de materiales químicos y biológicos a estas aguas generando enfermedades transmitidas por microorganismos (bacterias, virus, huevos de vermes o protozoarios), es necesario el empleo de técnicas diversas que incluyen procesos elementales de depuración: físicos, químicos, a veces térmicos, e incluso biológicos y realizar controles en los tratamientos de potabilización y en cada una de las etapas que lo conforman.

La finalidad de esta investigación es verificar si a través del análisis del proceso de tratamiento de agua potable que realiza esta planta obtenemos unas aguas

con las características adecuadas al uso que se les vaya a dar, si lleva un control riguroso para que el servicio de agua mantenga la calidad que establecen las normas sanitarias a nivel nacional y también la Organización Mundial de la Salud, si cumple con todos los parámetros exigidos.

Certificando la calidad bacteriológica del agua, siendo esto el aspecto más importante ya que este proceso garantizará que no haya microorganismos presentes en el líquido. Lo que evitaría principalmente las abundantes enfermedades generadas por el consumo de agua contaminada debido al mal tratamiento del agua a la hora de potabilizarla.

#### **1.4 Alcance de la investigación**

El trabajo de investigación a desarrollar está enfocado en el análisis del proceso de tratamiento de agua potable del sistema del acueducto Bicentenario, Ciudad Bolívar, Municipio Heres, Estado Bolívar, con la intención de identificar los elementos que intervienen en el proceso del tratamiento y a su misma vez describir el sistema de captación, con el fin de dar a conocer el proceso al que está sometido el agua potable que abastece dicha planta.

## CAPÍTULO II

### GENERALIDADES

#### 2.1 Ubicación Geográfica del área de estudio

##### 2.1.1 Ubicación de la planta de tratamiento Bicentenario (Coordenadas) Ciudad Bolívar, Estado Bolívar (8.097793, -63.561210)



Figura 2.1 Ubicación geográfica de la planta de tratamiento de agua del acueducto Bicentenario, Ciudad Bolívar, Estado Bolívar. (google maps, 2019)

### 2.1.2 Ubicación de la planta de tratamiento de agua acueducto Bicentenario



Figura 2.2 Vista de planta del acueducto Bicentenario, Ciudad Bolívar, Estado Bolívar. (alcaldíadeheres.gob.ve, 2016)

### 2.2 Acceso al área de estudio

Desde el sur (Sabanita parte alta), a través de la Avenida España, para luego cruzar a la izquierda en dirección a la calle Chacaito

Desde el Norte (centro) a través de la Avenida España, para luego cruzar a la derecha en dirección a la calle Chacaito

Desde el oeste por el puente de Las Campiñas, Avenida Nueva Granada, continuando, girar a la izquierda con dirección a la Avenida Españ

### **2.3 Áreas servidas por el acueducto Bicentenario**

Próceres, Perú, 4 De febrero, Ribera del Orinoco, Mi Campito, Brisas del Este, Brisas del Orinoco, Brisas del Sur, Pueblo Viejo, La Sabanita, José Antonio Páez.

## **2.4 Características físicas**

### **2.4.1 Geomorfología**

El basamento geológico del estado Bolívar lo constituye el Escudo Guayanés, presenta relieves variados y complejos, con predominio de Llanuras, alternado con elevaciones denominadas tepuyes y con otras formas geológicas. Así pues, Ciudad Bolívar presenta una gran estabilidad tectónica, porque está ubicada sobre las rocas ígneas del escudo, que corresponden al Precámbrico, las formaciones geológicas más antiguas y estables de nuestro planeta.

### **2.4.2 Clima**

La temperatura promedio varía entre 26° y 30°C, influida por el relieve y la vegetación. Los vientos predominantes son los alisios del noreste durante el periodo de Lluvia y en época de sequía los alisios del sureste, la pluviosidad es alta y variable, y son mayores en razón de las altas temperaturas que provocan una fuerte evaporación.

### **2.4.3 Geografía del río Orinoco**

El río Orinoco nace en el cerro Delgado Chalbaud, en la serranía Parima, ubicado al sur del estado Amazonas, en Venezuela. La cuenca del Orinoco es muy extensa, con casi un millón de km<sup>2</sup>, 1.250.000 km<sup>2</sup> para ser más exactos, de los que 943.480 km<sup>2</sup>, es decir, algo más del 70%, quedan en territorio venezolano, mientras que el 30% restante queda en territorio colombiano. Su curso dibuja un gran arco, primero hacia el noroeste, luego hacia el oeste, hasta la triple confluencia con el Guaviare y el Atabapo, y luego hacia el norte a lo largo de la frontera venezolana con Colombia, hasta la confluencia con el Meta. A partir de la confluencia con el Apure, toma la dirección este-noreste hacia el océano Atlántico, recorriendo un total de 2.140 km (el Orinoco-Guaviare tendría más de 2.800 km de longitud). La desembocadura forma un inmenso delta ramificado en cientos de ramales, denominados caños, que cubren 41.000 km<sup>2</sup> de selva húmeda. La mayoría de los ríos de Venezuela son tributarios del Orinoco; el más caudaloso es el río Caroní. El río Orinoco es navegable en prácticamente toda su extensión, permitiendo tráfico de barcos oceánicos hasta Ciudad Bolívar, donde se encuentra el Puente de Angostura, a 435 km de la desembocadura. El río Casiquiare forma un canal natural entre el Orinoco y el Amazonas. Se inicia como un brazo del Orinoco, pero termina desembocando en el río Negro, que es afluente del Amazonas. La región de llanuras aluviales al norte del Orinoco, cuya altitud no supera los 100 msnm, se inunda en la época de lluvias, dejando el resto del año terrenos cuya vegetación es de pastizales intertropicales de sabana.

#### **2.4.4 Hidrografía**

La hidrografía está conformada por siete cuencas principales destacando los ríos: Orinoco, Cuyuní, Caroní, Caura, Aro, Cuchivero, Parguaza y Paragua. El sistema hidrográfico se divide en dos vertientes: la integrada por los ríos que desembocan en el Orinoco y las que llevan sus aguas al río Cuyuní. Concentra la mayor reserva hídrica nacional (Aprox. 3/4 partes del estado están atravesadas por

cursos de agua). El estado Bolívar gracias a sus ríos, tiene un gran potencial hidroeléctrico (75% de la riqueza bruta del país).

Salvo el área comprendida en la cuenca de los ríos Yuruari- Cuyuni, la totalidad del Estado está comprendida en el sistema de drenaje del Orinoco. Entre los ríos más importantes se encuentran el Caroní, el Paragua y el Caura, etc. Todos ellos excavan sus cauces a través de una accidentada topografía en las duras rocas del escudo guayanés, dando lugar a valles rápidos, y cascadas. Estos desniveles han permitido en el caso del río Caroní, establecer potentes plantas hidroeléctricas. El Embalse de Guri y la Central Hidroeléctrica Simón Bolívar (antiguamente Raúl Leoni), que cubre más de 80 mil hectáreas, es el centro de generación eléctrica más importante de Venezuela. De la meseta de Auyan Tepui se desprende el río Churún, afluente del Caroní, con un salto de 936,60 metros: El Salto Ángel, el más alto del mundo.

#### **2.4.5 Ríos Principales:**

Bolívar tiene muchos ríos muy importantes que están en diferentes sitios del estado y son nombrados a continuación:

1. Subcuenca del Orinoco
2. Parguaza (186 km).
3. Suapure (241 km).
4. Cuchivero (305 km).
5. Caura (723 km). 3.000 m<sup>3</sup>/s
6. Aro (329 km).
7. Orocopiche (89 km).
8. Caroní (925 km).
9. Upata (79 km).
10. Cuenca del Océano Atlántico

11. Cuyuní (618 km).
12. Orinoco (2.140 km) con un caudal promedio de unos 33 000 m<sup>3</sup>/s,

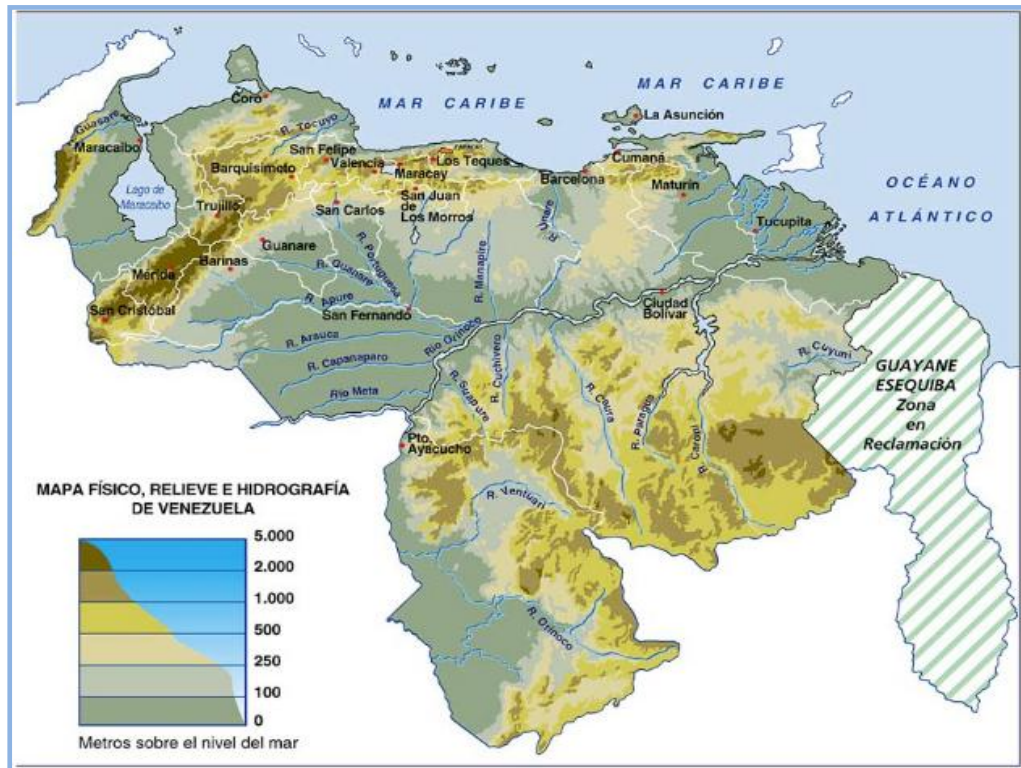


Figura 2.3 Mapa físico del relieve hidrográfico de Venezuela (slireshade.net,2016)

#### 2.4.6 Demografía

El estado Bolívar, se encuentra ubicado en la región suroriental del país, o sea en la Guayana venezolana, su nombre obviamente se debe como homenaje a El Libertador Simón Bolívar. Son sus límites: al norte, separado por el Orinoco, con los estados, Delta Amacuro, Monagas, Anzoátegui y Guárico; al sur con la República del Brasil y el estado; al este con el estado Delta Amacuro y la Zona en Reclamación que nos separa con la República de Guyana y al oeste, con los estados Apure y Amazonas. El estado Bolívar, en cuanto a su superficie es el más grande de nuestra

geografía y equivale a un poco más de la cuarta parte del territorio nacional. Superficie:238.000 km<sup>2</sup>. 26.24% del territorio nacional.

El Estado Bolívar se compone de varias poblaciones, pero algunas son sobresalientes por ciertas razones, que hacen a algunas de esas poblaciones más habitables que otras. Algunas de estas grandes poblaciones son:

1. Ciudad Guayana (conformada por San Félix de Guayana y Puerto Ordaz).
2. Ciudad Bolívar
3. Caicara del Orinoco
4. Ciudad Piar
5. El Callao
6. El Dorado
7. Maripa
8. Santa Elena de Uairén
9. Tumeremo
10. Upata
11. Guasipati
12. El Palmar

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Antecedentes de la investigación**

Heryulimar Gil y Patricia Crespo optando por el título de Ingeniero químico, realizado en el año 2013 un trabajo de grado titulado: **“INGENIERIA CONCEPTUAL DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL AGUA DE CONSUMO DE LA COMUNIDAD EL COBRE DEL ESTADO TÁCHIRA”**. Cuyo objetivo de esta investigación es prestar servicio de abastecimiento de agua y saneamiento básico para satisfacer la demanda de la población que se ve en la necesidad de utilizar agua cruda para su consumo, determinando y seleccionando el proceso más adecuado desde el punto de vista físico-químico con la intención de depurar el agua, adaptándola a los parámetros y criterio de calidad establecidos por la ley.

Se considera importante este antecedente debido al desarrollo de la ingeniería conceptual en cuanto a los procesos requeridos para la producción de agua potable fue de vital interés el proceso utilizado para la eliminación de microorganismos y nos sirve como guía de las normas de saneamiento, clasificación y control de calidad de los cuerpos de agua utilizados sabiendo que el análisis y tratamiento del agua depende en gran parte de su origen, nos proporciona los primeros datos respecto a su calidad, orientándonos en la selección de su captación y facilitando el tratamiento que hemos de aplicarle posteriormente. (Heryulimar Gil y Patricia Crespo, 2013)

Claribel Carvajal optando por el título de Ingeniero químico, realizado en el año 2011 un trabajo de grado titulado: **“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE**

**TRATAMIENTO DE AGUA DE UNA PLANTA POTABILIZADORA EN UNA CIUDAD DE CUMANÁ, ESTADO SUCRE**". El objetivo general de este proyecto fue evaluar el sistema de tratamiento de agua de la planta potabilizadora Juan José Codallos, realizándose para ello, el análisis de la fuente de abastecimiento de agua cruda de la misma, donde se determinó que esta cumple con la normativa establecida por el decreto N°883 de la Gaceta oficial extraordinaria: 5.021 del 18/12/95 (La clasificación de las aguas) para aguas de tipo 1A, pudiendo ser este tipo de aguas tratadas sólo con proceso de desinfección. Se determinaron los gradientes de velocidad (velocidad de agitación del fluido) y tiempos de retención de las unidades de coagulación y floculación que forman parte del sistema de potabilización de la planta, obteniéndose que para el caudal promedio más frecuente de operación (470 l/s), los gradientes de velocidad calculado para dichas unidades corresponden a los valores, siendo a su vez el tiempo de retención igual a 0,83 minutos para la unidad de coagulación y 20,44 minutos para las unidades de floculación, lo que indica que la unidad de coagulación presenta muchas deficiencias, impidiendo la desestabilización de las partículas sólidas suspendidas en el agua, mientras que en la unidad de floculación el movimiento del fluido es suficiente para promover la formación de flóculos.

Además, se realizaron pruebas de jarras para determinar la dosis de coagulante necesario para lograr el proceso de potabilización, cuyos resultados demuestran que, debido a la calidad del agua, no se requieren dosis elevadas de coagulante. Se determinó la eficiencia de las unidades operativas del sistema de potabilización, y estadísticamente se demostró que, para el desarenado, sedimentadores y filtros de la planta. Este antecedente se consideró importante ya que sirve de guía para conocer el proceso del tratamiento de aguas potables en una determinada planta (Claribel Carvajal, 2011).

Abad EnideL y Maneiro Ysabel optando por el título de Licenciadas en Bioanálisis, realizado en el año 2010 un trabajo de grado titulado: **“CALIDAD DE AGUA POTABLE EN LOS EDIFICIOS DEL SECTOR 5 URB. EL PERÚ, CIUDAD BOLÍVAR, ESTADO BOLÍVAR”**. El objetivo general de este proyecto es el uso domiciliario es la proveniente de un suministro público, un tanque u otra fuente, ubicada en los reservorios o depósitos domiciliarios. Esta deberá cumplir con algunas características fisicoquímicas y microbiológicas establecidas por los entes competentes.

Existe un grupo de enfermedades cuya vía de transmisión es la ingestión de agua contaminada. Por lo tanto, es conveniente comprobar la potabilidad desde el punto de vista bacteriológico del agua de consumo. Con el objetivo de determinar la calidad sanitaria de los tanques de los edificios sector 5 Urb. El Perú, Ciudad Bolívar. Se efectuó la investigación prospectiva aplicando las normas COVENIN para la calidad del agua potable empleando como indicadores *Pseudomonasaeruginosa*, *Enterococcus* y *Clostridium*, así como el recuento de aerobios mesófilos y se determinó el número más probable de coliformes totales y fecales. Se realizaron dos muestreos para un total de 12 muestras, las mismas fueron procesadas en el laboratorio bacteriológico de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar. Obteniéndose como resultado la ausencia de *pseudomonasaeruginosa*, *enterococcus*, *clostridium* y *escherichia*. Se concluye que, aunque existe la presencia de coliformes totales y fecales con ausencia de *escherichiacoli*, el agua de estos tanques no está apta para el consumo humano, ya que no cumplen con los indicadores de sanidad de agua potable. La semejanza de los antecedentes antes mencionados con el trabajo a realizar, está en la evaluación del sistema de potabilización de una planta, considerando la caracterización de aguas crudas y tratadas, mediciones y determinación de eficiencia de las unidades tomando en cuenta las condiciones de operación actual de la planta, a fin de poder determinar cuan eficiente es el sistema. (Abad EnideL y Maneiro Ysabel 2010)

## **3.2 Bases teóricas**

### **3.2.1 El Agua**

Sustancia cuyas moléculas están formadas por la combinación de un átomo de oxígeno y dos de hidrogeno, líquida, inodora, insípida e incolora. Es el componente más abundante de la superficie terrestre y, más o menos puro, forma la lluvia, las fuentes, los ríos y los mares; es parte constituyente de todos los organismos vivos y aparece en compuestos naturales

### **3.2.2 Agua potable**

Agua incapaz de transmitir enfermedades, libre de concentraciones excesivas, sustancia mineral y orgánica, agradable a los sentidos

### **3.2.3 Generalidades del agua**

El agua es uno de los recursos naturales más familiares al hombre, por su utilidad, abundancia y amplia distribución sobre la tierra, constituye las  $\frac{3}{4}$  partes de la corteza terrestre y forma el 67% del organismo humano. Es el solvente universal por excelencia y en su recorrido por la corteza terrestre disuelve una gran variedad de sustancias sólidas y gaseosas. En estas condiciones adquiere la propiedad de conducir la corriente eléctrica. El agua llamada químicamente “pura”, se caracteriza por ser un líquido incoloro, inodoro e insípido, el cual en condiciones denominadas normales (presión atmosférica al nivel del mar o sea 760mm de mercurio) se congela a 0°C y hierve a 100°C (Arrieta, 2000).

El producto de un sistema de abastecimiento de agua para consumo humano es el agua potable, la cual se define como aquella requerida para satisfacer las necesidades metabólicas, higiénicas y domésticas. Es considerada adecuada para consumo humano cuando la concentración de sus constituyentes no representa riesgos para la salud de los consumidores al largo de sus vidas (Najul, Blanco y Alberdi, 2005).

### **3.2.4 Calidad del agua**

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 acotar 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 mucha importancia a los procesos de muestreo y a las unidades y terminología empleadas. 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 (Vargas, 2004).

### **3.2.5 Características fisicoquímicas y biológicas que definen la calidad del Agua.**

**3.2.5.1 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. Entre las más importantes se consideran:

❖ **Turbiedad:** las sustancias responsables de la turbiedad del agua son las partículas en suspensión, tales como arcilla, minerales, sedimentos, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, plancton, bacterias y otros microorganismos. Estas partículas causantes de la turbiedad pueden ser coloidales o materia insoluble de mayor tamaño.

❖ **Color:** aún no es posible establecer las estructuras químicas fundamentales de las especies responsables del color. Esta característica del agua se atribuye comúnmente a la presencia de taninos, lignina, ácidos húmicos, ácidos grasos, ácidos fúlvicos, etcétera. Esta característica del agua puede estar ligado a la turbiedad o presentarse independientemente de ella.

❖ **Sólidos solubles e insolubles:** según el tipo de asociación con el agua, los sólidos pueden encontrarse:

❖ **Suspendidos:** corresponden a los sólidos presentes en un agua residual, exceptuados los solubles y los sólidos en fino estado coloidal. Se considera que los sólidos en suspensión son los que tienen partículas superiores a un micrómetro y que

son retenidos mediante una filtración en el análisis de laboratorio. Este tipo de sólidos precipita rápidamente cuando el agua se somete a reposo (Barrenechea, 2004).

❖ **Conductividad:** es una expresión numérica de la capacidad de una solución acuosa para transportar la corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la existencia en el agua de las sales solubles, presentes en forma de iones, de la concentración total de estas sales, de su movilidad, de su estado de valencia y de la temperatura a la cual se realiza la medición de esta característica (HIDROCAPITAL, 1993).

**3.2.5.2 Características químicas:** el agua, como solvente universal, puede contener cualquier elemento de la tabla periódica. Sin embargo, pocos son los elementos significativos para el tratamiento del agua cruda con fines de consumo o los que tienen efectos en la salud del consumidor. Entre las características químicas del agua más importantes se pueden mencionar:

❖ **PH:** es el grado de acidez de las aguas, es un parámetro más operativo que sanitario, ya que es indispensable mantenerlo en rango para que el proceso de coagulación sea efectivo.

❖ **Alcalinidad:** es uno de los parámetros más importantes en el tratamiento del agua, pues influye directamente en la coagulación o el ablandamiento. Los bicarbonatos, carbonatos y el ion hidroxilo representan las formas más importantes de alcalinidad, pero en algunos casos pueden contribuir los boratos, silicatos, fosfatos y otras bases.

❖ **Dureza:** es una característica del agua, debida principalmente a su contenido en carbonatos y sulfatos, y ocasionalmente a los nitratos y cloruros, de calcio, magnesio y hierro que ocasiona formación de grumos en el agua al contacto con el jabón. Además, causa formación de incrustaciones en las calderas, intercambiadores

de calor y otros equipos característicos de los procesos industriales reduciendo a su vez la eficiencia de los mismos. Esta característica produce además sabores indeseables en el agua. Generalmente se determina a partir del contenido de calcio y magnesio en el agua y se expresa como carbonato de calcio equivalente (Departamento de Nueva York 1991).

❖ **Hierro:** el hierro puede estar presente en solución en estado coloidal, más o menos combinado con la materia orgánica, en forma de complejos orgánicos, complejos minerales o en forma de partículas en suspensión. Bajo la acción del aire o por adición de cloro el hierro suele oxidarse pasando al estado férrico, pudiendo hidrolizarse para dar un hidróxido de hierro insoluble de color rojizo que enturbia el agua. (Najul, Blanco y Alberdi, 2005).

❖ **Fluoruro:** elemento esencial para la nutrición del hombre. Su presencia en el agua de consumo a concentraciones adecuadas combate la formación de caries dental, principalmente en los niños (0,8 a 1,2 mg/L). Sin embargo, si la concentración de fluoruro en el agua es alta, podría generar manchas en los dientes (“fluorosis dental”) y dañar la estructura ósea. Las principales fuentes de concentraciones contaminantes de flúor en el agua son los efluentes de fábricas de acero y metales o de fábricas de plásticos y fertilizantes (Barrenechea, 2004).

**3.2.5.3 Características biológicas:** las aguas superficiales están expuestas a una amplia gama de factores que pueden alterar su calidad biológica y ocasionar cambios simples o complejos y con diferentes niveles de intensidad. Esta alteración se puede originar en eventos naturales o en actividades antropogénicas, como el uso doméstico del agua y la consiguiente producción de aguas residuales, de la industria, minería y agricultura, entre otras. La contaminación fecal de las fuentes de aguas superficiales para abastecimiento de consumo humano es uno de los problemas más preocupantes en los países en vías de desarrollo. En las grandes ciudades esta

contaminación se debe principalmente al vertimiento de los desagües sin ningún tratamiento. También se ha observado que la contaminación fecal es intensa en las zonas de arrastre provenientes de los corrales de engorde de bovinos y de las aviar.

Además del vertimiento o infiltración de aguas residuales sin tratar, también aportan contaminantes los lixiviados de rellenos sanitarios, los efluentes de aguas residuales con tratamiento deficiente, las infiltraciones de tanques sépticos, etcétera. Asimismo, la escorrentía pluvial y las inundaciones ocasionan el deterioro de la calidad del agua de los recursos hídricos.

El uso de aguas superficiales como fuentes de agua de bebida implica un riesgo de transmisión de enfermedades hídricas. Los agentes patógenos involucrados con la transmisión por esta vía son las bacterias, virus y protozoos, helmintos y cianobacterias, que pueden causar enfermedades con diferentes niveles de gravedad, desde una gastroenteritis simple hasta serios y a veces fatales cuadros de diarrea, disentería, hepatitis o fiebre.

La transmisión hídrica es solo una de las vías, pues estos agentes patógenos también pueden transmitirse a través de alimentos, de persona a persona debido a malos hábitos higiénicos y de los animales al hombre, entre otras vías (Aurazo, 2004).

❖ **Coliformes totales:** se caracterizan por su capacidad de fermentar la lactosa a un rango de temperatura de 35-37 °C en 24-48 horas y producir ácido y gas. Tienen la enzima cromógeno B galactosidasa, que actúa sobre el nutriente indicador ONPG21. Este nutriente sirve como fuente de carbono y su efecto consiste en un cambio de color en el medio de cultivo. La reacción se detecta por medio de la técnica de sustrato definido. Las técnicas de análisis más conocidas son la prueba de tubos múltiples y la de filtración con membrana. Los coliformes totales se reproducen en el ambiente, proporcionan información sobre el proceso de tratamiento y acerca de

la calidad sanitaria del agua que ingresa al sistema y de la que circula en el sistema de distribución. No constituyen un indicador de contaminación fecal (Aurazo, 2004).

❖ **Coliformes termo tolerantes (fecales):** se sabe que la contaminación fecal del agua está relacionada con la transmisión de agentes patógenos por el agua. Por este motivo, se requieren métodos sensibles que permitan medir el grado de contaminación fecal. Se denomina coliformes termo tolerante a ciertos miembros del grupo de bacterias coliformes totales que están estrechamente relacionados con la contaminación fecal. Por lo descrito en el párrafo anterior, antiguamente recibían la denominación de coliformes fecales; estos coliformes generalmente no se multiplican en los ambientes acuáticos. Los coliformes termo tolerantes crecen a una temperatura de incubación de 44.5°C. Esta temperatura inhibe el crecimiento de los coliformes no tolerantes (Aurazo, 2004).

### **3.2.6 Agua potable y tratamientos convencionales de potabilización**

En general las fuentes de agua no satisfacen las exigencias de calidad de agua para consumo humano y es necesario someter las aguas a operaciones y procesos de tratamiento para remover sólidos en suspensión y coloides, materiales causantes de color y turbidez, destruir microorganismos potencialmente patógenos, hierro y manganeso disueltos, para satisfacer así las normas de agua.

Se define el agua potable como aquella que ha sido tratada con el objetivo de hacerla apta para el consumo humano, teniendo en cuenta todos sus usos domésticos. Algunas especies biológicas, físicas y químicas pueden afectar la aceptabilidad del agua para consumo humano.

Es necesario, asimismo, considerar las transformaciones químicas y bioquímicas a que están expuestos los contaminantes del ambiente acuático. Las

alteraciones químicas pueden afectar su disponibilidad biológica o tóxica (aumentarla o disminuirla). Poco se sabe acerca de estos procesos químicos, físicos y biológicos y sus mecanismos, a pesar de que son indispensables para comprender los efectos en la salud del consumidor (Barrenecha, 2004).

Las diversas actividades agrícolas, ganaderas, industriales y recreacionales del ser humano han traído como consecuencia la contaminación de las aguas superficiales con sustancias químicas y microbiológicas, además del deterioro de sus características estéticas.

El conjunto de instalaciones donde se llevan a cabo una serie de procesos físicos y químicos, con el objeto de eliminar las impurezas presentes en el agua, a fin de hacerla apta para el consumo humano, se conoce como plantas de tratamiento, las cuales están diseñadas de acuerdo a las características del agua a tratar, cumpliendo con una serie de normas sanitarias que determinan el comportamiento de las mismas (Arrieta, 2000).

### **3.2.7 Fuentes de abastecimiento de agua**

El agua circula continuamente a través del interminable ciclo hidrológico de precipitación o lluvia, escurrimiento, infiltración, retención o almacenamiento, evaporación y así sucesivamente. Se entiende por fuente de abastecimiento de agua aquel punto del ciclo natural del cual se desvía el agua temporalmente, para ser usada, regresando finalmente a la naturaleza. Las fuentes de abastecimiento pueden clasificarse en superficiales y subterráneas (Departamento de sanidad del estado de Nueva York, 1991).

### **3.2.8 Fuentes de aguas superficiales**

Entre estas fuentes se encuentran ríos, quebradas, lagos, y embalses, que tienden a ser de calidad variable, susceptible a los cambios estacionales. Contienen baja concentración de minerales, turbiedad elevada en determinadas ocasiones especialmente al inicio y durante el período de lluvia, presentan color y eventualmente materia orgánica productora de olores y sabores, y adicionalmente están más expuestas a descargas de distinta índole producto de las actividades humanas (Najul, Blanco y Alberdi 2005). Generalmente éstas son las más utilizadas para el tratamiento con fines de consumo humano.

### **3.2.9 Fuentes de aguas subterráneas**

Por su parte estas fuentes de aguas tienden a mantener características uniformes, en general contienen cantidades apreciables de sólidos disueltos y pocos sólidos suspendidos, que se traducen en baja turbiedad y color aparente. Generalmente las comunidades más pequeñas emplean abastecimiento subterráneo de agua, por limitaciones del volumen acuífero, sin embargo, este tipo de abastecimientos tienden a proporcionar aguas excesivamente duras (Najul, Blanco y Alberdi 2005).

### **3.2.10 Agua apta para el consumo Humano**

No siempre la empresa de servicios dispone de agua apta para el consumo humano, en estos casos es necesario recurrir a las fuentes propias del agua. Palacios (2008) explica que el sistema de abastecimiento de agua apta para el consumo humano está formado en líneas generales por la fuente propiamente dicha del agua, la obra de captación del agua, la obra de conducción, la planta de tratamiento, estanque de almacenamiento, red de distribución y eventualmente estaciones de bombeo.

Palacios hace énfasis en las ventajas de las fuentes superficiales, toda vez que, si se ubican convenientemente y de acuerdo a la factibilidad, se podría garantizar el abastecimiento por gravedad, el cual facilita la operación y mantenimiento del sistema. Otro punto importante es que este tipo de sistema es preferible cuando el caudal de agua que es requerido es considerable, pues la opción de un campo de pozos es de muy complicada operación (Palacios, A. 2008).

### **3.2.11 Componentes del Sistema de abastecimiento de agua potable**

**3.2.11.1 Toma:** pueden ser superficiales o subterráneas, sean de ríos, lagos, pozos, llevaran obras de captación adaptadas a las condiciones imperantes de esas masas de aguas. Estas tomas deben aportar a la aducción entre el 125% y 160% del consumo medio diario durante la vida útil de la obra (MERRITT, F. 1998).

**3.2.11.2 Toma del Río:** punto de captación de las aguas; REJA. Impide la penetración de elementos de gran tamaño (ramas, troncos, peces, etc.).

**3.2.11.3 Desarenador:** se colocan únicamente en tomas superficiales su función fundamental es separar las partículas más gruesas que entran por la toma, en caso de que la fuente en su estado de análisis no transporte arenas se podría omitir este desarenado; debe tener capacidad suficiente para el caudal que entra por la toma (LOPEZ, R. 1999).

**3.2.11.4 Fuentes de agua:** básicamente las fuentes son recursos hídricos naturales de agua, como: ríos, lagos, masas de agua e incluso mares, de los cuales se tomará el agua a ser suministrada a la población. En general, las fuentes de abastecimiento deben proveer agua en forma continua y en volúmenes tales que puedan satisfacer la demanda del sistema. De acuerdo a la forma de aprovechamiento, se consideran dos tipos principales de fuentes de agua: superficiales y subterráneas.

Las primeras fuentes incluían solo las aguas dulces naturales, como lagos, ríos y arroyos, pero con la expansión demográfica y el aumento del uso de agua por persona en relación con estándares de vida más altos, deben tenerse también en cuenta la desalinización y el aprovechamiento de aguas de desechos o negras. Para la determinación de la fuente es necesario realizar estudios hidrológicos, de manera tal de garantizar en base a estadísticas que el suministro será constante y eficiente (GONZALEZ, L. 2006).

**3.2.11.5 Obras de Aducción o Conducción:** las aguas captadas deben en general, ser conducidas al sitio de consumo, para lo cual requieren las líneas de aducción, pudiendo ser por gravedad, bombeo o al caso mixto (gravedad y bombeo), representadas en el terreno mediante canales abiertos o conductos a presión dependiendo de la topografía de la zona. La aducción comienza en la toma y termina en el tanque de almacenamiento, pudiéndose encontrar en este trayecto la planta de tratamiento.

**3.2.11.6 Bombeo de baja o de captación:** (Bombas también llamadas de baja presión), toman el agua directamente de un río, lago o embalse, enviando el agua cruda a la cámara de mezcla.

**3.2.11.7 Cámara de Mezcla:** donde se agrega al agua productos químicos. Los principales son los coagulantes (sulfato de alúmina), alcalinizantes (cal).

**3.2.11.8 Decantador o Sedimentador:** el agua llega velozmente a una pileta muy amplia donde se reposa, permitiendo que se depositen las impurezas en el fondo. Para acelerar esta operación, se le agrega a las aguas coagulantes que atrapan las impurezas formando pesados coágulos. El agua sale muy clarificada y junto con la suciedad quedan gran parte de las bacterias que contenía.

**3.2.11.9 Filtro:** el agua decantada llega hasta un filtro donde pasa a través de sucesivas capas de arena de distinto grosor. Sale prácticamente potable.

**3.2.11.10 Desinfección:** para asegurar aún más la potabilidad del agua, se le agrega cloro que elimina el exceso de bacterias y lo que es muy importante, su desarrollo en el recorrido hasta las viviendas.

**3.2.11.11 Estanques de Almacenamiento:** es el elemento intermedio entre la conducción y la red de distribución, generalmente antes de este se encuentra la etapa de tratamiento, de su función depende en gran parte el que pueda proyectarse y ofrecerse un servicio continuo a la comunidad. Sus funciones son compensar las fluctuaciones de consumo, reservas para emergencias por incendios, provisión de reserva para cubrir interrupciones por daños en la aducción o en bombas y funcionamiento como parte integral del sistema (RIVAS, G. 1.983).

**3.2.11.12 Tipos de Estanques:** dependiendo de las condiciones en cada caso del proyecto, los estanques podrán ser enterrados o superficiales, generalmente de concreto armado o pos tensado y elevados, cuya fabricación se utilizan con frecuencia láminas de acero.

Según su localización, los estanques se pueden clasificar en dos tipos:

1. **Estanque de Distribución:** se tendrá un estanque de distribución cuando el agua llegue a este antes de llegar a la población.

2. **Estanque de Compensación:** este tipo de estanques se sitúa en el extremo opuesto de la entrada de agua a la red de distribución. Cuando el consumo es nulo la totalidad del agua llegue al estanque de compensación a través de la red de distribución. Cuando el consumo iguala al suministro, no entra ni sale agua del

estanque, y cuando el consumo es mayor que el suministro, la población será surtida tanto por la línea directa como por el tanque de compensación (AROCHA, S. 1997).

### 3.2.12 Obras de Distribución.

Consiste en llevar el agua a los diferentes sectores de la comunidad, para lo cual se requiere un sistema de conductos a presión que tengan la capacidad necesaria para suministrar cantidades suficientes y dentro de ciertas normas estipuladas para cada una en particular (LOPEZ, R. 1999).



Figura 3.1 Componentes y elementos de un Sistema de Abastecimiento  
(Cardenas Jaramillo 2010)

### 3.2.13 Red de distribución

Una red de distribución es el conjunto de tubos, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de servicio o de distribución hasta la toma domiciliaria o hidrantes públicos. Su finalidad es proporcionar agua a los usuarios

para consumo doméstico, público, comercial, industrial y para condiciones extraordinarias como extinguir incendios.

La red debe proporcionar este servicio todo el tiempo, en cantidad suficiente, con la calidad requerida y a una presión adecuada (CONAGUA 2007).

### **3.3 Bases Legales**

#### **3.3.1 GACETA OFICIAL EXTRAORDINARIA: 5.021 del 18/12/95**

**DECRETO N° 883 FECHA: 11 de octubre de 1995**

**RAFAEL CALDERA**

**PRESIDENTE DE LA REPUBLICA**

En ejercicio de las atribuciones que le confiere el artículo 190, ordinal 10° de la Constitución y de conformidad con lo establecido en los artículos 19, 20 y 21 de la Ley Orgánica del Ambiente, en Consejo de Ministros.

**Decreta**

**La clasificación de las aguas**

**ARTÍCULO 3°.-** Las aguas se clasifican en:

**3.3.1 Tipo 1:** aguas destinadas al uso doméstico y al uso industrial que requiera de agua potable, siempre que ésta forme parte de un producto o sub-producto destinado al consumo humano o que entre en contacto con él.

Las aguas del tipo 1 se desagregan en los siguientes sub-tipos:

**3.3.1.1 Sub Tipo 1A:** aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes

**3.3.1.2 Sub Tipo 1B:** aguas que pueden ser acondicionadas por medio de tratamientos convencionales de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y cloración.

**3.3.1.3 Sub Tipo 1C:** aguas que pueden ser acondicionadas por proceso de potabilización no convencional.

**3.3.2 Tipo 2:** aguas destinadas a usos agropecuarios.

Las aguas del Tipo 2 se desagregan en los siguientes sub-tipos:

**3.3.2.1 Sub Tipo 2A:** aguas para riego de vegetales destinados al consumo humano.

**3.3.2.2 Sub Tipo 2B:** aguas para el riego de cualquier otro tipo de cultivo y para uso pecuario.

**3.3.3 Tipo 3:** aguas marinas o de medios costeros destinadas a la cría y explotación de moluscos consumidos en crudo.

**3.3.4 Tipo 4:** aguas destinadas a balnearios, deportes acuáticos, pesca deportiva, comercial y de subsistencia.

Las aguas del Tipo 4 se desagregan en los siguientes subtipos:

**3.3.4.1 Sub Tipo 4A:** aguas para el contacto humano total.

**3.3.4.2 Sub Tipo 4B:** aguas para el contacto humano parcial.

**3.3.5 Tipo 5:** aguas destinadas para usos industriales que no requieren de agua potable.

**3.3.6 Tipo 6:** aguas destinadas a la navegación y generación de energía.

**3.3.7 Tipo 7:** Aguas destinadas al transporte, dispersión y desdoblamiento de poluentes sin que se produzca interferencia con el medio ambiente adyacente.

**ARTÍCULO 4º.-** A los efectos de esta Norma, se establecen los siguientes criterios para la clasificación de las aguas, así como los niveles de calidad exigibles de acuerdo con los usos a que se destinen:

1. Las aguas del sub-tipo 1A son aquellas cuyas características corresponden con los límites y rangos siguientes:

Tabla 3.1 Parametros y limites de las aguas del sub-tipo 1

| <b>Parámetro</b>                 | <b>Límite</b>                                         |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Oxígeno disuelto ( O.D )         | Mayor de 4,0 mg/l. (*)                                |
| pH                               | Mínimo 6,0 y máximo 8,5.                              |
| Color real                       | Menor de 50, U Pt-Co.                                 |
| Turbiedad                        | Menor de 25, UNT.                                     |
| Fluoruros                        | Menor de 1,7 mg/l.                                    |
| Organismos coliformes<br>totales | Promedio mensual menor a<br>2000 NMP por cada 100 ml. |

Este valor también se podrá expresar como porcentaje de saturación, el cual debe ser mayor de 50%

2. Las aguas del sub-tipo 1B son aquellas cuyas características corresponden con los límites y rangos siguientes:

Tabla 3.2 Parámetros y límites de las aguas del sub-tipo 1B

| <b>Parámetro</b>                 | <b>Límite o rango máximo</b>                           |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Oxígeno disuelto (O.D.)          | Mayor de 4,0 mg/l . (*)                                |
| pH                               | Mínimo 6,0 y máximo 8,5.                               |
| Color real                       | Menor de 150, U Pt-Co.                                 |
| Turbiedad                        | Menor de 250, UNT.                                     |
| Fluoruros                        | Menor de 1,7 mg/l.                                     |
| Organismos coliformes<br>totales | promedio mensual menor a<br>10000 NMP por cada 100 ml. |

Este valor también se podrá expresar como porcentaje de saturación, el cual debe ser mayor de 50%

3. Las aguas de los sub-tipo 1A y 1B no deberán exceder, además, los siguientes límites:

Tablas 3.3 Elementos o compuestos y límites de las aguas de los sub-tipo 1A y 1B

| <b>Elementos o compuestos</b> | <b>Límites</b> |
|-------------------------------|----------------|
| Aceites minerales             | 0,3 mg/l       |
| Aluminio                      | 0,2 mg/l       |
| Arsénico total                | 0,05 mg/l      |

|                                          |            |
|------------------------------------------|------------|
| Bario total                              | 1,0 mg/l   |
| Cadmio total                             | 0,01 mg/l  |
| Cianuro total                            | 0,1 mg/l   |
| Cloruros                                 | 600 mg/l   |
| Cobre total                              | 1,0 mg/l   |
| Cromo Total                              | 0,05 mg/l  |
| Detergentes                              | 1,0 mg/l   |
| Dispersantes                             | 1,0 mg/l   |
| Dureza, expresada como CaCO <sub>3</sub> | 500 mg/l   |
| Extracto de carbono al cloroformo        | 0,15 mg/l  |
| Fenoles                                  | 0,002 mg/l |
| Hierro total                             | 1,0 mg/l   |
| Manganeso total                          | 0,1 mg/l   |
| Mercurio total                           | 0,01 mg/l  |
| Nitritos + Nitratos (N)                  | 10,0 mg/l  |
| Plata total                              | 0,05 mg/l  |
| Plomo total                              | 0,05 mg/l  |
| Selenio                                  | 0,01 mg/l  |
| Sodio                                    | 200 mg/l   |
| Sólidos disueltos totales                | 1500 mg/l  |
| Sulfatos                                 | 400 mg/l   |
| Zinc                                     | 5,0 mg/l   |

Tabla 3.4 Cantidad de Biocidas que pueden contener las aguas de los sub-tipo 1A y 1B

| <b>Biocidas</b>               |          |
|-------------------------------|----------|
| Organofosforados y Carbonatos | 0,1 mg/l |
| Organoclorados                | 0,2 mg/l |

4. Las aguas del Sub-Tipo 1C son aquellas en las cuales el pH debe estar comprendido entre 3,8 y 10,5.

5. Las aguas del Sub-Tipo 2A son aquellas cuyas características corresponden con los límites y rangos siguientes:

Tabla 3.5 Parámetros y límites de las aguas del Sub-Tipo 2

| Parámetro                     | Límite                                            |
|-------------------------------|---------------------------------------------------|
| Organismos coliformes totales | promedio mensual menor a 1000 NMP por cada 100 ml |
| Organismos coliformes fecales | menor a 100 NMP por cada 100 ml.                  |

6. Las aguas del Sub-Tipo 2B son aquellas cuyas características corresponden con los límites y rangos siguientes:

Tablas 3.6 Elementos o compuestos y límites de las aguas del Sub-Tipo 2B

|                               |                                                    |
|-------------------------------|----------------------------------------------------|
| Organismos coliformes totales | Promedio mensual menor a 5000 NMP por cada 100 ml. |
| Organismos coliformes fecales | Menor a 1000 NMP por cada 100 ml.                  |
| <b>Elementos o compuestos</b> | <b>Límites</b>                                     |
| Aluminio                      | 1,0 mg/l                                           |
| Arsénico                      | 0,05 mg/l                                          |
| Bario                         | 1,0 mg/l                                           |
| Boro                          | 0,75 mg/l                                          |
| Cadmio                        | 0,005 mg/l                                         |
| Cianuro                       | 0,2 mg/l                                           |
| Cobre                         | 0,20 mg/l                                          |
| Cromo Total                   | 0,05 mg/l                                          |
| Hierro Total                  | 1,0 mg/l                                           |
| Litio                         | 5,0 mg/l                                           |
| Manganeso Total               | 0,5 mg/l                                           |
| Mercurio                      | 0,01 mg/l                                          |
| Molibdeno                     | 0,005 mg/l                                         |
| Níquel                        | 0,5 mg/l                                           |
| Plata                         | 0,05 mg/l                                          |
| Plomo                         | 0,05 mg/l                                          |
| Selenio                       | 0,01 mg/l                                          |
| Sólidos disueltos totales     | 3000 mg/l                                          |
| Sólidos flotante              | Ausentes                                           |
| Vanadio                       | 10,0 mg/l                                          |

|      |          |
|------|----------|
| Zinc | 5,0 mg/l |
|------|----------|

7. Las aguas del Tipo 3 son aquellas cuyas características corresponden con los límites y rangos siguientes:

Tabla 3.7 Parámetros y límites de las aguas Tipo 3

| Parámetro                                               | Límites                  |
|---------------------------------------------------------|--------------------------|
| Oxígeno disuelto ( O.D )                                | Mayor de 5,0 mg/l. (*)   |
| pH                                                      | Mínimo 6,5 y máximo 8,5. |
| Aceites minerales                                       | 0,3 mg/l                 |
| Detergentes no biodegradables                           | Menor de 1 mg/l.         |
| Detergentes biodegradables                              | Menor de 0,2 mg/l.       |
| Residuos de petróleo, sólidos sedimentables y flotantes | Ausentes                 |
| Metales y otras sustancias tóxicas                      | no detectable (***)      |
| Fenoles y sus derivados                                 | 0,002 mg/l               |

Tabla 3.8 Cantidad de Biocidas que pueden contener las aguas Tipo 3

| Biocidas                      |          |
|-------------------------------|----------|
| Organofosforados y Carbamatos | 0,1 mg/l |
| Organoclorados                | 0,2 mg/l |

Las muestras deben ser representativas de la calidad del cuerpo de agua a ser aprovechado. De existir fuentes de contaminación las muestras deberán ser tomadas en las zonas afectadas. En ambos casos se muestreará bajo las condiciones hidrográficas más desfavorables, a juicio del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables.

Según los métodos aprobados por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables

8. Las aguas del Sub-Tipo 4A son aquellas cuyas características corresponden con límites y rangos siguientes:

Tabla 3.9 Parametros y limites de las aguas del Sub-Tipo 4<sup>a</sup>

| <b>Parámetro</b>                 | <b>Límite</b>                                                                                                                                |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Organismos coliformes<br>totales | a) menor a 1000 NMP por cada 100 ml<br>en el 90% de una serie de muestras<br>consecutivas.<br><br>b) menor a 5000 NMP en el 10%<br>restante. |
| Organismos coliformes<br>fecales | a) menor a 200 NMP por cada 100 ml<br>en el 90% de una serie de muestras<br>consecutivas.<br><br>b) menor a 400 NMP en el 10%<br>restante.   |

|                                           |           |
|-------------------------------------------|-----------|
| Moluscos infectados con <i>S. mansoni</i> | Ausentes. |
|-------------------------------------------|-----------|

9. Las aguas del Sub-Tipo 4B son aquellas cuyas características corresponden con los límites y rangos siguientes:

Tabla 3.10 Parametros y limites de las aguas del Sub-Tipo 4B

| <b>Parámetro</b>                          | <b>Límite</b>                                                                                                                    |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Organismos coliformes totales             | a) Menor a 5000 NMP por cada 100 ml en el 80% de una serie de muestras consecutivas.<br>b) Menor a 10000 NMP en el 20% restante. |
| Organismos coliformes fecales             | Menor a 1000 NMP por cada 100 ml en la totalidad de las muestras.                                                                |
| Moluscos infectados con <i>S. mansoni</i> | Ausentes.                                                                                                                        |

10. Las aguas del Tipo 4 deberán cumplir, además, con las siguientes condiciones:

Tabla 3.11 Parametros y limites de las aguas del Sub-Tipo 4

| <b>Parámetro</b>      | <b>Límite</b>         |
|-----------------------|-----------------------|
| Oxígeno disuelto (OD) | Mayor de 5,0 mg/l (*) |

|                                                               |                                                    |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| pH                                                            | Mínimo 6,5 y máximo 8,5.                           |
| Aceites minerales                                             | 0,3 mg/l                                           |
| Detergentes                                                   | Menor de 1 mg/l.                                   |
| Sólidos disueltos                                             | desviación menor de 33%<br>de la condición natural |
| Residuos de petróleo,<br>sólidos sedimentables y<br>flotantes | Ausentes                                           |
| Metales y otras sustancias<br>tóxicas                         | no detectable (**)                                 |
| Fenoles y sus derivados                                       | 0,002 mg/l                                         |

Tabla 3.12 Cantidad de Biocidas que pueden contener las aguas Tipo 4

| <b>Biocidas</b>               |          |
|-------------------------------|----------|
| Organofosforados y Carbamatos | 0,1 mg/l |
| Organoclorados                | 0,2 mg/l |

11. Las aguas del tipo 5 son aquellas cuyas características corresponden a los límites y rangos siguientes:

Tabla 3.13 Parámetros y límites de las aguas del Tipo 5

| <b>Parámetro</b>                                                            | <b>Límite</b>        |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Fenoles                                                                     | Menor de 0,002 mg/l. |
| Aceites y espumas                                                           | Ausente.             |
| Sustancias que originen<br>sedimentación de sólidos y<br>formación de lodos | Ausente.             |

12. Las aguas del Tipo 6 son aquellas cuyas características corresponden a los límites y rangos siguientes:

Tabla 3.14 Parámetros y límites de las aguas del Tipo 6

| Parámetros                                             | Limite                                                                      |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Oxígeno disuelto (OD)                                  | mayor de 4 mg/l.                                                            |
| Solidos flotantes y sedimentables o depósitos de lodo. | Concentraciones que no interfieran la navegación o la generación de energía |

13. Las aguas del Tipo 7 son aquellas cuyas características correspondan a los límites siguientes:

Tabla 3.15 Parámetros y límites de las aguas del Tipo 7

| Parámetro             | Límite           |
|-----------------------|------------------|
| Oxígeno disuelto (OD) | mayor de 3 mg/l. |

Desde el artículo 1 al 4 consiste en el tipo de las aguas y su destino dependiendo directamente de su clasificación. Continuado con los demás artículos que lo complementándose se representan los parámetros para la clasificación del agua y con sus respectivos límites o rango que deben cumplir para garantizar la calidad del agua según sea su destino.

### **3.3.2 MINISTERIO DE SANIDAD Y ASISTENCIA SOCIAL NUMERO S.G. 018-98 11 DE 02 DE 1.998 187° Y 138°**

Por disposición del Ciudadano Presidente de la República y de Conformidad con el artículo 30, Ordinal 7° de la Ley Orgánica de la Administración Central y en concordancia con los artículos 2 y 10 de la Ley de Sanidad Nacional.

**RESUELVE:** Dictar la siguiente

### **3.3.2.1 NORMAS SANITARIAS DE CALIDAD DEL AGUA POTABLE**

**Artículo 1.-** El objetivo de las “Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable” es establecer los valores máximos de aquellos componentes o características del agua que representan un riesgo para la salud de la comunidad, o inconvenientes para la preservación de los sistemas de almacenamiento y distribución del líquido, así como la regulación que asegure su cumplimiento.

**Artículo 2.-** Están sujetos al cumplimiento de las presentes Normas los entes responsables de los sistemas de abastecimiento de agua potable públicos o privados.

**Artículo 3.-** A los efectos de interpretación y aplicación de estas Normas, se establecen los siguientes criterios:

a. **Autoridad Sanitaria Competente:** Ente Regional adscrito a la Unidad Sanitaria Regional, dependiente del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social.

b. **Valor máximo aceptable:** Es el establecido para la concentración de un componente que no presenta un riesgo significativo para la salud o rechazo del consumidor, teniendo en cuenta el consumo de agua durante toda su vida (OPS/OMS).

c. **Bacterias Coliformes Termo resistentes:** Grupo de organismos coliformes que pueden fomentar la lactosa a 44-45°C; comprenden el género *Escherichia* y en menor grado, especies de *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*.

d. **Componentes Organolépticos:** Sustancias y/o elementos que proporcionan al agua características físicas percibirles por el consumidor (color, olor, sabor, temperatura).

e. **Sitios representativos del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable:** Se consideran así al efluente de la planta de tratamiento, alimentadores principales y secundarios, ramales abiertos y cerrados, estaciones de bombeo y estanques de almacenamiento. USA/ml.

**Artículo 4.-** El agua potable debe cumplir con los requisitos microbiológicos, organolépticos, físicos, químicos y radiactivos que establecen las presentes Normas.

**Artículo 5.-** Cuando el agua que se designe al suministro como potable no cumpla con los requisitos establecidos en las presentes Normas, el responsable del sistema de abastecimiento respectivo deberá aplicar el tratamiento que la haga apta para dicho uso.

**Artículo 6.-** El agua potable destinada al abastecimiento público deberá contener en todo momento una concentración de cloro residual libre en cualquier punto de la red de distribución de 0,3 y 0,5 mg/L.

**Artículo 7. -** Cuando se excede un Valor Máximo Aceptable en estas Normas, el ente responsable del sistema de abastecimiento de agua potable debe investigar la causa, informar a la Autoridad Sanitaria Competente y tomar las medidas correctivas.

❖ **De los aspectos microbiológicos**

**Artículo 8.-** El ente responsable del sistema de abastecimiento de agua potable debe asegurar que esta no contenga microorganismos transmisores o causantes de enfermedades, ni bacterias coliformes termo resistentes (coliformes fecales), siguiendo como criterio de Evaluación de la Calidad Microbiológica la detección del grupo coliformes realizada sobre muestras representativas captadas, preservadas y analizadas según lo establecido en las presentes Normas.

**Artículo 9.-** Los resultados de los análisis bacteriológicos de agua potable deben cumplir los siguientes requisitos:

a. Ninguna muestra de 100 mL, deberá indicar la presencia de organismos coliformes termo resistente (coliformes fecales).

b. El 95% de las muestras de 100mL, analizadas en la red de distribución no deberá indicar la presencia de organismos coliformes totales durante cualquier periodo de 12 meses consecutivos.

c. En ningún caso deberá detectarse organismos coliformes totales en dos muestras consecutivas de 100 ml, provenientes del mismo sitio.

**Artículo 10.-** El agua potable no debe contener agentes patógenos: Virus, Bacterias, Hongos, Protozoarios, ni Helminetos.

**Artículo 11.-** El agua potable no debe contener organismos heterotrofos aerobios en densidad mayo a 100 ufc/cmL.

**Artículo 12.-** La cantidad total de plancton presente en el agua potable, en ningún caso debe exceder de 300 unidades estándar de área por mL (USA/mL).

**Artículo 13.-** El ente responsable del sistema de abastecimiento de agua potable proveniente de fuentes ubicadas en zonas endémicas de enfermedades de origen hídrico definidas por el Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, debe establecer programas de vigilancia sanitaria permanentes y aplicar los correctivos específicos adecuados, a juicio de la Autoridad Sanitaria Competente.

**Artículo 14.-** El ente responsable del sistema de abastecimiento de agua potable debe asegurar que esta no contenga microorganismos transmisores o causantes de enfermedades, ni bacterias coliformes termo resistentes (coliformes fecales), siguiendo como criterio de Evaluación de la Calidad Microbiológica la detección del grupo coliforme realizada sobre muestras representativas captadas, preservadas y analizadas según lo establecido en las presentes Normas.

Tabla 3.16 Componentes relativos a la calidad organolépticos del agua potable

| Componente o característica | Unidad                 | Valor Deseable menor a                        | Valor Máximo Aceptable (a) |
|-----------------------------|------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------|
| Color                       | UCV (b)                | 5                                             | 15 (25)                    |
| Turbiedad                   | UNT (c)                | 1                                             | 5 (10)                     |
| Olor o sabor                | --                     | Aceptable para la mayoría de los consumidores |                            |
| Sólidos disueltos totales   | mg/L                   | 600                                           | 1000                       |
| Dureza total                | mg/L CaCO <sub>3</sub> | 250                                           | 500                        |
| PH                          | --                     | 6.5 - 8.5                                     | 9.0                        |
| Aluminio                    | mg/L                   | 0.1                                           | 0.2                        |
| Cloruro                     | mg/L                   | 250                                           | 300                        |
| Cobre                       | mg/L                   | 1.0                                           | (2.0)                      |
| Hierro total                | mg/L                   | 0.1                                           | 0.3 (1.0)                  |
| Manganeso total             | mg/L                   | 0.1                                           | 0.5                        |
| Sodio                       | mg/L                   | 200                                           | 200                        |
| Sulfato                     | mg/L                   | 250                                           | 500                        |
| Cinc                        | mg/L                   | 3.0                                           | 5.0                        |

a) Los valores entre paréntesis son aceptados provisionalmente en casos excepcionales, plenamente justificados ante la autoridad sanitaria.

b) UCV: Unidades de color verdadero.

c) UNT: Unidades Nefelométricas de Turbiedad.

1. -El valor entre paréntesis es aceptado provisionalmente en casos extremadamente excepcionales, plenamente justificado ante la Autoridad Sanitaria Competente.
2. -La suma de las razones entre la concentración de cada uno y su respectivo valor máximo aceptable no debe ser mayor a la unidad.
3. -El contenido de flúor, como ion fluoruro  $F^-$  se fijará de acuerdo con el promedio anual de temperatura máxima del aire en  $^{\circ}C$ , según el cuadro N° 3 siguiente:

Tabla 3.17 Rango de los valores límites recomendables para el contenido de fluoruro

| Promedio anual de temperatura máxima del aire en $^{\circ}C$ . | Límite Inferior | Límite Óptimo | Límite Superior |
|----------------------------------------------------------------|-----------------|---------------|-----------------|
| 10.0 – 14.0                                                    | 0.8             | 1.1           | 1.5             |
| 14.0 – 17.6                                                    | 0.8             | 1.0           | 1.3             |
| 17.7 – 21.4                                                    | 0.7             | 0.9           | 1.2             |
| 21.5 – 26.2                                                    | 0.7             | 0.8           | 1.0             |
| 26.3 – 32.6                                                    | 0.6             | 0.7           | 0.8             |

Tabla 3.18 Componentes y valores máximos aceptables que puede contener el agua tratada

| Componentes           | Valor Máximo Aceptable |
|-----------------------|------------------------|
|                       | µg/L                   |
| Bromoformo            | 100                    |
| Cloroformo            | 200                    |
| Dibromoclorometano    | 100                    |
| Benceno               | 10                     |
| Tolueno               | 700                    |
| Xileno                | 500                    |
| Aldrin y Dieldrin     | 0.03                   |
| Clordano              | 0.2                    |
| DDT y sus metabolitos | 2.0                    |
| 2-4 D                 | 30                     |
| Heptacloro            | 0.03                   |
| Heptacloro Expósito   | 0.1                    |
| Hexaclorobenceno      | 1.0                    |
| Lindano               | 2.0                    |
| Metoxicloro           | 20                     |
| Acilamida             | 0.5                    |
| Benzopireno           | 0.7                    |
| 1-2 Dicloroetano      | 30                     |
| 1-1 Dicloroetano      | 30                     |
| Etilbenceno           | 300                    |
| Pentaclorofenol       | 9.0                    |
| 2-4-6 Triclorofenol   | 200                    |

❖ D

### e los aspectos radiactivos

**Artículo 15.-** El agua que se suministre como potable no deberá contener ni haber sido contaminada con elementos radiactivos que excedan los valores máximos que se establecen a continuación:

1. Radiactividad Alfa Global: 0.1 Bq/L
2. Radiactividad Beta Global: 1.0 Bq/L

❖ **De la frecuencia de muestreo y análisis del agua para suministro como potable.**

**Artículo 16.-** El agua que se suministre como potable deberá someterse a mediciones sistemáticas para la evaluación de parámetros microbiológicos, organolépticos, físicos, químicos y radioactivos en muestras representativas del sistema de abastecimiento con la frecuencia que establecen estas Normas.

**Artículo 17.-** La frecuencia mínima para la captación de muestras y análisis bacteriológicos se presenta en el cuadro siguiente:

Tabla 3.19 Frecuencia mínima de muestreo para análisis de parámetros Bacteriológicos en el sistema de distribución del agua potable

| Población abastecida | Frecuencia Mínima (a)                                                           |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Menor de 5.000       | Una (01) muestra mensual                                                        |
| 5.000 a 100.000      | Una (01) muestra mensual por cada 5.000 personas                                |
| Más de 100.000       | Una (01) muestra mensual por cada 10.000 personas, más 10 muestras adicionales. |

Cuando se produzcan epidemias, inundaciones u operaciones de emergencia después de las interrupciones del abastecimiento o reparaciones, la frecuencia del muestreo ha de aumentarse dependiendo de la situación en particular a juicio de la Autoridad Sanitaria competente.

**Artículo 18.-** La frecuencia mínima para la captación de muestras y análisis microbiológicos, será de una (1) muestra anual y se captarán muestras adicionales cuando se observen alteraciones o cuando lo elija la Autoridad Sanitaria Competente.

**Artículo 19.-** La frecuencia mínima para la captación de muestras y análisis de las características organolépticas, físicas y químicas se presentan en el cuadro siguiente:

Tabla 3.20 Frecuencia mínima para el análisis de los parámetros relacionados físicas y químicas del agua potable

| Componente o Característica                                                   | Frecuencia Mínima                                                                                                                  |                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                               | Aguas Superficiales                                                                                                                | Aguas Subterráneas                                                                                                               |
| Color y turbiedad                                                             | .- Una (1) muestra quincenal en aguas no sometidas a tratamiento de clarificación.<br>.- Una (1) muestra diaria en aguas tratadas. | .- Dos (2) muestras anuales en aguas no sometidas a tratamiento de clarificación<br>.- Una (1) muestra diaria en aguas tratadas. |
| Aluminio (a)                                                                  |                                                                                                                                    |                                                                                                                                  |
| PH                                                                            |                                                                                                                                    |                                                                                                                                  |
| Dureza                                                                        |                                                                                                                                    |                                                                                                                                  |
| Olor                                                                          | .- Una (1) muestra diaria.                                                                                                         | .- Una (1) muestra diaria.                                                                                                       |
| Sabor                                                                         |                                                                                                                                    |                                                                                                                                  |
| Aspecto                                                                       |                                                                                                                                    |                                                                                                                                  |
| Conductividad específica                                                      |                                                                                                                                    |                                                                                                                                  |
| Temperatura                                                                   |                                                                                                                                    |                                                                                                                                  |
| Cloro Residual                                                                |                                                                                                                                    |                                                                                                                                  |
| Todos los parámetros incluidos en las tablas del artículo 14 de estas Normas. | .- Una (1) muestra trimestral                                                                                                      | .- Una (1) muestra semestral                                                                                                     |

Realizar el análisis de este elemento, con la frecuencia establecida sólo si se adiciona durante el tratamiento de clarificación.

**Artículo 20.-** Los entes responsables del abastecimiento de agua potable están en la obligación de enviar mensualmente los resultados de los análisis efectuados a la Autoridad Sanitaria Competente.

**Artículo 21.-** Los análisis a que se refieren las presente Normas deben ser realizados por profesional les idóneos en laboratorios competentes a juicio de la Autoridad Sanitaria, siguiendo las metodologías establecidas en el Método Estándar para el análisis de aguas y aguas residuales (AWWA y AVHA).

**Artículo 22.-** La Autoridad Sanitaria Competente realizará la captación de muestras de agua para la determinación de radiactividad cuando se sospeche la

presencia de fuentes radiactivas naturales o provenientes del desarrollo de actividades humanas en áreas de las cuencas hidrográficas utilizadas para el abastecimiento de agua potable.

Son artículos donde se contemplan tablas que permite visualizar los valores límites recomendables para el contenido de los aspectos organolépticos, físicos y químicos además, también los parámetros que estiman y establecen los requisitos para garantizar la calidad del agua mediante aspectos radiactivos, valores recomendables de muestreo, sistemas de distribución, abastecimientos, la identificación y rangos de los componentes orgánicos e inorgánicos y parámetros bacteriológicos para su posterior análisis y comparación de resultados con lo establecido.

### **3.3.3 Normas que establecen los criterios básicos de diseño para el desarrollo de proyectos de plantas de tratamiento de agua para consumo humano.**

#### **3.3.3.1 Tratamiento**

Deberán someterse a tratamiento las aguas destinadas al consumo humano que no cumplan con los requisitos del agua potable establecidos en las NORMAS NACIONALES DE CALIDAD DE AGUA vigentes en el país. En el tratamiento del agua no se podrá emplear sustancias capaces de producir un efluente con efectos adversos a la salud.

#### **3.3.3.2 Calidad del agua potable**

Las aguas tratadas deberán cumplir con los requisitos establecidos en las NORMAS NACIONALES DE CALIDAD DE AGUA vigentes en el país.

### **3.3.3.3 Ubicación**

La planta debe estar localizada en un punto de fácil acceso en cualquier época del año.

Para la ubicación de la planta, debe elegirse una zona de bajo riesgo sísmico, no inundable, por encima del nivel de máxima creciente del curso de agua.

En la selección del lugar, se debe tener en cuenta la factibilidad de construcción o disponibilidad de vías de acceso, las facilidades de aprovisionamiento de energía eléctrica, las disposiciones relativas a la fuente y al centro de consumo, el cuerpo receptor de descargas de agua y la disposición de las descargas de lodos. Se debe dar particular atención a la naturaleza del suelo a fin de prevenir problemas de cimentación y construcción, y ofrecer la posibilidad de situar las unidades encima del nivel máximo de agua en el subsuelo.

No existiendo terreno libre de inundaciones, se exigirá por lo menos, que:

Los bordes de las unidades y los pisos de los ambientes donde se efectuará el almacenamiento de productos químicos, o donde se localizarán las unidades básicas para el funcionamiento de la planta, estén situados por lo menos a 1 m por encima del nivel máximo de creciente.

La estabilidad de la construcción será estudiada teniendo en cuenta lo estipulado en la Norma E.050 Suelos y Cimentaciones.

### **3.3.3.4 Capacidad**

La capacidad de la planta debe ser la suficiente para satisfacer el gasto del día de máximo consumo correspondiente al período de diseño adoptado.

Se aceptarán otros valores al considerar, en conjunto, el sistema planta de tratamiento, tanques de regulación, siempre que un estudio económico para el periodo de diseño adoptado lo justifique.

En los proyectos deberá considerarse una capacidad adicional que no excederá el 5% para compensar gastos de agua de lavado de los filtros, pérdidas en la remoción de lodos, etc

#### **3.3.3.5 Acceso**

El acceso a la planta debe garantizar el tránsito permanente de los vehículos que transporten los productos químicos necesarios para el tratamiento del agua.

En el caso de una planta en que el consumo diario global de productos químicos exceda de 500 Kg, la base de la superficie de rodadura del acceso debe admitir, por lo menos, una carga de 10 t por eje, es decir 5 t por rueda, y tener las siguientes características:

1. Ancho mínimo: 6 m
2. Pendiente máxima: 10%
3. Radio mínimo de curvas: 30 m

En el caso de que la planta esté ubicada en zonas inundables, el acceso debe ser previsto en forma compatible con el lugar, de modo que permita en cualquier época del año, el transporte y el abastecimiento de productos químicos.

### **3.3.3.6 Área**

El área mínima reservada para la planta debe ser la necesaria para permitir su emplazamiento, ampliaciones futuras y la construcción de todas las obras indispensables para su funcionamiento, tales como portería, estaciones de bombeo, casa de fuerza, reservorios, conducciones, áreas y edificios para almacenamiento, talleres de mantenimiento, patios para estacionamiento, descarga y maniobra de vehículos y vías para el tránsito de vehículos y peatones.

El área prevista para la disposición del lodo de la planta no forma parte del área a la que se refiere el párrafo anterior.

Cuando sean previstas residencias para el personal, éstas deben situarse fuera del área reservada exclusivamente para las instalaciones con acceso independiente.

Toda el área de la planta deberá estar cercada para impedir el acceso de personas extrañas. Las medidas de seguridad deberán ser previstas en relación al tamaño de la planta

### **3.3.4 General El Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales adoptó la Observación n° 15 En noviembre de 2002**

Sobre el derecho al agua. El artículo I.1 establece que "El derecho humano al agua es indispensable para una vida humana digna". La Observación n° 15 también define el derecho al agua como el derecho de cada uno a disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, físicamente accesible y asequible para su uso personal y doméstico.

#### **3.3.4.1 Suficiente.**

El abastecimiento de agua por persona debe ser suficiente y continuo para el uso personal y doméstico. Estos usos incluyen de forma general el agua de beber, el saneamiento personal, el agua para realizar la colada, la preparación de alimentos, la limpieza del hogar y la higiene personal. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), son necesarios entre 50 y 100 litros de agua por persona y día para garantizar que se cubren las necesidades más básicas y surgen pocas preocupaciones en materia de salud.

#### **3.3.4.2 Salubre**

El agua necesaria, tanto para el uso personal como doméstico, debe ser salubre; es decir, libre de microorganismos, sustancias químicas y peligros radiológicos que constituyan una amenaza para la salud humana. Las medidas de seguridad del agua potable vienen normalmente definidas por estándares nacionales y/o locales de calidad del agua de boca. Las Guías para la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS) proporcionan la bases para el desarrollo de estándares nacionales que, implementadas adecuadamente, garantizarán la salubridad del agua potable.

#### **3.3.4.3 Aceptable.**

El agua ha de presentar un color, olor y sabor aceptables para ambos usos, personal y doméstico. [...] Todas las instalaciones y servicios de agua deben ser culturalmente apropiados y sensibles al género, al ciclo de la vida y a las exigencias de privacidad.

#### **3.3.4.4 Físicamente accesible.**

Todo el mundo tiene derecho a unos servicios de agua y saneamiento accesibles físicamente dentro o situados en la inmediata cercanía del hogar, de las instituciones académicas, en el lugar de trabajo o las instituciones de salud. De acuerdo con la OMS, la fuente de agua debe encontrarse a menos de 1.000 metros del hogar y el tiempo de desplazamiento para la recogida no debería superar los 30 minutos.

#### **3.3.4.5 Asequible.**

El agua y los servicios e instalaciones de acceso al agua deben ser asequibles para todos. El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) sugiere que el coste del agua no debería superar el 3% de los ingresos del hogar.

### **3.3.5 GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA N° 5568 Ext. DEL 31-12-2001 LA ASAMBLEA NACIONAL DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA DECRETA la siguiente:**

#### **LEY ORGÁNICA PARA LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y DE SANEAMIENTO**

##### **3.3.5.1 DETERMINACIÓN DEL GRADO DE TRATAMIENTO**

### ❖ **Estudio del agua cruda**

Para el análisis de las características del agua cruda se deberán tomar en cuenta lo siguientes factores:

**a.** Estudio de la cuenca en el punto considerado, con la apreciación de los usos industriales y agrícolas que puedan afectar la cantidad o calidad del agua.

**b.** Usos previstos de la cuenca en el futuro, de acuerdo a regulaciones de la entidad competente.

**c.** Régimen del curso de agua en diferentes períodos del año.

**d.** Aportes a la cuenca e importancia de los mismos, que permita realizar el balance hídrico.

### ❖ **Plan de muestreo y ensayos.**

Se debe tener un registro completo del comportamiento de la calidad del agua cruda para proceder a la determinación del grado de tratamiento. Este registro debe corresponder a por lo menos un ciclo hidrológico.

La extracción de muestras y los ensayos a realizarse se harán según las normas correspondientes (métodos estándar para el análisis de aguas de la AWWA de los Estados Unidos). Será responsabilidad de la empresa prestadora del servicio el contar con este registro de calidad de agua cruda y de sus potenciales fuentes de abastecimiento.

### **3.3.5.2 Principios que rigen los servicios**

**Artículo 3.** Los principios que rigen la prestación de los servicios públicos regulados en esta Ley son los siguientes:

1. La preservación de la salud pública, el recurso hídrico y el ambiente
2. el acceso de todos los ciudadanos a la provisión de los servicios de agua potable y de saneamiento;
3. el equilibrio entre la protección de los derechos y obligaciones de los suscriptores y la de los prestadores de los servicios
4. la calidad de los servicios públicos materia de esta Ley
5. la adopción de modelos de gestión basados en criterios de calidad, eficiencia empresarial, confiabilidad, equidad, no discriminación y rentabilidad;
6. la transparencia en las decisiones e imparcialidad de tratamiento a todos los prestadores de los servicios y suscriptores.

**Artículo 4.** El pago de las tarifas correspondientes a la prestación de dichos servicios es de obligatorio cumplimiento por parte de los suscriptores.

### **3.3.5.3 Objetivos específicos de la ley**

**Artículo 5.** Los objetivos específicos de esta Ley son los siguientes:

1. Dotar al sector agua potable y saneamiento de una nueva institucionalidad, con adecuada asignación de competencias, responsabilidades, deberes y derechos entre los distintos agentes que intervienen en la prestación de los servicios.
2. Establecer las bases y condiciones del ejercicio de la regulación y control de la actividad de los prestadores de los servicios
3. Establecer y proteger los derechos de los suscriptores
4. Definir un régimen económico que garantice de manera sustentable la prestación eficiente y equitativa de los servicios
5. Desarrollar una política eficiente de subsidios que preserve el necesario equilibrio económico de los prestadores de los servicios
6. promover la participación adecuada del sector público y la del sector privado en la prestación y expansión de los servicios de agua potable y de saneamiento
7. establecer criterios para la prestación de los servicios en el área rural y en los desarrollos no controlados, promoviendo la constitución de modelos de gestión apropiados
8. promover la participación de los ciudadanos organizados en el desarrollo y en la prestación de los servicios.

#### **3.3.5.4 Definición de los servicios**

**Artículo 6.** A los efectos de esta Ley se entiende por servicio público de agua potable, la entrega de agua a los suscriptores o usuarios mediante la utilización de tuberías de agua apta para el consumo humano, incluyendo su conexión y medición, así como los procesos asociados de captación, conducción, almacenamiento y potabilización; y se entiende por servicio público de saneamiento, la recolección por tuberías de las aguas servidas de los domicilios, incluyendo su conexión, así como los procesos asociados de conducción, tratamiento y disposición final de dichas aguas servidas.

**Parágrafo Único:** Se declaran de utilidad pública e interés social el servicio de agua potable, el servicio de saneamiento y las obras afectas para su prestación.

#### **3.3.5.5 Deber de informar el nivel de calidad**

**Artículo 66.** Los prestadores de los servicios deberán publicar periódicamente en material de libre distribución, y dar a conocer directamente a los suscriptores, utilizando medios de amplia difusión, información actualizada sobre los niveles de calidad de los servicios que están siendo prestados, así como sobre las tarifas vigentes por contraprestación de los servicios.

#### **3.3.5.6 Medición del consumo**

**Artículo 78.** Toda edificación, incluyendo aquellas que deban modificar sus acometidas externas, deberán disponer de medidores o sistemas de medición de los servicios que permitan la determinación individual de los consumos de cada suscriptor. El medidor y sus conexiones serán instalados por el prestador de servicios por cuenta del suscriptor.

**Artículo 79.** Podrán establecerse sistemas de medición sectorial en edificaciones o en conjuntos de edificaciones a los fines de que un suscriptor pueda subrogarse en las obligaciones y derechos de otros suscriptores o usuarios frente al prestador de servicios, con el objetivo de suministrarles los servicios y cobrar la contraprestación correspondiente. En estos casos el suscriptor subrogado será responsable de todas las obligaciones que se deriven de su relación tanto con el prestador de servicios como con los suscriptores o usuarios. Igualmente, el suscriptor subrogado asumirá las obligaciones del prestador de servicios a partir del punto de medición sectorial. La Superintendencia Nacional de los Servicios de Agua Potable y de Saneamiento deberá considerar especialmente estos casos dentro del Modelo Tarifario.

### **3.3.5.7 Sanciones**

**Artículo 114.** Independientemente de las sanciones civiles, penales o administrativas, el Superintendente Nacional o su representante regional, por delegación del primero impondrá las siguientes sanciones a quienes incurran en las infracciones indicadas en el artículo anterior, según la naturaleza, reiteración y gravedad de la falta y el perjuicio causado por la misma: a. Amonestación Pública; b. multas hasta el diez por ciento (10%) de la facturación anual del prestador de servicios; c. intervención del prestador de servicios. d. rescisión del contrato;

❖ **Parágrafo Primero:** El Reglamento establecerá los montos de las multas dependiendo de los ingresos brutos anuales del prestador, su naturaleza jurídica, reiteración y gravedad de la falta en que haya incurrido.

❖ **Parágrafo Segundo:** Serán agravantes, el suministro de información falsa, tergiversada o incompleta, y la reiteración de infracciones consideradas en esta Ley.

### 3.3.5.8 Intervención de los prestadores de los servicios

**Artículo 115.** El Superintendente Nacional podrá intervenir temporalmente a los prestadores de los servicios en los casos siguientes:

1. Cuando los servicios no sean prestados con la calidad y eficiencia debida, lo que a su juicio pueda generar perjuicios para la salud pública o poner en peligro la sustentabilidad de la prestación de los servicios
2. Cuando de manera reiterada, el prestador de servicios haya rehusado dar información veraz completa y oportuna a la Superintendencia Nacional de los Servicios de Agua Potable y de Saneamiento, a los municipios, a los distritos metropolitanos o a la mancomunidad de municipios
3. En casos de calamidad o perturbación del orden público
4. Cuando el prestador de servicios se haya declarado en estado de atraso y dicha situación comprometa la prestación de los servicios, e. cuando el prestador de servicios no aplique en inversiones la alícuota de la tarifa destinada a tal fin, o los fondos reservados para ello.

❖ **Parágrafo Primero:** el Superintendente Nacional podrá requerir al municipio, distrito metropolitano, o mancomunidad de municipios, que proceda a regularizar la situación dentro del plazo que a tal efecto le fije, el cual no podrá exceder de tres (3) meses. En todo caso, la intervención tendrá un plazo máximo de un año, antes del cual el municipio, distrito metropolitano o la mancomunidad de municipios competente deberá arbitrar los medios para reemplazar al prestador de servicios.

**Artículo 116.** Cuando se trate de empresas, la intervención podrá ir desde la imposición de un plan de recuperación de la empresa y el requerimiento de nuevos aportes de capital a sus socios o propietarios, hasta asumir en su totalidad la dirección del prestador de servicios con miras a su liquidación o la contratación de un tercero para que asuma la prestación. En el caso de modalidades de gestión distintas a la de empresas, la Superintendencia Nacional de los Servicios de Agua Potable y de Saneamiento determinará los criterios para hacer efectiva la intervención.

#### **3.3.5.9 Apertura de procedimientos sancionatorios**

**Artículo 117.** El Superintendente Nacional sólo podrá abrir procedimientos de intervención y rescisión de los contratos si:

a. Los municipios, distritos metropolitanos o mancomunidades de municipios a quienes corresponda, no lo hicieran en el plazo de tres (3) meses contados a partir de la comunicación que al efecto les remitiera el Superintendente Nacional.

b. Los municipios, distritos metropolitanos o mancomunidades de municipios solicitaren al Superintendente Nacional la apertura de los procedimientos que correspondan; en este caso, el Superintendente Nacional remitirá la decisión a los municipios, distritos metropolitanos o mancomunidades de municipios a los diez (10) días hábiles siguientes a la fecha de recepción de su solicitud. Si el municipio, distrito metropolitano o mancomunidad de municipios no procediere en consecuencia dentro de los quince (15) días siguientes a la remisión, el Superintendente Nacional procederá a resolverlo.

#### **3.3.5.10 Infracciones de los suscriptores**

**Artículo 118.** Se consideran infracciones de los suscriptores:

1. La conexión no autorizada a las redes de distribución
2. El consumo de agua no autorizado
3. La alteración, daño o modificación intencional de equipos de medición asociados a la prestación de los servicios
4. La falta de pago
5. El incumplimiento de cualquier otra obligación contractual.

❖ **Sanciones**

**Artículo 119.** Los consumos de agua no autorizados efectuados por los suscriptores serán sancionados con multas impuestas por el ente correspondiente, según el reglamento que se dicte al efecto, cuyos montos se fijarán de conformidad con lo siguiente:

- a. Si se tratare de consumo de agua no autorizado de un suscriptor residencial unifamiliar, de 1 a 5 veces el monto de su facturación mensual promedio, de los últimos seis (6) meses;
- b. Si se tratare de consumo de agua no autorizado de un suscriptor residencial multifamiliar, con multa de 5 a 10 veces el monto de su facturación mensual promedio, de los últimos seis (6) meses;

c. Si se tratare de consumo de agua no autorizado de un suscriptor comercial, industrial u oficial, de 10 a 50 veces el monto de su.

#### **3.3.5.11 De las tomas ilegales**

**Artículo 120.** Las conexiones ilegales efectuadas por los usuarios serán sancionadas con multas impuestas por el ente correspondiente según el reglamento que se dicte al efecto, cuyos montos se fijarán de conformidad con lo siguiente:

1. Si se tratare de una conexión ilegal de un usuario residencial unifamiliar, de una (1) hasta veinticinco (25) unidades tributarias
2. Si se tratare de una conexión ilegal de un usuario residencial multifamiliar, de diez (10) hasta cincuenta (50) unidades tributarias
3. Si se tratare de una conexión ilegal de un usuario comercial o industrial, de veinte (20) hasta quinientas (500) unidades tributarias
4. Si se tratare de una conexión ilegal de un usuario oficial, de una (1) hasta cincuenta (50) unidades tributarias
5. Si se tratare de conexiones ilegales a las aducciones principales de los acueductos para uso pecuario, agrícola o industrial, de veinte (20) a quinientas (500) unidades tributarias.

**Artículo 121.** Aquellas personas naturales o jurídicas que se incorporen ilegalmente a las instalaciones o efectúen cualquier otra actividad que pueda ocasionar pérdidas de agua o trastornos a cualquiera de los procesos bajo la responsabilidad del prestador de servicios de Agua Potable y de Saneamiento serán

sancionados con multa comprendida entre cien (100) y mil (1.000) unidades tributarias.

#### **3.3.5.12 Destino de las multas**

**Artículo 122.** La Superintendencia Nacional para la Prestación de los Servicios de Agua Potable y de Saneamiento será la recaudadora de las multas impuestas a los prestadores de los servicios. En caso que puedan identificarse los suscriptores directamente perjudicados por la conducta del prestador de servicios sancionado, el producto de las multas será distribuido entre los mismos en proporción a su consumo promedio mensual. En caso contrario los recursos de las multas serán destinados al Fondo de Asistencia Financiera.

**Artículo 123.** Los prestadores de los servicios serán los recaudadores de las multas impuestas a los suscriptores y usuarios. El monto proveniente de la multa será destinado al Fondo de Asistencia Financiera, y su destino se procurará sea asignado a cubrir los costos de inversión de obras de ampliación de la cobertura de los servicios en la misma región.

**Artículo 124.** Si la multa recayere en una empresa del Estado, se solicitará abrir la respectiva averiguación administrativa.

En la siguiente ley y artículos se refieren a las infracciones que los suscriptores pueden realizar que afectan evidentemente la distribución y abastecimiento adecuado, con sus procedimientos sancionatorios y los estándares de multas con respecto a las conexiones ilegales o tomas ilegales las cuales serán sancionadas con multas impuestas por el ente correspondiente según el reglamento junto con su correspondientes tarifas establecidos en el mismo, la intervención de los prestadores de servicios junto con su responsabilidad legal ante la planta y la comunidad

dependiente de esta, las inspección de consumo y de frecuencia de control de exámenes para garantizar la calidad del agua.

### **3.4 Definición de términos básicos**

**3.4.1 Poluentes:** contaminación.

**3.4.2 Coliformes:** la denominación genérica coliformes designa a un grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos.

**3.4.3 Pecuario:** actividad ganadera.

**3.4.4 Balnearios:** es un lugar dedicado a la curación a través de la utilización de las aguas, sobre todo termales o minerales, con un edificio para el hospedaje.

**3.4.5 Biocidas:** sustancias químicas sintéticas o de origen natural o microorganismos que están destinados a destruir, contrarrestar, neutralizar, impedir la acción o ejercer un control de otro tipo sobre cualquier organismo considerado nocivo para el hombre, destruyendo los sistemas que permiten vivir al microorganismo.

**3.4.6 Adscrito:** acción de atribuir o asignar una cosa a otra

**3.4.7 Efluente:** que mana de una fuente.

**3.4.8 Organolépticos:** son todas aquellas descripciones de las características físicas que tiene la materia en general, según las pueden percibir la sentida percepción sentidos, como por ejemplo su sabor, tacto, textura, olor, color o temperatura.

**3.4.9 Heterótrofos:** todos los seres vivos que requieren de otros para alimentarse, es decir, que no son capaces de producir su alimento dentro de su organismo si no que deben consumir elementos de la naturaleza ya constituidos.

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA DEL TRABAJO**

#### **4.1 Tipo de Investigación**

En este trabajo se describirán las características que se deben tomar en cuenta para enfrentar el abastecimiento del agua potable en las diferentes zonas determinadas, el proceso operativo de esta planta consta principalmente de las etapas de: tratamiento primario, secundario y desinfección para su posterior distribución a través de tres subsistemas de aguas. Con el objetivo principal de analizar la calidad de agua que es distribuida por este sistema.

Según Fidias Arias (2012), “La investigación descriptiva, consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno individuo o grupo con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere.”

El tipo de investigación en la cual se enmarca el problema de nuestro objeto en estudio de acuerdo a su naturaleza es la investigación descriptiva por cuanto a través de esta se argumenta su importancia y al mismo tiempo se describen los elementos y el funcionamiento del mismo.

#### **4.2 Diseño de la investigación**

Según el autor (Fidias G. Arias (2012), define: La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variables alguna, es decir, el investigador obtiene la

información, pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental.

Según el autor (Fidias G. Arias (2012), define: la investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos.

Esta investigación se basa en un diseño de campo y un diseño documental ya que los datos de interés para llevar a cabo este proyecto se apoyan en información obtenida directamente del área del complejo urbanístico como tal, debido a la necesidad de conocer físicamente el sistema de abastecimiento y sus elementos, así como también cotejarlos documentos de origen bibliográfico que son relevantes en este.

#### **4.3 Población**

Según Tamayo y Tamayo (2005 pp176), define la población como la “totalidad de un fenómeno de estudio, incluye la totalidad de unidades de análisis o entidades de población que integran dicho fenómeno y que debe cuantificarse para un determinado estudio integrando un conjunto N de entidades que participan de una determinada característica, y se le denomina población por constituir la totalidad del fenómeno adscrito a un estudio o investigación”.

Según Arias F. (2006) la población finita también denominada población muestreada, es la población objetivo a la que realmente se tienen acceso y de la cual se extrae una muestra representativa. El tamaño de la población accesible depende del tiempo y de los recursos del investigador.

En esta investigación la población es finita y está constituida por los Sistemas de Abastecimiento de Aguas de Ciudad Bolívar (Acueducto Tocomá, Planta de Tratamiento Angostura y Acueducto Bicentenario)

#### **4.4 Muestra**

Según Morlés (1994), La muestra es un “subconjunto representativo de un universo o población”

Como muestra representativa se seleccionó el Sistema de Abastecimiento de Aguas potables del acueducto Bicentenario, Ciudad Bolívar. En este sentido, la población de muestreo estuvo conformada principalmente por el agua que abastece a la Planta de Tratamiento Bicentenario, proveniente del río Orinoco y puntos de agua potable de la red de distribución a lo largo de los tres subsistemas.

#### **4.5 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.**

Fernando Castro Márquez (2010) indica que las técnicas están referidas a la manera como se van a obtener los datos y los instrumentos son los medios materiales, a través de los cuales se hace posible la obtención de la información requerida para la investigación.

##### **4.5.1 Observación directa**

Percibir activamente la realidad exterior con el propósito de obtener los datos que, previamente, han sido definidos como de interés para la investigación”. (Sabino, C. 1992).

Se utiliza este método para realizar un reconocimiento preliminar del área de estudio con el objeto de identificar los elementos que integran el Sistema de Abastecimiento de Agua.

#### **4.5.2 Toma de Muestra**

Para realizar los análisis fisicoquímicos, las muestras fueron tomadas en recipientes plásticos de un litro, directamente en el punto de captación de agua cruda (dique toma), durante 10 semanas. No obstante, para realizar los análisis de bacteriología las muestras fueron tomadas en el mismo sitio y durante el mismo periodo, pero sólo dos veces por semana, y fueron captadas en recipientes de vidrio borosilicato de tapa esmerilada, de 100 ml, previamente esterilizados, con el objeto de evitar contaminación de las muestras y alteración de la bacteriología de las mismas.

Los recipientes de captación de muestras utilizados para realizar análisis fisicoquímicos y bacteriológicos. Una vez tomadas las muestras, estas fueron llevadas al laboratorio de la planta Juan José Codallos, donde se realizaron los análisis cumpliendo con los métodos estandarizados para análisis de agua potable y aguas residuales (APHA- AWWA- WPCF, 1980).

#### **4.5.3 Revisión documental**

Técnica que se debe emplear para relacionar el sujeto de estudio con el objeto de, dotando al investigador de una teoría y un método adecuado para que la investigación tenga una orientación correcta y el trabajo de campo arroje datos exactos y confiables. A través de esta técnica se obtendrán una recopilación de datos relevantes para la presente investigación, mediante la consulta de textos, tesis anteriores, manuales, etc.

Según Elbert, R. (2005) “La Revisión bibliográfica consiste en comprender lo leído y extraer las ideas principales para nuestro propósito”.

#### **4.5.4 Análisis de datos**

Sabino (1998), refiere al análisis cualitativo como: “una operación que se efectúa naturalmente con toda la información numérica resultante de la investigación. La misma se presenta a través de un conjunto de cuadros y/o tablas en forma porcentual”.

Según Sabino Sampieri, Fernández y Baptista (2003). El análisis cualitativo se define como: “un método que busca obtener información de sujetos, comunidades, contextos, variables o situaciones en profundidad, asumiendo una postura reflexiva y evitando a toda costa no involucrar sus creencias o experiencia.

Para este estudio se realizará un análisis cualitativo y cuantitativo, con el propósito de comprender y analizar todos los datos obtenidos, los cuales nos determinaran los valores requeridos para poder concluir nuestros objetivos.

#### **4.6 Instrumentos**

1. Envases plásticos de 1000 ml
2. Marcadores.
3. Tirro.
4. Guantes.
5. Tapa boca.

6. Cava portátil.

#### **4.7 Pasos a seguir para alcanzar los objetivos específicos**

Para el desarrollo de este objetivo se realizaron las siguientes actividades:

##### **1.7.1 Identificar los elementos que intervienen en el proceso del agua potable**

1. Visita técnica al sitio
2. Reunión con los Ingenieros a cargo
3. Se conversó con el personal técnico, operadores y supervisores.
4. Análisis y estudio del acueducto bicentenario en general y sus planos.

##### **4.7.2 Describir el proceso del sistema de captación y tratamiento del agua potable.**

Para poder describir al sistema se tuvieron que llevar a cabo:

1. Visitas a las instalaciones de HIDROBOLIVAR, en busca de información, como material de apoyo y guía.
2. Reunión con los ingenieros y el personal que están adscritos a las instalaciones, charlas y discusión del procedimiento.
3. Inspección ocular del área de trabajo y el procedimiento utilizado paso a paso.

**4.7.3 Examinar las características físico-químicas y/o bacteriológicas del agua pura y el agua tratada.**

1. Visita con el ingeniero a cargo a la balsa toma para la recolección de muestras del agua cruda
2. Visita a la planta para la toma de muestras del agua ya tratada en el punto de salida
3. Entrevista con el laboratorista para la obtención de datos e interpretación de los resultados.
4. Evaluar tanto las muestras de agua cruda como aguas ya tratadas en el laboratorio de la planta

**4.7.4 Calcular el nivel de población que es capaz de abastecer el sistema Bicentenario.**

1. Ubicar el último censo poblacional actualizado de los sectores que abastece el sistema Bicentenario
2. Ubicación del mapa topográfico de la ciudad.
3. Estimar la Población abastecida del sistema de acueducto Bicentenario para los siguientes años.
4. Ubicada la población abastecida se establece la dotación de agua.

5. De acuerdo a la población abastecida y la dotación, se establece la Dotación estimada de agua requerida.

6. Calculo del nivel población capaz de abastecer, en las condiciones actuales de la planta.

## CAPÍTULO V

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 5.1 Identificar los elementos que intervienen en el proceso del agua potable de la Planta de tratamiento del sistema “Bicentenario”.

**5.1.1 Bomba de captación:** actualmente opera en la balsa toma cuatro bombas, 2 de 250hp y 2 de 300hp, dos trabajan para la bomba bicentenario (1 de 250hp y 1 de 300hp) y 2 para la bomba angostura (1 de 250hp y 1 de 300hp).

**5.1.2 Bomba de distribución:** está compuesto por 6 bombas en paralelo cada una con una capacidad de 140l/s.

Tomando en cuenta que son 6 bombas en posición de las cuales solo 2 están operativas

**5.1.3 Piscinas (mezcla rápida, mezcla lenta, sedimentadores):** es un estanque artificial destinado al proceso del tratamiento del agua en sus distintas etapas.

**5.1.3.1 Mezcla rápida:** esta cuenta con una capacidad de 36 m<sup>3</sup>, ya que sus dimensiones son 2 m x 6 m x 3 m, abarca 36.000 lts

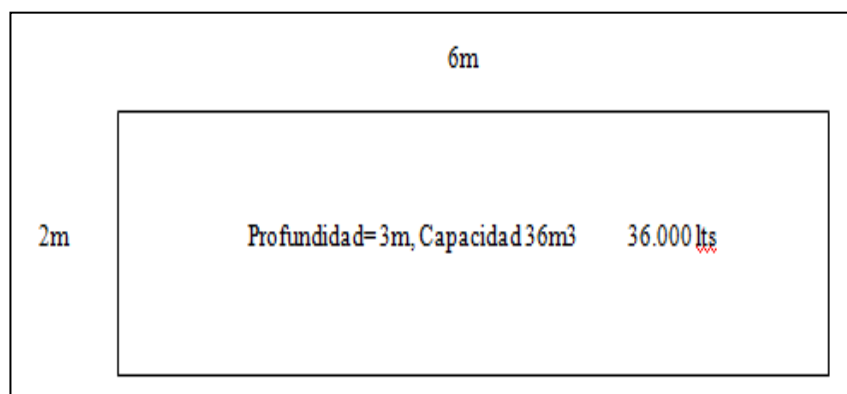


Figura 5.1 Dimensiones que posee de la piscina de mezcla rápida

**5.1.3.2 Mezcla lenta:** La piscina de mezcla lenta del acueducto Bicentenario tiene una capacidad de ya que cuenta con unas dimensiones de 2m x 3m x 3m, con un volumen de 18.000 ltrs

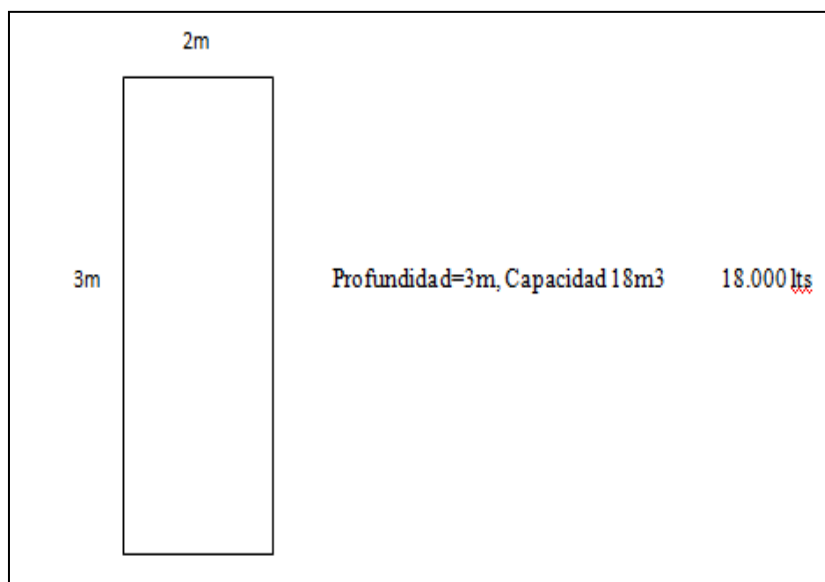


Figura 5.2 Dimensiones que posee de la piscina de mezcla lenta

**5.1.3.2 Sedimentadores:** el acueducto Bicentenario cuenta con una capacidad de 480 m³ ya que sus dimensiones son de 2 m x 40 m x 6 m, abarca 480.000 lts.

- 3 piscinas las cuales están completamente funcionales

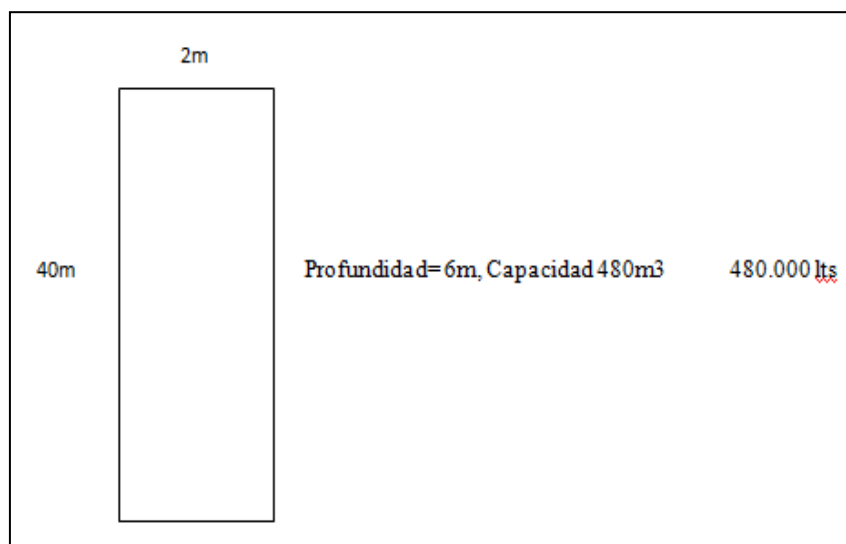


Figura 5.3 Dimensiones que posee de la piscina de sedimentadores

#### 5.1.4 Dosificadores:

Existentes 4 dosificadores todos en funcionamiento, 2 de cal, 2 de sulfato de aluminio, 4 baterías de gas cloro y 3 cloradores (1 operativo y 2 de repuesto).

**5.1.5 Tanque de almacenamiento:** cuenta con una capacidad 1.000.000 LTS.

#### 5.1.6 Tuberías de captación y de distribución

**5.1.6.1 Captación:** 24" la captación se usa en ríos de grandes dimensiones. Una vez que se desvía el agua, se lleva a puntos específicos a través de un conducto llamado tuve rías donde será usada para abastecer sistemas de potabilización, acuicultura, producción de energía eléctrica, riego o enfriamiento de instalaciones industriales, entre otras diversas aplicaciones.

**5.1.6.2 Distribución:** 32" es un conducto que cumple la función de permitir la infiltración del efluente a terrenos circundantes.

**5.1.7 Filtros:** compuesto generalmente de un material poroso, que permite purificar este líquido, La planta cuenta con 6 filtros existentes los cuales solo están funcionales 3 (grava, arena, sirca)

**5.1.8 Zonas que la planta Bicentenario abastece.**

Próceres, Perú, 4 De Febrero, Ribera del Orinoco, Mi Campito, Brisas del Este, Brisas del Orinoco, Brisas del Sur, Pueblo Viejo, La Sabanita, Jose Antonio Paez.

**5.1.9 Cantidad de habitantes que es capaz de abastecer**

280.000habitantes

**5.1.10 Tanques que alimenta esta planta**

Tanques f- f'-H

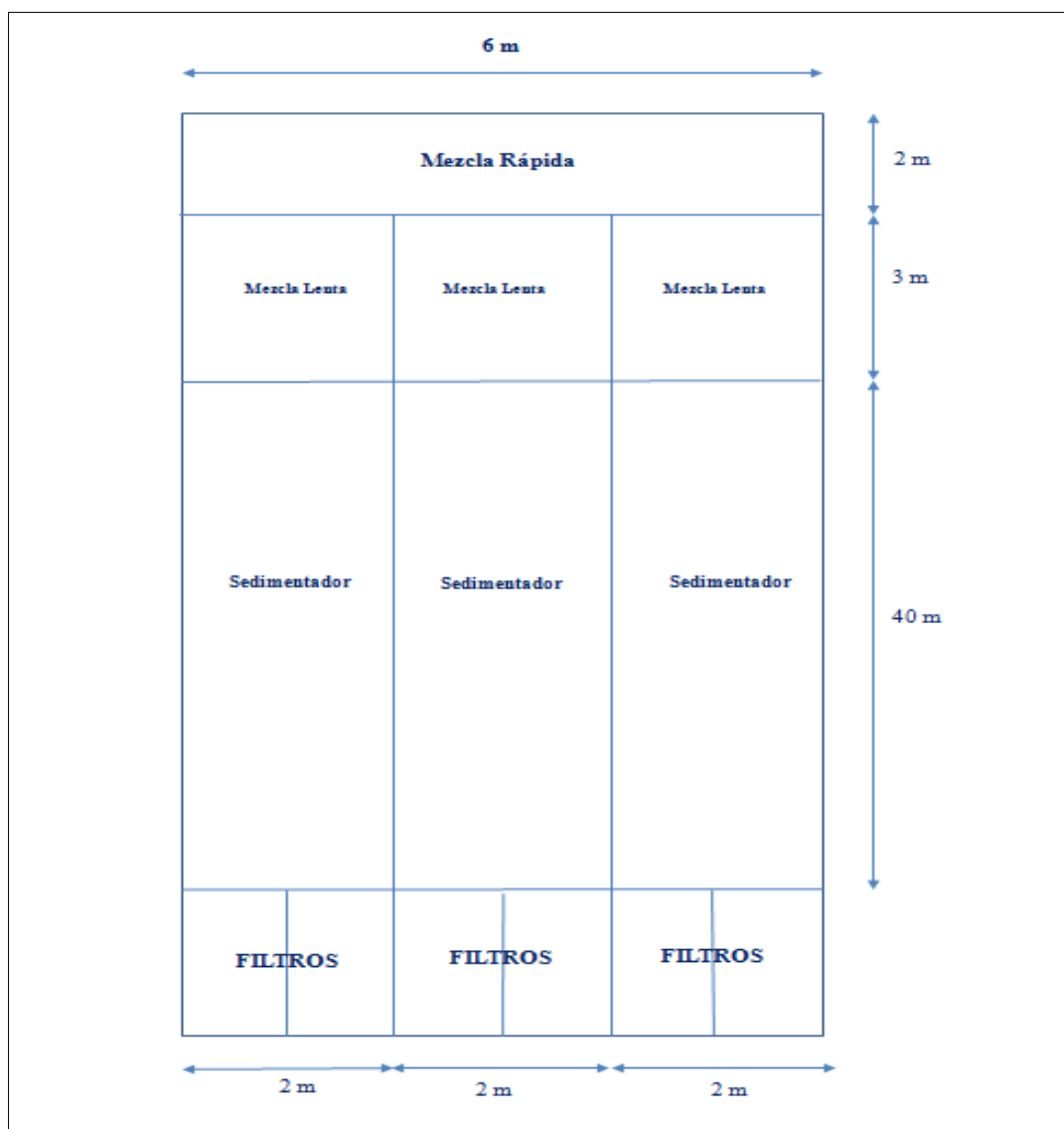


Figura 5.1. Croquis con las dimensiones y distribución de las piscinas que intervienen en el proceso del agua potable

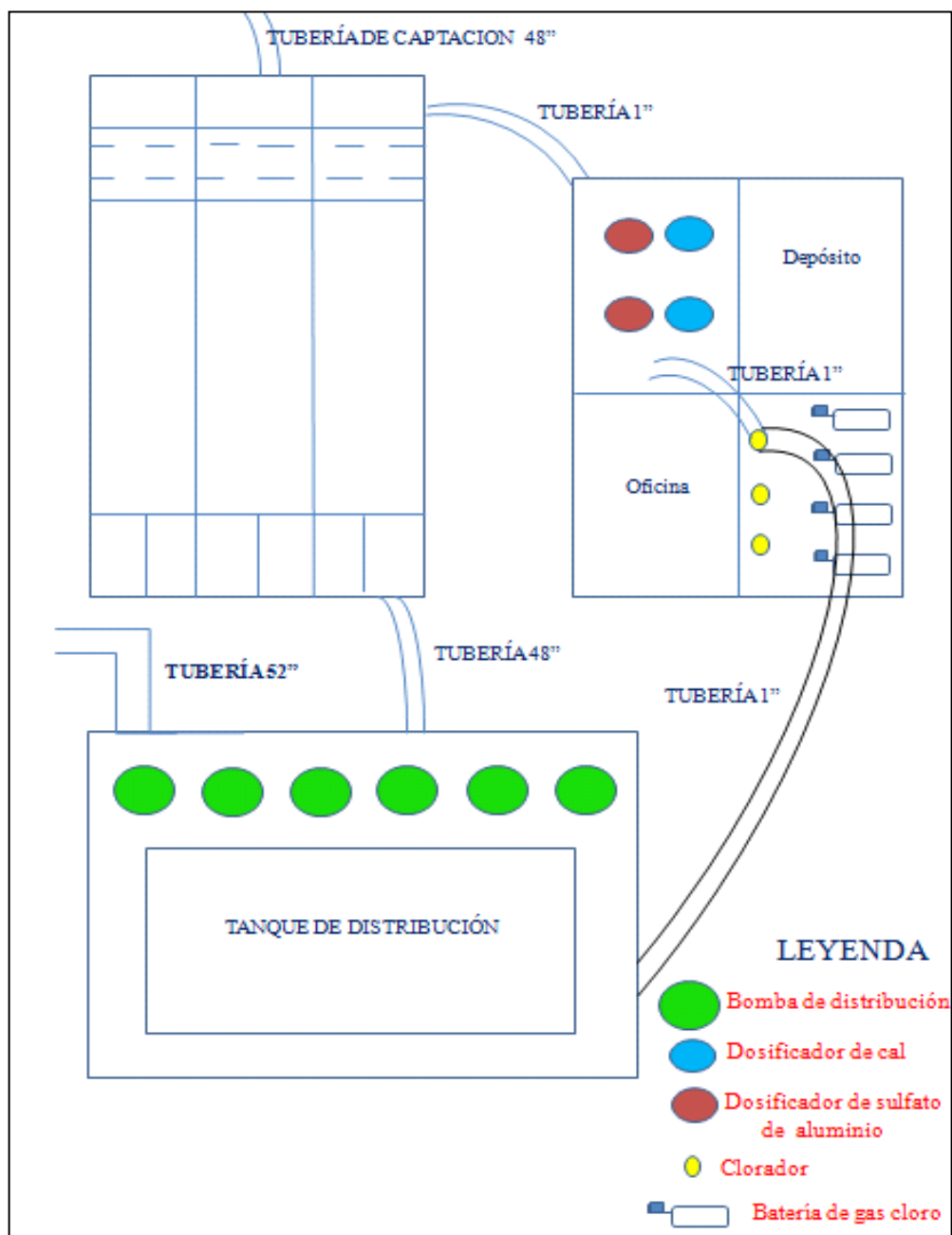


Figura 5.2. Croquis vista de planta con la distribución de los elementos que Intervienen en el proceso del agua potable.

## 5.2 Describir el proceso del sistema de captación y tratamiento del agua potable.

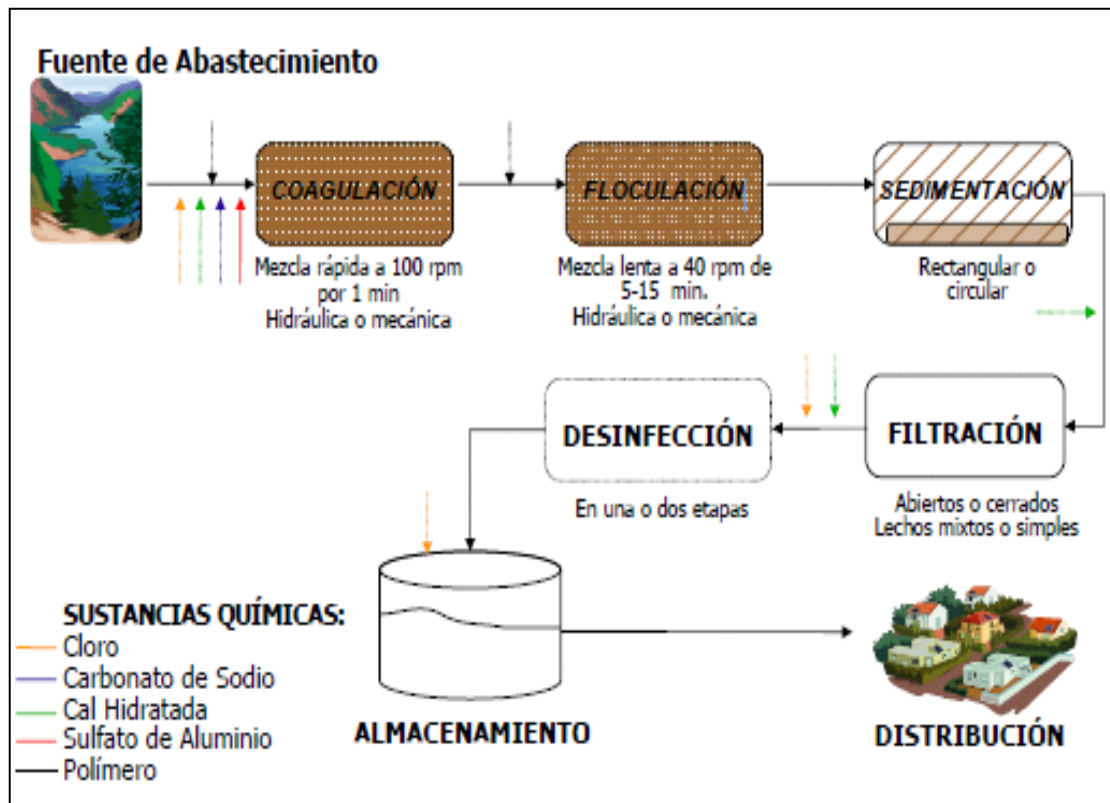


Figura 5.3. Sistema de la planta de tratamiento Bicentenario del proceso de captación y Tratamiento del agua.

**5.2.1 Captación:** este es el punto inicial del proceso; consiste en la succión del caudal de agua requerido desde la fuente y su posterior bombeo para conducirlo hasta la entrada de la planta de tratamiento. La Captación se puede realizar a través de dos clases de sistemas, dependerá de la estabilidad en el nivel de la fuente el uso de una u otra.

**5.2.2 Coagulación:** es la desestabilización de las partículas suspendidas, o sea la remoción de las fuerzas que la mantienen separadas. Iniciándose la coagulación en el mismo instante de la dosificación de coagulantes al agua y dura sólo fracciones de

segundos. Básicamente consiste en una serie de reacciones físicas y químicas entre los coagulantes, la superficie de las partículas, la alcalinidad del agua y del agua misma. La coagulación tiene la finalidad de mejorar la eficiencia de remoción de partículas coloidales en el proceso de decantación (sedimentación de partículas floculentas). En la coagulación pueden actuar tres mecanismos, el de adsorción–desestabilización, basado en las fuerzas electrostáticas de atracción y repulsión, el puente químico que establece una relación de dependencia entre las fuerzas químicas y la superficie de los coloides y el mecanismo de la sobresaturación de sustancias coagulantes en el agua.

**5.2.3 Unidades de coagulación:** el proceso de coagulación se debe llevar a cabo en una unidad de mezcla rápida, con el objeto de que intensidad de agitación pueda reunir la masa de agua en el momento en que se dosifica el coagulante, y así dar lugar a las reacciones de coagulación en las condiciones óptimas. Las unidades normalmente utilizadas para producir la mezcla rápida se pueden clasificar en dos grandes grupos, dependiendo del tipo de energía utilizada para producir la agitación: mecánica e hidráulica. En las plantas de tratamiento convencionales este proceso de mezclado rápido puede llevarse a cabo con mezcladores de flujo pistón o con retro mezcladores. En el primer caso, la adición de coagulantes se realiza al pasar la masa de agua por un punto determinado, en el cual se produce una fuerte turbulencia inducida por un aparato hidráulico/ orificio, vertedero, constricción, entre otros). En el segundo caso el agua es retenida en una cámara especial por un tiempo de detención nominal, donde se aplica la sustancia coagulante, mientras se aplica la sustancia coagulante, mientras se agita con una turbina, paleta rotatoria o cualquier otro sistema para crear turbulencia (Arboleda,2000).

**5.2.4 Floculación:** el transporte de ellas dentro del líquido para que hagan contacto, generalmente estableciendo puentes entre sí y formando una malla tridimensional de coágulos porosos., la floculación es el fenómeno por el cual las

partículas ya desestabilizadas chocan unas con otras para formar coágulos mayores. en la floculación, debe distinguirse entre floculación orto cinética, la cual es inducida por la energía comunicada al líquido debido a fuerzas externas y peri cinéticas o con escala de turbulencia por encima o por debajo de la micro escala de Kolmogoroff, inducida por el movimiento de agitación que poseen las partículas dentro del líquido (movimiento browniano) (Arboleda, 2000).

**5.2.5 Unidades de floculación:** se acostumbra clasificar a los floculadores como mecánicos o hidráulicos de acuerdo con el tipo de energía para agitar la masa de agua. Los primeros, según el sentido del flujo, se pueden ser de flujo horizontal, de flujo vertical o de flujo helicoidal. Los segundos, así mismo, según el tipo de movimiento, se clasifican en reciprocantes y rotatorios. Los floculadores mecánicos utilizan energía de una fuente externa, normalmente un motor eléctrico acoplado a un intercambiador de velocidades, que hace posible la pronta variación de la intensidad de agitación.

**5.2.6 Sedimentación:** se entiende por sedimentación la remoción por efecto gravitacional de las partículas en suspensión presentes en el agua. Estas partículas deberán tener un peso específico mayor que el fluido. La remoción de partículas en suspensión en el agua puede conseguirse por sedimentación o filtración. De allí que ambos procesos se consideren como complementarios.

La sedimentación remueve las partículas más densas, mientras que la filtración remueve aquellas partículas que tienen una densidad muy cercana a la del agua o que han sido suspendidas y, por lo tanto, no pudieron ser removidas en el proceso anterior.

La sedimentación es, en esencia, un fenómeno netamente físico y constituye uno de los procesos utilizados en el tratamiento del agua para conseguir la clarificación. (Valdez, 1990)

**5.2.7 Filtración:** en las instalaciones de filtración de las estaciones de tratamiento de agua, el medio poroso suele ser generalmente arena, arena antracita o bien carbón activo en grano, y la materia en suspensión está constituida por flóculos o microflóculos procedentes de la etapa anterior de decantación o bien formados expresamente cuando se sigue el proceso conocido como "microfloculación sobre filtro" o filtración directa"

**5.2.8 Desinfección:** la desinfección es el proceso unitario insustituible del tratamiento del agua y tiene como objetivo garantizar la calidad de la misma desde el punto de vista microbiológico y asegurar que sea inocua para la salud del consumidor. Si bien la práctica muestra que los procesos de coagulación, sedimentación y filtración remueven el mayor porcentaje de microorganismos patógenos del agua, la eficiencia de los mismos no llega al 100%. En términos prácticos, desinfectar el agua significa eliminar de ella los microorganismos existentes, capaces de producir enfermedades. En la desinfección se usa un agente físico o químico para destruir los microorganismos patógenos, que pueden transmitir enfermedades utilizando el agua como vehículo pasivo.

La desinfección es un proceso selectivo: no destruye todos los organismos presentes en el agua y no siempre elimina todos los organismos patógenos. Por eso requiere procesos previos que los eliminen mediante la coagulación, sedimentación y filtración.

**Este proceso puede efectuarse en dos formas:**

1. Desinfección directa; en un solo punto del proceso. Reducir el contenido inicial de contaminantes microbiológicos en el agua.
2. Desinfecciones continuas; pre y post- cloración en dos puntos distintos del proceso. Post -desinfectar el agua luego de la filtración. Constituye el uso más importante.

**Desinfectantes más Comunes:**

1. Cloro gaseoso
2. Hipoclorito de Sodio 12%
3. Hipoclorito de Calcio 65%
4. Dióxido de Cloro
5. Permanganato de Potasio
6. Peróxido de Hidrogeno
7. Ozono
8. Luz ultravioleta

**5.2.9 Almacenamiento y distribución:** una vez tratada el agua es conducida a un tanque de almacenamiento generalmente subterráneo. En muchos casos la post-cloración se realiza a la salida de este tanque o antes de entrar a él, para garantizar un tiempo de contacto adecuado. Al salir del tanque es conducida por medio de bombas al sistema de distribución, que no es más que un sistema de tuberías de acero al carbono revestido que conduce el agua hasta el consumidor. (López, R. 1999).

### **5.3 Examinar las características físico-químicas y/o bacteriológicas del agua pura y el agua tratada.**

#### **5.3.1 Características físico- químicas del agua**

**5.3.1.1 Turbidez:** para determinar este parámetro se utilizó el método AWWA 2130, el cual consiste en lo siguiente:

1. Agregar la muestra en una celda de adsorción.
2. Encender el turbidímetro.
3. Introducir la celda que contiene la muestra en el equipo.
4. Esperar la estabilización de la lectura.
5. Tomar nota del valor reflejado por el equipo en unidades de NTU (Unidad Nefelometría de Turbidez).

**5.3.1.2 PH:** esta característica se determinó mediante el método AWWA 4500 pH-value-B, el cual consiste en:

1. Agregar 50 ml del agua a analizar en un beaker.
2. Encender el medidor de pH.
3. Introducir el electrodo del equipo en el breaker que contiene la muestra.

4. Esperar la estabilización de la lectura.
5. Tomar nota del valor de pH obtenido.

**5.3.1.3 Color:** el color de las muestras se determinó usando el método de comparación visual AWWA 2120-B, este método, consiste en comparar el color de la muestra con soluciones patrones de platino-cobalto preparadas a diferentes unidades de color. Para aplicar este método se procedió de la siguiente manera.

1. Agregar 100 ml de la muestra en un tubo Nessler.
2. Colocar dicho tubo en el orificio central del comparador de color
3. Colocar en ambos lados del tubo que contiene la muestra las soluciones patrones de platino-cobalto de diferentes unidades de color.

**5.3.1.4 Sólidos disueltos totales:** los sólidos disueltos totales de las muestras analizadas fueron determinados de la misma manera que se determinó la conductividad, debido a que el equipo utilizado para medir dicha característica también determina la cantidad de sólidos disueltos totales al mismo tiempo que determina la conductividad, por lo que el procedimiento antes descrito se tomó nota de los valores de los sólidos disueltos reflejados por el equipo en unidades de ppm.

**5.3.1.5 Alcalinidad:** esta se determinó mediante el método AWWA 2320-B, cuyos pasos a seguir son:

1. Colocar 50 ml de muestra en un matraz

2. Añadir una gota de tiosulfato de sodio, para eliminar las posibles interferencias de sustancias que afectan el cambio de color.
3. Agregar tres gotas de indicador mixto
4. Titular poco a poco con ácido sulfúrico 0,02 N agitando suavemente hasta obtener un color rosa pálido.
5. Tomar nota del volumen de titulante gastado

Una vez realizado cada uno de los pasos se utiliza la siguiente expresión para el cálculo de la alcalinidad:

$$A = \frac{N \cdot V_{(H_2SO_4)} \cdot P_{eq(CaCO_3)} \cdot 1000}{V_m} \quad (5-1)$$

Dónde:

A: alcalinidad (mg/l = ppm).

N: normalidad del ácido sulfúrico = 0,02 N (0,02 eq-g/l).

V: volumen de ácido sulfúrico gastado (ml).  $P_{eq \text{ CaCO}_3}$ : peso equivalente del carbonato de calcio 50 g/eq-g

$V_m$ : Volumen de la muestra (ml)= 50ml

1000: factor de conversión de g a mg.

### 5.3.2 Caracterización bacteriológica del agua.

Para determinar la presencia de organismos coliformes fecales y totales en las muestras captadas se utilizó el método de Colilert, y consiste en la realización de los siguientes pasos:

- 1) Agregar el contenido de un sobre de reactivo colilert en el recipiente que contiene la muestra tomada.
- 2) Agitar suavemente, a fin de diluir el reactivo.
- 3) Verter la solución en una bandeja para análisis bacteriológico de 97 celdas y sellar.
- 4) Encubar por 24 horas a  $35 \pm 0,5$  °C.
- 5) Realizar la lectura de los resultados obtenidos una vez transcurrido el tiempo antes mencionado. Dicha lectura consiste en contar el número de celdas de color amarillo que aparecen en la bandeja y de acuerdo al valor obtenido leer en la tabla C-1 en el anexo C, el número de organismos coliformes totales presentes en la muestra.
- 6) Para determinar la presencia de organismos coliformes fecales se introduce la bandeja en una lámpara fluorescente, realizando el conteo del número de celdas que fluorescen en función al resultado obtenido comparar con los parámetros establecidos el número de organismos coliformes fecales correspondientes al número de celdas fluorescentes contadas.

Tabla 5.1. Características físico químicas del agua cruda y el agua tratada (potable)

| N° DE MUESTRA | PUNTOS DE MUESTREO | DIRECCIÓN DE MUESTREO | FECHA        | Cloro Residual<br>0,5 – 2,0 mg/L | pH<br>6,5 – 8,5 | Color<br>Máx. 15 UC Pt-<br>CO | Turbiedad<br>Máx. 5 UNT | Alcalinidad<br>mg/L CaCO <sub>3</sub> |
|---------------|--------------------|-----------------------|--------------|----------------------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| 1             | RIO                | PUNTO DE ENTRADA      | 03/07/<br>19 | -                                | 6,8             | 13                            | 51                      | 1                                     |
| 2             | GRIFO              | PUNTO DE SALIDA       | 03/07/<br>19 | 1,3                              | 6,1             | 15                            | 14,2                    | 2                                     |

Tabla 5.2. Características bacteriológicas del agua cruda y el agua tratada (potable)

| N° DE MUESTRAS | PUNTOS DE MUESTREO | DIRECCIÓN DE MUESTREO       | FECHA        | COLOR<br>RESIDUAL<br>mg/L | COLIFORMES<br>TOTALES | COLIFORMES<br>FECALLES | MESÓFILOS<br>ufc/mL | MOHOS<br>ufc/mL | LEVADURAS<br>ufc/mL |
|----------------|--------------------|-----------------------------|--------------|---------------------------|-----------------------|------------------------|---------------------|-----------------|---------------------|
| 1              | RIO                | ENTRADA PLANTA<br>ANGOSTURA | 03/07/<br>19 | -                         | >2400                 | >2400                  | -                   | -               | -                   |
| 2              | GRIFO              | PUNTO DE SALIDA             | 03/07/<br>19 | 1,1                       | <2,2                  | <2,2                   | 3                   | -               | -                   |

### 5.3.2.1 Caracterización bacteriológica del agua (Resultado de examen)

#### ❖ AGUA NO TRATADA (CRUDA)

1. TIPO DE MUESTRA: agua del Rio Orinoco.
2. ANALISIS SOLICITADO: estudio microbiologico.
3. EXAMEN AL FRESCO: en la muestra analizada se observaron bacterias en moderada cantidad. Escasos elementos fungicos (conidios y fragmentos filamentosos). Ausencia de formas evolutivas de protozoarios y helmintos.
4. GRAM: se observaron bacilos Gram negativo y Gram positivo y cocos Gram positivo.
5. RECuento DE COLONIAS: 120 unidades formadoras de colonias por milimetro de agua.
6. INDICE COLIFORME: coliformes Totales: Positivos.  
coliformes fecales: Positivos.
7. GERMENES AISLADOS: escherichia coli, enterobacter cloacae, pseudomonas sp, enterococcus epidermidis, bacillus sp, chromobacterium violaceum.

❖ **AGUA TRATADA (POTABLE)**

1. TIPO DE MUESTRA: agua de tubería .

2. ANALISIS SOLICITADO: estudio microbiológico.

3. EXAMEN AL FRESCO: en la muestra se analizó se observaron bacterias escasas. Ausencia de elementos fúngicos y formas evolutivas de protozoarios y helmintos.

4. GRAM: se observaron bacilos Gram negativo y Gram positivo y cocos Gram positivo.

5. RECuento DE COLONIAS: 50 unidades formadoras de colonias por milímetro de agua.

6. INDICE COLIFORME: coliformes Totales: positivo.

coliformes Fecales: positivos.

7. GERMEN AISLADOS: Escherichia coli, enterobacter cloacae, Staphylococcus, epidermidis, baccillus.

#### 5.4 Calcular el nivel de población que es capaz de abastecer el Sistema Bicentenario

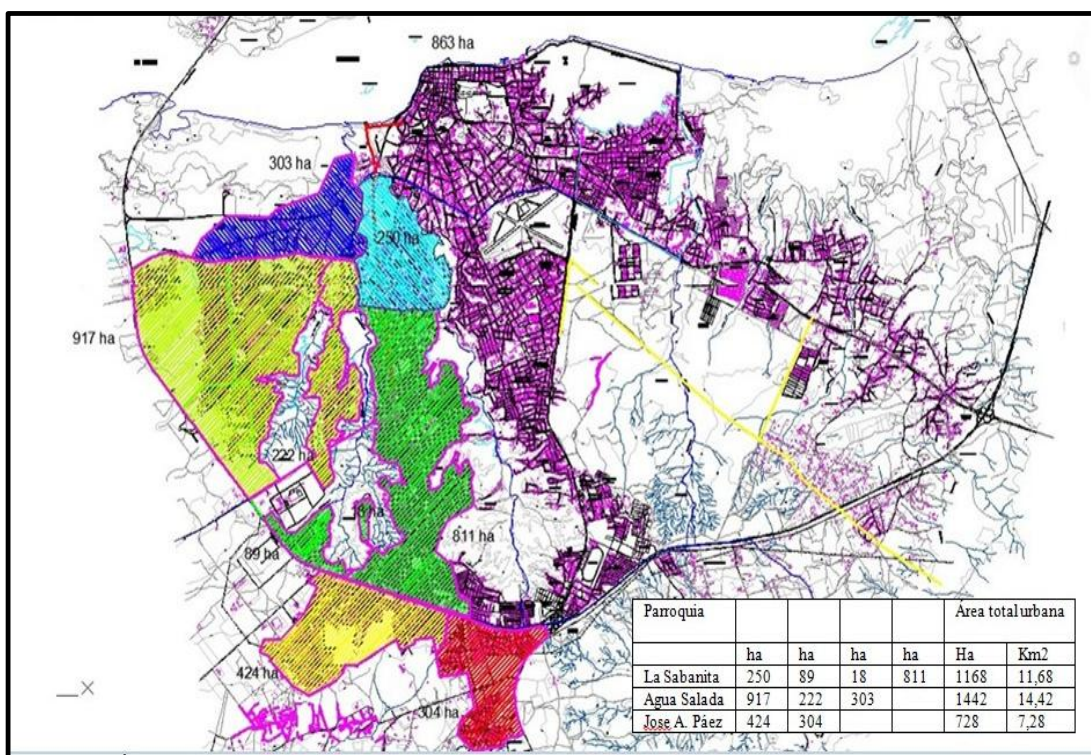


Figura 5.4. Mapa topográfico y de Distribución del área abastecida por la planta de tratamiento Bicentenario.

Ubicado el mapa topográfico de la ciudad y el censo poblacional se procede a los siguientes cálculos:

##### 5.4.1 Población Abastecida.

$$Poblacion\ abastecida = \frac{\sum \text{Áreas abastecidas por el sistema Bicentenario}}{\text{Área total}} \times Pob \quad (5-2)$$

#### 5.4.2. Calculo de la Población Abastecida estimada para diferentes años.

$$Poblacion\ abastecida\ estimada = Pob\ Abastecida \cdot (1 + Tc)^n \quad (5-3)$$

Tc=1,7%, n= Número de Años de diferencia.

Seleccionar la Dotación de agua dependiendo de la población.

#### 5.4.3 Caudal estimados Requeridos.

$$Caudal\ estimado\ Requerido = \frac{poblacion\ abastecida * Dotacion}{86400s} \quad (5-4)$$

#### 5.4.4. Calculo de la población abastecida con dos bombas operativas para 2019.

$$Poblacion = \frac{Qm}{Dotacion}. \quad (5-5)$$

Qm= Caudal medio =280Lt/s.

## Resolución

Tabla 5.3. Área y censo poblacional 2011 de las parroquias abastecidas por el acueducto Bicentenario

| Parroquia    |     |     |     |     | Área total urbana |       | Población Censo 2011 |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-------------------|-------|----------------------|
|              | ha  | ha  | ha  | ha  | Ha                | Km2   | Hab                  |
| La Sabanita  | 250 | 89  | 18  | 811 | 1168              | 11,68 | 74800                |
| Agua Salada  | 917 | 222 | 303 |     | 1442              | 14,42 | 78847                |
| Jose A. Páez | 424 | 304 |     |     | 728               | 7,28  | 32166                |
|              |     |     |     |     |                   |       | 185813               |

$$\begin{aligned}
 -Poblacion\ abastecida(S.2011) &= \frac{\Sigma(89 + 18 + 811)}{(250 + 89 + 18 + 811)} \times 74800 \\
 &= 58789.726hab
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 -Poblacion\ abastecida(AS.2011) &= \frac{(917 + 222)}{(917 + 222 + 303)} \times 78847 \\
 &= 62279,2878hab
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 -Poblacion\ abastecida(J.A.P.2011) &= \frac{\Sigma(424)}{(424 + 304)} \times 32166 \\
 &= 187734,044hab
 \end{aligned}$$

Total de Población abastecida = 139803,058 hab

Dotacion= 300L/hab/dia

$$-Caudal\ estimado\ requerido = \frac{139803,058 * 300L/hab/dia}{86400s} = 485\ L/s$$

$$-Poblacion\ abastecida\ estimada\ (S2016) = 58789,726 \cdot (1 + 0.017)^5 \\ = 64144,849$$

$$-Poblacion\ abastecida\ estimada\ (AS2016) = 62279,287(1 + 0.017)^5 \\ = 67952,2739$$

$$-Poblacion\ abastecida\ estimada\ (JAP2016) = 187734,044(1 + \\ 0.017)^5 = 20440,5177$$

$$-Caudal\ estimado\ requerido = \frac{152537,6416\ hab * 300}{86400s} = 530Lt/s$$

### Población Abastecida para 2011.

Tablas 5.4. Población Abastecida estimada y caudal requerido para 2011

| Parroquia    |     |     |     |     | Área total urbana |       | Población Censo 2011 | Población Abastecida 2011 |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-------------------|-------|----------------------|---------------------------|
|              | Ha  | ha  | ha  | ha  | Ha                | Km2   | Hab                  | Hab.                      |
| La Sabanita  | 250 | 89  | 18  | 811 | 1168              | 11,68 | 74800                | 58789,726                 |
| Agua Salada  | 917 | 222 | 303 |     | 1442              | 14,42 | 78847                | 62279,2878                |
| Jose A. Páez | 424 | 304 |     |     | 728               | 7,28  | 32166                | 18734,044                 |
|              |     |     |     |     |                   |       | 185813               | 139803,058                |

| Año  | Población Abastecida Estimada 2011. | Dotación       | Caudal Estimado Requerida. |
|------|-------------------------------------|----------------|----------------------------|
| 2011 | 139803,058 hab                      | 300 Lt/hab/dia | 485 lt//s                  |

En el análisis de los siguientes resultados la planta Potabilizadora satisfacía la demanda requerida para el año 2011.

**Población abastecida estimada para 2016.**

**Tablas 5.5. Población Abastecida estimada y caudal requerido para 2016**

| Parroquia    |     |     |     |     | Área total urbana |       | Población Abastecida 2011 | Población Abastecida Estimada 2016 |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-------------------|-------|---------------------------|------------------------------------|
|              | ha  | ha  | ha  | ha  | Ha                | Km2   | Hab                       | Hab                                |
| La Sabanita  | 250 | 89  | 18  | 811 | 1168              | 11,68 | 58789,726                 | 64144,84991                        |
| Agua Salada  | 917 | 222 | 303 |     | 1442              | 14,42 | 62279,2878                | 67952,27394                        |
| Jose A. Páez | 424 | 304 |     |     | 728               | 7,28  | 18734,044                 | 20440,51774                        |
|              |     |     |     |     |                   |       | 139803,058                | 152537,6416                        |

| Año  | Población Abastecida Estimada 2016 | Dotación       | Caudal Estimado Requerida. |
|------|------------------------------------|----------------|----------------------------|
| 2016 | 152537,6416 hab                    | 300 Lt/hab/dia | 530 lt//s                  |

En el análisis de los siguientes resultados la población crece por tanto aumenta la demanda, aun así la planta satisface la necesidad de la población.

### Población abastecida estimada para 2019.

Tablas 5.6. Población Abastecida estimada y caudal requerido para 2019

| Parroquia    |     |     |     |     | Área total urbana |       | Población Abastecida 2011 | Población Abastecida Estimada 2019 |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-------------------|-------|---------------------------|------------------------------------|
|              | ha  | ha  | ha  | ha  | Ha                | Km2   | Hab                       | Hab                                |
| La Sabanita  | 250 | 89  | 18  | 811 | 1168              | 11,68 | 58789,726                 | 67589,3092                         |
| Agua Salada  | 917 | 222 | 303 |     | 1442              | 14,42 | 62279,2878                | 716601,1848                        |
| Jose A. Páez | 424 | 304 |     |     | 728               | 7,28  | 18734,044                 | 21538,1356                         |
|              |     |     |     |     |                   |       | 139803,058                | 160728,629                         |

| Año  | Población Abastecida Estimada 2019 | Dotación       | Caudal Estimado Requerida. |
|------|------------------------------------|----------------|----------------------------|
| 2019 | 160728,629 hab                     | 300 Lt/hab/día | 558 lt//s                  |

El análisis de los resultados para el año 2019 es sumamente significativo debido al crecimiento de la población, existe una mayor demanda, sin embargo la planta no se encuentra trabajando a su máxima capacidad y no es capaz de abastecer la población deseada. Si la planta trabajara a su máxima capacidad cumpliría con la dotación requerida por la población para este año.

### Población abastecida estimada para 2041.

Tablas 5.7. Población Abastecida estimada y caudal requerido para 2041

| Parroquia    |     |     |     |     | Área total urbana |       | Población Abastecida en 2011 | Población Abastecida Estimada 2041 |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-------------------|-------|------------------------------|------------------------------------|
|              | Ha  | ha  | ha  | ha  | Ha                | Km2   | Hab                          | Hab                                |
| La Sabanita  | 250 | 89  | 18  | 811 | 1168              | 11,68 | 58789,726                    | 99189,0151                         |
| Agua Salada  | 917 | 222 | 303 |     | 1442              | 14,42 | 62279,2878                   | 105076,544                         |
| Jose A. Páez | 424 | 304 |     |     | 728               | 7,28  | 18734,044                    | 31607,7569                         |
|              |     |     |     |     |                   |       | 139803,058                   | 235873,316                         |

| Año  | Población Abastecida Estimada 2041 | Dotación       | Caudal Estimado Requerida. |
|------|------------------------------------|----------------|----------------------------|
| 2041 | 235873,316hab                      | 300 Lt/hab/dia | 819 lt/s                   |

Haciendo una proyección para el año 2041, treinta años después de su planeación si la planta trabajara a su máxima capacidad, pudiera satisfacer la demanda deseada.

### Resumen de Población abastecida y caudal requerido.

Tablas 5.8. Cuadro Comparativo Población abastecida estimada y caudal Requerido

| Año  | Población Abastecida Estimada. | Dotación       | Caudales Estimados Requeridos. | Caudal del acueducto |
|------|--------------------------------|----------------|--------------------------------|----------------------|
| 2011 | 139803,058 hab                 | 300 Lt/hab/dia | 485 Lt/s                       | 840 l/s              |
| 2016 | 152537,6416 hab                | 300 Lt/hab/dia | 530 Lt/s                       | 840 l/s              |
| 2019 | 160728,629 hab                 | 300 Lt/hab/dia | 558 Lt/s                       | 280 l/s              |
| 2041 | 235873,316 hab                 | 300 Lt/hab/dia | 819 Lt/s                       | -                    |

#### 5.4.11. Calculo de la población abastecida con dos bombas operativas.

$$Poblacion\ 2019 = \frac{Qm}{Dotacion.}$$

$$Poblacion2019 = \frac{280lt/s}{300\ lt.hab/dia} = 80640hab$$

#### 5.4.1 Hundimiento de la Balsa Toma vieja del acueducto Bicentenario y angostura

En la mañana del miércoles 12 de diciembre de 2018 los vecinos reportaron que se hundió la balsa de la empresa hidrológica Hidrobolivar, que impulsa el agua del Río Orinoco hasta la planta de Perro Seco, con esto son varios sectores de Ciudad Bolívar que se quedan sin el vital líquido, como lo son: La Sabanita, Agua Salada, Catedral, entre otros.

La causa principal fue la falta de mantenimiento a los flotadores, estos se encontraban oxidados lo que género que quedaran vulnerables y dando paso a que

fácilmente se crearan aberturas u orificios al mismo para así finalmente su hundimiento total. Mientras se solventa la situación, Justo Noguera puso en marcha un plan de contingencia para distribuir agua potable a través de camiones cisternas a los lugares abastecidos por esta planta y se tomaron medidas correctivas para aquellas comunidades que continúan con la ausencia de agua potable, como El sector El Perú, que antes se veía beneficiado por Angostura fue reubicado a la Planta Tocomita por lo que paulatinamente empezó a recibir el servicio básico.

Entre los trabajos que se deben realizar en el sistema de captación de agua cruda en la balsa toma nueva ya que fue afectada por hundimiento de la otra y es la única que esta a flote y adaptarle las bombas de la antigua balsa toma los cuales están siendo ejecutados y supervisados por un equipo multidisciplinario de la hidrológica se encuentra la sustitución de las válvulas Check. También se realizaron el reemplazo de flotadores, reparación del piso, cambio de techo, corrección del tablero eléctrico, mejoras a las bases de motores y pintura en general, de igual forma mejorarán el funcionamiento de los equipos de bombeo, para de esta manera alargar la vida útil de esta embarcación y la colectividad de Ciudad Bolívar, pueda contar con un servicio de agua potable de calidad.

En seguidas se procedió a ejecutar pruebas en los motores e iniciar el llenado en los tanques de distribución y así poder iniciar el suministro del vital líquido en las zonas afectadas ya que es importante destacar que su distribución final consiste en 4 bombas en la balsa toma nueva 2 trabajando para la planta Angostura y 2 trabajando para la planta Bicentenario.

## CONCLUSION

1. De los sistemas de captación (2), que abastecen los acueducto bicentenario y angostura, una de las balsas dejo de funcionar debido a la falta de mantenimiento le ocasiono un hundimiento por lo tanto la balsa toma existente se encuentra trabajando de manera alterna abasteciendo a ambos sistemas (Bicentenario y Angostura).

2. El sistema Bicentenario se encuentra constituido por una obra de captación de tipo Balsa toma, la cual está constituida por 4 bombas activas, 2 de 250hp y 2 de 300hp, 2 bombean hasta la planta de tratamiento Bicentenario, 1 de 250hp y otra de 300 hp.

3. El agua es transportada a una distancia de 5,5 km desde una cota que varía dependiendo la altura del rio, hasta los momentos la cota mas alta registrada es de 18,30msnm, y se bombea hasta una cota de 83msnm en la planta, ubicada al sur por la Avenida España, cruzando a la derecha con dirección a calle Chacaito. La planta Bicentenario inicia el procesos de tratamiento como lo son la coagulación, Floculación, Sedimentación, Filtración y Desinfección, para luego posteriormente realizar su almacenamiento desde donde va a ser distribuida a la red cuenta con 6 bombas de 140 lps, de las cuales solo 2 operan simultáneamente.

4. La planta Potabilizadora de agua cuenta con 3 piscinas de tratamiento una es la de mezcla rápida o de coagulación esta cuenta con una capacidad de 36000lt, ya que sus dimensiones son 2 m x 6 m x 3 m, otra de Mezcla lenta o Floculación, que tiene una capacidad 18000lts ya que cuenta con un unas dimensiones de 2m x 3m x 3m y por ultima la piscina de sedimentación, esta cuenta con una capacidad de 48000lts ya que sus dimensiones son de 2 m x 40 m x 6 m. Se cuenta con 6 filtros existentes los cuales solo están funcionales 3 compuesta por (grava, arena, sirca), posee 4 dosificadores todos en funcionamiento, 2 de cal, 2 de sulfato de aluminio, 4

5. baterías de gas cloro y 3 cloradores (1 operativo y 2 de repuesto). Cuenta con un tanque de almacenamiento con una capacidad 1.000.000 LTS.

6. El análisis Fisico-químico en el agua de río (balsa toma) se observó la presencia de bacterias en moderadas cantidades, un número  $>2400$  coliformes fecales mientras que en la comparación con la salida del agua tratada por la planta bicentenario, se observaron bacterias escasas, coliformes fecales  $<2,2$ , Cloro Residual  $0,5 - 2,0$  mg/L 1,3. esto significa que el agua está siendo tratada debido a la diferencia entre ambas muestras, las bacterias disminuyeron considerablemente siendo un agua potable óptima para el consumo.

7. Actualmente la planta de tratamiento Bicentenario no se encuentra a su máxima capacidad Operacional, ya que solo se encuentran en funcionamiento 2 bombas de distribución, dejando de esta manera un 50% de la población sin ser abastecida.

8. Concluido los estudios hemos fijado que la planta bicentenario realiza de forma adecuada los procesos de potabilización del agua, disminuyendo las bacterias, sin embargo el sistema no funciona a su máxima capacidad operacional debido a problemas de captación y distribución, adicional a esto, está la poca dotación de los suministros químicos (gas cloro, hipoclorito, cal hidratada, sulfato de aluminio) a la planta ya que son insuficientes para cubrir la necesidades requeridas de dosificaciones durante el plazo establecido hasta su próxima fecha de ser abastecida con estos químicos.

## **RECOMENDACIONES**

1. Reparar o sustituir a la brevedad posible las bombas dañadas, para poder abastecer de forma adecuada el sistema y que el agua pueda tener un proceso de potabilización más adecuado y eficiente, brindándole a la población mayores beneficios.
2. Para garantizar el continuo y buen funcionamiento del sistema, deben realizarse los mantenimientos respectivos a las tuberías, bombas, filtros, dosificadores, piscinas, flotadores en el caso de la balsa toma, tablero eléctrico, además de reemplazarse las que sean necesarias una vez cumplan su vida útil.
3. Se recomienda pedir a la entidad encargada las suficientes sustancias para poder ajustar la dosis cada vez que sea necesario pequiven o el tablazo
4. Restablecer la balsa toma (hundida) fuera de servicio para así tener la potencia y capacidad del bombeo necesaria y suficiente, con la finalidad de surtir la planta bicentenario a un 100% de su capacidad de Operación.
5. Las aguas Residuales deben ser tratadas antes de desembocar en el Río Orinoco debido a que presentan una gran cantidad de bacterias y químicos sumamente nocivos al medio ambiente, este tipo de contaminantes tiene como consecuencia el aumento de partículas coloidales e influye negativamente en la potabilización.

## ANEXO



Figura A-1 27 Sep 2018. Balsa Toma vieja del acueducto Bicentenario y angostura



Figura A-2. 27 Sep 2018. Balsa Toma vieja del acueducto Bicentenario y angostura

## instalacion de bombas



Figura A-3 12 dic. 2018 Balsa Toma vieja del acueducto Bicentenario y angostura hundida.



Figura A-4 Recolección de tomas de muestras del agua cruda en la balsa toma


**LABORATORIO  
CLÍNICO BACTERIOLÓGICO  
SIEGART**


RIF: J.30481876-9 NIT: 30742427-2

Ciudad Bolívar: 03/07/2019.

**RESPONSABLE: GERALDINE PEREZ**

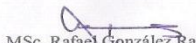
Centro Médico Oftalmológico Siegart. Av. Siegart. Ciudad Bolívar-Estado Bolívar.

Figura A-5 Resultados físicos de los exámenes del análisis microbiológico del agua cruda y tratada (potable)

**RESPONSABLE: GERALDINE PEREZ**

**EDAD:** AÑOS

**FECHA:** 03-07-2019

| B A C T E R I O L O G I A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Tipo de muestra:</b> AGUA DEL RIO ORINOCO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |
| <b>Análisis solicitado:</b> ESTUDIO MICROBIOLÓGICO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |
| <b>EXAMEN AL FRESCO:</b> en la muestra analizada se observaron bacterias en moderada cantidad. Escasos elementos fúngicos(conidios y fragmentos filamentosos). Ausencia de formas evolutivas de protozoarios y helmintos.<br><b>GRAM:</b> se observaron bacilos Gram negativo y Gram positivo y cocos Gram positivo<br><b>RECUENTO DE COLONIAS:</b> 120 unidades formadoras de colonias por mililitro de agua.<br><b>INDICE COLIFORME:</b> Coliformes Totales: Positivo<br>Coliformes fecales: Positivo<br><b>GERMENES AISLADOS:</b> <i>Escherichia coli</i> , <i>Enterobacter cloacae</i> , <i>Pseudomonas sp.</i> , <i>Enterococcus sp.</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Bacillus sp.</i> , <i>Chromobacterium violaceum</i> |  |
| <br>MSc. Rafael González Ramos<br>Bacteriólogo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |

| ANTIBIOGRAMA:          |  | S: Sensible |   | R: Resistente           |  | I: Int. |   |
|------------------------|--|-------------|---|-------------------------|--|---------|---|
|                        |  | 1           | 2 |                         |  | 1       | 2 |
| Amikacina              |  |             |   | Lincomicina             |  |         |   |
| Amoxi.Ac.clavulanico   |  |             |   | Lomefloxacin            |  |         |   |
| Ampicilina             |  |             |   | Meropenem               |  |         |   |
| Aztreonam              |  |             |   | Nitrofurantoina         |  |         |   |
| Carbencilina           |  |             |   | Norfloxacin             |  |         |   |
| Cefalotina             |  |             |   | Ofloxacin               |  |         |   |
| Cefixime               |  |             |   | Oxacilina               |  |         |   |
| Cefazolina             |  |             |   | Oxitetracilina          |  |         |   |
| Cefepime               |  |             |   | Penicilina              |  |         |   |
| Cefoperazona           |  |             |   | Piperacilina            |  |         |   |
| Cefoperazona Sulbactam |  |             |   | Sulbactam-Ampicilina    |  |         |   |
| Cefotaxima             |  |             |   | Tazobactam-Piperacilina |  |         |   |
| Cefoxitina             |  |             |   | Tetracilina             |  |         |   |
| Ceftazidime            |  |             |   | Ticarcilina             |  |         |   |
| Ceftibuten             |  |             |   | Tobramicina             |  |         |   |
| Ceftriaxone            |  |             |   | Trimetoprim-Sulfa       |  |         |   |
| Cefuroxima             |  |             |   | Vancomicina             |  |         |   |
| Ciprofloxacina         |  |             |   | Cloranfenicol           |  |         |   |
| Clindamicina           |  |             |   | Cefotaxima-clavulanico  |  |         |   |
| Colimicina             |  |             |   | Ertopenem               |  |         |   |
| Eritromicina           |  |             |   | Imipenem                |  |         |   |
| Gentamicina            |  |             |   | Acido Nalidixico        |  |         |   |
| Kanamicina             |  |             |   | Moxifloxacina           |  |         |   |
| Levofloxacina          |  |             |   |                         |  |         |   |
| OBSERVACIONES:         |  |             |   |                         |  |         |   |

Figura A-6 Resultados de los exámenes del analisis microbiológico del agua cruda.

| <b>RESPONSABLE:</b> GERALDINE PEREZ<br><b>EDAD:</b> AÑOS<br><b>FECHA:</b> 03-07-2019                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   | <b>ANTIBIOGRAMA:</b> S: Sensible R: Resistente I: Int.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                         |   |   |  |   |   |  |   |   |           |  |  |             |  |  |                      |  |  |               |  |  |            |  |  |           |  |  |           |  |  |             |  |  |               |  |  |                 |  |  |            |  |  |              |  |  |          |  |  |            |  |  |            |  |  |           |  |  |          |  |  |                |  |  |              |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |            |  |  |                      |  |  |            |  |  |                         |  |  |             |  |  |              |  |  |            |  |  |             |  |  |             |  |  |             |  |  |            |  |  |                   |  |  |                |  |  |             |  |  |              |  |  |               |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |           |  |  |             |  |  |          |  |  |            |  |  |                  |  |  |               |  |  |               |  |  |                       |  |  |  |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---|---|--|---|---|--|---|---|-----------|--|--|-------------|--|--|----------------------|--|--|---------------|--|--|------------|--|--|-----------|--|--|-----------|--|--|-------------|--|--|---------------|--|--|-----------------|--|--|------------|--|--|--------------|--|--|----------|--|--|------------|--|--|------------|--|--|-----------|--|--|----------|--|--|----------------|--|--|--------------|--|--|------------|--|--|------------------------|--|--|--------------|--|--|------------|--|--|----------------------|--|--|------------|--|--|-------------------------|--|--|-------------|--|--|--------------|--|--|------------|--|--|-------------|--|--|-------------|--|--|-------------|--|--|------------|--|--|-------------------|--|--|----------------|--|--|-------------|--|--|--------------|--|--|---------------|--|--|------------|--|--|------------------------|--|--|--------------|--|--|-----------|--|--|-------------|--|--|----------|--|--|------------|--|--|------------------|--|--|---------------|--|--|---------------|--|--|-----------------------|--|--|--|--|--|
| <b>B A C T E R I O L O G I A</b><br><b>Tipo de muestra:</b><br><b>AGUA DE TUBERIA (POTABLE)</b><br><b>Análisis solicitado:</b><br><b>ESTUDIO MICROBIOLOGICO</b><br><b>EXAMEN AL FRESCO:</b> en la muestra analizada se observaron bacterias escasas. Ausencia de elementos fúngicos y formas evolutivas de protozoarios y helmintos<br><b>GRAM:</b> se observaron bacilos Gram negativo y Gram positivo y cocos Gram positivo<br><b>RECuento DE COLONIAS:</b> 50 unidades formadoras de colonias por mililitro de agua.<br><b>INDICE COLIFORME:</b> Coliformes Totales: Positivo<br>Coliformes fecales: Positivo<br><b>GERMENES AISLADOS:</b> <i>Escherichia coli</i> , <i>Enterobacter cloacae</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Bacillus subtilis</i> |   | <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Amikacina</td><td></td><td></td><td>Lincomicina</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Amoxi.Ac.clavulamico</td><td></td><td></td><td>Lomefloxacina</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Ampicilina</td><td></td><td></td><td>Meropenem</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Aztreonam</td><td></td><td></td><td>Netromicina</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Carbenicilina</td><td></td><td></td><td>Nitrofurantoina</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cefalotina</td><td></td><td></td><td>Norfloxacina</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cefixime</td><td></td><td></td><td>Oflaxacina</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cefazolina</td><td></td><td></td><td>Oxacilina</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cefepime</td><td></td><td></td><td>Oxitetracilina</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cefoperazona</td><td></td><td></td><td>Penicilina</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cefoperazona Sulbactam</td><td></td><td></td><td>Piperacilina</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cefotaxima</td><td></td><td></td><td>Sulbactam-Ampicilina</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cefoxitina</td><td></td><td></td><td>Tazobactam-Piperacilina</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Ceftazidime</td><td></td><td></td><td>Tetraciclina</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Ceftibuten</td><td></td><td></td><td>Ticarcilina</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Ceftriaxone</td><td></td><td></td><td>Tobramicina</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cefuroxima</td><td></td><td></td><td>Trimetoprim-Sulfa</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Ciprofloxacina</td><td></td><td></td><td>Vancomicina</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Clindamicina</td><td></td><td></td><td>Cloranfenicol</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Colimicina</td><td></td><td></td><td>Cefotaxima-clavulamico</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Eritromicina</td><td></td><td></td><td>Ertopenem</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Gentamicina</td><td></td><td></td><td>Imipenem</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Kanamicina</td><td></td><td></td><td>Acido Nalidixico</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Levofloxacina</td><td></td><td></td><td>Moxifloxacina</td><td></td><td></td></tr> <tr><td colspan="6"><b>OBSERVACIONES:</b></td></tr> </tbody> </table> |                         |   |   |  | 1 | 2 |  | 1 | 2 | Amikacina |  |  | Lincomicina |  |  | Amoxi.Ac.clavulamico |  |  | Lomefloxacina |  |  | Ampicilina |  |  | Meropenem |  |  | Aztreonam |  |  | Netromicina |  |  | Carbenicilina |  |  | Nitrofurantoina |  |  | Cefalotina |  |  | Norfloxacina |  |  | Cefixime |  |  | Oflaxacina |  |  | Cefazolina |  |  | Oxacilina |  |  | Cefepime |  |  | Oxitetracilina |  |  | Cefoperazona |  |  | Penicilina |  |  | Cefoperazona Sulbactam |  |  | Piperacilina |  |  | Cefotaxima |  |  | Sulbactam-Ampicilina |  |  | Cefoxitina |  |  | Tazobactam-Piperacilina |  |  | Ceftazidime |  |  | Tetraciclina |  |  | Ceftibuten |  |  | Ticarcilina |  |  | Ceftriaxone |  |  | Tobramicina |  |  | Cefuroxima |  |  | Trimetoprim-Sulfa |  |  | Ciprofloxacina |  |  | Vancomicina |  |  | Clindamicina |  |  | Cloranfenicol |  |  | Colimicina |  |  | Cefotaxima-clavulamico |  |  | Eritromicina |  |  | Ertopenem |  |  | Gentamicina |  |  | Imipenem |  |  | Kanamicina |  |  | Acido Nalidixico |  |  | Levofloxacina |  |  | Moxifloxacina |  |  | <b>OBSERVACIONES:</b> |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1 | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                         | 1 | 2 |  |   |   |  |   |   |           |  |  |             |  |  |                      |  |  |               |  |  |            |  |  |           |  |  |           |  |  |             |  |  |               |  |  |                 |  |  |            |  |  |              |  |  |          |  |  |            |  |  |            |  |  |           |  |  |          |  |  |                |  |  |              |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |            |  |  |                      |  |  |            |  |  |                         |  |  |             |  |  |              |  |  |            |  |  |             |  |  |             |  |  |             |  |  |            |  |  |                   |  |  |                |  |  |             |  |  |              |  |  |               |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |           |  |  |             |  |  |          |  |  |            |  |  |                  |  |  |               |  |  |               |  |  |                       |  |  |  |  |  |
| Amikacina                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Lincomicina             |   |   |  |   |   |  |   |   |           |  |  |             |  |  |                      |  |  |               |  |  |            |  |  |           |  |  |           |  |  |             |  |  |               |  |  |                 |  |  |            |  |  |              |  |  |          |  |  |            |  |  |            |  |  |           |  |  |          |  |  |                |  |  |              |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |            |  |  |                      |  |  |            |  |  |                         |  |  |             |  |  |              |  |  |            |  |  |             |  |  |             |  |  |             |  |  |            |  |  |                   |  |  |                |  |  |             |  |  |              |  |  |               |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |           |  |  |             |  |  |          |  |  |            |  |  |                  |  |  |               |  |  |               |  |  |                       |  |  |  |  |  |
| Amoxi.Ac.clavulamico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Lomefloxacina           |   |   |  |   |   |  |   |   |           |  |  |             |  |  |                      |  |  |               |  |  |            |  |  |           |  |  |           |  |  |             |  |  |               |  |  |                 |  |  |            |  |  |              |  |  |          |  |  |            |  |  |            |  |  |           |  |  |          |  |  |                |  |  |              |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |            |  |  |                      |  |  |            |  |  |                         |  |  |             |  |  |              |  |  |            |  |  |             |  |  |             |  |  |             |  |  |            |  |  |                   |  |  |                |  |  |             |  |  |              |  |  |               |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |           |  |  |             |  |  |          |  |  |            |  |  |                  |  |  |               |  |  |               |  |  |                       |  |  |  |  |  |
| Ampicilina                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Meropenem               |   |   |  |   |   |  |   |   |           |  |  |             |  |  |                      |  |  |               |  |  |            |  |  |           |  |  |           |  |  |             |  |  |               |  |  |                 |  |  |            |  |  |              |  |  |          |  |  |            |  |  |            |  |  |           |  |  |          |  |  |                |  |  |              |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |            |  |  |                      |  |  |            |  |  |                         |  |  |             |  |  |              |  |  |            |  |  |             |  |  |             |  |  |             |  |  |            |  |  |                   |  |  |                |  |  |             |  |  |              |  |  |               |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |           |  |  |             |  |  |          |  |  |            |  |  |                  |  |  |               |  |  |               |  |  |                       |  |  |  |  |  |
| Aztreonam                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Netromicina             |   |   |  |   |   |  |   |   |           |  |  |             |  |  |                      |  |  |               |  |  |            |  |  |           |  |  |           |  |  |             |  |  |               |  |  |                 |  |  |            |  |  |              |  |  |          |  |  |            |  |  |            |  |  |           |  |  |          |  |  |                |  |  |              |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |            |  |  |                      |  |  |            |  |  |                         |  |  |             |  |  |              |  |  |            |  |  |             |  |  |             |  |  |             |  |  |            |  |  |                   |  |  |                |  |  |             |  |  |              |  |  |               |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |           |  |  |             |  |  |          |  |  |            |  |  |                  |  |  |               |  |  |               |  |  |                       |  |  |  |  |  |
| Carbenicilina                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Nitrofurantoina         |   |   |  |   |   |  |   |   |           |  |  |             |  |  |                      |  |  |               |  |  |            |  |  |           |  |  |           |  |  |             |  |  |               |  |  |                 |  |  |            |  |  |              |  |  |          |  |  |            |  |  |            |  |  |           |  |  |          |  |  |                |  |  |              |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |            |  |  |                      |  |  |            |  |  |                         |  |  |             |  |  |              |  |  |            |  |  |             |  |  |             |  |  |             |  |  |            |  |  |                   |  |  |                |  |  |             |  |  |              |  |  |               |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |           |  |  |             |  |  |          |  |  |            |  |  |                  |  |  |               |  |  |               |  |  |                       |  |  |  |  |  |
| Cefalotina                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Norfloxacina            |   |   |  |   |   |  |   |   |           |  |  |             |  |  |                      |  |  |               |  |  |            |  |  |           |  |  |           |  |  |             |  |  |               |  |  |                 |  |  |            |  |  |              |  |  |          |  |  |            |  |  |            |  |  |           |  |  |          |  |  |                |  |  |              |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |            |  |  |                      |  |  |            |  |  |                         |  |  |             |  |  |              |  |  |            |  |  |             |  |  |             |  |  |             |  |  |            |  |  |                   |  |  |                |  |  |             |  |  |              |  |  |               |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |           |  |  |             |  |  |          |  |  |            |  |  |                  |  |  |               |  |  |               |  |  |                       |  |  |  |  |  |
| Cefixime                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Oflaxacina              |   |   |  |   |   |  |   |   |           |  |  |             |  |  |                      |  |  |               |  |  |            |  |  |           |  |  |           |  |  |             |  |  |               |  |  |                 |  |  |            |  |  |              |  |  |          |  |  |            |  |  |            |  |  |           |  |  |          |  |  |                |  |  |              |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |            |  |  |                      |  |  |            |  |  |                         |  |  |             |  |  |              |  |  |            |  |  |             |  |  |             |  |  |             |  |  |            |  |  |                   |  |  |                |  |  |             |  |  |              |  |  |               |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |           |  |  |             |  |  |          |  |  |            |  |  |                  |  |  |               |  |  |               |  |  |                       |  |  |  |  |  |
| Cefazolina                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Oxacilina               |   |   |  |   |   |  |   |   |           |  |  |             |  |  |                      |  |  |               |  |  |            |  |  |           |  |  |           |  |  |             |  |  |               |  |  |                 |  |  |            |  |  |              |  |  |          |  |  |            |  |  |            |  |  |           |  |  |          |  |  |                |  |  |              |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |            |  |  |                      |  |  |            |  |  |                         |  |  |             |  |  |              |  |  |            |  |  |             |  |  |             |  |  |             |  |  |            |  |  |                   |  |  |                |  |  |             |  |  |              |  |  |               |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |           |  |  |             |  |  |          |  |  |            |  |  |                  |  |  |               |  |  |               |  |  |                       |  |  |  |  |  |
| Cefepime                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Oxitetracilina          |   |   |  |   |   |  |   |   |           |  |  |             |  |  |                      |  |  |               |  |  |            |  |  |           |  |  |           |  |  |             |  |  |               |  |  |                 |  |  |            |  |  |              |  |  |          |  |  |            |  |  |            |  |  |           |  |  |          |  |  |                |  |  |              |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |            |  |  |                      |  |  |            |  |  |                         |  |  |             |  |  |              |  |  |            |  |  |             |  |  |             |  |  |             |  |  |            |  |  |                   |  |  |                |  |  |             |  |  |              |  |  |               |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |           |  |  |             |  |  |          |  |  |            |  |  |                  |  |  |               |  |  |               |  |  |                       |  |  |  |  |  |
| Cefoperazona                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Penicilina              |   |   |  |   |   |  |   |   |           |  |  |             |  |  |                      |  |  |               |  |  |            |  |  |           |  |  |           |  |  |             |  |  |               |  |  |                 |  |  |            |  |  |              |  |  |          |  |  |            |  |  |            |  |  |           |  |  |          |  |  |                |  |  |              |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |            |  |  |                      |  |  |            |  |  |                         |  |  |             |  |  |              |  |  |            |  |  |             |  |  |             |  |  |             |  |  |            |  |  |                   |  |  |                |  |  |             |  |  |              |  |  |               |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |           |  |  |             |  |  |          |  |  |            |  |  |                  |  |  |               |  |  |               |  |  |                       |  |  |  |  |  |
| Cefoperazona Sulbactam                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Piperacilina            |   |   |  |   |   |  |   |   |           |  |  |             |  |  |                      |  |  |               |  |  |            |  |  |           |  |  |           |  |  |             |  |  |               |  |  |                 |  |  |            |  |  |              |  |  |          |  |  |            |  |  |            |  |  |           |  |  |          |  |  |                |  |  |              |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |            |  |  |                      |  |  |            |  |  |                         |  |  |             |  |  |              |  |  |            |  |  |             |  |  |             |  |  |             |  |  |            |  |  |                   |  |  |                |  |  |             |  |  |              |  |  |               |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |           |  |  |             |  |  |          |  |  |            |  |  |                  |  |  |               |  |  |               |  |  |                       |  |  |  |  |  |
| Cefotaxima                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Sulbactam-Ampicilina    |   |   |  |   |   |  |   |   |           |  |  |             |  |  |                      |  |  |               |  |  |            |  |  |           |  |  |           |  |  |             |  |  |               |  |  |                 |  |  |            |  |  |              |  |  |          |  |  |            |  |  |            |  |  |           |  |  |          |  |  |                |  |  |              |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |            |  |  |                      |  |  |            |  |  |                         |  |  |             |  |  |              |  |  |            |  |  |             |  |  |             |  |  |             |  |  |            |  |  |                   |  |  |                |  |  |             |  |  |              |  |  |               |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |           |  |  |             |  |  |          |  |  |            |  |  |                  |  |  |               |  |  |               |  |  |                       |  |  |  |  |  |
| Cefoxitina                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Tazobactam-Piperacilina |   |   |  |   |   |  |   |   |           |  |  |             |  |  |                      |  |  |               |  |  |            |  |  |           |  |  |           |  |  |             |  |  |               |  |  |                 |  |  |            |  |  |              |  |  |          |  |  |            |  |  |            |  |  |           |  |  |          |  |  |                |  |  |              |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |            |  |  |                      |  |  |            |  |  |                         |  |  |             |  |  |              |  |  |            |  |  |             |  |  |             |  |  |             |  |  |            |  |  |                   |  |  |                |  |  |             |  |  |              |  |  |               |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |           |  |  |             |  |  |          |  |  |            |  |  |                  |  |  |               |  |  |               |  |  |                       |  |  |  |  |  |
| Ceftazidime                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Tetraciclina            |   |   |  |   |   |  |   |   |           |  |  |             |  |  |                      |  |  |               |  |  |            |  |  |           |  |  |           |  |  |             |  |  |               |  |  |                 |  |  |            |  |  |              |  |  |          |  |  |            |  |  |            |  |  |           |  |  |          |  |  |                |  |  |              |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |            |  |  |                      |  |  |            |  |  |                         |  |  |             |  |  |              |  |  |            |  |  |             |  |  |             |  |  |             |  |  |            |  |  |                   |  |  |                |  |  |             |  |  |              |  |  |               |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |           |  |  |             |  |  |          |  |  |            |  |  |                  |  |  |               |  |  |               |  |  |                       |  |  |  |  |  |
| Ceftibuten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Ticarcilina             |   |   |  |   |   |  |   |   |           |  |  |             |  |  |                      |  |  |               |  |  |            |  |  |           |  |  |           |  |  |             |  |  |               |  |  |                 |  |  |            |  |  |              |  |  |          |  |  |            |  |  |            |  |  |           |  |  |          |  |  |                |  |  |              |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |            |  |  |                      |  |  |            |  |  |                         |  |  |             |  |  |              |  |  |            |  |  |             |  |  |             |  |  |             |  |  |            |  |  |                   |  |  |                |  |  |             |  |  |              |  |  |               |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |           |  |  |             |  |  |          |  |  |            |  |  |                  |  |  |               |  |  |               |  |  |                       |  |  |  |  |  |
| Ceftriaxone                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Tobramicina             |   |   |  |   |   |  |   |   |           |  |  |             |  |  |                      |  |  |               |  |  |            |  |  |           |  |  |           |  |  |             |  |  |               |  |  |                 |  |  |            |  |  |              |  |  |          |  |  |            |  |  |            |  |  |           |  |  |          |  |  |                |  |  |              |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |            |  |  |                      |  |  |            |  |  |                         |  |  |             |  |  |              |  |  |            |  |  |             |  |  |             |  |  |             |  |  |            |  |  |                   |  |  |                |  |  |             |  |  |              |  |  |               |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |           |  |  |             |  |  |          |  |  |            |  |  |                  |  |  |               |  |  |               |  |  |                       |  |  |  |  |  |
| Cefuroxima                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Trimetoprim-Sulfa       |   |   |  |   |   |  |   |   |           |  |  |             |  |  |                      |  |  |               |  |  |            |  |  |           |  |  |           |  |  |             |  |  |               |  |  |                 |  |  |            |  |  |              |  |  |          |  |  |            |  |  |            |  |  |           |  |  |          |  |  |                |  |  |              |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |            |  |  |                      |  |  |            |  |  |                         |  |  |             |  |  |              |  |  |            |  |  |             |  |  |             |  |  |             |  |  |            |  |  |                   |  |  |                |  |  |             |  |  |              |  |  |               |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |           |  |  |             |  |  |          |  |  |            |  |  |                  |  |  |               |  |  |               |  |  |                       |  |  |  |  |  |
| Ciprofloxacina                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Vancomicina             |   |   |  |   |   |  |   |   |           |  |  |             |  |  |                      |  |  |               |  |  |            |  |  |           |  |  |           |  |  |             |  |  |               |  |  |                 |  |  |            |  |  |              |  |  |          |  |  |            |  |  |            |  |  |           |  |  |          |  |  |                |  |  |              |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |            |  |  |                      |  |  |            |  |  |                         |  |  |             |  |  |              |  |  |            |  |  |             |  |  |             |  |  |             |  |  |            |  |  |                   |  |  |                |  |  |             |  |  |              |  |  |               |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |           |  |  |             |  |  |          |  |  |            |  |  |                  |  |  |               |  |  |               |  |  |                       |  |  |  |  |  |
| Clindamicina                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Cloranfenicol           |   |   |  |   |   |  |   |   |           |  |  |             |  |  |                      |  |  |               |  |  |            |  |  |           |  |  |           |  |  |             |  |  |               |  |  |                 |  |  |            |  |  |              |  |  |          |  |  |            |  |  |            |  |  |           |  |  |          |  |  |                |  |  |              |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |            |  |  |                      |  |  |            |  |  |                         |  |  |             |  |  |              |  |  |            |  |  |             |  |  |             |  |  |             |  |  |            |  |  |                   |  |  |                |  |  |             |  |  |              |  |  |               |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |           |  |  |             |  |  |          |  |  |            |  |  |                  |  |  |               |  |  |               |  |  |                       |  |  |  |  |  |
| Colimicina                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Cefotaxima-clavulamico  |   |   |  |   |   |  |   |   |           |  |  |             |  |  |                      |  |  |               |  |  |            |  |  |           |  |  |           |  |  |             |  |  |               |  |  |                 |  |  |            |  |  |              |  |  |          |  |  |            |  |  |            |  |  |           |  |  |          |  |  |                |  |  |              |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |            |  |  |                      |  |  |            |  |  |                         |  |  |             |  |  |              |  |  |            |  |  |             |  |  |             |  |  |             |  |  |            |  |  |                   |  |  |                |  |  |             |  |  |              |  |  |               |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |           |  |  |             |  |  |          |  |  |            |  |  |                  |  |  |               |  |  |               |  |  |                       |  |  |  |  |  |
| Eritromicina                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Ertopenem               |   |   |  |   |   |  |   |   |           |  |  |             |  |  |                      |  |  |               |  |  |            |  |  |           |  |  |           |  |  |             |  |  |               |  |  |                 |  |  |            |  |  |              |  |  |          |  |  |            |  |  |            |  |  |           |  |  |          |  |  |                |  |  |              |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |            |  |  |                      |  |  |            |  |  |                         |  |  |             |  |  |              |  |  |            |  |  |             |  |  |             |  |  |             |  |  |            |  |  |                   |  |  |                |  |  |             |  |  |              |  |  |               |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |           |  |  |             |  |  |          |  |  |            |  |  |                  |  |  |               |  |  |               |  |  |                       |  |  |  |  |  |
| Gentamicina                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Imipenem                |   |   |  |   |   |  |   |   |           |  |  |             |  |  |                      |  |  |               |  |  |            |  |  |           |  |  |           |  |  |             |  |  |               |  |  |                 |  |  |            |  |  |              |  |  |          |  |  |            |  |  |            |  |  |           |  |  |          |  |  |                |  |  |              |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |            |  |  |                      |  |  |            |  |  |                         |  |  |             |  |  |              |  |  |            |  |  |             |  |  |             |  |  |             |  |  |            |  |  |                   |  |  |                |  |  |             |  |  |              |  |  |               |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |           |  |  |             |  |  |          |  |  |            |  |  |                  |  |  |               |  |  |               |  |  |                       |  |  |  |  |  |
| Kanamicina                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Acido Nalidixico        |   |   |  |   |   |  |   |   |           |  |  |             |  |  |                      |  |  |               |  |  |            |  |  |           |  |  |           |  |  |             |  |  |               |  |  |                 |  |  |            |  |  |              |  |  |          |  |  |            |  |  |            |  |  |           |  |  |          |  |  |                |  |  |              |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |            |  |  |                      |  |  |            |  |  |                         |  |  |             |  |  |              |  |  |            |  |  |             |  |  |             |  |  |             |  |  |            |  |  |                   |  |  |                |  |  |             |  |  |              |  |  |               |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |           |  |  |             |  |  |          |  |  |            |  |  |                  |  |  |               |  |  |               |  |  |                       |  |  |  |  |  |
| Levofloxacina                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Moxifloxacina           |   |   |  |   |   |  |   |   |           |  |  |             |  |  |                      |  |  |               |  |  |            |  |  |           |  |  |           |  |  |             |  |  |               |  |  |                 |  |  |            |  |  |              |  |  |          |  |  |            |  |  |            |  |  |           |  |  |          |  |  |                |  |  |              |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |            |  |  |                      |  |  |            |  |  |                         |  |  |             |  |  |              |  |  |            |  |  |             |  |  |             |  |  |             |  |  |            |  |  |                   |  |  |                |  |  |             |  |  |              |  |  |               |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |           |  |  |             |  |  |          |  |  |            |  |  |                  |  |  |               |  |  |               |  |  |                       |  |  |  |  |  |
| <b>OBSERVACIONES:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                         |   |   |  |   |   |  |   |   |           |  |  |             |  |  |                      |  |  |               |  |  |            |  |  |           |  |  |           |  |  |             |  |  |               |  |  |                 |  |  |            |  |  |              |  |  |          |  |  |            |  |  |            |  |  |           |  |  |          |  |  |                |  |  |              |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |            |  |  |                      |  |  |            |  |  |                         |  |  |             |  |  |              |  |  |            |  |  |             |  |  |             |  |  |             |  |  |            |  |  |                   |  |  |                |  |  |             |  |  |              |  |  |               |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |           |  |  |             |  |  |          |  |  |            |  |  |                  |  |  |               |  |  |               |  |  |                       |  |  |  |  |  |
| MSc. Rafael González Ramos<br>Bacteriólogo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                         |   |   |  |   |   |  |   |   |           |  |  |             |  |  |                      |  |  |               |  |  |            |  |  |           |  |  |           |  |  |             |  |  |               |  |  |                 |  |  |            |  |  |              |  |  |          |  |  |            |  |  |            |  |  |           |  |  |          |  |  |                |  |  |              |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |            |  |  |                      |  |  |            |  |  |                         |  |  |             |  |  |              |  |  |            |  |  |             |  |  |             |  |  |             |  |  |            |  |  |                   |  |  |                |  |  |             |  |  |              |  |  |               |  |  |            |  |  |                        |  |  |              |  |  |           |  |  |             |  |  |          |  |  |            |  |  |                  |  |  |               |  |  |               |  |  |                       |  |  |  |  |  |

Figura A -7 Resultados de los exámenes del análisis microbiológico del agua tratada (Potable)

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/5

|                  |                                                                                                                                                    |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Título</b>    | <b>ANÁLISIS DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL SISTEMA DEL ACUEDUCTO BICENTENARIO, CIUDAD BOLÍVAR, MUNICIPIO HERES, ESTADO BOLÍVAR</b> |
| <b>Subtítulo</b> |                                                                                                                                                    |

### Autor

| <b>Apellidos y Nombres</b>                     | <b>Código CVLAC / e-mail</b> |                              |
|------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| <b>Geraldine Del Valle Perez Dominguez</b>     | <b>CVLAC</b>                 | 26.048.805                   |
|                                                | <b>e-mail</b>                | geraldindominguezp@gmail.com |
|                                                | <b>e-mail</b>                |                              |
| <b>Rodriguez Cayama<br/>Alfonzo José Simón</b> | <b>CVLAC</b>                 | 25.678.050                   |
|                                                | <b>e-mail</b>                | alfonzojs@hotmail.com        |
|                                                | <b>e-mail</b>                |                              |

### Palabras o frases claves:

|                                      |
|--------------------------------------|
| <i>Planta de Tratamiento</i>         |
| <i>Agua potable</i>                  |
| <i>Calidad del agua</i>              |
| <i>Características del agua</i>      |
| <i>Agentes patógenos</i>             |
| <i>Proceso de potabilización</i>     |
| <i>Distribución del agua potable</i> |
| <i>Trabajo de grado</i>              |

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/5

### Líneas y sublíneas de investigación:

| Área                  | Subárea          |
|-----------------------|------------------|
| Ciencias De La Tierra | Ingeniería Civil |
|                       |                  |
|                       |                  |
|                       |                  |
|                       |                  |

**Resumen (abstract):** El objetivo principal del presente trabajo de grado se basó en estudiar el proceso de tratamiento de agua potable del sistema del acueducto bicentenario, ciudad bolívar, municipio Heres, estado bolívar. La investigación se enmarcó en una modalidad de tipo descriptiva, con un diseño de campo, también se presentan características del diseño documental, basadas en observación directa y la recolección de información directa de sus fuentes y bases de datos, para el desarrollo del mismo. El sistema de abastecimiento de agua potable en Ciudad Bolívar, Estado Bolívar, Municipio Heres se encuentra constituido por tres plantas de tratamiento que llevan por nombre, Angostura, Tocomita y Bicentenario. Realizando un análisis en el proceso de tratamiento de agua potable en la planta Bicentenario se logró observar que dicha planta cuenta con cada uno de los elementos fundamentales para el proceso de potabilización del agua. Actualmente la planta cuenta con 2 bombas de captación 2 de distribución, 3 piscinas de tratamiento, 4 dosificadores, 3 filtros, 4 baterías gas cloro y 1 tanque de almacenamiento, sin embargo no trabaja a su máxima capacidad Operacional debido a que está diseñada para abastecer con 840 lt/s de agua y solo está bombeando 280lt/s, en lo que respecta a los análisis bacteriológicos del agua se tomaron dos muestras de agua, una del río Orinoco y otra muestra de agua del grifo, ambas fueron llevadas a un laboratorio microbiológico, donde se pudo apreciar que disminuye considerablemente las bacterias en lo que respecta al agua cruda (agua de río) y el agua tratada (agua potabilizada) siendo un agua apta para el consumo humano. La planta de abastecimiento Bicentenario tiene la capacidad para abastecer 280.000 habitantes, pero actualmente no trabaja a su máxima capacidad, solo funcionan 2 bombas de distribución, dejando así más de un 50% de su población capaz de abastecer, sin ser abastecida, recomendamos se reestablezca cada una de las bombas dañadas, se ejecute el mantenimiento respectivo de cada uno de los elementos que intervienen en el proceso de potabilización, se ajuste la dosis de los químicos, y se trate las aguas residuales antes de desembocar al río debido a que es la fuente natural de donde se extrae el agua para ser tratada, todo esto con el fin de dar resultados más eficientes en lo que respecta a la calidad y abastecimiento de agua

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/5

### Contribuidores:

| Apellidos y Nombres     | ROL /         | Código CVLAC / e-mail                                                                                                      |
|-------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Pérez Rogelio</b>    | <b>ROL</b>    | CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/> |
|                         | <b>CVLAC</b>  | <b>5.553.168</b>                                                                                                           |
|                         | <b>e-mail</b> | <b>rperezs162@gmail.com</b>                                                                                                |
| <b>Jiménez Josefina</b> | <b>ROL</b>    | CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/> |
|                         | <b>CVLAC</b>  | <b>8.887.862</b>                                                                                                           |
|                         | <b>e-mail</b> | <b>jjimenez33@hotmail.com</b>                                                                                              |
| <b>Antonio Sequera</b>  | <b>ROL</b>    | CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/> |
|                         | <b>CVLAC</b>  | <b>19.870.057</b>                                                                                                          |
|                         | <b>e-mail</b> | <b>Antonio.Sequera@gmail.com</b>                                                                                           |

### Fecha de discusión y aprobación:

| Año  | Mes | Día |
|------|-----|-----|
| 2020 | 01  | 20  |

Lenguaje: spa

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/5

### Archivo(s):

| Nombre de archivo                                                                                    | Tipo MIME                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>TESIS PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL ACUEDUCTO BICENTENARIO (Alfonzo - Geraldine)</b> | <b>Aplication/msword</b> |
|                                                                                                      |                          |
|                                                                                                      |                          |

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: **A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 \_ - .**

### Alcance:

**Espacial:** \_\_\_\_\_ (Opcional)

**Temporal:** \_\_\_\_\_ (Opcional)

**Título o Grado asociado con el trabajo:** *Ingeniero Civil* \_\_\_\_\_

**Nivel Asociado con el Trabajo:** *PRE-GRADO* \_\_\_\_\_

**Área de Estudio:** *DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL* \_\_\_\_\_

**Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:** *UNIVERSIDAD DE ORIENTE* \_\_\_\_\_

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/5

Derechos:

**De acuerdo al artículo 44 del reglamento de trabajos de grado  
“Los Trabajos de grado son exclusiva propiedad de la Universidad  
de Oriente y solo podrán ser utilizadas a otros fines con el  
consentimiento del consejo de núcleo respectivo, quien lo participara  
al Consejo Universitario”**

Condiciones bajo las cuales los autores aceptan que el trabajo sea distribuido. La idea es dar la máxima distribución posible a las ideas contenidas en el trabajo, salvaguardando al mismo tiempo los derechos de propiedad intelectual de los realizadores del trabajo, y los beneficios para los autores y/o la Universidad de Oriente que pudieran derivarse de patentes comerciales o industriales.

---

**Geraldine Del Valle, Pérez Domínguez  
Simón**

---

**Rodríguez Cayama, Alfonzo José**

**AUTOR 1**

**AUTOR 2**

---

**AUTOR 3**

---

**AUTOR 4**

---

**Prof. Rogelio Pérez**

---

**Prof. Josefina Jiménez**

---

**Prof. Antonio Sequera**

**Por La Sub Comisión De Tesis**

---

