DIAGNÓSTICO TÉCNICO Y FUNCIONAL DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE PUERTO GAITÁN - META

COSME LORENZO CARRILLO PALACIO

ALVARO ANDRES CRUZ OTAVO

INGRID ALLENSON FLÓREZ MARTÍNEZ

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.
2016

DIAGNÓSTICO TÉCNICO Y FUNCIONAL DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE PUERTO GAITÁN - META

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:
Ingenieros Civiles

Asesor Disciplinar

Asesora Metodológica

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.
2016

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 18
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 19
1.1. PREGUNTA PROBLEMA 20
2. JUSTIFICACIÓN 21
3. OBJETIVOS 22
3.1. OBJETIVO GENERAL 22
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 22
4. ANTECEDENTES 23
4.1. ESTUDIO DESCRIPTIVO SOBRE LA SITUACIÓN FÍSICA Y FUNCIONAL EXISTENTE DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL EN LA CABECERA MUNICIPAL DE BITUIMA CUNDINAMARCA 23
4.1.1. Autor del proyecto Bituima, Cundinamarca 23
4.1.2. Objetivos del proyecto Bituima Cundinamarca 23
4.1.3. Metodología del proyecto Bituima, Cundinamarca 24
4.1.4. Planteamiento del problema Bituima, Cundinamarca 24
4.1.5. Resultados Bituima, Cundinamarca 25
4.2. ESTUDIO DESCRIPTIVO SOBRE LA SITUACIÓN EXISTENTE DEL SISTEMA GENERAL DEL ACUEDUCTO EN LA CABECERA MUNICIPAL DE NIMAIMA CUNDINAMARCA 26
4.2.1. Autor del proyecto 26
4.2.2. Objetivos del proyecto Nimaima, Cundinamarca 26
4.2.3. Metodología del proyecto Nimaima, Cundinamarca 27
4.2.4. Planteamiento del problema Nimaima, Cundinamarca 27
4.2.1. Resultados Nimaima, Cundinamarca 28
5. MARCO REFERENCIAL 29
5.1. MARCO CONCEPTUAL 30
5.1.1. Sistema de acueducto 30

5.1.2. Líneas de aducción 33
5.1.3. Pérdidas técnicas en el sistema de acueducto 34
5.1.4. Medidor inicial de caudal 34
5.1.4. Canaleta Parshall 35
5.1.5. Floculación 36
5.1.6. Lechos de secado de lodos 36
5.2. CALIDAD DEL AGUA 37
5.2.1. Análisis microbiológico del agua 37
5.2.2. Análisis físicos y químicos del agua 38
5.3. MARCO GEOGRÁFICO 38
5.2.1. Hidrografía 41
5.3. MARCO JURIDICO 42
5.4. MARCO DEMOGRÁFICO 44
5.4.1. Periodo de diseño 44
5.4.1.1. Dotación neta máxima 44
5.4.2. Métodos de cálculo para las proyecciones de población 46
6. DISEÑO METODOLOGICO 49
6.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN 50
6.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN 50
6.3. FASES DE INVESTIGACIÓN 50
FASE 1. IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DEL ACUEDUCTO 50
FASE 2. DEMANDA ACTUAL DEL SISTEMA DE ACUEDCUTO 51
FASE 3. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO 51
6.4. INSTRUMENTOS 51
7. RESULTADOS Y DISCUSION 52
7.1. CÁLCULO PERIODO DE DISEÑO 52
7.1.1. Método Geométrico 52
7.1.2. Método aritmético 54
7.1.3. Método exponencial 55
7.1.4. Calculo de Caudales 56

7.2. DESCRIPCIÒN ACTUAL DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO 62
7.2.1. FUENTES DE ABASTECIMIENTO 62
7.2.1.1. Nacedero de Soplavientos 62
7.2.2. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE..... 67
7.3. CALIDAD DEL AGUA DEL MUNICIPIO DE PUERTO GAITÁN - META.. 71
7.3.1. Laboratorio de análisis Nacederos la Carolina y Soplavientos 73
7.3.2. Laboratorio de análisis fuente Río Manacacías 74
7.3.3. Laboratorio de análisis pozo subterráneo Barrio Bateas 75
7.3.4. Informe de análisis de agua para consumo humano año 2013, análisis No. 20132706 76
7.3.5. Informe de análisis de agua para consumo humano año 2016, análisis No. 20160168 77
8. RESULTADOS Y ANALISIS DE LAS ENTRVISTAS 79
8.1. ENCUESTA DIRIGIDA A LOS USUARIOS DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DE LA CABECERA MUNICIPAL DE PUERTO GAITÁN META. 79
8.1.1. Análisis de resultados propietarios de la vivienda 82
8.1.2. Análisis de resultados del estrato de la vivienda en el que habita. 84
8.1.3. Análisis de resultados edificación cuenta con conexión al acueducto 85
8.1.4. Análisis de resultados la edificación descarga las aguas residuales a la red de alcantarillado urbano..... 86
8.1.5. Análisis de resultados la vivienda posee tanque de reserva de agua 88
8.1.6. Análisis de resultados su servicio propio de agua es permanente 89
8.1.7. Análisis de resultados aceptaría que le hagan las pruebas de laboratorio de calidad de agua que usted consume 90
8.1.8. Análisis de resultados recibe el servicio de acueducto durante las 24 horas del día 91
8.1.9. Análisis de resultados que días de la semana recibe el servicio del acueducto 92
8.1.10. Análisis de resultados cuantas horas recibe agua durante el día. 93
8.1.11. Análisis de resultados calidad de agua..... 94
8.2. ENCUESTA DIRIGIDA A LOS FUNCIONARIOS DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DE LA CABECERA MUNICIPAL DE PUERTO GAITÁN META. 95

9. CONCLUSIONES 101
10. RECOMENDACIONES 102
BIBLIOGRAFÍA 103
ANEXOS 105

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Datos de población para proyección al periodo de diseño 25

Tabla 2. Resultados análisis agua cruda, quebrada el palmar 28

Tabla 3. Descripción de los cuerpos de agua..... 41

Tabla 4. Resolución jurídica 43

Tabla 5. Registro de censos en Puerto Gaitán..... 44

Tabla 6. Nivel de complejidad del sistema dotaciones 45

Tabla 7. Nivel de complejidad del sistema periodo de diseño 45

Tabla 8. Métodos de cálculos permitidos según el nivel de complejidad del sistema (tabla B.2.1. ras)..... 46

Tabla 9. Censo población urbana del municipio de Puerto Gaitán, Meta..... 52

Tabla 10. Dotación neta según el nivel de complejidad del sistema 56

Tabla 11. Variación a la dotación neta según el clima y el nivel de complejidad del sistema..... 56

Tabla 12. Porcentajes máximos admisibles de pérdidas técnicas..... 56

Tabla 13. Coeficiente de consumo máximo diario, k1, según el nivel de complejidad del sistema 57

Tabla 14. Coeficiente de consumo máximo horario, k2, según el nivel de complejidad del sistema y el tipo de red de distribución 57

Tabla 15. Datos según la población calculada 57

Tabla 16. Cálculos según las tablas del ras 58

Tabla 17. Proyección de la población por los tres métodos geométrico, aritmético y exponencial 61

Tabla 18. Cobertura de acueducto, Puerto Gaita (Meta) 71

Tabla 19. Características físicas del agua para consumo humano 72

Tabla 20. Características químicas de sustancias que tienen implicaciones sobre la salud humana 72

Tabla 21. Características microbiológicas 73

Tabla 22. Datos de la muestra de los nacederos la Carolina y Soplavientos 73

Tabla 23. Análisis microbiológico de aguas, informe N. D 1104 74

Tabla 24. Datos de la muestra del Río Manacacías 74

Tabla 25. Análisis microbiológico de aguas, informe N. D 1103 74

Tabla 26. Datos de la muestra del Barrio Bateas 75

Tabla 27. Análisis microbiológico de aguas, informe N. 2597 75

Tabla 28. Datos de la muestra de análisis 2013..... 76

Tabla 29. Datos del prestador del servicio, año 2013 76

Tabla 30. Análisis Fisicoquímico Del Año 2013..... 76

Tabla 31. Análisis microbiológico del año 2013..... 77

Tabla 32. Datos de la muestra de análisis, 2016..... 77

Tabla 33. Datos del prestador del servicio, año 2016 77

Tabla 34. Análisis Fisicoquímico Del Año 2016..... 78

Tabla 35. Análisis microbiológico del año 2016..... 78

Tabla 36. Propietario De La Vivienda..... 82

Tabla 37. Estrato De La Vivienda En Que Habita. 83

Tabla 38. La Edificación Cuenta Con Conexión Al Acueducto. 84

Tabla 39. La Edificación Descarga Las Aguas Residuales A La Red De Alcantarillado Urbano 85

Tabla 40. La Vivienda Posee Tanque De Reserva De Agua. 86

Tabla 41. Si la vivienda posee tanque de reserva de agua, de que tipo utiliza (elevado – superficial - enterrado)..... 87

Tabla 42. Su Servicio Propio De Agua Es Permanente 88

Tabla 43. Aceptaría Que Le Hagan Las Pruebas De Laboratorio De Calidad De Agua Que Usted Consume 89

Tabla 44. Recibe el servicio de acueducto durante las 24 horas del día. 90

Tabla 45. Que Días De La Semana Recibe El Servicio Del Acueducto 91

Tabla 46. Cuantas horas recibe agua durante el día. 93

Tabla 47. Calidad del agua que le están suministrando. 94

Tabla 48. El suministro del recurso a través del acueducto es suficiente para satisfacer la demanda en la localidad 98

Tabla 49. La cobertura del servicio de agua es suministrad por usted, en cuál de los porcentajes siguientes 98

Tabla 50. La cobertura de la micro medición en la localidad, que porcentaje puede atribuirle según su experiencia 98

Tabla 51. En la localidad existen plantas de potabilización 98

Tabla 52. En que casilla de los siguientes usted ubica la calidad del agua suministrada 99

Tabla 53. Existe en la localidad algún tipo de racionamiento en el servicio del acueducto 99

Tabla 54. La línea de conducción que viene de los nacederos la carolina y Soplavientos llega directamente hasta la planta de potabilización 100

Tabla 55. La línea de conducción que viene de la bocatoma flotante en el río Manacacías llega directamente a la planta de potabilización..... 100

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de abastecimiento por bombeo (caso de estudio río Manacacías)..... 30

Figura 2. Sistema de abastecimiento por gravedad de los nacederos Soplavientos y La Carolina..... 31

Figura 3. Flujo interno a través de una tobera generalizada, donde se muestra un volumen de control. 35

Figura 4. Esquema general de una canaleta Parshall..... 36

LISTA DE MAPAS

Mapa 1. Ubicación del municipio Puerto Gaitán..... 39

Mapa 2. Distancia del municipio de puerto Gaitán meta 40

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Propietario De La Vivienda 82

Gráfica 2. Estrato De La Vivienda En El Que Habita..... 83

Gráfica 3. La Edificación Cuenta Con Conexión Al Acueducto 85

Gráfica 4. La Edificación Descarga Las Aguas Residuales A La Red De Alcantarillado Urbano 86

Gráfica 5. La Vivienda Posee Tanque De Reserva De Agua 87

Gráfica 6. Si la vivienda posee tanque de reserva de agua, de que tipo utiliza (elevado – superficial - enterrado)..... 88

Gráfica 7. Su servicio propio de agua es permanente..... 89

Gráfica 8. Aceptaría Que Le Hagan Las Pruebas De Laboratorio De Calidad De Agua Que Usted Consume 90

Gráfica 9. Servicio De Acueducto Durante Las 24 Horas Del Día..... 91

Gráfica 10. Que Días De La Semana Recibe El Servicio Del Acueducto..... 92

Gráfica 11. Cuantas Horas Recibe Agua Durante El Día 93

Gráfica 12. Calidad del agua que le están suministrando 94

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Nacedero Soplavientos 62

Ilustración 2. Nacedero Soplavientos 63

Ilustración 3. Nacedero La Carolina 64

Ilustración 4. Tubería de Conducción 65

Ilustración 5. Barcaza Bocatoma 66

Ilustración 6. Unidades De Bombeo 66

Ilustración 7. Componentes De Unidad De Bombeo 67

Ilustración 8. Caudal De Los Nacederos 68

Ilustración 9. Canaleta Parshall 68

Ilustración 10. Cuarto De Bombeo 69

Ilustración 11. Medidor De Caudal Del río Manacacías 70

ANEXOS

Anexo 1. Fotográfico 105

Anexo 2. Análisis de la calidad del agua según la empresa Pro-Calidad..... 107

Anexo 3. Análisis de la calidad del agua según la empresa realizadas en el 2013 108

Anexo 4. Análisis de la calidad del agua según la empresa realizadas en el 2016 109

Anexo 5. Cartas de solicitud de información dirigida por la universidad al municipio de Puerto Gaitán Meta 110

PLANOS

1. Suelo de expansión

2. Planta general plantas de tratamiento de agua

3. Planta de tratamiento de agua potable, corte y detalles

4. Vista en planta PTAP a nivel de pasarelas

5. Planta de tratamiento de agua potable de nacimientos-Cortes y detalles

6. Tanque enterrado PTAP 500m3

7. Tanque enterrado 1000m3 y estación de bombeo - Planta, cortes y detalles

8. Tanques elevados - Planta y cortes

INTRODUCCIÓN

La presente investigación es un diagnóstico del sistema de acueducto del municipio de Puerto Gaitán un tema que ha afectado a la población, se evidencia una gran problemática en el uso del agua que es una necesidad para la sostenibilidad de los recursos hídricos, teniendo en cuenta que estamos en una crisis de agua, una oferta de baja calidad, contaminada y escasa, contra una demanda creciente y descontrolada. De esta problemática inician las investigaciones necesarias para identificar las condiciones de cobertura, continuidad y calidad del sistema de acueducto.

En el proceso de investigación se encontró una base importante para el desarrollo integral de una comunidad, que permita generar un cambio en el funcionamiento del acueducto, para el suministro de agua potable, que cuente con todos los elementos técnicos que se hacen indispensables para el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Este proyecto describe el comportamiento hidráulico del sistema de acueducto los cuales se encuentran en buen estado, sin embargo existe racionamiento, lo cual permitió determinar los posibles problemas que este racionamiento afecta la distribución del agua para los habitantes.

En las entrevistas realizadas para los usuarios y funcionarios del sistema de acueducto del municipio se evidencia que todos los habitantes tienen inconvenientes y se sienten insatisfechos con la insuficiencia continua de agua, lo que conlleva a que cada usuario obtenga su servicio propio de agua, y que este servicio sea permanente. Para los funcionarios el sistema de acueducto tiene un funcionamiento inadecuado ya que las reglas de la empresa es distribuir el agua en sus respectivas horas, afectando a los barrios que obtienen el servicio de acueducto.

Los resultados obtenidos permitieron comprobar que hay insuficiencias en el sistema de acueducto para la continuidad del servicio. La calidad de agua de los nacederos Soplavientos y La Carolina es muy buena según los análisis de los laboratorios realizados, como la calidad de agua de la fuente del río Manacacías también de buena calidad apta para el consumo humano.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Constitución Política de Colombia estableció en el artículo 366, “El bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población son finalidades sociales del Estado. Será objetivo fundamental de su actividad la solución de las necesidades insatisfechas de salud, de educación, de saneamiento ambiental y de agua potable”, como uno de los fines principales de la actividad del Estado, la solución a las necesidades básicas insatisfechas, entre las que está el acceso al servicio domiciliario de agua potable, que es fundamental para la vida humana; el abastecimiento adecuado para el agua de óptima calidad en el consumo humano es ineludible para evitar casos de morbilidad por enfermedades.

El municipio de Puerto Gaitán cuenta con un sistema de acueducto abastecido por los nacederos de Soplavientos y la Carolina, además de una bocatoma flotante en el río Manacacías. Las estructuras hidráulicas que hacen parte de las bocatomas y las dos plantas de tratamiento de agua potable se encuentran en estado óptimo y en funcionamiento. La primera planta de tratamiento trata las aguas de los nacimientos de La Carolina y Soplavientos, y la segunda planta de tratamiento las aguas del río Manacacías. La planta de tratamiento que trata las aguas de los nacimientos cuenta con una capacidad de 20 l/s y se compone de estructuras para procesos de mezcla rápida (canaleta Parshall), sedimentación con módulos de alta tasa, filtración (filtros de tasa declinante en arena) y desinfección (con cloro gaseoso)[1]. La planta de tratamiento que trata las aguas provenientes del río Manacacías cuenta con estructuras para cámara de aquietamiento, medidor inicial de caudal, floculación tipo Alabama, sedimentador con módulos plásticos, filtros rápidos de arena y antracita, falsos fondos con boquilla de PVC, desinfección con tanque de contacto de cloro y lechos de secado de lodo. El sistema presenta irregularidades de continuidad horaria la cual debería ser de 24 horas los siete días a la semana, sin embargo en algunas zonas del área urbana el servicio dura pocas horas como: en el centro 10 horas, barrio del sur 3 horas, perla Manacacías 4 horas y popular 7 horas. Esta discontinuidad en el servicio del agua es algo preocupante para la comunidad puesto que este municipio es de clima cálido y se hace necesario el uso constante del agua.

[1] ALCALDÍA DE PUERTO GAITÁN. Contrato 346 del 2013. Construcción de la ampliación y complementación del sistema de abastecimiento de agua potable para el área urbana del municipio de Puerto Gaitán-Meta.

1.1. PREGUNTA PROBLEMA

¿En qué condiciones técnicas se encuentra el sistema de acueducto del municipio de Puerto Gaitán Meta?

2. JUSTIFICACIÓN

El agua es uno de los elementos de la naturaleza fundamental para el sostenimiento y la reproducción de la vida en el planeta, contribuye la estabilidad del funcionamiento del entorno y de los seres que en el habitan, por lo tanto, es indispensable para la subsistencia de la vida animal y vegetal del planeta.[2]

Esta investigación es relevante debido a que se profundizó en los problemas que afectan al municipio que se dan principalmente por la irregularidad del abastecimiento diario del servicio de agua, ya que se considera que es un factor influyente en el desarrollo y progreso económico de la zona, teniendo en cuenta que sus principales ingresos para este dicho desarrollo es tanto la ganadería como la agricultura que requieren de una gran demanda de agua para el buen estado de los cultivos, por lo tanto, es necesario que se provea el recurso con continuidad.

La población que cuenta con el servicio de acueducto no tiene agua potable, ni continuidad en la que se debería proporcionar el recurso, afectando el proceso de los cultivos que generalmente necesitan de abundancia agua y que sea permanente, para los que tienen su servicio propio de acueducto se encuentra una ventaja de tener permanentemente su propia agua.

La importancia de realizar un diagnóstico en el municipio es para mejorar la calidad del agua en el ámbito de salubridad puesto que el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico (RAS)[3], establece que se debe garantizar los criterios básicos y requisitos mínimos que debe tener un sistema de acueducto como la continuidad horaria en el municipio, la cobertura, entre otros. Los cuales no se están cumpliendo en el sistema de acueducto que tiene Puerto Gaitán en la actualidad.

[2]PAREDES, Díaz Juana. Importancia del agua, Disponible en [http://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info86/articulos/importanciaAgua.html?TB_iframe=true] citado en el año 2013.

[3] MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Definición del nivel de complejidad y evaluación de la población, la dotación y la demanda de agua. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. Guías RAS – 001.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Diagnosticar desde el punto de vista, técnico y funcional las condiciones existentes del sistema de acueducto de la cabecera municipal de Puerto Gaitán Meta.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las condiciones de cobertura, continuidad y calidad del sistema de acueducto de la cabecera municipal de Puerto Gaitán Meta.

- Determinar las captaciones actuales de las plantas de tratamiento de agua potable del sistema de acueducto de Puerto Gaitán Meta.

- Describir el comportamiento hidráulico del sistema de acueducto de la cabecera municipal de Puerto Gaitán Meta.

4. ANTECEDENTES

4.1. ESTUDIO DESCRIPTIVO SOBRE LA SITUACIÓN FÍSICA Y FUNCIONAL EXISTENTE DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL EN LA CABECERA MUNICIPAL DE BITUIMA CUNDINAMARCA

4.1.1. Autor del proyecto Bituima, Cundinamarca

Cesar Alejandro Méndez Hernández, 2012

4.1.2. Objetivos del proyecto Bituima Cundinamarca

4.1.2.1. Objetivo general

- Describir las condiciones existentes de las plantas de agua potable y aguas residuales en la cabecera municipal de Bituima, departamento de Cundinamarca desde el punto de vista físico y funcional.

4.1.2.2. Objetivos específicos

- Describir el tipo de características y estado físico de cada de las operaciones unitarias que compone los sistemas de tratamiento de agua potable y agua residual de la cabecera municipal de Bituima.

- Ilustrar mediante planos arquitectónicos la localización, disposición y dimensionamiento de cada una de las estructuras que componen el sistema de tratamiento de agua potable y agua r4esidual del municipio de Bituima.

- Identificar los procedimientos de operación y mantenimiento que se tienen establecidos para las plantas de tratamiento de agua potable y agua residual del municipio de Bituima.

4.1.3. Metodología del proyecto Bituima, Cundinamarca

Se ha desarrollado un trabajo descriptivo sobre el estado actual del acueducto, observando condiciones de funcionamiento, existencia y estado físico de las estructuras hidráulicas necesarias.

4.1.4. Planteamiento del problema Bituima, Cundinamarca

El abastecimiento de agua potable y la correcta disposición de aguas hervidas, son sin duda los servicios de saneamiento básico más importantes y necesarios en cualquier población, es por esto que los planes de desarrollo de las diferentes entidades gubernamentales tienen siempre en cuenta estos aspectos y les dan prioridad respecto a otros proyectos de infraestructura.

A pesar de que en Colombia ha habido un incremento en la cobertura de servicios públicos, no se puede desconocer que un gran porcentajes de los mínimos no cuenta con la condición técnica suficiente para llevar a cabo la operación y mantenimiento de las estructuras de tratamiento que componen los sistemas de potabilización y tratamiento de aguas residuales; lo cual genera problemas de salud pública en inconformidad de los usuarios quede ben pagar las tarifas por la prestación de estos servicios aun cuando sean deficientes.

El esfuerzo de la administración pública no debe ser terminar simplemente en la contratación y ejecución de obras de infraestructura de saneamiento básico como las plantas de tratamiento de aguas portables y aguas residuales; si no que se debe garantizar dicha estructura para que cumpla efectivamente su propósito y sea de solución de las necesidades y los problemas que afecta a la población. Lo anterior debido a que se han presentado casos en los cuales a pesar de que los municipios cuentan con los sistemas de tratamiento por problemas de tipo operativo no se presentan las eficiencia requeridas y establecidas por la legislación ambiental vigente tanto que el agua como el consumo humano como para descarga de vertimiento en aguas residuales.

En el caso del municipio de Bituima ubicado en el departamento de Cundinamarca es un ejemplo de lo anterior mencionado, ya que aún cuenta con la existencia de infraestructura y equipos necesario; de acueducto con los requisitos de sistema único de información de servicios públicos e informes técnicos de diferentes

consultorías, se evidencian problemas de funcionamiento que ponen en riesgo el suministro de agua potable bajo las características técnicas requeridas.[4]

4.1.5. Resultados Bituima, Cundinamarca

4.1.5.1. Proyección poblacional

Para la determinación del caudal de diseño de la planta de tratamiento, unos de los parámetros fundamentales es la posición proyectada al periodo de diseño. En el presente caso, la proyección poblacional se realizó teniendo como base la información de los censos para la cabecera municipal de Bituima, establecida por el departamento nacional de estadísticas DANE y los datos del SISBEN en donde se establece la población flotante.

Tabla 1. Datos de población para proyección al periodo de diseño

AÑO	POBLACIÓN URBANA	POBLACIÓN FLOTANTE	POBLACIÓN A PROYECTAR	FUENTE
1985	386	24	410	SISBEN
2005	408	101	509	DANE

Fuente: municipio de Bituima, diagnostico, estudio, diseño y formulación del plan maestro de los sistemas de acueducto y alcantarillado.2008

4.1.5.2. Planta de tratamiento de agua potable Bituima Cundinamarca

La planta de tratamiento de agua potable cuenta con tres bombas dosificadoras de tipo diafragma destinadas para la aplicación controlada del neutralizante, coagulante y desinfectante, sin embargo estas se encuentran fuera de

[4] MENDEZ, Hernández Cesar Alejandro, proyecto de grado para optar el título de ingeniera civil- Estudio descriptivo sobre la situación física y funcional existente de las plantas de tratamiento de agua potable y agua residual en la cabecera municipal de Bituima Cundinamarca, universidad la gran Colombia – facultad de ingeniería civil, 2012.

funcionamiento dado que el personal no tiene la instrucción suficiente para el manejo de la misma.[5]

4.1.5.3. Tanque de almacenamiento de agua tratada

En la actualidad existe un tanque de aproximadamente 77.00 m3, el cual se encuentra en malas condiciones, debido a la falta de mantenimiento curativo y preventivo. Durante el proceso de optimización se propuso la ampliación del tanque existente para llegar a un volumen de 168 m3 y de manera dar cumplimiento al volumen mínimo establecido en el RAS 2000, para este fin se consideró hacer la ampliación del existente lote contiguo ya que la topografía y el área son convenientes. Sin embargo no ha sido posible efectuar dicha ampliación debido a que el municipio debe realizar la negociación para la compra de los terrenos designados para la construcción.[6]

4.2. ESTUDIO DESCRIPTIVO SOBRE LA SITUACIÓN EXISTENTE DEL SISTEMA GENERAL DEL ACUEDUCTO EN LA CABECERA MUNICIPAL DE NIMAIMA CUNDINAMARCA

4.2.1. Autor del proyecto Nimaima, Cundinamarca

Jairo Aquilino Amaya Gil, 2010

4.2.2. Objetivos del proyecto Nimaima, Cundinamarca

4.2.2.1. Objetivo general

- Explorar y describir las condiciones existentes del sistema de acueducto en la cabecera municipal de Nimaima Cundinamarca

4.2.2.2. Objetivos específicos

[5] Ibid, p. 23
[6] Ibid, p. 23

- Describir el tipo de fuente de abastecimiento.
- Determinar el estado actual de la bocatoma.
- Describir la situación existente de la red de conducción.

4.2.3. Metodología del proyecto Nimaima, Cundinamarca

Este proyecto se analiza en dos pautas, por un lado está el análisis físico del estado actual del sistema de acueducto, esto se desarrolla mediante visitas, toma de fotografías a instalaciones y consulta de información tanto a los habitantes como a los funcionarios encargados de su mantenimiento. La segunda parte del trabajo hace referencia a la investigación bibliográfica, normativa que rigen el sector, histórica y geográfica del municipio, para crear el entorno en el cual se desarrolla la población y su acueducto.

4.2.4. Planteamiento del problema Nimaima, Cundinamarca

Mediante este trabajo, se pretendió mostrar el estado actual del acueducto en el municipio de Nimaima Cundinamarca, en puntos vitales del sistema como es la bocatoma, desarenador, ingreso y salida de la planta de tratamiento, tanques de abastecimiento y red de conducción. El desarrollo de este estudio realizado con el transporte de agua permite mejorar la calidad de vida de las poblaciones. Con el adecuado tratamiento que se le dé al agua se garantiza poblados más sanos al no estar afectados por enfermedades y epidemias asociados con el consumo de agua nos tratados o deficientemente tratados.

Grandes esfuerzos se realizan en la actualidad por parte del estado colombiano que busca las fuentes de financiación y desarrollo sostenible para cientos de municipios que carecen de sistema de acueducto y alcantarillado básico para su comunidad. Mediante los planes de desarrollo que se están implementando en alcaldías y gobernaciones se ha podido ver el problema en su real dimensión, clasificándolo y organizando un programa de gobierno que de importancia a las prioridades en servicios públicos que necesita los habitantes década población.

Sin embargo a pesar de enfocar este tema de investigación en el factor potable es necesario conocer aunque sean a grandes rangos el contexto económico, social, político y geográfico existente en el municipio de Nimaima para conocer el

problema de la importancia que el gobierno municipal le ha asignado al sector de servicio público.

La intención de este estudio es brindar a las autoridades encargadas un documento capaz de informar la realidad física de la infraestructura hídrica con que cuenta el municipio en su cabecera municipal determinar según las condiciones actuales de la vida útil del sistema para facilitar el estudio de futuros proyectos de mantenimiento o ampliación del mismo. Se complementa la importancia del trabajo con un aporte social de la universidad la gran Colombia entorno a la apoyo de la investigación en los municipio de la cuenca del río negro.[7]

4.2.1. Resultados Nimaima, Cundinamarca

4.2.1.1. Estado actual del sistema de acueducto

Se puede analizar el sistema de acueducto del municipio de Nimaima haciendo diferencia entre sus dos zonas de influencia, primero se encuentra la zona rural que está comprendida por todas aquellas viviendas ubicadas en áreas no densamente pobladas, como pequeñas veredas y casa de fincas agrícolas. La zona urbana hacer referencia a la parte más poblada del municipio, se trata de viviendas de tipología continua que en su mayoría están beneficiadas por los diferentes tipos de servicios públicos. La rede de acueducto hace referencia al sistema de tuberías y accesorios necesarios para la distribución del agua potable en la población, este a su vez se divide en red principal la cual conduce el agua desde la fuente, hasta el tanque de almacenamiento listo para distribuir el agua a la población, la red secundaria que conduce el agua entre el tanque de almacenamiento hasta el inicio de la distribución de las viviendas y por último, la red terciaria que se encarga de repartir el agua entre cada uno de los predios de la población.

Tabla 2. Resultados análisis agua cruda, quebrada el palmar

[7] AMAYA, Gil Jairo Aquilino, proyecto de grado para optar el título de ingeniera civil - Estudio descriptivo sobre la situación existente del sistema general del acueducto en la cabecera municipal de Nimaima Cundinamarca, universidad la Gran Colombia – Facultad de ingeniería civil, 2010.

Referencia	Expresado	Resultado análisis	Valor máximo CAR
Amoniaco	N2	0.11	1.0
cloruros	Cl^{-}	0.5	250.0
Color	Color real	5	75
Nitratos	N2	0.44	10.0
Nitritos	N2	0.004	10
pH	Unidades	6.8	5.0 – 9.0
sulfatos	SO^{-2} = $4SO4^{-}$	65.4	400.0
Coliformes totales	NMP	9500	20.000 Microorganismos/100 ml.
Coliformes fecales	NMP	1500	20.000 Microorganismos/100 ml.

Fuente: plan maestro de acueducto y alcantarillado. 2005

4.2.1.2. Censos del municipio

En el casco urbano del municipio de Nimaima, se tiene como base los registros, realizados por el departamento administrativo nacional de estadística (DANE), de los años 1985,1993 y 2005. Para el casco urbano arrojo una población en 1993 de 673 habitantes y en el año 2005 dio una población de 899 habitantes.[8]

5. MARCO REFERENCIAL

[8] Ibid, p. 26

5.1. MARCO CONCEPTUAL

5.1.1. Sistema de acueducto

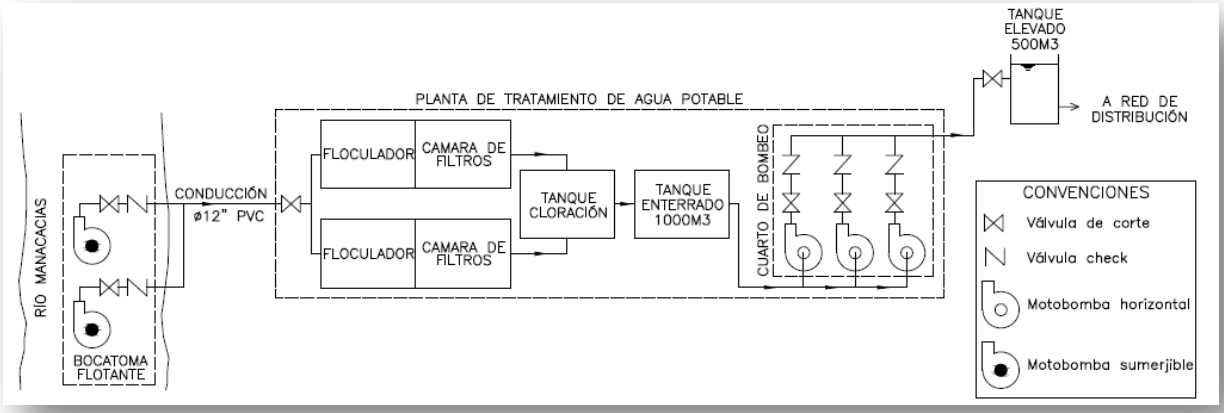
Un sistema de acueducto, necesita gran cantidad y variedad de obras o construcciones. El acueducto está constituido por la infraestructura necesaria para el abastecimiento de agua cruda y tratamiento de agua potable y por las redes matrices y secundarias para la distribución de la misma a toda una comunidad.[9]

5.1.1.1. Tipos de acueducto

- **Por bombeo:**

Cuando es necesario impulsar el agua o elevarla mediante el uso de motobombas.[10]

Figura 1. Sistema de abastecimiento por bombeo (caso de estudio río Manacacías)



Fuente: Propia

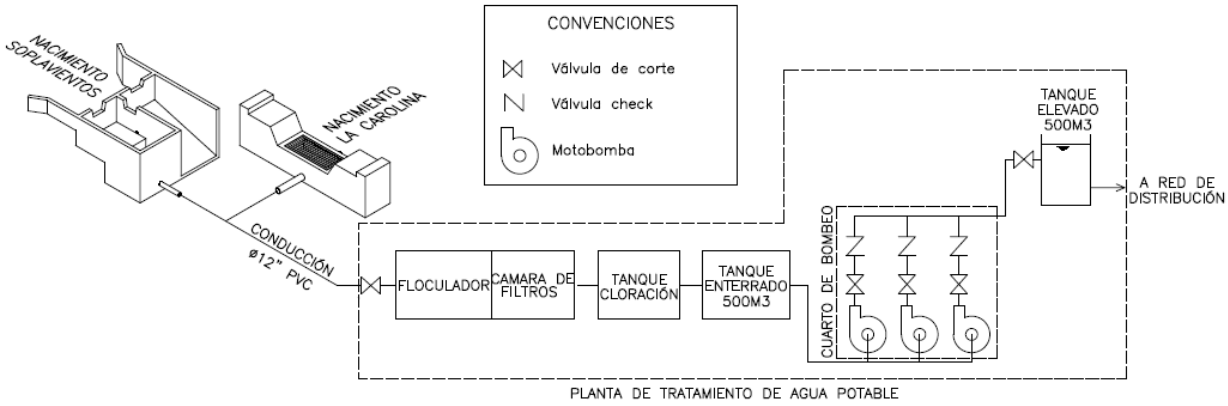
- **Por gravedad**:

[9] HENAO R, Alejandra. Modelo óptimo, del sistema interconectado de acueducto de empresas públicas de Medellín. s.f. Disponible en: [http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articuloses/interesantes/acueducto/index.htm].

[10] BARAHONA, Martínez Ana Maritza. Operación y mantenimiento de sistemas de abastecimiento de agua- serie gestión del agua en cuencas transfronterizas-2010

Se aprovechan los desniveles topográficos para transportar el agua.[11]

Figura 2. Sistema de abastecimiento por gravedad de los nacederos Soplavientos y La Carolina



Fuente: Propia

5.1.1.2. Componentes del sistema de acueducto[12]

- **Microcuenca:**

Es la fuente de abastecimiento de agua en una región, es decir, de donde se obtiene el agua que se va a distribuir. La microcuenca es el área geográfica mínima el cual el agua se desplaza a través de drenajes con una salida principal llamada nacimiento o desagüe. Cuando este desagüe o río desemboca en otros cuerpos de agua mayores, como un lago, otro río, una ciénaga, o desemboca en el mar, se habla de una cuenca.

[11] Ibid, p. 28.
[12] Ibid, p. 28

- **Bocatoma**

Las obras de toma o bocatomas son las estructuras hidráulicas construidas sobre un río o canal con el objetivo de captar, es decir extraer, una parte o la totalidad del caudal de la corriente principal.

Las bocatomas suelen caracterizarse principalmente por el Caudal de Captación, el que se define como el gasto máximo que una obra de toma puede admitir.

- **Captación:**

Está conformada por las obras o estructuras que permiten tomar el agua de la fuente en forma controlada. En fuentes superficiales las captaciones se denominan bocatomas y en aguas subterráneas pozos o aljibes.

- **Aducción:**

Tuberías que llevan el agua hasta el desarenador.

- **Desarenador:**

Son tanques cuya función es separar las arenas y elementos sólidos que lleva el agua en su recorrido. No todos los acueductos cuentan con este componente.[13]

- **Obras de conducción:**

Este componente está constituido por las tuberías o mangueras que conducen nuevamente el agua a la planta de tratamiento (sí la hay) o al tanque de almacenamiento y a la red de distribución.

- **Planta de tratamiento:**

Es el componente que realiza la función de purificación y potabilización del agua.

[13] Ibid, p. 28

- **Tanques de almacenamiento:**

Una vez el agua sea potable, esta se almacena en tanques, esto permite disponer de reservas de agua. Debido a que el consumo de la población no es constante sino que varía según la hora del día, el tanque regula las variaciones del consumo. La función básica del tanque es almacenar agua en las horas que se consume menos, de tal forma que en el momento en que la demanda es mayor el suministro se completa con el agua almacenada.

El tanque permite disponer de almacenamiento en caso de reparaciones o para atender incendios y regula las presiones en la red de distribución. Este es el séptimo componente de un sistema de acueducto.

- **Sistemas de distribución y conexiones domiciliarias:**

Son el conjunto de tuberías o mangueras encargadas de llevar el agua hasta cada vivienda.

5.1.2. Líneas de aducción

5.1.2.1. Sistema de abastecimiento de agua

Es el conjunto de tuberías, instalaciones y accesorios destinados a conducir las aguas requeridas bajo una población determinada para satisfacer sus necesidades, desde su lugar de existencia natural o fuente hasta el hogar de los usuarios. El sistema de abastecimiento de agua se clasifica dependiendo del tipo de usuario, el sistema se clasificará en urbano o rural.

Los sistemas de abastecimiento rurales suelen ser sencillos y no cuentan en su mayoría con redes de distribución sino que utilizan “Piletas Públicas” o llaves para uso común en muchas oportunidades tienen como fuente las aguas subterráneas captadas mediante una bomba manual o hidráulica.[14]

[14] CANAAN, Líneas de aducción, archivo de blog – citado el [23 de febrero del 2008] – Disponible en [http://imois07.blogspot.com.co/2008/02/lineas-de-aduccion.html].

- **Fuente:** es el espacio natural desde el cual se derivan los caudales demandados por la población a ser abastecida. Pueden ser superficial o subterránea.

- **Obra de Captación:** Es la estructura destinada a facilitar la derivación de los caudales demandados por la población.

- **Línea de aducción o impulsión:** Es el tramo de tubería destinado a conducir los caudales desde la obra de captación hasta el depósito regulador o la planta de tratamiento.

- **Planta de Tratamiento:** Es el conjunto de estructuras destinadas a dotar el agua de la fuente de la calidad necesaria para el consumo humano, es decir potabilizarla.

5.1.3. Pérdidas técnicas en el sistema de acueducto

Las pérdidas técnicas corresponden a la diferencia entre el volumen de agua tratada y medida a la salida de las plantas potabilizadoras y el volumen entregado a la población medido en las acometidas domiciliarias del municipio.

Para los municipios que no tengan registros sobre las pérdidas de agua en el sistema de acueducto, el porcentaje de pérdidas técnicas admisible depende del nivel de complejidad del sistema.[15]

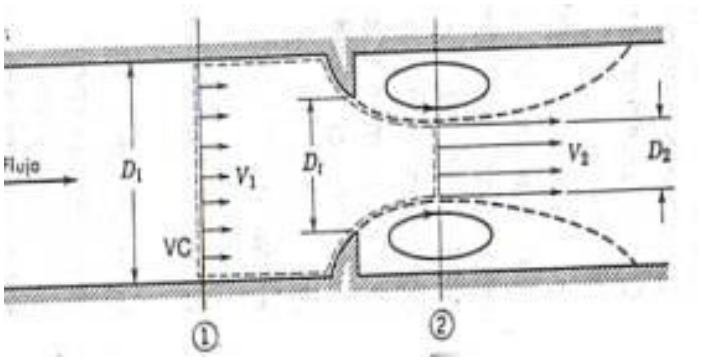
5.1.4. Medidor inicial de caudal

En medidor de caudal determina, generalmente una medida única, la cantidad por unidad de tiempo que pasa por una sección transversal dada. Dentro de los diferentes medidores de caudal se incluyen los orificios, el medidor Venturi, el rotámetro, el vertedero y la tobera.[16]

[15] ALCALDÍA DE PUERTO GAITÁN, contrato 346 del 2013. Op. Cit, p. 15

[16] CUERVO, Cesli Mildrey. Medidor inicial de caudal, s.f. – Disponible en: [http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articuloses/medidores/latoberacomomedidordeq/toberacomomedidordecaudal.html]

Figura 3. Flujo interno a través de una tobera generalizada, donde se muestra un volumen de control.



Fuente: Cesli, Mildrey Cuervo, Medidor inicial de caudal.

La mayoría de los medidores de caudal (Q) para flujos internos funcionan a base de permitir la aceleración de una corriente de fluido a través de algún tipo de tobera. La separación del flujo en la arista afilada de la garganta de la tobera da lugar a que se forme una zona de recirculación (señalada con las líneas punteadas) aguas abajo de la tobera. La corriente principal del flujo se acelera aún más después de que pasa a través de la garganta formando una sección contraída (sección 2) y después se expande disminuyendo su velocidad para llenar todo el conducto. En la sección contraída el área del flujo adquiere su valor mínimo, las líneas de corriente del flujo son esencialmente rectilíneas, y en la zona transversal del canal la presión es uniforme.[17]

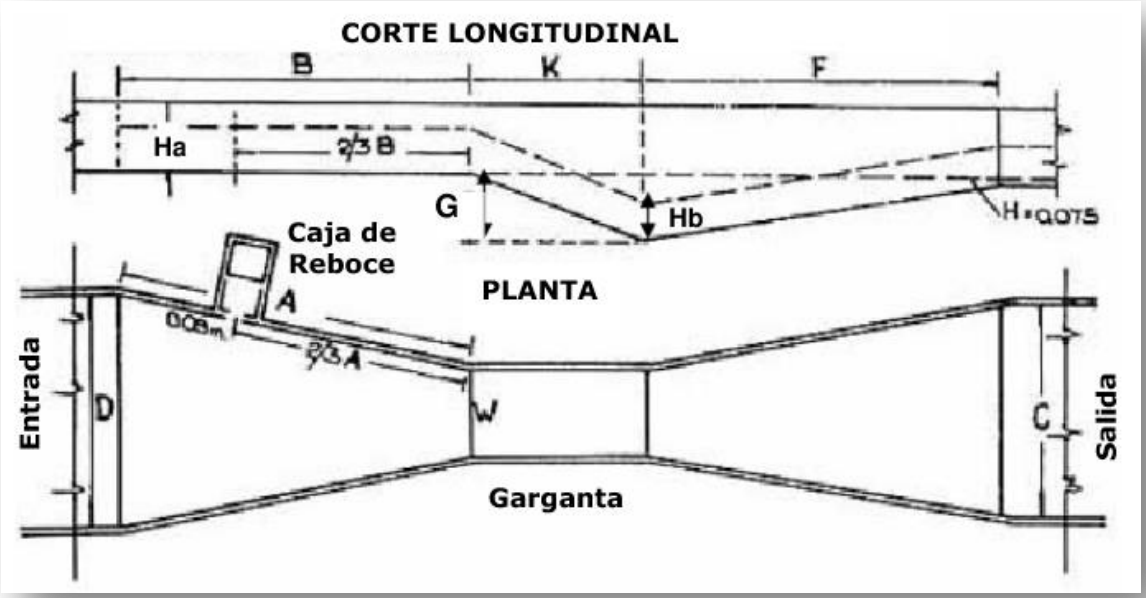
5.1.4. Canaleta Parshall

El objetivo de la canaleta Parshall es el de servir como estructura de aforo, es decir, permitir medir el caudal de agua potable que ingresa diariamente a la PTAP con el fin de poder llevar una medición y a su vez un mejor control de los procesos.[18]

[17] Ibid, p. 32

[18] PARSHALL, canaleta – capitulo III diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales documento disponible en la web [https://es.scribd.com/doc/50313689/2/CANALETA-PARSHALL] realizado por @edwrosas – Betulia Santander. S.f.

Figura 4. Esquema general de una canaleta Parshall



Fuente: explicación de los procesos unitarios que conforman el tratamiento - canaleta Parshall disponible en la web: [https://es.scribd.com/doc/50313689/2/CANALETA-PARSHALL]

5.1.5. Floculación

Es la aglomeración de partículas desestabilizadas en microflóculos y después en los flóculos más grandes que pueden ser depositados llamados flóculo. La adición de otro reactivo llamado floculante o una ayuda del floculante pueden promover la formación del flóculo.[19]

5.1.6. Lechos de secado de lodos

Consiste en el retiro del agua del lodo reduciendo así su contenido de humedad hasta alcanzar aproximadamente el 85% de humedad. Son comunes las técnicas de secado sobre lechos, filtración al vacío,

[19] LENNTECH, manual Degrémont del tratamiento de aguas - s.f. – Disponible en: [http://www.lenntech.es/floculacion.htm].

centrifugación, filtración a presión, vibración sónica o mecánica. Tiene como objetivo el proceso de secado de lodos, reducir los costos de transporte hasta el sitio de disposición final, manejar fácilmente el lodo y aumentar el valor calórico para su incineración

- **Lechos de secado:** Se utilizan para deshidratar lodo extendiéndolo sobre una capa de arena de espesor 20 a 25 cm, dejándolo secar. Una vez perdida la humedad, se puede utilizar como material de relleno o fertilizante. Para comunidades pequeñas, es decir para aquellas plantas de tratamiento que manejan caudales menores a 100 L/s, esta opción de deshidratación se considera óptima, entre tanto; para poblaciones superiores a 20000 habitantes debe optarse por técnicas más avanzadas. [20]

5.2. CALIDAD DEL AGUA

El agua es fuente de vida y salud. El agua es indispensable para la vida. Su calidad está íntimamente relacionada con el nivel de vida y con el nivel sanitario de un país. El agua de consumo puede considerarse de buena calidad cuando es salubre y limpia; es decir, cuando no contiene microorganismos patógenos ni contaminantes a niveles capaces de afectar adversamente la salud de los consumidores.[21]

5.2.1. Análisis microbiológico del agua

Son los procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para consumo humano para evaluar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos.[22]

5.2.1.1. Coliformes

Bacterias negativas en forma bacilar que fermentan la lactosa a temperatura de 35°C a 37°C produciendo ácido y gas en un plazo de 24 a 28 horas.[23]

---

[20] MANEJO, de aguas residuales en pequeñas comunidades, Universidad nacional (abierta y a distancia) – lección 34, SECADO DEL LODO. S.f.

[21] MINISTERIO DE SANIDAD, servicios sociales e igualdad. S.f. Disponible en internet: < http://www.msssi.gob.es/profesionales/saludPublica/saludAmbLaboral/calidadAguas/consumoHumano.htm>

[22] MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL, ministerio de ambiente y desarrollo territorial- resolución número 2115 del 22 de Junio de 2007. Diego Palacio Betancourt (ministro de la protección social) y Juan Lozano Ramírez (ministro de ambiente, vivienda y desarrollo territorial).

5.2.1.2. *Escherichia Coli* - E-Coli:

Bacilo aerobio Gram Negativo no esporulado que se caracteriza por tener enzimas específicas como la β galactosidasa y β glucoronidasa. Es el indicador microbiológico preciso de contaminación fecal en el agua para consumo humano.[24]

5.2.2. Análisis físicos y químicos del agua

Son aquellos procedimientos de laboratorio que se efectúan a una manera de agua para evaluar sus características físicas, químicas o ambas.[25]

5.3. MARCO GEOGRÁFICO

El municipio de Puerto Gaitán está situado en el país de Colombia, más exactamente en el departamento del Meta de la región Orinoquia, según el código DANE: 50 – 568, Categoría No.6, Estratos 3, Extensión Municipal (Km2) 17.492 Distancia de la Capital Villavicencio (Km) 210, Población 22.199 Habitantes:[26]

Puerto Gaitán está ubicado a 4°18′51″N 72°04′57″O, con una altitud de 149 msnm.

Límites:

- En el norte Limita con el departamento del Casanare (río Meta en Medio).
- Sur Limita con el Municipio de Mapiripán.
- Oriente Limita con el Departamento del Vichada.
- Occidente limita con el Municipio de San Martín (río Manacacías en medio) y con el Municipio de Puerto López (río Manacacías y Yucao en medio).

El municipio de Puerto Gaitán tiene una ubicación geoestratégica que se constituye en una ventaja por tener una posición central en la región de la Orinoquía colombiana, por ser paso obligado hacia los departamentos del Vichada y Guainía, por la interconexión funcional con el departamento de Casanare, con

[23] Ibid, p. 35
[24] Ibid, p. 35
[25] Ibid, p. 35
[26] ALCALDÍA DE PUERTO GAITÁN. Contrato 346 del 2013. Construcción de la ampliación y complementación del sistema de abastecimiento de agua potable para el área urbana del municipio de Puerto Gaitán-Meta.

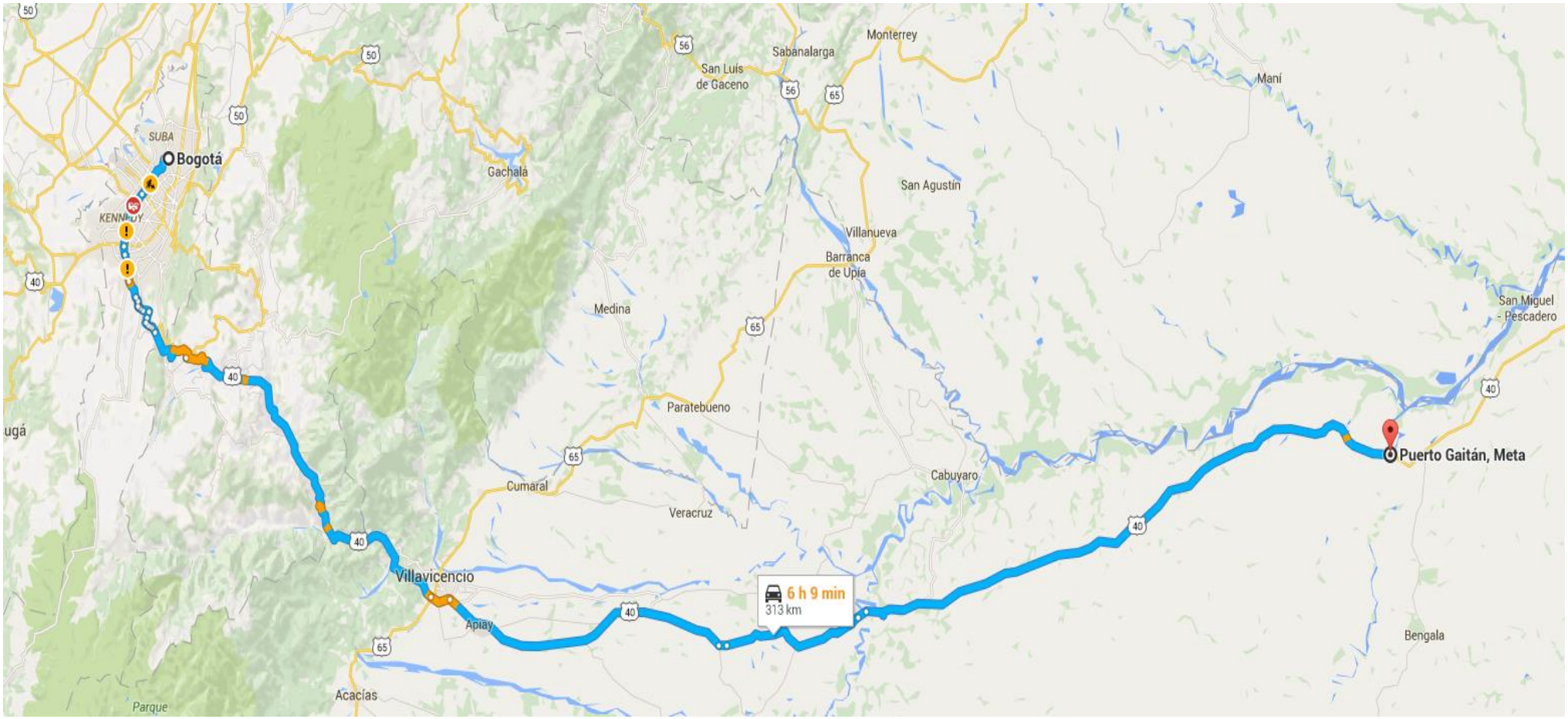
los futuros desarrollos viales, por su conexión con el interior del país y por hacer parte de la dinámica económica que a futuro genere el proyecto de mejoramiento de la navegabilidad del río Meta.[27]

Mapa 1. Ubicación del municipio Puerto Gaitán

Fuente: citado en 23 de febrero de 2015]. Disponible en internet: < http://www.puertogaitan-meta.gov.co/informacion_general.shtml >

[27] Ibid, p. 36

Mapa 2. Distancia del municipio de puerto Gaitán meta



Fuente: google mapas

5.2.1. Hidrografía

El sistema hidrográfico en el territorio es bastante diversificado, los procesos que han actuado sobre las diferentes formas fisiográficas del área definen un sistema netamente dendrítico.

Es importante anotar que la red hidrográfica del municipio es extensa y diversificada. Los caños son cortos y se unen formando los ríos del municipio que salen de él y forma redes fluviales navegables y de gran acopio de peces ornamentales y de consumo.[28] En la siguiente tabla se encuentra la descripción de los cuerpos de agua:

Tabla 3. Descripción de los cuerpos de agua

NOMBRE	TIPO DE CUERPO DE AGUA					UBICACIÓN	
	RÍO	QUEBRADA	CAÑO	LAGUNA	POZO	URBANO	RURAL
Manacacías	X					X	
Meta	X						X
Yucao	X						X
La española				X			X
Carimagua				X			X
Planas	X						X

Fuente: visión geo histórica y cultural

5.2.1.1. Río Manacacías

Nace en piedemontes, corre de sur a norte y desemboca en el Rio Meta, tiene un recorrido aproximado de 87 kilómetros, las vegas del rio y caños poseen vegetación arbórea muy importante para la regulación de los caudales. [29]

[28] CICERY, Eliberto. Monografía del municipio de Puerto Gaitán, Visión Geo histórica y Cultural, Bucaramanga. Municipio de Puerto Gaitán, 2005.
[29] ALCALDÍA DE PUERTO GAITÁN. Contrato 346 del 2013. Op. Cit, p 17

5.2.1.2. Río Meta

Es el principal rio del municipio y del departamento, su valioso aporte al municipio por la navegabilidad que ha permitido el comercio permanece entre los diferentes puertos del municipio y la capacidad abastecedora de pescado obtenido en él y que se comercializa especialmente en la inspección de san miguel.[30]

5.2.1.3. Río Yucao

Es una importante red fluvial que nace en las sabanas de san Martin y Casibare, corre de sur a norte, recorre aproximadamente 69 kilómetros. Las riberas poseen vegetación arbórea muy importante para la regulación de los caudales de varios afluentes que lo nutren.[31]

5.3. MARCO JURIDICO

El marco jurídico que rige el presente proyecto está dado por el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico (R.A.S.), el presente reglamento tiene por objeto señalar los requisitos técnicos que deben cumplir las obras y procedimientos propios del sector de agua potable y saneamiento básico.[32]

[30] Ibid. P. 30
[31] Ibid. P. 30
[32] MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Definición del nivel de complejidad y evaluación de la población, la dotación y la demanda de agua. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. Guías RAS – 001.

Tabla 4. Resolución jurídica

RESOLUCIÓN NÚMERO 2320 DEL 27 DE NOVIEMBRE DE 2009	ARTÍCULO 67	**Dotación neta máxima: se refiere a la cantidad de agua requerida por cada uno de los habitantes para satisfacer sus necesidades.**[33]
	ARTÍCULO 69	Periodo de diseño, todo sistema debe tener un periodo de diseño máximo.
RESOLUCIÓN NÚMERO 424 DEL 18 DE MAYO DEL 2001	ARTÍCULO 1 MODIFICACIÓN DEL ARTÍCULO 178.	Se deben realizar estudios previos para la caracterización de las aguas residuales y luego, y luego realizar el debido tratamiento a efectuar antes del vertimiento.[34]
RESOLUCIÓN NÚMERO 668 DEL 19 DE JUNIO DEL 2003	ARTÍCULO 9	DE LA JUNTA TECNICA ASESORA DEL REGLAMENTO. El ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, con el fin de mantener actualizadas las disposiciones de este reglamento, integrara una junta técnica asesora y regulara sus actuaciones y procedimientos.[35]
RESOLUCIÓN NÚMERO 1096 DE NOVIEMBRE DEL 2000	SECCIÓN I, TITULO A	Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico.[36]
DECRETO 1575 DE 2007	ARTICULO 1	Objeto y campo de aplicación. El objeto del presente decreto es establecer el sistema para la protección y control de la calidad del agua, con el fin de monitorear, prevenir y controlar los riesgos para la salud humana causados por su consumo.

Fuente: tabla propia

[33] Ibid, p. 40
[34] Ibid, p. 40
[35] Ibid, p. 40
[36] Ibid, p. 40

5.4. MARCO DEMOGRÁFICO

Los siguientes datos de los censos son dados según el DANE, encontraremos en la siguiente tabla censos de la zona urbana, zona rural y un total de la población.

Tabla 5. Registro de censos en Puerto Gaitán

CENSOS DANE			
AÑO	**ZONA URBANA**	**ZONA RURAL**	**TOTAL**
1985	2549	5510	8059
1993	3495	11521	15016
2005	6350	9125	15475

Fuente: DANE

5.4.1. Periodo de diseño

Se llama periodo de diseño a los años hacia el futuro para los cuales se diseña el sistema de acueducto, teniendo en cuenta que al final del periodo de diseño establecido, las unidades del sistema se encuentran funcionando en plena capacidad.

5.4.1.1. Dotación neta máxima

Es la cantidad máxima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante sin considerar las pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto.

Siempre que existan datos de consumo histórico confiables para el municipio o distrito, la dotación máxima a utilizar en el diseño de un nuevo sistema de acueducto o la ampliación del sistema existente debe basarse en dichos datos.

La dotación neta máxima calculada no deberá superar los valores establecidos en la tabla No. 4 dependiendo del nivel de complejidad del sistema[37]. En la tabla No 6 se referencia el nivel de complejidad del periodo de diseño.

Tabla 6. Nivel de complejidad del sistema dotaciones

NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA	DOTACIÓN NETA MAXIMA PARA POBLACIONES CON LIMA FRIO O TEMPLADO (L/Hab.día)	DOTACIÓN NETA MAXIMA POBLACIONES CON CLIMA CALIDO (L/Hab.día)
BAJO	90	100
MEDIO	115	125
MEDIO - ALTO	125	135
ALTO	140	150

Fuente: Resolución 2320 Periodo de diseño, dotaciones y porcentaje de pérdidas para diseño.

Tabla 7. Nivel de complejidad del sistema periodo de diseño

NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA	PERIODO DE DISEÑO MÁXIMO
BAJO	25
MEDIO	25
MEDIO – ALTO	25
ALTO	30

Fuente: Resolución 2320 Periodo de diseño, dotaciones y porcentaje de pérdidas para diseño.

- **Parágrafo 1**

Para los niveles de complejidad del sistema alto, medio y bajo, las obras de captación de agua superficiales, subterráneas, las aducciones y conducciones, las estaciones de bombeo, los tanques de almacenamiento y compensación, deberán ser analizados y evaluados, teniendo en cuenta el periodo de diseño máximo, llamado también horizonte de planeamiento de proyecto, con el fin de definir las etapas de construcción basándose en la metodología del costo mínimo.

[37] MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Definición del nivel de complejidad y evaluación de la población, la dotación y la demanda de agua. Op. Cit, p. 40

- **Parágrafo 2**

Para todos los niveles de complejidad del sistema los proyectos de redes de distribución de acueducto deberán ser analizados y evaluados teniendo en cuenta el periodo de diseño el periodo de diseño máximo, llamado también horizonte de planeamiento de proyecto, con el fin de definir las etapas de construcción basándose en el costo de desarrollo.

- **Parágrafo 3**

Para los niveles de complejidad del sistema bajo y medio, los pozos excavados para la captación de aguas subterráneas, tendrán periodo de diseño de 15 años.[38]

5.4.2. Métodos de cálculo para las proyecciones de población

Los métodos que establece el RAS para el cálculo de las proyecciones de población se encuentran en el título B.2.1. el cual se refeiere a la determinación de la población, dotación y demanda.[39]

Tabla 8. Métodos de cálculos permitidos según el nivel de complejidad del sistema (tabla B.2.1. ras)

METODO POR EMPLEAR	NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA			
	BAJO	MEDIO	MEDIO - ALTO	ALTO
M. ARITMETICO	X	X	X	X
M. GEOMETRICO	X	X	X	
M. EXPONENCIAL	X[1]	X[2]	X[1]	
M. COMPARATIVO	X[1]	X	X	

[1] Sujeto a justificación
[2] Optativo - recomendado

Fuente: nivel de complejidad del sistema (tabla B.2.1. RAS)

5.4.2.1. Método aritmético

[38] Ibid, p. 40
[39] Ibid, p. 40

Este método es recomendado según el RAS para los niveles de complejidad bajo y medio, se caracteriza porque la población aumenta a una tasa constante de crecimiento aritmético, es decir que la población de último censo se le adiciona un número fijo de habitantes para cada periodo en el futuro. [40]

- Rata de crecimiento anual:

$$T1 = \frac{Puc - Pci}{Tuc - Tci} \qquad \text{Ecuación No. [1]}$$

T1 = Rata de crecimiento anual en habitantes por año

Puc = Población del último censo considerado

Pci = Población del censo inicial considerado

Tuc = Fecha la cual se realizó el último censo considerado

Tuc = Fecha la cual se realizó el censo inicial considerado

- **Proyección**

$$P_f = P_{uc} + T_1 * m_1 \qquad \text{Ecuación No. [2]}$$

m_1 = número de años entre P_{uc} y P_f

5.4.2.2. Método geométrico

[40] Ibid, p. 40

El RAS recomienda este método, para los niveles de complejidad bajo, medio y alto. Este método es útil en poblaciones que muestran una actividad económica importante, que generan un desarrollo apreciable y que poseen áreas de expansión los cuales pueden ser dotadas, sin mayores dificultades, de la infraestructura de servicios públicos, el crecimiento es geométrico si el aumento de la población es proporcional al tamaño de la misma.[41]

$$n = T_{uc} - T_{ci}$$ Ecuación No. [3]

$$r = \left(\frac{P_{ci}}{P_{uc}}\right)^{\frac{1}{n}} - 1$$ Ecuación No. [4]

P_{ci} = es la población inicial considerada

P_{uc} = es la población del último censo considerado

r = rata de crecimiento

n = número de años entre los censos considerados

P_f = Población futura

- **Proyección**

$$P_f = P_{uc}(1 + r)^n$$ Ecuación No. [5]

5.4.2.3. Método exponencial

[41] Ibid, p. 40.

La utilización de este método requiere reconocer por lo menos tres censos para poder determinar el promedio de la tasa de crecimiento de la población. Se recomienda su aplicación a poblaciones que muestren apreciable desarrollo y poseen abundantes áreas de expansión.[42]

Población futura:

$$K = \frac{Ln(Pc_{post}) - Ln(Pc_{ant})}{Tc_{post} - Tc_{ant}} \qquad \text{Ecuación No. [6]}$$

K= tasa de crecimiento de la población

Pc_{post} = población censo posterior

Pc_{ant} = población censo anterior

Tc_{post} = año correspondiente al censo posterior

Tc_{ant} = año correspondiente al censo anterior

Ln = logaritmo natural o neperiano

- **Proyección**

$$P_f = \mathrm{P}_{uc} * e^{k(T_f - T_{uc})} \qquad \text{Ecuación No. [7]}$$

6. DISEÑO METODOLOGICO

[42] MINISTERIO DESARROLLO ECONÓMICO, sistemas de acueducto - reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. Guías RAS 2000– 001- título B

6.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque de esta investigación, es un enfoque cuantitativo debido a que se manejó recolección de información sobre el estado técnico actual, se utilizó variables cuantitativas las cuales fueron obtenidas del análisis estadístico para el proyecto del municipio a 25 años, dentro de estas variables cuantitativas tenemos una encuesta alrededor de 200 habitantes, para los que se realizara su respectivo análisis estadísticos.

Se realizó un diagnóstico técnico y funcional del sistema de acueducto de Puerto Gaitán Meta, donde se planteó una solución para esta problemática concreta que permita encontrar un recurso específico para la investigación, se recolecto las bases de datos como guía para manifestar ciertas condiciones para la cobertura, continuidad y calidad del sistema de acueducto, generando prototipos donde se analizó los resultados con base en métodos estadísticos.

6.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es de tipo **Descriptivo,** debido a que se describió en qué estado se encuentra el sistema de acueducto del municipio de Puerto Gaitán estableciendo características demográficas, y así lograr identificar los posibles problemas que este afecta al suministro eficiente de agua. Y así se pueda generar a futuro un acueducto que cumpla con las necesidades de la comunidad.

6.3. FASES DE INVESTIGACIÓN

FASE 1. IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DEL ACUEDUCTO

Actividad 1: Realizar varias visitas de campo para reconocer e identificar las diferentes unidades del sistema de acueducto del municipio Puerto Gaitán.

Actividad 2: Identificar las condiciones del sistema de acueducto en cuanto a la cobertura, continuidad y calidad.

Actividad 3: Recolección de información por parte de entidades competentes en el municipio (Alcaldía municipal de Puerto Gaitán, Empresa PERLA DE MANACACIAS E.S.P.)

FASE 2. DEMANDA ACTUAL DEL SISTEMA DE ACUEDCUTO

Actividad 1: Recolectar la información sobre los censos del municipio en el DANE.

Actividad 2: Determinar el crecimiento de la población del municipio con un periodo de diseño de 25 años.

Actividad 3: Establecer la demanda real del municipio a 25 años.

FASE 3. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO

Actividad 1: Realizar el respectivo diagnóstico del sistema de acueducto del municipio con base en lo establecido en el RAS 2000.

6.4. INSTRUMENTOS

- Formato de resultados de pruebas de laboratorio
- Encuestas directivas y usuarios del sistema de acueducto de Puerto Gaitán Meta

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1. CÁLCULO PERIODO DE DISEÑO

De acuerdo a la información suministrada por el DANE, a continuación se presenta los censos poblacionales del municipio de Puerto Gaitán. Observar tabla N. 9.

Tabla 9. Censo población urbana del municipio de Puerto Gaitán, Meta

CENSOS	
AÑO	**POBLACIÓN URABANA (HAB.)**
1985	2549
1993	3495
2005	6350

Fuente: censos según el DANE

Con base en estos datos se realizó el cálculo de la población a futuro de acuerdo al método geométrico a un periodo de 25 años. A continuación se detalla el cálculo realizado:

7.1.1. Método Geométrico

- Calculo Rata de crecimiento:

$$n = T_{uc} - T_{ci}$$

$$r = \left(\frac{Puc}{Pci}\right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

Cálculo de rata de crecimiento r_1:

$$n = 1993 - 1985 = 8$$
$$r_1 = \left(\frac{3495}{2549}\right)^{\frac{1}{8}} - 1$$
$$\boldsymbol{r_1 = 0.0402} \approx 4.02\%$$

Cálculo de rata de crecimiento r_2:

$$n = 2005 - 1993 = 12$$
$$r_2 = \left(\frac{6350}{3495}\right)^{\frac{1}{12}} - 1$$
$$\boldsymbol{r_2 = 0.05102} \approx 5.10\%$$

Cálculo de rata de crecimiento $r_{\mathbf{prom}}$:

$$r_{prom} = \frac{r_1 + r_2}{2}$$
$$r_{prom} = \frac{0.0402 + 0.05102}{2}$$
$$\boldsymbol{r_{prom} = 0.04563 \approx\ 4.56\%}$$

Hallamos la población futura:

$$P_f = P_{uc}(1 + r)^n$$

- Población para el 2015:

$$P_{2015} = 6350(1 + 0.04563)^{10}$$
$$\mathrm{P}_{2015} = 9921\ \text{Habitante}\boldsymbol{s}$$

- Población para el 2040:

$$P_{2040} = 6350(1 + 0.04563)^{35}$$
$$\mathrm{P}_{2040} = 30270 \text{ Habitantes}$$

7.1.2. Método aritmético

$$\mathbf{T_1} = \frac{\mathbf{P_{uc}} - \mathbf{P_{ci}}}{\mathbf{T_{uc}} - \mathbf{T_{ci}}}$$

$$P_f = P_{uc} + T_1 * m_1$$

- Se halla el valor de T1

$$\boldsymbol{T_1} = \frac{\mathbf{3495 - 2549}}{\mathbf{1993 - 1985}}$$

$$\boldsymbol{T_1} = \mathbf{118.25}$$

- Luego T2:

$$\boldsymbol{T_2} = \frac{\mathbf{6350 - 3495}}{\mathbf{2005 - 1993}}$$

$$\boldsymbol{T_2} = \mathbf{237.92}$$

- Finalmente Tprom:

$$\mathrm{Tprom} = \frac{118.25 - 237.92}{2}$$

$$\mathrm{T}_{\mathrm{prom}} = 178.0833$$

- Población para el 2015:

$$P2015 = \ 6350 + (178.08 * (2015 - 2005))$$

$$P2015 = 8131 \ Habitantes$$

- Población para el 2040:

$$P2040 = 6350 + (178.08 * (2040 - 2005))$$

$$P2040 = 12583\ Habitantes$$

7.1.3. Método exponencial

$$K = \frac{Ln(Pc_{post}) - Ln(Pc_{ant})}{Tc_{post} - Tc_{ant}}$$

$$K = \frac{Ln(6350) - Ln(2549)}{2005 - 1985}$$

$$K = 0.0456377$$

Población futura:

$$P_f = P_{uc} * e^{k(T_f - T_{uc})}$$

- Para el 2015

$$P_{2015} = 6350 * e^{0.18(2015-2005)}$$

$$P_{2015} = 10022\ Habitantes$$

- Para el 2040

$$P_{2040} = 6350 * e^{0.18(2040-2005)}$$

$$P_{2040} = 31368\ Habitantes$$

7.1.4. Calculo de Caudales

Nota: las siguientes tablas son utilizadas para los cálculos del periodo de diseño.

Tabla 10. Dotación neta según el nivel de complejidad del sistema

Nivel de complejidad del sistema	Dotación neta mínima (L/hab·día)	Dotación neta máxima (L/hab·día)
Bajo	100	150
Medio	120	175
Medio alto	130	-
Alto	150	-

Fuente: Fuente: Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. Guías RAS – 001.

Tabla 11. Variación a la dotación neta según el clima y el nivel de complejidad del sistema

Nivel de complejidad del sistema	Clima cálido (Mas de 28°C)	Clima templado (Entre 20°C y 28°C)	Clima frío (Menos de 20°C)
Bajo	+ 15 %	+ 10%	No se admite Corrección por clima
Medio	+ 15 %	+ 10 %	
Medio alto	+ 20 %	+ 15 %	
Alto	+ 20 %	+ 15 %	

Fuente: Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. Guías RAS – 001.

Tabla 12. Porcentajes máximos admisibles de pérdidas técnicas

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

Fuente: Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. Guías RAS – 001.

Tabla 13. Coeficiente de consumo máximo diario, k1, según el nivel de complejidad del sistema

Nivel de complejidad del sistema	Coeficiente de consumo máximo diario - k_1
Bajo	1.30
Medio	1.30
Medio alto	1.20
Alto	1.20

Fuente: Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. Guías RAS – 001.

Tabla 14. Coeficiente de consumo máximo horario, k2, según el nivel de complejidad del sistema y el tipo de red de distribución

Nivel de complejidad del sistema	Red menor de distribución	Red secundaria	Red matriz
Bajo	1.60	-	-
Medio	1.60	1.50	-
Medio alto	1.50	1.45	1.40
Alto	1.50	1.45	1.40

Fuente: Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. Guías RAS – 001.

Tabla 15. Datos según la población calculada

SEGÚN POBLACIÓN		**Resolución 2320**
Nivel de complejidad		Medio Alto
Periodo de diseño	año	25
Horizonte del proyecto	año	2040
Población proyectada (2015)	Hab.	10294
Población proyectada (2040)	Hab.	27214

Fuente: cálculos según las tablas del RAS

Tabla 16. Cálculos según las tablas del ras

ACUEDUCTO		
Dotación neta máxima	L/hab*día	135
Perdida adoptada máxima	%	25%
Dotación Bruta	L/hab*día	**180**
Coeficiente consumo máximo día	K1	1.2
Coeficiente consumo máximo horario	K2	1.4
Caudal medio diario (Qmd) - 2040	L/s	56.696
Caudal máximo diario (QMD) - 2040	L/s	68.035
Caudal máximo horario (QMH) - 2040	L/s	79.374

Fuente: cálculos según las tablas del RAS

- Dotación bruta

$$Dbruta = \frac{135 * 1}{0.75}$$

$$Dbruta = 180 \frac{L}{hab * día}$$

Población 2015

- Caudal medio diario 2015:

$$Qmd = \frac{10294\ Hab * 180\ \frac{l}{Hab * día}}{86400 \frac{s}{día}}$$

$$Qmd = 21.446\ L/s$$

- Caudal máximo diario 2015

$$QMD = 21.446 * 1.2$$

$$QMD = 25.735\ L/s$$

- Caudal máximo horario 2015

$$QMH = 21.446 * 1.4$$

$$QMH = 30.024\ L/s$$

Población 2040

- Caudal medio diario 2040:

$$Qmd = \frac{27214\ Hab * 180\ \frac{l}{Hab * día}}{86400\frac{s}{día}}$$

$$Qmd = 56.696\ L/s$$

- Caudal máximo diario 2040

$$QMD = 56.696 * 1.2$$

$$QMD = 68.035\ L/s$$

- Caudal máximo horario 2040

$$QMH = 56.696 * 1.4$$

$$QMH = 79.374\ L/s$$

Nota: la población flotante se tomó como el 10 &% de la población promedio calculada.

Tabla 17. Proyección de la población por los tres métodos geométrico, aritmético y exponencial

POBLACIÓN CONOCIDA		POBLACIÓN PROYECTADA						Nivel de complejidad	DEMANDA				
Censo	# de habitantes	Método geométrico	Método aritmético	Método exponencial	Población promedio	Población flotante 10%	Población de diseño		Dotación neta L/had*día	Dotación bruta L/had*día	Qmd (L/s)	QMD (L/s)	QMH (L/s)
1985	2549												
1993	3495												
2005	6350												
2016		10374	8309	10490	9724	972	10697				22.28	26.74	31.20
2017		10847	8487	10980	10105	1010	11115				23.16	27.79	32.42
2018		11342	8665	11493	10500	1050	11550				24.06	28.88	33.69
2019		11859	8843	12030	10911	1091	12002				25.00	30.00	35.01
2020		12401	9021	12591	11338	1134	12472				25.98	31.18	36.38
2021		12966	9199	13179	11782	1178	12960				27.00	32.40	37.80
2022		13558	9377	13795	12243	1224	13468				28.06	33.67	39.28
2023		14177	9555	14439	12724	1272	13996				29.16	34.99	40.82
2024		14824	9734	15113	13224	1322	14546				30.30	36.36	42.43
2025		15500	9912	15819	13744	1374	15118				31.50	37.79	44.09
2026		16207	10090	16558	14285	1428	15713				32.74	39.28	45.83
2027		16947	10268	17331	14849	1485	16333				34.03	40.83	47.64
2028		17720	10446	18140	15435	1544	16979				35.37	42.45	49.52
2029		18529	10624	18987	16047	1605	17651				36.77	44.13	51.48
2030		19374	10802	19874	16683	1668	18352				38.23	45.88	53.53
2031		20258	10980	20802	17347	1735	19081				39.75	47.70	55.65
2032		21183	11158	21773	18038	1804	19842				41.34	49.60	57.87
2033		22149	11336	22790	18758	1876	20634				42.99	51.59	60.18
2034		23160	11514	23854	19509	1951	21460				44.71	53.65	62.59
2035		24217	11692	24968	20292	2029	22322				46.50	55.80	65.10
2036		25322	11871	26134	21109	2111	23220				48.37	58.05	67.72
2037		26477	12049	27354	21960	2196	24156				50.32	60.39	70.45
2038		27685	12227	28631	22848	2285	25133				52.36	62.83	73.30
2039		28949	12405	29968	23774	2377	26151				54.48	65.38	76.27
2040		30269	12583	31368	24740	2474	27214				56.70	68.03	79.37
2041		31651	12761	32832	25748	2575	28323				59.01	70.81	82.61

Fuente: Propia

7.2. DESCRIPCIÒN ACTUAL DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO

7.2.1. FUENTES DE ABASTECIMIENTO

7.2.1.1. Nacedero de Soplavientos

Es una fuente de abastecimiento hídrica de la planta de tratamiento de agua potable para la cabecera municipal de Puerto Gaitán, el cual se encuentra ubicado en las coordenadas geográficas 0965379 N, 122683.6 E a una elevación de 202 m.s.n.m., en la cual se hace la captación mediante un dique-toma en concreto de forma rectangular de cuyo fondo descarga el agua; la cual fluye por reboso mediante un vertedero a un tanque desarenador de dimensiones de 1 metro de ancho por 4 metros de largo y 2 metros de profundidad desde donde se conduce el agua en una tubería en PVC de 10 pulgadas de diámetro y 1712.6 metros de longitud hasta el punto de conexión de la conducción.

Ilustración 1. Nacedero Soplavientos

Fuente: propia

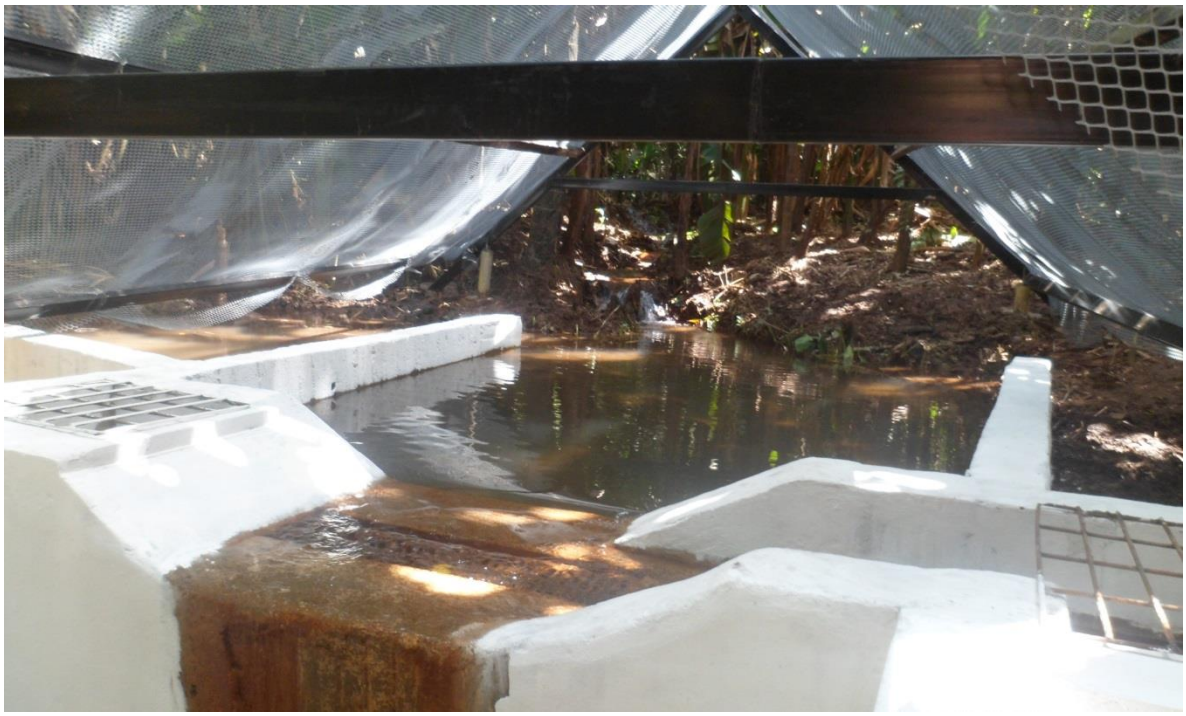
Ilustración 2. Nacedero Soplavientos

Fuente: propia

7.2.1.2. Nacedero La Carolina

Esta fuente hídrica se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas 966163 N, 1227137 E a una elevación de 194 m.s.n.m. en la cual se hace captación por medio de un dique en concreto. La estructura superficial cuenta con una rejilla de fondo, un canal de recolección y un filtro, las aguas captadas son conducidas en una tubería con un diámetro de 8” en PVC.

Ilustración 3. Nacedero La Carolina



Fuente: propia

7.2.1.3. Tubería de conducción

La conducción que transporta las aguas captadas de los nacederos tiene una longitud de 4919.83 m y un diámetro de 10” en PVC, la cual se conecta a un punto de derivación controlado por dos válvulas que dan la opción de suministrar el servicio directamente a la red de distribución de la cabecera municipal y/o abastecer la PTAP. La tubería entre la PTAP y el punto de derivación tiene una longitud de 807.7 m y un diámetro nominal de 10” en PVC.

Ilustración 4. Tubería de Conducción

Fuente: propia

Nota: tubería con fugas

7.2.1.4. Barcaza sobre el Río Manacacías

La captación de agua del río Manacacías se hace por medio de una bocatoma tipo flotante en este caso una Barcaza ubicada en las coordenadas geográficas 968041 N, 1222900 E, altitud de 157 msnm, sobre la margen derecha del río Manacacías aproximadamente 1 km aguas arriba del puente Manacacías, en la cual hay dos electrobombas que bombean el agua a la nueva planta de tratamiento de agua potable mediante una tubería en PVC de 12" con una longitud de 2549 m.

Ilustración 5. Barcaza Bocatoma

Fuente: propia

La Barcaza está diseñada para tres unidades de bombeo y en la actualidad están en funcionamiento dos unidades que trabajan simultáneamente, cada unidad de bombeo consta de una bomba sumergible válvula mariposa tipo Wafer y válvula de anti retornó o cheque.

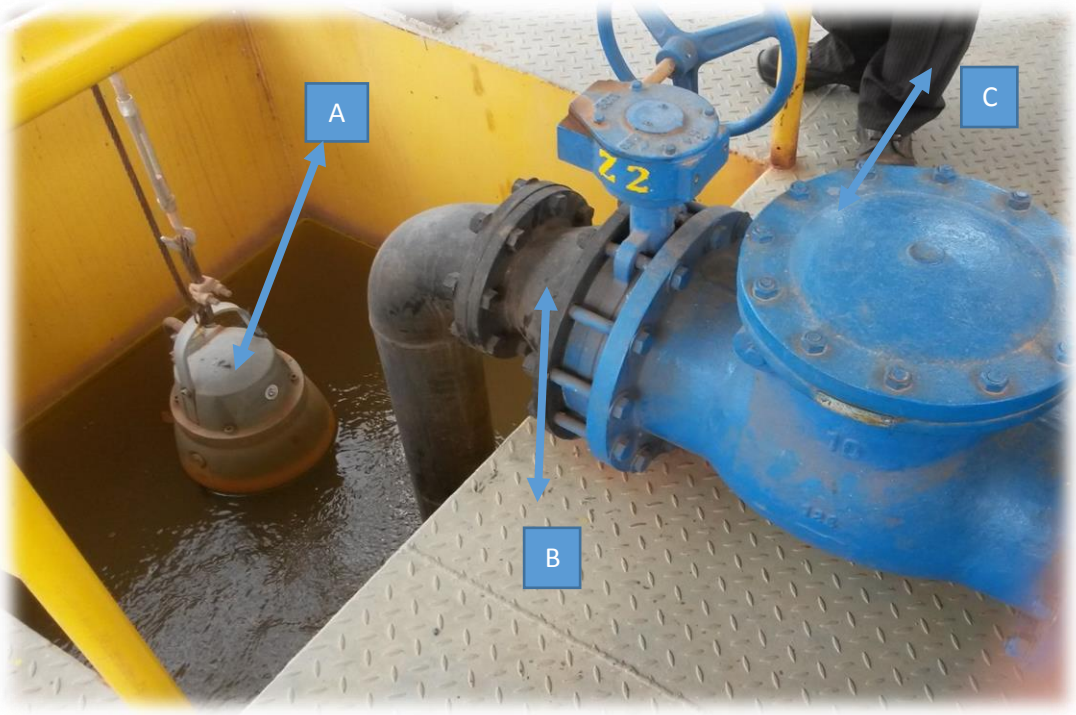
Ilustración 6. Unidades De Bombeo

Fuente: propia

A: filtro

B: tubería de conducción DN 12”

Ilustración 7. Componentes De Unidad De Bombeo



Fuente: propia

A: Electro bomba sumergible

B: Válvula mariposa tipo Wafer

C: válvula cheque

7.2.2. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

La PTAP se encuentra dividida en dos sistemas de tratamiento totalmente independientes, la primera planta de tratamiento trata las aguas de los nacederos Soplavientos y la carolina la cual recibe un caudal estimado de 19 l/s aproximadamente en el momento de la visita al sitio; en la foto se puede evidenciar las variaciones de caudales hasta 25 l/s, dependiendo la época del año.

Ilustración 8. Capatación De Los Nacederos

Fuente: propia

Ilustración 9. Canaleta Parshall

Fuente: propia

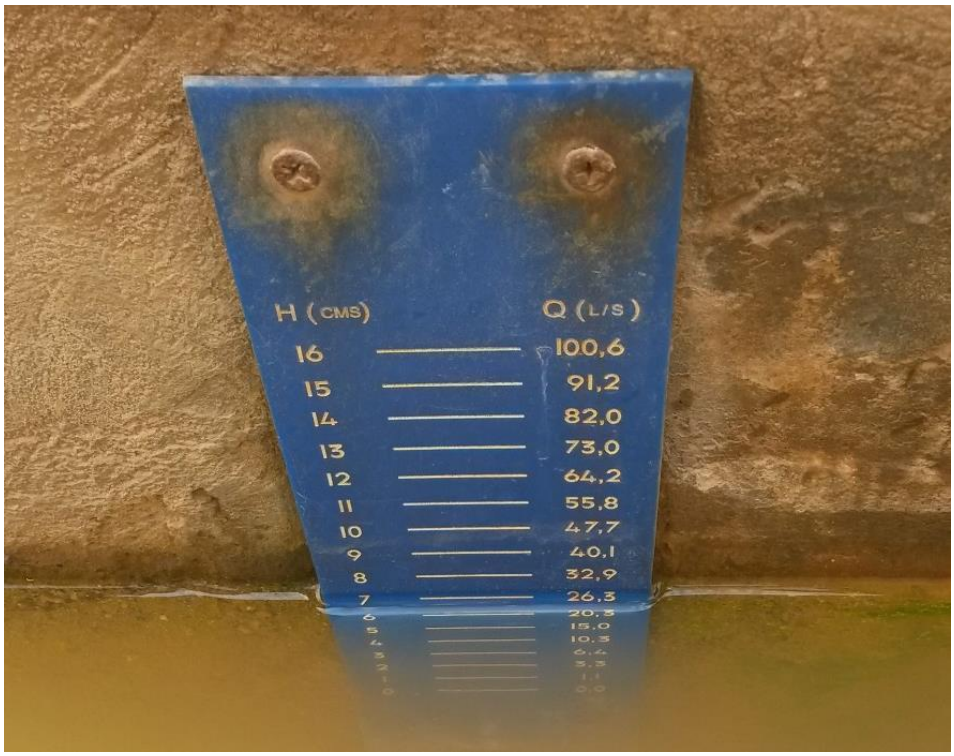
Esta planta cuenta con un sistema de floculación, una cámara de filtros, un tanque de reserva enterrado con capacidad de 500 m3 del cual se bombea a un tanque elevado con la misma capacidad, que se está a 23 m de elevación. Del tanque elevado se distribuye por gravedad mediante una tubería de 10” de Diámetro en PVC a la red de suministro del acueducto de la cabecera municipal.

La segunda planta de tratamiento trata las aguas del río Manacacías y se pudo estimar que dicha planta trata un caudal de 26 l/s. Esta planta consta de un canal de aproximación con canaleta Parshall para medir caudales y zona de mezcla rápida aprovechando el resalto hidráulico formado aguas abajo del vertedero; existen dos unidades de floculación tipo Alabama con nueve cámaras cada uno, dos unidades de sedimentación acelerada con módulos de sedimentación tipo colmena, cuatro cámaras de filtros abiertos de tasa declinante construidos en concreto con lecho mixto de arena y atrasita, sobre soporte de grava, instaladas sobre placas perforadas fabricadas en acrílico, tanque de contacto y tanque de almacenamiento superficial de concreto, cabe decir que en el tanque de contacto se le adiciona una dosificación de sulfato de aluminio y cloro.

Ilustración 10. Cuarto De Bombeo

Fuente: propia

Ilustración 11. Medidor De Caudal Del río Manacacías



Fuente: propia

El tanque superficial es transportado el agua por bombeo por una tubería de PVC con diámetro de 10”, y longitud de 1205 m y 25 m de altura a un tanque elevado con una capacidad de 500 m3, ubicado en la carrera 13 con calle 19. Del tanque almacenamiento elevado de agua por gravedad pasa directamente a la red de distribución del acueducto.

Esta planta cuenta con una estructura de floculación, una cámara de filtros, un tanque enterrado de 1000 m3 y una estación de bombeo, la cual bombea agua del tanque enterrado al nuevo tanque elevado a una tubería de 8” en PVC de 1205 m de longitud.

En las dos plantas se hace un tratamiento de dosificación de sulfato de aluminio y cloro.

Tabla 18. Cobertura de acueducto, Puerto Gaita (Meta)

	ACUEDUCTO						
RESIDENCIAL	**EST 1**	**EST 2**	**EST 3**	**TOTAL**	**COB Vs EST.MUN.SERV**	**COB Vs IGAC**	**FUENTE**
POZO O ALJIBE POZO SEPTICO	148	38	1	187	11%	10%	Actualizacion Estratificacion 2009 R urbana
PERLA DEL MANACACIAS	299	1182	144	1625	97%	90%	Maestro de usuarios perla del manacacias
TOTAL SOLUCION	**447**	**1220**	**145**	**1812**	109%	100%	
REPORTE IGAC	**447**	**1216**	**145**	**1808**	108%		Reporte SSPD IGAC 2010
ESTRATIFICACIÓN MUNICIPAL CON SERVICIOS	**260**	**1259**	**148**	**1667**	79%		Actualizacion Estratificacion 2009 R urbana
ESTRATIFICACIÓN MUNICIPAL TOTAL	**556**	**1397**	**149**	**2102**	100%		Actualizacion Estratificacion 2009 R urbana

NO RESIDENCIAL	**11 ind**	**12 com**	**14 Y 20 ofi**	**72**	**99 no cobro**	**TOTAL**	**FUENTE**
PERLA DEL MANACACIAS	9	180	13	4	0	206	Reporte estratificacion SUI 2010
REPORTE IGAC	9	180	13	4	1	207	Reporte SSPD IGAC 2010
ESTRATIFICACIÓN MUNICIPAL						294	Actualizacion Estratificacion 2009 NR urbana

COBERTURA TOTAL ACUEDUCTO AREA URBANA INMUEBLES RESIDENCIALES Y NO RESIDENCIALES	**91%**

Fuente: Coberturas reportadas por la alcaldía de Puerto Gaitán frente al reporte IGAC

7.3. CALIDAD DEL AGUA DEL MUNICIPIO DE PUERTO GAITÁN - META

Ministerio de la protección social, ministerio de amiente, vivienda y desarrollo territorial (resolución 2115 del 22 de Junio del 2007) por medio de la cual señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

Para este proyecto fue necesario realizar los siguientes laboratorios según el capítulo II de los artículos 2 y articulo 11.

- En el capítulo II articulo II: las características físicas. El agua para consumo humano no podrá sobrepasar los valores máximos aceptables para cada una de las características físicas que se señalan a continuación:

Tabla 19. Características físicas del agua para consumo humano

Características físicas	Expresadas como	Valor máximo aceptable
Color aparente	Unidades de platino cobalto (UPC)	15
Olor y sabor	Aceptable o no aceptable	aceptable
Turbiedad	Unidades nefelométricas de turbiedad (UNT)	2

Fuente: Ministerio de la protección social, ministerio de amiente, vivienda y desarrollo territorial (resolución 2115 del 22 de Junio del 2007)

Nota. Color aparente: es el color que presenta el agua en el momento de su recolección sin haber pasado por un filtro de 0.45 micras.

- En el artículo 6. Características químicas de sustancias que tienen implicaciones sobre la salud humana: Las características químicas del agua para consumo humano en relación con los elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos que tienen implicaciones sobre la salud humana se señalan en el siguiente cuadro:

Tabla 20. Características químicas de sustancias que tienen implicaciones sobre la salud humana

Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos que tienen implicaciones sobre la salud humana	Expresadas como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Carbono Orgánico Total	COT	5,0
Nitritos	NO2 -	0.1
Nitratos	NO3 -	10
Fluoruros	F -	1,0

Fuente: Ministerio de la protección social, ministerio de amiente, vivienda y desarrollo territorial (resolución 2115 del 22 de Junio del 2007)

- En el artículo 11. Características microbiológicas: las características microbiológicas del agua para consumo humano deben enmarcarse dentro de los siguientes valores máximos aceptables desde el de vista microbiológico, los cuales son establecidos teniendo en cuenta los límites

de confianza del 95% y para técnicas con habilidad de detección desde 1 unidad formadora de colonia UFC o 1 microorganismo en 100 cm3 de muestra:

Tabla 21. Características microbiológicas

Técnicas utilizadas	Coliformes totales	Escherichia coli
Filtración por membrana	0 UFC/100 cm3	0 UFC/100 cm3
Enzima sustrato	< de 1 microorganismo en 100 cm3	< de 1 microorganismo en 100 cm3
Sustrato definido	0 microorganismo en 100 cm3	0 microorganismo en 100 cm3
Presencia - ausencia	Ausencia en 100 cm3	Ausencia en 100 cm3

Fuente: Ministerio de la protección social, ministerio de amiente, vivienda y desarrollo territorial (resolución 2115 del 22 de Junio del 2007)

A continuación se encuentran los resultados de los laboratorios realizados por la empresa Pro – calidad:

7.3.1. Laboratorio de análisis Nacederos la Carolina y Soplavientos

Se certificó con el informe N. D 1104 el análisis microbiológico de aguas según la norma de la resolución 2115 del 22 de junio de 2007, en la cual muestra como resultado que el color, olor y aspecto es normal, mostrando la ausencia de Coliformes y *Escherichia Coli*, determinando que la muestra microbiológica es aceptable.

Tabla 22. Datos de la muestra de los nacederos la Carolina y Soplavientos

Numero de muestras	1
Tipo de muestra	Agua Acueducto
Clase de empaque	Recipiente Plástico
Lugar del muestreo	Grifo Calle 19 N. 4 - 41
Cantidad	600 Ml
Temperatura	13°C

Fuente: laboratorio empresa pro - calidad del agua

Tabla 23. Análisis microbiológico de aguas, informe N. D 1104

Técnica Utilizada	Microorganismos Indicadores	Norma Resolución 2115 22 De Junio 2007	Resultado Obtenido 100/Cm3
Presencia Y Ausencia	Coliformes Totales	Ausencia / 100 Cm3	Ausencia
	Escherichia Coli	Ausencia / 100 Cm3	Ausencia

Fuente: laboratorio empresa pro - calidad del agua

7.3.2. Laboratorio de análisis fuente Río Manacacías

Se certificó con el informe N. D 1103 el análisis microbiológico de aguas según la norma de la resolución 2115 del 22 de junio de 2007, en la cual muestra como resultado que el color, olor y aspecto es normal, mostrando la ausencia de Coliformes y *Escherichia coli*, determinando que la muestra microbiológica es aceptable.

Tabla 24. Datos de la muestra del Río Manacacías

Numero de muestras	1
Tipo de muestra	Agua Acueducto
Clase de empaque	Recipiente Plástico
Lugar del muestreo	Grifo Calle 25 N. 2D - 52
Cantidad	600 Ml
Temperatura	12°C

Fuente: laboratorio empresa pro - calidad del agua

Tabla 25. Análisis microbiológico de aguas, informe N. D 1103

TÉCNICA UTILIZADA	MICROORGANISMOS INDICADORES	NORMA RESOLUCIÓN 2115 22 DE JUNIO 2007	RESULTADO OBTENIDO 100/Cm3
PRESENCIA Y AUSENCIA	Coliformes Totales	Ausencia / 100 Cm3	Ausencia
	Escherichia Coli	Ausencia / 100 Cm3	Ausencia

Fuente: laboratorio empresa pro - calidad del agua

7.3.3. Laboratorio de análisis pozo subterráneo Barrio Bateas

Se realizó una muestra de agua en el barrio Bateas, debido a que es una zona que no se encuentra legalizado por ser de invasión, por el cual tienen la necesidad de consumir el agua de pozos subterráneos hechos por ellos mismos. Es el barrio más desfavorable porque no cuenta con alcantarillado de aguas lluvias, aguas negras, ni acueducto.

Se certificó con el informe N. 2597 el análisis microbiológico de aguas según la norma de la resolución 2115 del 22 de junio de 2007, en la cual muestra como resultado que el color, olor y aspecto es normal, mostrando la ausencia de *Escherichia coli* y presencia de Coliformes determinando que la muestra microbiológica no es aceptable para el consumo humano.

Tabla 26. Datos de la muestra del Barrio Bateas

Numero de muestras	1
Tipo de muestra	agua pozo subterráneo
Clase de empaque	Recipiente Plástico
Lugar del muestreo	Bateas
Cantidad	600 Ml
Temperatura	13°C

Fuente: laboratorio empresa pro - calidad del agua

Tabla 27. Análisis microbiológico de aguas, informe N. 2597

Técnica Utilizada	**Microorganismos Indicadores**	**Norma Resolución 2115 22 De Junio 2007**	**Resultado Obtenido 100/Cm3**
Presencia Y Ausencia	Coliformes Totales	Ausencia / 100 Cm3	Presencia
	Escherichia Coli	Ausencia / 100 Cm3	Ausencia

Fuente: laboratorio empresa pro - calidad del agua

A continuación se encuentran los resultados de los laboratorios realizados por la secretaria de salud del Meta en el año 2013.

7.3.4. Informe de análisis de agua para consumo humano año 2013, análisis No. 20132706

Tabla 28. Datos de la muestra de análisis 2013

Fecha de toma	08 – Octubre - 2013
Zona	Urbana
Nombre de la localidad	Villa Los Alpes
Municipio procedencia	Puerto Gaitán
Punto de Muestreo	003
Dirección de la toma	Carrera 7 Calle 18 Esquina
Desinfección con	Cloro
Cargo	Técnico De Saneamiento
Hora de toma	09:30 Am
Punto de toma	Red
Departamento	Meta
Fuente de toma	Nacimiento
Tipo de agua	Tratada

Fuente: secretaria seccional de salud del meta- laboratorio de salud pública

Tabla 29. Datos del prestador del servicio, año 2013

Nombre del prestador	Perla del Manacacias
dirección	Cra. 7 No. 13 - 46

Fuente: secretaria seccional de salud del meta- laboratorio de salud pública

Tabla 30. Análisis Fisicoquímico Del Año 2013

Parámetro	Valor Min.	Valor Max.	Puntaje De Riesgo	Unidades	Método	Resultado	Valor Irca	Concepto
Ph	6.5	9	1.5	UPH	electromerico	7.2	0	cumple
Conductividad	0	1000	0	Wmhos/cm	electromerico	4.3	0	cumple
Cloro Residual Libre	0.3	2	15	mgCl2/Lt	Titulación volumétrica (FAS/DPD)	0.6	0	cumple
Turbiedad	0	2	15	NTU	nefelómetro	0.96	0	cumple

Fuente: secretaria seccional de salud del meta- laboratorio de salud pública

Tabla 31. Análisis microbiológico del año 2013

Parámetro	Valor Min.	Valor Max.	Puntaje De Riesgo	Unidades	Método	Resultado	Valor Irca	Concepto
Coliformes Totales	0	0	15	Microorganismos/100 Cm3	Sustrato Definido	0	0	Cumple
Coliformes Fecales	0	0	25	Microorganismos/100 Cm3	Sustrato Definido	0	0	Cumple
Bacterias Mesofilicas Aerobias	0	100	0			108	0	No Cumple

Fuente: secretaria seccional de salud del meta- laboratorio de salud pública

7.3.5. Informe de análisis de agua para consumo humano año 2016, análisis No. 20160168

Tabla 32. Datos de la muestra de análisis, 2016

Fecha de toma	13 – Marzo - 2016
Zona	Urbana
Nombre de la localidad	Bello Horizonte
Municipio procedencia	Puerto Gaitán
Punto de Muestreo	002
Dirección de la toma	Carrera 1 Calle 28 Esquina
Desinfección con	Cloro
Cargo	Técnico De Saneamiento
Hora de toma	05:00 Pm
Punto de toma	Grifo entrada
Departamento	Meta
Fuente de toma	Río
Tipo de agua	Tratada

Fuente: secretaria seccional de salud del meta- laboratorio de salud pública

Tabla 33. Datos del prestador del servicio, año 2016

Nombre del prestador	Perla del Manacacías
dirección	Cra. 7 No. 13 - 46

Fuente: secretaria seccional de salud del meta- laboratorio de salud pública

Tabla 34. Análisis Fisicoquímico Del Año 2016

Parámetro	Valor Min.	Valor Max.	Puntaje De Riesgo	Unidades	Método	Resultado	Valor Irca	Concepto
Color aparente	0	15	6	UPC	SM 2120 C	1	0	cumple
Turbiedad	0	2	15	NTU	SM 2120 B	0.25	0	cumple
Ph	6.5	9	1.5	UPH	SM 4500 - H + B	7.49	0	cumple
Cloro residual libre	0.3	2	15	MgCl2/Lt	SM 4500 - H G	1.29	0	cumple
Nitritos	0	0.1	3	Mg/l	8507 HACH	0.02	0	cumple
Fluoruros	0	1	1	Mg/l	4500 - F - C STANDAR	0.01	0	cumple
Conductividad	0	1000	0	Umhos/cm	SM 2510 B	54	0	cumple

Fuente: secretaria seccional de salud del meta- laboratorio de salud pública

Tabla 35. Análisis microbiológico del año 2016

Parámetro	Valor Min.	Valor Max.	Puntaje De Riesgo	Unidades	Método	Resultado	Valor Irca	Concepto
Coliformes Totales	0	0	15	Microorganismos/100 Cm3	AOAC 991.15-1994	Ausencia	0	Cumple
E Coli	0	0	25	Microorganismos/100 Cm3	AOAC 991.15-1994	Ausencia	0	Cumple
Bacterias Mesofilicas	0	100	0	Microorganismos/100 Cm3	AOAC 2002.07	2	0	Cumple

Fuente: secretaria seccional de salud del meta- laboratorio de salud pública

8. RESULTADOS Y ANALISIS DE LAS ENTRVISTAS

8.1. ENCUESTA DIRIGIDA A LOS USUARIOS DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DE LA CABECERA MUNICIPAL DE PUERTO GAITÁN META.

ENCUESTA DIRIGIDA A LOS USUARIOS DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE PUERTO GAITÁN META

1. ¿Cuál es el nombre de este barrio?

_____

2. ¿Es propietario de la vivienda? SI ☐ NO ☐

3. ¿Cuál es el estrato de la vivienda?

0____, 1 ____, 2____3____, otro ____

4. ¿La edificación cuenta con conexión al servicio de acueducto urbano?

SI ☐ NO ☐

4. a. Si su respuesta es NO. ¿Cuál es la razón por la cual su vivienda no está conectada al servicio de acueducto urbano?

Rta:

_____
_____
_____

4. b. ¿De qué manera obtiene el servicio de agua?

Rta:

_____
_____
_____

5. ¿La edificación descarga las aguas residuales a la red de alcantarillado urbano?

SI ☐ NO ☐

5. a. Si su respuesta es NO ¿Cuál es la razón por la cual su vivienda no está conectada al alcantarillado urbano?

Rta:

_____
_____
_____

5. b ¿De qué manera su vivienda dispone de las aguas usadas? (El lavadero, la ducha, el sanitario, la cocina y el lavamanos).

Rta:

_____
_____
_____

6. ¿La vivienda posee tanque de reserva de agua?

SI ☐ NO ☐

Enterrado____, Superficial____, Elevado_____.

6. a. con que agua llena el tanque de reserva?

Rta:

_____
_____
_____

6. b. su servicio propio de agua es permanente?

SI ☐ NO ☐

6. C. aceptaría que le hagan las pruebas de laboratorio de calidad del agua que ustedes consumen?

SI ☐ NO ☐

7. Recibe el servicio de acueducto durante las 24 horas del día?

SI ☐ NO ☐

7. a. si su respuesta a la anterior pregunta es No. ¿Cuántas horas recibe el servicio del agua durante el día?

Rta:

_____

7. b. que días de la semana recibe el servicio del acueducto?

_____ _____ _____

_____ _____ _____

_____

8. ¿Usted considera que la calidad del agua que está suministrando el acueducto urbano es:

BUENA_____, REGULAR_____, MALA _____.

9. ¿Considera que el agua que usted está tomando es de buena calidad?

SI ☐ NO ☐

10. ¿Qué razones tiene para considerar que el agua que toman es de buena calidad?

- porque No hay enfermedades intestinales. _____
- porque No hay brotes en la piel. _____
- porque No huele a nada el agua _____
- porque No sabe a nada el agua _____
- porque Los niños no se han enfermado. _____

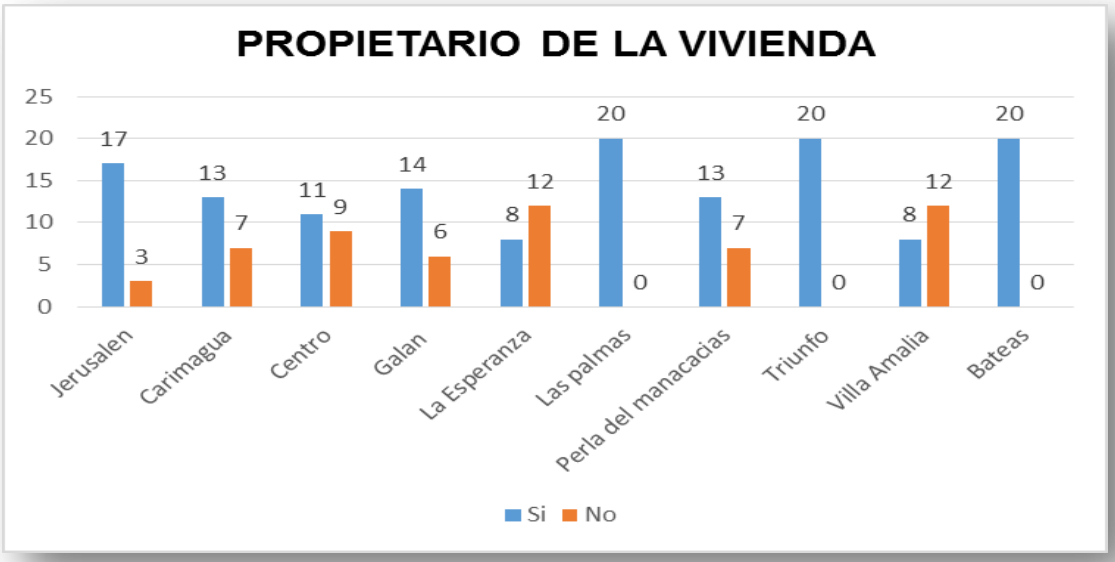
Nota: La encuesta fue realizada a 200 habitantes de los diferentes barrios del municipio de Puerto Gaitán Meta.

PREGUNTA 1. ¿Es propietario de la vivienda?

Tabla 36. Propietario De La Vivienda

PROPIETARIO DE LA VIVIENDA	SI	NO	TOTAL
Jerusalén	17	3	20
Carimagua	13	7	20
Centro	11	9	20
Galán	14	6	20
La Esperanza	8	12	20
Las palmas	20	0	20
Perla del Manacacías	13	7	20
Triunfo	20	0	20
Villa Amalia	8	12	20
Bateas	20	0	20
	144	56	200
PORCENTAJE (%)	72	28	100

Gráfica 1. Propietario De La Vivienda



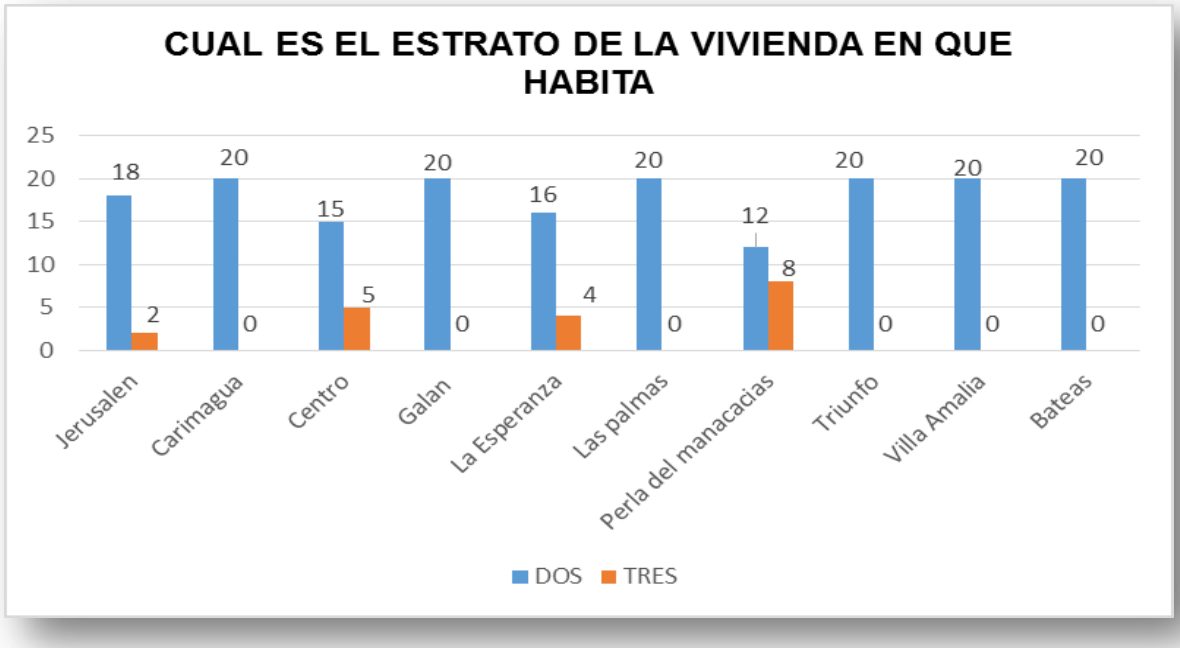
8.1.1. Análisis de resultados propietarios de la vivienda

Para los 200 habitantes encuestados, se encontró que el mayor porcentaje de los entrevistados son propietarios de sus viviendas con un 72% y un 28% son arrendatarios.

PREGUNTA 2 ¿Cuál es el estrato de la vivienda en el que habita?

CUÁL ES EL ESTRATO DE LA VIVIENDA EN QUE HABITA	ESTRATO		TOTAL
	DOS	TRES	
Jerusalén	18	2	20
Carimagua	20	0	20
Centro	15	5	20
Galán	20	0	20
La Esperanza	16	4	20
Las palmas	20	0	20
Perla del Manacacías	12	8	20
Triunfo	20	0	20
Villa Amalia	20	0	20
Bateas	20	0	20
	181	19	200
PORCENTAJE (%)	90,5	9,5	100

Tabla 37. Estrato De La Vivienda En Que Habita.



Gráfica 2. Estrato De La Vivienda En El Que Habita

8.1.2. Análisis de resultados del estrato de la vivienda en el que habita.

Para los 200 habitantes encuestados, el gran porcentaje son personas de estrato 2, y un menor porcentaje de estrato 3, teniendo en cuenta que son los estratos más establecidos en el municipio. Como resultado estrato dos un 90.5% y estrato tres un 9.5%.

PREGUNTA 3. ¿La edificación cuenta con conexión al servicio de acueducto urbano?

Tabla 38. La Edificación Cuenta Con Conexión Al Acueducto.

EDIFICACIÓN CUENTA CON CONEXIÓN AL ACUEDUCTO	SI	NO	TOTAL
Jerusalén	20	0	20
Carimagua	17	3	20
Centro	20	0	20
Galán	20	0	20
La Esperanza	15	5	20
Las palmas	16	4	20
Perla del Manacacías	20	0	20
Triunfo	14	6	20
Villa Amalia	19	1	20
Bateas	0	20	20
PORCENTAJE (%)	161	39	200
	80,5	19,5	100

Gráfica 3. La Edificación Cuenta Con Conexión Al Acueducto

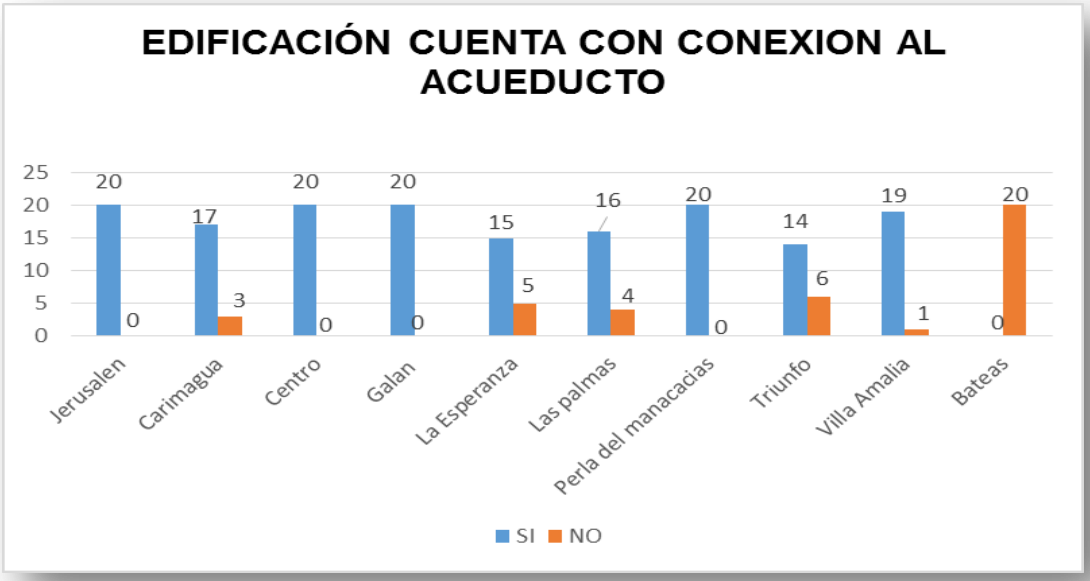
8.1.3. Análisis de resultados edificación cuenta con conexión al acueducto

Para los 200 habitantes encuestados, hay algunas residencias que se abastecen de pozos, otras residencias solamente son abastecidas directamente con el sistema de acueducto, como también muy pocas utilizan estas dos opciones. Como resultado Si tienen conexión con el acueducto 80.5% y los habitantes que no tienen conexión con el acueducto son un 19.5 %.

PREGUNTA 4. ¿La edificación descarga las aguas residuales a la red de alcantarillado urbano?

Tabla 39. La Edificación Descarga Las Aguas Residuales A La Red De Alcantarillado Urbano

LA EDIFICACIÓN DESCARGA LAS AGUAS RESIDUALES A LA RED DE ALCANTARILLADO URBANO	SI	NO	TOTAL
Jerusalén	20	0	20
Carimagua	20	0	20
Centro	20	0	20
Galán	20	0	20
La Esperanza	20	0	20
Las palmas	20	0	20



Perla del Manacacías	20	0	20

Triunfo	20	0	20
Villa Amalia	20	0	20
Bateas	0	20	20
	180	20	200
PORCENTAJE (%)	90	10	100

Gráfica 4. La Edificación Descarga Las Aguas Residuales A La Red De Alcantarillado Urbano

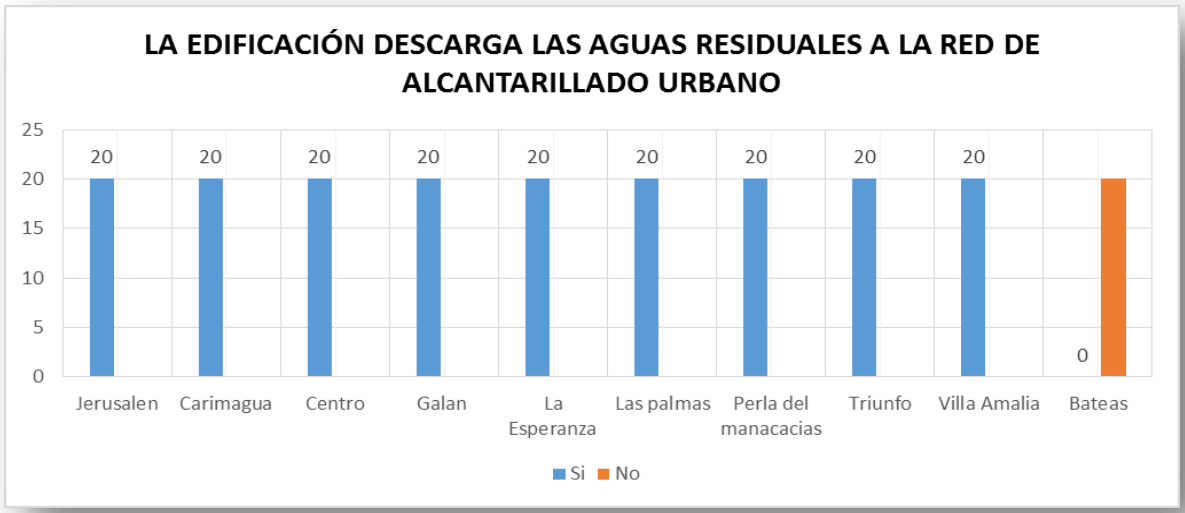
8.1.4. Análisis de resultados la edificación descarga las aguas residuales a la red de alcantarillado urbano

Los barrios encuestados respondieron que su edificación si descarga las aguas residuales a la red de alcantarillado urbano, el único barrio que no cuenta con este sistema es Bateas, ya que es un barrio ilegal por ser una zona de invasión. Dando como resultado el 90% si y un 10 % no.

PREGUNTA 5 ¿La vivienda posee tanque de reserva de agua?

Tabla 40. La Vivienda Posee Tanque De Reserva De Agua.

LA VIVIENDA POSEE TANQUE DE RESERVA DE AGUA	SI	NO	TOTAL
Jerusalén	9	11	20
Carimagua	13	7	20
Centro	12	8	20
Galán	14	6	20
La Esperanza	11	9	20
Las palmas	14	6	20
Perla del Manacacías	10	10	20
Triunfo	15	5	20



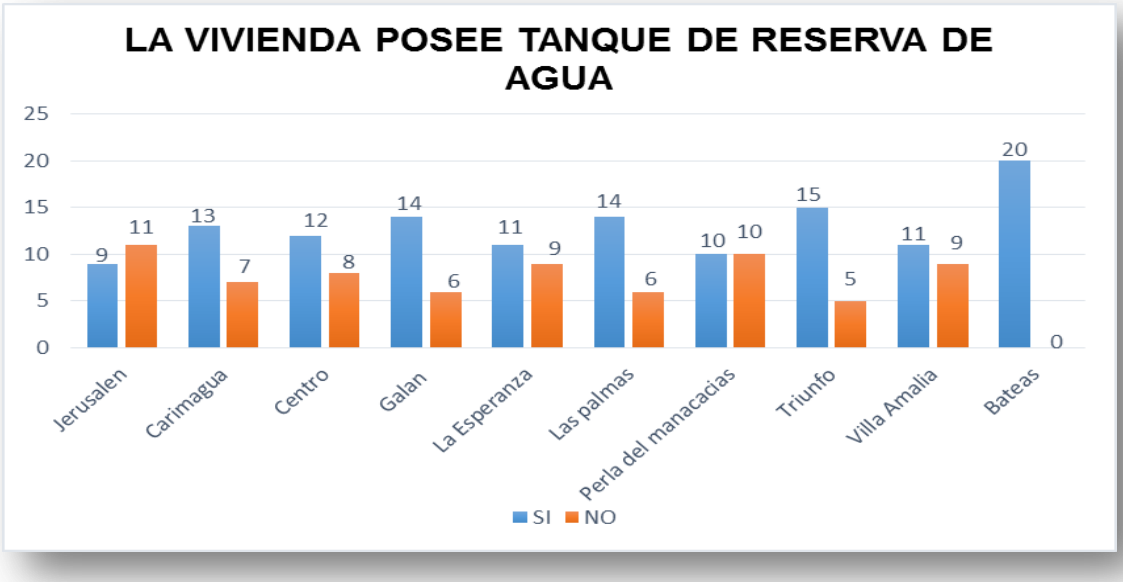
Villa Amalia	11	9	20
Bateas	20	0	20
PORCENTAJE (%)	129	71	200
	64,5	35,5	100

Gráfica 5. La Vivienda Posee Tanque De Reserva De Agua

PREGUNTA 6. ¿Si la vivienda posee tanque de reserva de agua, de que tipo utiliza (elevado – superficial – enterrado?

Tabla 41. Si la vivienda posee tanque de reserva de agua, de que tipo utiliza (elevado – superficial - enterrado)

LA VIVIENDA POSEE TANQUE DE RESERVA DE AGUA	ENTERRADO	SUPERFICIAL	ELEVADO	TOTAL
Jerusalén	0	9	0	9
Carimagua	0	13	0	13
Centro	0	4	8	12
Galán	0	14	0	14
La Esperanza	0	6	5	11
Las palmas	0	4	10	14
Perla del Manacacías	0	8	2	10
Triunfo	0	15	0	15
Villa Amalia	0	11	0	11
Bateas	0	20	0	20
PORCENTAJE (%)	0	104	25	129
	0	52	12,5	64,5



Gráfica 6. Si la vivienda posee tanque de reserva de agua, de que tipo utiliza (elevado – superficial - enterrado)

8.1.5. Análisis de resultados la vivienda posee tanque de reserva de agua

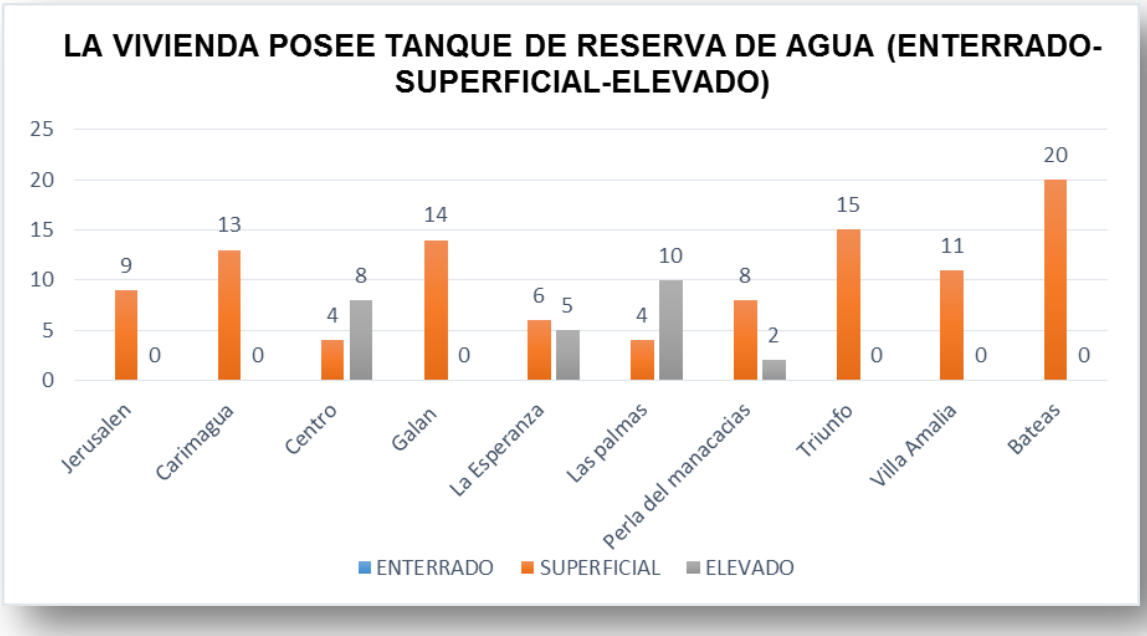
Para los 200 habitantes encuestados, la mayoría tienen tanques de reserva de agua del acueducto. Como resultado obtenemos que un 64.5% poseen tanque de reserva de agua y un 35.5% no poseen tanque de reserva de agua.

Para el 64.5% de viviendas que poseen tanques de reserva de agua el 52% es de tipo superficial y 12.5% es elevado.

PREGUNTA 7. ¿Su servicio propio de agua es permanente?

Tabla 42. Su Servicio Propio De Agua Es Permanente

SU SERVICIO PROPIO DE AGUA ES PERMANENTE	SI	NO	TOTAL
Jerusalén	20	0	20
Carimagua	20	0	20



Centro	20	0	20

Galán	20	0	20
La Esperanza	20	0	20
Las palmas	20	0	20
Perla del Manacacías	20	0	20
Triunfo	20	0	20
Villa Amalia	20	0	20
Bateas	20	0	20
PORCENTAJE (%)	200	0	200
	100	0	100

Gráfica 7. Su servicio propio de agua es permanente

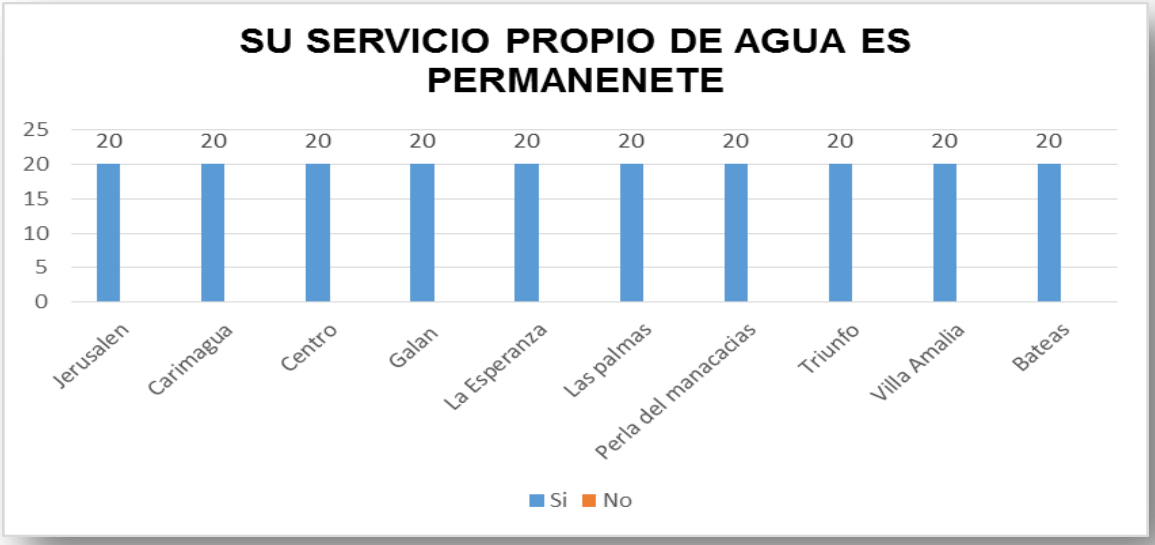
8.1.6. Análisis de resultados su servicio propio de agua es permanente

Todos los barrios respondieron que sí, su servicio propio de agua es permanente ya que cada propietario tiene su propio sistema para abastecerse de agua. Dando como resultado un 100%

PREGUNTA 8. ¿Aceptaría que le hagan las pruebas de laboratorio de calidad de agua que usted consume?

Tabla 43. Aceptaría Que Le Hagan Las Pruebas De Laboratorio De Calidad De Agua Que Usted Consume

ACEPTARÍA QUE LE HAGAN LAS PRUEBAS DE LABORATORIO DE CALIDAD DE AGUA QUE USTED CONSUME	SI	NO	TOTAL
Jerusalén	20	0	20



Carimagua	20	0	20
Centro	20	0	20
Galán	20	0	20
La Esperanza	20	0	20
Las palmas	20	0	20
Perla del Manacacías	20	0	20
Triunfo	20	0	20
Villa Amalia	20	0	20
Bateas	20	0	20
PORCENTAJE (%)	200	0	200
	100	0	100

Gráfica 8. Aceptaría Que Le Hagan Las Pruebas De Laboratorio De Calidad De Agua Que Usted Consume

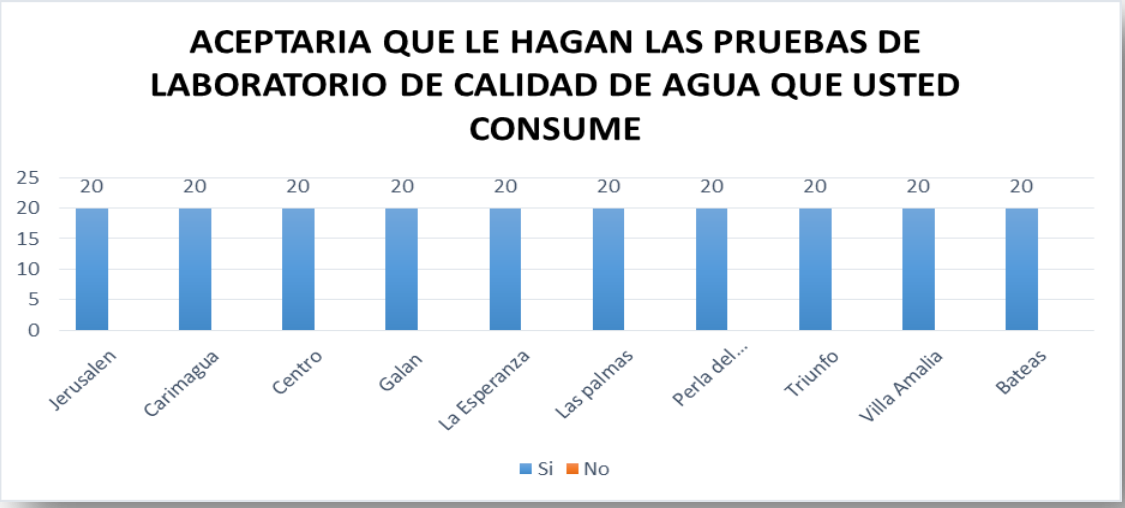
8.1.7. Análisis de resultados aceptaría que le hagan las pruebas de laboratorio de calidad de agua que usted consume

Las 200 personas encuestadas respondieron que no tendrían ningún problema en que hicieras pruebas de laboratorio de calidad del agua que consumen, ya que esto les ayudaría a estar más seguros de la calidad del agua, o bien estarían más prevenidos en caso tal de que dicho laboratorio diera como resultado que la calidad del agua no es apta para su consumo. Dando como resultado 100%.

PREGUNTA 9. ¿Recibe el servicio de acueducto durante las 24 horas del día?

Tabla 44. Recibe el servicio de acueducto durante las 24 horas del día.

RECIBE EL SERVICIO DE ACUEDUCTO DURANTE LAS 24 HORAS DEL DÍA	SI	NO	TOTAL



Jerusalén	0	20	20
Carimagua	0	20	20
Centro	0	20	20
Galán	0	20	20
La Esperanza	0	20	20
Las palmas	0	20	20
Perla del Manacacías	0	20	20
Triunfo	0	20	20
Villa Amalia	0	20	20
Bateas	0	20	20
PORCENTAJE (%)	0	200	200
	0	100	100

Gráfica 9. Servicio De Acueducto Durante Las 24 Horas Del Día

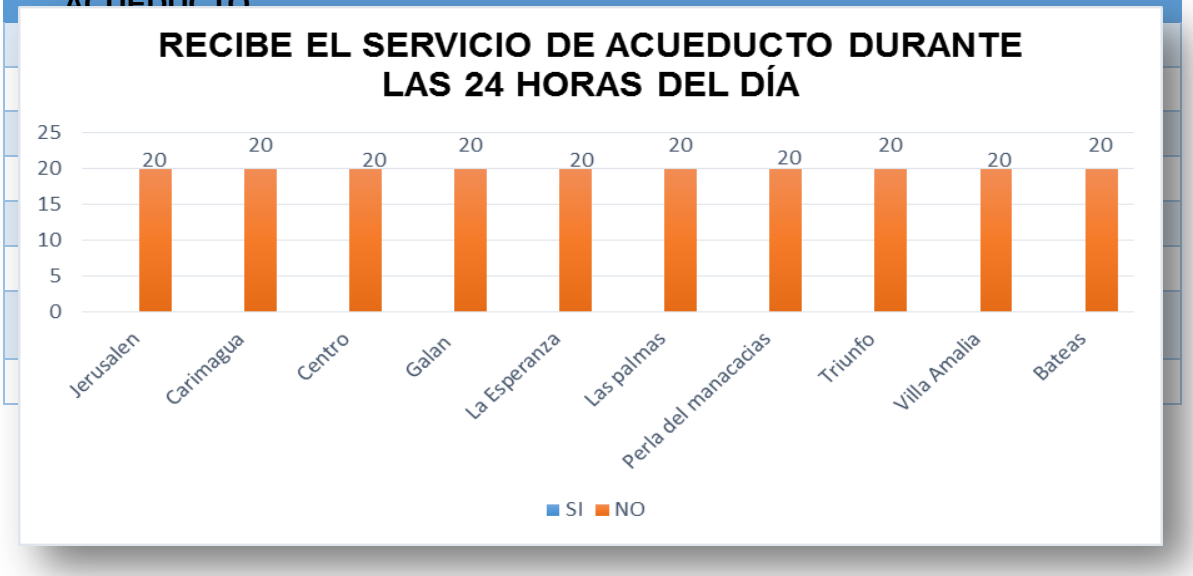
8.1.8. Análisis de resultados recibe el servicio de acueducto durante las 24 horas del día

Para los 200 habitantes encuestados, ninguno de los habitantes del municipio de Puerto Gaitán que cuentan con el servicio de acueducto, reciben agua las 24 horas del día todos los días. Como resultado un 100% no reciben servicio de acueducto durante las 24 horas.

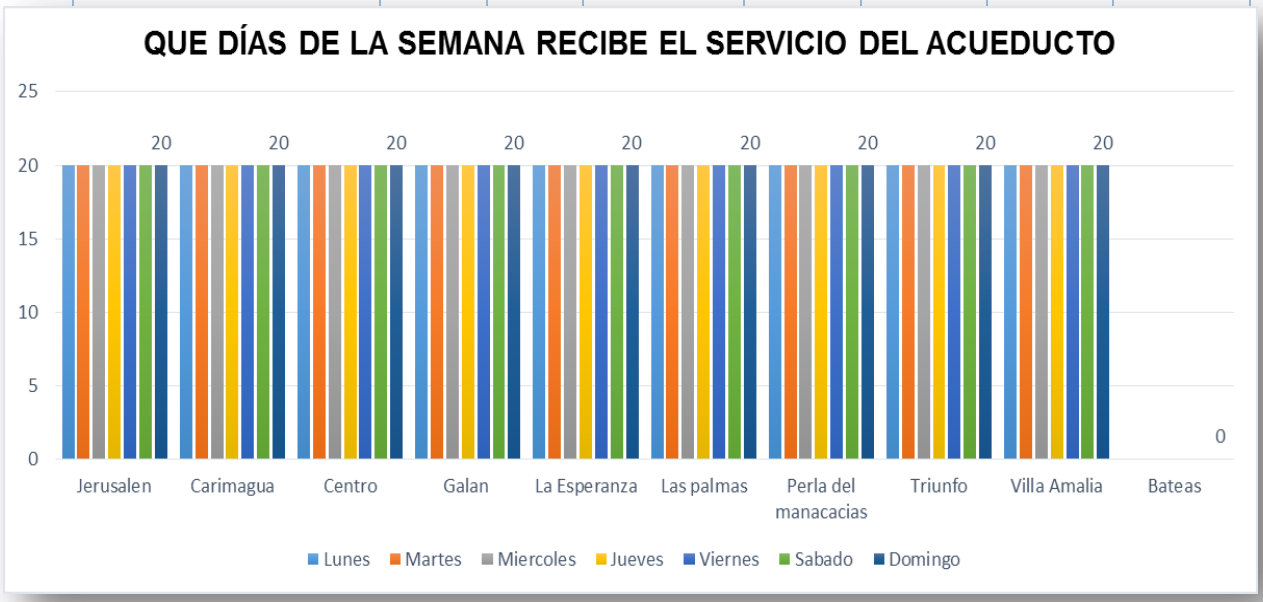
PREGUNTA 10. ¿Qué días a la semana recibe el servicio de acueducto?

Tabla 45. Que Días De La Semana Recibe El Servicio Del Acueducto

QUE DÍAS DE LA SEMANA RECIBE EL SERVICIO DEL ACUEDUCTO	LUN	MAR	MIÉR	JUE	VIER	SÁB	DOM



Villa Amalia	20	20	20	20	20	20	20
Bateas	0	0	0	0	0	0	0



Gráfica 10. Que Días De La Semana Recibe El Servicio Del Acueducto

8.1.9. Análisis de resultados que días de la semana recibe el servicio del acueducto

Los habitantes del municipio que cuentan con el servicio de acueducto reciben agua todos los días de la semana, pero teniendo en cuenta que no durante el día si no a sus respectivas horas, dando como resultado un 100% si reciben agua todos los días de la semana.

Tabla 46. Cuantas horas recibe agua durante el día.

CUANTAS HORAS RECIBE AGUA DURANTE EL DÍA	NO RECIBE	HORAS		TOTAL
		TRES	CUATRO	
Jerusalén	0	0	20	20
Carimagua	0	20	0	20
Centro	0	20	0	20
Galán	0	20	0	20
La Esperanza	0	0	20	20
Las palmas	0	0	20	20
Perla del Manacacías	0	20	0	20
Triunfo	0	20	0	20
Villa Amalia	0	0	20	20
Bateas	20	0	0	20
PORCENTAJE (%)	20	100	80	200
	10	50	40	100

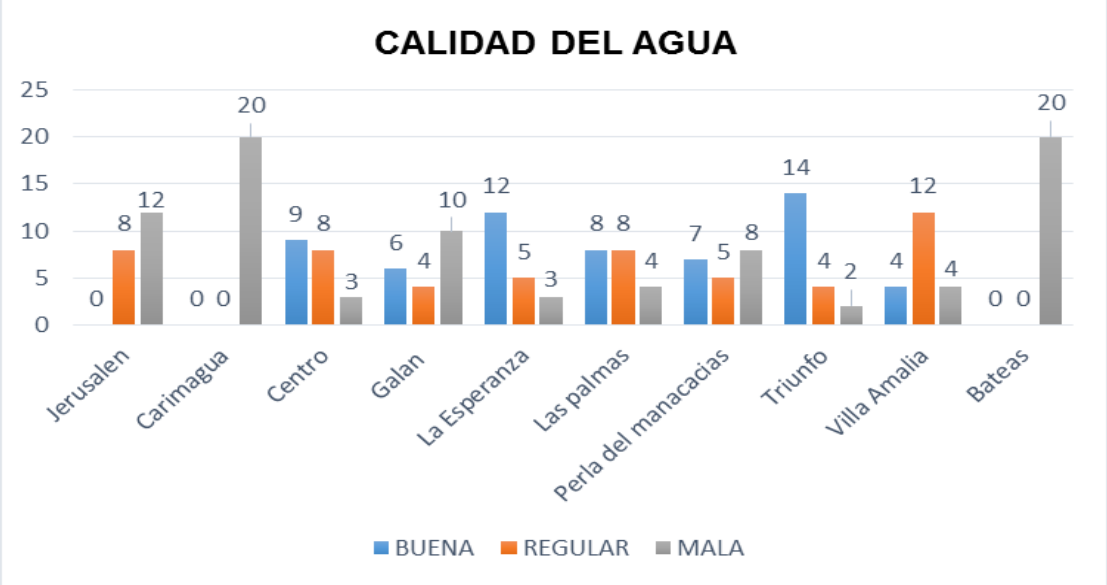
Gráfica 11. Cuantas Horas Recibe Agua Durante El Día

8.1.10. Análisis de resultados cuantas horas recibe agua durante el día.

Para los 200 habitantes encuestados, el municipio como tal según el barrio donde se encuentre su residencia el agua llega en un rango de 3 o 4 horas, Como podemos analizar el gran porcentaje es de 3 horas diarias. Descartando el barrio bateas que es el único que barrio que no cuenta con servicio de acueducto.

Tabla 47. Calidad del agua que le están suministrando.

CONSIDERA QUE LA CALIDAD DEL AGUA QUE LE ESTÁN SUMINISTRANDO ES	BUENA	REGULAR	MALA	TOTAL
Jerusalén	0	8	12	20
Carimagua	0	0	20	20
Centro	9	8	3	20
Galán	6	4	10	20
La Esperanza	12	5	3	20
Las palmas	8	8	4	20
Perla del Manacacías	7	5	8	20
Triunfo	14	4	2	20
Villa Amalia	4	12	4	20
Bateas	0	0	20	20
	60	54	86	200
	30	27	43	100

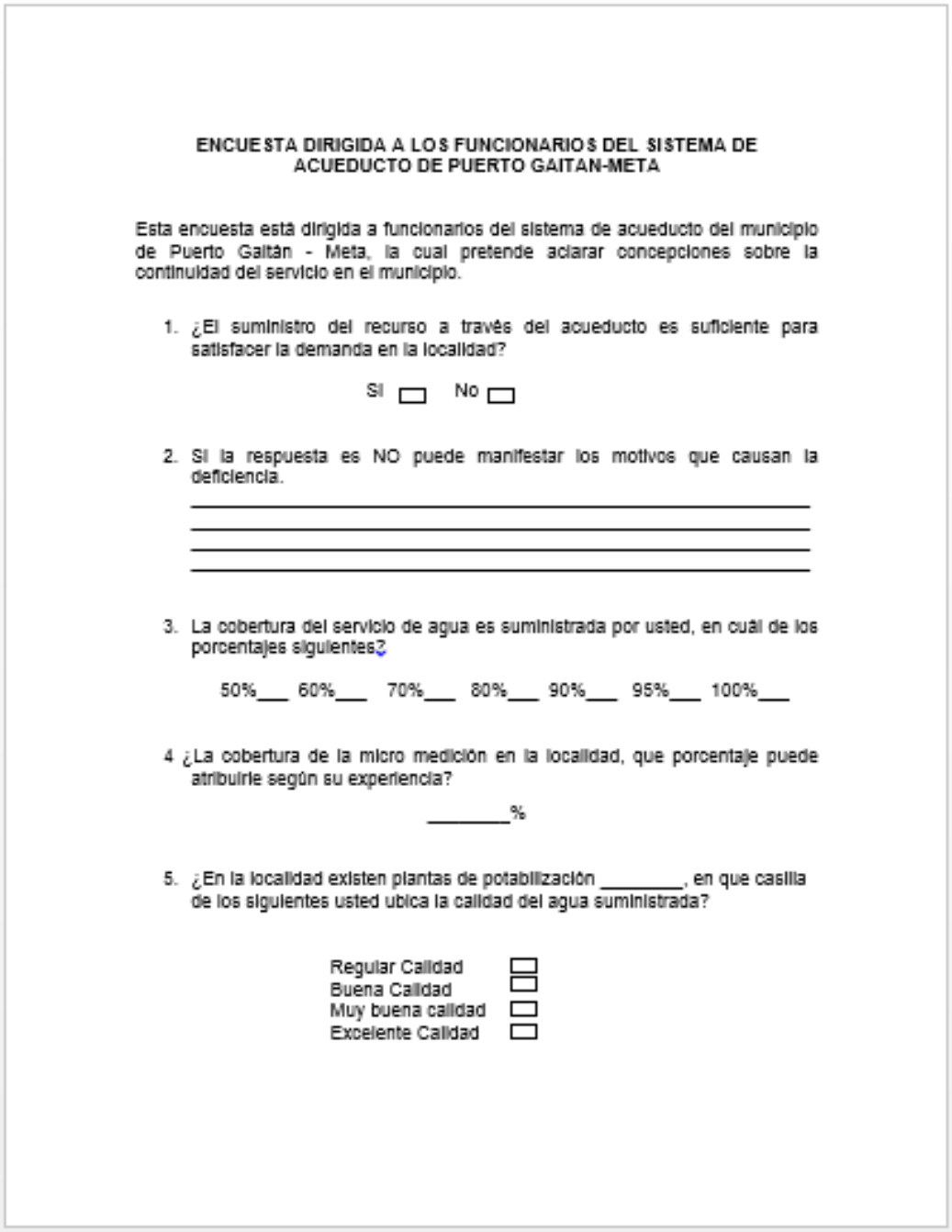


Gráfica 12. Calidad del agua que le están suministrando

8.1.11. Análisis de resultados calidad de agua

Para los 200 habitantes encuestados, su respuesta fue que la calidad del agua es mala, para algunos su respuesta es regular pues comentan que no han tenido inconvenientes con el agua que consumen. Dando como resultado que la calidad sea buena un 30%, regular con un 27% y mala un 43 %.

8.2. ENCUESTA DIRIGIDA A LOS FUNCIONARIOS DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DE LA CABECERA MUNICIPAL DE PUERTO GAITÁN META.



ENCUESTA DIRIGIDA A LOS FUNCIONARIOS DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DE PUERTO GAITAN-META

Esta encuesta está dirigida a funcionarios del sistema de acueducto del municipio de Puerto Gaitán - Meta, la cual pretende aclarar concepciones sobre la continuidad del servicio en el municipio.

1. ¿El suministro del recurso a través del acueducto es suficiente para satisfacer la demanda en la localidad?

   SI ☐ No ☐

2. Si la respuesta es NO puede manifestar los motivos que causan la deficiencia.

   _____
   _____
   _____
   _____

3. La cobertura del servicio de agua es suministrada por usted, en cuál de los porcentajes siguientes?

   50%___ 60%___ 70%___ 80%___ 90%___ 95%___ 100%___

4 ¿La cobertura de la micro medición en la localidad, que porcentaje puede atribuirle según su experiencia?

   _____%

5. ¿En la localidad existen plantas de potabilización _____, en que casilla de los siguientes usted ubica la calidad del agua suministrada?

   Regular Calidad ☐
   Buena Calidad ☐
   Muy buena calidad ☐
   Excelente Calidad ☐

6. ¿Existe en la localidad algún tipo de racionamiento en el servicio del acueducto?

SI ☐ No ☐

7. Puede indicar los nombres de los barrios de la localidad que más se afectan por el racionamiento]?

_____ _____ _____

_____ _____ _____

_____ _____ _____

8. ¿Puede usted aclarar en esta encuesta los motivos por los cuales considera que el servicio debe racionarse en los barrios descritos anteriormente?

Rta:

_____

_____

_____

_____

9. La línea de conducción que viene de los nacederos la Carolina y Sopiavientos lega directamente hasta la planta de potabilización?

SI ☐ No ☐

10. La línea de conducción que viene de la bocatoma flotante en el rio Manacacías llega directamente hasta la planta de potabilización?

SI ☐ No ☐

EL SUMINISTRO DEL RECURSO A TRAVÉS DEL ACUEDUCTO ES SUFICIENTE PARA SATISFACER LA DEMANDA EN LA LOCALIDAD **SI** **NO**

Funcionario 1		X
Funcionario 2	X	
Funcionario 3	X	

Tabla 48. El suministro del recurso a través del acueducto es suficiente para satisfacer la demanda en la localidad

Tabla 49. La cobertura del servicio de agua es suministrad por usted, en cuál de los porcentajes siguientes

LA COBERTURA DEL SERVICIO DE AGUA ES SUMINISTRAD POR USTED, EN CUÁL DE LOS PORCENTAJES SIGUIENTES	80%	90%
Funcionario 1	X	
Funcionario 2		X
Funcionario 3	X	

Tabla 50. La cobertura de la micro medición en la localidad, que porcentaje puede atribuirle según su experiencia

LA COBERTURA DE LA MICRO MEDICIÓN EN LA LOCALIDAD, QUE PORCENTAJE PUEDE ATRIBUIRLE SEGÚN SU EXPERIENCIA	PORCENTAJE
Funcionario 1	70
Funcionario 2	85
Funcionario 3	80

Tabla 51. En la localidad existen plantas de potabilización

EN LA LOCALIDAD EXISTEN PLANTAS DE POTABILIZACIÓN	SI	NO
Funcionario 1	X	
Funcionario 2	X	
Funcionario 3	X	

Tabla 52. En que casilla de los siguientes usted ubica la calidad del agua suministrada

EN QUE CASILLA DE LOS SIGUIENTES USTED UBICA LA CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA	REGULAR CALIDAD	BUENA CALIDAD	MUY BUENA CALIDAD	EXCELENTE CALIDAD
Funcionario 1		X		
Funcionario 2		X		
Funcionario 3		X		

Tabla 53. Existe en la localidad algún tipo de racionamiento en el servicio del acueducto

EXISTE EN LA LOCALIDAD ALGÚN TIPO DE RACIONAMIENTO EN EL SERVICIO DEL ACUEDUCTO	SI	NO
Funcionario 1	X	
Funcionario 2	X	
Funcionario 3	X	

Tabla 54. La línea de conducción que viene de los nacederos la carolina y Soplavientos llega directamente hasta la planta de potabilización

LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN QUE VIENE DE LOS NACEDEROS LA CAROLINA Y SOPLAVIENTOS LLEGA DIRECTAMENTE HASTA LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN	SI	NO
Funcionario 1		X
Funcionario 2		X
Funcionario 3		X

Tabla 55. La línea de conducción que viene de la bocatoma flotante en el río Manacacías llega directamente a la planta de potabilización

LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN QUE VIENE DE LA BOCATOMA FLOTANTE EN EL RÍO MANACACÍAS LLEGA DIRECTAMENTE A LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN	SI	NO
Funcionario 1		X
Funcionario 2		X
Funcionario 3		X

9. CONCLUSIONES

- Se identificó la continuidad y cobertura, por el análisis de resultados obtenidos de 200 encuestas realizas a los habitantes de la cabecera municipal de Puerto Gaitán, lo cual nos indica que la cobertura del servicio de agua potable es del 95% del municipio, al igual nos indica que la continuidad del servicio de agua potable el 60% de los encuestados reciben el suministro de agua potable 3 horas diarias y el restante 40% recibe el servicio 4 horas diarias.

  En cuanto a la calidad del agua se constató según informes hechos por el laboratorio departamental de salud pública del Meta y análisis del laboratorio de análisis de alimentos y aguas de la empresa pro - calidad según norma oficial de la resolución 2115 de 22 de junio de 2007 que el agua suministrada a la población del municipio de Puerto Gaitán Meta por las plantas de tratamiento son aptas para el consumo humano. Además se concluye del barrio Bateas por ser una zona no legalizada, no cuenta con servicio de acueducto, por lo tanto, se ven obligados a proveerse de aguas subterráneas, donde la muestra analizada por el laboratorio de la empresa Pro - Calidad determinó que no es apta para el consumo humano debido a la presencia de Coliformes.

- Se determinó según los registros fotográficos y visitas de campo que la capacidad de la planta de tratamiento que recibe las aguas de los nacederos es de 20 Litros/s y en la actualidad una captación de 16 Litros/s. Al mismo tiempo la planta de tratamiento del rio Manacacías cuenta con una capacidad de 60 Litros/s y recibe una captación de 26 Litros/s actualmente. Con base a las captaciones y el cálculo de caudal máximo diario proyectados suple la demanda del servicio al municipio hasta el año 2028.

- Se describió los componentes que hacen parte del sistema de acueducto del municipio de Puerto Gaitán Meta, las cuales se encuentran en buen estado y suplen con las demandas actuales y futuras para el año 2041 de la población del municipio.

10. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los directivos de la empresa administradora del sistema de acueducto del municipio, garanticen un servicio continuo las 24 horas del día todos los días, ya que cuentan con la infraestructura necesaria para brindar un servicio de calidad.

- Seleccionar personal idóneo y capacitado para la óptima operación de las plantas de tratamiento y fuentes de abastecimiento para garantizar el servicio continuo.

BIBLIOGRAFÍA

- ALCALDÍA DE PUERTO GAITÁN. Contrato 346 del 2013. Construcción de la ampliación y complementación del sistema de abastecimiento de agua potable para el área urbana del municipio de Puerto Gaitán-Meta.

- AMAYA, Gil Jairo Aquilino, proyecto de grado para optar el título de ingeniera civil - Estudio descriptivo sobre la situación existente del sistema general del acueducto en la cabecera municipal de Nimaima Cundinamarca, universidad la Gran Colombia – Facultad de ingeniería civil, 2010.

- BARAHONA MARTÍNEZ, Ana Maritza, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO, de sistemas de abastecimiento de agua- serie gestión del agua en cuencas transfronterizas. 2010

- CICERY HURTADO, Eliberto. Visión geo histórica y cultural, Monografía del municipio de Puerto Gaitán, Puerto Gaitán 2005.

- CORCHO ROMERO, FREDY HERNAN DUQUE SERNA JOSE IGNACIO. Acueductos teoría y diseño. Centro general de investigaciones universidad de Medellín - Colombia 1993.

- CUERVO, Cesli Mildrey. Medidor inicial de caudal, s.f. – Disponible en: [http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articuloses/medidores/latoberacomomedidordeq/toberacomomedidordecaudal.html]

- ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, secretaria de planeación, previsto en la ley 388 de 1997.

- FAIR, GORDON MASKEW; GEYER, JOHN CHARLES Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales. Ingeniería sanitaria y de agua residuales. Editorial Limusa, S.A. ayanerigui – Salvador 2010.

- FRANSCISCO M, medicina Nicolau, Manual del agua, su naturaleza, tratamiento y aplicaciones. TOMO III. NalcoChemical Company. México 1989.

- HENAO R. Alejandra, modelo óptimo del sistema interconectado de acueducto de empresas públicas de Medellín. s.f.

- JUNTA TÉCNICA REGLAMENTO TÉCNICO DE TUBERÍAS, Reglamento Técnico de Agua y Saneamiento — Resolución 2320 Periodo de diseño, dotaciones y porcentaje de pérdidas para diseño.16 de diciembre de 2009.

- MENDEZ, Hernández Cesar Alejandro, proyecto de grado para optar el título de ingeniera civil- Estudio descriptivo sobre la situación física y funcional existente de las plantas de tratamiento de agua potable y agua residual en la cabecera municipal de Bituima Cundinamarca, universidad la gran Colombia, facultad de ingeniería civil, 2012.

- MINISTERIO, de medio ambiente, Definición del nivel de complejidad y evaluación de la población, la dotación y la demanda de agua. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. Guías RAS – 001. P 18.

- PAREDES, Díaz Juana. Importancia del agua, Disponible en [http://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info86/articulos/importanciaAgua.html?TB_iframe=true] citado en el año 2013.

- REGLAMENTO TECNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO (RAS). BOGOTA D.C. Agosto de 1998.

- SUAREZ MAYORGA, Carlos Augusto diagnostico técnico de la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado del municipio de Puerto Gaitán, especialización en ingeniería ambiental, 2011.

ANEXOS

Anexo 1. Fotográfico

TANQUE ELEVADO	TUBO QUE PASA POR EL PUENTE MANACACIAS
TUBO QUE PASA POR EL PUENTE MANACACIAS	**FUENTE SOPLAVIENTOS**

TUBO SUBTERRANEO	TUBO QUE PASA POR EL PUENTE MANACACIAS
TUBO QUE PASA POR EL PUENTE MANACACIAS	**FUENTE SOPLAVIENTOS**

Anexo 2. Análisis de la calidad del agua según la empresa Pro-Calidad

Anexo 3. Análisis de la calidad del agua según la empresa realizadas en el 2013

Anexo 4. Análisis de la calidad del agua según la empresa realizadas en el 2016

Anexo 5. Cartas de solicitud de información dirigida por la universidad al municipio de Puerto Gaitán Meta