



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD PARA LA
COMUNIDAD DE RIO GRANDE, MUNICIPIO DE SAN RAFAEL DEL NORTE,
JINOTEGA.**

Para optar al título de ingeniero civil

Elaborado por:

Br. Fabiola Rene Martínez Rugama

Br. Larry Bleyimir Gómez Martinez

Tutor

Msc. Ing. Jimmy Sierra

Managua, Diciembre del 2018

DEDICATORIA

Dedico este éxito primeramente a **Dios**, todopoderoso, dador de la vida, inspirador de sueños y éxitos, incansable maestro y fortalecedor del Espíritu. Quien me guio con sus manos hasta lograr alcanzar cada una de mis metas.

A mis padres: Sr. Oscar Ramón Martínez Gutiérrez y Sra. Marcia Rugama Flores, pilares indiscutibles de formación moral, ejemplos de tenacidad y paciencia, a mis hermanos, uno en especial que fue como un padre y hoy es una estrella en el cielo, a mi pequeña hija Krisbell y a mi familia en general que con sus consejos, ánimos, amor y paciencia tuvieron siempre para mí cuando les necesite.

Fabiola Rene Martínez Rugama

A Dios, quien es él que me ha dado la vida hasta este momento, por la sabiduría, las fuerzas y la dicha de poder aprender cada día.

A mis padres, María Elena Martínez Hernández, por siempre mostrar que en la vida hay que trabajar duro por las metas y siempre apoyarme incondicionalmente durante toda mi vida, Guillermo Gómez Palacio, por ayudarme en este camino e instarme a educarme cada día más. Ambos han sido los pilares en los cuales me he sostenido durante toda mi vida y los que han estado ahí durante los momentos más difíciles. Sobre todo son dos grandes ejemplos a seguir. A mi hermano, por apoyarme siempre.

A profesora Christine Schrage, por haber aparecido en mi camino como una gran mentora y darme consejos para seguir adelante.

Larry Bleymir Gómez Martínez

AGRADECIMIENTO

A **Dios** nuestro señor, por habernos dado la sabiduría, fuerzas, el conocimiento y sobre todo por la vida que nos ha regalado.

A nuestros **padres y familiares** por el apoyo que nos brindaron, por la confianza que depositaron en nosotros, el amor que nos demostraron y los consejos que gracias a ellos fuimos guiados por un buen camino y pudimos alcanzar una de nuestras metas propuestas.

A **personas** que aun no siendo familiares con sus conejos nos ayudaron para nunca rendirnos y poder enfrentar los problemas que en muchas ocasiones enfrentamos.

A la **Comunidad de Rio Grande**, por brindarnos su apoyo incondicional, ayudarnos a recopilar la información necesaria al abrir las puertas de sus hogares y recibirnos.

A **ENACAL Estelí**, por su amable atención y apoyo; a **nuestros maestros** por brindarnos sus conocimientos con paciencia y abnegación para formarnos como personas capaces de desempeñarnos en el campo.

A Ing. Jilmar Valdivia, por su colaboración incondicional para guiarnos en algunos aspectos en el diseño de este proyecto

RESUMEN EJECUTIVO

Los temas abordados en el presente documento se refieren al diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable del tipo Mini Acueducto por Gravedad (MAG) para la Comunidad de Rio Grande del Municipio de San Rafael del Norte, departamento de Jinotega. Este contiene la memoria de diseño del sistema de suministro de agua segura para su consumo por los habitantes de la zona.

La localidad se encuentra a 10 Km al Noreste de la Ciudad de San Rafael del Norte que es la cabecera municipal, las coordenadas de la comunidad son; N 0596250 y W 1473091, usando como punto de referencia La Escuela que está a una altura de 1330,20 msnm. Según encuesta realizada en el sitio se encuentran 47 viviendas y una población total de 204 habitantes, esta población es considerada como dispersa.

Actualmente la población se abastece de riachuelos, quebradas y el río, esta agua sin tratar representa una amenaza para la salud de los habitantes, en especial para los niños, niñas, y ancianos que son los más vulnerables a padecer de problemas estomacales. Actualmente abasteciéndose de riachuelos y un río los cuales tienen riesgos de contaminación; es por ello que la población demanda un sistema que les abastezca de este vital líquido sin poner en riesgo su salud.

Los resultados del análisis de la muestra de agua tomada de la fuente de abastecimiento indican no presencia de Coliformes fecales. Los demás parámetros están entre los rangos permisibles por las normas CAPRE, exceptuando la turbidez que resultó ser mayor que la permisible.

Para el diseño del sistema se toman otros aspectos importantes como la proyección de la población futura para determinar la demanda del consumo de agua al final del periodo de diseño establecida en 20 años.

De acuerdo con los resultados del estudio socioeconómico, se presentan las condiciones favorables para la ejecución del proyecto, los pobladores están dispuestos a participar en las actividades para su ejecución y garantizar su sostenibilidad una vez en función. Según las características topográficas de la zona se determinó que las redes de conducción y distribución sean por gravedad.

El presente documento fue estructurado en los siguientes capítulos:

Capítulo I. Aspectos Generales: se dan a conocer la introducción a la problemática actual de la zona en estudio, sus antecedentes, la justificación, el planteamiento del problema y los objetivos necesarios para darle solución.

Capítulo II. Descripción General de la Comunidad. Se encuentra información detallada de la zona en estudio, tales como: localización y otros aspectos socio-económicos.

Capítulo III. Marco Teórico. Refiere a toda la información con base científica para respaldar la presentación de resultados.

Capítulo IV. Diseño Metodológico. Se da a conocer los aspectos metodológicos de la investigación y las estrategias teóricas para darle salida a los objetivos.

Capítulo V. Análisis y Presentación de resultados. Los resultados obtenidos de la aplicación de encuestas y todo lo referente al diseño del sistema, siguiendo el diseño metodológico descrito en el capítulo previo.

Capítulo VI. Conclusiones y Recomendaciones. Este capítulo se detalla los aspectos importantes a considerar para la ejecución del proyecto.

Bibliografía: Comprende las referencias a los diferentes recursos de información consultados para la elaboración del presente documento. Seguido por Anexos.

Índice general

Contenido

CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES.....	1
1.1 Introducción.....	2
1.2 Antecedentes	4
1.3 Justificación.....	5
1.4 Objetivos	6
CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA COMUNIDAD	7
2.1. Macrolocalización.....	8
2.2. Microlocalización.....	9
2.3. Topografía.....	10
2.4. Clima y precipitaciones	10
2.5. Geología y sismicidad	11
2.6. Nivel de Amenaza sísmica	11
2.7. Situación de peligro.....	11
2.8. Vías de comunicación	11
2.9. Estudio Socioeconómico	12
2.10. Población	12
2.11. Aspectos socioeconómicos	13
2.12. Distribución de la población por edad y sexo	13
2.13. Distribución de la población por escolaridad	15
2.14. Saneamiento e higiene.....	16
2.15. Salud.....	16
2.16. Servicio de agua potable y abastecimiento	17

2.17. Enfermedades presentadas en la población	18
2.18. Vacunación de niños/as	19
2.19. Información recibida sobre Educación Sanitaria y Prácticas de Higiene.	20
2.20. Situación de la propiedad y uso de vivienda	21
2.21. Estructura de las viviendas	21
2.22. Ingresos familiares	22
2.23. Actividades económicas.....	23
2.24. Capacidad económica.....	24
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO.....	25
3.1. Mini Acueducto por Gravedad (MAG)	26
3.2. Método de aforo	26
3.3. Fuente de abastecimiento	26
3.3.1. Aguas sub-superficiales.....	27
3.4. Obras de Captación	27
3.4.1. Captación de tipo ladera.....	27
3.5. Calidad del agua	28
3.5.1. Calidad del agua para consumo humano	28
3.6. Población a servir.....	28
3.7. Estudio Topográfico	28
3.8. Consumo del agua	29
3.9. Tipos de consumos	29
3.9.1. Consumo doméstico o residencial.....	29
3.9.2. Consumo público.....	29
3.10. Tratamiento	30

3.11. Características físicas del agua	30
3.12. Características químicas del agua	30
3.13. Línea de conducción	31
3.13.1. Línea de conducción por gravedad.....	31
3.13.2. Golpe de ariete	31
3.14. Tanque de almacenamiento.....	32
3.15. Red de distribución.....	33
3.16. Resistencia de las tuberías	34
3.17. Tipos de redes	34
3.17.1 Tipos ramificados.....	34
3.17.2 Tipos malladas.....	34
3.18. Carga hidráulica disponible.	35
3.19. Sobrepresión o depresión	35
3.20. Normas y reglamentos	35
3.21. Comité de Agua Potable y Saneamiento.....	35
3.22. Tarifa	36
3.22.1. Tarifa Diferenciada	36
3.22.2. Tarifa Igual para todas las familias usuarias del servicio	36
3.22.3. Calculo de la Tarifa en los Sistemas de Agua.....	36
3.22.3.1. Costos mensuales de Operación del Sistema	37
3.22.3.2. Costos mensuales de Mantenimiento del Sistema	37
3.22.3.3. Costos Administrativos del Sistema.....	37
3.22.3.4. Costos de Ampliación y mejoras.....	37
3.22.3.5. Costo de producción del volumen de agua.....	38
3.22.3.6. Saber con exactitud el número de viviendas	38

3.22.3.7. Inventario de familias.....	38
CAPÍTULO IV DISEÑO METODOLÓGICO.....	39
4.1. Fuentes de la recolección de datos.....	40
4.1.1. Fuentes primarias.....	40
4.1.2. Fuentes Secundarias.....	40
4.2. Recolección y Análisis de los datos.	41
4.3. Inspección física de la ubicación del área en estudio	41
4.4. Estudio socioeconómico.....	41
4.5. Levantamiento topográfico	42
4.6. Criterios de Diseño.....	43
4.6.1. Calculo de la población.	43
4.6.2. Tasa de Crecimiento.....	43
4.6.3. Proyección de la población.....	44
4.7. Dotación.....	44
4.8. Población a servir.....	45
4.9. Periodo de diseño	45
4.10. Variaciones de consumo.....	45
4.11. Presiones Máximas y Mínimas.....	46
4.11.1. Coeficiente de Rugosidad.....	46
4.12. Velocidades permisibles en tuberías.....	46
4.13. Cobertura de Tuberías	47
4.14. Pérdidas de Agua en el Sistema	47
4.15. Diseño de los componentes del sistema	47
4.15.1 Fuente	48
4.15.2. Método Volumétrico para el aforo de fuente.....	48

4.16. Captación de un Manantial de ladera	48
4.16.1. Diseño hidráulico y dimensionamiento	49
4.16.2. Determinación del ancho de la pantalla	49
4.16.3. Calculo de la distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda ..	50
4.16.4. Distancia entre el afloramiento y la caja de captación	51
4.16.5. Altura de la cámara húmeda.....	52
4.16.6. Dimensionamiento de la Canastilla.....	52
4.16.7. Tubería de rebose y limpia	53
4.17. Línea de Conducción por Gravedad	53
4.17.1. Diámetro de la Línea de Conducción.....	53
4.17.2. Velocidad.....	55
4.17.3. Golpe de Ariete.....	55
4.17.4. Celeridad	55
4.17.5. Cálculo del tiempo de cierre	55
4.17.6. Calculo de la sobrepresión	56
4.17.7. Presión Admisible de la tubería	56
4.18. Dimensionamiento del tanque	57
4.18.1. Almacenamiento	57
4.18.2. Calculo del volumen del tanque.....	58
4.18.3. Altura y Diámetro del tanque	58
4.18.4. Tanque cilíndrico	59
4.19. Calidad del agua	59
4.20. Desinfección y Tratamiento.....	63
4.20.1. Dosificación	63
4.21. Red de distribución.....	65

4.21.1. Diámetro de la red de distribución	66
4.21.2. Determinación de caudales	67
4.21.3. Análisis hidráulico de la red de distribución	67
4.22. Presupuesto del proyecto.....	68
4.22.1. Estructura del presupuesto.....	68
a) Materiales	71
b) Mano de obra.....	72
c) Transporte.....	72
d) Equipos y herramientas	72
e) Impuestos	72
4.23. Formación del Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS)	73
4.24. Calculo de tarifa	74
4.24.1. Calculo del Costo Mensual	74
4.24.2. Calculo del Costo de Operación	75
4.24.3. Calculo del Costo de Mantenimiento	75
4.24.4. Calculo de la Tarifa Igual para todas las familias usuarias del sistema	76
4.25. Elaboración de planos.....	76
4.26. Especificaciones técnicas	76
CAPÍTULO V CÁLCULOS Y RESULTADOS	77
5.1. Estimación de la población de diseño	78
5.1.1. Tasa de crecimiento	78
5.1.2. Proyección de la población.....	78

5.2. Dotación y estimación del caudal de diseño	79
5.3. Análisis de la fuente de abastecimiento.	80
5.3.1. Resultados del aforo de la fuente	81
5.4. Cobertura de la tubería	81
5.5. Diseño del sistema de captación de agua.....	82
5.5.1. Determinación del ancho de la pantalla.....	82
5.5.2. Diámetro de la tubería	82
5.5.3. Numero de Orificios en la pantalla.....	83
5.5.4. Calculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda	83
5.5.5. Para calcular perdida de carga en el orificio.....	83
5.5.6. Distancia entre el afloramiento y la caja de captación	84
5.5.7. Altura de la cámara húmeda.....	84
5.5.8. Dimensionamiento de la Canastilla.....	85
5.5.9. Área total de la ranura	85
5.5.10. Número de ranura.....	86
5.5.11. Calculo de tubería de rebose y limpia.....	86
5.5.12 Filtro.....	87
5.6. Diseño hidráulico de la línea de conducción	87
5.6.1. Cálculo de velocidad.....	88
5.6.2. Golpe de ariete	89
5.7. Dimensionamiento del tanque de almacenamiento.....	90
5.7.1. Calculo del volumen del tanque.....	90
5.7.2. Cálculo de la altura del tanque	90
5.8. Calidad del agua	90

5.8.1. Resultados de laboratorio.....	90
5.8.2. Desinfección del agua	92
5.9. Red de distribución	94
5.9.1. Diámetro de la línea de distribución.....	94
5.9.2. Determinación de los caudales unitario y nodal	95
5.9.5. Análisis hidráulico de la red de distribución	97
5.10. Condiciones	98
5.10.1. Tanque lleno y CMH.....	98
5.10.2. Demanda, altura y presión para condición Tanque lleno y CMH.....	99
5.10.3. Análisis de las velocidades para las condiciones Tanque lleno y CMH	102
5.10.4. Longitud, diámetro, caudal y velocidad para las condiciones Tanque lleno y CMH.....	103
5.11. Tanque lleno y Consumo 0	106
5.11.1. Análisis de Presiones para las condiciones tanque lleno y consumo cero.	106
5.11.2. Demanda y presiones para las condiciones tanque lleno y consumo 0.....	107
5.12. Costo total del proyecto.....	109
5.13. Calculo de la Tarifa	110
CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	111
6. Conclusiones.....	112
6.1. Recomendaciones	113
Bibliografía.....	114
Anexos.....	116

ÍNDICES DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Distribución de la población por edad.....	14
Gráfico 2. Distribución de la población por sexo.....	14
Gráfico 3. Nivel de escolaridad.....	15
Gráfico 4. Posesión de letrinas.....	16
Gráfico 5. Tratamiento del agua.....	17
Gráfico 6. Abastecimiento de agua.....	18
Gráfico 7. Enfermedades presentadas en la población.....	19
Gráfico 8. Vacunación de niños (as).....	20
Gráfico 9. Charlas educativas.....	20
Gráfico 10. Tenencia de la vivienda.....	21
Gráfico 11. Estructura de las viviendas.....	22
Gráfico 12. Ingresos familiares.....	23
Gráfico 13. Ocupación laboral.....	23

ÍNDICES DE TABLA

Tabla 1. Periodo de diseño de diferentes estructuras hidráulicas.....	45
Tabla 2. Coeficiente de Rugosidad	46
Tabla 3. Coeficiente de Rugosidad (C) de Hazen –Williams	54
Tabla 4. Presión de Trabajo.....	57
Tabla 5. Parámetros Bacteriológicos	60
Tabla 6. Parámetros Organolépticos	61
Tabla 7. Parámetros para sustancias no deseadas	62
Tabla 8. Parámetros Físico-químicos	62
Tabla 9. Sustancias inorgánicas, metales pesados y metaloides	63
Tabla 10. Resumen de cálculos de la Proyección de población	79
Tabla 11. Estimación del caudal de diseño.....	80
Tabla 12. Resultados del aforo de la fuente.....	81
Tabla 13. Resumen de cálculo de la captación de ladera.....	86
Tabla 14. Golpe de ariete en línea de conducción	89
Tabla 15. Resultados de parámetros bacteriológico.....	90
Tabla 16. Resultados de parámetros organolépticos.....	91
Tabla 17. Resultados de parámetros físico-químicos.....	91
Tabla 18. Resultados de parámetros de sustancias no deseadas.....	92
Tabla 19. Tubería de la red de distribución.....	94
Tabla 20. Caudales nodales.....	95
Tabla 21. Demanda, altura y presión.....	99
Tabla 22. Longitud, diámetro, caudal y velocidad.....	103
Tabla 23. Demanda y presión en condición consumo cero.....	107
Tabla 24. Costo mensual.....	110

ÍNDICES DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Macrolocalización.....	9
Ilustración 2. Microlocalizacion.....	10
Ilustración 3. Clorador por erosión de tabletas.....	65
Ilustración 4. Esquema del funcionamiento del sistema.....	73
Ilustración 5. Formación del CAPS.....	74
Ilustración 6. Presión y Velocidad en línea de conducción.....	88
Ilustración 7. Esquema del Clorador CTI-8.....	93
Ilustración 8. Esquema de la red etiquetados y líneas.....	97
Ilustración 9. Análisis de presiones.....	98
Ilustración 10. Velocidades.....	102
Ilustración 11. Presiones para condición Consumo cero.....	103

CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES

1.1 Introducción

El agua para el consumo humano y de fácil acceso es importante para la salud pública; la mejora del abastecimiento de agua y una mejor gestión de los recursos hídricos, pueden impulsar el crecimiento económico de los países y puede contribuir en gran medida a la reducción de la pobreza (Boletín Informativo del Agua, OMS, 2015).

El agua contaminada y la falta de saneamiento están vinculadas a la transmisión de enfermedades como el cólera, la diarrea, la disentería, la hepatitis A, la fiebre tifoidea y la polio. (OMS, 2015).

En el 2025, la mitad de la población mundial vivirá en zonas con escasez de agua. En América Latina y el Caribe (LAC), más de 40 millones de personas de comunidades rurales y periurbanas, intentan resolver el déficit de servicios de agua y saneamiento a través de la gestión comunitaria del agua. (OMS, 2015).

En la constitución política de Nicaragua, en su artículo 59 se establece que todo nicaragüense tiene derecho por igual, a la salud, y debe el ciudadano acatar las medidas sanitarias que se determinen; siendo deber del ESTADO el dirigir, organizar, y establecer las condiciones básicas para la organización, promoción y participación popular en defensa de la salud.

Rio Grande carece de un sistema de agua potable para consumo. Siendo este un pequeño poblado que demanda este servicio la cual ayudara a mejorar las condiciones de vida de todos.

El análisis contenido en este documento es para el desarrollo de un Mini acueducto de Agua por Gravedad. Este estudio se ha realizado con el fin de brindar la información técnica necesaria para la construcción de este sistema, cumpliendo y aplicando las normas y leyes establecidas por las instituciones Nacionales como: el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado

(INAA), la Autoridad Nacional del Agua (ANA), y Empresa de Acueductos y Alcantarillados (Enacal).

Este documento presenta aspectos relevantes en la realización del diseño de un sistema de distribución de agua potable por gravedad, que constará de un sistema de captación, filtración, de una línea de conducción, y red distribución que se modeló hidráulicamente mediante el programa EPANET. Además, se muestra el diseño del tanque de almacenamiento, tomando en consideración la población proyectada y el caudal de consumo estimado, estos diseños están basados en las normas y especificaciones del INNA.

1.2 Antecedentes

Según la información brindada por los pobladores de la comunidad, para poder abastecerse del vital líquido se tenía que hacer excavaciones a orillas del río que en su momento era su principal fuente de agua.

En otras situaciones, las familias han tenido que escavar donde encuentran florecimientos de agua en sus terrenos, de los cuales, usando una manguera para transportar el agua hasta sus casas. Cabe destacar, estas aguas no han sido tratadas ni analizadas para descartar cualquier agente contaminante que puede ser perjudicial para la salud del consumidor.

La población ha realizado anteriormente gestiones a la Alcaldía Municipal de San Rafael del Norte para que se ejecute un proyecto de agua potable que satisfaga las necesidades de la comunidad, pero no han tenido aun el apoyo de la comuna.

1.3 Justificación

Una de las mayores necesidades es un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable confiable y como consecuencia de ello una disposición adecuada del agua a usar. Esta población nunca ha tenido un sistema para el recurso agua, lo cual vendría a impactar de manera positiva las condiciones de vida.

Las aguas de los manantiales son foco de contaminación directa de un sinnúmero de enfermedades; donde quiera que hay alimento adecuado, suficiente humedad y una temperatura idónea, los microorganismos prosperan, además, pueden contener patógenos (organismos causantes de enfermedades) provenientes de las heces de los animales con enfermedades infecciosas susceptibles a su transmisión por agua contaminada como: El cólera, la diarrea, el parasitismo, la fiebre, enfermedades virales, entre otras; son una amenaza donde no se dispone de agua tratada correctamente para uso público.

En esta comunidad este fenómeno se ha puesto de manifiesto muchas veces:

- Las causas de consulta más frecuentes a nivel municipal son de enfermedades diarreicas, producidas por la mala calidad del agua así también por la baja calidad de vida de la población.

- Las aguas servidas de las familias corren por la comunidad formando charcas en los patios y causando la proliferación de agentes patógenos que pueden generar enfermedades.

La contaminación de dicho vital líquido a través de su sabor, color y olor. Según encuesta realizada casa a casa, la mayor parte de la población expresa que el agua que consumen tiene mal olor, mal sabor y mal color en algunos casos, en otros son captadas de ojos de agua y siendo llevadas por ellos mismo por mangueras hasta sus casas. Esto pone en evidencia la importancia del diseño y construcción de dicho sistema.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General.

- Diseñar un sistema de agua potable por gravedad para abastecer la demanda del abastecimiento del vital líquido en la Comunidad de Rio Grande, Municipio de San Rafael del Norte, Jinotega.

1.4.2 Objetivo Específico.

- 1 Constatar a través de un estudio exhaustivo el abastecimiento de agua en relación a la densidad poblacional actual.
- 2 Realizar un análisis físico-químico y microbiológico mediante pruebas de laboratorio para determinación de la calidad del agua de la fuente disponible.
- 3 Efectuar un levantamiento topográfico mediante visitas al lugar para la obtención de las alturas del terreno de la comunidad.
- 4 Ejecutar el diseño hidráulico de la línea de conducción y red de distribución a través del programa computarizado EPANET.

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA COMUNIDAD

2. Capítulo II. Descripción General de la Comunidad

Los datos presentados en este capítulo están basados en el estudio socioeconómico realizado en la comunidad de Río Grane del municipio de San Rafael del Norte, departamento de Jinotega.

2.1. Macrolocalización

El municipio de San Rafael del Norte se encuentra a 185 kilómetros de Managua, capital de Nicaragua. Y tan solo a 25 kilómetros de la ciudad de Jinotega, la cabecera departamental. (Via, s.f.)

Es una población de montaña, siendo la ciudad situada a mayor altura en Nicaragua porque se sitúa a 1.062,00 msnm. (Manfut, s.f.)

Fue reconocido como municipio (o pueblo autónomo), el 22 de abril de 1851 mediante Decreto Ejecutivo de esa misma fecha: "Para que los pueblos de San Rafael del Norte y San Rafael de la Concordia en el Departamento de Matagalpa sean independientes el uno del otro, y ambos tendrán autoridades constituidas con arreglo a la ley." El 22 de octubre de 1962 fue elevado a categoría de ciudad.

Odorico D'Andrea, fue un fraile italiano de la Orden Franciscana que llegó en 1954 y que aportó mucho para el desarrollo del municipio. Fundó centros de salud, impulsó la instalación de los servicios domiciliarios de agua potable y electricidad en el casco urbano, renovó la iglesia parroquial dedicada a San Rafael Arcángel, sus pinturas en los muros interiores y sus vitrales coloridos. Murió en 1990 y su cuerpo incorrupto es resguardado dentro de un sarcófago en la capilla "Virgen del Tepeyac" que hoy en día es centro de peregrinación para miles de creyentes que lo visitan durante todo el año. (Nica, s.f.)

Ilustración 1. Macrolocalización



Limita al norte con los municipios de San Sebastián de Yalí y Santa María de Pantasma, al sur con los municipios de Estelí y Jinotega, al este con los municipios de Santa María de Pantasma y Jinotega, y al oeste con los municipios de San Sebastián de Yalí y La Concordia. (San Rafael del Norte , s.f.)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos (2005)

2.2. Microlocalización

Rio Grande, ubicada a 10 Km al Noreste de la cabecera municipal, las coordenadas de la comunidad son; N 0596250 y W 1473091, (referencia La Escuela) y a una altura sobre el nivel del mar de 1330,20 m.

En la actualidad esta se estima con una población total de (204 personas) teniendo demanda de un suministro líquido.

Los límites de la comunidad son los siguientes:

- Al Norte: Comunidad La Unión
- Al Sur: Comunidad La Canasta y El Cedro
- Al Este: Comunidad La Paz
- Al Oeste: Comunidad Laguna Verde

Ilustración 2. Microlocalización



Fuente: Elaboración propia usando Google Maps.

2.3. Topografía

Las elevaciones topográficas de la Comunidad varían entre los 1250 m. s. n. m y los 1400 m.s.n.m.

2.4. Clima y precipitaciones

Su clima es frío y lluvioso durante casi todo el año, la temperatura media anual es de unos 18 °C. Las temperaturas máximas llegan a los 25 °C y las temperaturas más bajas se registran en los meses de diciembre y enero, pudiendo alcanzar mínimos de hasta 15 °C. La precipitación anual es de 1400 a 2000 mm, pertenece al tipo de clima de sabana tropical de altura. (Wikipedia, s.f.)

2.5. Geología y sismicidad

Evaluación de la Amenaza Sísmica Las fuentes sísmicas que afectan el sitio de estudio son:

- 1). Zona de subducción en el Océano Pacífico, choque de las placas tectónicas Coco y Caribe
- 2). Zona montañosa: los sismos ocurren con relativa frecuencia.

2.6. Nivel de Amenaza sísmica

En conversaciones sostenidas con los pobladores de la comunidad, se conoce que, durante el Huracán Mitch, no se produjeron deslizamientos ni derrumbes en el área del casco rural.

2.7. Situación de peligro

En caso de deslizamiento, afectaría directamente las viviendas construidas en estos sitios sus evaluaciones de la Amenaza Hidrometeorológica Huracanes En la escala de 1 al 10, el nivel de amenaza por huracanes para la Comunidad de Rio Grande en el Municipio de San Rafael del Norte está clasificado como nivel 4. La escala de 10 es la de mayor afectación y escala 1 la de menor afectación. (Amenazas Naturales de Nicaragua, INETER, 2001)

2.8. Vías de comunicación

Actualmente la comunidad tiene acceso a través de una vía que fue reparada reciente mente. Para llegar al sitio, solo existen dos rutas que salen de la Cabecera Municipal con dirección a el Chaguiton (Comunidad más alejada que Rio Grande), la primera ruta sale a las 6:00 AM de San Rafael del Norte y llega al Empalme de Rio Grande a las 7:20 AM aproximadamente, posteriormente se debe caminar por 20 minutos (dependiendo del paso) hasta llegar a la escuela.

Es hasta este punto (la escuela) donde la carretera en buenas condiciones termina. Para llegar a muchas de las casas se debe caminar por senderos.

2.9. Estudio Socioeconómico

Como parte del proceso de diseño del proyecto de agua potable, se levantaron 47 encuestas socioeconómicas de las 47 viviendas con que cuenta la comunidad, representando el 100% del total de las familias. Dicha encuesta está basada en el formato elaborado por el Fondo de Inversión Social para Emergencia (FISE), lo cual fue modificado un poco para abordar los puntos relevantes para el estudio de esta comunidad. Esta fue realizada los días 17 y 18 de marzo del año 2017. Se tomaron aspectos de vivienda, abastecimiento de agua, enfermedades comunes, entre otros.

2.10. Población

Por la carencia de datos de registros de censo poblacional de esta comunidad, se implementó encuesta casa a casa. De los cuales se obtuvo un total de 47 viviendas, y una población de 204 habitantes. El total de familias beneficiadas con este proyecto es de 47 (100% de las familias).

La comunidad de Río Grande es una localidad de tipo rural muy dispersa. Tiene un índice poblacional de 4.34 hab/viv con una tasa de crecimiento del 0.26%. El acceso a cierta parte de la comunidad es de todo tiempo, no cuenta con transporte colectivo y se puede transitar en vehículo pesado como liviano, son suelos francos (suelo de elevada productividad agrícola).

La principal actividad económica es la agricultura dedicándose a la siembra de papas, malangas frijoles, café entre otros, sobre todo para el consumo de la

familia. El 100% de la población activa prestan sus servicios como agricultores, jornaleros y comerciantes.

En la comunidad existen las siguientes organizaciones: Comité de padres de familia de la escuela y Comité Comarcal. Las instituciones del estado que las visitan son; MINSA y MINED.

2.11. Aspectos socioeconómicos

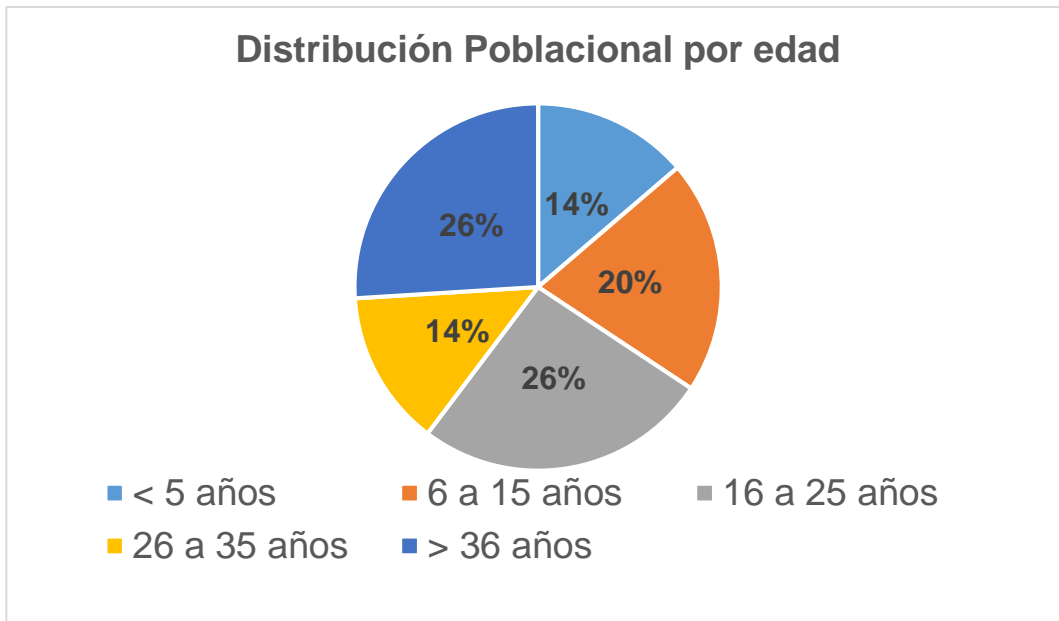
Según datos recopilados mediante encuesta socioeconómica, la economía en esta comunidad está basada principalmente en la agricultura, el 31% de la población se dedica a esto, la mayoría trabaja sus propias parcelas y otros trabajan para finqueros más grandes, el 27% de la demás población es jornalero. Un 23% de la población se dedica al cuidado de la casa y de los niños y niñas (amas de casa). Es importante destacar que existe un 27% de la población que no se dedica a ninguna labor del todo.

2.12. Distribución de la población por edad y sexo

La población de esta comunidad es meramente joven entre las edades de 16 a 25 años lo que representa el 26% de la población total actual, así también existe una población mayor de 36 años que representa el 26%. Seguidos por un 20% de la población entre las edades de 5 a 15 años (Gráfico N°1).

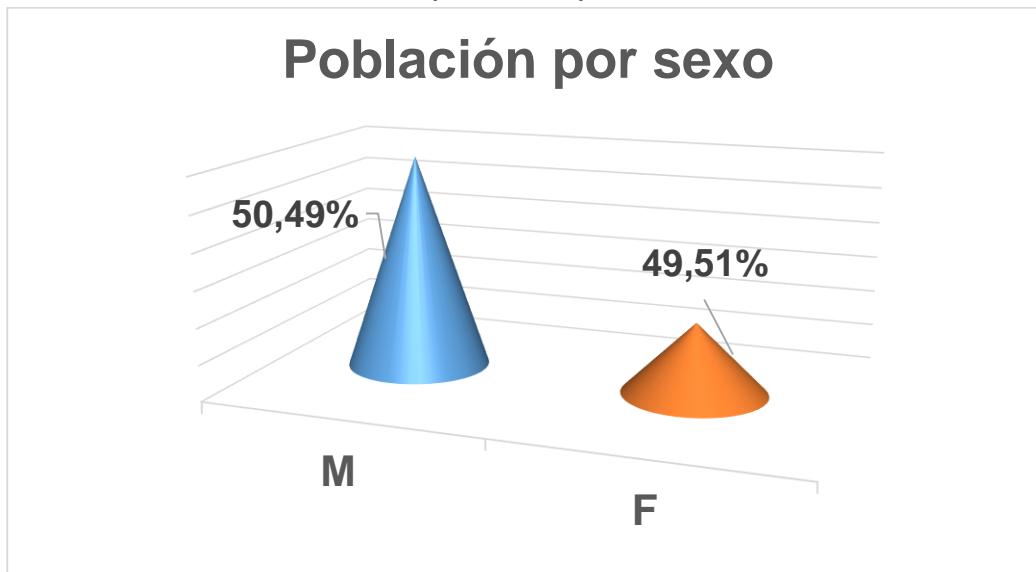
A lo que distribución por sexo se refiere, el 50,49% de la población actual es masculina, siendo el otro 49,51% femenino (Gráfico N°2)

Gráfico N°1. Distribución de la población por edad



Fuente: *Elaboración Propia*

Gráfico N°2. Distribución de la población por sexo



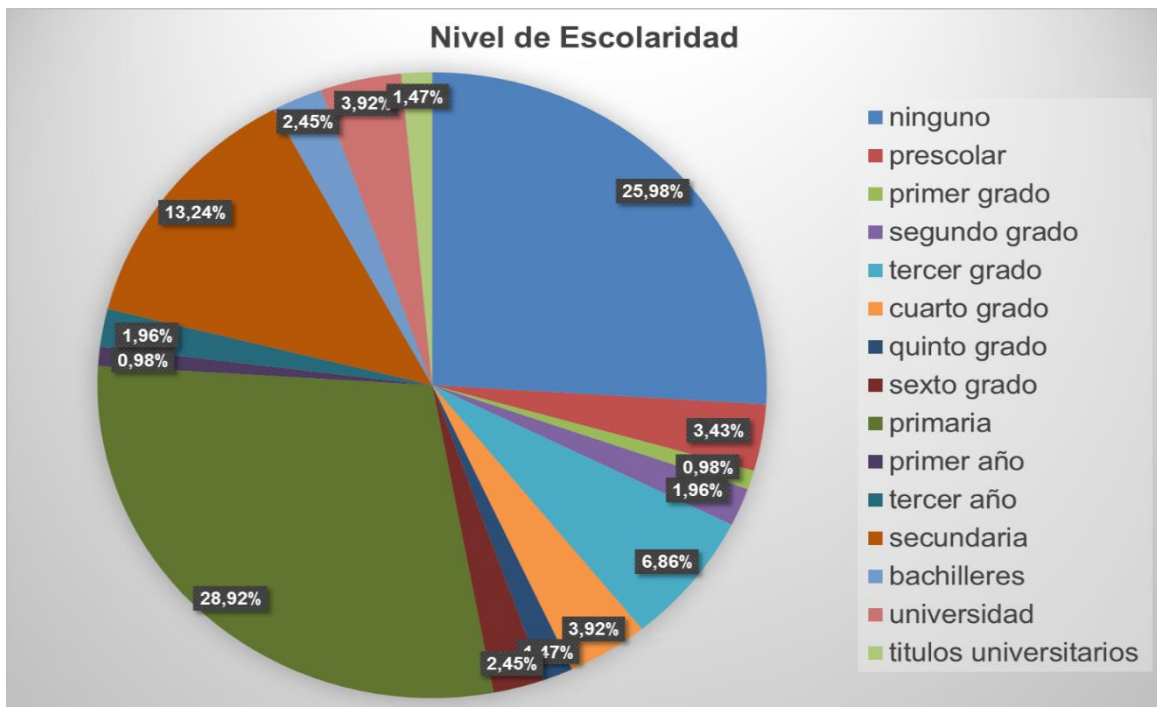
Fuente: *Elaboración Propia*

2.13. Distribución de la población por escolaridad

En la comunidad existe una escuela con preescolar y primaria completa. En pocos casos los que continúan sus estudios de secundaria acuden al municipio de San Rafael del Norte.

Los datos obtenidos en la encuesta nos revelan que existe un considerable índice de analfabetismo en las personas, representando el 25,98%, tomando en cuenta a las personas mayores de 10 años que hayan cursado al menos un año de estudio. Está por encima del promedio nacional que es del 19%. La comunidad cuenta con un bajo 3,92% en la obtención de títulos universitarios ya que es una comunidad muy pobre, la mayoría no alcanza el nivel secundario que representa un 13,24% y el nivel de primaria con un amplio 28,92%; tomando como prioridad la capacidad de saber leer y escribir.

Gráfico N°3. Nivel de Escolaridad



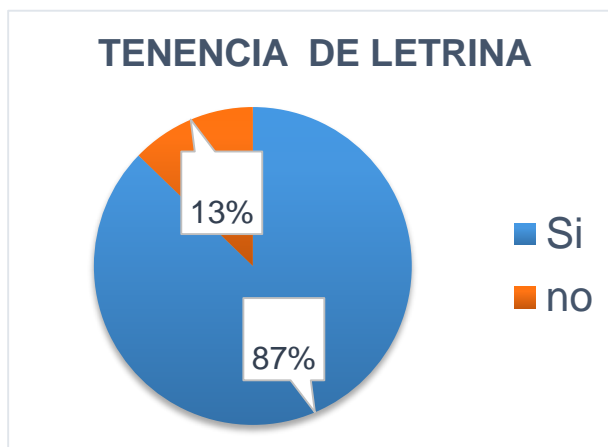
Fuente: Elaboración Propia

2.14. Saneamiento e higiene

Generalmente en las zonas rurales no existe otro sistema de saneamiento además de letrinas convencionales. Muchas de estas son excavadas a mano por las familias y sus casetas hechas de plástico o tela, algunas veces se pueden encontrar letrinas cuya caseta es de zinc (usualmente de proyectos).

Esta comunidad no es la excepción a esta realidad, solo el 87% de las familias posee una letrina de las cuales la mayor parte están en una regular condición (Gráfico N°4). El otro 13% no tiene una letrina convencional, usualmente prestan a sus vecinos o hacen sus necesidades al aire libre en zonas cercanas a sus viviendas. Cabe señalar que este puede ser un foco de contaminación y amenaza a la salud pública, siendo siempre los niños, niñas y personas de la tercera edad los más vulnerables a dichos riesgos.

Gráfico N°4. Tenencia de letrina.



Fuente: Elaboración propia

De las letrinas existentes actualmente que representa el 87%, de esto se pudo constatar que solo el 22% se encuentran en buen estado, el 49% se consideran regular, y un 29% se encuentran en mal estado. Otro dato encontrado es que del 87% el 41% se llenan de agua durante el invierno, dando lugar a escapes de heces fecales al campo libre, donde puede

existir una fuente de agua.

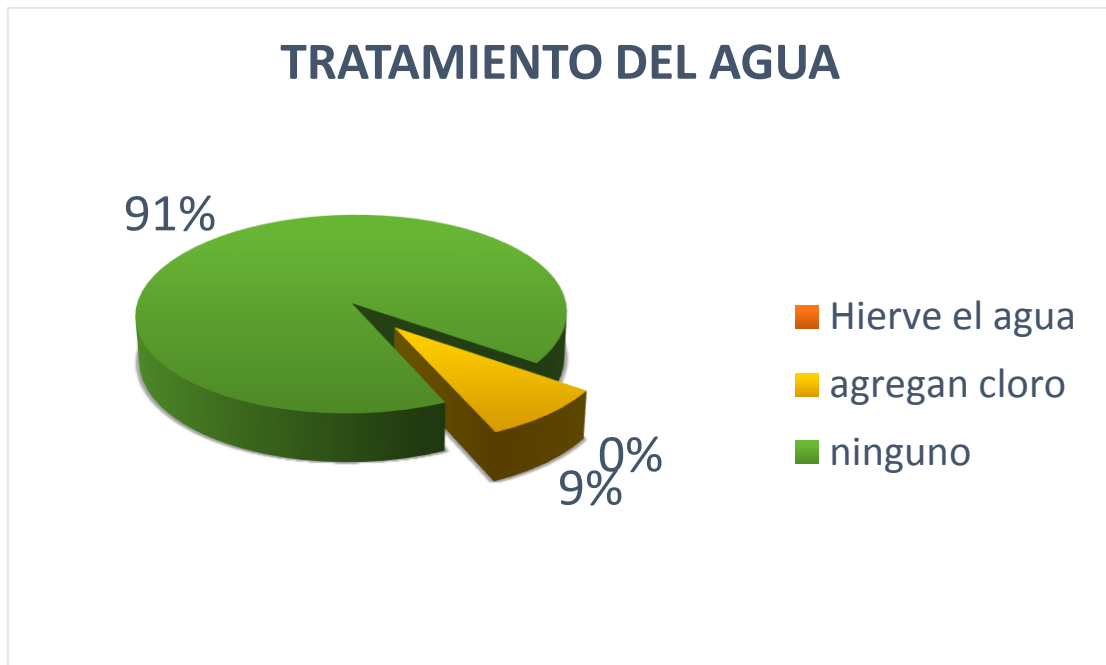
2.15. Salud

Al no tener un sistema de abastecimiento de agua potable esta población, y el hecho de abastecerse de fuentes superficiales que están vulnerables a ser

contaminadas por diversas razones. Muchas personas usan métodos básicos para tratamiento del agua antes de consumirla, usualmente se hierva el agua o se agrega cloro.

Teniendo esto presente, se encontró que el 91% de la población no implementa ninguno de los métodos antes mencionados para tratar el agua que consumen, solo el 9% está usando cloro, y ninguna familia hierva el agua como un método a implementar.

Grafico N°5. Tratamiento del agua



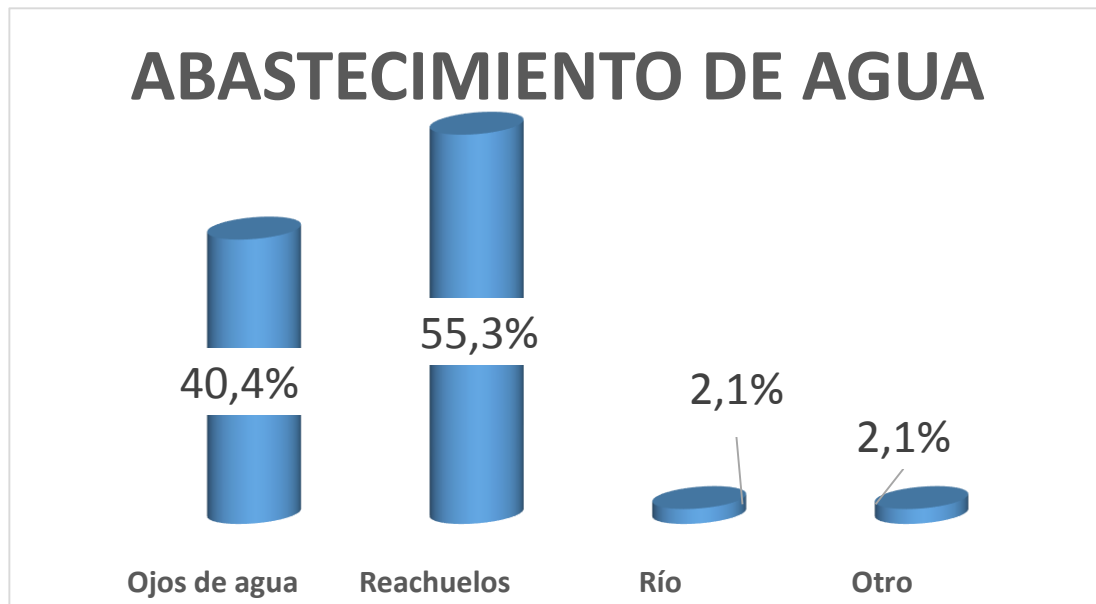
Fuente: Elaboración Propia.

2.16. Servicio de agua potable y abastecimiento

Actualmente la población no consta con un sistema de servicio de agua potable. Las familias de esta comunidad se abastecen de fuentes superficiales así también subterráneas, las cuales implementan mangueras para llevar el vital líquido desde la fuente hasta sus viviendas.

Cabe destacar que el 100% de las familias no cuentan con conexiones domiciliarias, pero suplen esta necesidad trayendo su agua de ojos de agua, riachuelos, río, etc. El 55,3% de la población se abastece de riachuelos. Un 2,1% de familias usan el agua de ríos.

Gráfico N°6. Abastecimiento de agua



Fuente: Elaboración Propia

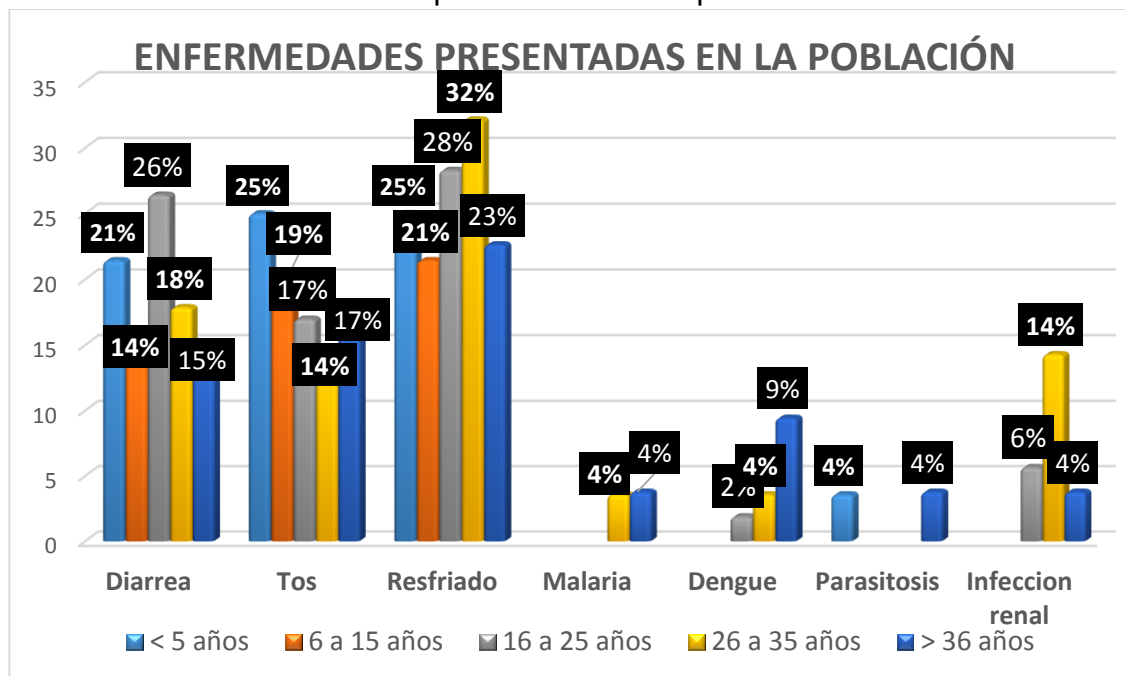
2.17. Enfermedades presentadas en la población

El agua contaminada y la falta de saneamiento están vinculadas a la transmisión de enfermedades como el cólera, la diarrea, la disentería, la hepatitis A, la fiebre tifoidea y la polio. (OMS. Agua potable, 2015). La distribución poblacional por edades (ver gráfico N°11), el 14% de la población es menor de 5 años de edad, de los cuales el 21% de estos ha presentado diarrea, y un 25% ha presentado tos y resfriado.

Otra porción importante de la población de esta comunidad está entre las edades de 16 a 25 años de edad siendo esta el 26% de la población total (ver gráfico

Nº1), de los cuales el 26% de ellos y ellas han presentado diarreas, el 28% padeció resfriado, así también el 6% de ellos han presentado infección renal.

Graficas N°7. Enfermedades presentadas en la población

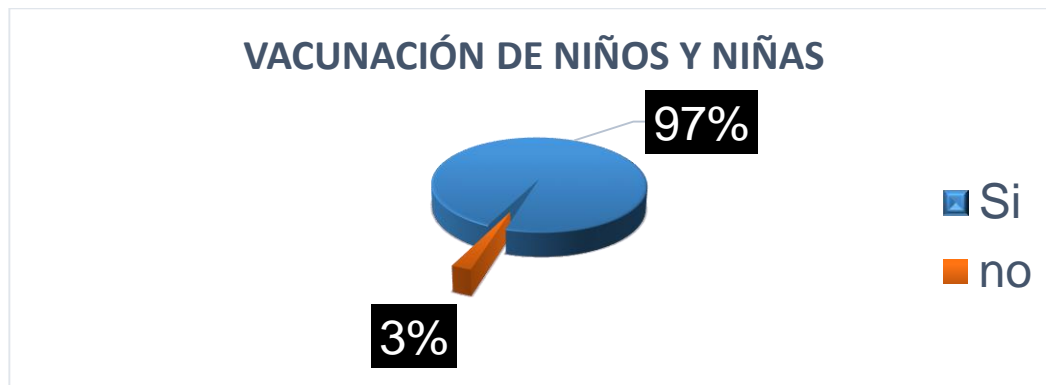


Fuente: Elaboración propia

2.18. Vacunación de niños/as

El Centro de Salud Comunitario más cercano a la comunidad se encuentra en el Empalme de Río Grande aproximada mente 3 kilómetros carretera a Chaguiton. Es bueno señalar que muchas de estas familias tienen que caminar al menos 40 minutos para llegar a este centro, esto variara dependiendo de la ubicación del hogar con respecto al centro médico. A pesar de las limitaciones que la población presenta, el 97% de los niños y niñas han sido vacunados, sus padres son conscientes de la importancia de dichas vacunas. Solo el 3% de niños y niñas no han recibido ninguna.

Grafico N°8. Vacunación de niños (as)

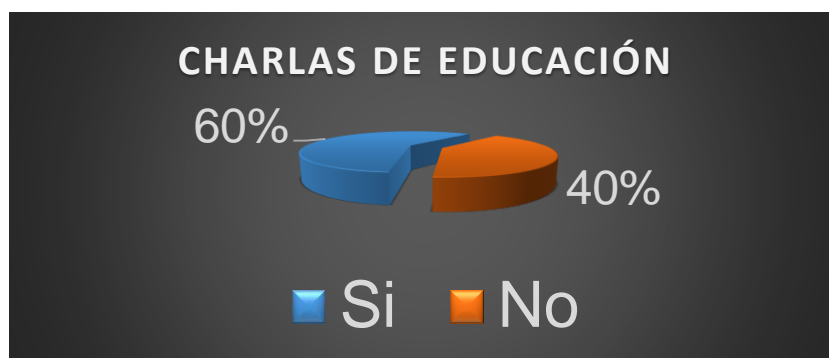


Fuente: Elaboración Propia

2.19. Información recibida sobre Educación Sanitaria y Prácticas de Higiene.

Un 60% de pobladores manifestó el haber recibido algún tipo de charla respecto a Educación Sanitaria y Prácticas de Higiene. La otra parte señaló no haber recibido por los últimos años. Muchas de las familias no salen de su comunidad al menos que estén pasando una emergencia que necesiten ir a un Centro de Salud.

Grafico N°9. Charlas educativas

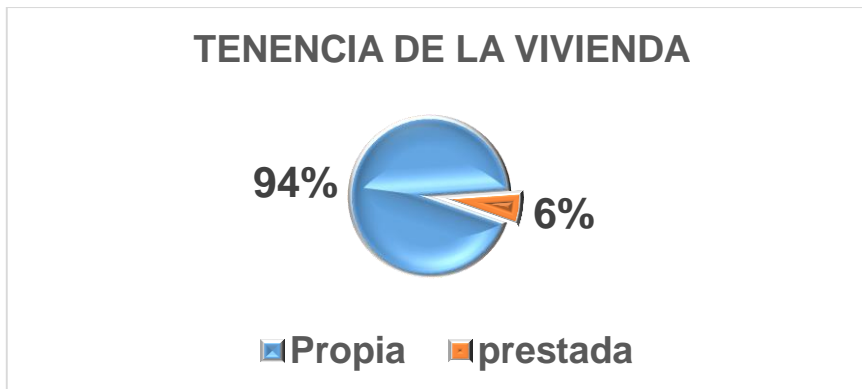


Fuente: Elaboración Propia

2.20. Situación de la propiedad y uso de vivienda

De acuerdo a los resultados obtenidos, el 94% de la población actual es propietaria de su vivienda, en cambio el otro 6% está representado por familias que habitan casas que son prestadas temporalmente.

Gráfico N°10. Tenencia de la vivienda

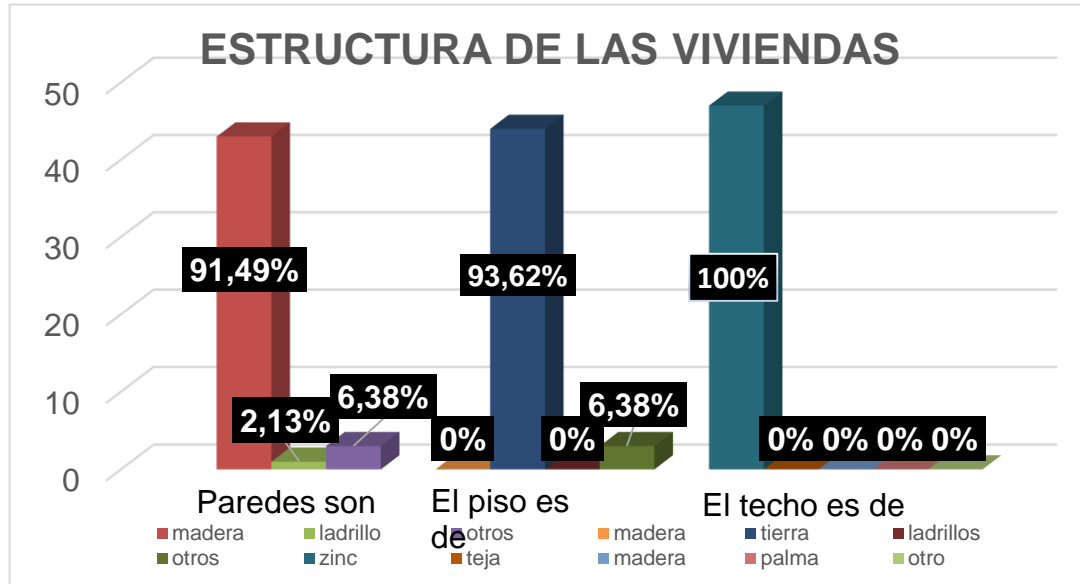


Fuente: Elaboración Propia

2.21. Estructura de las viviendas

Siendo esta una comunidad rural localizada cerca de una reserva natural y por su abundante flora, el material más utilizado en la construcción de viviendas de estas familias es la madera. El 92,49% (43 viviendas) de viviendas, sus paredes y estructura es de madera, mucha de la cual es encontrada localmente. Mayoritariamente el piso de las casas es suelo, solo el 6,38% (3 viviendas) de las casas tienen piso de otro material, en este caso se constató que era una baldosa de concreto. El 100% de las viviendas poseen zinc como techo.

Gráfico N°11. Estructura de las viviendas

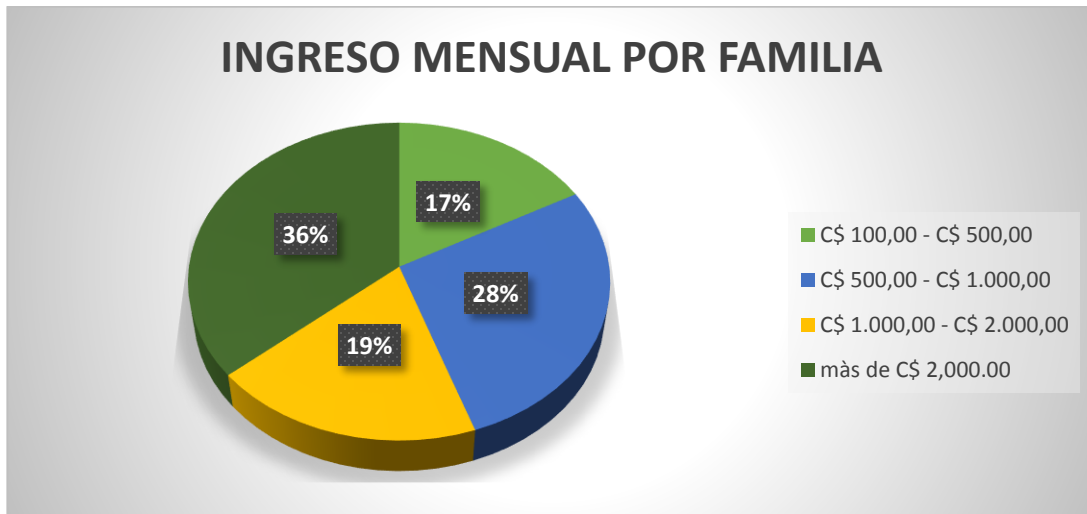


Fuente: Elaboración Propia

2.22. Ingresos familiares

Siendo una comunidad rural el 36% de las familias tienen un ingreso mayor a los C\$ 2.000,00 córdobas netos mensuales. El 17% de las familias solo obtienen entre C\$ 100,00 a C\$ 500,00 córdobas netos por mes, son muchas de estas familias las que para salir de su comunidad tienen que existir una gran razón como: necesitar ir al centro médico más cercano o asistir a un evento religioso del Padre Odorico D`Andrea en el la Cabecera Municipal del Municipio de San Rafael del Norte.

Gráfico N°12. Ingresos Familiares

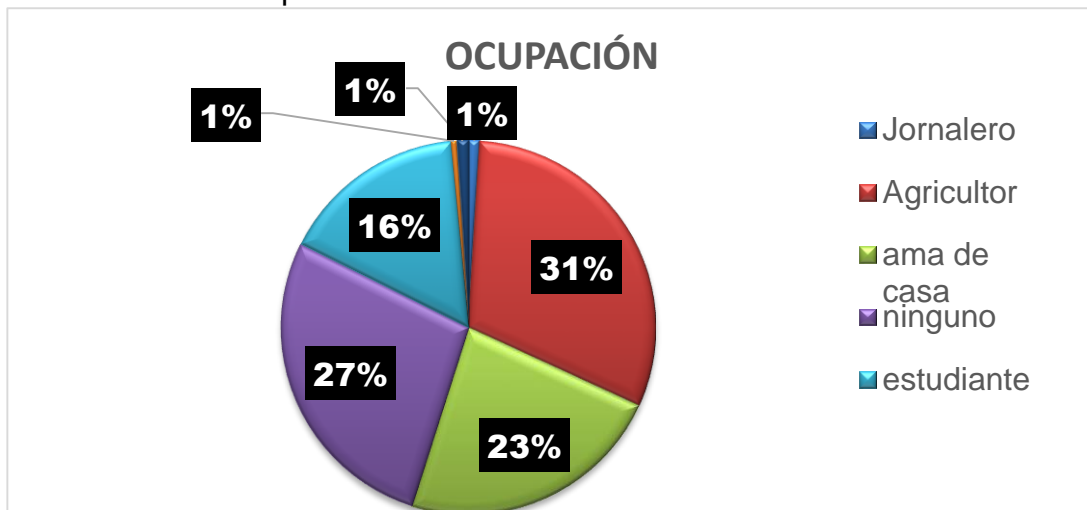


Fuente: Elaboración Propia

2.23. Actividades económicas

En lo referente a la ocupación la gran mayoría de la población se dedica a la agricultura, siendo este el 31% de la población actual. Se puede notar que a pesar de ser una comunidad alejada de la cabecera municipal el 16% de su población esta aun obteniendo una educación. El 1% trabaja como jornalero en las pequeñas parcelas de las personas más pudientes en la comunidad.

Gráfico N°13. Ocupación



Fuente: Elaboración Propia

2.24. Capacidad económica

El 99% de las familias manifestaron la disponibilidad de pagar por el servicio de agua, ya que son conscientes del beneficio que le traerá especialmente a su salud. El otro 1% expuso el no tener la necesidad de pagar por el servicio de agua ya que posee suficiente agua en su propiedad.

CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO

3. CAPITULO III. MARCO TEÓRICO

Los conceptos están basados en los siguientes ejemplares y sus correspondientes autores: Agua potable para poblaciones rurales de Roger Agüero Pittman (1997), y por la norma de abastecimiento de agua potable en el medio rural (NTON 09001-99), Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA).

3.1. Mini Acueducto por Gravedad (MAG)

Es un sistema en el que el agua es captada de una fuente superficial localizada a mayor altura que las viviendas y transportada en tuberías hasta un tanque de almacenamiento ubicado también a mayor altura que las viviendas y después por su propio peso (por gravedad), el agua baja por tuberías a los puestos domiciliarios o públicos de donde se abastece la población. (El Nuevo Fise, s.f.)

3.2. Método de aforo

Existen varios métodos para determinar el caudal de agua y los más utilizados en los proyectos en zonas rurales son los métodos volumétrico y de velocidad-área. El primero es utilizado para calcular caudales hasta con un máximo de 10 lts/s y el segundo para caudales mayores a 10 lts/s.” (Agüero Pittman, 1997).

3.3. Fuente de abastecimiento

La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable, constituye el elemento más importante de todo el sistema, por tanto: debe estar lo suficientemente protegida y debe cumplir dos propósitos fundamentales.

- Suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población y durante el periodo de diseño considerado.
- Mantener las condiciones de calidad necesarias para garantizar la potabilidad de la misma. (NTON 05007-98, Capítulo V, Inciso 5.1).

3.3.1. Aguas sub-superficiales

El agua que se infiltra en el subsuelo y que al desplazarse a través de los pozos de los manantiales subterráneos y que por sus elevaciones o pendientes pueden reaparecer en la superficie en forma de manantiales.

Pueden constituir una solución para el caso de pequeñas localidades rurales, siempre que tengan caudal suficiente y calidad adecuada. La captación debe estar adecuadamente protegida. (Baldizon Aguilar, pág. 23)

3.4. Obras de Captación

Es la estructura que construimos para captar el agua de la fuente, puede ser un dique toma (captación abierta) o caja de captación (cerrada). De esta obra sale la línea de conducción hacia el resto de elementos del acueducto. (El Nuevo Fise, s.f.)

3.4.1. Captación de tipo ladera

Como la captación depende del tipo de fuente y de la calidad y cantidad de agua, el diseño de cada estructura tendrá características típicas.

Cuando la fuente de agua es un manantial de ladera y concentrado, la captación constara de tres partes: La primera, corresponde a la protección del afloramiento; la segunda, a una cámara húmeda para regular el gasto a utilizarse; y la tercera,

a una cámara seca que sirve para proteger la válvula de control. (OPS, 2004, pág. 9)

3.5. Calidad del agua

Atributos que presenta el agua, de manera tal, que reúna criterios de aceptabilidad para diversos usos. Entre los factores se encuentra los factores físicos y químicos. (Chang Gómez, s.f., pág. 9)

3.5.1. Calidad del agua para consumo humano

La calidad del agua para consumo humano está determinada por valores “máximos” y “aceptables” para diferentes parámetros físicos, químicos y biológicos establecidos del agua natural de acuerdo a las normas de INAA (NTON 09 003-99).

3.6. Población a servir

La población a servir es el parámetro básico, para dimensionar los elementos que constituyen el sistema. (NTON 09001-99, Cap. II, inciso 2.1)

En los miniacueductos por gravedad y captaciones de manantial la población a servir estará en dependencia de las características de la población objeto del estudio, el tipo y configuración de la comunidad y las características tecnológicas de las instalaciones a establecerse. (NTON 05007-98, Cap. III, inciso 3.2)

3.7. Estudio Topográfico

Los levantamientos topográficos se realizan con el fin de determinar la configuración del terreno y la posición sobre la superficie de la tierra de elementos naturales o instalaciones construidas por el hombre. (Casanova Matera, 2002)

3.8. Consumo del agua

Es el agua utilizada por un grupo cualquiera radicado en un lugar, este consumo estará en proporción directa al número de habitantes en proporción al mayor o menor desarrollo de sus actividades comerciales e industriales y también de sus modos de vidas. (Baldizon Aguilar, pág. 12)

3.9. Tipos de consumos

La demanda de agua es comúnmente clasificada de acuerdo con la naturaleza del usuario. Las clasificaciones ordinarias son:

3.9.1. Consumo doméstico o residencial

Consumo exclusivamente para uso doméstico dentro del cual se contempla agua para: ingerir, lavado de ropa, aseo personal, etc. el uso varía con el nivel económico de los consumidores y este representa generalmente el consumo predominante en el diseño.

El instituto nicaragüense de acueductos y alcantarillados (INAA), establece dentro de sus normas de diseño, dotaciones de agua potable para diferentes rangos de poblaciones y pueden usarse perfectamente cuando no se poseen datos locales sobre las diversas áreas de consumo.

3.9.2. Consumo público

Suministro de agua a edificios públicos, edificios del gobierno, colegios, riego de calles y protección contra incendios, por los cuales el abastecedor en general no recibe pago.

3.10. Tratamiento

El suministro de Agua Potable para el sector rural procedente de fuentes superficiales, sean estas pequeños ríos o quebradas, o afloramientos de agua subterráneas como los manantiales, pueden presentar características físico-químicas y bacteriológicas no aptas para el consumo humano, esto implica que se requiere de una serie de procesos unitarios con el objeto de corregir su calidad y convertirla en agua potable acorde con las normas establecidas. (NTON 09001-99, Capítulo IX, inciso 9.1).

3.11. Características físicas del agua

El contenido de sustancias orgánicas e inorgánicas en el agua representa lo que llamamos características físicas del agua. La importancia sanitaria que reviste estas características, tienen su significado en la aceptabilidad o en el rechazo del vital líquido, cuando es utilizado para el consumo humano.

Entre ellos tenemos

- Color
- Turbiedad
- Olor
- Sabor

3.12. Características químicas del agua

Las sustancias químicas se encuentran con relativa frecuencia en concentraciones apreciables en el agua. Desde el punto de vista de las condiciones químicas, el agua para ser consumible, debe ser de gusto agradable y con una cantidad de sales disueltas excesivas, dichas sales no deben ser perjudiciales o tóxicas para la salud humana.

Entre ellas se tienen las siguientes:

- Potencial de hidrogeno
- Alcalinidad
- Cloruros
- Dureza
- Hierro
- Magnesio

3.13. Línea de conducción

La línea de conducción es el conjunto de ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde la captación hasta la comunidad, formando el enlace entre la obra de captación y la red de distribución. Su capacidad deberá ser suficiente para transportar el gasto de máximo día. (NTON 09001-99, Cap. VII, inciso 7.2)

3.13.1. Línea de conducción por gravedad

En el diseño de una línea de conducción por gravedad se dispone, para transportar el caudal requerido aguas abajo, de una carga potencial entre sus extremos que puede utilizarse para vencer las pérdidas por fricción originadas en el conducto al producirse el flujo. (NTON 09001-99, Cap. VII, inciso 7.2.1)

3.13.2. Golpe de ariete

También denominado transitorio, consiste en la alternancia de presiones y sobrepresiones debido al movimiento oscilatorio del agua en el interior de la tubería, es decir, básicamente es una variación de presión, y se puede producir tanto en impulsiones como en abastecimientos por gravedad. (UCLM, s.f, pág. 1)

Si el agua se mueve por una tubería con una velocidad determinada y mediante una válvula se le corta el paso totalmente, el agua más próxima a la válvula se detendrá bruscamente y será empujada por la que viene detrás. Como el agua es algo compresible, empezara a comprimirse en las proximidades de la válvula, y el resto del líquido comprimirá al que le precede hasta que se anule su velocidad. Esta compresión se va trasladando hacia el origen conforme el agua va comprimiendo al límite la que le precede, de esta manera que al cabo de un cierto tiempo, toda el agua de la tubería está en estas condiciones, concluyendo la primera etapa del golpe de ariete.

En definitiva, se forma una onda de máxima compresión que se inicia en las proximidades de la válvula y se traslada al origen. La energía cinética que lleva el agua se transforma en energía de compresión.

Cuando el agua se detiene, ha agotado su energía cinética y se inicia la descompresión en el origen de la conducción trasladándose hacia la válvula y por la ley pendular esta descompresión no se detiene en el valor de equilibrio, sino que lo sobrepasa para repetir el ciclo. Esta descompresión supone una depresión, que retrocede hasta la válvula para volver a transformarse en compresión, repitiendo el ciclo y originando en el conducto unas variaciones ondulatorias de presión que constituyen el golpe de ariete.

En definitiva, se producen transformaciones sucesivas en energía cinética en energía de compresión y viceversa, comportándose el agua como un resorte. (UCLM, s.f, pág. 2)

3.14. Tanque de almacenamiento

En estas estructuras se almacena el agua que no se consume en las horas de demanda mínimas para aprovecharla después en las horas de máxima demanda.

Es preferible instalar estos tanques de almacenamiento a una cota tal que esté por encima de cualquier punto o casa a beneficiar. Esto es así, para efectuar la distribución por gravedad. El tanque deberá estar diseñado para suplir la demanda de agua a lo largo del período de diseño, y además ser capaz de sobrellevar cualquier eventualidad que pueda surgir. Las funciones que este sirve son:

1. Compensar las variaciones de consumo diario
2. Mantener las presiones de servicio en la red de distribución
3. Atender situaciones de emergencia, tales como interrupciones en el servicio por daños de tuberías de conducción.

3.15. Red de distribución

Una red de distribución es el conjunto de tuberías llamada también circuitos troncales o maestras y tuberías secundarias o de relleno, que conducen el agua desde tanques de almacenamiento hasta las tomas domiciliarias; con el fin de proporcionar agua potable suficiente a los usuarios para consumo doméstico, público.

Las conducciones primarias o arterias principales forman el esqueleto del sistema de distribución, se sitúa de tal forma que transporta grandes cantidades de agua desde la estación elevada a los depósitos y de estos a las diferentes partes del área abastecida. Las conducciones secundarias forman anillos más pequeños dentro de las arterias principales entrelazándolas entre sí, transportando grandes cantidades de agua desde las arterias principales a las diferentes áreas para cubrir el suministro normal.

3.16. Resistencia de las tuberías

Las tuberías deberán resistir las presiones internas estáticas y las presiones externas de rellenos.

3.17. Tipos de redes

Una clasificación de las redes de abastecimiento puede contemplar numerosos puntos de vistas puede analizarse aspectos como el uso final que puede tener el agua, la propia tipología o distribución de la red, la influencia que tiene el sistema en cuanto a su fuente de suministro. (Valencia, 2003)¹, dependiendo de la distribución en planta que presenten las redes de distribución de agua pueden ser de tipo ramificada, malladas o mixta.

3.17.1 Tipos ramificados

Son redes de distribución constituidas por ramales, troncal y una serie de ramificaciones o ramales que puedan constituir pequeñas mallas o constituidas por ramales ciegos todas estas a partir de una línea principal.

La red abierta puede aplicarse en poblaciones semi-dispersas y dispersas o cuando por razones topográficas o de conformación de la población no es posible un sistema cerrado.

3.17.2 Tipos malladas

Son aquellas redes constituidas por tuberías interconectadas formando mallas. Este tipo de red de distribución es el más conveniente y se trata siempre de

¹ Valencia, U. P. (2003). *Ingeniería hidráulica en los abastecimientos de agua*.

lograrse mediante la interconexión de las tuberías a fin de crear circuitos cerrados que permitan un servicio más eficiente y permanente.

3.18. Carga hidráulica disponible.

Es la energía en metros de columna de agua que poseen los sistemas, al encontrarse la fuente de abastecimiento a un nivel superior respecto de un sitio sobre el trazo de la conducción en direcciones al área de distribución.

3.19. Sobrepresión o depresión

Son las cargas de presión en exceso y por debajo de la presión a flujo estacionario respectivamente, que existen después de presentarse los fenómenos transitorios.

3.20. Normas y reglamentos

Para el diseño de un sistema de agua potable en la zona rural se requiere de una serie de normas y criterios. A nivel nacional los proyectos de agua potable y saneamiento rural, deben desarrollarse de conformidad con los estatutos establecidos por el INAA, en sus respectivas normativas.

Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable (NTON 09 003-99).

3.21. Comité de Agua Potable y Saneamiento

Los CAPS se definen como organizaciones sin fines de lucro, que de manera voluntaria, y electos democráticamente, tienen a su cargo la administración, operación y mantenimiento del servicio de agua potable y saneamiento en la

comunidad, con el apoyo de todos los usuarios, a quienes además, rinden cuentas de sus gestiones y actividades. (Arto 6, Ley 722).

3.22. Tarifa

Es una unidad de dinero que se paga por recibir determinado servicio.

La tarifa por servicios de agua es la cantidad de dinero aprobado por el Comité de Agua y Saneamiento de la comunidad que los beneficiarios pagan de acuerdo a los costos que genera mensualmente el sistema. (INATEC, 2012, pág. 16)

3.22.1. Tarifa Diferenciada

La tarifa se llama diferenciada porque se toman diferentes aspectos que se adaptará a cada tipo de consumo que se presente; como ejemplo puede ser por número de personas que habitan en un hogar, o si es zona residencial, o si hay negocio en la vivienda; según se presente el caso. (INATEC, 2012, pág. 16)

3.22.2. Tarifa Igual para todas las familias usuarias del servicio

Esta tarifa está relacionada con la diferenciada ya que todo depende del consumo que realice cada familia usuaria; pero si se acordó que se cobraría la misma tarifa sin rango de consumo lo único que se hace es dividir los costos de operación y mantenimiento entre el número de familias usuarias, dicho resultado lo multiplicamos por el consumo de cada familia para realizar el cobro respectivo. (INATEC I. N., 2012, pág. 17)

3.22.3. Calculo de la Tarifa en los Sistemas de Agua

Para calcular la tarifa mensual de agua, tomamos en cuenta los siguientes elementos: (INATEC I. N., 2012, pág. 18)

3.22.3.1. Costos mensuales de Operación del Sistema

Son las compras de papelería que se utilizara a diario para el funcionamiento del sistema, pago de todo el personal, capacitaciones, viáticos de transporte, alimentación u hospedaje de ser necesario, compra de cloro, pago al fontanero, compra de herramientas. (INATEC I. N., 2012, pág. 18)

3.22.3.2. Costos mensuales de Mantenimiento del Sistema

Son vitales para que pueda continuar funcionando de manera correcta el proyecto; tales como análisis de calidad del agua (para abastecer el vital líquido de calidad o sea consumible para las familias usuarias), reposición de materiales, reparación de tubería, tanque, obras de protección, reposición de equipos, ampliaciones, accesorios, entre otros. (INATEC I. N., 2012, pág. 18)

3.22.3.3. Costos Administrativos del Sistema

Son aquello que incurren en la dirección, control y operación e incluye los pagos relacionados con lo administrativo tales como: Papelería membretada, viáticos, capacitaciones a técnicos, entre otros. (INATEC I. N., 2012, pág. 18)

3.22.3.4. Costos de Ampliación y mejoras

Son los necesarios para aumento de producción en volumen de agua o bien para mejorar la calidad de consumo de las familias usuarias del sistema, estos pueden ser Reposición del equipo, ampliación y mejora. (INATEC I. N., 2012, pág. 18)

3.22.3.5. Costo de producción del volumen de agua

Este generalmente se mide en metros cúbicos el cual se calcula sumando los resultados de los costos de operación y mantenimiento mensuales. (INATEC I. N., 2012, pág. 18)

3.22.3.6. Saber con exactitud el número de viviendas

Esencial para lograr determinar el tipo de tarifa que se realizara o deseará aplicar ya sea por persona o vivienda. (INATEC I. N., 2012, pág. 18)

3.22.3.7. Inventario de familias

Que uso dan al agua las familias, ya sean actividades especiales o sea negocios. Para así determinar el tipo de tarifa que se le aplicará el cobro. (INATEC, 2012, pág. 18)

CAPÍTULO IV DISEÑO METODOLÓGICO

4. Capítulo IV. Diseño Metodológico

Para el diseño del Mini Acueducto por Gravedad se utilizó las Normas Técnicas: Diseño de sistemas de abastecimientos de agua potable en el medio rural (NTON 09001-99).

4.1. Fuentes de la recolección de datos

Para el desarrollo de esta investigación se consultaron diversas fuentes de datos, las cuales se describen a continuación:

4.1.1. Fuentes primarias

- ✓ Identificación del área de estudio.
- ✓ Consideración de las posibles fuentes de agua.
- ✓ Puntos estratégicos posibles para la ubicación del tanque.
- ✓ Observación Visual de las características del agua.
- ✓ Datos y mapas de la zona de estudio.
- ✓ Proyección de la población actual.

4.1.2. Fuentes Secundarias

Utilización de las normas base de agua potable para realizar el diseño hidráulico del sistema: Diseño de sistemas de abastecimientos de agua potable en el medio rural (NTON 09001-99).

Revisión de libros de reconocidos autores, especialistas en el tema para la consideración de los diferentes métodos a utilizar en el cálculo hidráulico del sistema.

4.2. Recolección y Análisis de los datos.

- ✓ Encuesta socioeconómica a las familias beneficiadas.
- ✓ Aforo de la fuente para conocer el caudal disponible del manantial.
- ✓ Análisis físico-químico y bacteriológico del agua de la fuente.
- ✓ Levantamiento topográfico del terreno para conocer las elevaciones y puntos estratégicos de la ubicación de la fuente y del reservorio de almacenamiento.
- ✓ Uso de los programas asistidos por computadora como AUTOCAD y CIVILCAD para la determinación de la red y de sus perfiles respectivamente.
- ✓ Uso del programa Excel para la elaboración de los cálculos matemáticos.
- ✓ Realización de la simulación de la red en el programa EPANET para conocer el comportamiento del sistema en cuanto a las presiones y velocidades máximas y mínimas.

4.3. Inspección física de la ubicación del área en estudio

La inspección del área en estudio es el inicio de las examinaciones, las características, sus componentes y una serie de especificaciones donde se determinará los detalles para la realización del proyecto.

4.4. Estudio socioeconómico

Se realizó un estudio socioeconómico mediante la aplicación de una encuesta formato elaborado por el FISE, este fue modificado para adaptarse a la situación actual de la comunidad, esta nos permitió conocer las características sociales, económicas, culturales, salud y de género de la población beneficiaria.

4.5. Levantamiento topográfico

Se realizó un levantamiento topográfico para determinar las condiciones del terreno en donde estará ubicado el proyecto, punto de acoplamiento, la línea de conducción, el tanque, esto con el fin de ubicar los puntos de mayor y menor elevación que permita analizar la ubicación de la fuente (tanque de almacenamiento) y toda la información necesaria para seleccionar el método de cálculos más convenientes y adecuar el diseño de la red a las restricciones propias del lugar y evitar el mal funcionamiento del sistema una vez que sea instalado.

El estudio topográfico se realizó mediante el uso de la estación total y GPS, posteriormente la aplicación de los cálculos matemáticos para conocer las distancias y elevaciones, sobretodo de la ubicación tanto de la fuente como del tanque de almacenamiento, de esta manera proceder al cálculo hidráulico de las tuberías en las líneas de conducción y distribución, así como el trazado de la red a través de la exportación de los puntos en AUTOCAD y su programa complementario CIVILCAD.

Actividades

- Llegada al sitio de la fuente
- Coordenadas referencia con GPS Garmin
- Plantación de equipo
- Levantamiento de la línea de conducción y distribución
- Procesamiento de datos

4.6. Criterios de Diseño.

El diseño de los componentes del sistema está basado a la normativa implementada por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado (INAA) y las Normas técnica rurales (NTON-09001-99).

Para solucionar la problemática de abastecimiento de agua potable en la zona, se propone un sistema del tipo: fuente – tanque – red, teniendo en cuenta que la conducción y la distribución se harán por gravedad.

4.6.1. Calculo de la población.

4.6.2. Tasa de Crecimiento.

La población a servir es el parámetro básico, para dimensionar los elementos que constituyen el sistema. La metodología generalmente aplicada, requiere la investigación de las tasas de crecimiento histórico, las que sirven de base para efectuar la proyección de población. (NTON 09001-99, Cap. II, inciso 2.1)

$$r = \left(\frac{P_n}{P_o} \right)^{1/n} - 1$$

Ecuación 1.

Donde:

r: Tasa de crecimiento

P_n: Población de año n

P_o: Población al inicio del periodo de diseño

n: Número de años que comprende el período de diseño

Si no se dispone de datos de población al inicio del período de diseño, deberá efectuarse un censo poblacional por medio de los representantes comunitarios o promotores sociales, previamente entrenados.

Conviene conocer la tasa de crecimiento histórico nacional, para compararla con la obtenida en cada caso particular. Los valores anuales varían de 2.5% a 4%. El proyectista deberá justificar la adopción de tasas de crecimiento diferente a los valores indicados. (NTON 09001-99, Cap. II, inciso 2.2)

Cabe señalar que no se obtuvieron datos específicos de la comunidad Río Grande en los registros estadísticos de los censos poblacionales realizados por INIDE, debido a que no se encontró ningún dato reflejado de la comunidad en dicho documento, es por ello que una encuesta casa a casa fue necesaria.

4.6.3. Proyección de la población

De acuerdo con lo establecido por la NTON 09001-99, en el inciso 2.2, el cálculo de las poblaciones futuras se usará el método geométrico expresado por la siguiente ecuación:

$$P_n = P_o (1+r)^n$$

Ecuación 2.

Donde:

P_n: Población del año “n”.

P_o: Población al inicio del período de diseño.

r: Tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado en notación decimal.

n: Número de años que comprende el período de diseño.

4.7. Dotación

Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignará un caudal de 50 a 60 lppd. (NTON 09001-99, Cap. III, inciso 3.1)

4.8. Población a servir

La comunidad cuenta con 204 habitantes y la escuela primaria.

4.9. Periodo de diseño

De acuerdo con lo establecido por la NTON 09001-99, en el inciso 4,1, en proyectos de abastecimientos de agua potable se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes de sistema.

Tabla 1. Periodo de diseño

Tipo de Componente	Periodo de diseño
Pozos perforados	15 años
Líneas de Conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de distribución	15 años

Fuente: NTON-09001-99

4.10. Variaciones de consumo

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario, y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución, etc. Estos valores son los siguientes:

Consumo máximo día (CMD)= 1.5 CPD (Consumo promedio diario) **Ecuación 3.**

Consumo máximo hora (CMH)= 2.5 CPD (Consumo promedio diario) **Ecuación 4.**

(NTON-09001-99, Cap. IV, inciso 4.2)

4.11. Presiones Máximas y Mínimas

Para la línea de conducción, NTON 09001-99, en su Capítulo VII, inciso 7.2.1, establece que una presión recomendada en los puntos críticos de 5 m por lo menos. Además sugiere mantener una presión estática máxima de 70 mts.

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que éstas se cumplan dentro de un rango permisible, en los valores siguientes:

Presión Mínima: 5.0 metros

Presión Máxima: 50.0 metros

(NTON-09001-99, Cap. IV, inciso 4.3)

4.11.1. Coeficiente de Rugosidad (C) de Hazen -Williams para los diferentes tipos de materiales en los conductos.

Tabla 2. Coeficiente de Rugosidad

Material del conducto	Coeficiente de rugosidad
Tubo de Hierro Galvanizado (H ^o .G ^o)	100
Tubo Plástico (PVC)	150

4.12. Velocidades permisibles en tuberías

De acuerdo con lo establecido por la NTON 09001-99, Capítulo IV, en el inciso 4.5, Se recomienda fijar valores de las velocidades del flujo en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías.

Los valores permisibles son los siguientes:

Velocidad mínima = 0,4 m/s

Velocidad máxima = 2,0 m/s

En el caso de la línea de conducción, la NTON 09003-99, en su Capítulo VII, inciso 7.11.5, establece: “Cuando haya suficiente altura de carga o energía de posición, puede utilizarse las siguientes velocidades máximas para evitar erosión.” En el caso de P.V.C (Cloruro de polivinilo), la velocidad máxima permisible es de 5,0 m/s. Se recomienda que la velocidad mínima sea de 0,60 m/s.

4.13. Cobertura de Tuberías

Para sitios que correspondan a cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico se recomienda mantener una cobertura mínima de 1,20 metros sobre la corona de las tuberías, y en caminos de poco tráfico vehicular, una cobertura de 1,0 metro sobre la corona del tubo. (NTON-09-001-99, Cap. IV, inciso 4,6)

4.14. Pérdidas de Agua en el Sistema

Cuando se proyectan Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de sus componentes, la cantidad total de agua perdida se fija como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%. (NTON-09001-99, Cap. IV, inciso 4,7)

4.15. Diseño de los componentes del sistema

Un MAG, se compone de los siguientes elementos: Fuente de abastecimiento, sistema de captación, sistema de filtros, línea de conducción, tanque y red de distribución.

4.15.1 Fuente

El manantial ubicado en la cota 1408,47 msnm.

Según la NTON 05007-98, en su Capítulo V, inciso 5,1. Especifica que la fuente debe cumplir con dos propósitos principales.

- Suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el periodo de diseño considerado.
- Mantener las condiciones de calidad necesarias para garantizar la potabilidad de la misma.

4.15.2. Método Volumétrico para el aforo de fuente

Este método se basa en medir el tiempo que demora en llenarse un balde de un volumen conocido. (DGIAR, 2015)

$$\text{Caudal } \left(\frac{l}{s}\right) Q = \frac{\text{Volumen del balde (litros)}}{\text{Tiempo que demora en llenarse (s)}} \quad \text{Ecuación 5.}$$

Como toda el agua se debe recibir en un balde u otro recipiente, este método sirve para medir caudales no muy grandes, como el caudal de manantiales, reservorios, sifones, entre otros. (DGIAR, 2015)

4.16. Captación de un Manantial de ladera

Tres partes: Primera, protección del afloramiento; segunda, cámara húmeda; tercera, cámara seca. El compartimiento de protección de la fuente consta de una losa de concreto que cubre toda la extensión del área adyacente al afloramiento de modo que no exista contacto con el ambiente exterior, quedando así sellado para evitar la contaminación. Junto a la pared de la cámara existe una cantidad de material granular clasificado, que tiene por finalidad evitar el socavamiento del

área adyacente a la cámara y de aquietamiento de algún material en suspensión. La cámara húmeda tiene una canastilla de salida para conducir el agua requerida y un cono de rebose para eliminar el exceso de producción de la fuente. (OPS, 2004, pág. 9)

4.16.1. Diseño hidráulico y dimensionamiento

Para el dimensionamiento de la captación es necesario conocer el caudal máximo de la fuente, de modo que el diámetro de los orificios de entrada a la cámara húmeda sea suficiente para captar este caudal o gasto. (OPS, 2004, pág. 10)

4.16.2. Determinación del ancho de la pantalla

Para determinar el ancho de la pantalla es necesario conocer el diámetro y el número de orificios que permitirán fluir el agua desde la zona de afloramiento hacia la cámara húmeda. (OPS, 2004, pág. 10)

$$Q_{m\acute{a}x.} = V_2 * C_d * A$$

Ecuación 6.

Donde:

Q máx.: Gasto Máximo de la fuente en l/s

V: Velocidad de paso (valor máximo recomendado es de 0,60 m/s)

A: Área de la tubería en m²

Cd: Coeficiente de descarga (0,60 a 0,80)

G: Aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)

El valor de A resulta:

$$A = \frac{Q_{m\acute{a}x.}}{C_d * V}$$

Ecuación 7.

El valor de D será definido mediante:

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

Ecuación 8.

Donde:

π : valor de pi

Número de Orificios

Se recomienda usar diámetros (D) menores o iguales de 2". Si se obtuvieran diámetros mayores, será necesario aumentar el número de orificios (NA). (OPS, 2004, pág. 13)

Siendo:

$$NA = \frac{\text{Área del diámetro calculado}}{\text{Área del diámetro asumido}} + 1$$

Ecuación 9.

$$NA = \left[\frac{D_1}{D_2} \right]^2 + 1$$

Ecuación 10.

Ancho de la pantalla

$$b = 2(6D) + \text{Norif}(D) + 3D(\text{Norif} - 1)$$

Ecuación 11.

4.16.3. Calculo de la distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda

Es necesario conocer la velocidad de pase y la pérdida de carga sobre el orificio de salida. Según la ecuación de Bernoulli entre los puntos 0 y 1. (OPS, 2004, pág. 11)

Resulta:

$$\frac{P_0}{\delta} + h_0 + \frac{v_0^2}{2g} = \frac{P_1}{\delta} + h_1 + \frac{v_1^2}{2g} \quad \text{Ecuación 12.}$$

Considerando los valores de P_0 , V_0 , P_1 y h_1 igual a cero, se tiene:

$$h_0 = \frac{v_1^2}{2g} \quad \text{Ecuación 13.}$$

Donde:

h_0 : Altura entre el afloramiento y el orificio de entrada (se recomienda valores entre 0,40 a 0,50 m.)

V_1 : Velocidad teórica en m/s

g : Aceleración de la gravedad (9,18 m/s²)

Para calcular pérdida de carga en el orificio:

$$h_0 = 1,56 \frac{v^2}{c_d} \quad \text{Ecuación 14.}$$

Determinando la pérdida de carga que servirá para determinar la distancia entre el afloramiento y la caja de captación (L)

$$H_f = H - h_0 \quad \text{Ecuación 15.}$$

4.16.4. Distancia entre el afloramiento y la caja de captación

$$L = \frac{H_f}{0,30} \quad \text{Ecuación 16.}$$

4.16.5. Altura de la cámara húmeda

$$H_t = A + B + C + D + E$$

Ecuación 17.

A: Se considera una altura mínima de 10 cm. Que permite la sedimentación de la arena.

B: Se considera el diámetro de salida.

H: Altura de agua sobre la canastilla.

D: Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua del afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (minino 5 cm)

E: Borde libre (minino 30 cm).

4.16.6. Dimensionamiento de la Canastilla

El diámetro de la canastilla debe ser dos veces el Diámetro de la línea de conducción

$$D_{canastilla} = 2 * D_a$$

Ecuación 18.

La longitud de la canastilla (L) sea mayor a 3D_a y menor de 6D_a

Área total de la ranura

$$A_T = 2A$$

Ecuación 19.

Numero de ranuras

$$N^{\circ} \text{ ranuras} = \frac{\text{Área total de ranuras}}{\text{Área de ranuras}} + 1$$

Ecuación 20.

4.16.7. Tubería de rebose y limpia

En la tubería de rebose y de limpia se recomienda pendientes de 1 a 1,5% y considerando el caudal máximo de aforo, se determina el diámetro mediante la ecuación de Hazen Y Williams (Para C = 140). (OPS, 2004, pág. 15)

$$D_r = \frac{0,71 * Q^{0,38}}{h_f^{0,21}}$$

Ecuación 21.

4.17. Línea de Conducción por Gravedad

En el diseño de una línea de conducción por gravedad se dispone, para transportar el caudal requerido aguas abajo, de una carga potencial entre sus extremos que puede utilizarse para vencer las pérdidas de fricción originadas en el conducto al producirse el flujo. Se deberá tener en cuenta los aspectos siguientes:

- a) Se diseñará para la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño, el cual resulta al aplicar el factor 1,5 al consumo promedio diario (CMD= 1,5 CPD).
- b) En los puntos críticos se deberá mantener una presión de 5 m por lo menos.
- c) La presión estática máxima estará en función de las especificaciones técnicas de la clase de tubería a utilizarse, sin embargo, se recomienda mantener una presión estática máxima de 70 m, incorporando en la línea tranquilas rompe presión donde sea necesario. (NTON-09001-99, Cap. VII, inciso 7.2.1).

4.17.1. Diámetro de la Línea de Conducción

Para el cálculo del diámetro de la red de conducción utilizamos la fórmula de Bresse.

$$D = 0,9 Q^{0,45}$$

Ecuación 22.

Donde:

D: Diámetro (m)

Q: Caudal (m³/seg)

Según NTON-09001-99, en su Capítulo VII, inciso 7.4.2, para el dimensionamiento de la tubería de las líneas de conducción se aplica la formula exponencial de Hazen-Williams, ampliamente utilizada, donde se despeja la gradiente hidráulica.

$$\frac{H}{L} = S = \frac{10.549Q^{1.85}}{C^{1.85}D^{4.87}}$$

Ecuación 23.

Donde:

H: Pérdida de carga en metros

L: Longitud en metros

S: Pérdida de carga en m/m

Q: Gasto en m³/seg

D: Diámetro en metros

C: Coeficiente de Hazen-Williams, cuyo valor depende del tipo de tubería utilizada.

Tabla N° 3. Coeficiente de Rugosidad (C) de Hazen -Williams para los diferentes tipos de materiales en los conductos.

Material del Conducto	Coeficiente de Rugosidad (C)
Tubo de hierro Galvanizado (H _o .G _o)	100
Tubo de concreto	130
Tubo de asbesto cemento	140
Tubo de Hierro fundido (H _o . F _o)	130
Tubo plástico (PVC)	150

Fuente (NTON-09001-99, Cap. IV, inciso 4.4).

4.17.2. Velocidad

La velocidad, desde la ecuación de continuidad.

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} \quad \text{Ecuación 24.}$$

4.17.3. Golpe de Ariete

4.17.4. Celeridad

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + K * D / e}} \quad \text{Ecuación 25.}$$

Donde:

C: Celeridad o velocidad de la onda de compresión o de succión (m/s).

K: Coeficiente función del módulo de elasticidad (ϵ) del material constitutivo de la tubería, que representa principalmente el efecto de la inercia. Cuyo valor es:

$$K = \frac{10^{10}}{\epsilon} \quad \text{Ecuación 26.}$$

D: Diámetro interior de la tubería

e: Espesor de la tubería

4.17.5. Cálculo del tiempo de cierre

Para considerarse las peores condiciones de funcionamiento los cálculos se realizan para cierre inmediato de la válvula de retención. De esta manera la sobrepresión máxima es considerada al momento de una maniobra de cierre rápido, con la longitud de tubería de conducción.

$$T < \frac{2L}{c} \quad \text{Ecuación 27.}$$

Donde:

L: Longitud de la fuente al depósito (m).

C: Velocidad de propagación de la onda o celeridad (m/s).

T: Fase o período de cierre (s).

Si la maniobra es rápida, la válvula quedará completamente cerrada antes de comenzar a actuar la onda de presión.

Si el tiempo de cierre es lento, la onda de presión llegará a la válvula antes de que esté completamente cerrada.

4.17.6. Cálculo de la sobrepresión

$$h_a = \frac{cV}{g}$$

Ecuación 28.

Siendo:

h_a : Sobrepresión (m de agua)

V: Velocidad (m/s)

4.17.7. Presión Admisible de la tubería

$$P_t = h_a + h_i$$

Ecuación 29.

Tabla 4. Presión de trabajo

SDR	Presión de trabajo	
	Psi	Kg/cm ²
64	63	4,4
51	80	5,6
41	100	7,0
32,5	125	8,8
26	160	11,2
21	200	14,0
17	250	17,6
13,5	315	22,1

Fuente: Amanco; Asesoría Técnica

4.18. Dimensionamiento del tanque

4.18.1. Almacenamiento

De acuerdo con lo establecido por la NTON 09001-99, en el inciso 8.2, la capacidad del tanque de almacenamiento deberá de satisfacer las condiciones siguientes:

- a) Volumen compensador: El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en 15% del consumo promedio diario.
- b) Volumen de reserva: El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obra de captación, se estimará igual a 20% del CPD.

La capacidad total del tanque se estimará igual al 35% del consumo promedio diario

4.18.2. Calculo del volumen del tanque

$$\text{Vol. Total} = 35\% \text{CPD}$$

Ecuación 30.

4.18.3. Altura y Diámetro del tanque

La altura del tanque depende de consideraciones de tipo económico:

A mayor profundidad, mayor será el costo de los muros perimetrales y menor será el costo de las placas de fondo y de cubierta. A menor profundidad, mayor será el costo de las placas de cubierta y fondo y menor será el costo de los muros perimetrales. Teniendo en cuenta esas consideraciones la altura del tanque será calculada con la siguiente relación empírica:

$$h = \frac{\text{Vol}}{3} * K$$

Ecuación 31.

h: Altura en m

Vol: Volumen del tanque/100

k: Coeficiente en ciento de metros cúbicos

La base del tanque puede ser calculada considerando una sección cuadrada, a través de la ecuación:

$$L = \sqrt{\frac{\text{vol}}{h}}$$

Ecuación 32.

Donde:

L: Longitud de tanque (m)

H: altura de tanque (m)

Vol: Volumen del tanque

4.18.4. Tanque cilíndrico

Se utiliza la siguiente ecuación, determinando una altura a criterio del Diseñador y se calcula el radio con la siguiente ecuación:

$$r = \sqrt{\frac{v}{\pi \cdot h}} \quad D = 2 * r \quad \text{Ecuación 33.}$$

Donde:

r: radio del circuito de tanque (m)

v: volumen de Diseño (m³)

h: altura propuesta (m)

D: diámetro

4.19. Calidad del agua

El objetivo de estas normas es proteger la salud pública y por consiguiente ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes o características del agua, que puedan representar un riesgo para la salud de la comunidad e inconvenientes para la preservación de los sistemas de abastecimiento de agua, para lo cual se deberán seguir las siguientes instrucciones.

a) La fuente de agua a utilizarse en el proyecto, se le deberá efectuar por lo menos un análisis físico, químico, de metales pesados cuando se amerite y bacteriológico antes de su aceptación como tal.

b) Los parámetros mínimos de control para el sector rural serán: Coliforme total, Coliforme fecal, olor, sabor, color, turbiedad, temperatura, concentraciones de iones de hidrógeno y conductividad.

c) El análisis de las fuentes de agua tales como manantiales, pozos perforados, pozos excavados a mano deberá cumplir con las normas de calidad del agua vigente aprobada por el INAA y MINSA.

En las tablas siguientes se muestran las concentraciones máximas permisibles de los parámetros establecidos por la NTON 09001-99 para evaluar la calidad del agua, dichos parámetros han sido adoptadas de las “Normas regionales de calidad del agua para el consumo humano”, editadas por CAPRE.

Tabla 5. Parámetros Bacteriológicos.

Fuente: NTON 09001-99

TABLA – 1

PARAMETROS BACTERIOLOGICOS (a)				
ORIGEN	PARAMETROS (b)	VALOR RECOMENDADO	VALOR MAX. ADMISIBLE	OBSERVACIONES
A. - todo tipo de Agua de bebida	Coliforme Fecal	Negativo	Negativo	
B.- Agua que entra Al sistema de Distribución	Coliforme Fecal	Negativo	Negativo	
	Coliforme Total	Negativo	≤ 4	En muestra no consecutivas
C.- Agua en el Sist. de distribución. detectado	Coliforme Total	Negativo	≤ 4	En muestraspuntuales No debe ser
	Coliforme Fecal muestras	Negativo	Negativo	En el 95% de las Anuales (c).

NMP/100 ml, en caso de análisis por tubos múltiples o colonias/100 ml en el caso de análisis por el método de membranas filtrantes. El indicador bacteriológico más preciso de contaminación fecal es la E.Coli. La bacteria Coliforme Total no es un indicador aceptable de la calidad sanitaria de acueductos rurales, particularmente en áreas tropicales donde muchas bacterias sin significado sanitario se encuentran en la mayoría de acueductos sin tratamiento.

En los análisis de control de calidad se determina la presencia de coliformes totales. En caso de detectarse una muestra positiva se procede al muestreo y se investiga la presencia de Coliforme Fecal. Si el remuestreo da resultados negativos, no se toma en consideración las muestras adicionales, recolectadas cuando se intensifican las actividades de inspección sanitaria, no deben ser consideradas para la valoración anual de calidad.

En los sistemas donde se recolectan menos de 20 muestras, al año, el porcentaje de muestras negativas debe ser $\geq 90\%$

Tabla 6. Parámetros Organolépticos.

PARAMETROS ORGANOLEPTICOS			
PARAMETRO MAXIMO	UNIDAD	VALOR	VALOR
		RECOMENDADO	ADMISIBLE
Color Verdadero	mg/l (pt-Co)	1	15
Turbiedad	UNT	1	5

Fuente: NTON 09001-99

Tabla 7. Parámetros para sustancias no deseadas**4. PARAMETROS PARA SUSTANCIAS NO DESEADAS**

PARAMETROS	UNIDAD	VALOR RECOMENDADO	VALOR MAXIMO ADMISIBLE
Nitrato – NO ⁻¹ ₃	mg/l	25	45
Nitritos – NO ⁻¹ ₂	mg/l	0.1	1
Amonio	mg/l	0.05	0.5
Hierro	mg/l		0.3
Manganeso	mg/l	0.1	0.5
Fluoruro	mg/l		0.7 – 1.5
Sulfuro Hidrógeno	mg/l		0.05

Fuente: NTON 09001-99

Tabla 8. Parámetros físico-químicos.**PARAMETROS FISICO – QUIMICO**

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR RECOMENDADO	VALOR MAXIMO ADMISIBLE
Temperatura	°C	18 a 30	
Concentración iones Hidrógeno	Valor pH	6.5 a 8.5 (a)	
Cloro residual	mg/l	0.5 a 1.0 (b)	(c)
Cloruros	mg/l	25	250
Conductividad	us/cm	400	
Dureza	mg/lCaCO ₃	400	
Sulfatos	mg/l	25	250
Aluminio	mg/l		0.2
Calcio	mg/l CaCO ₃	100	
Cobre	mg/l	1	2.0
Magnesio	mg/l CaCO ₃	30	50
Sodio	mg/l	25	200
Potasio	mg/l		10
Sol. Tot. Dis.	mg/l		1000
Zinc.	mg/l		3.0

Fuente: NTON 09001-99

Tabla 9. Sustancias Inorgánicas. Metales pesados y metaloides

PARAMETROS PARA SUSTANCIAS INORGANICAS DE SIGNIFICADO PARA LA SALUD		
PARAMETROS	UNIDAD	VALOR MAXIMO ADMISIBLE
Arsénico	mg/l	0.01

Fuente: NTON 09001-99

4.20. Desinfección y Tratamiento

De acuerdo a la normativa para sistemas de tratamientos de aguas servidas domésticas (NTON 05-008-98), esta fuente se clasifica como agua de tipo 1, ya que, su destino es para uso doméstico. Esta categoría se divide en dos, siendo en este caso del tipo 1A de acuerdo a los resultados, debido a que no necesita de un tratamiento adicional más que la desinfección por hipoclorito de calcio para poder ser potable.

Para que cualquier desinfectante actúe eficientemente, deberá cumplir los requerimientos de la ecuación $C \times T$, lo que significa que todo desinfectante presentará una determinada concentración (C) y estará en contacto con el agua a desinfectar por un período mínimo de tiempo (T). (Solsona&Mendez, 2002).

$$V = Q * T$$

Ecuación 34.

4.20.1. Dosificación

Definida la concentración final (Cf) a ser empleada por el dosificador, se aplica la siguiente ecuación para obtener el peso del sólido de hipoclorito de calcio que será suministrado al dosificador de tabletas por erosión. Las tabletas son más seguras que las soluciones de hipoclorito y el cloro gaseoso y son más fáciles de manejar y de almacenar.

$$P = Vd * Cf/\%$$

Ecuación 35.

Donde:

=: Porcentaje de cloro activo en el producto

P: Peso del sólido de hipoclorito de calcio (Kg)

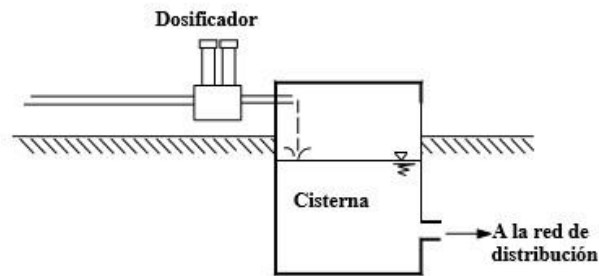
Cf: Concentración esperada en la sol.diluida (g/L)

4.20.1.1. Dosificador por erosión de tabletas

Los dosificadores de erosión disuelven gradualmente las tabletas de hipoclorito a una tasa predeterminada mientras fluye una corriente de agua alrededor de ellas. Este mecanismo proporciona la dosificación necesaria de cloro para desinfectar el agua. A medida que las tabletas se van diluyendo, se reemplazan con otras nuevas que caen por gravedad en la cámara. La solución de cloro concentrada alimenta un tanque, un canal abierto o un reservorio, según sea el caso.

La instalación de esta clase de dosificadores requiere una capacitación especializada mínima. En la mayoría de los casos se puede capacitar a un operador y ofrecerle conocimientos básicos de plomería y tuberías. Sin embargo, aunque los dispositivos de dosificación están hechos de materiales no corrosivos y no tienen partes móviles, es preciso prestar atención a las instrucciones del fabricante para asegurar la durabilidad y una operación adecuada de acuerdo con las especificaciones. También se debe prestar atención a la temperatura del agua, ya que de ella depende la solubilidad de las tabletas. (Solsona&Mendez, 2002).

Ilustración 3. Clorador por erosión de tabletas de hipoclorito de calcio.



Instalación típica de un clorador por erosión de Tablet de hipoclorito de calcio

Fuente: (Solsona & Méndez, 2002).

4.21. Red de distribución

El diseño se hizo para las condiciones más desfavorables en la red, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el periodo de diseño. Deberá de tratarse de servir directamente al mayor porcentaje de la población dentro de las viviendas, en forma continua, de calidad aceptable y cantidad suficiente.

La red también se puede analizar por medio de programas para computadoras basados en la fórmula de Hazen Williams, o cualquier otra ampliamente conocida. (NTON 09001-99, Capítulo VII, Inciso 7.4.3).

a) Formula de Hazen Williams

$$H_f = \frac{Q^{1.85}L}{0.09414 * C^{1.85}D^{4.87}} = \frac{10.675 Q^{1.85}L}{C^{1.85}D^{4.87}} \quad \text{Ecuación 36.}$$

Dónde:

Q: caudal (m³/s)

L: longitud de tubería (m)

C: coeficiente de rugosidad Hazen-Williams

D: diámetro interno de la tubería (m)

Hf: pérdidas de carga (m)

Para su diseño deberá considerarse los aspectos siguientes:

- ✓ Se deberá diseñar para la condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 2.5 al consumo promedio diario (CHM=2.5CPD, más las pérdidas).
- ✓ El sistema de distribución puede ser de red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambos.
- ✓ La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento. (NTON-09001-99, Cap. VII, inciso 7.3).

4.21.1. Diámetro de la red de distribución

Para el cálculo del diámetro de la red de distribución utilizamos la fórmula de Bresse.

$$D = 0,9 Q^{0,45}$$

Ecuación 37.

Donde:

D: Diámetro (m)

Q: Caudal (m³/seg)

De acuerdo con lo establecido por la NTON 09001-99, en el inciso 3.3.2, el diámetro de las conexiones y de los grifos será de ½" (12 mm).

4.21.2. Determinación de caudales

Para determinar los caudales de los nodos se utilizó el método de longitud unitaria, que consiste en tributar al nodo la mitad de los tubos que le conectan para calcular un caudal unitario que posteriormente será repartido en la línea.

4.21.2.1. Cálculo del caudal unitario

El caudal por unidad de longitud de tubería se determinó a partir de la ecuación, dividiendo el caudal máximo horario entre la longitud total efectiva de la red.

$$Q_u = \frac{CMH}{L_t} \quad \text{Ecuación 38.}$$

4.21.2.2. Caudal por nodo

Es el producto de multiplicar el caudal unitario por cada longitud tributada al nodo en cuestión.

$$Q_i = q * L_i \quad \text{Ecuación 39.}$$

Donde:

Qi: Caudal en el tramo de tubería (lps)

q: Caudal unitario por metro lineal de tubería (lps/m)

Li: Longitud tributada del tramo (m)

4.21.3. Análisis hidráulico de la red de distribución

La simulación del sistema se realizó con el software EPANET, considerando las horas de la madrugada donde se prevé que la población no está demandando agua y por consiguiente las presiones son mayores.

Tomando en cuenta los siguientes pasos.

- ✓ Importación de la red desde AutoCAD.
- ✓ Edición de las propiedades de los elementos que configuran el sistema en el editor de propiedades.
- ✓ Selección de las opciones de cálculo (ecuaciones de cálculo de pérdidas de energía, sistema de unidades)
- ✓ Otros aspectos a considerar:
- ✓ Dimensiones reales del tanque de almacenamiento.
- ✓ Elevaciones y caudales por nodo.
- ✓ Tuberías de PVC, C: 150
- ✓ El modelo hidráulico consta con 29 nudos de tubería principal.
- ✓ Una vez introducidos todos los datos al programa se procede a realizar el análisis hidráulico, rodando el programa, posteriormente se puede observar los resultados en tablas o gráficas.

4.22. Presupuesto del proyecto

Para el análisis de costos se utilizó como referencia el catálogo de etapas y subetapas del FISE para proyectos de sistemas de agua potable y las normas de rendimiento horario establecida por esta misma entidad.

4.22.1. Estructura del presupuesto

4.22.1.1. Costo directo

Son las atribuciones directas a la ejecución del proyecto y se definen en la mano de obra calificada y no calificada, materiales locales y no locales y costo de herramienta y transporte. Estos costos son integrados a través de los correspondientes costos unitarios.

4.22.1.2. Costos indirectos

Serán costos a los que se incurrirá de manera global para realizar la construcción, mantenimiento o reparación de un punto dañado de la red en un plazo establecido, sin que vayan a ser aplicados directamente en la realización de una actividad o un concepto de obra. Entre los costos indirectos tenemos los siguientes grupos:

4.22.1.2.1. Costos administrativos

Son los costos en que se incurre por mantener el personal administrativo de campo el tiempo que dure el proyecto. Estos generalmente son:

- Salinos, prestaciones sociales, transporte, alimentación y dormida del personal de campo.
- Mobiliario y equipo de oficina.
- Formatos y papelería.
- Impresiones y fotocopias de informes y avalúos

4.22.1.2.2. Costos de Utilidad

Son los costos previos que un contratista espera obtener como ganancia por ejecutar la construcción, reparación o mantenimiento de un "sitio crítico" de la red (terrestre o acuática) en la jurisdicción de una municipalidad en un plazo establecido. Este costo se presenta en forma de porcentaje de la sumatoria de los costos directos, indirectos y de administración central, con un rango entre el 3% y el 20% (no establecido). Este costo fluctúa en la medida en que se comporta oferta y la demanda del sector construcción.

4.22.1.2.3. Costos de operación

Son los costos en que se incurre permanentemente para operar el tiempo que dure el proyecto. Estos generalmente son:

- Movilización y desmovilización.
- Equipo liviano y herramientas.
- Alquileres de bienes inmuebles.
- Combustibles y lubricantes.
- Señalamiento preventivo.
- Seguridad, protección e higiene ocupacional.
- Medidas de mitigación de impactos ambientales.

4.22.1.2.4. Costos por servicios especializados

Son los costos en que se incurre por la contratación de servicios profesionales. Estos generalmente son:

- Laboratorio de materiales.
- Informática de proyectos.
- Mantenimiento preventivo especializado de equipos.
- Supervisión de trabajos.
- Asesoría Jurídica.
- Asesoría técnica.

4.22.1.2.5. Costos imprevistos

Son los costos en que se incurre por acontecimientos o circunstancias no previstas. Estos generalmente son:

- Errores de diseño.
- Errores de presupuesto.
- Ampliación injustificada de plazo.
- Incremento de costos no reconocibles.

4.22.1.2.6. Costos de administración central

Son los costos previstos en que puede incurrir un contratista al atender y monitorear con su administración central la construcción, reparación o mantenimiento de un "sitio crítico" de la red en un plazo establecido.

Impuestos: Se presentan en forma de porcentaje de la sumatoria de los costos directos, indirectos, de administración central y de utilidad, siendo actualmente el 1% del impuesto municipal y el 15% del impuesto de valor agregado, que se aplica a la misma sumatoria anterior, pero agregándole el impuesto municipal.

4.22.1.3. Criterios considerados durante la elaboración del presupuesto

a) Materiales

El costo de materiales se determinó en base a cotizaciones con proveedores específicos (locales), en combinación con los valores de referencia encontrados en el manual de costo del FISE.

b) Mano de obra

Los costos de mano de obra fueron estimados teniendo como referencia el manual de costos del FISE del año 2013, proyectados al año 2015, a través de los reajustes hechos al salario mínimo en el sector construcción en los años 2014 y 2015.

c) Transporte

Los costos de transporte del material se estimaron como el 8% del total de costos de los materiales, considerando con esto el aumento de costos que implica el trabajar con proveedores no locales.

d) Equipos y herramientas

El costo en equipos y herramientas se incorporó considerando el 3% del costo de los materiales.

e) Impuestos

- Costos indirectos de operación: 15% del sub total de los costos directos.
- Impuestos sobre el valor agregado: 10% del sub total de los costos directos.
- Impuesto municipal: 1% del sub total de los costos directos.
- Imprevistos: 10% del sub total de los costos directos.
- Gastos administrativos y utilidades: 15% del sub total de los costos directos

Ilustración 4. Esquema de funcionamiento del sistema



Fuente: Elaboración propia.

4.23. Formación del Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS)

El CAPS, deberá ser creado por la comunidad mediante una Asamblea General promovida por el responsable del Programa y el líder comunitario, que elegirá a sus miembros por un periodo de un (1) año, los cuales pueden ser reelectos parcial o totalmente. (Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados, 2001)

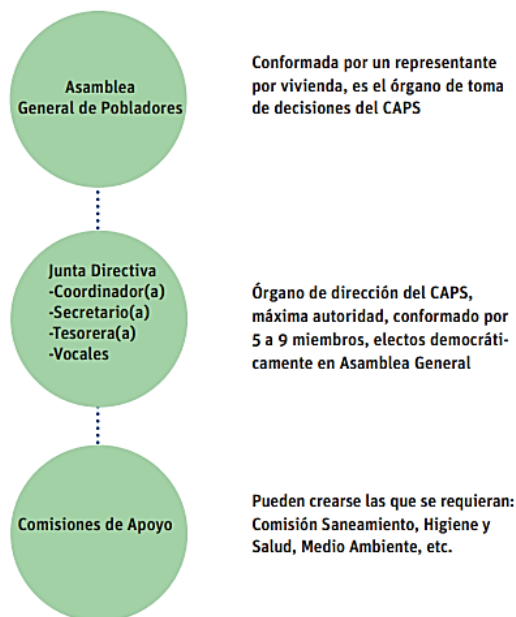
De acuerdo al artículo 3, de la Guía para la Organización y Administración de Acueductos Rurales, cada Comité de Agua Potable y Saneamiento, (CAPS), estará constituido por miembros residentes en la comunidad, de reconocida solvencia moral y designados a través del voto mayoritario en Asamblea General convocada para tal efecto.

Integrantes del CAP

- Coordinador
- Encargado de Secretaría y Finanzas
- Encargado de Operación y Mantenimiento
- Encargado de Higiene y Propaganda

- Encargado de Recursos Naturales

Ilustración 5. Formación de CAPS



Fuente: [http://alianzaporelagua.org/documentos/Gestion Comunitaria Agua/Nicaragua.pdf](http://alianzaporelagua.org/documentos/Gestion_Comunitaria_Agua/Nicaragua.pdf)

4.24. Calculo de tarifa

Tarifa Igual para todas las familias usuarias del servicio

Al acordar que todas las familias pagarían la misma tarifa Solo se divide el Costo mensual total entre el número de familias usuarias lo que nos dará el monto a pagar por el uso del sistema.

Tarifa Igual PPBM = Costo Mensual * N^o Familias usuarias Ecuación 40.

(INATEC, 2012, pág. 23)

4.24.1. Calculo del Costo Mensual

Este se calcula sumando los dos costos, el de operación y el de mantenimiento.

Costo Total Mensual = Costo de Operación + Costo de Mantenimiento

Ecuación 41.

(INATEC, 2012, pág. 20)

4.24.2. Calculo del Costo de Operación

Este costo se determina sumando todos los gastos incurridos para que pueda funcionar el sistema, esto se hace de manera mensual. Ellos son:

- Compra de papelería
- Compra de cloro
- Pago de cobrador
- Pago de fontanero
- Gastos de viáticos

(INATEC, 2012, pág. 19)

4.24.3. Calculo del Costo de Mantenimiento

Se determina sumando todos los componentes de mantenimiento que se incurren en el mes, se sabe, no siempre se presentan con frecuencia ya que algunos se dan de una a dos veces en el año la necesidad o el caso. Se supondrá que se presentan y estos serían:

- Desinfección del tanque de almacenamiento (2 veces al año)
- Reparación de la red (frecuente)
- Reparación del tanque (frecuente)
- Reposición de equipo de cloración (2 veces al año)
- Herramientas
- Análisis de calidad de agua (1 vez al año)

Este monto total se divide entre los doce meses del año para lograr determinar de manera mensual.

$$\text{Costo Total de Mantenimiento Mensual} = \frac{\text{Costo Total de Mantenimiento}}{12 \text{ meses}}$$

Ecuación 42.

(INATEC, 2012, pág. 20)

4.24.4. Calculo de la Tarifa Igual para todas las familias usuarias del sistema

$$\text{Tarifa Igual} = \frac{\text{Costo Mensual}}{\text{N}^{\circ} \text{ Familias usuarias}}$$

Ecuación 43.

(INATEC, 2012, pág. 23)

4.25. Elaboración de planos

Se elaboraron los planos en AutoCAD según el levantamiento topográfico y los resultados que se obtuvieron de los análisis hidráulicos realizados en EPANET.

4.26. Especificaciones técnicas

Se elaboraron según los planos correspondientes a cada obra a ejecutarse en el proyecto y normas que rigen a los proyectos de agua potable y saneamiento (NTON 09 003-99) Y Reglamento Nacional de Construcción, RNC - 07.

CAPÍTULO V CÁLCULOS Y RESULTADOS

5. CAPITULO V. RESULTADOS

5.1. Estimación de la población de diseño

5.1.1. Tasa de crecimiento

$$r = \left(\frac{P_n}{P_o} \right)^{1/n} - 1$$

Al revisar los últimos censos nacionales donde se encontraron datos por municipios y comunidades (comarcas), se hizo ver el hecho que no existen datos de la Comunidad Rio Grande con respecto a su población en las últimas décadas.

5.1.2. Proyección de la población

Periodo de diseño: 20 años (2017-2036)

$r = 2,5\%$

$P_f = p_o (1 + r)^n = 334$ habitantes

Al no existir un censo población anterior en esta comunidad. Se debió realizar una encuesta casa por casa para obtener los datos reflejados en el inciso anterior. Dando como resultado una tasa de crecimiento de 0.26%, según Normas emitidas por INAA en Nicaragua la tasa mínima para tomar en cuenta en un sistema de agua potable es del 2.5%.

Tabla 10. Resumen de cálculo de la proyección de la población

AÑO	TASA DE CRECIMIENTO	POBLACIÓN
2017	2,5%	204
2018	2,5%	209
2019	2,5%	214
2020	2,5%	220
2021	2,5%	225
2022	2,5%	231
2023	2,5%	237
2024	2,5%	242
2025	2,5%	249
2026	2,5%	255
2027	2,5%	261
2028	2,5%	268
2029	2,5%	274
2030	2,5%	281
2031	2,5%	288
2032	2,5%	295
2033	2,5%	303
2034	2,5%	310
2035	2,5%	318
2036	2,5%	326
2037	2,5%	334

Fuente: Elaboración propia. (2017).

5.2. Dotación y estimación del caudal de diseño

La escogencia de la dotación de agua potable se consideró de acuerdo a la clasificación de la comunidad, siendo esta una comunidad con una población dispersa. Así también por carecer de servicios básicos e infraestructuras mínimas. Se podría decir que se debe al alto esparcimiento de viviendas y bajos ingresos con tendencia a niveles de subsistencias.

Tabla 11. Estimación del caudal de diseño

AÑO	POBLACIÓN	DOTACIÓN (LPPD)	CONSUMO PROMEDIO DIARIO (lps)	CONSUMO MÁXIMO DIARIO (lps)	PERDIDAS	CONSUMO MÁXIMO HORARIO (lps)
2017	204	75 lpdd	0,18 lps	0,27 lps	0,04 lps	0,48 lps
2018	209	75 lpdd	0,18 lps	0,27 lps	0,04 lps	0,49 lps
2019	214	75 lpdd	0,19 lps	0,28 lps	0,04 lps	0,50 lps
2020	220	75 lpdd	0,19 lps	0,29 lps	0,04 lps	0,52 lps
2021	225	75 lpdd	0,20 lps	0,29 lps	0,04 lps	0,53 lps
2022	231	75 lpdd	0,20 lps	0,30 lps	0,04 lps	0,54 lps
2023	237	75 lpdd	0,21 lps	0,31 lps	0,04 lps	0,56 lps
2024	242	75 lpdd	0,21 lps	0,32 lps	0,04 lps	0,57 lps
2025	249	75 lpdd	0,22 lps	0,32 lps	0,04 lps	0,58 lps
2026	255	75 lpdd	0,22 lps	0,33 lps	0,04 lps	0,60 lps
2027	261	75 lpdd	0,23 lps	0,34 lps	0,05 lps	0,61 lps
2028	268	75 lpdd	0,23 lps	0,35 lps	0,05 lps	0,63 lps
2029	274	75 lpdd	0,24 lps	0,36 lps	0,05 lps	0,64 lps
2030	281	75 lpdd	0,24 lps	0,37 lps	0,05 lps	0,66 lps
2031	288	75 lpdd	0,25 lps	0,38 lps	0,05 lps	0,68 lps
2032	295	75 lpdd	0,26 lps	0,38 lps	0,05 lps	0,69 lps
2033	303	75 lpdd	0,26 lps	0,39 lps	0,05 lps	0,71 lps
2034	310	75 lpdd	0,27 lps	0,40 lps	0,05 lps	0,73 lps
2035	318	75 lpdd	0,28 lps	0,41 lps	0,06 lps	0,75 lps
2036	326	75 lpdd	0,28 lps	0,42 lps	0,06 lps	0,76 lps
2037	334	75 lpdd	0,29 lps	0,43 lps	0,06 lps	0,78 lps

Fuente: Elaboración propia

5.3. Análisis de la fuente de abastecimiento.

De acuerdo a estudios suministrados e información obtenida en campo, para este sistema, la fuente de abastecimiento donde existe las condiciones de abastecimiento para esta población se encuentra en la parte más alta a una altura de 1408,47 msnm con coordenadas (E 596568,06 – N 1468061,69)

5.3.1. Resultados del aforo de la fuente

A través del método volumétrico se determinó el caudal de la fuente. Lo cual consistía en medir el tiempo que demora en llenarse un balde de 20 litros.

$$\text{Caudal (l/s)} Q = \frac{\text{Volumen del balde (litros)}}{\text{Tiempo que demora en llenarse (s)}}$$

Tabla 12. Resultados del aforo

Fecha: 02 de mayor 2017
Hora del aforo: 10:38 AM

ítem	Tiempo (s)	Volumen (litros)	Tiempo (s)	Caudal (l/s)
1	18.10	20,00	18,10	1,10
2	18.30	20,00	18,30	1,09
3	18.45	20,00	18,45	1,08
4	18.15	20,00	18,15	1,10

Fuente: Elaboración Propia

Promedio 1,10 l/s

Demanda 0,78 l/s

5.4. Cobertura de la tubería

La mayoría de la red se encuentra en zonas donde no existe carretera solo caminos, por lo tanto la cobertura será de 1,00 metro sobre la corona del tubo, de igual manera para la zona donde pasa la única vía de acceso a la comunidad, siendo esta de poco tráfico vehicular.

5.5. Diseño del sistema de captación de agua

La captación se hará por medio de una captación de ladera.

$$Q_{\text{máx}} = 1,65 \text{ l/s} \quad Q_{\text{máx}} = 0,00165 \text{ m}^3$$

$$Q_{\text{mín}} = 1,43 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{md}} = 1,10 \text{ l/s}$$

5.5.1. Determinación del ancho de la pantalla

$$Q_{\text{máx.}} = V_2 * C_d * A$$

Coefficiente de descarga (C_d) = 0,80

Aceleración de la gravedad (g) = 9,81 m/s²

Carga sobre el centro del orificio (H) = 0,40 m

Área requerida para descarga

$$A = \frac{Q_{\text{máx.}}}{V_2 * C_d} \quad A = 0,003 \text{ m}^2$$

$$\text{Velocidad de paso teórica: } V_{2t} = C_d * \sqrt{2gH} \quad V_{2t} = 2,24 \text{ m/s}$$

Velocidad de paso asumida: $V_2 = 0,60 \text{ m/s}$ (El valor máximo es de 0,60 m/s en la entrada de la tubería).

5.5.2. Diámetro de la tubería

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = 0,07 \text{ m} = 2,6 \text{ pulg}$$

Se asumirá un diámetro comercial de 2 pulg ó 0,05 m.

5.5.3. Numero de Orificios en la pantalla

$$NA = \left[\frac{D_1}{D_2} \right]^2 + 1 = 3 \text{ orificios}$$

Conocido el número de orificios y el diámetro de la tubería de entrada se calcula el ancho de la pantalla (b), mediante la siguiente ecuación:

$$b = 2(6D) + \text{Norif}(D) + 3D(\text{Norif} - 1) = 1,10 \text{ m}$$

Pero con 1,5 también es trabajable.

5.5.4. Calculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda

$$\frac{P_0}{\delta} + h_0 + \frac{v_0^2}{2g} = \frac{P_1}{\delta} + h_1 + \frac{v_1^2}{2g}$$

Considerando los valores de P_0 , V_0 , P_1 y h_1 igual a cero, se tiene:

5.5.5. Para calcular perdida de carga en el orificio

$$h_0 = 1,56 \frac{v^2}{c_d} = 0,03 \text{ m}$$

Determinando la pérdida de carga que servirá para determinar la distancia entre el afloramiento y la caja de captación (L)

$$H_f = H - h_0 = 0,37 \text{ m}$$

5.5.6. Distancia entre el afloramiento y la caja de captación

$$L = \frac{H_f}{0,30} = 1,24 \text{ m}$$

Se asume 1,25 m

5.5.7. Altura de la cámara húmeda

$$H_t = A + B + C + D + E = 0,95 \text{ m}$$

Altura asumida = 1,00 m

Donde:

A: Se considera una altura mínima de 10 cm. Que permite la sedimentación de la arena.

B: Se considera el diámetro de salida. B = 0,0508 m

H: Altura de agua sobre la canastilla.

D: Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua del afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (minino 5 cm) D= 10 cm

E: Borde libre (minino 30 cm). E = 40 cm

C: Altura de agua para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción se recomienda una altura mínima de 30 cm.

$$C = 1,56 \frac{v^2}{2g} = 1,56 \frac{Qmd^2}{2gA^2} = 0,02 \text{ m}$$

$$Qmd = 0,0011 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = 0,002 \text{ m}^2$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

Resumen de datos

$$A = 10,00 \text{ cm}$$

$$B = 5,08 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}C &= 30,00 \text{ cm} \\D &= 10,00 \text{ cm} \\E &= 40,00 \text{ cm}\end{aligned}$$

5.5.8. Dimensionamiento de la Canastilla

El diámetro de la canastilla debe ser dos veces el Diámetro de la línea de conducción

$$D_{\text{canastilla}} = 2 * D_a$$

$$D_{\text{canastilla}} = 4 \text{ pulg}$$

La longitud de la canastilla (L) sea mayor a 3D_a y menor de 6D_a

$$L = 3 * 2 \text{ pulg} = 6 \text{ Pulg} \text{ ó } 15,24 \text{ cm}$$

$$L = 6 * 2 \text{ pulg} = 12 \text{ Pulg} \text{ ó } 30,5 \text{ cm}$$

$$L_{\text{canastilla}} = 20 \text{ cm}$$

Ancho de ranura = 5 mm (medida recomendada)

Largo de ranura = 7 mm (medida recomendada)

$$\text{Área de la ranura} = 35 \text{ mm} = 0,000035 \text{ m}^2$$

5.5.9. Área total de la ranura

$$A_T = 2A = 0,004$$

El valor del Área Total debe ser menor que el 50% del área total de la granada (A_g)

$$A_g = 0,5 * D_g * L = 0,031$$

Donde A_g (diámetro de la granada) = 4 pulg = 10,20 cm

5.5.10. Número de ranura

$$N^{\circ} \text{ ranuras} = \frac{\text{Área total de ranuras}}{\text{Área de ranuras}} + 1 = 115 \text{ ranuras}$$

5.5.11. Calculo de tubería de rebose y limpia

En la tubería de rebose y de limpia se recomienda pendientes de 1 a 1,5%. Ambas tienen el mismo diámetro.

$$D_r = \frac{0,71 * Q^{0,38}}{h_f^{0,21}} = 2,07 \text{ pulg}$$

Asumimos un diámetro comercial de 2 pulg

Tabla 13. Resumen de cálculos de Manantial de Ladera

Resumen de Cálculos de Manantial de Ladera	
Gasto Máximo de la Fuente:	1,65 l/s
Gasto Mínimo de la Fuente:	1,43 l/s
Gasto Máximo Diario:	1,10 l/s
1) Determinación del ancho de la pantalla:	
Diámetro Tub. Ingreso (orificios):	2,0 pulg
Número de orificios:	3 orificios
Ancho de la pantalla:	1,10 m
2) Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda:	
L=	1,238 m
3) Altura de la cámara húmeda:	
Ht=	1,00 m
Tubería de salida=	2,00 plg
4) Dimensionamiento de la Canastilla:	
Diámetro de la Canastilla	4 pulg
Longitud de la Canastilla	20,0 cm
Número de ranuras :	115 ranuras
5) Cálculo de Rebose y Limpia:	
Tubería de Rebose	2 pulg
Tubería de Limpieza	2 pulg

5.5.12 Filtro

Conformado por tres capas:

Capa 1: 0,45 m de gravilla menor a 3/4" de diámetro

Capa 2: 0,45 m de grava de 3/4" de diámetro

Capa 3: 0,45 m de piedra chica de 2" a 2 1/2" de diámetro

5.6. Diseño hidráulico de la línea de conducción

El análisis hidráulico de la red y de la línea de conducción, permite dimensionar los conductos que integran dichos elementos. La selección de los diámetros es de gran importancia ya que si son muy grandes, además de encarecer el sistema, las bajas velocidades provocarían problemas de depósitos y sedimentación; pero si es reducido puede originar pérdidas de cargas elevadas y altas velocidades las cuales podrían causar erosión a las tuberías (INAA, NTON 09 00399).

Para el dimensionamiento de la tubería de la línea de conducción se aplicará la fórmula exponencial de Hazen-Williams:

$$\frac{H}{L} = S = \frac{10.549Q^{1.85}}{C^{1.85}D^{4.87}}$$

Donde:

H: Pérdida de carga en metros

L: Longitud en metros

S: Pérdida de carga en m/m

Q: Gasto en m³/s (Se utiliza el Consumo Máximo Diario)

D: Diámetro en metros

C: Coeficiente de Hazen-Williams, cuyo valor depende del tipo de tubería a utilizar.

La línea de conducción tiene una longitud de 427,83 m

Se utilizó la ecuación tipo BRESSE para determinar el diámetro de la tubería de conducción.

$$\phi \text{ tubería} = 0.9 \times Q \text{ (m}^3\text{/s)}^{0.45}$$

$$\phi \text{ tubería} = (0.9 \times 0.0004^{0.45}) / 0.0254 \qquad \phi \text{ tubería} = 1,08'' = 1,5 \text{ pulg}$$

Según los cálculos realizados, el diámetro económico para la línea de conducción da como resultado 38 mm.

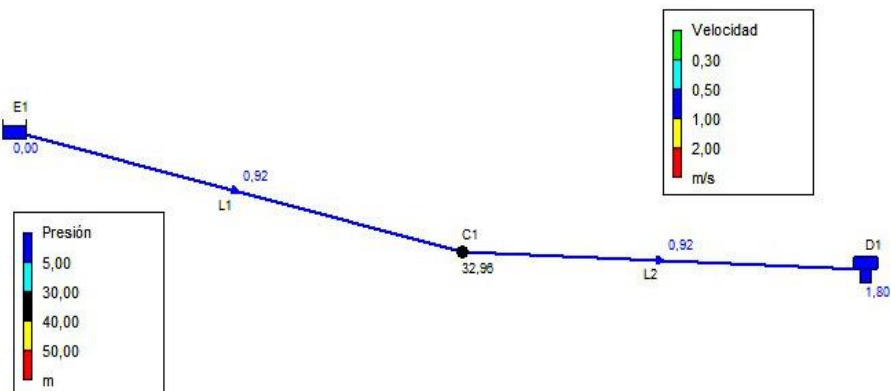
5.6.1. Cálculo de velocidad

Aplicando la ecuación de continuidad y Análisis de la condición.

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$V = (4 \times 0.0004) / (\pi \times (1,5 / 0.0254)^2) = 0,38 \text{ m/s}$$

Ilustración 6. Presion y velocidad en linea de conduccion



Fuente: Elaboración propia. EPANET

5.6.2. Golpe de ariete

Tabla14. Golpe de ariete en tubería de conducción

Golpe de ariete en tubería de conducción

Descripción	Símbolo	Ecuación	Valor	Unidad de medida	Nota
Caudal Máximo Diario	Q _{maxd}		0,43	l/s	
Longitud de conducción	Long		427,83	m	
Diámetro de tubería	φ		1,5	pulgadas	
Aceleración de la gravedad	g		9,81	m/s ²	
Coefficiente Hazen Williams	C		150		
Modulo de elasticidad volumetrica del agua	K		20700	kg/cm ²	
Modulo de elasticidad del material (PVC)	E		30000	kg/cm ²	
Diámetro interno del tubo	Di		44,56	mm	
Espesor de la pared del tubo SDR26	e		1,85	mm	
Celeridad	a	$\frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{K}{E} * \frac{Di}{e}}}$	161,18	m/s	
Velocidad	V	$\frac{1.974 * Q}{\phi^2}$	0,38	m/s	
Sobre presión en la tubería	P	$(a * V)/g$	6,27	m.c.a	
Elevación de la fuente	H _{max}		1408,47	m	
Elevación del tanque	H _{min}		1394,62	m	
Sobre presión en el terreno			13,85	m.c.a	
Sobre presión máxima	P _{max}		20,12	m.c.a	
Sobre presión máxima	P _{max}		28,6	Psi	Cumple

Fuente: elaboración propia

El golpe de ariete se controlara con válvulas de alivio.

5.7. Dimensionamiento del tanque de almacenamiento

5.7.1. Cálculo del volumen del tanque

Vol. total = 35%CPD

Vol. total = 0.35 (25,05 m³/día)

Vol. total = 8,76 m³

Vol. total = 9 m³

5.7.2. Cálculo de la altura del tanque

Se propone un tanque cilíndrico de mampostería confinada. Con una altura de 1.5 m el volumen requerido es de 9 m³, lo cual se diseñara para 9 m³

$$r = \sqrt{\frac{v}{\pi \cdot h}} \text{ Siendo } \sqrt{\frac{9}{\pi \cdot 1,80}} = 1,26 \text{ m}$$

$$D = 2r \quad D = 2 \cdot 1,26 \quad D = 2,52 \text{ m}$$

La altura de tubería de reboce será de 0.5 m, para una altura total de la estructura de 2,30 m. con un diámetro 2,52 m

5.8. Calidad del agua

5.8.1. Resultados de laboratorio

Tabla15. Resultados de parámetros Bacteriológicos

Parámetros	Unidad	Valor concentrado	Valor Máximo Admisible CAPRE
Coliformes Total	NMP/100ml		Neg
Coliformes Fecales	NMP/100ml	Neg	Neg

Fuente: Elaboración propia

Tabla16. Resultados de parámetros Organolépticos

Parámetros	Unidad	Valor concentrado	Valor Máximo Admisible CAPRE
Color Verdadero	UC	2,99	15
Turbiedad	NTU	6,47	5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Resultado de parámetros físico-químicos

Parámetros	Unidad	Valor de concentración	Valor máximo admisible CAPRE
Temperatura	°C	27,7	18 a 30
Potencial de hidrogeno	pH	8,13	6,5 a 8,5
Conductividad Eléctrica	µS/cm	81,0	400
Cloruros	mg/l	5,80	250
Sulfatos	mg/l	6,30	250
Dureza total	mg/l	35,3	400
Dureza cálcica	mg/l	31,20	NE
Calcio	mg/l	9,40	100 (Recomendado)
Magnesio	mg/l	2,90	50
Sodio	mg/l	3,60	200
Potasio	mg/l	2,10	10
Sol. Tot. Dis.	mg/l	50,0	1000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Resultados de parámetros de sustancias no deseadas

Parámetros	Unidad	Valor de concertación	Valor Máximo admisible CAPRE
Nitratos	mg/l	0,87	50
Nitritos	mg/l	0,01	1
Hierro total	mg/l	ND	0,3
Flúor	mg/l	0,02	0,7

Fuente: Elaboración propia

El análisis Físico-Químico realizado a la muestra de agua de la fuente de abastecimiento, dio como resultado la viabilidad de esta para ser usada para el consumo de la población en esta comunidad.

5.8.2. Desinfección del agua

Con el propósito de mantener una adecuada calidad bacteriológica del agua se ha proyectado la cloración de la misma mediante la inyección de una solución de Hipoclorito de Calcio al 0.1%, proceso que se realizará a través de un dosificador tipo CTI-8.

El agua debe ser clorada en el tanque lo cual significa que el sistema de cloración se ubicará en el predio del tanque.

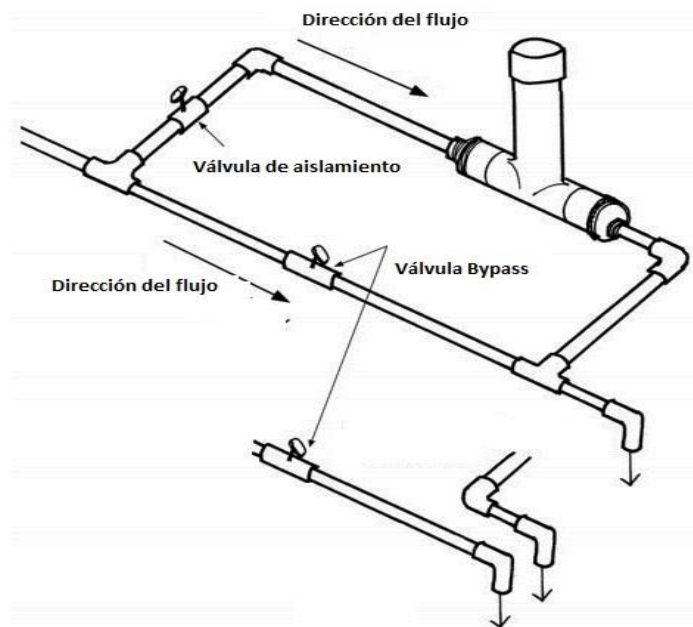
El Dosificador de Cloro tipo CTI-8, se colocará dentro de una estructura de reja cuyos detalles se presentan en planos. El inyector y el recipiente de solución a ser inyectada serán colocados sobre el tanque de almacenamiento.

La instalación del Clorador CTI-8 en los sistemas de agua potable de las comunidades rurales, mejoran la calidad de vida de las personas, principalmente los niños y niñas.

El CTI-8 es una tecnología simple, efectiva y económica para desinfectar los sistemas de agua MAG y Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE), capaz de administrar una dosis constante de cloro para eliminar microorganismos patógenos presentes en los sistemas rurales de agua potable.

Las ventajas es que es de bajo costo y no utiliza electricidad, requiere mantenimiento mínimo, su manejo es sencillo y fácil de entender, la integridad de las tabletas que se utilizan se mantienen para asegurar una consistente dosificación de cloro. Los beneficios es que elimina hasta el 99 % de los microbios contaminantes de agua que causan enfermedades diarreicas agudas (EDAs) en las familias rurales, la duración promedio de cada tableta es de 8 a 12 días.

Ilustración 7. Esquema del Clorador CTI-8



Fuente: Manual de Operaciones y Mantenimiento, CTI

Con las velocidades de diseño permitidas, las tabletas duran entre 12 y 15 días.

Cantidad de días
365 días por año

Cantidad de tabletas
31 tabletas. (1 tableta cada 12 días)

5.9. Red de distribución

La Red de distribución es un circuito abierto que funcionará por gravedad y tiene una longitud de 6852,49 m compuesta en su totalidad por tubería PVC. Para determinar la capacidad hidráulica de la red de distribución bajo la condición de máxima hora al final del periodo de diseño, se realizó análisis hidráulico considerando el levantamiento topográfico y la proyección de la población. El consumo de máxima hora al año 2036 es del cual se distribuyó en forma lineal en todos los nodos de la red de distribución.

5.9.1. Diámetro de la línea de distribución

$$D = 0,9 Q^{0,45}$$

$$D = 1,4''$$

Por lo tanto se selecciona un diámetro de 1,5''

Tabla 19. Tubería de red de distribución

Tubería PVC	Longitud	Cantidad de tubos	Cantidad tubos
2" SDR 26	105,41	17,57	18
1 1/2" SDR 26	843,21	140,54	141
1 1/4" SDR 26	1.299,25	216,54	217
1" SDR 26	227	37,77	38
3/4" SDR 17	4.378,01	729,67	730
total	6.852,49		

Fuente: Elaboración propia.

5.9.2. Determinación de los caudales unitario y nodal

$Q_{mh} = 0,78 \text{ lps}$

Caudal unitario = 0,00011 lps

Tabla 20. Caudales Nodales

ID Nudo	ID Línea	De Nudo	A Nudo	Longitud (m)	Caudal Nodal (lps)
Nudo C2	Tubería L3	Deposito	Nudo 2	62,5	0,0071
Nudo C3	Tubería L4	Nudo 2	Nudo 3	42,91	0,0049
Nudo C4	Tubería L5	Nudo 3	Nudo 4	76,41	0,0087
Nudo C5	Tubería L6	Nudo 4	Nudo 5	98,7	0,0113
Nudo C6	Tubería L7	Nudo 5	Nudo 6	96,54	0,0110
Nudo C7	Tubería L8	Nudo 6	Nudo7	75,97	0,0087
Nudo C8	Tubería L9	Nudo 7	Nudo 8	96,93	0,0111
Nudo C9	Tubería L10	Nudo 8	Nudo 9	148,16	0,0169
Nudo C10	Tubería L11	Nudo 9	Nudo 10	143,49	0,0164
Nudo C11	Tubería L12	Nudo 10	Nudo 11	107,01	0,0122
Nudo C12	Tubería L13	Nudo 11	Nudo 12	122,71	0,0140
Nudo C13	Tubería L14	Nudo 12	Nudo 13	117,6	0,0134
Nudo C14	Tubería L15	Nudo 13	Nudo 14	195,7	0,0224
Nudo C15	Tubería L16	Nudo 14	Nudo 15	168,19	0,0192
Nudo C16	Tubería L17	Nudo 15	Nudo 16	67,28	0,0077
Nudo C17	Tubería L18	Nudo 16	Nudo 17	131,09	0,0150
Nudo C18	Tubería L19	Nudo 17	Nudo 18	79,3	0,0091
Nudo C19	Tubería L20	Nudo 18	Nudo 19	38,64	0,0044
Nudo C20	Tubería L21	Nudo 19	Nudo 20	62,58	0,0071
Nudo C21	Tubería L22	Nudo 20	Nudo 21	57,73	0,0066
Nudo C22	Tubería L23	Nudo 21	Nudo 22	90,19	0,0103
Nudo C23	Tubería L24	Nudo 22	Nudo 23	92,11	0,0105
Nudo C24	Tubería L25	Nudo 23	Nudo 24	76,13	0,0087
Nudo C25	Tubería L26	Nudo 24	Nudo 25	132,77	0,0152
Nudo C26	Tubería L27	Nudo 25	Nudo 26	93,84	0,0107
Nudo C27	Tubería L28	Nudo 26	Nudo 27	167,28	0,0191
Nudo C28	Tubería L29	nudo 27	Nudo 28	157,46	0,0180
Nudo C29	Tubería L30	nudo 28	Nudo 29	79,14	0,0090
Nudo C30	Tubería L31	Nudo 29	Nudo 30	118,83	0,0136

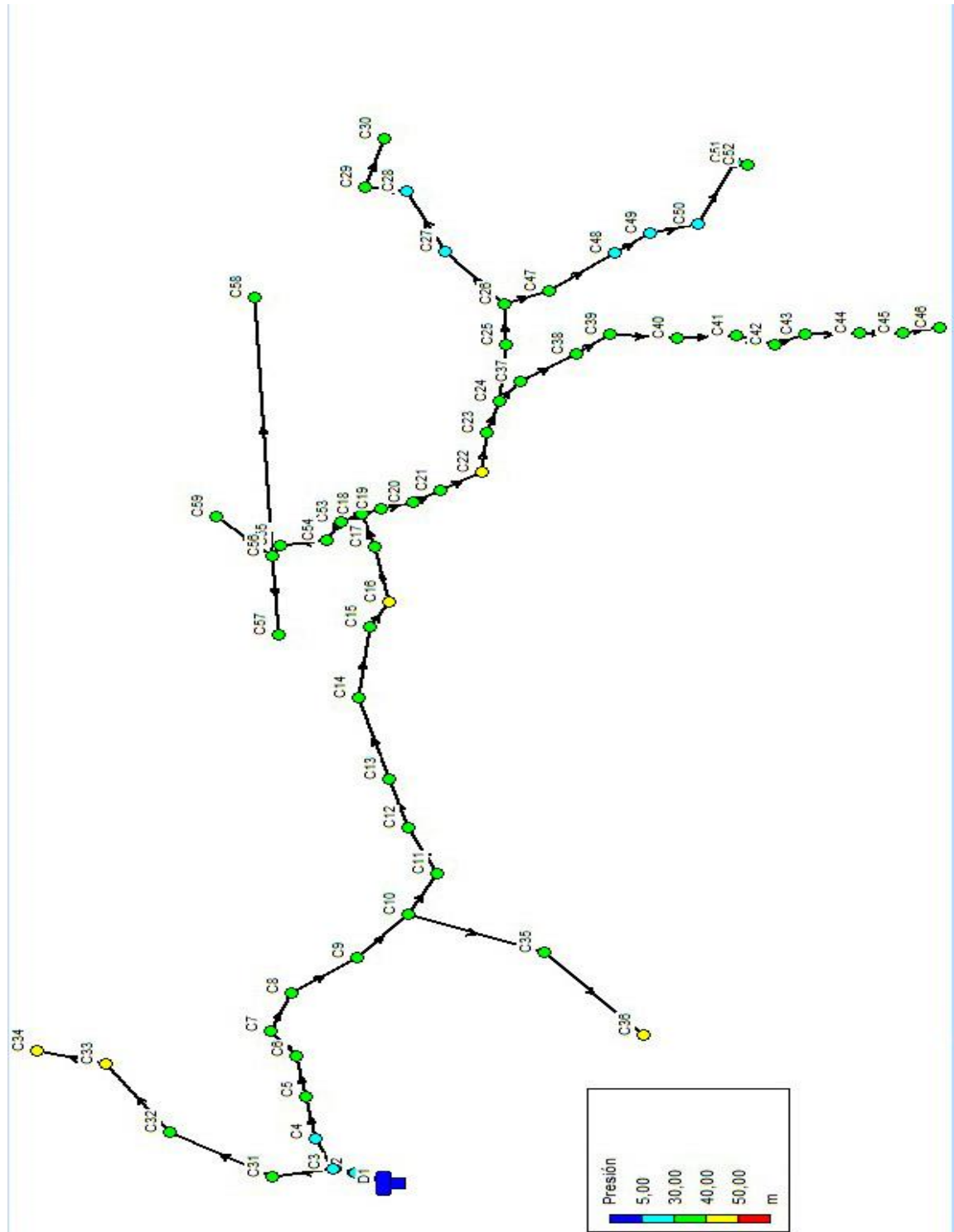
ID Nudo	ID Línea	De Nudo	A Nudo	Longitud (m)	Caudal Nodal (lps)
Nudo C31	Tubería L32	Nudo 3	Nudo 31	116,75	0,0133
Nudo C32	Tubería L33	Nudo 31	Nudo 32	221,86	0,0253
Nudo C33	Tubería L34	Nudo 32	Nudo 33	198,60	0,0227
Nudo C34	Tubería L35	Nudo 33	Nudo 34	135,88	0,0155
Nudo C35	Tubería L36	Nudo 11	Nudo 35	273,67	0,0313
Nudo C36	Tubería L37	Nudo 35	Nudo 36	267,00	0,0305
Nudo C37	Tubería L38	Nudo 24	Nudo 37	59,84	0,0068
Nudo C38	Tubería L39	Nudo 37	Nudo 38	124,81	0,0143
Nudo C39	Tubería L40	Nudo 38	Nudo 39	78,57	0,0090
Nudo C40	Tubería L41	Nudo 39	Nudo 40	130,04	0,0149
Nudo C41	Tubería L42	Nudo 40	Nudo 41	112,14	0,0128
Nudo C42	Tubería L43	Nudo 41	Nudo 42	78,28	0,0089
Nudo C43	Tubería L44	Nudo 42	Nudo 43	62,63	0,0072
Nudo C44	Tubería L45	Nudo 43	Nudo 44	102,85	0,0117
Nudo C45	Tubería L46	Nudo 44	Nudo 45	81,82	0,0093
Nudo C46	Tubería L47	Nudo 45	Nudo 46	72,62	0,0083
Nudo C47	Tubería L48	Nudo 26	Nudo 47	88,69	0,0101
Nudo C48	Tubería L49	Nudo 47	Nudo 48	154,85	0,0177
Nudo C49	Tubería L50	Nudo 48	Nudo 49	78,54	0,0090
Nudo C50	Tubería L51	Nudo 49	Nudo 50	95,95	0,0110
Nudo C51	Tubería L52	Nudo 50	Nudo 51	158,55	0,0181
Nudo C52	Tubería L53	Nudo 51	Nudo 52	26,68	0,0030
Nudo C53	Tubería L54	Nudo 18	Nudo 53	43,72	0,0050
Nudo C54	Tubería L55	Nudo 53	Nudo 54	52,32	0,0060
Nudo C55	Tubería L56	Nudo 54	Nudo 55	88,83	0,0101
Nudo C56	Tubería L57	Nudo 55	Nudo 56	26,59	0,0030
Nudo C57	Tubería L58	Nudo 56	Nudo 57	182,87	0,0209
Nudo C58	Tubería L59	Nudo 56	Nudo 58	601,32	0,0687
Nudo C59	Tubería L60	Nudo 56	Nudo 59	139,03	0,0159

Fuente: Elaboración propia

5.10. Condiciones

5.10.1. Tanque lleno y CMH

Ilustración 9. Análisis de presiones



Fuente: Elaboración propia

5.10.2. Demanda, altura y presión para condición Tanque lleno y CMH

Tabla 21. Demanda, Altura y Presión

ID Nudo	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Nudo C2	0,0071	1396,18	11 , 22
Nudo C3	0,0049	1396,02	24 , 75
Nudo C4	0,0087	1395,14	25 , 87
Nudo C5	0,0112	1394,03	38 , 20
Nudo C6	0,0110	1392,97	38 , 81
Nudo C7	0,0086	1392,16	30 , 24
Nudo C8	0,0110	1391,16	30 , 53
Nudo C9	0,0169	1389,67	36 , 11
Nudo C10	0,0163	1388,30	36 , 00
Nudo C11	0,0122	1387,50	37 , 31
Nudo C12	0,0140	1385,14	36 , 32
Nudo C13	0,0134	1382,98	36 , 21
Nudo C14	0,0223	1379,55	34 , 02
Nudo C15	0,0191	1376,85	36 , 38
Nudo C16	0,0077	1375,84	42 , 79
Nudo C17	0,0149	1373,94	38 , 99
Nudo C18	0,0090	1372,86	32 , 13
Nudo C19	0,0044	1372,60	33 , 50
Nudo C20	0,0071	1372,19	35 , 96
Nudo C21	0,0066	1371,82	39 , 55
Nudo C22	0,0103	1371,27	40 , 74
Nudo C23	0,0105	1370,75	36 , 76
Nudo C24	0,0087	1370,35	38 , 87
Nudo C25	0,0151	1369,62	34 , 48
Nudo C26	0,0107	1369,19	30 , 85
Nudo C27	0,0190	1368,41	27 , 53

ID Nudo	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Nudo C28	0,0179	1368,05	28 , 51
Nudo C29	0,0090	1367,99	30 , 05
Nudo C30	0,0135	1367,95	32 , 91
Nudo C31	0,0133	1395,15	36 , 58
Nudo C32	0,0253	1393,98	38 , 65
Nudo C33	0,0226	1393,57	42 , 85
Nudo C34	0,0155	1393,52	45 , 79
Nudo C35	0,0312	1386,93	39 , 86
Nudo C36	0,0304	1386,57	44 , 90
Nudo C37	0,0068	1369,57	39 , 55
Nudo C38	0,0142	1368,16	38 , 71
Nudo C39	0,0089	1367,49	39 , 19
Nudo C40	0,0148	1366,60	38 , 83
Nudo C41	0,0128	1366,10	35 , 89
Nudo C42	0,0089	1365,88	36 , 25
Nudo C43	0,0071	1365,76	39 , 21
Nudo C44	0,0117	1365,63	35 , 07
Nudo C45	0,0093	1365,59	32 , 97
Nudo C46	0,0083	1365,58	33 , 71
Nudo C47	0,0101	1368,65	31 , 00
Nudo C48	0,0176	1367,95	27 , 54
Nudo C49	0,0089	1367,77	26 , 73
Nudo C50	0,0109	1367,63	28 , 19
Nudo C51	0,0180	1367,52	29 , 63
Nudo C52	0,0030	1367,52	37 , 70
Nudo C53	0,0050	1372,00	34 , 85
Nudo C54	0,0060	1371,05	34 , 54

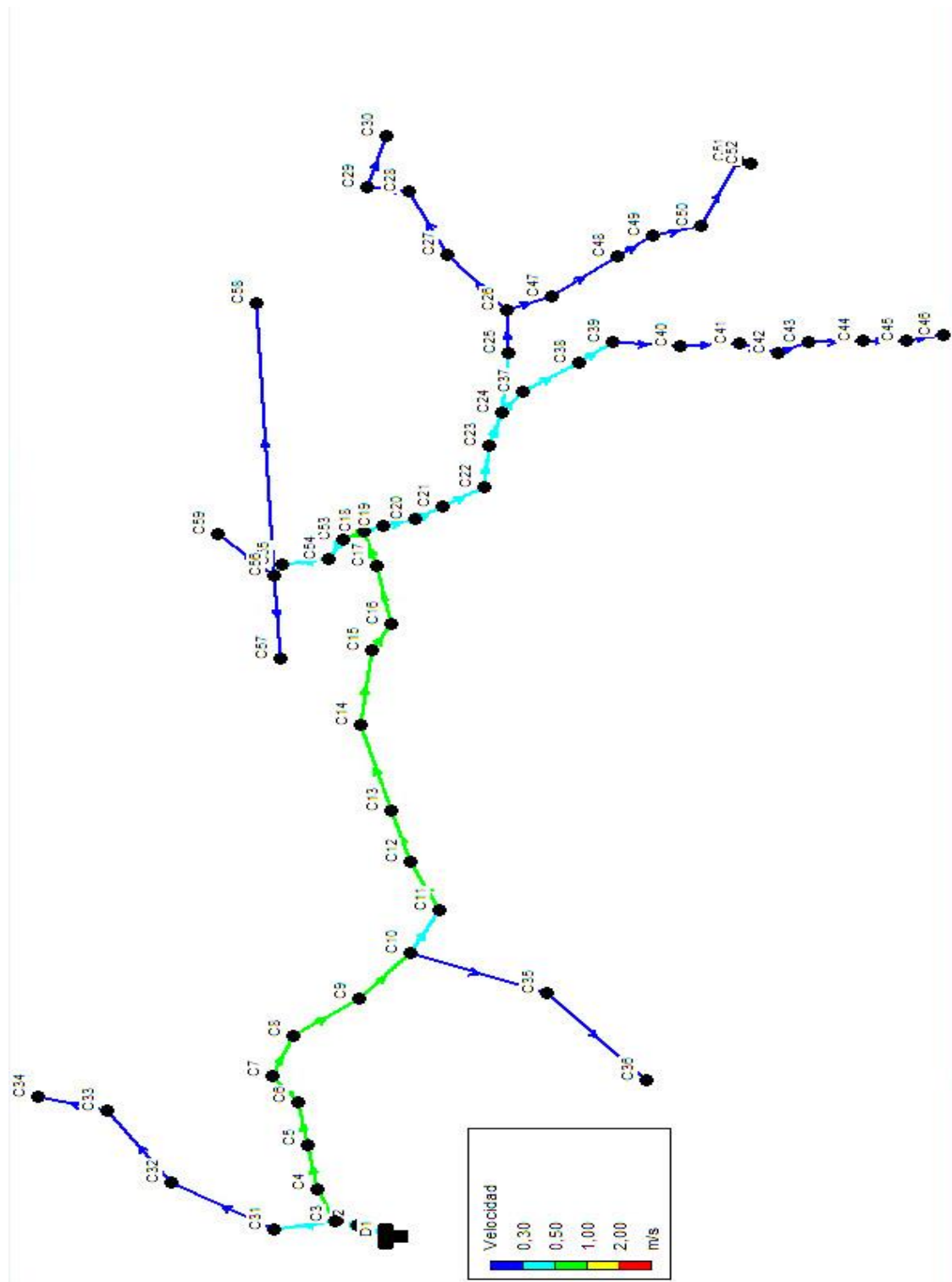
ID Nudo	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Nudo C55	0,0101	1369,56	33 , 80
Nudo C57	0,0208	1369,07	38 , 80
Nudo C56	0,0030	1369,19	34 , 58
Nudo C58	0,0684	1365,54	36 , 01
Nudo C59	0,0158	1369,13	36 , 79
Depósito D1	Sin Valor	1396,42	1 , 80

Fuente: Elaboración propia. EPANET

Todas las presiones están entre los parámetros establecidos.

5.10.3. Análisis de las velocidades para las condiciones Tanque lleno y CMH

Ilustración 10. Velocidades



Fuente: Elaboración propia

5.10.4. Longitud, diámetro, caudal y velocidad para las condiciones Tanque lleno y CMH

Tabla 22. Longitud, diámetro, caudal y velocidad

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería L4	42,91	50	0,77	0 , 39
Tubería L5	76,41	38	0,69	0 , 61
Tubería L6	98,70	38	0,68	0 , 60
Tubería L7	96,54	38	0,67	0 , 59
Tubería L8	75,97	38	0,66	0 , 58
Tubería L9	96,93	38	0,65	0 , 57
Tubería L10	148,16	38	0,64	0 , 56
Tubería L11	143,49	38	0,62	0 , 55
Tubería L12	107,01	38	0,55	0 , 48
Tubería L13	122,71	31	0,53	0 , 71
Tubería L14	117,60	31	0,52	0 , 69
Tubería L15	195,70	31	0,51	0 , 67
Tubería L16	168,19	31	0,48	0 , 64
Tubería L17	67,28	31	0,46	0 , 62
Tubería L18	131,09	31	0,46	0 , 61
Tubería L19	79,30	31	0,44	0 , 59
Tubería L20	38,64	31	0,30	0 , 40
Tubería L21	62,58	31	0,30	0 , 40
Tubería L22	57,73	31	0,29	0 , 39
Tubería L23	90,19	31	0,29	0 , 38
Tubería L24	92,11	31	0,28	0 , 37
Tubería L25	76,13	31	0,27	0 , 35
Tubería L26	132,77	25	0,15	0 , 31
Tubería L27	93,84	25	0,14	0 , 28
Tubería L28	167,28	18	0,06	0 , 23

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería L29	157,46	18	0,04	0 , 16
Tubería L30	79,14	18	0,02	0 , 09
Tubería L31	118,83	18	0,01	0 , 05
Tubería L32	116,75	18	0,08	0 , 30
Tubería L33	221,86	18	0,06	0 , 25
Tubería L34	198,60	18	0,04	0 , 15
Tubería L35	135,88	18	0,02	0 , 06
Tubería L36	273,67	18	0,06	0 , 24
Tubería L37	267,00	18	0,03	0 , 12
Tubería L38	59,84	18	0,10	0 , 40
Tubería L39	124,81	18	0,10	0 , 38
Tubería L40	78,57	18	0,08	0 , 32
Tubería L41	130,04	18	0,07	0 , 29
Tubería L42	112,14	18	0,06	0 , 23
Tubería L43	78,28	18	0,05	0 , 18
Tubería L44	62,63	18	0,04	0 , 14
Tubería L45	102,85	18	0,03	0 , 12
Tubería L46	81,82	18	0,02	0 , 07
Tubería L47	72,62	18	0,01	0 , 03
Tubería L48	88,69	18	0,07	0 , 27
Tubería L49	154,85	18	0,06	0 , 23
Tubería L50	78,54	18	0,04	0 , 16
Tubería L51	95,95	18	0,03	0 , 13
Tubería L52	158,55	18	0,02	0 , 08
Tubería L53	26,68	18	0,00	0 , 01
Tubería L54	43,72	18	0,13	0 , 51
Tubería L55	52,32	18	0,12	0 , 49
Tubería L56	88,83	18	0,12	0 , 46

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería L59	601,32	18	0,07	0 , 27
Tubería L60	139,03	18	0,02	0 , 06
Tubería L3	62,5	50	0,78	0 , 40
Tubería L57	26,59	18	0,11	0 , 42
Tubería L58	182,87	18	0,02	0 , 08

Fuente: Elaboración propia. EPANET

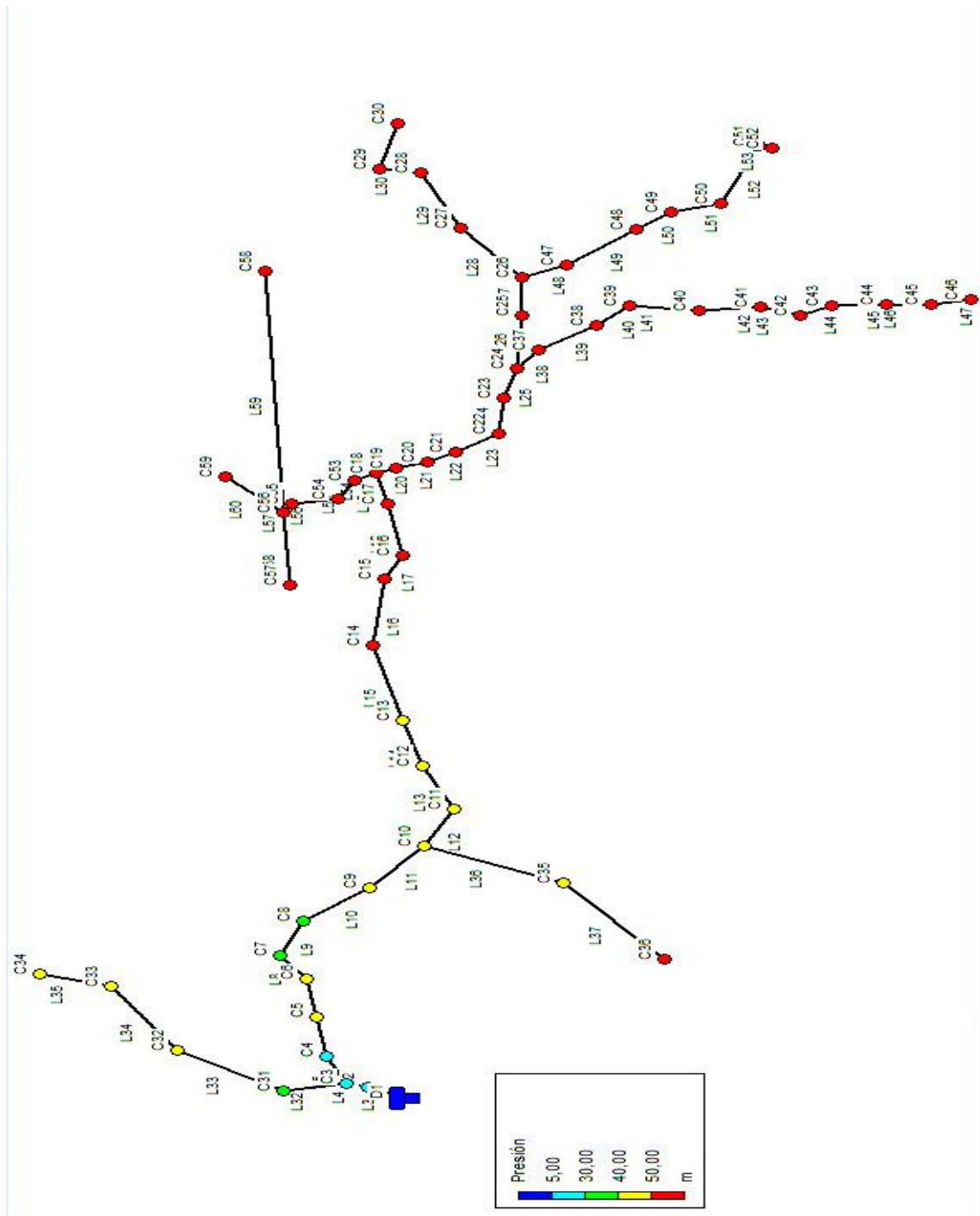
Los resultados en la línea de distribución presentan 26 tramos de tuberías con velocidades inferiores a los valores permisibles que establece la NTON 09001-99.

En este caso será necesario colocar válvulas de limpieza en los puntos a considerarse más bajos para prevenir la acumulación de sedimentos. Esta situación es causada por la baja demanda de agua en los tramos de tubería la cual ocasiona que los caudales nodales calculados resulten insignificantes en comparación con las longitudes y el diámetro de las tuberías.

5.11. Tanque lleno y Consumo 0

5.11.1. Análisis de Presiones para las condiciones tanque lleno y consumo cero.

Ilustración 11. Presiones para condición Consumo cero



Fuente: Elaboración propia

5.11.2. Demanda y presiones para las condiciones tanque lleno y consumo 0

Tabla 23. Demanda y presiones condición Consumo cero

ID Nudo	Demanda Base LPS	Presión m
Nudo C2	0	11 , 46
Nudo C3	0	25 , 15
Nudo C4	0	27 , 15
Nudo C5	0	40 , 59
Nudo C6	0	42 , 26
Nudo C7	0	34 , 50
Nudo C8	0	35 , 79
Nudo C9	0	42 , 86
Nudo C10	0	44 , 12
Nudo C11	0	46 , 23
Nudo C12	0	47 , 60
Nudo C13	0	49 , 65
Nudo C14	0	50 , 89
Nudo C15	0	55 , 95
Nudo C16	0	63 , 37
Nudo C17	0	61 , 47
Nudo C18	0	55 , 69
Nudo C19	0	57 , 32
Nudo C20	0	60 , 19
Nudo C21	0	64 , 15
Nudo C22	0	65 , 89
Nudo C23	0	62 , 43
Nudo C24	0	64 , 94
Nudo C25	0	61 , 28

ID Nudo	Demanda Base LPS	Presión m
Nudo C26	0	58 , 08
Nudo C27	0	55 , 54
Nudo C28	0	56 , 88
Nudo C29	0	58 , 48
Nudo C30	0	61 , 38
Nudo C31	0	37 , 85
Nudo C32	0	41 , 09
Nudo C33	0	45 , 70
Nudo C34	0	48 , 69
Nudo C35	0	49 , 35
Nudo C36	0	54 , 75
Nudo C37	0	66 , 40
Nudo C38	0	66 , 97
Nudo C39	0	68 , 12
Nudo C40	0	68 , 65
Nudo C41	0	66 , 21
Nudo C42	0	66 , 79
Nudo C43	0	69 , 87
Nudo C44	0	65 , 86
Nudo C45	0	63 , 80
Nudo C46	0	64 , 55
Nudo C47	0	58 , 77
Nudo C48	0	56 , 01
Nudo C49	0	55 , 38
Nudo C50	0	56 , 98
Nudo C51	0	58 , 53
Nudo C52	0	66 , 60
Nudo C53	0	59 , 27

ID Nudo	Demanda Base LPS	Presión m
Nudo C54	0	59 , 91
Nudo C55	0	60 , 66
Nudo C57	0	66 , 15
Nudo C56	0	61 , 81
Nudo C58	0	66 , 89
Nudo C59	0	64 , 08
Depósito D1	Sin Valor	1 , 80

Fuente: Elaboración propia

La mayor parte de los nudos tienen presiones sobre los 50 m (admisibles). Se usara una tubería SDR 26 con una presión de trabajo de 160 Psi (ver tabla 4).

En el caso de las tuberías donde la presión es mayor a la recomendada se usara una tubería de SDR 17.

5.12. Costo total del proyecto

El presupuesto presentado en este documento (encontrado en anexos) solo es como una referencia El costo del proyecto de acuerdo a precios de mercado local actualizados es de (C\$ **612.333,45**). El presupuesto se detalla conforme a los componentes del sistema.

5.13. Calculo de la Tarifa

Tabla 24. Costo mensual

Tarifa (agregar a cálculo y resultados)

Calculo de Tarifa Igual para todas las familias usuarias

Costo mensual C\$ 2.750,00

Nº de Familias 47

Tarifa Igual C\$ 58,51

Costo anual

Ítem	Descripción	Costo unitario	Cantidad de veces	Total
Costo de Operación	Compra de papelería	C\$ 50,00	12	C\$ 600,00
	Compra de Cloro	C\$ 800,00	12	C\$ 9.600,00
	Pago de Cobrador	C\$ 500,00	12	C\$ 6.000,00
	Pago de fontanero	C\$ 700,00	12	C\$ 8.400,00
	Gasto de viáticos	C\$ 100,00	12	C\$ 1.200,00
Costo de Mantenimiento	Desinfección del tanque	C\$ 1.000,00	1	C\$ 1.000,00
	Reparación de la red	C\$ 1.000,00	1	C\$ 1.000,00
	Reparación del tanque	C\$ 1.000,00	1	C\$ 1.000,00
	Herramientas	C\$ 1.000,00	1	C\$ 1.000,00
Costo de Mantenimiento	Análisis de calidad de agua	C\$ 3.200,00	1	C\$ 3.200,00
Total				C\$ 33.000,00

Costo total de Mantenimiento Mensual C\$ 2.750,00

CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6. Conclusiones

1. La red de conducción y distribución fue diseñada para funcionar de manera gravitacional (por medio de la gravedad). El sistema consta de sus componentes para un buen funcionamiento.
2. Se determinó que la fuente de abastecimiento es capaz de suplir la demanda de agua, siendo así la obtención de agua potable para la comunidad y de esta manera evitando la proliferación de enfermedades relacionadas con el consumo de agua de mala calidad.
3. Con la implementación del sistema de abastecimiento de agua potable los habitantes mejorarían de forma sustancial las condiciones higiénico-sanitarias en que habitan, haciendo énfasis en el mejoramiento de la higiene personal, habitacional y salud en general.
4. La cobertura total del sistema es del 100% de las familias, habiendo considerado el escenario socioeconómico que se desarrolla dentro de la comunidad.
5. Los análisis de las muestras de agua colectadas en la fuente, dieron como resultado que el agua es apta para el consumo humano, no obviando el uso de cloro para mejorar la calidad del agua.

6.1. Recomendaciones

1. A la Alcaldía de San Rafael del Norte trabajar en conjunto con los líderes comunitarios para la organización adecuada de la población para la ejecución del proyecto, así también capacitar previamente a la población y prepararles para que puedan ser capaces de dar mantenimiento, manejar las operaciones del proyecto una vez entre en funcionamiento.
2. Brindar capacitación a las familias para mejorar las condiciones higiénico-sanitarias, haciendo énfasis en la adecuada disposición de excretas, basuras, manejo adecuado de animales domésticos y promover la construcción de filtros para la disposición de aguas servidas.
3. A ENACAL Jinotega se recomienda realizar análisis de plaguicidas en la fuente de agua. Así también la realización de análisis generales como el mostrado en este documento al menos una vez cada año.
4. Considerando que es posible que en un futuro éste sea adaptado o modificado a cualquier cambio en la red, por lo que se sugiere actualización de la información básica, parámetros y cálculos en caso de que se amerite.

Bibliografía

- Baldizon Aguilar, M. E. (s.f.). Estudio de Población y Consumo. En M. E. Aguilar, *Apuntes de Ingeniería Sanitaria I* (pág. 12).
- Casanova Matera, L. (2002). Levantamientos Topográficos . En L. Casanova Matera, *Topografía Plana* (págs. Cáp 7, Inciso 7,1). Merida. Obtenido de Universidad De Los Andes Venezuela: <http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/lnova/>
- Chang Gómez, J. V. (s.f.). *Escuela Superior Politecnica del Litoral*. Obtenido de Calidad de Agua: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6145/2/Calidad%20de%20Agua%20Unidad%201,2,3.pdf>
- DGIAR. (Septiembre de 2015). *Manual N° 5 Medición de Agua* . Obtenido de El Ministerio de Agricultura y Riego - MINAGRI: <http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/manual-riego/manual5.pdf>
- El Nuevo Fise. (s.f.). *Operacion y Mantenimiento de un Mini Acueducto por Gravedad (MAG)*. Obtenido de El Nuevo Fise: <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/operacion-y-mantenimiento-de-un-mini-acueducto-por-gravedad-mag-fise.pdf>
- INATEC, I. N. (2012). Administración de sistemas de agua comunitaria. En INATEC, *Manual del Participante* (pág. 19).
- INATEC, I. N. (2012). Administración de Sistemas de Agua Comunitaria . En INATEC, *Manual del Participante* .
- Instituto Nicaraguense de Acueductos y Alcantarillados, I. (2001). Constitución de los Comites de Agua Potable y Saneamiento. En INAA, *Guía para la Organización y Administración de Acueductos Rurales* (pág. Arto 2). Managua: Gaceta Diario Oficial.
- Manfut. (s.f.). *San Rafael del Norte*. Obtenido de manfut.org: <http://www.manfut.org/jinotega/rafael.html>

Nica, V. (s.f.). *San Rafael del Norte*. Obtenido de Via Nica, Explore Nicaragua Online : <https://vianica.com/sp/nicaragua/jinotega/san-rafael-del-norte/7.4>

OPS, O. P. (2004). <http://www.bvsde.paho.org>. Obtenido de Biblioteca Virtual de desarrollo sostenible y Salud ambiental: http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/017_roger_dise%C3%B1o_captacion_manantiales/captacion_manantiales.pdf

San Rafael del Norte . (s.f.). Obtenido de Wikipedia : https://es.wikipedia.org/wiki/San_Rafael_del_Norte


UCLM, E. U. (s.f.). *Universidad de Castilla-La Mancha*. Obtenido de Ingeniería Rural: https://previa.uclm.es/area/ing_rural/trans_hidr/tema10.pdf

Via, N. (s.f.). *San Rafael del Norte*. Obtenido de Via Nica: <https://vianica.com/sp/nicaragua/jinotega/san-rafael-del-norte/7.4>


Wikipedia. (s.f.). *San Rafael del Norte*. Obtenido de Wikipedia, La enciclopedia Libre : https://es.wikipedia.org/wiki/San_Rafael_del_Norte

Anexos

Anexo 1. Informe de calidad de agua.



Gobierno de Reconciliación
 y Unidad Nacional
El Pueblo, Presidente!



ENACAL
 Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados
 ¡Una empresa del Pueblo!

2017

TIEMPOS DE *Por Gracia*
 VICTORIAS! *de Dios!*

EMPRESA NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS SANITARIOS
LABORATORIO REGIÓN I
REPORTE ANALITICO

I. Datos Generales

Informe No. 052-2017

Unidad Organizativa Solicitante
UNI RUACS ESTELI

Informe dirigido a: Ing. Harentong Mejía Muñoz

Procedencia de la Muestra
 Departamento: Jinotega
 Municipio: San Rafael del Norte
 Localidad: Río Grande

II. Información de la muestra

Código Laboratorio
052

Descripción de la muestra y Punto de captación
OJO DE AGUA RIO GRANDE

Fecha/hora de captación: 03/05/2017 10:38am
 Fecha/hora de ingreso al Lab: 03/05/2017 03:20pm
 Fecha de emisión de informe: 11/05/2017
 Muestra captada por: FABIOLA MARTÍNEZ

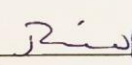
RESULTADOS DE ANALISIS FISICO QUIMICO Y BACTERIOLÓGICO

PARAMETRO	Unidad	RESULTADO	Método	Límite de Detección
Aspecto		Transparente	Inspección visual	No aplicable
Color verdadero	UC	2.99	SM 2120 C.	3.393 UC
Turbidez	NTU	6.47	SM 2130 B.	0.292 NTU
Sólidos disueltos	mg/l	50.0	SM 1030 F.	no aplicable
Temperatura	°C	27.7	SM 2550 B.	No aplicable
pH	adim.	8.13	SM 4500-H B.	No aplicable
Conductividad Elect.	uS/cm	81.0	SM 2510 B.	2.547 uS/cm
Alcalinidad total (CaCO ₃)	mg/l	31.2	SM 2320 B.	5.202 mg/l
Dureza total (CaCO ₃)	mg/l	35.3	SM 2340 C.	No determinado
Índice de saturación	adim.	-0.39	SM 2330 B.	No aplicable
Calcio (Ca)	mg/l	9.40	SM 3500-Ca D.	No determinado
Sodio (Na)	mg/l	3.60	SM 3500-Na D.	3.66 mg/l
Magnesio (Mg)	mg/l	2.90	SM 3500-Mg E.	No determinado
Potasio (K)	mg/l	2.10	SM 3500-K D.	0.54 mg/l
Hierro total (Fe 2+)	mg/l	ND	SM 3500-Fe D.	0.035 mg/l
Bicarbonatos (HCO ₃)	mg/l	38.1	SM 2320 B.	No determinado
Carbonatos (CO ₃)	mg/l	0.00	SM 2320 B.	No determinado
Hidroxilo (OH)	mg/l	0.00	SM 2320 B.	No determinado
Cloruros (Cl)	mg/l	5.80	SM 4500-Cl B.	4.410 mg/l
Sulfatos (SO ₄)	mg/l	6.30	SM 4500-SO ₄ E.	5.481 mg/l
Nitratos (NO ₃)	mg/l	0.87	SM 4500-NO ₃ B.	0.965 mg/l
Nitritos (NO ₂)	mg/l	0.01	SM 4500-NO ₂ B.	0.030 mg/l
Fluor (F)	mg/l	0.02	SM 4500-F D.	-0.068 mg/l
Arsénico (As)	µg/l	NR	Arsenator Wagtech	0.000 µg/l
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0.00	SM 9222 C., D	0.00 UFC/100 ml


PARÁMETROS DE CAMPO: -

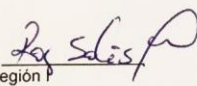
% BALANCE IÓNICO: -0.93

Leyenda: <LDM: Menor del Límite de Detección del Método, NR: No Realizado, ND: No Detectado
Referencia de métodos: Métodos Normalizados Para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. Edición 17 APHA-AWWA-WPCF.
OBSERVACIONES: Solamente el parámetro de turbidez no cumple con la normativa. El resto de parámetros analizados cumplen con los valores máximos admisibles establecidos en norma CAPRE. Se recomienda aplicar desinfección con cloro antes de utilizarla para consumo humano.

Tec. José Rivera M. 

Analista responsable



Ing. Róger Solís M. 

Resp. Laboratorio Región I

Cuerpo de Bomberos Voluntarios 75 vrs al sur, Esteli, Nicaragua
 Teléfono 2713 2708 – 2713 2254 ext 105 E-mail: laboratorio.esteli@enacal.com.ni <http://www.enacal.com.ni>

Página 1 de 1

Anexo 2. Presupuesto de proyecto.

Presupuesto Proyecto Comunidad Rio Grande				
Concepto	Unidad Medida	Cant	Costo (C\$)	
			Unitario	Total
Captación y tratamiento	Global			C\$ 65.796,91
Materiales para filtro				C\$ 2.330,00
Grava de 2"	m3	1	C\$ 1.200,00	C\$ 1.200,00
grava de 3/4"	m3	1	C\$ 950,00	C\$ 950,00
gravilla menor de 3/4"	m3	0,3	C\$ 600,00	C\$ 180,00
Captación de ladera	Global			C\$ 61.466,91
Grapas 1"	lb	3	C\$ 30,00	C\$ 90,00
Cemento	bolsas	36	C\$ 350,00	C\$ 12.457,08
Arena	m3	3	C\$ 480,00	C\$ 1.395,29
Piedrín	m3	2	C\$ 980,00	C\$ 2.016,84
Piedra Bolón	m3	2	C\$ 650,00	C\$ 1.337,70
Refuerzo 3/8" corrugado std	qq	2	C\$ 1.450,00	C\$ 2.900,00
Alambre de amarre recocido nro.18	lb	3	C\$ 20,00	C\$ 60,00
Tablas de 2"x12"x6 vrs	c/u	10	C\$ 520,00	C\$ 5.200,00
Cuartón 2"x2"x 6vrs	c/u	12	C\$ 280,00	C\$ 3.360,00
Reglas de 1"x3"x6vrs	c/u	8	C\$ 180,00	C\$ 1.440,00
clavos de 2"	lb	20	C\$ 16,00	C\$ 320,00
clavos de 2.5"	lb	20	C\$ 16,00	C\$ 320,00
clavos de 4"	lb	20	C\$ 16,00	C\$ 320,00
Incluir accesorios de tubería y utensilios para su instalación	global	1	C\$ 6.000,00	C\$ 6.000,00
Puerta de madera (prefabricado)	global	1	C\$ 3.000,00	C\$ 3.000,00
Rojizos de madera		9	C\$ 250,00	C\$ 2.250,00
Alambre de púas cal 1.83±0.05 15x325 mts o 400 vrs	c/u	1,00	C\$ 2.000,00	C\$ 2.000,00
Tapa metálica (industrial)	global	2	C\$ 2.500,00	C\$ 5.000,00
Mano de obra calificada	global	1,00	C\$ 12.000,00	C\$ 12.000,00
Transporte de materiales	global	2	C\$ 1.000,00	C\$ 2.000,00
Línea de Conducción	M	427,83	C\$ 206,43	C\$ 88.317,35
Materiales de tuberías	global	1,00		C\$ 36.977,75

Concepto	Unidad Medida	Cant	Costo (C\$)	
			Unitario	Total
Tubería SDR-26 de 1 1/2" PVC. Ced 26	Unidad	71	C\$ 215,00	C\$ 15.265,00
Adaptador macho de 3" PVC	Unidad	2	C\$ 61,69	C\$ 123,38
Codo 1 1/2" x 45° PVC	Unidad	1	C\$ 95,28	C\$ 95,28
sierra de corte de hierro	Unidad	4	C\$ 25,00	C\$ 100,00
Pegamento PVC	Galón	1	C\$ 1.198,20	C\$ 1.198,20
flange 1 1/2" PVC	Unidad	3	C\$ 177,50	C\$ 532,50
kits de pernos de 1 1/2" con sus empaques y tuercas	Unidad	2	C\$ 167,32	C\$ 334,64
Válvula de expulsión de aire 1 1/2"	unidad	1	C\$ 2.328,75	C\$ 2.328,75
material selecto	m ³	85	C\$ 200,00	C\$ 17.000,00
Mano de obra calificada	Global	1,00		C\$ 51.339,60
Mano de obra calificada Tubería PVC	m	427,83	C\$ 20,00	C\$ 8.556,60
Excavación	m	427,83	C\$ 60,00	C\$ 25.669,80
Relleno y compactación	m	427,83	C\$ 40,00	C\$ 17.113,20
Red de distribución	global	1,00		C\$ 240.364,91
Materiales	Global	1,00		C\$ 183.336,51
Tubos PVC de 2" SDR 26	Unidad	18	C\$ 280,00	C\$ 5.040,00
Tubos PVC de 1 1/2" SDR 26	Unidad	141	C\$ 215,00	C\$ 30.315,00
Tubos PVC de 1 1/4" SDR 26	Unidad	217	C\$ 187,00	C\$ 40.579,00
Tubos PVC de 1" SDR 26	Unidad	38,00	C\$ 123,00	C\$ 4.674,00
Tubos PVC de 3/4" SDR 17	Unidad	730,00	C\$ 110,00	C\$ 80.300,00
PVC Codo 45°x1 1/2"	Unidad	9,00	C\$ 18,92	C\$ 170,28
PVC Codo 90°x 1 1/2"	Unidad	1,00	C\$ 18,92	C\$ 18,92
Buje soldado de 1 1/2" a 1 1/4"	unidad	1,00	C\$ 50,25	C\$ 50,25
buje soldado de 1 1/2" a 3/4"	unidad	1,00	C\$ 40,30	C\$ 40,30
Tee 1 1/2"	unidad	1,00	C\$ 20,81	C\$ 20,81
buje soldado de 1 1/4" a 3/4"	unidad	2,00	C\$ 30,00	C\$ 60,00
Tee de 1 1/4"	unidad	1,00	C\$ 20,81	C\$ 20,81
PVC Codo 45°x 3/4"	Unidad	8,00	C\$ 25,30	C\$ 202,40
Cruz de 3/4"	Unidad	1,00	C\$ 120,72	C\$ 120,72
Válvula de limpieza de 3/4"	Unidad	5,00	C\$ 2.825,24	C\$ 14.126,22
Buje de 2" a 3/4"	Unidad	1,00	C\$ 47,80	C\$ 47,80
Buje de 2" a 1 1/2"	Unidad	1,00	C\$ 40,90	C\$ 40,90
PVC Codo de 45° x 1"	Unidad	1,00	C\$ 30,29	C\$ 30,29

Concepto	Unidad Medida	Cant	Costo (C\$)	
			Unitario	Total
PVC Tee de 1"	Unidad	1,00	C\$ 20,81	C\$ 20,81
Buje de 1" a 3/4"	Unidad	2,00	C\$ 20,90	C\$ 41,80
Válvula de pase 3/4" bronce	unidad	6,00	C\$ 379,00	C\$ 2.274,00
Válvula de pase 2" bronce	unidad	1,00	C\$ 1.952,00	C\$ 1.952,00
Válvula de pase 1 1/2" bronce	unidad	1,00	C\$ 992,00	C\$ 992,00
válvula de pase 1 1/4" bronce	unidad	1,00	C\$ 800,00	C\$ 800,00
Sierra de corte	Unidad	8,00	C\$ 25,00	C\$ 200,00
pegamento para PVC	Galón	1,00	C\$ 1.198,20	C\$ 1.198,20
Mano de obra calificada	Global	1,00		C\$ 57.028,40
Mano de obra calificada Tubería PVC	m	5.702,84	C\$ 10,00	C\$ 57.028,40
Conexiones domiciliars	Unidad	47,00		C\$ 115.313,96
Materiales	Global	1,00		C\$ 69.663,96
PVC Tubería SDR-26 de 1/2" x 20'	Unidad	94,00	C\$ 61,31	C\$ 5.763,14
silletas lisas 2 1/2" x 1/2"	Unidad	4,00	C\$ 94,35	C\$ 377,40
silletas lisas 2" x 1/2"	Unidad	50,00	C\$ 80,24	C\$ 4.012,00
silletas lisas 1 1/2" x 1/2"	Unidad	50,00	C\$ 62,84	C\$ 3.142,00
PVC Codo 1/2" x 90°	Unidad	141,00	C\$ 3,80	C\$ 535,80
PVC Adaptador macho 1/2"	Unidad	94,00	C\$ 3,00	C\$ 282,00
PVC Pegamento	Galón	1,00	C\$ 1.196,12	C\$ 1.196,12
Llave de pase de 1/2"	Unidad	47,00	C\$ 126,50	C\$ 5.945,50
Llave de chorro de 1/2"	Unidad	47,00	C\$ 160,00	C\$ 7.520,00
Caja de protección para válvula y medidor	Unidad	47,00	C\$ 290,00	C\$ 13.630,00
Medidor de agua de chorro múltiple	Unidad	47,00	C\$ 580,00	C\$ 27.260,00
Transporte	Global	1,00		C\$ 1.000,00
Transporte de materiales	Global	1,00	C\$ 1.000,00	C\$ 1.000,00
Mano de obra calificada	Global	1,00		C\$ 44.650,00
Instalación de conexión	Unidad	47,00	C\$ 200,00	C\$ 9.400,00
Excavación	m	352,50	C\$ 60,00	C\$ 21.150,00
Relleno y compactación	m	352,50	C\$ 40,00	C\$ 14.100,00
Tanque de almacenamiento	Global	1,00	102.540,32	C\$ 102.540,32
Materiales				C\$ 77.797,41
<i>Respiradero, rebose y limpieza</i>				

Concepto	Unidad Medida	Cant	Costo (C\$)	
			Unitario	Total
PVC tubo 3 "	Unidad	1,00	C\$ 645,70	C\$ 645,70
PVC Codo 90° x 3"	Unidad	3,00	C\$ 111,11	C\$ 333,33
PVC Adaptador macho 3"	Unidad	1,00	C\$ 70,94	C\$ 70,94
<i>Entrada</i>				
PVC Adaptador macho 1"	Unidad	1,00	C\$ 70,94	C\$ 70,94
PVC Tubo 1"	Unidad	1,00	C\$ 645,70	C\$ 645,70
PVC Codo 45° x 1"	Unidad	2,00	C\$ 95,00	C\$ 190,00
PCV Codo 90° x 1"	Unidad	2,00	C\$ 111,11	C\$ 222,22
Válvula de Compuerta de 1"	Unidad	1,00	C\$ 2.743,00	C\$ 2.743,00
<i>Salida</i>				
PVC Tubo 1"	Unidad	1,00	C\$ 645,70	C\$ 645,70
PVC Codo 90° X 1"	Unidad	2,00	C\$ 111,11	C\$ 222,22
PVC-Adaptador macho 1"	Unidad	2,00	C\$ 70,94	C\$ 141,88
Clorador CTI-8, clorimetro, tabletas, e instalación	unidad	1,00	C\$ 6.000,00	C\$ 6.000,00
Válvula de Compuerta de 1"	Unidad	1,00	C\$ 2.743,00	C\$ 2.743,00
Materiales de construcción				
Cemento	Bls	73,34	C\$ 275,00	C\$ 20.167,74
Arena motastepe	m ³	4,25	C\$ 550,00	C\$ 2.335,21
Grava 1/2"	m ³	5,18	C\$ 600,00	C\$ 3.106,98
Acero de refuerzo # 4 (1/2") x 6.00 m	varilla	43,21	C\$ 150,00	C\$ 6.481,96
Acero de refuerzo # 3 (3/8") x 6.00 m	varilla	8,91	C\$ 90,00	C\$ 802,30
Acero de refuerzo # 2 (1/4") x 6.00 m	varilla	66,37	C\$ 32,00	C\$ 2.123,73
Alambre de amarre # 18	Lb	82,95	C\$ 17,00	C\$ 1.410,08
Ladrillo de barro	Unidad	1.290,91	C\$ 3,50	C\$ 4.518,18
Clavos de 2 1/2"	lb	10,00	C\$ 23,00	C\$ 230,00
Clavos de 3"	lb	10,00	C\$ 23,00	C\$ 230,00
Madera de pino 1" x 12" x 5 vrs	Unidad	20,00	C\$ 295,00	C\$ 5.900,00
Madera de pino 2" x 4" x 5 vrs	Unidad	10,00	C\$ 120,00	C\$ 1.200,00
Cuartón 2"x2"x5vrs	Unidad	15,00	C\$ 85,00	C\$ 1.275,00
Regla 1"x3"x5vrs	Unidad	15,00	C\$ 70,00	C\$ 1.050,00
<i>Cajas de registro de válvulas</i>	<i>Unidad</i>	<i>1,00</i>	C\$ 4.097,20	C\$ 4.097,20
<i>Concreto 3000 Psi, reforzado</i>	<i>m3</i>	<i>0,24</i>	C\$ 10.591,74	C\$ 2.563,20
Cemento	saco	2,29	C\$ 290,00	C\$ 663,20
Arena	m ³	1,00	C\$ 900,00	C\$ 900,00
Grava 1/2"	m ³	1,00	C\$ 1.000,00	C\$ 1.000,00

Concepto	Unidad Medida	Cant	Costo (C\$)	
			Unitario	Total
Hierro corrugado <= al N°3 (material y mano obra)	Libra	10,48	C\$ 13,75	C\$ 144,00
Acero de refuerzo # 3 (3/8") x 6.00 m	varilla	1,00	C\$ 95,00	C\$ 95,00
Acero de refuerzo # 2 (1/4") x 6.00 m	varilla	1,00	C\$ 32,00	C\$ 32,00
Alambre de amarre # 18	lb	1,00	C\$ 17,00	C\$ 17,00
Formaleta	m2	4,36	C\$ 318,81	C\$ 1.390,00
Clavos de 2 1/2"	lb	1,00	C\$ 20,00	C\$ 20,00
Clavos de 3"	lb	1,00	C\$ 20,00	C\$ 20,00
Madera de pino 1" x 12" x 5 vrs	Unidad	4,00	C\$ 295,00	C\$ 1.180,00
Madera de pino 2" x 2" x 5 vrs	Unidad	2,00	C\$ 85,00	C\$ 170,00
Transporte de materiales	Global	1,00	C\$ 8.000,00	C\$ 8.000,00
Mano de Obra	Global	1,00		C\$ 16.742,91
Construcción de losa inferior	m2	6,42	C\$ 250,00	C\$ 1.606,06
Construcción de paredes	m2	14,20	C\$ 150,00	C\$ 2.130,00
Repello de paredes	m2	28,40	C\$ 70,00	C\$ 1.988,00
Afinado de paredes	m2	20,62	C\$ 45,00	C\$ 928,09
Arenillado de paredes	m2	18,21	C\$ 45,00	C\$ 819,52
Construcción de losa superior	m2	4,01	C\$ 350,00	C\$ 1.404,02
Columnas de concreto reforzado	m	6,00	C\$ 150,00	C\$ 900,00
Vigas intermedia y corona	m	21,27	C\$ 150,00	C\$ 3.190,50
Pintura exterior	m2	18,21	C\$ 20,00	C\$ 364,23
Pintura exterior	m2	20,62	C\$ 20,00	C\$ 412,48
Instalación de tuberías y accesorios	global	1,00	C\$ 2.000,00	C\$ 2.000,00
Construcción e instalación de cajas de registro	unidad	1,00	C\$ 1.000,00	C\$ 1.000,00
Total (Materiales, Transporte y Mano obra)				C\$ 612.333,45

Anexo 3. Formato de encuesta socioeconómica

ENCUESTA

Departamento: _____ Municipio: _____
 Comunidad: _____ Sector: _____
 Fecha: _____ Quien es Responsable del
 Hogar: Padre _____ Madre _____ Otro _____ Nombre
 de la persona Encuestada: _____
 Tipo _____ de
 Proyecto _____

* Datos Personales :(Iniciar con responsable de hogar)

Nº	Nombre y Apellido	Parentesco	Sexo		Edad					Nivel de escolaridad	Ocupación
			M	F	<5	6 a 15	16 a 25	26 a 35	>36		
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											

I. Condiciones de la vivienda

1. La vivienda es: a) Propia _____ b) Prestada _____
2. Las paredes son: a) Bloque _____ b) Ladrillo _____ c) Madera _____ d) Otros _____
3. El piso es: a) Madera _____ b) Tierra _____ c) Ladrillo _____ d) Otros _____
4. El techo es: a) Zinc _____ b) Teja _____ c) Madera _____ d) Palma _____ e) Otros _____
5. Cuantas divisiones tiene la vivienda: a) Tres _____ b) Dos _____ c) No tiene _____
6. Resumen del estado de la vivienda: a) Buena _____ b) Regular _____ c) Mala _____

II. Situación económica de la familia

7. ¿Cuántas Personas del hogar trabajan? Dentro del Municipio: H _____ M _____ Total _____ Fuera de la comunidad: H _____ M _____ Total _____

- 8) Número de personas en la familia que actualmente buscan empleo _____
9. ¿Cuál es el ingreso económico del mes, en este Hogar? a) C\$ 100-500 ____ b) C\$ 600-1000____ c) C\$1000-2000____ d) más de 2000____
10. ¿En que trabajan las personas del hogar? a) Ganadería____ b) Agricultura____ c) Jornaleros____ d) Construcción _____ e) Negocio_____ f) propio_____ g) Otros_____ ¿Cuál? _____
11. ¿Tienen animales Domésticos? Sí____ No____ ¿Cuántos?: a) Cerdos____ b) Gallinas_____
12. ¿Los animales domésticos están? a) Encerrados____ b) Amarrados____ c) Sultos_____

III. Saneamiento e higiene ambiental de la vivienda (observar, verificar)

13. ¿Tienen Letrina? Si____ ¿En qué estado se encuentra? a) Buena____ b) Regular____ c) Mala____ (verificar)
No____ Estaría dispuesto/a en construir su letrina Sí____ No_____
14. ¿Quiénes usan la Letrina? a) Adultos____ b) Niños/as____ c) Otros familiares_____
15. ¿Se les llena de agua la letrina durante el invierno? Si____ no _____
En caso de si: ¿Conoce usted otra opción de saneamiento que no sea letrina convencional? Si _____, ¿Cuál? _____no _____
16. ¿Qué hacen con las aguas servidas de la casa? a) La riegan____ b) La dejan correr____ c) Tienen zanja de drenaje____ d) Tiene filtro para drenaje_____
17. ¿Existen charcas en el patio? a) Si____ b) No____ (pasar # 19)
18. ¿Cómo eliminan las charcas? a) Drenando _____ b) Aterrando____ c) Otros_____

IV. Recursos y servicios de agua

19. ¿Cuentan con servicio de agua? a) Si____
¿Cuál?:_____ b) No____ Como se abastecen: _____
20. ¿De dónde se abastecen de agua? Pozo____ riachuelo ____ rio____ otro_____
21. ¿En qué almacena el agua? a) Barriles____ b) Bidones____ c) Pilas_____
22. Los recipientes en que se almacena el agua los mantienen: a) Tapados_____ b) Destapados____ c) Como_____ (verificar)
23. La calidad del agua que consumen en el hogar, la considera: a) Buena____ b) Regular____ c) Mala_____
24. Qué condiciones tiene el agua que consumen (se puede marcar varias situaciones) a) Tiene mal sabor____ b) Tiene mal olor____ c) Tiene mal color_____

V. Información sobre abastecimiento de agua potable

25. ¿Pagaría usted por el servicio de agua? Si _____ no_____ ¿Por qué?_____

VI. Organización comunitaria.

26. ¿Los miembros de este hogar pertenecen a alguna organización? Si _____
 ¿Qué tipo? a) Productiva _____ b) Social _____ c) Religiosa _____ d) Otra _____
 No _____ ¿Porque? _____

27. ¿Cuántos miembros del hogar participan en la organización comunitaria? a) _____
 Hombres _____ b) Mujeres _____ c) Total _____

28. ¿Las personas de este hogar participarían de forma organizada, en la construcción de un proyecto de agua potable y saneamiento para su comunidad?
 a) Si _____ b) No _____ c) ¿Por qué? _____

VII. Situación de salud en la vivienda

29. ¿Qué tratamiento o método utilizan para la purificación de agua? A) Hierve el agua _____ b) agregan cloro _____ c) ninguno _____ d) otro _____

30. Enfermedades padecidas por los miembros del hogar durante el pasado año (cuantos).

Enfermedades	Grupo de edad					Observaciones
	<5	6 a 15	16 a 25	26 a 35	>36	
Diarrea						
Tos						
Resfriado						
Malaria						
Dengue						
Parasitosis						
Infección renal						
Tifoidea						
Hepatitis						
Enfermedades dérmicas (piel)						
Otras						

31. ¿Están vacunados los niños y niñas? a) Si _____ b) No _____ ¿Por qué? _____

32. Las personas que habitan en esta vivienda practican hábitos de higiene como:
Lavado de manos a) Si_____ b) No_____ c) ¿Por qué? _____
Hacen buen uso del Agua a) Si_____ b) No_____ c) ¿Por qué?
_____ Hacen buen uso de la letrina a) Si_____ b) No_____ c)
¿Por qué? _____
33. ¿Cuántos niños y niñas nacieron y/o fallecieron en este hogar, durante el año
pasado? Vivos/as: Niñas _____ Niños_____ Total_____ Fallecidos/as:
Niñas _____ Niños_____ Total_____
34. Han recibido charlas de educación sanitaria o prácticas de higiene si
_____no_____

Nombre del encuestador(a).

Nombre del supervisor(a).

Anexo 4. Resultados del análisis hidráulico de (EPANET)

Página 1
13:51:31

13/12/2018

*

E P A N E T
Análisis Hidráulico y de Calidad
para Redes de Distribución de Agua
Version 2.0

Traducción: Grupo REDHISP,UPV Financ: Grupo Aguas de Valencia

Fichero Input: Rio Grande 75lppd y cotas actualizadas.NET

Tabla de Líneas y Nudos:

ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud m	Diámetro mm
L4	C2	C3	42,91	50
L5	C3	C4	76,41	38
L6	C4	C5	98,70	38
L7	C5	C6	96,54	38
L8	C6	C7	75,97	38
L9	C7	C8	96,93	38
L10	C8	C9	148,16	38
L11	C9	C10	143,49	38
L12	C10	C11	107,01	38
L13	C11	C12	122,71	31
L14	C12	C13	117,60	31
L15	C13	C14	195,70	31
L16	C14	C15	168,19	31
L17	C15	C16	67,28	31
L18	C16	C17	131,09	31
L19	C17	C18	79,30	31
L20	C18	C19	38,64	31
L21	C19	C20	62,58	31
L22	C20	C21	57,73	31
L23	C21	C22	90,19	31
L24	C22	C23	92,11	31
L25	C23	C24	76,13	31
L26	C24	C25	132,77	25
L27	C25	C26	93,84	25
L28	C26	C27	167,28	18
L29	C27	C28	157,46	18
L30	C28	C29	79,14	18
L31	C29	C30	118,83	18
L32	C3	C31	116,75	18
L33	C31	C32	221,86	18
L34	C32	C33	198,60	18

ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud m	Diámetro mm
L35	C33	C34	135,88	18
L36	C10	C35	273,67	18
L37	C35	C36	267,00	18
L38	C24	C37	59,84	18

Página 2

Tabla de Líneas y Nudos: (continuación)

ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud m	Diámetro mm
L39	C37	C38	124,81	18
L40	C38	C39	78,57	18
L41	C39	C40	130,04	18
L42	C40	C41	112,14	18
L43	C41	C42	78,28	18
L44	C42	C43	62,63	18
L45	C43	C44	102,85	18
L46	C44	C45	81,82	18
L47	C45	C46	72,62	18
L48	C26	C47	88,69	18
L49	C47	C48	154,85	18
L50	C48	C49	78,54	18
L51	C49	C50	95,95	18
L52	C50	C51	158,55	18
L53	C51	C52	26,68	18
L54	C18	C53	43,72	18
L55	C53	C54	52,32	18
L56	C54	C55	88,83	18
L59	C56	C58	601,32	18
L60	C56	C59	139,03	18
L3	D1	C2	62,5	50
L57	C55	C56	26,59	18
L58	C56	C57	182,87	18

Resultados en los Nudos:

ID Nudo	Caudal LPS	Altura m	Presión m	Calidad
C2	0,01	1396,18	11,22	0,00
C3	0,00	1396,02	24,75	0,00
C4	0,01	1395,14	25,87	0,00
C5	0,01	1394,03	38,20	0,00
C6	0,01	1392,97	38,81	0,00
C7	0,01	1392,16	30,24	0,00
C8	0,01	1391,16	30,53	0,00
C9	0,02	1389,67	36,11	0,00

ID Nudo	Caudal LPS	Altura m	Presión m	Calidad
C10	0,02	1388,30	36,00	0,00
C11	0,01	1387,50	37,31	0,00
C12	0,01	1385,14	36,32	0,00
C13	0,01	1382,98	36,21	0,00
C14	0,02	1379,55	34,02	0,00
C15	0,02	1376,85	36,38	0,00
C16	0,01	1375,84	42,79	0,00
C17	0,01	1373,94	38,99	0,00
C18	0,01	1372,86	32,13	0,00

Página 3

Resultados en los Nudos: (continuación)

ID Nudo	Caudal LPS	Altura m	Presión m	Calidad
C19	0,00	1372,60	33,50	0,00
C20	0,01	1372,19	35,96	0,00
C21	0,01	1371,82	39,55	0,00
C22	0,01	1371,27	40,74	0,00
C23	0,01	1370,75	36,76	0,00
C24	0,01	1370,35	38,87	0,00
C25	0,02	1369,62	34,48	0,00
C26	0,01	1369,19	30,85	0,00
C27	0,02	1368,41	27,53	0,00
C28	0,02	1368,05	28,51	0,00
C29	0,01	1367,99	30,05	0,00
C30	0,01	1367,95	32,91	0,00
C31	0,01	1395,15	36,58	0,00
C32	0,03	1393,98	38,65	0,00
C33	0,02	1393,57	42,85	0,00
C34	0,02	1393,52	45,79	0,00
C35	0,03	1386,93	39,86	0,00
C36	0,03	1386,57	44,90	0,00
C37	0,01	1369,57	39,55	0,00
C38	0,01	1368,16	38,71	0,00
C39	0,01	1367,49	39,19	0,00
C40	0,01	1366,60	38,83	0,00
C41	0,01	1366,10	35,89	0,00
C42	0,01	1365,88	36,25	0,00
C43	0,01	1365,76	39,21	0,00
C44	0,01	1365,63	35,07	0,00
C45	0,01	1365,59	32,97	0,00
C46	0,01	1365,58	33,71	0,00
C47	0,01	1368,65	31,00	0,00
C48	0,02	1367,95	27,54	0,00
C49	0,01	1367,77	26,73	0,00
C50	0,01	1367,63	28,19	0,00
C51	0,02	1367,52	29,63	0,00

Resultados en los Nudos: (continuación)

ID Nudo	Caudal LPS	Altura m	Presión m	Calidad	
C52	0,00	1367,52	37,70	0,00	
C53	0,00	1372,00	34,85	0,00	
C54	0,01	1371,05	34,54	0,00	
C55	0,01	1369,56	33,80	0,00	
C57	0,02	1369,07	38,80	0,00	
C56	0,00	1369,19	34,58	0,00	
C58	0,07	1365,54	36,01	0,00	
C59	0,02	1369,13	36,79	0,00	
D1	-0,78	1396,42	1,80	0,00	Depósito

Página 4

Resultados en las Líneas:

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Estado
L4	0,77	0,39	3,73	Abierta
L5	0,69	0,61	11,55	Abierta
L6	0,68	0,60	11,28	Abierta
L7	0,67	0,59	10,94	Abierta
L8	0,66	0,58	10,61	Abierta
L9	0,65	0,57	10,36	Abierta
L10	0,64	0,56	10,04	Abierta
L11	0,62	0,55	9,55	Abierta
L12	0,55	0,48	7,46	Abierta
L13	0,53	0,71	19,29	Abierta
L14	0,52	0,69	18,36	Abierta
L15	0,51	0,67	17,49	Abierta
L16	0,48	0,64	16,09	Abierta
L17	0,46	0,62	14,94	Abierta
L18	0,46	0,61	14,48	Abierta
L19	0,44	0,59	13,62	Abierta
L20	0,30	0,40	6,81	Abierta
L21	0,30	0,40	6,63	Abierta
L22	0,29	0,39	6,34	Abierta
L23	0,29	0,38	6,08	Abierta
L24	0,28	0,37	5,68	Abierta
L25	0,27	0,35	5,28	Abierta
L26	0,15	0,31	5,49	Abierta
L27	0,14	0,28	4,53	Abierta
L28	0,06	0,23	4,67	Abierta
L29	0,04	0,16	2,29	Abierta
L30	0,02	0,09	0,77	Abierta
L31	0,01	0,05	0,30	Abierta
L32	0,08	0,30	7,50	Abierta
L33	0,06	0,25	5,27	Abierta
L34	0,04	0,15	2,05	Abierta

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida m/km	Unit.	Estado
L35	0,02	0,06	0,39		Abierta
L36	0,06	0,24	5,00		Abierta
L37	0,03	0,12	1,35		Abierta
L38	0,10	0,40	12,90		Abierta
L39	0,10	0,38	11,37		Abierta
L40	0,08	0,32	8,45		Abierta
L41	0,07	0,29	6,83		Abierta
L42	0,06	0,23	4,48		Abierta
L43	0,05	0,18	2,83		Abierta
L44	0,04	0,14	1,89		Abierta
L45	0,03	0,12	1,26		Abierta
L46	0,02	0,07	0,49		Abierta
L47	0,01	0,03	0,12		Abierta
L48	0,07	0,27	6,08		Abierta
L49	0,06	0,23	4,53		Abierta

Página 5

Resultados en las Líneas: (continuación)

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida m/km	Unit.	Estado
L50	0,04	0,16	2,33		Abierta
L51	0,03	0,13	1,48		Abierta
L52	0,02	0,08	0,68		Abierta
L53	0,00	0,01	0,02		Abierta
L54	0,13	0,51	19,68		Abierta
L55	0,12	0,49	18,28		Abierta
L56	0,12	0,46	16,68		Abierta
L59	0,07	0,27	6,07		Abierta
L60	0,02	0,06	0,40		Abierta
L3	0,78	0,40	3,80		Abierta
L57	0,11	0,42	14,14		Abierta
L58	0,02	0,08	0,67		Abierta

Anexo 5. Imágenes

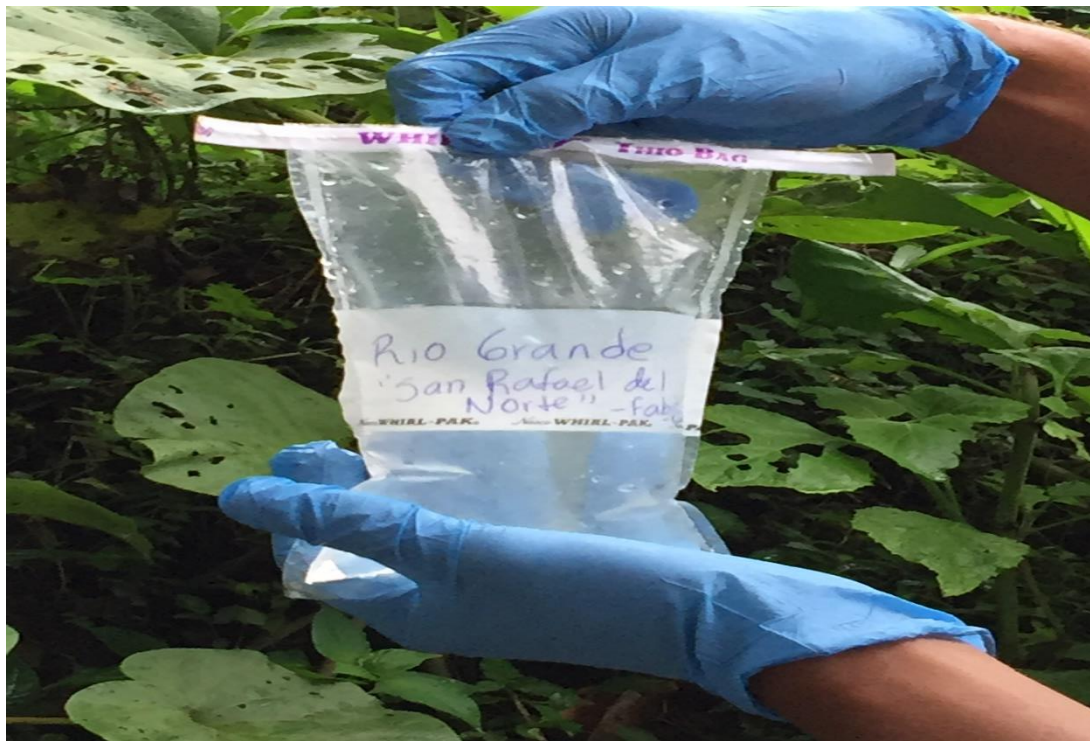
Situación actual de la comunidad



Dos de los sitios donde una familia se abastece de agua para consumo.



Área de cerca de la fuente de abastecimiento



Toma de muestra de agua de la fuente de abastecimiento para su análisis



Fabiola y líder comunitario



Larry y líder comunitario



Acceso en la comunidad a algunas de las viviendas

Anexo 6. Planos.