



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**“DISEÑO DE UN MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELECTRICO (MABE)
COMUNIDAD EL BOSQUE MUNICIPIO DE JALAPA – DEPARTAMENTO DE
NUEVA SEGOVIA”.**

Para optar al título de ingeniero civil

Elaborado por

Br. Vielka Nazzarett López González

Br. Mario José Rivera Acuña

Tutor

M. Sc. Ing. Sergio Junior Navarro Hudiel

Managua, marzo 2019

DEDICATORIA

Este trabajo monográfico se lo dedicamos ante todo a nuestro padre celestial por estar siempre a nuestro lado en todo momento, para que lleváramos a feliz término este documento, con el cual estamos culminando una meta más en nuestras vidas.

A nuestros padres e hija, por el apoyo incondicional en los momentos que más lo necesitábamos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darnos la sabiduría y entendimiento para poder realizar nuestro trabajo monográfico.

A nuestras familias por el tiempo no dedicado, la paciencia y sobre todo la fortaleza y consejos que nos transmitieron e hicieron que llegáramos a cumplir con nuestra meta.

Al Ing. Sergio Navarro, por su apoyo incondicional a lo largo de este trabajo monográfico.

Al Ing. Oddel Toruño, por su apoyo incondicional y sus valiosos aportes técnicos en el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable para el sector rural.

A todos los que nos brindaron su confianza y sus valiosas sugerencias para diseño.

RESUMEN EJECUTIVO

El tema tratado en el presente documento se refiere al diseño de un sistema de agua potable de tipo Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE), comunidad El Bosque, municipio de Jalapa, departamento de Nueva Segovia, para un periodo de 20 años (2017-2037). En los que se retoma como criterio principal la viabilidad y sostenibilidad, ya que el sistema quedará a cargo del Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS) de la comunidad.

Los parámetros de diseño se definieron de acuerdo con las Normas Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON), destinadas para el diseño de pequeños Sistemas de Acueductos Rurales y con la información básica obtenida de las siguientes actividades previas realizadas en las comunidades:

- 1- Encuesta Socioeconómica.
- 2- Levantamiento Topográfico (Planimétrico y Altimétrico).
- 3- Recopilación de Información del área de estudio.

La comunidad en estudio presenta características de dispersión de su población, abasteciéndose actualmente del agua de un pozo perforado, que debido a la manipulación de los pobladores de la zona se encuentra con altos riesgos de contaminación, por lo que actualmente demanda dicha población un sistema de aprovisionamiento de agua que les garantice la salud de sus habitantes.

De acuerdo con los resultados del estudio socioeconómico realizado en la comunidad, se concluyó que la comunidad de El Bosque está comprendida por 343 habitantes, 80 viviendas y toda la comunidad se abastece de un pozo artesanal, por lo que se propone la implementación de un sistema por bombeo eléctrico (MABE); siendo el diseño del mismo el contenido principal del documento.

ABREVIATURAS

MABE: mini acueducto por bombeo eléctrico.

INAA: instituto nicaragüense de acueductos y alcantarillado.

KM: Kilómetro.

NTON: Normas técnica Obligatoria Nicaragüense.

CAPRE: Comité coordinador regional de instituciones de agua potable y saneamiento de Centroamérica, panamá y república dominicana.

FISE: Fondo de inversión social para emergencia.

OPS: Organización panamericana de la salud.

OMS: Organización mundial de la salud.

L: Litros.

M3: Metro cúbico.

CMH: Consumo máximo horario.

CMD: Consumo máximo.

CPDT: Consumo promedio diario total.

LPPD: Litros por persona por día.

GL: Galones.

HAB: Habitantes.

M: Metros.

PVC: Cloruro de polivinilo.

INDICE

I. GENERALIDADES	2
1.1. Introducción.....	2
1.2. Antecedentes	3
1.3. Justificación.....	4
1.4. OBJETIVOS	5
1.4.1. Objetivo general	5
1.4.2. Objetivos específicos.....	5
II. DESCRIPCIÓN DEL SITIO DEL PROYECTO	6
2.1. Características principales de la comunidad	7
2.1.1. Jurisdicción política	7
2.1.2. Localización y topografía.....	7
2.1.3. Macro localización del proyecto.....	7
2.1.4. Micro localización del proyecto.....	7
2.1.5. Vías de comunicación y transporte.....	8
2.1.6. Población.....	9
2.1.7. Servicios básicos existentes.....	9
2.1.8. Situación y demanda del servicio de agua	10
2.1.9. Situación de saneamiento	10
2.1.10. Situación Económica	11
III. MARCO TEORICO	13
3.1. Criterios de diseño	13
3.2. Estudio Socioeconómico	13
3.3. Estudio de Suelo	13

3.4. Levantamiento topográfico	14
3.5. Calidad del agua	14
3.6. Periodo de diseño	15
3.7. Proyección de la población.....	15
3.8. Dotación	16
3.9. Calculo de consumo.....	16
3.10. Nivel de servicio	17
3.11. Mini acueducto.....	18
3.12. Mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE)	18
3.13. Diseño de los componentes del sistema.....	19
3.13.1. Fuente de abastecimiento	19
3.13.2. Estación de bombeo.....	19
3.13.3. Línea de conducción	21
3.13.4. Almacenamiento.....	22
3.13.5. Red de distribución.....	22
3.14. Localización de tubería	23
IV. DISEÑO METODOLÓGICO.....	25
4.1. Estudio socioeconómico.....	25
4.6. Análisis y cálculo hidráulico de la red.....	27
4.6.1. Proyección de la población.....	27
4.6.3. Línea de conducción.....	28
4.6.4. Almacenamiento	31
V. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PROPUESTO.....	34
5.1.1. Fuente de abastecimiento	34

VI. CÁLCULO Y RESULTADOS.....	39
6.1. Criterios de diseño	39
6.2. Dotación	39
6.3. Periodo de Diseño.....	39
6.4. Proyección de Población.....	39
6.5. Proyección de consumo	42
6.6. Fuente de abastecimiento	42
6.7. Estudio Hidrogeológico	43
6.7.1. Geología e hidrogeología del área del Proyecto	43
6.7.2. Hidrogeología	43
6.8. Reconocimiento de terreno y levantamiento topográfico.....	46
6.9. Estación de bombeo.....	46
6.9.1. Características del Equipo de Bombeo	47
6.9.2. Selección del equipo de bombeo.....	48
6.9.3. Columna de Bombeo	50
6.9.4. Sarta de Bombeo.....	50
6.10. Diseño de línea de conducción	51
6.10.1. Selección de diámetro económico.....	51
6.10.2. Determinación de pérdidas de cargas	51
6.10.3. Calculo de perdidas.....	52
6.10.4. Golpe Ariete	52
6.10.5. Carga Total Dinámica.....	53
6.10.6. Potencia requerida de la bomba.....	53
6.11. Red de distribución	53
6.12. Tanque de almacenamiento.....	55

6.13. Sistema de tratamiento	57
6.13.1. Selección de Tecnología	57
6.13.2. Dosificación de cloro	58
6.13.3. Tiempo de Contacto	59
6.13.4. Capacidad Requerida de la Estación de Cloración	59
6.13.5. Bomba Dosificadora de Cloro.....	60
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63
Bibliografía	65

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Mapa de Macro Localización	7
Ilustración 2 Mapa Micro Localización.....	7
Ilustración 3. Hidrogeología del área de estudio.	44
Ilustración 4. Pendientes y elevaciones en el área de estudio	45
Ilustración 5. Área de recarga hídrica.....	46
Ilustración 6. Características Técnicas de la Bomba Seleccionada	49
Ilustración 7. Esquema de la Sarta de Bombeo y sus Componente.....	50
Ilustración 8 Bomba dosificadora de cloro.....	60

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1 Curva de crecimiento poblacional.....	41
Grafico 2 Curva característica de la bomba	47
Grafico 3 Curva característica de bomba seleccionada Vs. Fabricante	48
Grafico 4 Volumen de almacenamiento	56
Grafico 5 Esquema de Tratamiento para la Potabilización del Agua.....	58

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Vías de Comunicación.....	8
Tabla 2. Características del pozo existente.....	35
Tabla 3. Tasas de Crecimiento Intercensales	40
Tabla 4. Proyección de la población.....	41
Tabla 5. Características del equipo de bombeo	47
Tabla 6. Característica de la estación de bombeo seleccionada.....	49
Tabla 7. Cálculo de diámetro económico	51
Tabla 8. Cálculo de Perdidas	52
Tabla 9 Golpe de Ariete	52
Tabla 10. Cálculo CTD	53
Tabla 11. Cálculo de potencia de la bomba	53
Tabla 12. Calculo de Volumen de Almacenamiento.....	56
Tabla 13. Cloración	59

CAPITULO I

GENERALIDADES

I. GENERALIDADES

1.1. Introducción

El agua es uno de los recursos naturales más importantes que existe sobre la tierra, ya que de este depende mucho el desarrollo y sostenibilidad del ser humano.

La tasa de crecimiento poblacional en general va en aumento con el pasar de los años, lo que lleva a un desarrollo elevado al sector de la construcción, esto provoca la necesidad de tener una red de distribución del agua. Para poder tener un buen diseño de un sistema de distribución del agua es necesario hacer los estudios pertinentes, principalmente depende de la fuente de abastecimiento hídrica, del tamaño poblacional, topografía, entre otros.

En la actualidad, la comunidad El Bosque presenta deficiencia en el abastecimiento de agua potable, ya que no cuenta con un sistema continuo de distribución que garantice a sus pobladores calidad en el servicio. Se abastecen de un pozo artesanal debido al bajo nivel de gestión y organización por parte de la comunidad y las autoridades correspondientes. Por lo antes expuesto se hará una propuesta para el diseño de un mini acueducto por bombeo eléctrico en la comunidad, misma que representa una solución para la contribución en la mejora de las condiciones de vida de los pobladores, reduciendo índice de enfermedades de origen hídrico, que aquejan a la población de esta comunidad.

Para el diseño del sistema de agua potable se emplearán las Normas Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON) destinadas para el diseño de pequeños Sistemas de Acueductos Rurales, estudios y actividades relacionadas a la recopilación de Información del área de estudio, diseño y aplicación de encuesta Socioeconómica, levantamiento Topográfico (Planimétrico y Altimétrico), análisis de estudio Hidrogeológico.

1.2. Antecedentes

La comunidad El Bosque se encuentra localizada a 314 km de la capital y a 18 kilómetros de la ciudad de Jalapa; cuenta con una población de 343 habitantes y una tasa de crecimiento del 2.75%; históricamente esta comunidad se ha visto afectada por la falta de abastecimiento de agua potable, donde la mayoría de los pobladores consumen agua de un pozo artesanal. La comunidad cuenta con servicio de energía eléctrica, lo que permite la conexión del equipo de bomba. El alto costo que lleva la perforación de estos pozos domiciliarios ha limitado la disponibilidad de este vital líquido a los pobladores de esta zona para satisfacer sus necesidades.

La mayoría de los pobladores de esta zona, deben caminar largas distancias para abastecerse de este vital líquido; el agua de esta fuente de abastecimiento no lleva un control de calidad, lo cual repercute en la salud de las personas con enfermedades gastrointestinales debido a la contaminación que se produce al manipularla.

Existe un pozo artesanal, utilizado para lograr abastecerse de este servicio básico, con una profundidad aproximada de 126 pies, el comportamiento del agua es casi permanente, baja muy poco su nivel, dado que no existe otro sistema de abastecimiento de agua se propone el diseño del sistema de Mini acueducto por Bombeo eléctrico.

La comunidad está conformada por un solo sector ubicado al lado este, donde existen 80 viviendas, una escuela que es atendida por la mañana primaria y secundaria por la tarde. Las viviendas están construidas con paredes de adobe y madera principalmente, piso de tierra, el techo de zinc y tejas, estas se encuentran en regular estado. El agua que utilizan para beber y cocinar en el 100% de los casos es obtenida de un pozo artesanal.

El agua se transporta en baldes con esfuerzo físico y el traslado del agua es realizado en su mayoría por mujeres y niños de los hogares, algunos de ellos recorriendo más de 200 metros para poder obtener el vital líquido. Para el lavado de ropa y aseo personal utilizan agua de río.

1.3. Justificación

En la actualidad, la comunidad El Bosque tiene un grave problema por la falta de cobertura de abastecimiento de agua potable, con servicio discontinuo y con alto potencial de contaminación por traslado y manipulación. Con esta propuesta de diseño se pretende que las comunas en conjunto con los pobladores podrán gestionar los fondos para la construcción del sistema de distribución de agua potable el cual pretende suministrar el volumen de agua a una presión adecuada para todos los pobladores de esa comunidad, teniendo en cuenta una calidad en el agua aceptable y de esta manera mejorar el nivel de vida.

La comunidad cuenta con servicio de energía eléctrica, lo que permitirá realizar la instalación del equipo de bombeo. Con la materialización del proyecto se obtendrán los siguientes beneficios:

- Se disminuirá el trabajo o desgaste físico que incurren los miembros de las familias y principalmente las mujeres y niños, al transportar el agua desde los pozos hasta sus hogares.
- Se reducirá la incidencia de enfermedad infecta contagiosa que se presentan en la época de lluvias, tales como diarrea, dolores estomacales, parasitosis y hepatitis.

En la actualidad se cuenta con una población de 343 habitantes entre adultos y niños quienes ven frenado su desarrollo local por la falta de agua potable. Las personas de esta comunidad son bien organizadas y con muchos deseos de trabajar para obtener el vital líquido donde el plan estratégico es que todos los hogares cuenten con el servicio de agua potable, necesidad fundamental para el desarrollo de múltiples actividades.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

- Diseñar un Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE), Comunidad El Bosque, Municipio de Jalapa - departamento de Nueva Segovia.

1.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar las condiciones socioeconómicas de las familias de la comunidad a través de un diagnóstico, que nos permita el conocimiento de sus condiciones actuales.
- Evaluar estudio Hidrogeológico de la fuente de abastecimiento existente realizado por empresa consultora que permita la valoración de las condiciones del agua que se les brindará a los pobladores.
- Realizar los estudios de suelo y levantamiento topográfico donde se llevará a cabo la construcción del sistema.
- Presentar el análisis físico – químico y bacteriológico de la fuente de abastecimiento que garantice que el agua suministrada sea indicada para el consumo humano de acuerdo a lo establecido por el INAA.
- Dimensionar los componentes Hidráulicos del sistema.

C A P I T U L O II

DESCRIPCIÓN DEL SITIO DEL PROYECTO

II. DESCRIPCIÓN DEL SITIO DEL PROYECTO

2.1. Características principales de la comunidad

2.1.1. Jurisdicción política

La comunidad El Bosque pertenece al municipio de Jalapa bajo la jurisdicción del departamento de Nueva Segovia de la Republica de Nicaragua.

2.1.2. Localización y topografía

La comunidad el bosque está ubicado en la zona norte de Nicaragua en las coordenadas UTM 0602978 E, 1554428 N, a 314 Km de la capital y a 18 km del municipio de Jalapa, la comunidad más próxima a ella es la comunidad de Teotecacinte a 2 km al Suroeste y el Porvenir a 1.3 km al Noreste, ambas del municipio de Jalapa; la comunidad se ubica a 1.5 km más o menos de la frontera norte con la Republica de Honduras.

2.1.3. Macro localización del proyecto

Ilustración 1 Mapa de Macro Localización



Fuente: Elaboración propia

2.1.4. Micro localización del proyecto

Ilustración 2 Mapa Micro Localización



Fuente: Elaboración propia

2.1.5. Vías de comunicación y transporte

El acceso a la localidad es sobre la carretera proveniente de Teotecacinte donde 1 km es carretera adoquinada y el resto es de macadán de todo tiempo. La topografía de la comunidad es de terreno plano con pendientes entre 2 y 4%.

Sus límites son:

Norte: comunidad el Porvenir

Sur: comunidad de Teotecacinte

Este: comunidad de Gualacatú

Oeste: comunidad el Triunfo

Tabla 1 Vías de Comunicación

Origen - Destino	Tipo de Vía de Acceso	Kilómetros
Teotecacinte-El Bosque	Macadan	2 Km
El Porvenir-El Bosque	Macadan	1.5 Km

Fuente: Alcaldía de Jalapa

2.1.6. Población

En la comunidad El Bosque la mayor parte de los habitantes se encuentran concentrados, mientras que unos pocos se encuentran dispersos aledaños a la comunidad, la comunidad tiene una población de 343 habitantes que habitan en 80 viviendas, con una densidad poblacional de 4.29 habitantes por vivienda.

2.1.7. Servicios básicos existentes

2.1.7.1 Educación

La Comunidad cuenta con el servicio de una escuela primaria que se encuentra en buenas condiciones de infraestructura, en ella se imparten clases a 61 niños de la comunidad, las clases son impartidas desde primer grado hasta sexto grado de primaria por maestros. La escuela no cuenta con toma de agua ni cuenta con unidades de almacenamiento de agua.

2.1.7.2. Salud

La Comunidad no cuenta con unidad de salud (Centro o casa base), para hacer uso de este servicio se desplazan a la comunidad de Teotecacinte ubicada a 2 Km de distancia.

2.1.7.3. Energía Eléctrica

Todas las viviendas de la comunidad cuentan con energía eléctrica; el poste más cercano al pozo perforado está ubicado a 180 mts y del pozo al banco de transformador más cercano hay una distancia de 470 mts en línea recta.

2.1.7.4. Telefonía

No existe cableado para telefonía dentro de la comunidad, pero existe antenas de CLARO y MOVISTAR que garantizan una buena cobertura de la telefonía móvil. Por tanto, la comunicación vía celular es muy buena.

2.1.8. Situación y demanda del servicio de agua

Los pobladores de la comunidad El bosque, no disponen de un sistema de abastecimiento de agua potable. Un 100% de la población manifiesta obtener un servicio de agua de un pozo perforado.

La calidad del agua para consumo humano es un elemento importante para la salud de una comunidad. Estas familias manifiestan no darle tratamiento al agua para consumo, que proviene de fuentes superficiales ya que el agua no posee color, olor ni sabor.

Para muchos hogares rurales hoy en día se ha convertido en un reto el hecho de acarrear el agua desde las fuentes hasta las casas, principalmente porque es una tarea que la realizan mayoritariamente las mujeres y niños a pie.

Según los hogares encuestados el 47% tienen que acarrear el agua de 50 a 100 metros, el 25% acarrea el agua a Menos de 20 metros y un 28% de la población recorre más de 100 metros.

2.1.9. Situación de saneamiento

Según lo que las personas de la comunidad nos informaron en las encuestas, el 95% de los hogares encuestados tienen letrina de tipo Tradicional y un 5% de viviendas con inodoros, donde solo el 55% de la población cuenta con letrinas en buen estado, el 35% en estado regular y solo el 10% en mal estado. Además de que al total de las personas que poseen letrinas el 70 % de esa población en invierno se les llena de agua, y un 30 % no cuenta con este problema.

La basura no recolectada presenta el mayor impacto ambiental sobre todo en el área rural donde no se cuenta con un sistema de recolección de basura, por lo que es frecuente encontrar botaderos en cauces de ríos, puentes, vías públicas, entre otros, donde el impacto visual, el mal olor, proliferación de vectores de enfermedades se dan en toda su intensidad.

Conforme datos recolectados en las encuestas se puede decir que la practica más común para el manejo de basura (los desechos sólidos), es quemarla, 60 % de hogares que realizan esta práctica, que es considerada por las organizaciones ambientalistas como nociva para el medio ambiente, por las emanaciones producidas por desechos que no son biodegradables.

Un 40% de los hogares entierran la basura, esta forma de manejo tiene un menor impacto ambiental que las anteriores.

2.1.10. Situación Económica

Es grande la cantidad de personas que habitan en una sola vivienda debido al alto índice de pobreza y necesidades de la comunidad, donde un 50% de la población habitan entre 6 a 9 personas por vivienda, un 45% de 3 a 5 personas y un 5% de 10 a más personas. Un 68% de la población lo comprenden personas adultas, un 28% está conformado por niños y un 4% por personas de la tercera edad.

El 32 % de la población se dedican a la ganadería, 31% a la agricultura entre hombres y mujeres, teniendo estas como una única fuente de ingreso en la familia especialmente a la producción de granos básicos y venta de productos lácteos.

El 13 % se dedican al comercio (ambos sexos), trabajando estos fuera de la comunidad y el resto de la población lo comprende el 24% entre ellos niños y personas de la tercera edad.

De acuerdo a los resultados de los análisis del censo y la encuesta socioeconómica realizados indican que un 61% de la población tienen un ingreso económico que oscila por los C\$ 3,000, un 29% obtiene ingresos de C\$ 2,000 y el 10% es de C\$ 4,000. **(Ver anexo I).**

CAPITULO III

MARCO TEÓRICO

III. MARCO TEORICO

3.1. Criterios de diseño

Los criterios de diseño que fueron usados en el presente trabajo son los establecidos por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), afianzado por las Normas Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON) destinadas para el diseño de pequeños Sistemas de Acueductos Rurales. Así como también se realizaron una serie de actividades como estudio socioeconómico, suelo y levantamiento topográfico.

3.2. Estudio Socioeconómico

Nos permite conocer el entorno económico y social de una persona o comunidad en particular, se trata de una investigación con la intención de conocer aspectos propios, tales como su situación económica actual, forma de vida, entorno familiar y social.

El contenido de un estudio socioeconómico depende de la finalidad que este tenga, cabe señalar que existen datos en común en cualquier tipo de estudio socioeconómico. (lifeder, 2016)

3.3. Estudio de Suelo

Un estudio de suelo es el que nos permite conocer las características físicas y geológicas del suelo, desde la secuencia litológica, las diferentes capas y su espesor, la profundidad del nivel del agua subterránea, hasta la capacidad de resistencia de un suelo o una roca. También nos permite conocer el tipo de cimentación más adecuado para el tipo de obra a construir, así como los establecimientos de la estructura en relación al peso que va a soportar. (DOSSA, 2011)

3.4. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico es la primera fase del estudio técnico y descriptivo de un terreno. Se trata de examinar la superficie cuidadosamente teniendo en cuenta las características físicas, geográficas y geológicas del terreno, pero también las alteraciones existentes en el terreno y que se deban a la intervención del hombre (construcción de taludes, excavaciones).

- Levantamiento topográfico Planimétrico: es el conjunto de operaciones necesarias para obtener los puntos y definir la proyección sobre el plano de comparación.
- Levantamiento topográfico altimétrico: es el conjunto de operaciones necesarias para obtener las alturas respecto al plano de comparación (eumed, 2011).

3.5. Calidad del agua

Se refiere al conjunto de requisitos físicos, químicos y bacteriológicos que debe satisfacer el agua para no constituir un riesgo para la vida o la salud de la población y para la protección y conservación del medio ambiente o la preservación de la naturaleza.

La calidad natural del agua varía de un lugar a otro, en relación con la estación del año, uso de la tierra, el clima y con las clases de rocas del suelo que el agua remueve. La característica de una buena calidad de agua depende del uso que se le vaya a asignar, uso doméstico, industrial y de riego. Para garantizar que el agua pueda ser bebida por una población, es necesario que cumpla con los requisitos mínimos establecidos por las normas.

La fuente de agua a utilizar en el proyecto se le deberá efectuar por lo menos un análisis físico-químico y bacteriológico antes de su aceptación como tal.

- Los parámetros mínimos de control para el sector rural disperso serán: Coliformes total, Coliformes fecal, olor, sabor, color, turbiedad, temperatura, concentraciones de iones de hidrógenos y conductividad.
- Los análisis de las fuentes de agua tales como manantiales, pozos perforados y pozo excavados a mano deberán cumplir con las normas establecidas. (Reyes, 2011).

3.6. Periodo de diseño

Se denomina periodo económico del proyecto al número de años para el cual se diseña una obra de abastecimiento de agua potable considerando que durante ese periodo se proporcionara un servicio de calidad y eficiente, sin incurrir en costos innecesarios y optimizando la economía del proyecto sin descuidar los elementos técnicos y de sostenibilidad.

El periodo económico de proyecto se define basado en el requerimiento previsible de la población el monto de las inversiones y las necesidades de operación. Su elección debe apoyarse en un estudio previo de posibilidades financieras de la población, de la vida útil estimada para los materiales y del equipo para operar el sistema.

El periodo de diseño será de 20 años (2017-2037), el proyecto será diseñado de manera que supla todas las necesidades durante ese periodo y permita atender la demanda de la población.

3.7. Proyección de la población

Las Proyecciones Demográficas (PD) son estimaciones de la población futura, a corto y medio plazo, basadas en el conocimiento de los fenómenos demográficos y utilizando los indicadores demográficos de mortalidad, fecundidad y migraciones. La información de datos poblacionales se puede obtener de los censos nacionales 1950, 1971, 2005 y el MINSA, en este caso, los datos se obtuvieron a través de un registro brindado por los CAPS de la comunidad del año 2015.

La proyección de la población esperada a lo largo del período de diseño, se calculará por medio de la fórmula del Método Geométrico.

3.8. Dotación

Es un factor muy importante que hay que tener en cuenta a la hora de diseñar un sistema de abastecimiento de agua para una comunidad ya que es la meta del diseño que se va a realizar. (López Malavé, 2009)

La dotación de agua no es más que la cantidad promedio de agua que se le asigna diariamente a cualquier individuo o instalación para que realice satisfactoriamente todas aquellas actividades que ameriten la utilización del líquido; se expresa generalmente en gal/hab/día o lts/hab/día.

La dotación de agua, expresada como la cantidad de agua por persona por día está en dependencia de:

- Nivel de Servicio adoptado
 - Factores geográficos
 - Factores culturales
 - Uso del agua
- a- Para Sistemas de abastecimiento de agua potable, por medio de puestos públicos, se asignará un caudal de 30 a 40 lppd.
- b- Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignará un caudal de 50 a 60 lppd.
- c- Para los pozos excavados a mano y pozos perforados se asignará una dotación de 20 a 30 lppd.

3.9. Calculo de consumo

- Consumo Promedio Diario (CPD)
- Consumo máximo día (CMD)

El Consumo Máximo Día (CMD), se estima utilizando el factor de variación diaria de 1.5 con respecto al Consumo Promedio Diario (CPD), según lo establecido por el INAA.

➤ Consumo máximo hora (CMH)

El cálculo de la capacidad de las obras de captación y línea de conducción se basará en el consumo máximo diario (CMD) que, según estudios efectuados en la década de los años 70, para sistemas urbanos y rurales se obtuvo un coeficiente de 1.5 del promedio diario. La red de distribución será calculada para el consumo máximo horario en el día de máximo consumo.

El Consumo Máxima Hora (CMH), se estima utilizando el factor de variación horaria de 2.5 con respecto al Consumo Promedio Diario (CPD), según lo establecido por el INAA.

3.10. Nivel de servicio

Tiene como objetivo garantizar la integridad, vida útil y un buen funcionamiento de todos los componentes del sistema, “principalmente la fuente”, se determina el nivel de servicio óptimo, verificando las características y condiciones particulares de la población a servir, con los criterios y requisitos particulares establecidos por norma para la adopción de cada nivel de servicio (Joseling Guzmán, 2015).

Se identifican tres niveles de servicio, dependiendo de la capacidad de la fuente de abastecimiento y de la capacidad socio - económica de la población:

- Conexión domiciliar: Teniendo el usuario la oportunidad de ampliar el sistema dentro de su propiedad y alimentar varios artefactos sanitarios.
- Conexión de patio: Consiste en una llave domiciliar única, colocada en el patio de la vivienda. Se utiliza cuando la dotación y el consumo previstos sean menores que la capacidad de la fuente.
- Puesto público: Es un punto de distribución en el que puede haber una o más llaves de chorro. Se utilizan puestos públicos en aquellos casos cuando las viviendas son pocas y dispersas y que estén dentro de un radio de 100 m.

El nivel de servicio a brindar corresponde a una cobertura del 100% de conexiones domiciliarias, se aclara que se hará una única conexión a cada vivienda, ya las ampliaciones internas le corresponden a cada familia.

3.11. Mini acueducto

Un mini acueducto es un sistema instalado en una zona para abastecer agua potable a la comunidad donde estará inmerso, partiendo de una fuente natural de agua, siendo este el caso de un pozo perforado. Para su instalación se requiere de una serie de normas y procedimientos (Establecidas por el FISE) basados en factores culturales, económicos y sociales del sector.

Una de los puntos fundamentales a tomar en cuenta es la calidad del agua ya que existen cuatro factores contaminantes del agua como lo son:

- Químicos: Altos contenidos de azufre, hierro magnesio, manganeso, calcio entre otros.
- Físicos: temperatura, color y sabor.
- Biológicos: Bacterias y parásitos.
- De origen antropogénicos: heces fecales, agroquímicos, despale, quema, actividad pecuaria, contaminación por aguas mieles (Lopez, 2009).

3.12. Mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE)

Esta opción será considerada solamente en los casos en que exista:

- Disponibilidad de fuente de abastecimiento
- Disponibilidad de energía eléctrica.
- Capacidad de pago de la comunidad (Mendez & Blanco, 2004).

La Guía de diseño para líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural de la OPS (2004) indica que para el diseño se requiere de:

- a) Información de la población.
- b) Investigación de la fuente: Caudal y temporalidad

- c) Plano topográfico de la ruta seleccionada.
- d) Estudio de suelos y si es el caso estudio geológico para determinar la estabilidad del terreno.
- e) Calidad fisicoquímica de la fuente (Tixe, 2004).

3.13. Diseño de los componentes del sistema

El MABE, se compone de los siguientes elementos: Fuente de abastecimiento (pozo perforado), Estación de Bombeo, Línea de Conducción, Depósito y Red de Distribución.

3.13.1. Fuente de abastecimiento

La fuente de abastecimiento es de agua subterránea, captándose mediante un pozo perforado por medio de una bomba sumergible. Este 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 durante el periodo de diseño considerado.
- Brindar las condiciones de calidad necesarias para garantizar a la población de la misma.

3.13.2. Estación de bombeo

Las estaciones de bombeo son un conjunto de estructuras civiles, equipos, tuberías y accesorios, que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsan a un reservorio de almacenamiento o directamente a la red de distribución. En la mayoría de los casos los sistemas de abastecimiento de agua potable, necesitan de las estaciones de bombeo para elevar o darle presión suficiente al agua y con ello abastecer satisfactoriamente a los distintos sectores del lugar

Los componentes básicos de una estación de bombeo de agua potable son los siguientes:

- Caseta de bombeo.
- Cisterna de bombeo.
- Equipo de bombeo.
- Grupo generador de energía.
- Tubería de succión.
- Tubería de impulsión.
- Válvulas de regulación y control.
- Equipos para cloración.
- Interruptores de máximo y mínimo nivel.
- Cerco de protección para la caseta de bombeo (OPS, 2005).

Los equipos de bombeo se seleccionan para un periodo inicial de 5 a 10 años, mientras que los diámetros de las tuberías de impulsión y succión se determinan con base en el caudal necesario para el periodo de diseño final teniendo en cuenta que nunca deberán usarse tuberías de diámetros menores a los diámetros de descarga de la bomba. (INAA, 1989).

Considerando la vida útil de las estructuras y los equipos de componentes del sistema, el crecimiento poblacional, como posibles desarrollos o cambios de la comunidad que dificulten realizar la ampliación del proyecto se estima que se alcanzará en un período de 20 años.

3.13.3. Línea de conducción

Definida como la tubería que conduce el agua desde la obra de captación hasta el tanque de almacenamiento, esta línea debe satisfacer las condiciones para el día de máximo consumo, garantizando de esta manera la eficiencia del sistema.

La línea de conducción traslada el caudal extraído de fuente de abastecimiento hasta el tanque de almacenamiento o directamente a la red de distribución.

- Fuente -Tanque: La línea de conducción va directamente de la estación de bombeo al tanque de almacenamiento; esta deberá ser suficiente para transportar el consumo de máximo día.
- Para el cálculo de las pérdidas en línea de conducción y red de distribución se empleará la fórmula de Hazen – Williams.
- El golpe de Ariete es un término que se utiliza para describir el choque producido por una súbita disminución en la velocidad del flujo. Esto puede ser ocasionado por rápidas fluctuaciones en el gasto producidas por la abertura o cierre repentino de una válvula, también por el paro o arranque de la bomba, ya sea en condiciones de operación normales o por una interrupción de la energía eléctrica. (Oliveras)
- Diámetro económico: Para determinar el diámetro económico en la línea de impulsión puede aplicarse la fórmula, ampliamente usada en los Estados Unidos de Norte América. (Similar a la de Bresse, con $K=0.9$ y $n=0.45$).
- Potencia requerida de la bomba Para el cálculo de la potencia requerida de la bomba (PRB).
- Potencia requerida por el motor.

3.13.4. Almacenamiento

Los tanques de almacenamiento deben diseñarse, de tal manera que todo el tiempo sean capaces de suplir las máximas demandas que se presenten en toda la vida útil del sistema, además que mantengan las reservas suficientes para hacerles frente, tanto a los casos de interrupciones y el suministro de energía, como en los casos de daños que sufren las líneas de conducción o de cualquier otro elemento.

Se dotó de un tanque de almacenamiento el cual deberá de satisfacer las condiciones necesarias ante cualquier eventualidad considerando un volumen del compensador del 15% del CPD, este es el volumen necesario para compensar las variaciones de consumo y un volumen de reserva del 20% del CPD, este volumen es para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación.

De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del consumo promedio diario.

Los tanques de almacenamiento deberán estar localizados en zonas próximas al poblado y tomándose en cuenta la topografía del terreno.

3.13.5. Red de distribución

Es la parte de la red que conduce el agua a todos los puntos donde se requiera el servicio se diseña para satisfacer los requerimientos máximos de aguas que puede ser de tipo doméstico, comercial, industrial y público; cuya función es suministrar el agua potable bajo presión a los consumidores de la localidad en condiciones de cantidad y calidad aceptables. (Sánchez, 2014)

El análisis hidráulico de la Red de Distribución propuesta en el diseño, se realizó mediante el programa de EPANET, aplicando la fórmula de Hazen-Williams para determinar las pérdidas. Utilizando un coeficiente de rugosidad de 150 para las tuberías de Cloruro de Polivinilo (PVC).

Las velocidades están comprendidas entre **0.4 - 2.0** m/seg permisibles para acueductos rurales y las presiones entre los **5 a 50 m** en cualquier punto de la red de distribución (INAA, 1989)

3.14. Localización de tubería

La tubería estará colocada a 1.20 metros de profundidad de la superficie del terreno. En las vías con orientación Norte a sur, se colocará la tubería en la banda Este, si las vías tienen orientación Este a Oeste, se ubicarán en la banda Sur.

En el caso de que la topografía del terreno no permita cumplir lo anteriormente dispuesto, la tubería se colocará en áreas de cultivo previa autorización del dueño afectado o donde el Ingeniero Supervisor lo estime conveniente. En cruces de carreteras, alcantarillas, puentes y cauces.

CAPITULO IV

DISEÑO METODOLOGICO

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

Para la elaboración del presente estudio fue necesario recopilar información de las comunidades, tales como:

4.1. Estudio socioeconómico

La encuesta que permitió desarrollar el estudio socioeconómico fue realizada con ayuda del líder comunitario y se denominó: **“ENCUESTA SOCIOECONOMICA COMUNIDAD EL BOSQUE MUNICIPIO DE JALAPA, DEP. DE NUEVA SEGOVIA”** es necesario realizar este tipo de estudio para conocer las necesidades básicas y situación en la que se encuentra la población de esta comunidad. En este estudio se analizarán los siguientes aspectos:

- Situación y demanda del servicio de agua
- Situación de saneamiento
- Capacidad económica
- Determinación de la población actual y de diseño

Se hizo el levantamiento por medio de encuestas con la siguiente información; situación familiar, aspectos socioeconómicos y agua y saneamiento.

La situación familiar brindó información de carácter personal y propio de cada individuo que habita en la comunidad con el objetivo de conocer aspectos de mucha importancia como la educación, traslado del vital líquido, distancias recorridas para obtenerlo, cantidad de agua consumida al día, responsable de familia, etc.

La parte socioeconómica de la encuesta permitió conocer la caracterización del estilo de vida de los habitantes (las fuentes de ingreso de los jefes de las viviendas y las dificultades que deben superar para sustentar a sus familias.

En el aspecto de agua y saneamiento nos dio a conocer los problemas que la

población enfrenta con el abastecimiento de agua para consumo humano, así como también las condiciones de saneamiento y el manejo de los residuos sólidos en el hogar. **(Ver anexo I)**

4.2. Estudio hidrogeológico

Por medio del estudio hidrogeológico puede definirse las áreas de mayor capacidad para la captación, el adecuado distanciamiento entre pozos y se establecer las situaciones excéntricas que podrían interferir sobre el recurso hídrico. De ese modo se asegura la sustentabilidad del acuífero, tanto en rendimiento como en calidad.

El estudio hidrogeológico del pozo existente fue realizado por Ingenieros de **GSI-RenewableBLUE**.

4.3. Levantamiento topográfico

Se realizó un recorrido de campo con los líderes de la comunidad para identificar los lugares de cobertura del proyecto.

El levantamiento topográfico fue realizado con los equipos, Estación Total y una libreta de campo. Se levantó altimetría y planimetría, esto con el fin de ubicar la línea de conducción-distribución y el lugar con la cota de mayor elevación para la ubicación del tanque de almacenamiento.

4.4. Estudio de suelo

Se tomaron muestras del sitio por medio de una calicata para obtener una inspección directa del suelo, esto se hizo de manera manual, las muestras de suelo obtenidas serán llevadas al laboratorio para hacer los estudios de granulometría, límites de atterberg (límite líquido y plástico), de esta manera conoceremos las características que posee el suelo y se propondrá un mejoramiento en caso que sea necesario. **(Ver anexo II)**

4.5. Análisis de la fuente de abastecimiento

Los análisis físico-químicos y bacteriológicos de la fuente de abastecimiento fueron realizados en el PIENSA laboratorio de control de calidad de agua privado y autorizado, para garantizar que el agua suministrada a la población cumpla con los requerimientos necesarios para consumo.

4.6. Análisis y cálculo hidráulico de la red

Se realizó la proyección de la población, se calcularon los consumos, velocidades, presión, por medio del método de Hazen Williams, utilizando el programa EPANET, todos estos análisis se harán en base al diseño de línea de conducción por bombeo eléctrico.

4.6.1. Proyección de la población

La proyección de la población esperada a lo largo del periodo de diseño, se calculará por medio de la fórmula del Método Geométrico, que tiene la siguiente expresión:

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

Donde:

P_n: Población al final del periodo de diseño

P_o: Población actual

R: razón de crecimientos expresada en decimal

N: número de años que comprende el diseño

4.6.2. Calculo de consumo

- **Consumo promedio diario (CPD):**

$$\text{CPD: } \frac{\text{DOT} * \text{Pob}}{86400}$$

- **Perdidas**

Perdidas: 20%CPD

- **Consumo máximo día (CMD):**

CMD: 1.5CPD + Perdidas

- **Consumo máximo hora:**

CMH: 2.5CPD + Perdidas

4.6.3. Línea de conducción

- a) Para el cálculo de las pérdidas en línea de conducción y red de distribución se empleará la fórmula de Hazen – Williams:

Dónde:

$$H_f = 10.5494 * \frac{Q^{1.85} * L}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

Hf = Pérdida de carga en metros.

Q = Caudal en m³/seg.

L = Longitud en metros.

D = Diámetro en metros.

C = Coeficiente de rugosidad 100 (H°G°) - 150 (PVC)

- b) Calculo del Golpe de Ariete: para este cálculo es necesario seguir las siguientes formulas:

Tiempo de parada:

$$T = C + \frac{K \cdot L \cdot v}{g \cdot H_m}$$

Dónde:

C: Coeficiente en función de la pendiente hidráulica

K: en función de la longitud

L: longitud línea de impulsión

V: velocidad

g: densidad del agua

Hm: altura manométrica

Celeridad o velocidad de la onda:

$$a = \frac{9.900}{\sqrt{48,3 + K_1 \cdot \frac{D_{int}}{e}}}$$

Dónde:

Dint: Diámetro interno de la tubería

E: Modulo de elasticidad de la tubería

Calculo de la longitud crítica:

$$L_c = \frac{a \cdot T}{2}$$

Dónde:

A: celeridad

T: tiempo de parada

Calculo de la sobrepresión:

El cálculo de la sobrepresión según Michaud:

$$\text{Si } L < L_c \text{ (Impulsión corta)} \Rightarrow T > \frac{2 \cdot L}{a} \Rightarrow \text{Michaud } \Delta H = \frac{2 \cdot L \cdot v}{g \cdot T}$$

El cálculo de la sobrepresión según Allievi:

$$\text{Si } L > L_c \text{ (Impulsión larga)} \Rightarrow T < \frac{2 \cdot L}{a} \Rightarrow \text{Allievi } \Delta H = \frac{a \cdot v}{g}$$

c) Diámetro económico: Para determinar el diámetro económico en la línea de impulsión se aplicó la fórmula:

$$D_{\text{económico}} = 1,50 \sqrt[3]{\frac{Q \cdot L}{v}}$$

Dónde:

Q = Caudal en m³/seg.

d) Potencia requerida de la bomba

Para el cálculo de la potencia requerida de la bomba (PRB) se aplicará la fórmula siguiente:

$$\text{PRB} = \text{Qb} \cdot \text{CTD} / 3960 \cdot \text{Ef} = \text{HP}$$

Dónde:

Qb= Caudal en gpm.

CTD= Carga total dinámica en pies.

ef.= Eficiencia del motor en decimal.

Potencia requerida por el motor (**C = 1.2 PRB**)

4.6.4. Almacenamiento

La capacidad del tanque se estimará de la siguiente manera:

$$35\% \text{CPD}$$

Dónde:

CPD: Consumo promedio diario

4.7. Elaboración de un informe final

Se presenta la memoria de cálculo de los componentes hidráulicos y las operaciones indicadas en el diseño. Así mismo se presentarán los planos del área del proyecto.

4.8. Trabajo de gabinete

Para iniciar con los cálculos del sistema de agua potable, se realizaron una serie de actividades tales como:

- Con la información recopilada de la Encuesta Socioeconómica, datos de los CAPS, resultados del estudio topográfico y la información del estudio

hidrogeológico; se estableció la opción de diseñar un MABE del tipo Fuente - Tanque - Red.

- De la información obtenida del levantamiento topográfico se elaboraron planos topográficos del sistema.
- Se realizaron cálculos de la tasa de crecimiento poblacional y proyección de población.
- Se procedió a la distribución de caudal en cada una de las redes para su posterior análisis hidráulico.
- Diseño de los diferentes componentes del sistema: (Estación de Bombeo, Sarta, Línea de conducción, Tanque de almacenamiento y Red de distribución).
- Elaboración de planos constructivos finales del sistema de Agua Potable.
- Elaboración de memoria de cálculo de los componentes hidráulico.
- Elaboración de Conclusiones y Recomendaciones.

CAPÍTULO V

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PROPUESTO

V. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PROPUESTO

5.1. Conceptualización del proyecto

El proyecto a desarrollar corresponde a la realización de un sistema de agua potable del tipo MABE que garantizará un 100% de cobertura de agua potable de buena calidad en la comunidad El Bosque de manera continua durante 20 años. Para la implementación de este sistema se ha tomado en consideración los resultados del análisis hidráulico de las condiciones de demanda actual y la demanda futura en los próximos 20 años.

El sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de El Bosque se ha conceptualizado con una configuración propuesta siguiendo un esquema de operación Fuente-Tanque-Red, que contempla los siguientes elementos:

5.1.1. Fuente de abastecimiento

La fuente de Abastecimiento y obra de toma del sistema estará constituida por el agua subterránea extraída mediante un pozo perforado existente en las siguientes coordenadas **N1554424.02, E602979.29**. Este pozo abastecerá del vital líquido a los habitantes hasta el año 2037. El pozo se encuentra en un terreno donado por el Sr. Ismael Jirón Rocha presidente de los CAPS de la comunidad.

Tabla 2. Características del pozo existente

No.	Diseño de Pozo	PP EI
1	Coordenadas UTM	E 0602977, N 1554428
2	Profundidad de perforación:	52.94 mts (173 pies)
3	Diámetro del Pozo:	4" (Pulgadas)
4	Material de Rejia:	PVC
5	Longitud de Rejia:	7 pies
6	Longitud de tubería	107.90 pies (37.3 – 127.3/ 137.6 – 155.5)
7	% Área Abierta en Rejia:	0.7 mm
8	Material Casing:	PVC
9	Diámetro Casing:	4" (Pulgadas)
10	Succión de bomba	40.23 mts (132 pies)
11	Caudal aforado	44 Gpm (2.78 lps)

Fuente: Alcaldía Municipal de Jalapa

La calidad del agua encontrada en este pozo es óptima; los resultados de los análisis indican que estamos en presencia de agua de excelente calidad para consumo humano por que cumple con los parámetros físicos químicos mínimos recomendados por las normas CAPRE e INAA para consumo humano. Tomando como referencia la norma del INAA para la clasificación de los recursos hídricos, se establece que el tipo de agua muestreada es categoría 1-A (NTON 05 007-98), agua destinada al uso doméstico que desde el punto de vista sanitario puede ser acondicionada con la sola adición de cloro. En este sentido, debido a la excelente calidad del agua, el único tratamiento requerido para su potabilización es la desinfección.

El sitio de captación está protegido con un cerco de alambre de púas y un portón de acceso en un área de 140 m². Las líneas de energización para las instalaciones eléctricas se encuentran a 180 metros de la caseta de control equipada de un panel de control eléctrico, sistema de iluminación, tomacorriente y equipo de cloración en un área de 12.25 m². La línea de conducción tiene una longitud de 170 metros, la tubería propuesta es de PVC cedula SDR-26 con diámetro de 2 pulgadas.

5.1.2. Tanque de almacenamiento

El agua es extraída del pozo y bombeada al tanque de almacenamiento, que, debido a las características topográficas de la zona, el tanque deberá estar soportado sobre una torre de acero de 15 metros de altura y así poder satisfacer las condiciones de presión mínimas en los puntos más alejados de la red distribución. El tanque tendrá una capacidad máxima de 18 m³.

El área donde estará ubicado el tanque será de 590 m², predio que fue donado también por el Sr. Ismael Jirón Rocha, ubicado en la parte noroeste de la comunidad, con una elevación de 640 msnm, esta área está cercada con alambre de púas para su protección. Tanque – Nodo. Estará provisto de elementos de entrada, salida, limpieza, rebose, escalera y una tapa para la inspección del tanque. La conexión del tanque a la red de distribución se hará con tubería de diámetro de 2" PVC SDR-26 con forme se indica en los planos.

5.1.3. Red de distribución

La red de distribución estará conformada por tubería PVC SDR-26, con una longitud de **3,127.30 metros** en diámetros que van de 50 mm a 37.5 mm para garantizar el suministro de agua en condiciones menos favorables correspondiente al CMH que corresponde a 1.108 lps para el año 2037.

5.1.4. Tratamiento

De acuerdo a los análisis de calidad del agua en pozos aledaños, se conoce que el agua subterránea de la zona es de excelente calidad y únicamente requiere como tratamiento la desinfección. En este sentido se utilizará la inyección de hipoclorito de sodio para garantizar la potabilización del agua.

5.1.5. Nivel de servicio instalado

Se propone la instalación de 80 conexiones domiciliarias de patio, que abastecerán agua potable a un total de 343 habitantes. También se propone instalar una conexión institucional en una escuela. Con este sistema nuevo se va a tener una cobertura total del 100% de personas abastecidas por medio de conexiones domiciliarias de patio.

CAPÍTULO VI

CALCULO Y RESULTADOS

VI. CÁLCULO Y RESULTADOS

6.1. Criterios de diseño

Los criterios de diseños que fueron utilizados en el presente trabajo son los establecidos por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), a través de las Normas de Diseño para Pequeños Sistemas de Acueductos Rurales.

Se hace saber que algunos criterios han sido adaptados de acuerdo a la realidad observada en los estudios investigativos en el campo y con la disponibilidad de la información.

6.2. Dotación

La dotación se asignará de acuerdo a lo establecido en la normativa de saneamiento básico rural del INAA NTON 09 002-99 que asigna un caudal de 50 a 60 lppd para sistemas de abastecimiento por medio de conexiones domiciliarias de patio. Para el periodo de 2017 al 2037 hemos considerado una dotación de 60 lppd.

6.3. Periodo de Diseño

El proyecto se diseñará con una capacidad de la fuente de abastecimiento suficiente para atender la demanda de la población que se estima se alcanzará en un período de veinte (20) años comprendidos entre 2017 y 2037. Tomando en cuenta los elementos del sistema por que también es el período de tiempo que estos componentes han de servir a la comunidad antes de abandonarse o ampliarse por resultar ya inadecuada.

6.4. Proyección de Población

Para determinar la tasa de crecimiento se analizaron los datos poblacionales históricos para sector rural al nivel de país, departamental y municipal, mostrados en los informes INIDES e INEC de los censos correspondientes a los años 1963, 1971, 1995 y 2005 ver Tabla No. 3.

Tabla 3. Tasas de Crecimiento Intercensales

Año Censal	Poblacion Rural (hab.)				Periodo Intersensal (n)	Tasa de crecimiento (r)
	Nicaragua	N. Segovia	Jalapa	El Bosque		
1963	908 296,00	36 682,00	8 602,00		1963 - 1971	4,22 %
1971	961 574,00	49 042,00	12 121,00		1971 - 1995	2,41 %
1995	1 986 289,00	92 601,00	20 068,00		1995 - 2005	3,48 %
2005	2 266 548,00	122 657,00	30 056,00		2005 - 2006	
2006				255	2006 - 2017	2,75 %
2017				343		
Tasa de Crecimiento						2,75 %

Fuente: INIDE

Para la proyección de la población se utilizará el método geométrico y como población base, la obtenida del censo poblacional de la comunidad en el 2006 facilitado por el CAPS y validado por la municipalidad. De acuerdo al censo la población actual del año 2017 corresponde a 343 habitantes. La tasa de crecimiento promedio calculada con valores facilitados por el CAPS resulta de 2.75% y la norma INAA NTON 09 002-99 establece que para las localidades rurales la tasa de crecimiento varía entre 2.5% a 4%, por lo que se adopta que la población base se proyectará con una tasa de crecimiento del 2.75%.

La Proyección de la población de diseño para el año 2,037 es:

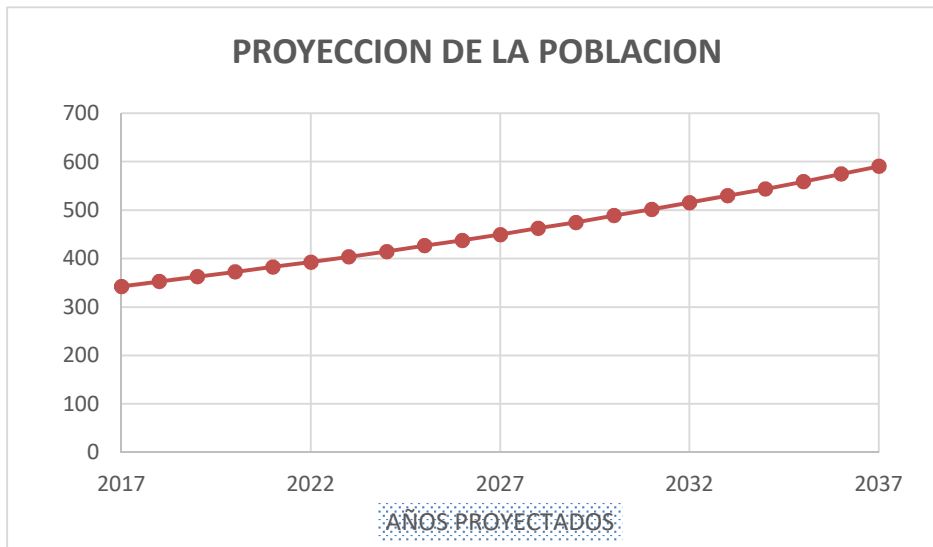
$$P_{20} = 343 (1+0.0275)^{20} = \mathbf{591 \text{ habitantes}}$$

Tabla 4. Proyección de la población

N° de Años	Año	Poblacion (hbt)
0	2017	343
1	2018	353
2	2019	363
3	2020	373
4	2021	383
5	2022	393
6	2023	404
7	2024	415
8	2025	427
9	2026	438
10	2027	450
11	2028	463
12	2029	475
13	2030	489
14	2031	502
15	2032	516
16	2033	530
17	2034	544
18	2035	559
19	2036	575
20	2037	591

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1 Curva de crecimiento poblacional



Fuente: Elaboración propia

6.5. Proyección de consumo

La proyección de consumo de la población durante el período de diseño, se basa en la proyección de la población. Tales consumos incluyen: Consumo Promedio Diario, Máximo Día y Máxima Hora, siendo expresados cada uno en litros por día (lpd) y litros por segundos (lps).

Se puede observar que el Consumo Promedio Diario Total con un valor 0.238 lps en el año 2017 y 0.410 lps en el año 2037. La proyección realizada contempla una dotación de 60 lppd en todo el período.

El Consumo de Máximo Día tiene un valor inicial de 0.405 lps, incrementándose a 0.698 lps y el Consumo de Máxima Hora, varía de 0.643 a 1.108 lps. (**Ver Anexo III**).

6.6. Fuente de abastecimiento

La fuente de abastecimiento será un pozo perforado existente, el cual para los fines de este estudio se le realizó limpieza y practicó prueba de bombeo de 48 horas continuas. Como resultado de esta prueba de bombeo se determinó que la fuente de abastecimiento tiene un caudal de 44 gpm, siendo este mayor que el caudal necesario para abastecer a la comunidad en periodo de diseño de 20 años.

La fuente de abastecimiento es de agua subterránea, captándose mediante el pozo perforado por medio de una bomba sumergible; esta constituye el elemento más importante de todo el sistema, por tanto, debe de estar lo suficientemente protegida y debe cumplir dos propósitos fundamentales:

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

6.7. Estudio Hidrogeológico

6.7.1. Geología e hidrogeología del área del Proyecto

6.7.1.1. Geomorfología Regional

El área de estudio en su mayoría está cubierta por un relieve montañoso muy variado. Sin embargo, existen muchos valles y planicies intramontanas, que completan las características geomorfológicas de la región central.

EL área donde se ubica el proyecto está dentro de la sub provincia norte abarcando el núcleo paleozoico dentro de la cuenca No. 45 que corresponde a la del Rio coco.

Las características topográficas predominantes son cordilleras, mesas, serranías, lomas alineadas, cuevas, colinas aisladas, terrenos montañosos quebrados, y planas como las planicies del extenso valle de Jalapa con pendientes que oscilan de 0 a 5% o más. En general, el relieve dominante es severamente accidentado, como resultado de un sistema de fracturas complejas y densas.

6.7.1.2. Geomorfología Local

La comunidad El Bosque se encuentra ubicada en el extremo Noreste del valle de Jalapa en la provincia geomorfológica de las Tierras Altas del Interior en la sub provincia Geológica del Norte de Nicaragua.

La sub provincia comprende los terrenos del norte del departamento de Nueva Segovia, Madriz, ligeramente del departamento de Estelí y gran parte del área central y norte del departamento de Jinotega.

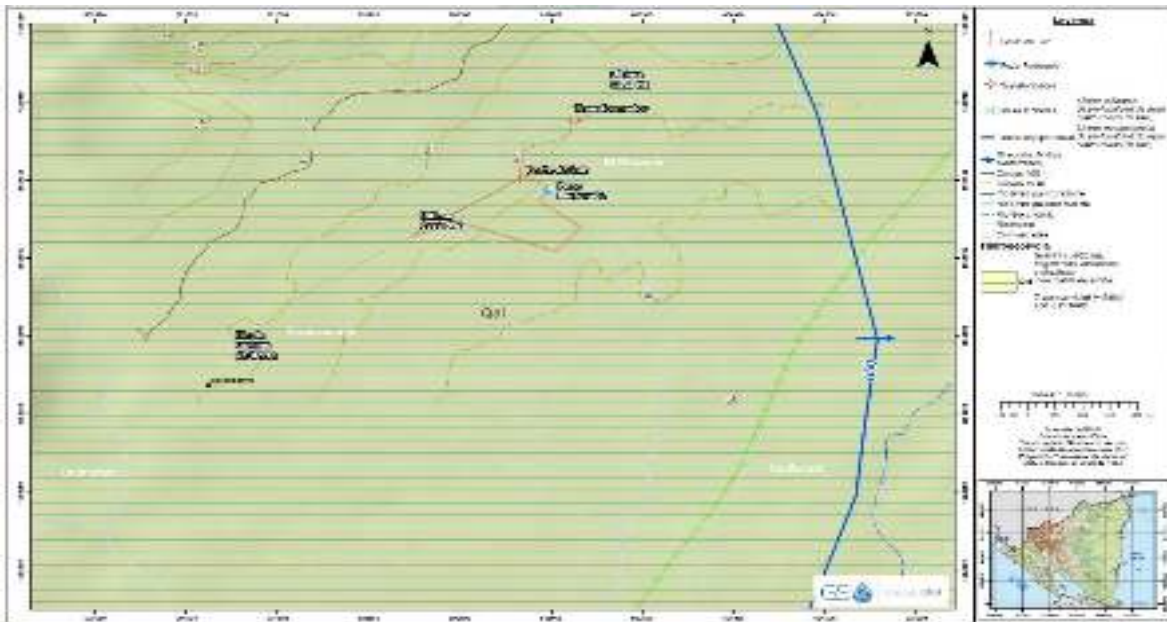
6.7.2. Hidrogeología

El proyecto se ubica dentro del valle de jalapa en la parte noreste; se ubica en una zona donde se intercalan sedimentos cuaternarios de diferentes estadías. La desintegración de rocas e intemperismo ha propiciado para que los sedimentos sean transportados por las corrientes pluviales hacia las partes bajas del valle y así rellenarlos con sedimentos residuales y aluviales (Qr - Qal).

Los espesores de los suelos varían entre 0 – 100 mts, en ellos encontramos acuíferos porosos de permeabilidad y transmisividad variable, entre bajas y altas. Se constituye el principal acuífero de la región.

La dirección del flujo subterráneo está orientada hacia el este con alguna inclinación sur correspondiente al drenaje de río coco y sus afluentes.

Ilustración 3. Hidrogeología del área de estudio.



Fuente: Alcaldía Municipal de Jalapa

6.7.3. Hidrología

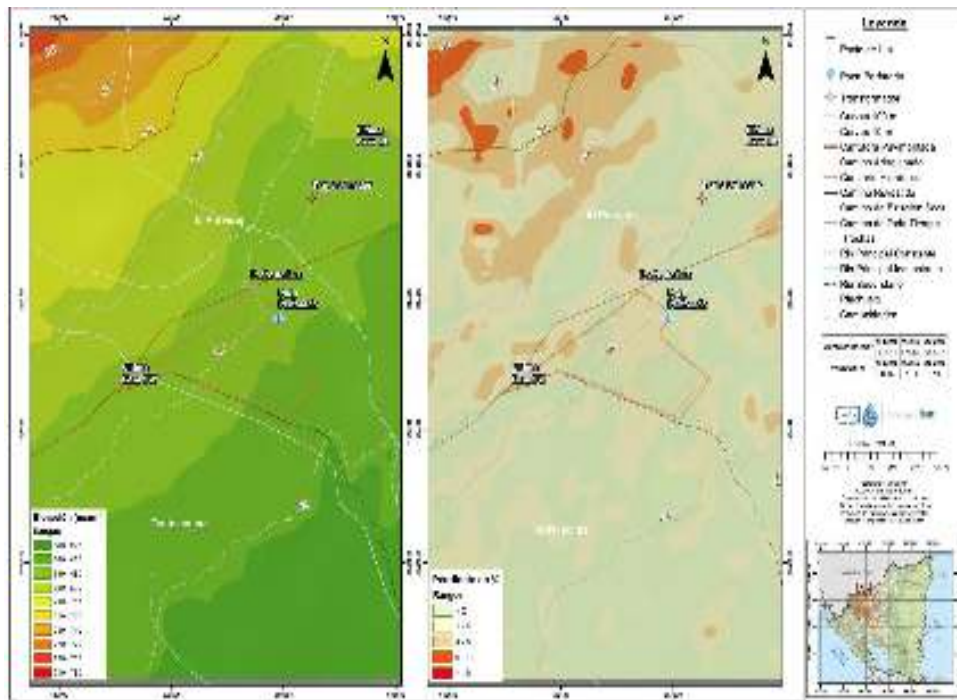
El área de Estudio se ubica dentro de la cuenca del Río Poteca con un área de recarga estimada de 68.57 Km², dentro de la sub cuenca Río Los Jocotes con un área de 30.38 Km².

Toda el área de la sub cuenca corresponde a la zona norte montañosa, frontera norte. La parte alta de la sub cuenca presenta elevaciones que van desde los 750 hasta los 700 msnm; aproximada un 50% de la sub cuenca se encuentra dentro de territorio hondureño.

El área de interés se ubica dentro de una nano cuenca de 0.742 Km², específicamente dentro del valle de jalapa con pendientes que van de 0 a 4%, es decir, topografía plana.

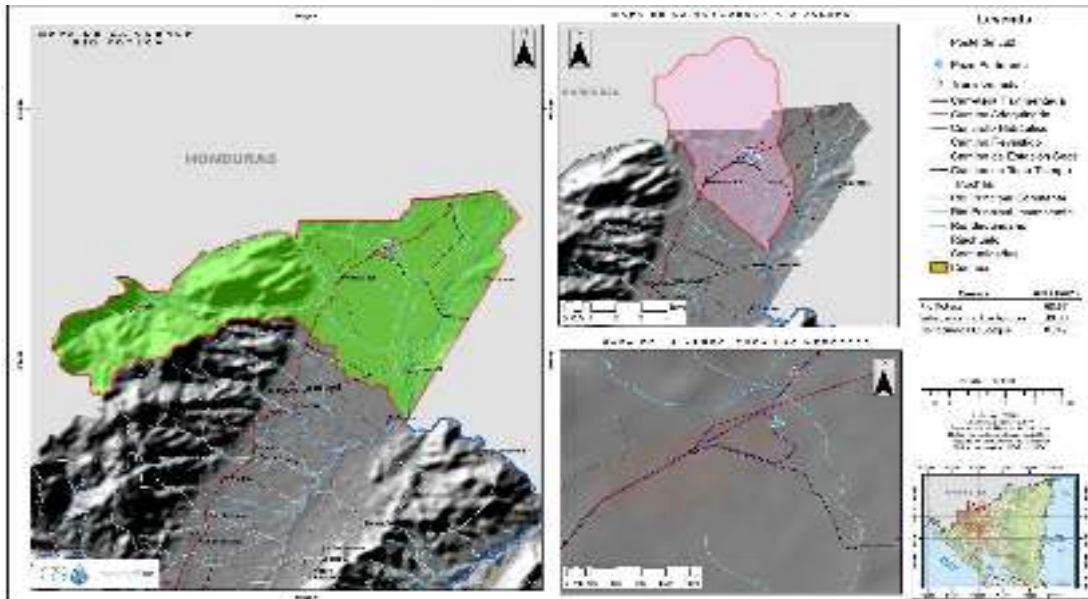
Esta sub cuenca abastece la parte norte del acuífero del valle jalapa y ayuda a mantener sus niveles de agua subterránea. Esta saturación favorece la infiltración secundaria necesaria para abastecer los pozos que se ubican en el límite del valle dentro de las formaciones metamórficas.

Ilustración 4. Pendientes y elevaciones en el área de estudio



Fuente Alcaldía Municipal de Jalapa

Ilustración 5. Área de recarga hídrica



Fuente: Alcaldía Municipal de Jalapa

6.8. Reconocimiento de terreno y levantamiento topográfico

Se realizó recorrido campo con el propósito de identificar los lugares de cobertura del proyecto en coordinación con líderes comunitarios. Posteriormente se procedió a realizar el levantamiento topográfico Planimétrico y Altimétrico, mediante la utilización de Cinta, estación total, para luego llevar los datos al Software Civil3D y procesarlos para trazar la línea de conducción, distribución y conocer los puntos más altos del terreno para proponer una posible ubicación del tanque de almacenamiento, siendo 640 m una de las cotas más elevadas y el lugar más cercano a la comunidad.

6.9. Estación de bombeo

La estación de bombeo sumergible a emplazar en el pozo perforado, conducirá el flujo de agua captada desde la obra de toma con una elevación mínima de bombeo de **596.85 m** hasta el ingreso del tanque de almacenamiento a una elevación de **655 m**.

La capacidad de la estación de bombeo se ha diseñado para suplir la demanda del periodo comprendido entre el año cero (2017) al año 20 del proyecto (2037) y un tiempo de bombeo de 16 horas diarias, que corresponde a caudal de bombeo de 1.108 lps (17.564 gpm), necesario para suplir la demanda en año horizonte de diseño.

6.9.1. Características del Equipo de Bombeo

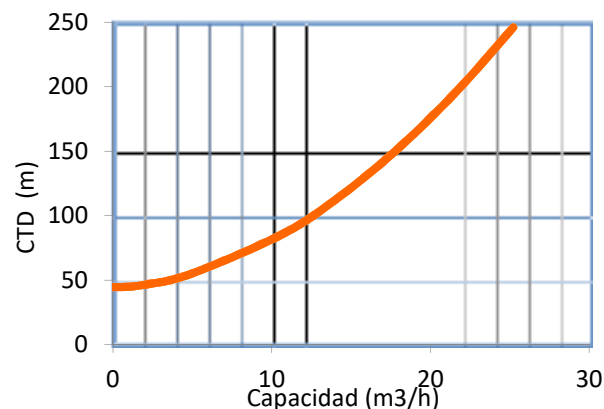
Las características calculadas para la selección del equipo de bombeo del proyecto se muestran en: **(Ver tabla 5)**

Tabla 5. Características del equipo de bombeo

Características	Capacidad	
	Caudal de Bombeo (Qb)	1.108 lps
Carga Total Dinámica (CTD)	58.28 m	192.473 pies
Eficiencia	75.00 %	75.00 %
Potencia	1.50 HP	1.1 Kw/ 1.5hp 230 V

Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 2 Curva característica de la bomba



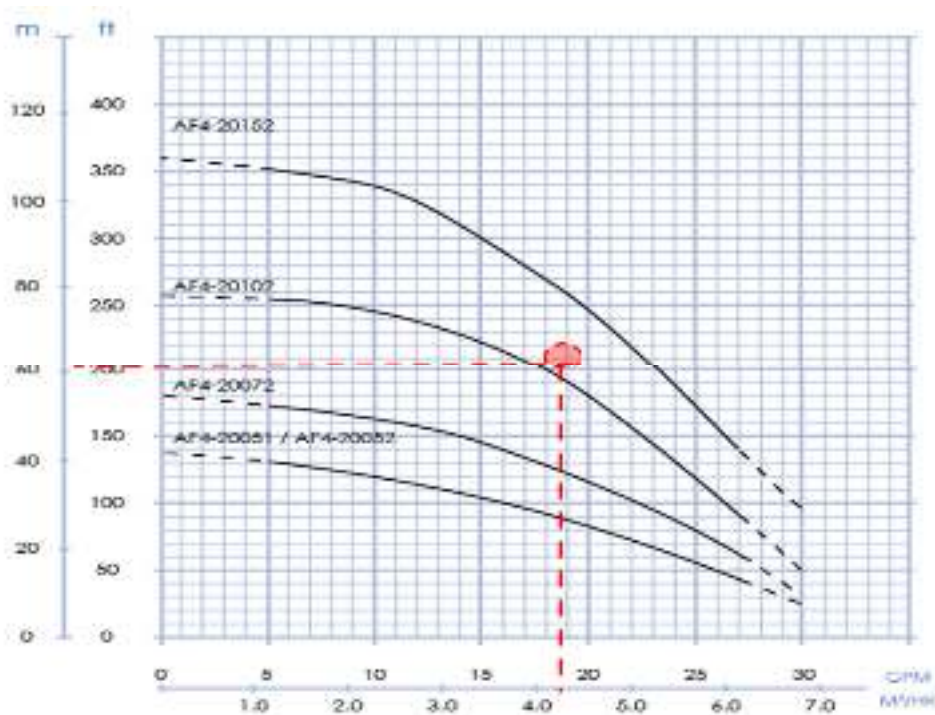
Fuente: Elaboración Propia

6.9.2. Selección del equipo de bombeo

Durante la selección del equipo de bombeo se consideró la marca del fabricante Franklin Electric uno de los distribuidores localmente en el país.

Para la selección final del equipo se tomaron las curvas características proporcionadas por el fabricante y se compararon con la curva característica proporcionada por Epanet, resultando una selección comercial del equipo tipo sumergible de 4" la serie AF4 GS modelo AF4-20152 marca Franklin Electric de 1.5 HP. Las bombas sumergibles de la serie AF4 en acero inoxidable Franklin Electric son apropiadas para aplicaciones municipales de suministro de agua y cuentan con un sistema hidráulico que mejoran la eficiencia y minimizan el desgaste. La bomba serie AF4 GS modelo AF4-20152 marca Franklin Electric, ya viene acoplada con motor sumergible de 4" de 1.5 HP 230 V monofásico.

Gráfico 3 Curva característica de bomba seleccionada Vs. Fabricante



Fuente: Franklin Electric

Tabla 6. Característica de la estación de bombeo seleccionada

Concepto	Resultado
Marca de Equipo	Franklin Electric
Serie del Equipo	AF4
Modelo del Equipo	AF4-20152
Cantidad de Equipos	1
Potencia Requerida	1.5 HP
Eficiencia	70 %
Caudal	17.564 gpm
CTD	58.28 m

Fuente: Elaboración Propia

En la **gráfica No.3** se puede observar que al interceptar las curvas del fabricante con la curva característica calculada para nuestro equipo de bombeo seleccionado, el modelo AF4-20152 marca Franklin Electric de 1.5 HP nos da un caudal de 17.564 gpm mayor que el requerido sometido a un CTD de 192.474 pies aproximadamente. Por consiguiente, por el análisis de las curvas características calculada vs. Fabricante, se puede concluir que el equipo recomendado es el correcto.

Ilustración 6. Características Técnicas de la Bomba Seleccionada

Motor				Carga Total (ft)																	
Modelo AFT	kw	hp	Voltaje	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	240	260	300	360	400	440	480	
AF4-20051	0.37	0.5	115V		27	24	20	16	10												
AF4-20152	0.37	0.5	230V		27	24	20	16	10												
AF4-20072	0.55	0.75	230V				24	22	21	18	14										
AF4-20102	0.75	1	230V					24	23	21	19	17									
AF4-20152	1.1	1.5	230V							24	23	21	18	16	11						

Fuente: Franklin Electric

6.9.3. Columna de Bombeo

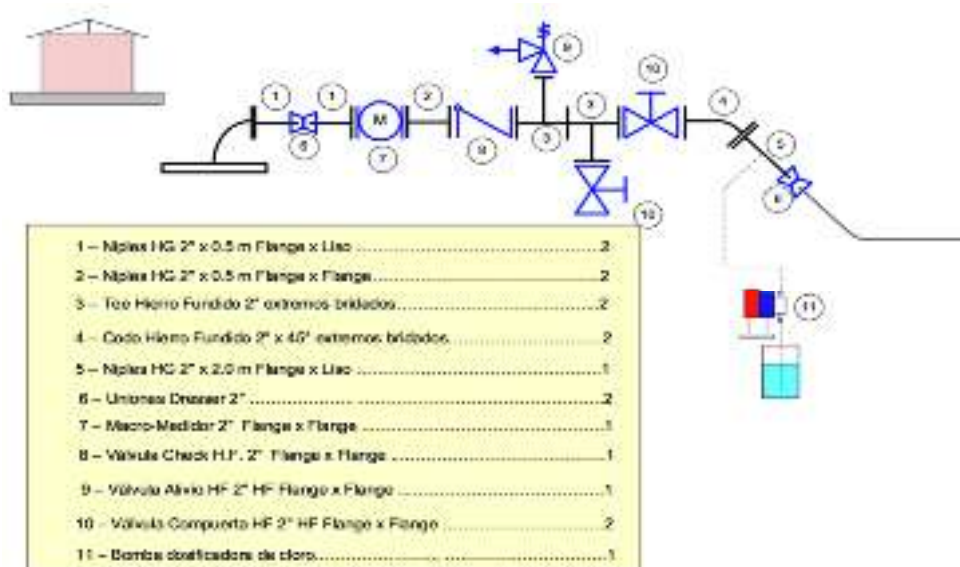
La columna de bombeo para el equipo seleccionado se diseñó de acuerdo al criterio recomendado en la norma INAA NTON 09 002-99 que establece que el diámetro de la columna debe ser tal que garantice que las pérdidas no sobrepasen el 5% de la longitud de columna. En este sentido, se propuso tubería de PVC de diámetro de 2", cuyas pérdidas son de 0.531m, menores que el 5% de la columna de 40.39 m.

6.9.4. Sarta de Bombeo

La sarta de bombeo y la válvula de Alivio se dimensionaron de acuerdo a lo estipulado en la tabla 6-3 y 6-4 del acápite 6.4 respectivamente de la norma INAA NTON 09 003-99. De acuerdo a este criterio el diámetro de la sarta de bombeo se ha fijado en 2 pulgadas y tipo de tubería de hierro galvanizado SCH-40.

En la figura siguiente se muestra el esquema de la sarta de bombeo y todos sus componentes.

Ilustración 7. Esquema de la Sarta de Bombeo y sus Componente.



Fuente: Elaboración Propia

6.10. Diseño de línea de conducción

Desde el pozo perforado, el agua será conducida mediante una línea de impulsión de PVC SDR 17 con 50 mm (2") de diámetro hasta el tanque de almacenamiento ubicado a 170 metros de distancia.

Información:

- Consumo de máximo día: **11.059 gpm**
- Periodo de diseño: **20 años**
- Longitud de la línea conducción: **170 m**
- Tiempo de bombeo: **16 horas**

6.10.1. Selección de diámetro económico

Para el cálculo del diámetro económico se obtuvieron los resultados siguientes:

Tabla 7. Cálculo de diámetro económico

Descripción	Formula	Unidad de medida	Datos	Resultados	Ø Económico
Caudal de bombeo (CMD)	Q.bom	m ³ /seg	0,000698		
Coefficiente de rugosidad		PVC	150		
Long. Línea de impulsión		ml	170		
Calculo de diametro económico	$\varnothing_{Econom.} = 0.9Q^{0.45}$	m		0,034	0,038
Ø económico de según formula de Bresse	$D = 1.5 \sqrt{Q}$	m		0,040	0,05

Fuente: Elaboración propia

6.10.2. Determinación de pérdidas de cargas

La pérdida de carga por longitud en la línea de conducción se calculó usando la fórmula de Hazen-Williams, (**ver tabla 8**), para esto fue necesario calcular las longitudes equivalentes. (**Ver anexo IV**)

6.10.3. Cálculo de pérdidas

Tabla 8. Cálculo de Pérdidas

Descripción	Formula	Unidad de medida	Datos	Resultados
Long. Equivalente de accesorios	codos de 90° (cant=4)	m	0,112	
Long. Equivalente de accesorios	codos de 45° (cant=3)	m	0,061	
Pérdidas en tubería	$H_f = 10.5494 \cdot \frac{Q^{1.85} \cdot L}{C^{1.49} \cdot D^{4.75}}$	m		0,53054
pérdidas por accesorios (codos de 45°+90°)	$H_f = 10.5494 \cdot \frac{Q^{1.85} \cdot L}{C^{1.49} \cdot D^{4.75}}$	m	0,173	0,00054
Total pérdidas HF				0,531

Fuete: Elaboración propia

6.10.4. Golpe Ariete

Tabla 9 Golpe de Ariete

Paso 1°. Cálculo del coeficiente C

Coficiente C 0,39

Paso 2°. Cálculo del coeficiente K

Coficiente K 2

Paso 3°. Cálculo del tiempo de parada T

$$T = C + \frac{K \cdot L \cdot v}{g \cdot H_m}$$

Tiempo de parada T (s) 0,81

Paso 4°. Cálculo de velocidad de onda

Celeridad σ 393,61

$$\sigma = \frac{9.900}{\sqrt{49,3 + K_1 \cdot \frac{D_m}{\sigma}}}$$

Paso 5°. Cálculo de la longitud crítica

Longitud crítica Lc (m) 159,41

$$L_c = \frac{\sigma \cdot T}{2}$$

Paso 6°. Caracterizar la impulsión. (Comparar L con Lc)

Resultado de la comparación Impulsión Larga. Calcular por Allievi

Paso 7°. Cálculo de sobrepresión.

Sobrepresión al pie de la impulsión H (m) 28,09

$$\Delta H = \frac{2 \cdot L \cdot v}{g \cdot T}; \text{ Michaud}$$

$$\Delta H = \frac{\sigma \cdot v}{g}; \text{ Allievi}$$

$$V = 10 \cdot P^{0,5}; \text{ Mendiluce}$$

Fuente: Elaboración Propia

6.10.5. Carga Total Dinámica

Tabla 10. Cálculo CTD

Descripción	Formula	Unidad de medida	Datos	Resultado
Profundidad de bomba	$CTD = HF + Dif h$ (Pozo-tanque)	m	40.23	
Altura de pozo		m	637.08	
Altura bomba = (h de pozo - prof. Bomba)		m	596.85	
Altura tanque elevado		m	655	
Cálculo de carga total dinámica		CTD pies (ft):		

Fuente: Elaboración propia

6.10.6. Potencia requerida de la bomba.

Tabla 11. Cálculo de potencia de la bomba

Descripción	Formula	Unidad de medida	Datos	Resultado
Caudal a Bombear	Q_b	gpm	16,590	
Eficiencia de la bomba		%	75%	
Carga Total Dinamica	CTD	ft	192,473	
Potencia requerida de la Bomba	$PRB = Q_b \cdot CTD / 3960 \cdot Ef = HP$	HP		1,075
Potencia requerida por el motor	$C = 1.2 PRB$	HP		1,290

Fuente: Elaboración propia

6.11. Red de distribución

De acuerdo con la Norma INAA NTON 09 002-99, la Red de Distribución se Calculará según las condiciones más desfavorable, siendo esta condición el Consumo Máximo Hora (CMH), que corresponde a 1.108 lps.

La red del sistema de distribución de agua potable es abierta. La distribución del caudal en cada red se concentró en cada nodo, aplicando el método de tributación de viviendas más cercanas al nodo, concentrando el caudal del Consumo Máximo Hora por vivienda.

El agua será suministrada por gravedad desde el tanque de almacenamiento sobre torre a través de una línea de aducción corta, conformada por tuberías PVC-SDR 26 diámetro de 1 1/2" 37,5mm, con una longitud de 9.82 metros que se acopla a la red de distribución. El tanque de almacenamiento es alimentado directamente desde la fuente de abastecimiento (pozo perforado) mediante la línea de impulsión. La red de distribución está constituida por un circuito abierto con varios ramales y para su dimensionamiento se utilizó la aplicación hidráulica computarizada EPANET, donde se analizó el comportamiento del sistema propuesto con todas las conexiones domiciliarias instaladas y una capacidad para abastecer la demanda futura en 20 años.

El modelo hidráulico, bajo la configuración Fuente-Tanque-Red, comprende:

- La captación por medio de un pozo perforado en donde se incorporará un equipo de bombeo sumergible de 1.5 HP.
- Una línea de impulsión que proviene del pozo perforado hacia el tanque de almacenamiento de 4,000 galones.

El esquema de estructuración física se introdujo en la aplicación EPANET, la que se alimentó con los datos relativos a:

- Las características de los elementos que constituyen los componentes del sistema, incluyendo las capacidades y demás características del equipo de bombeo en el punto de producción.
- El tanque de almacenamiento.
- Los nodos de la red de distribución con su elevación y la demanda aplicada en ellos, así como las longitudes, diámetros y coeficiente de rugosidad del material de los tramos de tubería entre nodos.

Los criterios utilizados para la elaboración de esta simulación en Epanet están en el acápite de Criterios de diseño (Criterios considerados para el diseño de Red de Distribución del sistema de abastecimiento en Epanet).

El modelo adoptado para la simulación hidráulica del sistema proyectado para el año 2037, corresponde a un sistema que opera en un sector hidráulico, que abarca la totalidad de la localidad, y que funciona bajo un esquema de configuración Fuente-Tanque-Red.

Se efectuó la simulación del modelo del CMH. En este análisis, la red de distribución se comporta de manera satisfactoria, obteniéndose presiones residuales que satisfacen la Norma INAA-NTON 09 002-99. La premisa fundamental fue que se obtuviera una presión residual no menor de 5 metros de columna de agua en cualquier punto de la red, considerando la elevación del fondo del tanque como la presión de partida. **(Ver anexo V)**

6.12. Tanque de almacenamiento

En el área de estudio, debido a las condiciones topográficas planas del terreno no existe la posibilidad de ubicar una obra de almacenamiento a nivel del terreno natural y que alcance una carga estática positiva que permita la entrega del agua por gravedad desde el tanque a la red y que además se garanticen presiones residuales mínimas permisibles en las casas más alejadas. Por tal razón, el tanque de almacenamiento a construir será sobre torre de acero de 15 metros de altura y contará con un cuerpo de acero con capacidad máxima de 15 m³, de los cuales 5.319 m³ son para compensar las variaciones horarias del consumo y 7.092 m³ corresponden a un volumen adicional de reserva para garantizar el consumo en caso de eventualidades ocasionadas por averías del sistema.

El volumen del tanque almacenamiento ha sido calculado de acuerdo a lo establecido en la norma INAA - NTON 09 002-99 para un periodo de diseño de 20 años.

En la **Gráfica No. 2** se muestra la variación de volúmenes necesarios de almacenamiento a lo largo del periodo de diseño, de lo que se puede concluir que, aunque el tanque sea construido para contener un volumen de agua de 12.411 m³.

Grafico 4 Volumen de almacenamiento



Fuente: Elaboración Propia

A continuación, en la **Tabla No.12**, se muestran los resultados obtenidos del volumen del tanque de almacenamiento del sistema de agua potable para la Comunidad El Bosque.

Tabla 12. Calculo de Volumen de Almacenamiento

CALCULO DE VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO				
Descripción	Formula	Unidad de medida	Datos	Resultado
CPDT		lps	0,410	
Volumen del Compensador	15%CPDT	%	15%	5,319
Volumen de Reserva	20%CPDT	%	20%	7,092
Porcentaje de Vol. A utilizar		%	35%CPDT	
Volumen de Almacenamiento	Vol Alm = 35%CPDT	m ³		12,411

Fuente: Elaboración propia

Años	CPDT (LPS)	Volumen de Compensador (m ³) 15% CPD	Volumen de Reserva (m ³) 20% CPD	Volumen (m ³)	Volumen (gal)
2017	0,238	3,087	4,116	7,203	1903,038
2022	0,273	3,537	4,716	8,253	2180,449
2027	0,313	4,050	5,400	9,450	2496,697
2032	0,358	4,644	6,192	10,836	2862,880
2037	0,410	5,319	7,092	12,411	3278,996

Fuente: Elaboración propia

6.13. Sistema de tratamiento

El agua cruda en su estado natural, aunque sea de origen subterráneo, no puede ser utilizada para ingesta sin un uso adecuado de tratamiento por no encontrarse suficientemente pura desde el punto de vista sanitario. Al pasar a través del suelo el agua puede arrastrar organismos vivos, nocivos para la salud humana, como son bacterias virus y parásitos. En este sentido, antes de distribuir el agua a los pobladores de la comunidad de El Bosque se deberá contar con el respectivo proceso de tratamiento.

6.13.1. Selección de Tecnología

Los resultados de los análisis del agua indican que estamos en presencia de agua de excelente calidad para consumo humano debido a que cumple con los parámetros físicos químicos mínimos recomendados por las normas CAPRE e INAA para consumo humano.

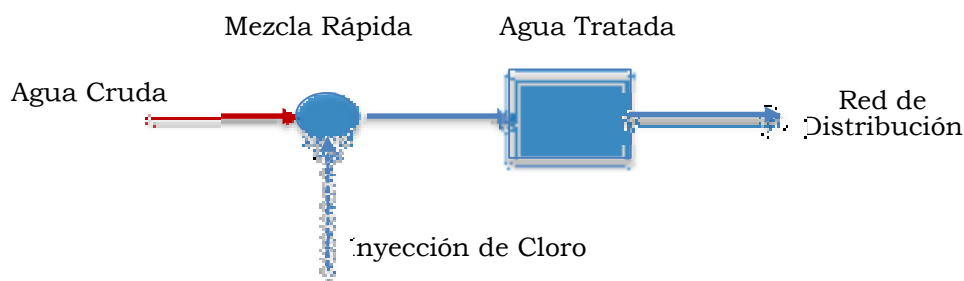
En el **(Anexo VI)**, se presentan los “Resultados de análisis físico químico, metal pesado y bacteriológico para agua subterránea en El Bosque, Jalapa”, se pueden observar los resultados, métodos utilizados por el laboratorio y los parámetros de la norma CAPRE con los que son comparados los resultados.

Tomando como referencia la norma del INAA para la clasificación de los recursos hídricos, se establece que el tipo de agua muestreada es categoría 1-A, agua destinada al uso doméstico que desde el punto de vista sanitario puede ser

acondicionada con la sola adición de cloro. En este sentido, debido a la excelente calidad del agua, la tecnología de tratamiento seleccionada para la potabilización del agua es la desinfección mediante hipoclorito, recomendado por la norma para pequeñas poblaciones.

A continuación, presentamos el esquema de tratamiento de la tecnología seleccionada:

Grafico 5 Esquema de Tratamiento para la Potabilización del Agua



Fuente: Elaboración Propia

6.13.2. Dosificación de cloro

Se ha considerado una dosis de cloro agregado de 2 mg/l. De acuerdo a la bibliografía consultada, con un cloro residual libre de 0.5 mg/l en un tiempo de contacto de 10 minutos a un pH de 7.0 se eliminará bacterias en forma similar a un cloro residual combinado de 0.6 mg/l en un tiempo de reacción de 60 minutos. En otras palabras, el valor de PH en el agua es determinante para proponer una dosis de cloro. Entre mayor es el valor del PH, menor es el poder oxidante del cloro y por tanto menor capacidad para destruir bacterias. En nuestro caso hemos usado el valor intermedio por encontrarnos con PH bajo con valor de 6.09. No obstante, la dosis definitiva, deberá determinarse durante la puesta en marcha del proyecto y hacer calibraciones de ser necesario. **(Ver anexo VII)**

Tabla 133. Cloración

I. Preparación de solución Madre				
Hipoclorito de Calcio / Ca(OH) ₂	Peso cloro activo		70	%
Vol. H ₂ O de disolución		250	Lts	
Peso del solido del cloro utilizado		3,5	Kg	
Concentración de Cloro activo en la solución		1	%	
II. Caudal de la Bomba Dosificadora				
Concentración de solución	0,5	mg/ ltr		
Caudal a tratar	2,51	m ³ /hr	Caudal Max. Dia	
Concentración de cloro en solución	10	gr/ ltr		
Caudal de Bomba Dosificadora	0,13	lts/ hr	0,80	GPD

Fuente: Elaboración propia

6.13.3. Tiempo de Contacto

La norma recomienda que el tiempo de contacto entre el cloro y agua sea de 30 minutos antes de que llegue al primer consumidor; en situaciones adversas acepta un mínimo de 10 minutos. En nuestro caso, debido a que estamos en presencia de agua con valor de PH bajo, deducimos que un tiempo de contacto de 10 minutos entre el cloro y agua es suficiente para eliminar bacterias.

6.13.4. Capacidad Requerida de la Estación de Cloración

Preparación de la solución madre:

El Hipoclorito de Calcio se vende en forma de polvo y viene en concentraciones activas de 65 y 70%. Para la preparación de la solución madre se ha considerado

usar hipoclorito de calcio al 70%. Se propone preparar una solución madre en 250 lts de agua en base a 3.5 Kg de hipoclorito de calcio al 70%, obteniendo 70 lts de solución de cloro activo de 10 gr/lit para ser utilizada en el hipoclorador.

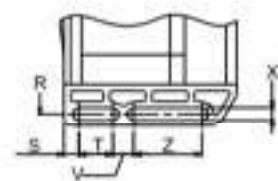
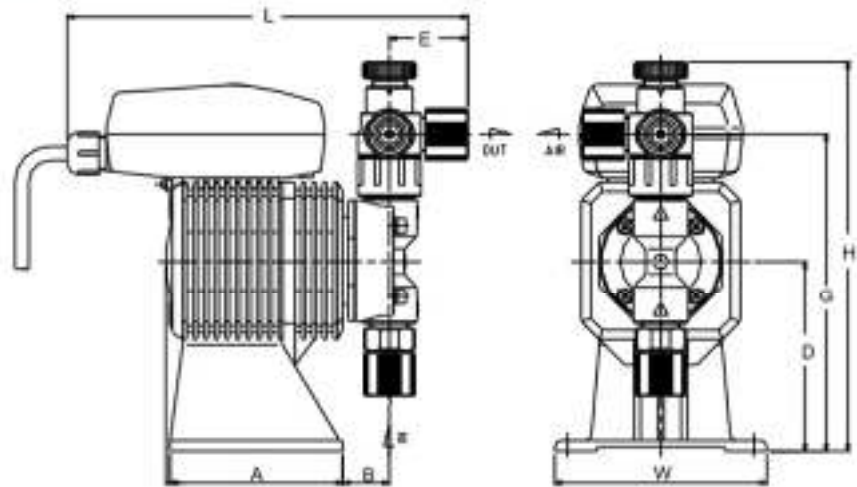
6.13.5. Bomba Dosificadora de Cloro

La bomba dosificadora seleccionada es de la marca WALCHEM Serie EZ tamaño C16 que ofrece caudales de hasta 1.3 GPH (5 l/h) y presiones máximas de hasta 150 PSI (10 bar), (**Ver anexo VIII**). Es muy simple de operar a través de solo tres botones. El ratio 360:1 provee una buena versatilidad y resulta en una alta resolución en la dosificación de químicos y la eliminación de los efectos de una lenta alimentación. A continuación, se presentan las especificaciones técnicas del equipo seleccionado recomendado:

Ilustración 8 Bomba dosificadora de cloro

Tamaño	Capacidad Max de descarga		Max. Capacidad por embolada	Máxima Presión ¹		Tamaño conexión tubo O.D. (in)
	GPH	mL/min	mL	PSI	MPa	
B11	0.6	38	0.11	150	1.0	3/8
B16	1.0	65	0.18	105	0.7	3/8
B21	1.5	95	0.26	60	0.4	3/8
B31	3.2	200	0.56	30	0.2	1/2
C16	1.3	80	0.22	150	1.0	3/8
C21	2.0	130	0.36	105	0.7	3/8
C31	4.3	270	0.75	50	0.35	1/2
C36	6.3	400	1.17	30	0.2	1/2

Dimensiones



Dimensiones para montaje

Modelo	R	S	T	X	V	Z
EZB	3.46"	0.28"	0.63"	0.24"	0.30"	1.26"
EZC	3.94"	0.59"	1.16"	0.29"	0.56"	1.16"

Dimensiones aproximadas para las bombas de gran tamaño.

Modelo	A	B	E	D	G	H	L	W
EZB	3.2	1.0	1.5'	3.5	6.8'	8.0	7.5	3.9'
EZC	4.1	1.1	1.5'	3.9	7.1'	8.4	8.2	4.6'

Notas para EZ11, 16, 21:

1. La adición de una válvula Multifunción incrementa la longitud total en 0.37". La adición de una válvula de venteo de aire Automática incrementa la longitud total en 1.59".
2. La adición de una válvula Multifunción incrementa la altura de la descarga en 0.22". No cambie por la válvula de venteo de aire Automática.
3. La adición de una válvula Multifunción incrementa la longitud total del lado líquido en 1.16". No cambie por la válvula de venteo de aire Automática.

Fuente Franklin Electric

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Falta de cobertura y abastecimiento de agua potable con servicio discontinuo y con alto potencial de contaminación por traslado y manipulación.
- Solamente cuentan con un Pozo Perforado equipado con una bomba de mecate en regulares condiciones para abastecer a toda la comunidad.
- La comunidad cuenta con un total de 343 habitantes según Censo comunitario y 80 viviendas levantadas e identificadas por la topografía, el 70% no tiene cobertura de agua, y el restante 30% tiene un servicio deficiente y agua de regular calidad.
- El pozo tiene condiciones físicas necesarias para ser explotado por equipo de bombeo sumergible.
- El pozo tiene un caudal de explotación de 44 gpm (2.78 lps).
- El análisis físico químico, metal pesado y bacteriológico del agua recolectada del pozo perforado PP- El Bosque, indica que el agua es de buena calidad para el consumo humano porque todos los parámetros están por debajo de los rangos establecidos por la norma CAPRE.
- La longitud total de la tubería es de 3,127.30.

Recomendaciones

- Se recomienda la construcción de un sistema de agua con bombeo eléctrico (MABE) en la comunidad El Bosque, a partir del pozo perforado existente que tiene la capacidad hidráulica y calidad física para ser utilizado y explotado en un proyecto de agua como el propuesto. Además, el sistema puede abastecer al 100% de la demanda poblacional proyectada a 20 años como alternativa más económica y segura, la cual ofrecerá un servicio continuo las 24 horas del día con agua de calidad a nivel domiciliario.
- Se recomienda incorporar un plan de saneamiento que proteja el acuífero
- Eliminar los focos de contaminación en un radio mínimo de 25m.
- Impulsar campañas de reforestación en el área de captación (Microcuenca) a fin de garantizar el abastecimiento de la población durante el período de diseño.

Bibliografía

DOSSA. (2011). *DOSSA.COM*.

INAA. (1989). *Normas de Diseño de Abastecimiento de agua Potable*.

INIDE, I. (s.f.). *Instituto Nicaraguense de Informacion de Desarrollo*.

lifeder. (2016). *lifeder.com*. Obtenido de lifeder.com:

Lopez, M. (2009). *Mlni acueducto* .

LOPEZ, R.A. (s.f.). *Diseño de Acueductos y Alcantarillados*. Bogota, Colombia:

Mendez, F., & Blanco. (2004). *Diseño de agua potable en la Comunidad*.

OPS. (2005). *GUÍAS PARA EL DISEÑO DE ESTACIONES DE BOMBEO* .

Reyes, M. (2011). *Calidad del agua*.

Tixe. (2004). *Guia de Diseño de la linea de conduccion para abastecimiento de agua potable*.

Walton, B. a. (1971). *Analisis de agua*.

ANEXOS

ANEXO I. Encuesta Socioeconómica

**ENCUESTA SOCIOECONOMICA.
COMUNIDAD EL BOSQUE
MUNICIPIO DE JALAPA
DEP. NUEVA SEGOVIA**



Proyecto: "Diseño de un Mini Acueducto Por Bombeo Eléctrico en la Comunidad El Bosque"

Fecha: _____ N.º DE LA VIVIENDA: _____

Nombre del Encuestador: _____

Nombre del Entrevistado: _____

Nombre del responsable del Hogar: _____

I. SITUACION Y DEMANDA DEL SERVICIO DE A.P.

1- ¿Cuenta usted con el servicio de agua potable en su vivienda?
SI NO

2- ¿De dónde obtiene agua que consume en su casa?
RIO
POZO
QUEBRADA
NINGUNA

3- ¿Qué distancia recorre en metros para obtener el agua?
MENOS DE 20
DE 50 A 100
MAS DE 100

4- ¿Cuántos viajes realiza al día para obtener el agua?
DE 1 A 3
DE 4 A 5
DE 5 A MAS

5- ¿Cuántas horas le toma al día para acarrear el agua?
0 a 1
DE 1 A 2
MAS DE 3

6- ¿Cuántos baldes de agua aproximadamente ocupa al día?
DE 3 A 5 DE 6 A 10 MAS DE 12

7- ¿Qué características posee el agua que usted consume?
En cuanto a:
COLOR: SIN COLOR CON COLOR
OLOR: SIN OLOR CON OLOR
SABOR: SIN SABOR CON SABOR

8- ¿Le gustaría tener servicio de agua potable en su vivienda?
SI NO

9- Le gustaría adquirir a través del proyecto:
TOMA DOMICILIAR TOMA DE PATIO
TOMA PÚBLICA

10- ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por este servicio?
DE 25 A 50
DE 50 A 70
DE 70 A MAS

II. SITUACION DE SANEAMIENTO E HIGIENE.

1- ¿Qué tipo de saneamiento tiene en su casa?
LETRINA SUMIDERO INODORO

2- ¿En caso de tener letrina, en qué estado se encuentra?
BUENA REGULAR MALA

3- ¿Se llena su letrina de agua en el invierno?
SI NO

4- ¿Cómo tratan la basura y desperdicios?
LA QUEMAN LA ENTIERRAN PASA EL TREN
DE ASEO

5- ¿Con qué frecuencia pasa el tren de aseo?
1 a 2 VECES A LA SEMANANA 1 VEZ AL MES NO
PASA

III. SITUACION ECONOMICA

1- ¿Cuántas personas habitan en hogar?

1.1- ¿Cuántos de estos son adultos, niños y personas de tercera edad?

ADULTOS _____
NIÑOS _____
TERCERA EDAD _____

2- ¿Cuántas personas del hogar trabajan?

	H	M	TOTAL
DENTRO DE LA COMUNIDAD			
FUERA DE LA COMUNIDAD			

3- ¿Cuál es el ingreso económico al mes, en el hogar?

C\$

4- ¿En que trabajan?

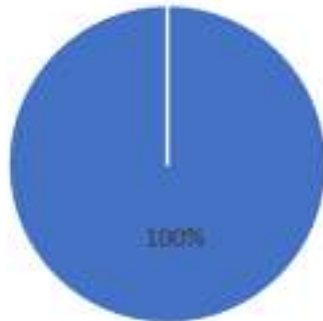
GANADERIA _____
AGRICULTURA _____
OTROS _____

Fuente: Elaboración propia

HISTOGRAMAS DE ENCUESTA SOCIO ECONOMICA

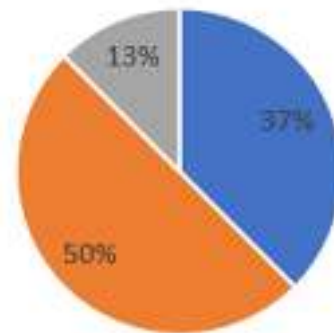
Situación de Agua potable y demanda

EL 100% DE LA POBLACION SE ABASTECE DE POZO PERFORADO

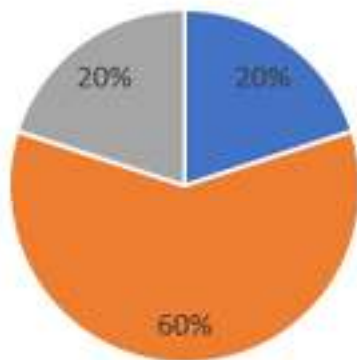


CUANTOS BALDES ACARREAN

■ 5 A MAS BALDES ■ 4 A 5 BALDES ■ 1 A 3 BALDES



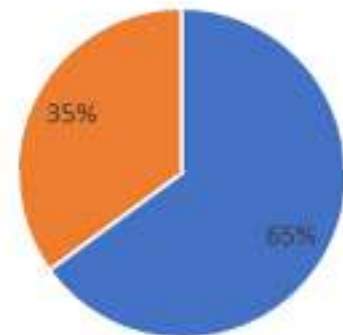
VIAJES QUE REALIZAN



■ DE 1 A 3 ■ DE 4 A 5 ■ DE 5 A MAS

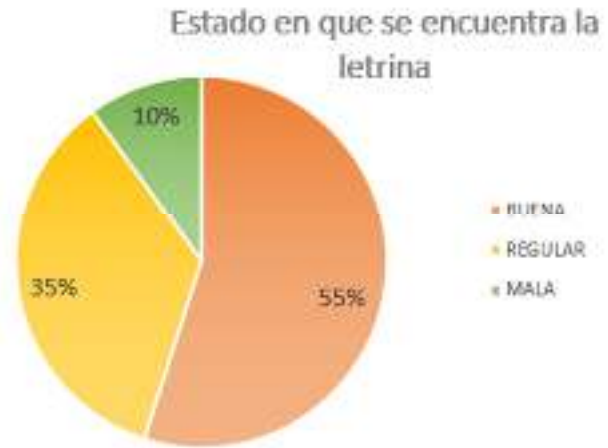
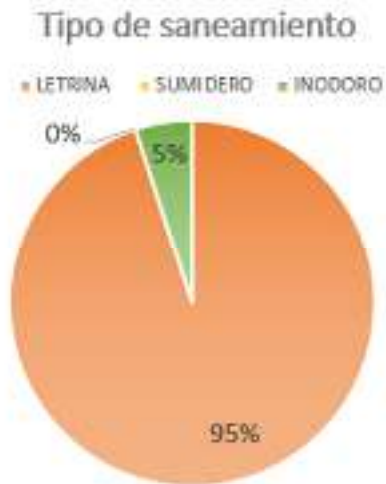
DISTANCIA QUE RECORREN

■ A MAS DE 100 MT
■ A MENOS DE 100 MT

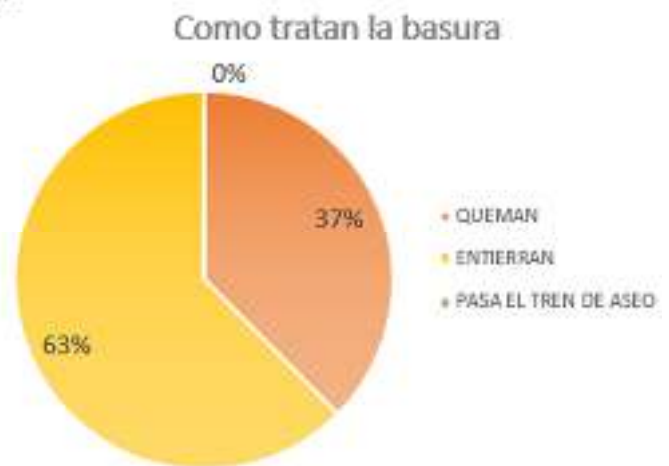
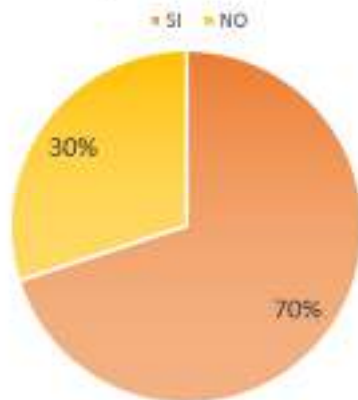


Fuente: Elaboración Propia

Situación de Saneamiento e Higiene

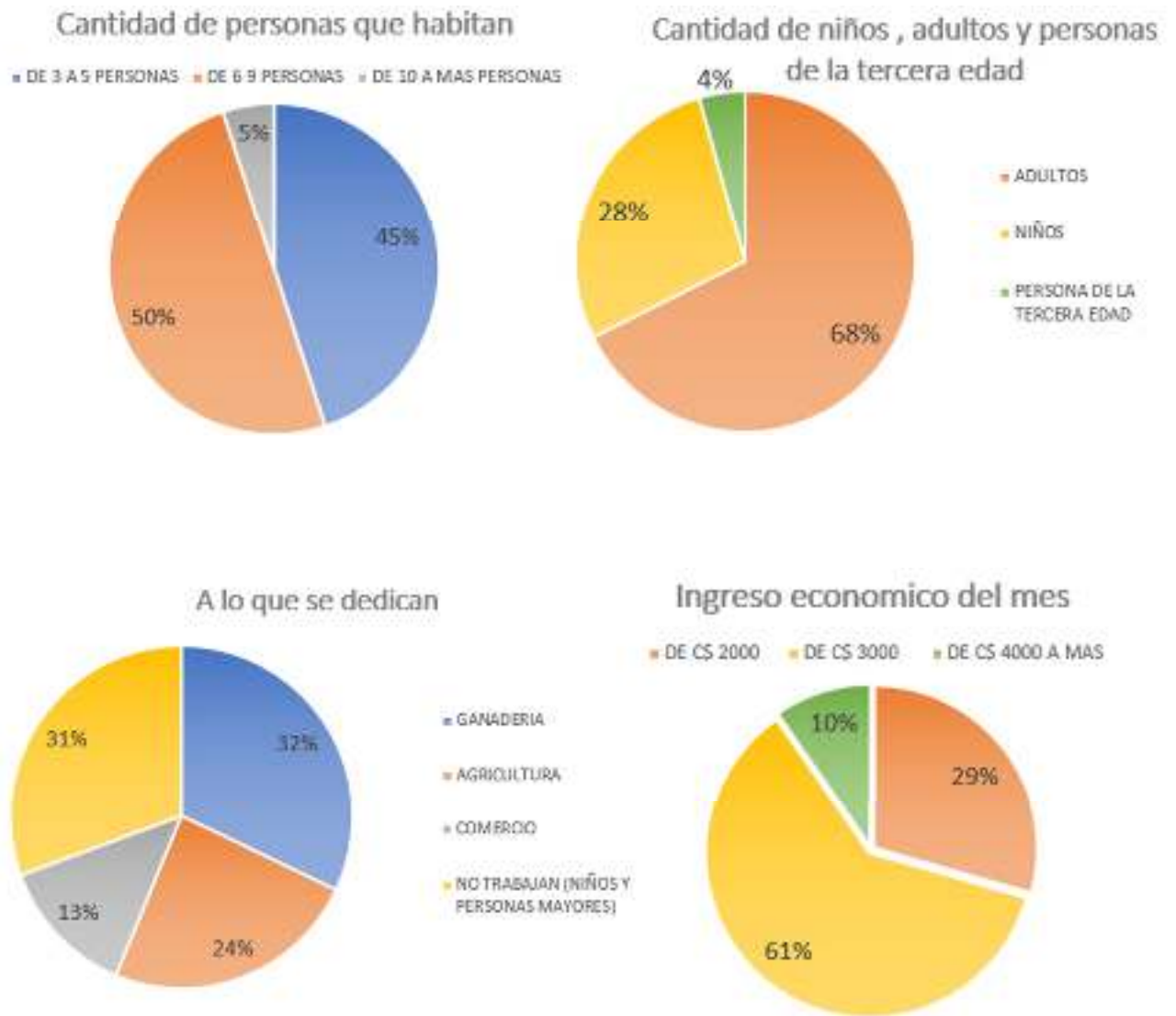


Se llena de agua su letrina en invierno:



Fuente: Elaboración propia

Situación económica



Fuente: Elaboración propia

ANEXO II. Informe de Estudio de Suelo



INFORME DE ESTUDIO DE SUELO

Proyecto: Estudio de Suelo Diseño de mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE) comunidad El bosque.

Bogotá, diciembre 2017

SEÑOR MANSOUR

Embajador de Francia:

AQUIVA LE PRESENTO CON EL TÍTULO DE ESTUDIO DE SUELOS PARA EL PROYECTO "Misión de señal acústico por bombas sísmicas (MIBAS) comunidad el bosque" Ubicado en la zona Rural de Jajapa, Departamento de Nueva Granada.

El estudio comprende la realización de investigaciones llevadas a nivel de campo, de laboratorio, así como de gabinete. También se presentan las conclusiones y recomendaciones que al final del estudio se ha refinado convenientes. Cabe señalar que los estudios fueron realizados según las normas correspondientes.

Nos ponemos a disposición para aclarar cualquier duda a los respectivos.

Atentamente, Laboratorio de
Materiales y Suelos S-
CONEST

cc: Andrés

NOMBRE DEL PROYECTO:

El proyecto se denomina "Diseño de mini acueducto por bombas eléctrica (MABE) comunidad el Baquejo"

UBICACIÓN

Ubicado en Municipio de Jalapa, Departamento de Nueva Segovia.

Ubicación de sondas de extracción de Muestras:

OBJETIVOS

El objetivo general del presente estudio es el de obtener los parámetros básicos necesarios del subsuelo para el Diseño de Estructuras de Obras verticales tales como lo son la Granulometría, Infiltración del Suelo y Capacidad de Soporta.

INVESTIGACIÓN EFECTUADA

Con el propósito de conocer las condiciones y características del sub-suelo, en el área donde se proyecta la obra, se procedió a realizar las sondas necesarias para la obtención del material a estudiar.

La metodología de investigación, consistió básicamente en un reconocimiento terreno del sitio y en la ejecución de sondas en número, localización y profundidades, definidas por el cliente. Las muestras obtenidas en el campo se clasificaron y clasificaron in situ, recibiendo procedimientos suficientes de campo, tomando muestras alveoladas, correspondiente a cada sonda, las cuales se trasladaron al laboratorio para realizar los ensayos básicos necesarios, ver en anexos fotos de las calizas y Pruebas en Laboratorio.

Especificaciones de Sondeos Realizados

CODIGO	Descripción	Sitio de Sondeo
SM-1	Muestras	Muestras
	Estrato 1, 0.0m – 1.80m capa de color Negro A-2-6, ARCILLA LIMOSA, ARENA ARCILLOSA SC	El bosque jalapa

A estas muestras se les registra una prueba de CBR. Por el método de DCP y correlación con el perfil estándar según la Norma ASTM D694-88

ESQUEMA DEL EQUIPAMIENTO

A las muestras obtenidas, obtenidas en la fase de campo, de las sondas, se designaron y fueron acondicionadas a envases de laboratorio.

A continuación, se indica los tipos de ensayos efectuados y la designación ASTM Y AASHTO correspondiente:

Tipo de Ensayo	Designación
Módulo granulométrico de las arenas	ASTM T 27 – 98
Límites ATTERBERG	ASTM T 89 – 98
Índice de plasticidad de las arenas	ASTM T 100 – 97
CBR correlativo con DCP	ASTM M 694-88 y ASTM T 193

Con los resultados obtenidos de estos ensayos, se procedió a la clasificación de las muestras mediante el procedimiento del Sistema Unificado de Clasificación de Arenas (SUCS) con designación de la ASTM D 2487.

SONDEO MANUAL 1 (SM-1)

ESTRATO 1:

Se describe como Material ARCILLA LIMOSA. El material clasifica dentro del grupo A-2-6 con índice de grupo 6. Clasificado según la AASHTO como suelo pobre a malo como sub-grado y una Clasificación según SUCS de suelo ARENA ARCILLOSA SC. Esta muestra posee un 0.00% de Límite Plástico y 34.17 % de Límite Líquido.

CBR: El suelo descrito anteriormente saturado y compactado al 90%, 95% y 100% Proctor estándar y Penetración en laboratorio con DCP tiene los valores siguientes:

Suelo	CBR, %			PPS según Humedad según (%)	Capilar, %
	90 %	95 %	100 %		
Suelo A-2-6 (S)	7	15	25	1,345	34.2

Relación Resistencia CBR: $\log_{10}(\text{CBR}) = 1.2$

SM1-E-3	Peso Específico (según)	Ángulo de Fricción	Carga Permeable (según)	Relació con DCP de según	CBR %
Suelo A-2-6 (S)	1,345	25	1.1	0.5	10

CUADRO DE DISEÑO

Código	Descripción	Valor Admitido
1	Coefficiente de Expansión de suelos Expansivos	1.2
2	Valor de resistencia a tracción en kg/cm^2	1.1
3	Modulo de elasticidad interna y peso Especifico del suelo (Grav:40)	$1,500 \text{ kg/cm}^2$
4	Factor de seguridad del suelo en corte de 1.5 circulizaciones	
5	Valor del Índice de Plasticidad (p_i)	0.40
6	Carga admisible para capacidad de soporte en kg/cm^2	1.00

RESULTADOS OBTENIDOS

Toda el área, según constituido en dos tipos de suelo como capa superficial tenemos "arena limosa" suelo blando de aspecto de color negro y su parte interna es de "limos Arenosos", altamente plásticos, impermeables y con un alto contenido de agua, Caracterizado de un color oscuro y Mación a como son los suelos limosos según los estándares nacionales.

Según la toma de los reportes técnicos de campo y los resultados de laboratorio, se puede afirmar que en todos los bancos en estudio predominan los tipos de suelo que se caracterizan de los siguientes:

En el examen visual 1 según el sistema nacional de clasificación de suelos, UNCS, el material se clasifica del tipo arena arcillosa en el sistema de clasificación de suelos de la AASHTO, correspondiente a la clasificación del tipo A-2-4 Suelo Arcilloso (materiales auxilia arcillosos) con índice de grupo de 0. En base al sistema de clasificación de suelos de la AASHTO, sobre muestras de material se caracterizan como Pobre a mala. Su capacidad de soporte acorde a la prueba es de 1.1 kg/cm^2 con una humedad óptima del 56.2%.

CONCLUSIONES

- El material del sitio del proyecto está conformado por un tipo de materiales arenos.
- Los materiales con predominio de finos, encontrados en la exploración son considerados no adecuados para ser utilizados como material de cimentación de terraplenes o Cimentaciones de alta carga estructural.
- En todas las pruebas realizadas no se detectó la presencia del nivel freático a las profundidades investigadas.
- El Valor Relativo Reporte obtenido en condición saturada es el 63% de su máxima densidad compactada por el método Proctor Modificado es de 43%.

RECOMENDACIONES GENERALES

Una de las alternativas que se propone involucra mejoramiento de suelo como lo es el suelo cementado y mejoramiento de las condiciones del terreno de cimentación. Esto se hace con el fin de facilitar una evaluación económica y aplicar la alternativa menos costosa.

Recomendaciones Verificables

- Se deberá mejorar las condiciones del material de cimentación mediante la eliminación del material existente (materiales blandos, no compactos e indeseables) hasta los 2 metros de profundidad medida a partir de la superficie del terreno actual. La excavación tendrá 0.30 metros mayores el ancho de la zapata. Proporción suelo cemento será utilizada de 1 bolsa de cemento por cada 5 canchales de suelo arenoso para una capacidad de 10.8 kg/m^2 .
- Se deberá colocar, a partir del fondo de la excavación una capa de piedra hacha con piedra triturada de no menos de 0.30 metros y sobre ella colocar la zapata o utilizar material de préstamo de banco certificado como bueno para base y sub-base cerca de la localidad. Al igual de utilizar material cementado con cemento para mejorar la capacidad de soporte (Banco Cemento). La presión de carga admisible a un metro cuadrado de 1.1 kg/cm^2 cuadrado o 11.1 kg/cm^2 con valor de CBR de 1.6.
- Para los vigas de fundación se requerirá mejorar 0.30 metros por debajo de la base de la viga usando piedra hacha o material similar y utilizar una presión admisible de 11.5 kg/cm^2 por centímetros cuadrados.

Resultados de Laboratorio

LABORATORIO DE MATERIALES Y SUELOS

Resultados de Ensayes de Laboratorio.		
Granulometría (ASTM D-		% en peso que pasa
Tamiz	mm.	SM-1
		Muestra No.3
2"	100	100
1½"	100	100
1"	100	100
¾"	100	100
No.4	4.75	100
No.10	2.00	95
No.20	0.85	68.50
No.40	0.425	19.25
No.10	0.150	7.00
No.20	0.075	13.25
Límite		
Límite Líquido (%)		34.17
Límite Plástico (%)	0	
Clasificación ASTM D-3282		A-2-B
Clasificación ASTM D-2957		SC
Peso Volumétrico Sólido		1.845
Capacidad de Carga (CBR)		1.7
Formación Capilar (%)		95.9
Factor de Ajustamiento (F _a)		1.20

ANEXO III. Calculo de proyección y consumo

TABLA DE PROYECCION Y CONSUMO COMUNIDAD EL BOSQUE

Numero de Años	Año	Tasa de Crecimiento anual	Poblacion	Dotacion (lppd)	Consumo Promedio Diario (lppd)	Total de Consumos (lppd)	20% T. Consumos	Consumo Promedio Diario (lps)	Consumo Maximo Dia (lps)	Consumo Maximo Hora (lps)
0	2017	2,75%	343	60	20580	20580,000	4116	0,238	0,405	0,643
1	2018	2,75%	353	60	21180	21180,000	4236	0,245	0,417	0,662
2	2019	2,75%	363	60	21780	21780,000	4356	0,252	0,429	0,681
3	2020	2,75%	373	60	22380	22380,000	4476	0,259	0,440	0,699
4	2021	2,75%	383	60	22980	22980,000	4596	0,266	0,452	0,718
5	2022	2,75%	393	60	23580	23580,000	4716	0,273	0,464	0,737
6	2023	2,75%	404	60	24240	24240,000	4848	0,281	0,477	0,758
7	2024	2,75%	415	60	24900	24900,000	4980	0,288	0,490	0,778
8	2025	2,75%	427	60	25620	25620,000	5124	0,297	0,504	0,801
9	2026	2,75%	438	60	26280	26280,000	5256	0,304	0,517	0,821
10	2027	2,75%	450	60	27000	27000,000	5400	0,313	0,531	0,844
11	2028	2,75%	463	60	27780	27780,000	5556	0,322	0,547	0,868
12	2029	2,75%	475	60	28500	28500,000	5700	0,330	0,561	0,891
13	2030	2,75%	489	60	29340	29340,000	5868	0,340	0,577	0,917
14	2031	2,75%	502	60	30120	30120,000	6024	0,349	0,593	0,941
15	2032	2,75%	516	60	30960	30960,000	6192	0,358	0,609	0,968
16	2033	2,75%	530	60	31800	31800,000	6360	0,368	0,626	0,994
17	2034	2,75%	544	60	32640	32640,000	6528	0,378	0,642	1,020
18	2035	2,75%	559	60	33540	33540,000	6708	0,388	0,660	1,048
19	2036	2,75%	575	60	34500	34500,000	6900	0,399	0,679	1,078
20	2037	2,75%	591	60	35460	35460,000	7092	0,410	0,698	1,108

Fuente: Elaboración Propia

**ANEXO V. Tabla de presiones y velocidades, simulación realizada en EPANET
(SIN CONSUMO)**

Nudos de red

Tabla de Red - Nudos				
ID Nudo	Demanda LFS	Altura m	Presión m	Calidad
Conexión n1	0.00	655.10	20.62	0.00
Conexión n2	0.00	655.10	20.92	0.00
Conexión n3	0.00	655.10	20.54	0.00
Conexión n4	0.00	655.10	20.49	0.00
Conexión n7	0.00	655.10	12.90	0.00
Conexión n6	0.00	655.10	13.71	0.00
Conexión n9	0.00	655.10	15.34	0.00
Conexión n10	0.00	655.10	15.61	0.00
Conexión n11	0.00	655.10	15.95	0.00
Conexión n12	0.00	655.10	15.49	0.00
Conexión n13	0.00	655.10	12.53	0.00
Conexión n16	0.00	655.10	17.35	0.00
Conexión n17	0.00	655.10	18.13	0.00
Conexión n18	0.00	655.10	18.12	0.00
Conexión n19	0.00	655.10	18.14	0.00
Conexión n20	0.00	655.10	22.21	0.00
Conexión n21	0.00	655.10	22.47	0.00
Conexión n22	0.00	655.10	18.56	0.00
Conexión n23	0.00	655.10	18.05	0.00
Conexión n24	0.00	655.10	22.60	0.00
Conexión n25	0.00	655.10	19.54	0.00
Conexión n26	0.00	655.10	19.27	0.00
Conexión n27	0.00	655.10	20.76	0.00
Conexión n28	0.00	655.10	21.46	0.00
Conexión n29	0.00	655.10	18.42	0.00
Conexión n30	0.00	655.10	22.75	0.00
Conexión n34	0.00	655.10	16.06	0.00
Conexión n37	0.00	655.10	19.55	0.00
Conexión n38	0.00	655.10	19.66	0.00
Conexión 7	0.00	655.18	19.37	0.00
Conexión 8	0.00	655.95	18.21	0.00
Conexión 9	0.00	655.30	16.26	0.00
Embalse 3	-1.05	595.85	0.00	0.00
Depósito 2	1.05	655.10	0.10	0.00

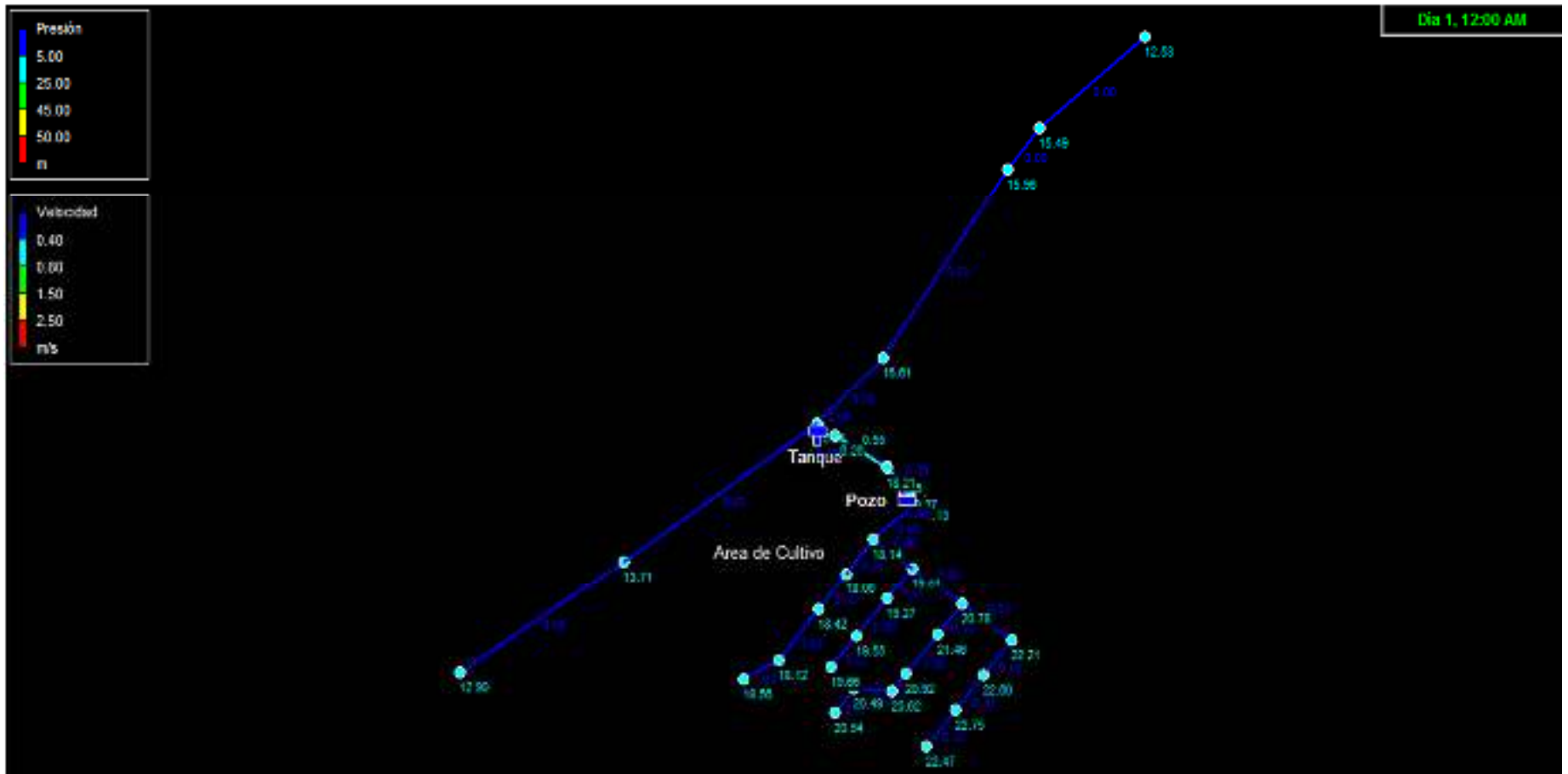
Líneas de red

Tabla de Red - Líneas				
ID Línea	Díámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería 2	50	0.00	0.00	0.00
Tubería 3	50	0.00	0.00	0.00
Tubería 4	50	0.00	0.00	0.00
Tubería 5	50	0.00	0.00	0.00
Tubería 6	50	0.00	0.00	0.00
Tubería 7	38	0.00	0.00	0.00
Tubería 8	38	0.00	0.00	0.00
Tubería 9	38	0.00	0.00	0.00
Tubería 10	38	0.00	0.00	0.00
Tubería 11	50	0.00	0.00	0.00
Tubería 12	50	0.00	0.00	0.00
Tubería 14	38	0.00	0.00	0.00
Tubería 15	38	0.00	0.00	0.00
Tubería 16	38	0.00	0.00	0.00
Tubería 17	38	0.00	0.00	0.00
Tubería 18	38	0.00	0.00	0.00
Tubería 19	38	0.00	0.00	0.00
Tubería 20	38	0.00	0.00	0.00
Tubería 21	38	0.00	0.00	0.00
Tubería 22	38	0.00	0.00	0.00
Tubería 23	38	0.00	0.00	0.00
Tubería 24	38	0.00	0.00	0.00
Tubería 25	38	0.00	0.00	0.00
Tubería 26	38	0.00	0.00	0.00
Tubería 27	38	0.00	0.00	0.00
Tubería 28	38	0.00	0.00	0.00
Tubería 29	38	0.00	0.00	0.00
Tubería 30	38	0.00	0.00	0.00
Tubería 13	50	0.00	0.00	0.00
Tubería 34	50	1.08	0.55	6.91
Tubería 35	50	-1.08	0.55	6.91
Tubería 36	50	1.08	0.55	6.91

Fuente: Elaboración Propia

Diagrama de red de presiones y velocidades "SIN CONSUMO"

Las presiones la simulación oscilan entre 12.53 m hasta 22.75 m, y la velocidad es cero.



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla de presiones y velocidades, simulación realizada en EPANET
(CONSUMO MAXIMO DIA)**

Nudos de red

Tabla de Red - Nudos				
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Enchufe
Conexión n1	0.04	649.74	15.26	0.00
Conexión n2	0.11	649.78	15.60	0.00
Conexión n3	0.11	649.67	15.11	0.00
Conexión n4	0.04	649.69	15.08	0.00
Conexión n7	0.02	654.87	12.67	0.00
Conexión n8	0.02	654.85	13.49	0.00
Conexión n9	0.04	654.91	15.15	0.00
Conexión n10	0.02	654.74	16.25	0.00
Conexión n11	0.09	654.41	15.27	0.00
Conexión n12	0.04	654.39	14.79	0.00
Conexión n13	0.04	654.37	11.80	0.00
Conexión n15	0.04	653.15	15.41	0.00
Conexión n17	0.02	652.44	15.47	0.00
Conexión n18	0.04	651.08	14.10	0.00
Conexión n19	0.04	651.29	14.33	0.00
Conexión n20	0.09	650.23	17.34	0.00
Conexión n21	0.02	650.17	17.54	0.00
Conexión n22	0.04	651.00	14.54	0.00
Conexión n23	0.11	651.15	14.11	0.00
Conexión n24	0.07	650.19	17.66	0.00
Conexión n25	0.11	650.65	15.09	0.00
Conexión n26	0.11	650.45	14.56	0.00
Conexión n27	0.11	650.27	15.95	0.00
Conexión n28	0.13	649.95	16.32	0.00
Conexión n29	0.07	651.11	14.43	0.00
Conexión n30	0.07	650.17	17.82	0.00
Conexión n34	0.03	654.47	15.43	0.00
Conexión n37	0.11	650.43	14.88	0.00
Conexión n38	0.07	650.42	14.98	0.00
Conexión 7	0.00	656.68	19.87	0.00
Conexión 8	0.00	656.34	18.60	0.00
Conexión 9	0.00	655.30	16.35	0.00
Embalse 3	-1.32	696.85	0.00	0.00
Depósito 2	-0.58	695.10	0.10	0.00

Líneas de red

Tabla de Red - Líneas				
ID Línea	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería 2	50	1.90	0.97	19.72
Tubería 3	50	1.61	0.82	14.48
Tubería 4	50	1.98	0.80	13.98
Tubería 5	50	1.54	0.79	13.29
Tubería 6	50	1.52	0.77	13.03
Tubería 7	38	0.27	0.24	2.01
Tubería 8	38	0.16	0.14	0.74
Tubería 9	38	0.09	0.08	0.26
Tubería 10	38	0.04	0.04	0.07
Tubería 11	50	1.20	0.61	8.49
Tubería 12	50	0.80	0.41	3.99
Tubería 14	38	0.15	0.13	0.70
Tubería 15	38	0.08	0.07	0.24
Tubería 16	38	0.02	0.02	0.01
Tubería 17	38	0.45	0.40	5.18
Tubería 18	38	0.31	0.28	2.67
Tubería 19	38	0.20	0.19	1.18
Tubería 20	38	0.16	0.14	0.74
Tubería 21	38	0.11	0.10	0.40
Tubería 22	38	0.29	0.26	2.33
Tubería 23	38	0.18	0.16	0.95
Tubería 24	38	0.07	0.06	0.15
Tubería 25	38	0.20	0.19	1.18
Tubería 26	38	0.18	0.16	0.95
Tubería 27	38	0.09	0.08	0.26
Tubería 28	38	0.04	0.04	0.07
Tubería 29	38	0.04	0.04	0.07
Tubería 30	38	0.02	0.02	0.02
Tubería 13	50	0.24	0.12	0.43
Tubería 34	50	1.32	0.67	10.07
Tubería 35	50	-1.32	0.67	10.07
Tubería 36	50	1.32	0.67	10.07

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO VI. Resultado de análisis químico, metal pesado y bacteriológico.

Universidad Nacional de Ingeniería
Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo
Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente
Managua, Nicaragua

LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS FOAN1805-0173

EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN		TELÉFONO	
CSI		Residencia San Andrés Casa L-401 Ciudad San José		NR	
ATENCIÓN		CARGO	EMAIL	CELULAR	
Michael David Díaz Suárez		Gerente de Operaciones	midsu001@hotmail.com	50301223	
FECHA DE PROCEDIMIENTO DE MUESTREO EN EL LABORATORIO					
INGRESO DE MUESTRA	FECHA DE ANÁLISIS	FECHA DE RESULTADO	FECHA DE EMISIÓN DE CERTIFICADO DE ANÁLISIS	CADENA DE CUSTODIA	NÚMERO DE MUESTRA(S)
26/02/2018	26/02/2018	07/10/2018	07/10/2018	2581	LIMA (01)
Fecha y Hora de Muestreo			23/02/2018, 02:00 pm		Rango o valor máximo permitido o recomendado
Muestreado por			Alejandro González		
Supervisor de Muestreo en Campo			Alejandro González		
Fuente			Pozo Perforado		
Tipo de muestra			Agua Subterránea		
Observaciones de Ubicación			Comunidad El Bosque, Jolapa, Nueva Segovia		
Coordenadas			NR		
Codificación PIENSA			LA-1802-0747		
MÉTODO SM A OPA	ENSAYO REALIZADO / PARAMETRO	Unidad	VALOR DE CONCENTRACION / PUNTO DE MUESTREO		Norma CAPRE*
Visual	Aspecto	NE	Claro, PMS		NE
4500-B	Potencial de Hidrogeno	pH	6.09		6.5 - 8.5**
2510-B	Conductividad Eléctrica	µS/cm	181.40		400**
2130-B	Turbiedad	NTU	3.88		5
2120-C	Color Verdadero	UC	<0.00		10
2320-B	Acidez	mg/l	29.80		NE
2320-B	Alcalinidad	mg/l	<0.10		NE
2320-B	Bicarbonatos	mg/l	29.80		NE
4500-B	Nitratos	mg/l	18.23		50
4500-B	Nitritos	mg/l	<0.008		0.1
4500-D	Cloruros	mg/l	3.59		250
3500-B	Hierro Total	mg/l	0.02		0.3
4500-D	Sulfatos	mg/l	< 1.00		250
2340-C	Dureza total	mg/l	37.20		400**
2340-C	Dureza Cálcica	mg/l	21.84		NE
3500-B	Calcio	mg/l	8.75		100**
3500-B	Magnesio	mg/l	3.73		50
3500-B	Manganeso	mg/l	< 0.02		0.5
3500-X	Sodio	mg/l	3.30		200
3500-C	Fosforo	mg/l	1.24		10
4500-C	Fluor	mg/l	0.25		0.7

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea correspondiente; menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificado en la Norma, NR= No Reporta, PMS= Poco Medida en Suspensión, Métodos, Normas y/o Decreto aplicados: SM = Standard Methods, 21th 2005 EPA = Environmental Protection Agency.

* Norma regional de calidad del agua para consumo humano; ** Valor recomendado.

Los resultados reportados corresponden a los ensayos solicitados por el cliente

P.D. Leonardo Martínez
Coordinador Técnico y Laboratorio de Análisis PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados está de acuerdo al estado de los datos, a la metodología aplicada y a la objetividad e imparcialidad del proceso.

0004529

HIC 01/01
 Teléfono Dirección: (505) 2278-1482 • Teléfono: Área Académica 2270-5613 y 5866-6702 (M); Atención al Cliente Laboratorios 0847-6823 y 8152-7314 (M); Coordinación de Laboratorios 8100-0421 (M) • e-mail: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

Pág. 1 de 54

LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS

MP1609-0112

EMPRESA / PROYECTO / PERSONA			DIRECCIÓN		TELÉFONO
OSI			Residencial San Andrés, Casa L-01 Ciudad Sandino		NR
ATENCIÓN			CARGO	EMAIL	CELULAR
Michael David Díaz Suárez			Gerente de Operaciones	mdsu001@hotmail.com	8836-1223
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO					
INICIO	INICIO DE ANÁLISIS	FINAL DE ANÁLISIS	FECHA DE EMISIÓN DE CERTIFICADO DE ANÁLISIS	CADERA CUSTODIA	NÚMERO DE MUESTRAS
25/06/2016	26/06/2016	26/06/2016	10/09/2016	2561	Una (1)
Fecha y Hora de Muestreo			23/06/2016 02:00 pm		
Muestreado por			Alejandro González		
Supervisor de Muestreo en Campo			Michael David Díaz Suárez		
Fuente			Pozo Perforado		
Tipo de muestra			Agua Subterránea		
Observaciones de Ubicación			Comunidad El bosque - Jalapa, Nueva Segovia		
Coordenadas			NR		
Codificación PIENSA			LA-1609-0747		
METODO	ENSAYO REALIZADO	Unidad	VALOR DE CONCENTRADOR		
SM EPA	PARÁMETRO		PUNTO DE MUESTREO 1		
GH	Acétnico	mg/l	<0.001		
			Norma CAPRE*		
			0.01		

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.
 <: menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro. ND: No especificada en la Norma. NR: No Reporta.
 Métodos, Normas y/o Decretos empleados: SM = Standard Methods, 21st 2015 EPA = Environmental Protection Agency
 *Norma Regional de Calidad del Agua para Consumo Humano Norma Regional CAPRE.
 GH: Generador de Hidrógeno

Los resultados reportados corresponden a los resultados obtenidos por el método



COORDINACIÓN TÉCNICA
 PRO. Leoberto Pérez Amador
 Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaro que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio no se responsabiliza por su uso posterior a la entrega.

0004530

Fuente: Alcaldía de Jalapa

ANEXO VII. Inyección de solución madre a través de bomba dosificadora.

I. Preparacion de solucion Madre				
Hipoclorito de Calcio / $\text{Ca}(\text{OH})_2$	Peso cloro activo		70	%
Vol. H ₂ O de disolucion		250	Lts	
Peso del solido del cloro utilizado		3.5	Kg	
Concentracion de Cloro activo en la solucion		1	%	

II. Caudal de la Bomba Dosificadora				
Concentracion de solucion	0.5	mg/ ltr		
Caudal a tratar	4.4316	m ³ /hr	Caudal Max. Dia	
Concentracion de cloro en soluc	10	gr/ ltr		
Caudal de Bomba Dosificadora	0.22	lts/ hr	1.40	GPD

Fuente: Elaboración propia

Modelo de sistema de desinfección



ANEXO VIII. Presupuesto.

PROYECTO: Mini Acueducto por Bombeo Electrico en la Comunidad EL BOSQUE					
ITEM	ACTIVIDADES	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
10	Pozo Perforado				
1	Preliminares				
2	Limpieza inicial	m ²	5	15	75
3	Desmontaje de Bomba de Mecate Existente	gbl	1	1750	1750
4	Bloque de concreto 3000 psi (2.6' x 2.6' x 2.6')	gbl	1	4700	4700
20	Instalacion de Equipo de Bombeo, Columna de Bombeo y Sarta				
1	Suministro e instalacion de bomba sumergible AFT AF4 20152 22 gpm (CDT 55) y motor de 4" (1.5 Hp, 1 Ph, 230 volt, 60 Hz)	gbl	1	20701.65	20701.65
2	Suministro e instalacion de columna de bombeo de 2" HG / ASTM A-53 x 20' con acople y espaciadores para verticalidad.	pies	135	145	19575
3	Suministro e instalacion de niple HG 1 1/4" x 0.30 mts rosca macho en ambos extremos	c/u	1	340	340
4	Valvula check 2" Br. Simons y reductor concentrico de 2" a 1" HG conexi3n hembra en sus extremos	c/u	1	2635	2635
5	Suministro e instalacion de sarta de descarga de 2" con controles HI y Bronce bridados y roscados, de 5.5 mts de longitud con nipleria HG.	gbl	1	64312.5	64312.5
6	Suministro e instalacion de bomba dosificadora de cloro electrica de 31.2 GPD @ 150 psi, 110 volt. Con accesorios de conexi3n en sarta	gbl	1	44338.5	44338.5
7	Suministro e instalacion de tanque plastico de 250 lts para succion de soluci3n madre en area de tratamiento.	c/u	1	1380	1450
8	Pintar con compresor y pintura anticorrosiva (azul tipo ENACAL) la sarta de descarga.	ml	5.5	1353	7442
30	Construccion Electrica				
1	Baja Tension				
2	Alambrados				
2.1	Conductor electrico AWG THHN #14	ml	30	9.7	290
2.2	Conductor electrico AWG THHN #12	ml	60	14.5	870
2.3	Conductor electrico AWG THHN #8	ml	24	22.9	549
2.4	Conductor electrico AWG THHN #6	ml	6	66.3	398
2.5	Conductor electrico TRIPLEX # 6 ACSR (ACOMETIDA)	ml	25	44.0	1100
2.6	Cable protoduro TGP 4x12 THHN	ml	40	103.2	4127
2.7	Cinta 3M Scotch® 23	c/u	1	485.0	485
2.8	Conector Wire Nut color rojo	ml	12	57.2	686
3	Lámparas y accesorios				
3.1	Tomacorriente Doble 120V, 20 Amp. Placa Roja Heavy	c/u	2	350.0	700
3.2	Apagador doble P/Empotrar 20 Amp. 120V.	c/u	1	150.0	150
3.3	lampara fl.408 rs 48-2 2x40w 12	c/u	1	1500.0	1500
3.4	LAMPARA SUPERF.FLUIO.200 RS-48 1X40W 120V	c/u	1	1120.0	1120
4	Paneles				
4.1	CENTRO CARGA 12 ESPACIOS 1F 125A EMPOTRAR SQUARE D	c/u	1	2650.0	2650

4.2	BREAKER 1X15A ENCHUF. 120/240V SQUARE D	c/u	1	255.0	255
4.3	BREAKER 1X20A ENCHUF. 120/240V SQUARE D	c/u	1	280.0	280
4.4	BREAKER 2X20A ENCHUF. 120/240V SQUARE D	c/u	1	450.0	450
4.5	BREAKER 2X15A ENCHUF. 120/240V SQUARE D	c/u	2	320.0	640
4.6	Conector para varilla polo a tierra	c/u	2	66.5	133
4.7	Varilla polo a tierra 5/8x7'	c/u	2	332.4	665
4.8	Canalizaciones				
4.9	Caja EMT 2x4" Servicio Pesado	c/u	3	36.6	110
5	Caja EMT 4x4" Servicio Pesado	c/u	3	43.2	130
5.1	Tapas ciegas 4x4"	c/u	3	21.6	65
5.2	Tubos Conduit PVC de 1/2" PVC	c/u	21	28.3	593
5.3	conectores Conduit PVC de 1/2" PVC	c/u	8	8.3	66
5.4	Curvas Conduit PVC de 1/2"	c/u	16	8.3	133
5.5	Uniones Conduit PVC de 1/2"	c/u	20	6.6	133
5.6	TUBO CONDUIT 3/4"X10 PVC	c/u	2	17.2	34
5.7	CONECTOR CONDUIT 3/4" PVC	c/u	1	7.1	7
5.8	UNION CONDUIT 3/4" PVC	c/u	1	6.1	6
5.9	CURVA CONDUIT 3/4	c/u	3	10.1	30
6	CALAVERA EMT 3/4" DE ENTRADA ALUMI	c/u	1	61.7	62
40	Media tensión				
1	Suministro e instalación Poste de concreto de 12 mts 300 daN Tipo UF	c/u	2	22500	45000
2	Suministro e instalación Poste de concreto de 10.5 mts 300 daN Tipo UF	c/u	2	17055.2	34110
3	Suministro e instalación de Estructura MT-801/C	c/u	1	4726.4	4726
4	Suministro e instalación de Estructura MT-602/C	c/u	1	6581.2	6581
5	Suministro e instalación de Estructura MT-605/C	c/u	2	3773.5	7547
6	Suministro e instalación de Estructura MT-606/C	c/u	1	4993.2	4993
7	Suministro e instalación de Transformador 1x10KVA, 14.4 KV, 120/240V	c/u	1	55078.5	55079
8	Suministro e instalación de TR2-105/C	c/u	1	23383.6	23384
9	Suministro e instalación de una polarización en anillo cerrado para Transformador 1x10KVA, 14.4 KV, 120/240V	c/u	1	11659.3	11659
10	Suministro e instalación de conductor aluminio #1/0 ACSR	ml	371	58.1	21558
11	Suministro e instalación de retenidas sencillas HA-100B/C	c/u	3	3710.1	11130
12	Suministro e instalación de unidades secundarias BT-101/C	c/u	1	278.8	279
13	Desmontaje de Poste de Pino 12m existente	c/u	1	4398	4398
14	Desmontaje de estructura VCI existente	c/u	1	1466	1466
15	Equipo de Bombeo				
15.1	Suministro e instalación de control box de 1.5 Hp, 230 Volt.	c/u	1	9901.5	9902
15.2	Suministro e instalación de panel eléctrico armado con componentes para 1.5 Hp, 230 Volt. (gabinete metálico ch 20 de 300 x 400 x 200 mm, contactor 16 amp 220 - 240, botonera, luz piloto, rele bimetalico 12 a 18 amp, guarda nivel, mini breaker 2 amp, timer para apagado - encendido, pararrayo, regulador de voltaje, varilla polo tierra 1/2" x 2 mts)	gbl	1	30753.4	30753
15.3	Suministro e instalación de electrodos de nivel acero inox c/forro	c/u	3	765.7	2297
15.4	Suministro e instalación de cable flat 3 x 12 con cinta eléctrica de caucho y Scotch #33 (3M). Sujetado a la columna de bombeo con bridas plásticas de 12" cada 2 mts.	pies	150	52.0	7797
15.5	Suministro e instalación de cable TSJ 3 x 14	pies	150	62.4	9365

15.6	Suministro e instalacion de caja de intemperie electrica (200 x 200 x 150) con 1 mtr de tubo flex electrico de 1" con conectores macho en puntas.	c/u	1	1809.3	1809
15.7	Suministro e instalacion de Flange de 8"Ø x 1/2" de espesor (Centro Ø 2 1/2" y Ø 11/8" para cables TSI y FLAT)	c/u	1	3043.8	3044
50	CASETA DE CONTROL				
1	Preliminares				
1.1	Limpieza inicial	m ²	16	20	320
1.2	Trazo y Nivelacion	m ²	16	40	640
2.1	Movimiento de Tierras				
2.2	Excavacion	m ³	2.5	200	500
2.3	Botar Material de Excavacion	m ³	1.1	110	121
2.4	Conformacion y Compactacion	m ³	16	150	2400
3	Estructuras de Concreto				
3.1	Concreto de 3000 PSI	m ³	3.05	5800	17690
4	Formaletas				
4.1	Formaletas en Zapatas	m ²	4	250	1000
4.2	Formaletas en Pedestales	m ²	1.6	250	400
4.3	Formaletas en Vigas	m ²	8.1	250	2025
4.4	Formaletas en Columnas	m ²	9	250	2250
5	Mamposteria				
5.1	Paredes de Bloques de 6"	m ²	31.86	350	17523
6	Acero de Refuerzo				
6.1	Acero de Refuerzo #2	Lbs	110	22	2420
6.2	Acero de Refuerzo #3	Lbs	254	22	5588
7	Acabado y accesorios				
7.1	Repello corriente 1:3	m ²	39.01	150	5852
7.2	Repello corriente 1:3 Jambas de 0.15	ml	2.4	80	192
7.3	Fino asentado mortero 2:5:1	m ²	39.01	90	3511
7.4	Fino asentado mortero 2:5:1 en Jambas de 0.15	ml	2.4	80	192
7.5	Pintura a dos manos	m ²	39.01	120	4681
8	Puertas y Ventanas				
8.1	Porton Metalico 2.10m x 0.90 m	c/u	1	6500	6500
8.2	Ventanas de Aluminio y Vidrio	m ²	2.4	1500	3600
8.3	Verjas Metalicas 1 m x 0.8m	c/u	3	1200	3600
8.4	Techo con Estructura Metalica y Cubierta de Zinc. Corrugado Cal 26	m ²	10.4	850	8840
60	LÍNEA DE IMPULSION				
1	Preliminares				
1.1	Trazo y Nivelacion	ml	170	20	3400
1.2	Excavacion en Suelo Normal hasta 1 m de profundidad	m ³	85	150	12750
1.3	Relleno con Material de la Excavacion	m ³	106.25	50	5313
2	Instalacion de Tuberias				
2.1	Suministro e Instalación Tuberia de Ø 1.5" PVC SDR-26	ml	170	58	9860
2.2	Instalación de Válvula de aire Combinada Plastica PN 10 Ø1"	c/u	1	5500	5500
2.3	Pruebas Hidrostaticas @ 500 ml	c/u	2	1850	3700
3	Proteccion de tuberias y accesorios				
3.1	Cajas de concreto para proteccion de valvulas de aire	c/u	1	2800	2800
70	TANQUE DE ALMACENAMIENTO METALICO DE 5,500 GLNS. MONTADO SOBRE TORRE DE ACERO DE 15 M				
1	Preliminares				
1.1	Limpieza inicial	m ²	36	20	720
1.2	Trazo y Nivelacion	m ²	25	50	1250

2	Movimiento de Tierras				
2.1	Excavacion	m ³	18	200	3600
2.2	Botar Material de Excavacion	m ³	21.6	100	2160
2.3	Relleno y Compactacion con material de banco	m ²	15.6	150	2340
3	Estructuras de Concreto				
3.1	Concreto de 3000 PSI	m ³	4.45	5800	25810
3.2	Formaletas	m ²	22.4	250	5600
3.3	Mejoramiento de Suelo en Zapatas (Suelo Cemento)	m ³	2.7	1350	3645
4	Acero de Refuerzo				
4.1	Acero de Refuerzo #2	lbs	157	22	3454
4.2	Acero de Refuerzo #4	lbs	577	22	12694
5	Estructuras de Acero				
5.1	Suministro e instalacion de angulares de 3"x3" de 1/8"	ml	214.6	170	36482
5.2	Suministro e instalacion de caja de "6x4" de 1/8"	ml	60	425	25500
5.3	Suministro e instalacion de caja de 4"x4" de 1/8"	ml	128	390	49920
5.4	Suministro e instalacion de platinas de anclaje de 1/4"	c/u	84	200	16800
5.5	pasamanos de tubo de 2" chapa #14	ml	12	250	3000
5.6	escaleras metalicas (incluye aros de proteccion)	ml	14	350	4900
5.7	Estructura metalica de cuerpo (laminas roladas al diametro requerido, fondo y tampa en dos secciones) incluye accesorios y pintura	kg	2750	26	71500
6	Accesorios				
6.1	Marcador de Nivel y Boya	c/u	1	9000	9000
6.2	Suministro e Instalacion de Valvula HF 3" (Salida y Limpieza)	c/u	2	12350	24700
6.3	Instalación de Válvula de aire Combinada Plastica PN 10 ø1"	c/u	1	5278	5278
6.4	Macromedidor de 3" en la Salida	c/u	1	10401	10401
6.5	Cajas de Concreto para Proteccion de valvulas	c/u	2	3085.43	6171
80	RED DE DISTRIBUCIÓN				
1	Red de Tuberías	m			
1.1	Trazo y Nivelación	m	3127	10	31273
1.2	Excavacion en Suelo Normal hasta 1 m de profundidad	m ³	1564	60	93819
1.3	Relleno con Material de la Excavacion sin compactar	m ³	1720.4	40	68816
1.4	Instalación Tubería de ø2" PVC SDR-26	ml	572	76	43472
1.5	Instalación Tubería de ø1.5PVC SDR- 26	ml	2555	58	148207
1.6	Pruebas Hidrostaticas @ 500 ml	c/u	3	1500	4500
1.7	Suministro e Instalacion de Micromedidores de Caudal (Caja de Registro)	c/u	80	1385	110800
2	Proteccion de Tuberías y Accesorios				
2.1	Cajas de concreto para proteccion de valvulas de Compuerta	c/u	3	2800	8400
3	Sectorización				
3.1	Suministro e Instalacion de Valvula HF 2"	c/u	3	5600	16800
4	Limpieza y Entrega	días	3	2500	7500
COSTOS TOTALES DIRECTOS					C\$1,474,292.52

Fuente: Elaboración propia

ANEXO IX. Fotos del sitio de proyecto.



Realización de encuesta



Pozo existente



Condición actual de viviendas



Toma de muestra para estudio de suelo



Estudio de suelo



Levantamiento topográfico