UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

“Diseño de mini acueducto por gravedad en la comunidad La Almaciguera, municipio de San Nicolás, al sur oeste de la ciudad de Estelí”

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Oscar Antonio Sobalvarro Aguirre

Br. Alex Edgardo Ney

Tutor

M.Sc. Ing. María José Castro Alfaro

Managua, Junio 2020

DEDICATORIA

Dios misericordioso por regalarme la vida, la oportunidad de estudiar la inteligencia, perseverancia, paciencia para poder cumplir mis metas, por eso y más le doy gracias a nuestro padre celestial por esta etapa tan importante tanto para mí como para mi familia.

Mi madre Juana Ney por traerme al mundo, por todo su esfuerzo para sacarme adelante para triunfar en la vida tanto profesionalmente también como una persona de buenos valores. Le doy gracia a Dios por tenerte como mi madre.

Br. Alex Edgardo Ney

DEDICATORIA

Dios misericordioso por regalarme la vida, la oportunidad de estudiar la inteligencia, perseverancia, paciencia para poder cumplir mis metas, por eso y más le doy gracias a nuestro padre celestial por esta etapa tan importante tanto para mí como para mi familia.

Mi padre Wilmer Sobalvarro por traerme al mundo, por todo su esfuerzo para sacarme adelante para triunfar en la vida tanto profesionalmente también como una persona de buenos valores. Le doy gracia a Dios por tenerte como mi padre.

Mi madre Blanca Aguirre por traerme al mundo, por todo su esfuerzo para sacarme adelante para triunfar en la vida tanto profesionalmente también como una persona de buenos valores. Le doy gracia a Dios por tenerte como mi madre.

Br. Oscar Antonio Sobalvarro Aguirre

AGRADECIMIENTO:

Dios por la vida, la salud, fuerza y la sabiduría para poder elaborar nuestro trabajo de culminación universitario para así tener mi título de profesión.

Universidad Nacional de Ingeniería Recinto Augusto Cesar Sandino por ser mi casa de estudio y por haber contribuido a mi formación profesional.

A la ing. María José castro Alfaro por su tiempo, disponibilidad, compresión y su asistencia en la elaboración de nuestro documento de tesis.

Br. Alex Ney

AGRADECIMIENTO

Dios por la vida, la salud, fuerza y la sabiduría para poder elaborar nuestro trabajo de culminación universitario para así tener mi título de profesión.

Universidad Nacional de Ingeniería Recinto Augusto Cesar Sandino por ser mi casa de estudio y por haber contribuido a mi formación profesional.

A la ing. María José castro Alfaro por su tiempo, disponibilidad, compresión y su asistencia en la elaboración de nuestro documento de tesis.

Br. Oscar Sobalvarro

Resumen ejecutivo

El presente documento monográfico presenta la evaluación y diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad de La Almaciguera del municipio de Estelí. En los que se retoman todas las características socioeconómicas y topográficas de la comunidad.

Como resultado de la encuesta realizada y la recopilación de información, se determinó una población aproximada de 118 habitantes distribuidos en 27 viviendas (4 hab/vivienda), con una proyección de 28 hab/km2 para un período de diseño de veinte años.

Topográficamente la comunidad de La almaciguera se asienta en la parte sur del extenso valle del municipio de Estelí; Presentando un declive con dirección Sur-Norte con elevaciones que varían desde los 1300 - 1390 metros de altura sobre el nivel del mar.

De acuerdo con los resultados del estudio realizado en la comunidad, ésta presenta condiciones favorables para la implementación de un sistema de agua potable, ya que el sitio de captación tiene una elevación de 1380msnm, una línea de conducción de 150 metros de longitud, un tanque de almacenamiento con capacidad de $5m^3$,una red de distribución de 1767.9m, dado que las velocidades son muy bajas, de acuerdo a los resultados obtenidos del análisis hidráulico realizado , es por ello que se ubican válvulas de limpieza en las partes más bajas de la tubería, y las presiones cumplen con lo establecido en las normas rurales de INAA.

En la proyección de la población se realizó un análisis de la demanda de consumo de agua, usando una dotación de 60 lts/hab /día y un 20% de pérdidas como lo indican las normas técnicas rurales del INAA; determinando una demanda actual de 0.1352 l/s y una demanda futura para el año 2039 (periodo de diseño) de 0.2216 l/s.

Con el proyecto se garantizará una cobertura del vital líquido al 100% de la población, partiendo con una demanda inicial de7788 lts/día y alcanzando una demanda futura para el 2039 de12762 de lts/día.

La fuente de abastecimiento solicitada para el abastecimiento de agua potable de los habitantes de la comunidad La Almaciguera, es la de un ojo de agua, para la construcción de un Mini Acueducto por gravedad, tipo: fuente, Línea de conducción, tanque de almacenamiento, Red de distribución y tomas domiciliares de patio, según los datos de población, la demanda y los aspectos técnicos, sociales y económico.

Para conocer la calidad del agua del acuífero de la comunidad La Almaciguera, se tomó una muestra del afloramiento de aguas subterráneas ubicada en la propiedad de Eusebio Cerrato la que se encuentra a una altura de 1380 msnm.

En el análisis físico-químico se consideró los parámetros que miden las características estéticas del agua tales como: (Turbiedad, temperatura, olor, color, sabor, concentraciones de iones de hidrógeno (pH) y conductividad eléctrica (dureza); los parámetros biológicos (coliforme total y fecal) y los parámetros químicos (concentraciones de cloruros, nitritos, calcio, magnesio, hierro, metales pesados, arsénico y cianuro) indicando que los parámetros analizados son inferiores al valor límite permisible, según la norma CAPRE. Esto significa que la muestra de agua de la fuente tiene la calidad apta para el consumo humano.

Acrónimos

CAPRE	Comité coordinador regional de instituciones de agua potable saneamiento de Centroamérica, Panamá y Republica Dominicana
CAPS	Comités de Agua Potable y Saneamiento
ENACAL	Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados
FISE	Fondo de Inversión Social de Emergencia
INAA	Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados
INEC	Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos
INETER	Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales
MARENA	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MINSA	Ministerio de Salud
NTON 09001-99	Normas Técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural
NTON 09002-99	Normas Técnicas de saneamiento básico rural
OMS	Organización Mundial de la Salud
INIDE	Instituto Nacional de Información de Desarrollo
GPS	Sistema de Posicionamiento Global

UNIDADES DE MEDIDA

cm	Centímetros
gl	Galones
gpm	Galones por minuto
gppd	Galones por persona por día
Hf	Perdidos friccionantes
Hl	Perdidas localizadas
Km	Kilometro
Lppd	Litros por persona por día
Lps	Litros por segundo
Lts	Litros
mm	Milímetros
m/seg	Metros por segundos
m	Metros
m^2	Metros cuadrados
m^3	Metros cúbicos
m.c.a	Metros columna de agua
mg/lt	Miligramos por litro
msnm	Metros sobre el nivel del mar
pulg	Pulgadas
UNT	Unidades de turbidez

DIVERSAS

CMD	Consumo máximo día
CMH	Consumo máximo hora
CPD	Consumo promedio diario
CTD	Carga total dinámica
G.A.	Golpe de ariete
H.F.	Hierro fundido
H.G.	Hierro galvanizado
MAG	Mini acueductos por gravedad
PVC	Cloruro de polivinilo

Índice

CAPITULO I: GENERALIDADES 1
1.1 INTRODUCCION 1
1.2 ANTECEDENTES 3
1.3 JUSTIFICACION 4
1.4 OBJETIVOS 6
1.4.1 Objetivo general 6
1.4.2 Objetivo especifico 6
CAPITULO ll Descripción del área de estudio 7
2.1 Macro localización 7
2.1.2 Micro localización 8
2.2 Clima 9
2.3 Hidrografía 10
2.4 Descripción general del sistema de abastecimiento 12
2.4.1 Población de la zona de influencia 13
2.4.2 Resultados de encuesta socioeconómica 14
Capitulo III MARCO TEÓRICO 18
3.1 Sistema de agua potable 18
3.2 Estudio socio económico 18
3.3 Encuesta 19
3.4 Levantamiento topográfico 19
3.5 Proyección de la población 20
3.6 Calidad del agua 20
3.7 Periodo de Diseño 20
3.8 Partes de un sistema de abastecimiento de agua potable y sus características principales. 22
3.8.1 Fuentes de abastecimiento 22
3.8.2 Captación 22
3.8.3 Líneas de conducción 23
3.8.4 Almacenamiento 24
3.8.5 Funciones del tanque de almacenamiento 24
3.8.6 Red de distribución 25

3.9 Población a servir 25
3.11 Presiones máximas y mínimas 26
3.12 Pérdidas de agua en el sistema.....26
3.13 Tratamiento 26
3.14 Desinfección.....27
3.15 Aplicación de cloro 28
3.16Tiempo de contacto.....28
3.17 Golpe de ariete.....28
3.18 Presupuesto estimado y cálculo de cantidad de materiales.....29
Capitulo IV DISEÑO METODOLOGICO.....30
4.1Realización de Censo, encuesta Socioeconómico y Análisis de los datos colectados en las encuestas.....30
4.2 Levantamiento topográfico 30
4.3 Calidad del agua 30
4.4 Diseño de los componentes del sistema.....31
4.4.1 Método del cálculo de Proyección de la Población 31
4.4.2 Variaciones de consumo 31
4.4.3 Factores de Máximas Demandas 32
4.4.4 Diseño de línea de conducción por gravedad 32
4.4.5 Golpe de ariete.....33
4.5 Cálculo del volumen de almacenamiento 36
b)Volumen de reserva: 36
4.6 Tanque sobre suelo.....37
4.7 Red de distribución.....37
4.8 Análisis, calculo hidráulico y simulación del sistema 38
4.9 Estimación de costo del proyecto 39
4.10 Elaboración de presupuesto 39
CAPITULO V: CÁLCULOS Y ANALISIS DE RESULTADOS.....40
5.1 Levantamiento topográfico 40
5.2 Proyección de la población.....41
5.3 Resultados de la calidad del agua 43
5.4 Diseño hidráulico del sistema 44
5.5 Análisis, calculo hidráulico y simulación del sistema de EPANET 46

5.6 Análisis hidráulico.....49
5.7 Almacenamiento.....54
5.8 Tratamiento y desinfección.....56
CONCLUSIONES.....58
RECOMENDACIONES 59
BIBLIOGRAFÍA 60
ANEXOS 61

Índice de imágenes

Imagen # 1 puesto publico.....12
Imagen # 2 puesto publico.....13
Imagen #3 Esquema del sistema de agua potable propuesto.....45
Imagen #4 distribucion de la red.....50
Imagen #5 velocidades en tuberías.....51
Imagen # 6 perfil longitudinal.....52
Imagen #7 presión en los nodos con consumo.....53

Índice de cuadro

Cuadro # 1: periodos de diseño de los componentes de un sistema de agua potable 21
Cuadro # 2: Valores de K para diferentes materiales de tubería.....35
Cuadro # 3: coeficiente de rugosidad de Hazen - Williams, para los diferentes tipos de materiales en los conductos.....39
Cuadro # 4: Cálculo de la tasa de crecimiento 41
Cuadro # 5: Variaciones de consumo.....42
Cuadro # 6: Golpe de ariete 48
Cuadro # 7: Diametro de tubería en red de distribucion 49
Cuadro # 8: Capacidad de almacenamiento.....55

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCION

El agua es un elemento esencial para mantener la vida. Las necesidades básicas humanas de abastecimiento seguro de alimentos e inmunidad frente a las enfermedades dependen de ella. El desarrollo social y económico de cualquier país se basa así mismo en la disponibilidad de agua limpia. Sin embargo, la realidad es que más de la tercera parte del mundo se ve agobiada por una severa crisis del agua y de saneamiento.

En Nicaragua, el servicio de agua potable se está extendiendo mucho más y con mayor frecuencia en zonas rurales; por lo que organismos no gubernamentales, cooperaciones externas, los gobiernos municipales en conjunto las comunidades han aunado esfuerzos y fondos para mejorar el abastecimiento de agua potable, mejorando las condiciones de vida para sus habitantes.

De acuerdo a la OMS (2017), el abastecimiento de agua potable es una necesidad fundamental, uno de los principales indicadores de salud preventiva para la población, el acceso y condición de este recurso determina directamente la calidad de vida de la población.

En teoría se cuenta con agua dulce suficiente para cubrir todas las necesidades de los seres humanos, pero debido a la excesiva contaminación por parte del hombre la calidad, disponibilidad de este recurso se está viendo afectada por lo que es de vital importancia la implementación de sistemas de abastecimiento de agua potable, que estos cumplan con los estándares de calidad para ser consumida y que el costo para obtener el recurso este de acuerdo a la capacidad económica de la población.

En la zona rural de Nicaragua la mayor parte de las comunidades no cuentan con sistemas de abastecimiento de agua potable, por lo tanto, no tiene acceso a agua potable y muchas veces esta es limitada también en cantidad; lo que supone un

riesgo para la salud de los habitantes, ya que esto contribuye a la aparición de enfermedades gastrointestinales.

Después de lo antes expuesto, el presente trabajo tiene la finalidad de realizar una propuesta de un mini acueducto por gravedad para la comunidad la Almaciguera, del municipio de San Nicolas, que garantice la calidad y cantidad requerida por los pobladores, considerando todos los criterios de diseño contemplados en la norma técnica para el diseño de abastecimiento en el medio rural (NTON 09001-99) provista por el instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA) Teniendo en cuenta el valor que implica la participación ciudadana en la ejecución de las diferentes etapas del proyecto.

1.2 ANTECEDENTES

La comunidad la Almaciguera se encuentra ubicada en el municipio de San Nicolás del departamento de Estelí, ubicada a unos 10 km de la cabecera departamental, en las coordenadas 1259586 N 8622283 O a una altura de 1317 msnm y la densidad poblacional es de 28 hab/km^2.

La mayoría de la población de la comunidad La almaciguera, del municipio de san Nicolás son de escasos recursos económicos, las actividades económicas implementadas como fuentes de ingresos en las familias son en la mayoría la producción de granos básicos, otros de más escasos recursos cultivan en pequeñas parcelas los granos básicos para su subsistencia y venden su mano de obra como jornaleros.

En este lugar ya existía un sistema de agua potable que ya no funciona debido al paso de los años ya que este proyecto se realizó según los habitantes de la comunidad hace 25 años. El terreno donde está el ojo de agua fue donado por el señor Eusebio Cerrato, fue construido en coordinación entre la Alcaldía y los pobladores de la comunidad; este es un sistema de puestos públicos de agua el cual consta de 3 puestos públicos para toda la comunidad. En época de verano los pobladores almacenan agua en barriles, baldes, etc. Ya que el vital líquido suele escasear debido al bajo nivel en el ojo de agua y durante la época lluviosa, los pobladores recogen agua de lluvia captada en los techos de sus viviendas. Ésta es utilizada únicamente para uso doméstico y aseo personal.

Actualmente Nicaragua cuenta con aproximadamente 5200 sistemas de abastecimiento de agua. En el municipio de Estelí, específicamente en la zona rural donde se ubican los sistemas de agua administrados por los Comités de Agua y Saneamiento. Actualmente se encuentran legalizados y cuentan con personería jurídica 54 comités de agua potable en la zona rural del municipio, los que administran diferentes tecnologías de sistemas de agua potable, en donde 18 son MAG.

1.3 JUSTIFICACION

Nicaragua se encuentra en la necesidad de realizar proyectos de agua potable y saneamiento para fortalecer una red de acueductos un tanto frágil en todo el territorio nacional sobre todo en las comunidades y/o zonas rurales del país donde la población se ve obligada a acarrear agua en bestias o a pie por varios kilómetros, cabe señalar que el traslado del agua es realizado en su mayoría por mujeres y niños lo que implica un gran esfuerzo físico; Siendo esta agua de fuentes poco seguras por lo que causan muchas enfermedades gastrointestinales como(diarrea, malaria, paludismo).

Además de que en la gran mayoría de estas zonas no se cuenta con sistemas de saneamiento confiables y en otros casos estos sistemas no existen del todo; Cabe señalar que la comunidad no cuenta con un puesto de salud por lo que tienen que viajar hasta la comunidad la Estanzuela para ser atendidos.

Con el fin de solucionar esta problemática se propone el diseño de un sistema de agua potable por gravedad para la comunidad la Almaciguera, el cual vendrá a brindar mayores condiciones de higiene y salubridad a la comunidad por ende disminuirá los casos de enfermedades gastrointestinales, ayudara a que el asentamiento se incorpore al desarrollo del municipio, así mismo permitirá un mayor crecimiento económico propiciando el aumento de pequeños negocios y la ampliación de otros servicios públicos.

Además de disminuir el trabajo de la mujer y la niñez en el hogar para abastecerse de agua, se creará conciencia en la población sobre la importancia del agua, así como las medidas que se deben aplicar para su conservación.

La escasez de agua afecta a más del 40 por ciento de la población mundial, una cifra alarmante que probablemente crecerá con el aumento de las temperaturas globales producto del cambio climático. Aunque 2.100 millones de personas han conseguido acceso a mejores condiciones de agua y saneamiento desde 1990, la decreciente disponibilidad de agua potable de calidad es un problema importante que aqueja a todos los continentes.

Cada vez más países están experimentando estrés hídrico, y el aumento de las sequías y la desertificación ya está empeorando estas tendencias. Se estima que al menos una de cada cuatro personas se verá afectada por escasez recurrente de agua para 2050.

Con el fin de garantizar el acceso universal al agua potable segura y asequible para todos en 2030, es necesario realizar inversiones adecuadas en infraestructura, proporcionar instalaciones sanitarias y fomentar prácticas de higiene.

Asegurar el agua potable segura y asequible universal implica llegar a más de 800 millones de personas que carecen de servicios básicos y mejorar la accesibilidad y seguridad de los servicios por más de dos mil millones.

En 2015, 4.500 millones de personas carecían de servicios de saneamiento administrados de manera segura (con excrementos adecuadamente dispuestos o tratados) y 2.300 millones carecían incluso de saneamiento básico.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Diseñar un mini acueducto por gravedad para la comunidad La Almaciguera, municipio de San Nicolás, al sur oeste de la ciudad de Estelí.

1.4.2 Objetivo especifico

1. Efectuar estudio socioeconómico de la población.

2. Realizar levantamiento topográfico para el conocimiento las características del terreno.

3. Proyectar la población y demanda de agua de la comunidad la Almaciguera.

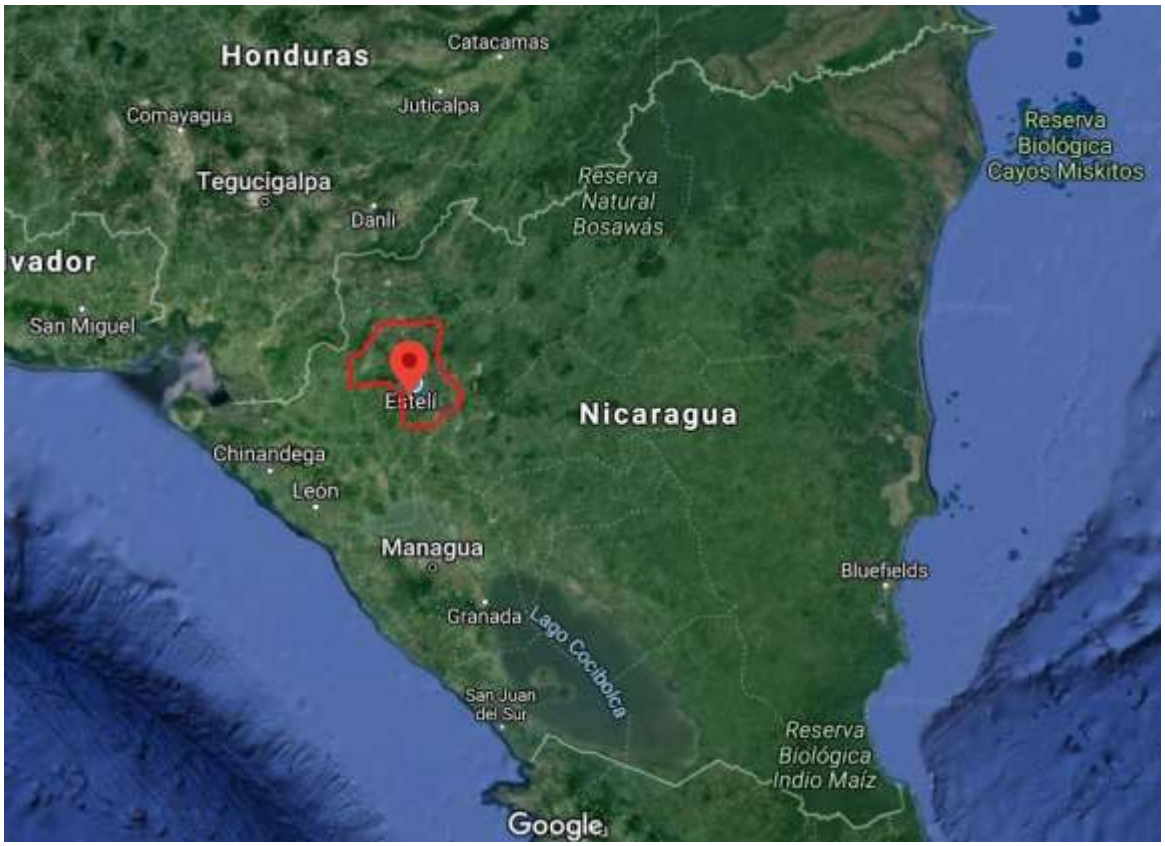
4. Dimensionar cada uno de los elementos del sistema de abastecimiento de agua potable.

5. Elaborar presupuesto de todo el sistema de abastecimiento que permita el conocimiento del costo total del proyecto para una futura ejecución del mismo.

CAPITULO ll Descripción del área de estudio

2.1 Macro localización

Mapa # 1 Macro localización Estelí, Nicaragua



Fuente: Google maps

2.1.2 Micro localización

Mapa # 2 Micro localización la Almaciguera, municipio de San Nicolás

Fuente: Google maps

2.2 Clima

Las características climáticas del municipio son variables, debido a la altitud, la latitud, y la orografía que condicionan diversas zonas. En general el clima del municipio según Papadaki es templado seco por ser una zona sujeta a la sequía.

La temperatura media anual es de 21.5 °C para una elevación de 815 msnm los valores descienden en función de la altitud, con un gradiente vertical de 0.6 °C. por cada 100 metros de altitud; así en aquellas zonas de mayor altitud la medida anual es del orden de los 18.0 °C se registran temperaturas mínimas bajas, a consecuencia principalmente de la altitud. El comportamiento general de la distribución mensual se caracteriza por ser máximas durante el mes de marzo (35.8°c Marzo de 1983) y mínimas en diciembre (5.5.°c Diciembre de 1975).

La humedad relativa promedio anual es de 70%, el grado de humedad aumenta hacia el noreste (Miraflor) y sur (Tomabú).

La alta evaporación promedio anual de 2,054 mm superior a la precipitación anual que se estima en 825 mm dificulta las actividades agrícolas en el municipio, siendo condicionante para la elevación de los rendimientos la necesidad de incrementar las áreas de riego.

Se distinguen tres sistemas fundamentales de vientos:

- ✓ **Alisios**: Soplan todo el año con dos direcciones noreste y sureste.
- ✓ **Vientos de Montaña**: Se presentan en el Valle de Estelí, donde la incidencia de las brisas de montaña tiene marcada influencia.
- ✓ **Vientos del Norte**: Se presupone que contribuyan también a la baja precipitación en el territorio de la cuenca del río Estelí por ser vientos secos provenientes de los departamentos de Madriz y Nueva Segovia. (Olivera, 2000)

2.3 Hidrografía

El Municipio de Estelí está dividido en 3 zonas hidrográficas: La vertiente del Pacífico con 120 kms^2, la vertiente Atlántica con 506 kms^2 y la Cuenca Lacustre (lago de Managua) con 200 kms^2 que está conectada con el Océano Atlántico por medio del Río San Juan.

El Río Isiquí que nace en la parte occidental desagua en el Río Viejo que a la vez es uno de los principales ríos que drenan al lago de Managua.

El Río Estelí que nace en el sur del territorio del municipio a la altura de los 840 mts, con una longitud estimada de 93 km, fluye cruzando la Ciudad de Estelí en un tramo de 6.0 km. y continúa su curso en el valle de Estelí hasta desembocar en el río Coco. Entre sus principales tributarios dentro del municipio están los ríos Estanzuela, La Sirena, El Tular y una serie de quebradas que conforman su cuenca hidrográfica que describe un pronunciamiento en forma de poza de sur a norte. Hay que destacar que la alta densidad de las aguas fluyentes durante la estación lluviosa muestra que: el suelo tiene una porosidad mínima, las rocas tienen una alta erosionabilidad y la superficie tiene un drenaje rápido.

Incluyendo el Río Estelí, la red hidrológica superficial del municipio se caracteriza por ser un sistema fluvial de aguas intermitentes cuyas cuencas sólo conducen agua durante la estación lluviosa, con un régimen irregular y caudales de estiaje muy reducido.

El río Estelí que es un recurso hidráulico de gran importancia para el municipio en la actualidad ha sufrido de emisiones de aguas residuales y crudas provenientes de viviendas y de industrias lo que ha originado su contaminación; el metabolismo hídrico del río, que ha sufrido trastornos por los cambios climáticos y talas de bosques en su cuenca, se complica aún más por la intensificación del riego y el consumo humano que provoca un rebajamiento en el nivel friático produciéndose una infiltración de agua fluvial que no sólo recarga el metabolismo hídrico del río, sino que contamina también el agua subterránea.

La demanda de leña en los últimos 10 años por el incremento de la población tiene su repercusión directa sobre el río, por las talas indiscriminadas que se han estado realizando en las riberas del río sin ningún control, han acabado hasta con los chilamates que con sus extensas raíces sirven de protección del talud del río. (Alcaldia Esteli, Ing. Jose Olivera, 2000)

2.4 Descripción general del sistema de abastecimiento

El abastecimiento de agua de los pobladores de la comunidad La Almaciguera se realiza de la siguiente forma: Poseen tres pozos públicos situados en diferentes puntos de la comunidad la cual permite que las personas obtengan el vital líquido, estos se encuentran ya en mal estado puesto que ese proyecto se realizó hace ya más de 25 años según los pobladores de la zona.

Imagen # 1 puesto publico

Fuente: elaboracion propia

Imagen # 2 puesto publico

Fuente: elaboración propia

La propiedad donde están ubicado el ojo de agua fue donada por el señor Eucebio Cerrato.

2.4.1 Población de la zona de influencia

En la comunidad existe un total de 27 casas más 1 iglesia, y 1 una escuela. La población total es de 118 personas que integran las diferentes familias e la comunidad La Almaciguera.

2.4.2 Resultados de encuesta socioeconómica

como parte del diseño se realizó un diagnostico situacional de la comunidad, para lo cual se levantaron en el mes de septiembre del año 2019, 27 encuestas socioeconómicas casa a casa, representando la totalidad de 47 familias, más una escuela y una iglesia.

Los datos obtenidos en la encuesta permitieron conocer diferentes aspectos, demográficos, socio-económico, de infraestructura, de educación, de salud y situación relacionada con agua potable y saneamiento de la comunidad los que se detallan a continuación:

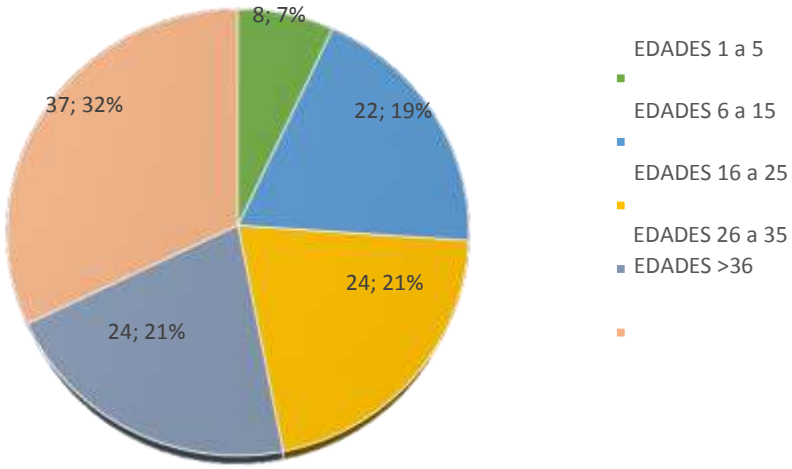
a) Población

Del total de 27 encuestas, el 53% son hombres, y el 47% son mujeres, en total se estima que la población que potencialmente se estaría abasteciendo del sistema de agua potable son 118 personas.

La población de esta comunidad es sumamente joven, el 68% tiene menos de 35 años, el 47% son niños, adolescentes y jóvenes menores a 25 años y apenas el 32% son mayores de 36 años (ver gráfico Nº1. Distribución de la población por grupo de edades).

Del total de los hogares encuestados, el 45% tienen una jefatura masculina y el 55% son mujeres las que se identifican como jefas de familia.

Grafico # 1
Distribuccion de la pobacion por edades



Fuente: Elaboración propia

b) Acceso al sistema de agua potable existente

Del total de las familias encuestadas, el 68% de las familias no tienen acceso a agua potable cerca de su hogar y tienen que acarrear el agua.

c) Traslado del agua al hogar

En la mayoría de las viviendas el traslado del agua lo realizan las mujeres 85%, un 10% de los hombres ayudan en esta actividad y un 5% las niñas; si sumamos los valores de la mujer y la niña, significan que un 90% de las familias reconocen que la mujer adulta y la niña son las que se encargan de llevar el agua a la casa.

d) Tarifa de agua

El 80% de las familias que pagan, lo hacen con 40 córdobas mensuales. La mayoría de las personas que pagan esta tarifa consideran que es una tarifa justa.

El 98% de las familias, están dispuestas una vez que se rehabilite el sistema pagar entre 40 y 80 córdobas por mes. No se identifica diferencia significativa en la respuesta si se analiza por jefe o jefa de familia.

e) Disponibilidad de organización

La mayoría de las personas encuestadas manifestaron, que son los hombres los que estarían dispuestos a trabajar, un 7% manifiesta que subcontrataría, luego hay otras respuestas, desde toda la familia, los hombres y sus hijos o solo los hijos.

Al preguntárseles si están dispuestos a ser parte del comité que se encargara de la administración del sistema de agua potable en general hay buena disposición de hombres y mujeres, ven poco a los más jóvenes en esta tarea, pero también se identifica un porcentaje importante de personas que no están dispuestos a participar; cabe destacar que en esta comunidad son las mujeres quienes están más dispuestas a participar de estos comités siendo la señora Devyn Gutierrez quien realiza la mayoría de las gestiones en la alcaldía para que sea tomado en cuenta la realización de estos proyectos.

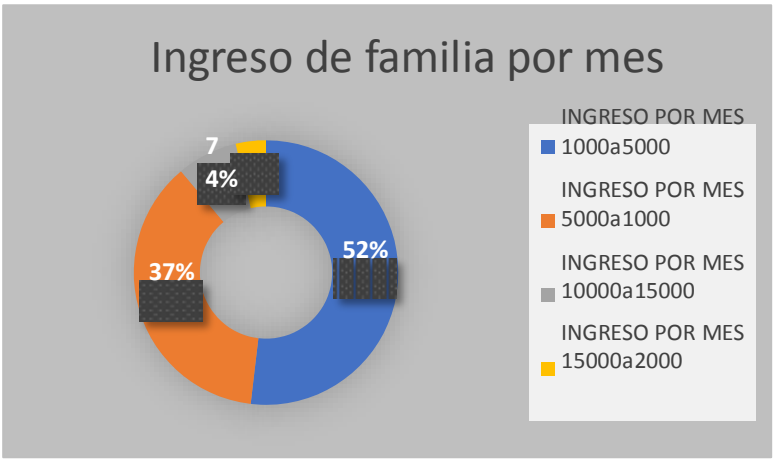
f) Transporte

El tipo de transporte que circula por la comunidad es del tipo privado y particular ya que esta comunidad se encuentra ubicada a 10km para llegar a la ciudad de Estelí, y para llegar a la ciudad se puede realizar a través de medios de transporte como motos y automóviles. También utilizan un medio de transporte colectivo que va hacia la comunidad la Estanzuela, pero este realiza solamente un ciclo al día.

g) Actividad económica

La Mayor parte de la población trabajan dentro de la comunidad el 40% lo conforman los hombres, un 26% las mujeres; Los que se movilizan a trabajar fuera de la comunidad son el 26% los hombres y el 6% son mujeres.

Gráfico # 2 Ingreso de familia por mes



Fuente: Elaboración propia

Gráfico # 3 ocupación de las personas que trabajan en la comunidad

Fuente: Elaboración propia

El 47% de la Población se dedica a otros trabajos diferentes de la Agricultura, Ganadería y Jornaleros. Un 25 % de la población se dedica a la Agricultura, El

22% son Jornaleros y el 6% se dedican a la ganadería. Los principales cultivos que se producen en esta zona son: el Fríjol, el Maíz, y otros tipos de cultivos.

Capitulo III MARCO TEÓRICO

El agua es un componente de nuestra naturaleza que ha estado presente en la tierra desde hace más de 300 millones de años, ocupando 3 cuartas partes de la superficie del planeta. Su naturaleza se compone de tres átomos, dos de hidrógeno y uno de oxígeno que unidos entre si forman una molécula de agua, H_2O, la forma en que estas se unen entre si determinan la forma en que encontramos el agua en nuestro entorno; como líquidos, en lluvias, ríos, lagos, océanos, etc., como sólidos en témpanos y nieves o, como gas en las nubes.

3.1 Sistema de agua potable

Un sistema de abastecimiento de agua potable consiste en un conjunto de obras necesarias para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua desde fuentes naturales ya sean subterráneas o superficiales hasta las viviendas de los habitantes que serán favorecidos con dicho sistema. [Estudios y Diseños, Universidad de Cuenca, octubre 2010]

3.2 Estudio socio económico

Este tiene como objetivo conocer la capacidad económica de la población, debe considerarse que la construcción de todo sistema de agua potable, implica inversiones de cuantiosos recursos tantos humanos, técnicos y económicos. En todo sistema de abastecimiento de agua, los costes de operación y mantenimiento son inevitables y deben ser cubiertos por la población servida. Sumado a estos, están los costos de instalación de tuberías y accesorios dentro de la vivienda.

Dentro del estudio socioeconómico también se incluye un estudio de población, con el objetivo de determinar sus características generales: Densidad poblacional, estructuras por edades y nivel de ingreso, entre otros; de manera que se facilite la estimación de la tasa de crecimiento poblacional.

3.3 Encuesta

Según el manual de administración del ciclo de proyecto municipal (MACPM) del fondo de inversión social de emergencia (FISE), en su capítulo II: pre inversión "para adquirir un óptimo desarrollo del proyecto, es necesario reconocer la situación actual y las necesidades básicas de la comunidad la Almaciguera, a través de un estudio Socio-Económico realizado directamente a los pobladores, los aspectos a considerar son:

- ✓ Verificar usuarios beneficiarios.
- ✓ Procesar y analizar encuestas de beneficiarios.
- ✓ Recoger información sobre la forma y costo del abastecimiento actual.
- ✓ Recoger información sobre los aportes comunitarios.
- ✓ Verificar la voluntad o disposición al pago de los beneficiarios.
- ✓ Estimar los ingresos por vivienda beneficiaria.
- ✓ Estimar la tarifa que puede ser pagada por el servicio.
- ✓ Evaluar la sostenibilidad económica del proyecto.
- ✓ Verificar situación de saneamiento (eliminación de excretas).

3.4 Levantamiento topográfico

Los levantamientos topográficos se realizan para localizar objetos y medir el relieve, los accidentes de terreno y las variaciones tridimensionales de la superficie terrestre. Proporcionan información detallada sobre evaluaciones y la ubicación de elementos naturales y artificiales (edificios, caminos, corrientes, etc.) de tal forma que es posible dibujar la información completa en planos (denominados planos topográficos).

3.5 Proyección de la población

La población es el componente principal para proyectar, determinar y cuantificar el tamaño de las obras en un proyecto. El estudio de la población en sistemas de agua potable establece el dimensionamiento de sus componentes y las características de operación en función del desarrollo socioeconómico e industrial de la población actual.

3.6 Calidad del agua

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 (NTON 09 003-99).

El objetivo de estas normas es proteger la salud pública y por consiguiente ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes o características del agua que puedan presentar un riesgo para la salud de la comunidad e inconvenientes para la preservación de los sistemas de abastecimiento de agua.

A la fuente de agua a utilizar en el proyecto se le deberá practicar 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: coliforme total, coliforme fecal, olor, sabor, turbiedad, concentración de iones de hidrógenos y conductividad. (Reyes Morales, 2011)

3.7 Periodo de Diseño

En los proyectos de abastecimiento de agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema, para determinar los periodos en que satisfacen las demandas de la población, que elementos del sistema deberán

diseñarse por etapas y cuáles serán las previsiones que deben considerarse para incorporar los nuevos componentes de un sistema. Por lo tanto, El periodo de diseño puede definirse como el tiempo en el cual el sistema será 100 % eficiente, ya sea por capacidad en la conducción del gasto o por la existencia física de las instalaciones (Pittman, 1997).

A continuación, se indican los períodos de diseños económicos de los elementos componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable.

Cuadro # 1: periodos de diseño de los componentes de un sistema de agua potable

Tipos de Componentes	período de diseño
Pozos excavados	10 años
Pozos perforados	15 años
Captaciones superficiales y manantiales	20 años
Desarenador	20 años
Filtro Lento	20 años
Líneas de Conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de distribución	15 años

Fuente: INAA

3.8 Partes de un sistema de abastecimiento de agua potable y sus características principales.

3.8.1 Fuentes de abastecimiento

Las fuentes de abastecimientos deben ser básicamente permanentes y suficientes, ya que deben producir agua en cantidad y calidad suficiente para abastecer a la población que desea servir.

Tipos de fuentes

a) Aguas superficiales

Las aguas superficiales están constituidas por los arroyos, ríos, lagos, etc. que discurren naturalmente en la superficie terrestre. Estas fuentes no son tan deseables, especialmente si existen zonas habitadas o de pastoreo animal aguas arriba. Sin embargo, a veces no existe otra fuente alternativa en la comunidad, siendo necesario para su utilización, contar con información detallada y completa que permita visualizar su estado sanitario, caudales disponibles y calidad de agua**.**

b) Aguas subterráneas

Parte de la precipitación en la cuenca se infiltra en el suelo hasta la zona de saturación, formando así las aguas subterráneas. La explotación de estas dependerá de las características hidrológicas y de la formación geológica del acuífero. La captación de aguas subterráneas se puede realizar a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos (excavados y tubulares). (cepes)

3.8.2 Captación

Las obras de captación son todas aquellas que se constituyen para reunir adecuadamente aguas aprovechables, su finalidad básica es asegurar bajo cualquier condición de flujo y durante todo el ano la captación de gastos previstos. El tipo de obra a emplearse está en función de las características de la fuente, de la calidad, de la localización y su magnitud. Pueden hacerse por gravedad, aprovechando la diferencia de nivel del terreno o por impulsión (bombas). Las

dimensiones y características de la obra de toma deben permitir la captación de los caudales necesarios para un suministro seguro a la población.

Según la calidad del agua la captación puede ser:

Directa: cuando la calidad física, química y bacteriológica adopta la cloración como tratamiento mínimo.

Indirecta: cuando la calidad bacteriológica o la turbidez ocasional de la misma, requiere el aprovechamiento de la filtración natural a través de estratos permeables conectados con el rio.

3.8.3 Líneas de conducción

se denomina líneas de conducción a la parte del sistema constituida por el conjunto de conductos, estructuras de operación, de protección y accesorios especiales destinados a transportar el agua desde el lugar de la captación hasta el sitio de entrega.

Una línea de conducción debe de seguir en la medida de los posible el perfil del terreno:

- ✓ **Líneas de conducción por gravedad:** una línea de conducción por gravedad debe aprovechar al máximo la energía potencial disponible para conducir el gasto deseado. Esto conduce a la selección del diámetro mínimo, que satisfaciendo razones técnicas(capacidad) permita presiones iguales o menores que las resistencias físicas del material.

- ✓ **Líneas de conducción por bombeo:** en este caso la diferencia de elevación es carga a vencer. Esta carga se ve incrementada en función de la selección de diámetros menores ocasionando mayores costos de equipos y de energía. Por tanto, cuando se tiene que bombear agua mediante una línea directa al tanque de almacenamiento existe una relación inversa de costo entre potencia requerida y diámetro de la tubería.

3.8.4 Almacenamiento

El almacenamiento es un elemento del sistema de distribución que desempeña una función importante para un suministro continuo, oportuno, satisfactorio y económico a la población, de este depende el buen funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua a la comunidad, pues debe reservar una cantidad de agua suficiente para cubrir cualquier eventualidad del sistema, tal como de energía en el equipo de bombeo, o reparaciones del mismo y variaciones de consumo.

Los tanques de almacenamiento juegan un papel básico para el diseño del sistema de distribución de agua, así como su importancia en el funcionamiento hidráulico del sistema y en el mantenimiento de un servicio eficiente. Además, equilibra el suministro de aportación constante dado por las bombas con régimen de demanda variable en la red de distribución. Esto se logra almacenando agua durante la noche cuando el consumo es bajo y la presión es alta, a esta agua almacenada se le conoce como volumen compensador.

Existen dos tipos de tanques para agua tratada:

- ✓ Tanques apoyados en el suelo.
- ✓ Tanques elevados.

Para la ubicación del tanque se debe buscar un sitio adecuado topográficamente lo más cerca posible a la red de distribución y de acuerdo a su ubicación el tanque de almacenamiento puede ser de alimentación cuando se ubica entre la fuente de abastecimiento y la red de distribución, o de excedencia, cuando se ubica dentro o fuera de la red.

Los tanques de almacenamiento no son solamente una opción sino una herramienta básica para mantener un sistema de agua en funcionamiento constante con eficiencia y calidad.

3.8.5 Funciones del tanque de almacenamiento

Un tanque de almacenamiento cumple tres propósitos fundamentales:

- ✓ Compensar las variaciones de consumo diario (durante el día)
- ✓ Mantener las presiones de servicio en la red de distribución.
- ✓ Atender situaciones de emergencia, tales como incendios, interrupciones en el servicio por daños en la tubería de conducción o de estacionamiento de bombeo.

3.8.6 Red de distribución

Es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde el tanque de regularización hasta la entrada de los predios de los usuarios y está formada por dos partes que son, la línea de alimentación y la red de distribución propiamente dicha.

Este sistema de tuberías tiene la función de poner el agua a disposición de todos los habitantes de la población con las siguientes características:

- Agua en cantidad suficiente
- El agua debe ser potable (calidad adecuada)
- Se deberá diseñar para la condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 2.5 al consumo promedio diario (CHM=2.5CPD, más las pérdidas).
- La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento.

3.9 Población a servir

En los mini acueductos por gravedad y captaciones de manantial la población a servir estará en dependencia de las características de la población objeto del estudio, el tipo y configuración de la comunidad y las características tecnológicas de las instalaciones a establecerse. La población a servir por los pozos excavados a mano se estima como mínimo 6 familias de 6 miembros o sea 36 personas por

pozo. En los pozos perforados la población a servir se estima como mínimo de 100 personas por pozo.

3.10 Variaciones de Consumo

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

Estos valores son los siguientes:

Consumo máximo día (CMD)= 1.5 CPD (Consumo promedio diario) + perdidas

Consumo máximo hora (CMH)= 2.5 CPD (Consumo promedio diario) + perdidas

3.11 Presiones máximas y mínimas

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

Presión Mínima: 5.0 metros

Presión Máxima: 50.0 metros

3.12 Pérdidas de agua en el sistema

Cuando se proyectan Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de sus componentes, la cantidad total de agua perdida se fija como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%.

3.13 Tratamiento

Si la calidad del agua satisface las normas recomendadas deberá someterse a tratamiento de potabilización. Toda agua que se utiliza para consumo humano

debe someterse a desinfección, incluso la de origen subterráneo para prevenir cualquier contaminación durante la distribución.

Las mayorías de las aguas superficiales requieren en mayor o en menor grado de algún tratamiento para cumplir con los requisitos de potabilización y en consecuencia la mayoría de los sistemas de agua potable poseen plantas de tratamiento (como mínimo cloración). Desde hace décadas, el cloro ha sido un desinfectante muy importante y ha jugado un papel esencial en el tratamiento de agua. El cloro es el desinfectante más extendido y usado a nivel mundial. En Nicaragua casi todos los sistemas de abastecimiento que desinfectan el agua el agua potable debido a su potencia germicida, economía y eficiencia. Además, los desinfectantes basados en cloro son los únicos desinfectantes principales con las propiedades residuales duraderas que previenen el crecimiento microbiano y proporcionan protección continua durante la distribución de la planta de tratamiento al hogar.

3.14 Desinfección

El agua a utilizar en un sistema para el abastecimiento de una población debe estar exenta de microorganismo patógenos para prevenir brotes de epidemia por eso es necesario desinfectar el agua mediante tratamientos físicos o químicos para garantizar la buena calidad de agua a la hora de consumirla

Existen varias sustancias químicas que se emplean para desinfectar el agua, siendo el cloro el más usado universalmente, por sus propiedades oxidantes y su efecto residual para eliminar contaminaciones posteriores, también es la sustancia química que más económicamente, con mejor control y seguridad se puede aplicar al agua para obtener su desinfección.

El cloro se presenta puro en forma líquida o compuesta como hipoclorito de calcio el cual se obtiene en forma de polvo blanco y en pastillas y el hipoclorito de sodio de configuración líquida.

En el caso de acueductos rurales se utiliza para la desinfección el cloro en forma de hipoclorito sodio, debido a su facilidad de manejo y aplicación. Se deberá tener

debido cuidado para el trasporte, manipulación del equipo requerido, disponibilidad suficiente y seguridad en cuanto al almacenamiento

El tiempo de almacenamiento para el hipoclorito de sodio no debe ser mayor de un mes. La aplicación al agua, de la solución de hipoclorito de calcio o de sodio se efectuará mediante el hipoclorador de carga constante.

3.15 Aplicación de cloro

El hipoclorito de sodio se aplicará diluyendo previamente la solución concentrada de fábrica (130 gr/l) con agua limpia hasta una concentración máxima de 1% al 3%; Para su dosificación se usará un hipoclorador de carga constante de fabricación nacional.

3.16Tiempo de contacto

Se recomienda que el tiempo de contacto entre el cloro y el agua sea de 30 minutos antes de que llegue al primer consumidor.

La concentración de cloro residual que debe permanecer en los puntos más alejados de la red de distribución deberá ser 0.2-0.5 mg/l después del período de contacto antes señalado.

3.17 Golpe de ariete

Se denomina golpe de ariete al choque violento que se produce sobre las paredes de un conducto forzado causado por el movimiento oscilatorio del líquido; Básicamente es una variable de presión se produce en la tubería de suministro de agua cuando una válvula se cierra rápidamente. El agua circulante golpea de forma la válvula y rebota como una onda. Este rebote continuo hasta que el agua golpea un punto de impacto y la energía proveniente de la onda de agua se distribuye más uniformemente en el sistema de tuberías.

En muchos casos se instala un dispositivo denominado cámara de aire para controlar el golpe de ariete hidráulico.

3.18 Presupuesto estimado y cálculo de cantidad de materiales

Se entiende por presupuesto de una obra o proyecto, la determinación previa de la cantidad en dinero necesaria para realizarla, a cuyo fin se tomó como base la experiencia adquirida en otras construcciones de índole semejante. La forma o el método para realizar esa determinación son diferentes según sea el objeto que se persiga con ella.

Cuando se trata únicamente de determinar si el costo de una obra guarda la debida relación con los beneficiados que de ella se espera obtener, o bien si las disponibilidades existentes bastan para su ejecución, es suficiente hacer un presupuesto aproximado, tomando como base unidades mensurables en números y precios unitarios que no estén muy detallados. Por el contrario, este presupuesto aproximado no basta cuando el estudio se hace como base para financiar la obra. El costo directo se define como: “la suma de los costos materiales, mano de obra y equipo necesario para la realización de un proceso productivo”.

Capitulo IV DISEÑO METODOLOGICO

4.1Realización de Censo, encuesta Socioeconómico y Análisis de los datos colectados en las encuestas.

La encuesta permitió obtener información de la comunidad en aspectos de; población, vivienda, condición económica, salud, situación actual de abastecimiento de agua.

4.2 Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico permitió conocer toda la comunidad y determinar la cobertura del proyecto. Además, sirve para preparar el croquis de la comunidad, indicando los límites de la comunidad, caminos, distancias estimadas, edificios públicos (iglesias, escuelas, etc.). puntos de agua (fuentes, ríos, quebradas, etc.)

Se usó planimetría y altimetría para ubicar los puntos de mayor y menor elevación que permitirá analizar la ubicación de la fuente y el tanque de almacenamiento.

4.3 Calidad del agua

a) **Aforo de la fuente de agua**

Dicho aforo se realizó por el método volumétrico, que consiste en llenar un balde volumen conocido y medir y registrar el tiempo en segundos.

b) **Análisis Físico – Químico del agua**

Para conocer la calidad del agua de la fuente de abastecimiento que será utilizado para abastecer de agua potable a la comunidad, se solicitó el apoyo de la alcaldía municipal para ver si existe un registro de análisis físico químico, bacteriológico, plaguicidas y organoclorados de dicha fuente, de lo contrario se deberán realizar muestreo y solicitar análisis de agua a un laboratorio competente.

4.4 Diseño de los componentes del sistema

4.4.1 Método del cálculo de Proyección de la Población

Para el cálculo de las poblaciones futuras se aplicó.

1. **El Método Geométrico**

Es aplicable a comunidades que no han alcanzado su desarrollo y se mantienen creciendo a una tasa fija; es decir que al aumento de la población es proporcional al tamaño de la población en un determinado tiempo.

Se aprecian resultados superiores por lo que califica como optimista y se debe aplicar con precaución.

Esta expresado por la formula siguiente:

$$P_f = P_o(1 + R_g)^N \qquad (1)$$

Pf: población futura

Po: población al inicio del periodo de diseño.

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

N: número de años que comprende el periodo de diseño.

4.4.2 Variaciones de consumo

La norma NTON 09001-99 establece lo siguiente: las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario, y sirven de

base para dimensionamiento de la capacidad de obras, captación, línea de conducción y red de distribución, etc.

Estos valores son los siguientes:

a) Consumo máximo día (CMD)= 1.5 CPD (consumo promedio diario) + perdidas
b) Consumo máximo hora (CMH)= 2.5 CPD (consumo promedio diario) + perdidas

4.4.3 Factores de Máximas Demandas

Estas variaciones del consumo estarán expresadas en porcentajes de las demandas promedio diario de la manera siguiente:

a) Consumo del máximo día (CMH)

Será igual al 130% de la demanda promedio diaria para la cuidad de Managua. Para otras localidades del resto del país, este parámetro estará entre el 130% y 150%.

b) Consumo máximo por hora (CMH)

Para la ciudad de Managua el factor será igual al 150% de la demanda del día promedio, y para las localidades del resto del país, será igual al 250% del mismo día.

4.4.4 Diseño de línea de conducción por gravedad

Para el dimensionamiento de la tubería de las líneas de conducción se aplicará la formula exponencial de Hazen – Williams, ampliamente utilizada, donde se despeja la gradiente hidráulica.

$$\frac{\square}{\square} = \square = \frac{10.54 \square^{1.85}}{\square^{1.85} * \square^{1.87}} \qquad (2)$$

Donde:

H: Perdida de carga en metros

L: Longitud en metros

S: Perdida de carga en m/m

Q: Gasto en m^3/seg

D: Diámetro en metros

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

4.4.5 Golpe de ariete

El mecanismo del golpe de ariete es el siguiente:

Inicialmente la tubería conduce el agua en condiciones normales a una velocidad V. idealizando el flujo como una serie de láminas, en el momento del cierre de la válvula.

La lamina contigua a la válvula se comprime y convierte su energía de velocidad en energía de presión, causando la dilatación de la tubería en un punto, y una dilatación elástica de la lámina. Lo mismo sucede con las láminas aguas arriba (2, 3, …n), y se produce una onda de sobrepresión en la dirección de aguas arriba.

Al llegar la onda de sobrepresión a la última lamina (lamina n contigua al tanque), esta tiende a salir de la tubería con una velocidad igual en magnitud, pero de sentido contrario a la que tenía el agua antes de interrumpirse el flujo (V). como la extremidad inferior está cerrada, se produce una depresión interna de las láminas y se genera una onda de depresión de magnitud igual a la onda de sobrepresión, la cual se propaga en la dirección de aguas abajo.

El tiempo que la lámina 1, contigua a la válvula, ha permanecido en estado de sobrepresión es:

$$\text{[illegible]} = \frac{2\text{[illegible]}}{\text{[illegible]}} \quad (3)$$

Donde:

L: Longitud hasta el deposito

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

T: Fase o periodo de cierre (s)

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

$$\text{[illegible]} < \frac{2\text{[illegible]}}{\text{[illegible]}} \quad (4)$$

Si el tiempo de cierre es lento, la onda de depresión llegara a la válvula antes de que se halla está completamente cerrada.

$$\text{[illegible]} > \frac{2\text{[illegible]}}{\text{[illegible]}} \quad (5)$$

En el caso de una maniobra rápida (T<2L/C), la sobrepresión máxima será:

$$\text{[illegible]} * A = \frac{\text{[illegible]}}{\text{[illegible]}} \quad (6)$$

Donde:

G*A: sobrepresión

V: velocidad media del agua (m/s)

C: celeridad (m/s)

G: aceleración de la gravedad (m/s^2)

El valor de la celeridad se calcula mediante formula de Allievi:

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K\frac{D}{e}}} \quad (7)$$

Donde:

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

D: diámetro de tubería (m)

e: espesor de los tubos (m)

K: coeficiente que tiene en cuenta los módulos de elasticidad (adimensional).

Cuadro # 2*:* Valores de K para diferentes materiales de tubería

Material de tubería	K
Acero	0.5
Hierro fundido	1.0
Concreto	5.0
Asbesto-cemento	4.4
Plástico	18.0

Fuente:(Lopez, 1999)

La presión total en la tubería será la suma de la carga elástica sumada a la sobrepresión por ariete hidráulico.

4.5 Cálculo del volumen de almacenamiento

Los depósitos para el almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua, tiene como objetivos; suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reservas ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua.

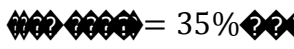
La capacidad del tanque de almacenamiento deberá cumplir con las condiciones siguientes:

a) Volumen Compensador: el volumen necesario para compensar las variaciones horarias de consumo, se estimará en 15% del consumo promedio diario.

b) Volumen de reserva: el volumen de reserva para atender eventualidades |en caso de emergencias, reparaciones de en línea de conducción u obras de captación, se estimará igual al 20% de consumo promedio diario.

De tal manera que la capacidad el tanque de almacenamiento estimada es la suma del volumen compensador y el volumen de reserva que es igual al 35% del consumo promedio diario. (referencia capitulo ll dotaciones y demandas para el consumo – normas de diseño de sistemas de abastecimiento y potabilización de agua).

(8)



(9)

4.6 Tanque sobre suelo

Se recomienda este tipo de tanques en los casos siguientes: cuando la topografía del terreno lo permita y en comunidades rurales que dispongan localmente de materiales de construcción como pierda bolón o cantera.

En el diseño de los tanques sobre el suelo debe de considerarse lo siguiente:

a) Cuando la entrada y salida de agua está por medio de tuberías separadas, estas se ubicarán en los lados opuestos con la finalidad de permitir la circulación del agua.
b) Debe considerarse un paso directo y el tanque conectado tipo puente (bypass), de tal manera que permita mantener el servicio mientras se efectué el lavado o reparación del tanque.
c) La tubería de rebose descargara libremente sobre una plancha de concreto para evitar la erosión del suelo.
d) Se instalarán válvulas de compuerta en todas las tuberías, limpieza, entrada y salida con excepción de la de rebose, y se recomienda que las válvulas y accesorios sean tipo brida.
e) Se debe considerar los demás accesorios como; escaleras, respiraderos, indicador de niveles y acceso con su tapa.
f) Se recomienda que los tanques tengan una altura máxima de 3.0 metros, con un borde libre de 0.5 metros y deberán estar cubiertos con una losa de concreto. En casos especiales se construirán tanques de acero sobre el suelo.

4.7 Red de distribución

La red de distribución es el sistema de conductos cerrados, que permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo, que pueden ser conexiones domiciliares o puestos públicos; para su diseño deberá considerarse los aspectos siguientes:

a) Se deberá diseñar para la condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor 2.5 (parámetro para localidades del país, ver inciso b, del acápite 4.5) al consumo promedio diario (CHM=2.5CPD, más las pérdidas de agua).
b) El sistema de distribución puede ser de red abierta, de malla cerrada o de combinación de ambos.
c) La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obra de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento.

La red también se puede analizar por medio de programas para computadoras basados en la fórmula de Hazen Williams, o cualquier otra ampliamente conocida.

4.8 Análisis, calculo hidráulico y simulación del sistema

Preparación de información requerida para el programa EPANET. La simulación se realizará en el software EPANET una vez que se tiene el perfil del terreno tomando en consideración los puntos más críticos del sistema, para conocer presiones y velocidades que estarán ligadas al funcionamiento del mismo.

Para el dimensionamiento de la tubería de las líneas de conducción se aplicará a la formula exponencial de Hazen – Williams, ampliamente utilizada, donde se despeja la gradiente hidráulica.

$$\frac{H}{L} = S = \frac{10.549\,Q^{1.85}}{C^{1.85}\,D^{4.87}} \qquad (10)$$

Donde:

H: perdida de carga en metros

L: longitud en metros

S: perdida de carga en m/m

Q: gasto en m3/s

D: diámetro en metros

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

Cuadro # 3: coeficiente de rugosidad (c) de Hazen - Williams, para los diferentes tipos de materiales en los conductos

Material del Conducto coeficiente de Rugosidad (C)	
Tubo de hierro Galvanizado (Ho. Go)	100
Tubo de concreto	130
Tubo de asbesto cemento	140
Tubo de hierro fundido (Ho. Fo)	130
Tubo plástico (PVC)	150

Fuente: (Hazen-Williams, 1905)

4.9 Estimación de costo del proyecto

Se determinarán las cantidades de la obra para elaborar un costo estimado del proyecto, utilizando la normativa de costos primarios y complejos de obras El nuevo FISE.

4.10 Elaboración de presupuesto

- **Cálculo de los costos directos:** en base a la cantidad de materiales y mano de obra.
- **Cálculo de costo total:** obtención del estimado del costo de obra total.

CAPITULO V: CÁLCULOS Y ANALISIS DE RESULTADOS

5.1 Levantamiento topográfico

Se ejecutó el levantamiento topográfico mediante el método taquimétrico: con estación total Sokkia , con su respectivo prisma, bastón, brújula y una cinta métrica para medir altura de instrumento en cada punto de cambio (altimetría, planimetría); para la ubicación espacial en el terreno, se utilizó el sistema global de posicionamiento satelital (gps), aparato electrónico, digital-portátil, marca: garmin, modelo: Gps-12xl, designando el sistema de coordenadas y de navegación: utm/ups, datum Wgs84, con un margen de error ±5 metros. para marcar el sitio en el punto más alto del estudio, luego introducimos los datos de coordenadas manuales del primer punto a la estación total por ende se proseguí a iniciar el levantamiento topográfico, trazando una línea de conducción desde donde estará ubicado el tanque de almacenamiento hacia la fuente de captación propuesta según estudio hidrogeológico; al llegar al punto de la fuente se verificó las coordenadas del estudio hidrogeológico. continuando el levantamiento topográfico de la red de distribución, ubicando toda la infraestructura existente (casas, postes de luz, cercas, ramales de caminos, pozo, alcantarillas), dejando bm; para su replanteo en la ejecución del proyecto.

Observar anexo IV memoria de cálculo.

Cuadro # 4: Cálculo de la tasa de crecimiento

CENSOS (habitantes)		Posterior 2005	Anterior 1995	Tasa de crecimiento	Formulado 2.50%
Nicaragua	Rural	2266,548	1986,290	1.33%	Evaluador
Estelí	Rural	82,629	81,423	0.15%	2.50%

*fuente: INIDE VII censo de población y IV de vivienda

En el departamento de Estelí la tasa de crecimiento rural es de 0.15 % y la tasa de crecimiento rural nacional anual es del 1.33%; Pero por defecto se establece una tasa de crecimiento mínima del 2.5% cumpliendo con la norma NTON 09001-99.

5.2 Proyección de la población

Se estimó La proyección de la población para un periodo de 20 años usando el método geométrico.

P_F: Población final

P_o: Población inicial

k: Tasa de crecimiento

t: periodo de proyección(años)

$$P_F = 118 * (1 + 0.025)^{20}$$

$$P_F = 193$$

Cuadro # 5: Variaciones de consumo

Dotaciones de agua para consumo

					F.M.D = 1,50		F.M.H = 2,7	
			Consumo Promedio		Consumo Maximo Día		Consumo Maxima Hora	
No.	Año	Población	GPD	LPD	GPM	LPS	GPM	LPS
0	2019	118	2.058	7.788	2,14	0,1352	3.86	0.2434
1	2020	121	2.109	7.983	2,20	0,1386	3.95	0.2495
2	2021	124	2.162	8.182	2,25	0,1421	4.05	0.2557
3	2022	127	2.216	8.387	2,31	0,1456	4.15	0.2621
4	2023	130	2.271	8.596	2,37	0,1492	4.26	0.2686
5	2024	134	2.328	8.811	2,42	0,1530	4.36	0.2754
6	2025	137	2.386	9.032	2,49	0,1568	4.47	0.2822
7	2026	140	2.446	9.257	2,55	0,1607	4.59	0.2893
8	2027	144	2.507	9.489	2,61	0,1647	4.70	0.2965
9	2028	147	2.570	9.726	2,68	0,1689	4.82	0.3039
10	2029	151	2.634	9.969	2,74	0,1731	4.94	0.3115
11	2030	155	2.700	10.219	2,81	0,1774	5.06	0.3193
12	2031	159	2.767	10.474	2,88	0,1818	5.19	0.3273
13	2032	163	2.836	10.736	2,95	0,1864	5.32	0.3355
14	2033	167	2.907	11.004	3,03	0,1910	5.45	0.3439
15	2034	171	2.980	11.279	3,10	0,1958	5.59	0.3525
16	2035	175	3.055	11.561	3,18	0,2007	5.73	0.3613
17	2036	180	3.131	11.850	3,26	0,2057	5.87	0.3703
18	2037	184	3.209	12.147	3,34	0,2109	6.02	0.3796
19	2038	189	3.289	12.450	3,43	0,2162	6.17	0.3891
20	2039	193	3.372	12.762	**3,51**	**0,2216**	**6.32**	**0.3988**

Se consideró una población servida directamente del 100% en todo el periodo de diseño por conexiones domiciliares de patio, para lo cual la NTON 09001-99 establece un rango de 50 lppd a 60 lppd, para poblaciones rurales.

Se aplicará una dotación de 60 l/p-d a los 193 habitantes obtenidos por la proyección poblacional de la comunidad para abastecer hasta el final del período de diseño, de tal manera demandará un Consumo Promedio Diario 3.372 gpd, un Consumo Máximo Día de 3.51 gpm y un Consumo Máxima Hora de 5.85 gpm.

Caudales de diseño

El cuadro de proyecciones de demanda indica que la demanda máxima día del final del periodo para la población proyectada al final del periodo de 118 habitantes es de 0.2216 l/s.

Capacidad de la fuente

La fuente que abastecerá el mini acueducto por Gravedad tiene un caudal de 0.665 l/s.

Los resultados de las proyecciones de diseño, nos revelan que el número de personas a ser abastecidas por el MAG al final del periodo de diseño será de 193 habitante, quienes con una dotación de 60 Lppd, demandaran un consumo promedio total diario (CPDT) de 12.762, un consumo máximo diario (CMD) de 0.2216 lps y un consumo máximo horario (CMH) de 0.3693 lps.

5.3 Resultados de la calidad del agua

- ✓ **Análisis físico-químico**

El análisis Físico-realizado por laboratorios PIENSA de recursos acuáticos Considero los siguientes parámetros color verdadero, turbiedad, concentraciones de iones de hidrogeno (PH), conductividad eléctrica, alcalinidad, carbonatos, bicarbonatos, cloruros, nitratos, calcio magnesio, manganeso, nitritos, hierro total, sulfatos, dureza total, dureza cálcica, sodio, potasio, flúor, cianuro, amonio; los resultados físico-químicos, la muestra de agua analizada obtenida en su estado

natural del manantial se encuentran dentro de los estándares de la norma para clasificación de los cuerpos de agua de acuerdo a sus usos(NTON 05 007-98).

- ✓ **Análisis bacteriológico**

El análisis Bacteriológico realizado por los laboratorios la Universidad Nacional de Ingeniera (UNI), Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente (Laboratorios PIENSA), considero los siguientes parámetros: coliformes total y coliformes fecales.

El resultado emitido por el laboratorio del análisis bacteriológico concluye que, en la muestra de agua, el parámetro de coliformes totales y coliformes Fecales se evidencia una contaminación Bacteriana, en su mayoría de origen fecal, por lo que se requiere tratamiento de desinfección.

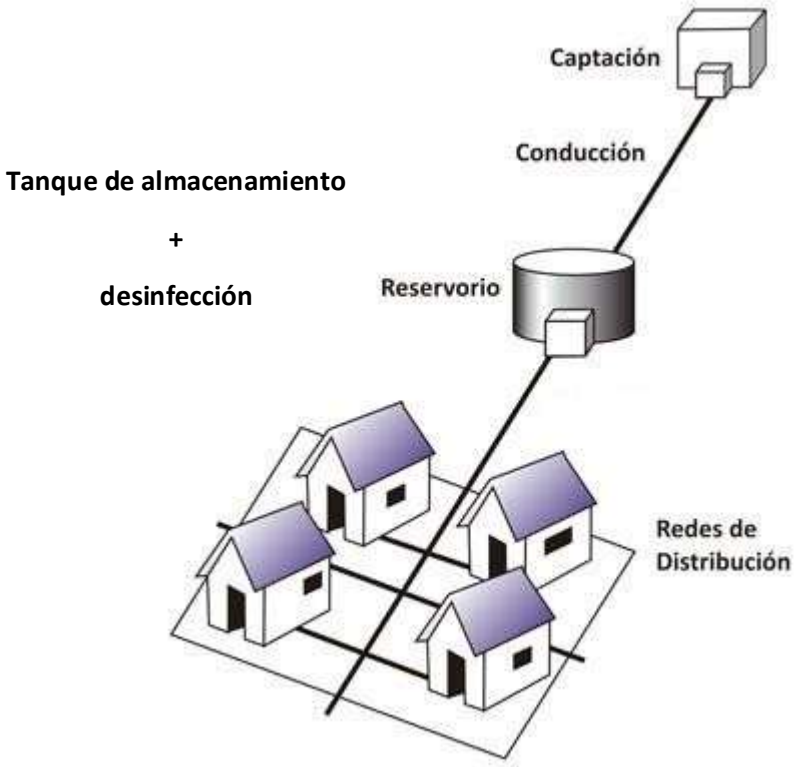
Clasificación de la fuente de agua.

De acuerdo a los Resultados de concentración obtenidos de la muestra de la fuente superficial en propiedad del señor Eusebio Cerrato, los cuales están por debajo del límite máximo establecido en la(NTON-05 007-98) normativa vigente “Diseño de abastecimiento de agua en el medio rural” para Nicaragua, el agua de la fuente propuesta se clasifico según la tabla de clasificación de los recursos hídricos de acuerdo a su uso, y pertenece a la categoría 1-A (Aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes).

5.4 Diseño hidráulico del sistema

El sistema hidráulico que se propone para la comunidad los mollejones es un esquema: fuente – Línea de conducción – Desinfección – tanque – Red de distribución.

Imagen #3 Esquema del sistema de agua potable propuesto



fuente: Google

La ingeniería de las últimas décadas ha visto la irrupción de numerosos paquetes informáticos destinados a facilitar el diseño y el cálculo de sistemas físicos. Las redes de distribución de agua a presión, cuyo análisis antaño comportaba complejos y tediosos cálculos, también se han beneficiado de ello.

Con el objetivo de solucionar este problema, la EPA (U. S enviro mental protección Agency), organización creada en 1970 en EE. UU y encargada de velar por los recursos naturales del país, ha desarrollado un potente software informático ampliamente conocido en la actualidad: EPANET 2.0.

Este programa de dominio público permite calcular complejas redes de abastecimiento, desde un punto de vista hidráulico y de calidad, ofreciendo una rápida capacidad de reacción, así como una previsión del comportamiento del sistema de ayuda en la toma de decisiones. El programa pionero en este tipo de

cálculos y tomado como ejemplo, se caracteriza por su elevado nivel de fiabilidad, debido a que, con su uso continuo desde su creación, ha podido depurar muchos de los errores iniciales, corregidos en cada nueva versión.

Para el Mini acueducto por Gravedad de la comunidad la Almaciguera, se realizó el análisis hidráulico de la línea de conducción y red de distribución en el software EPANET.

Para efectos didácticos se realizó paso a paso con ayuda de hoja electrónica (en este caso Excel), el cálculo de la línea de conducción; los resultados se muestran en la tabla

5.5 Análisis, calculo hidráulico y simulación del sistema de EPANET
Análisis hidráulico de la línea de conducción

Inicialmente establecemos algunos parámetros por defecto que le indicaran al programa bajo que unidades y criterios deseamos realizar el cálculo. En nuestro caso seleccionamos LPS como unidad de medida para el caudal, Hazen Williams como ecuación para el cálculo de perdidas; es importante señalar que se debe mantener consistencia entre la ecuación seleccionada y los Factores de Rugosidad que introducimos en las propiedades en las tuberías, para evitar que el programa nos dé como resultado perdidas exageradas.

De línea de conducción

El tramo de pozo – Tanque la línea de Conducción tendrá una longitud total de 600 metros que transportará el agua hasta el tanque de almacenamiento, conformada por tubería de Ø 2” PVC SDR 17 diámetro calculado mediante la fórmula de Bresse para determinar el diámetro más económico. El diseño de la tubería fue la optada por el consumo máximo día más el incremento de las pérdidas del sistema de acuerdo a la norma de INAA.

La línea de conducción deberá de tener capacidad suficiente para conducir el caudal del consumo máximo día de los próximos 20 años. Se permitirán

velocidades de flujo, entre los 0.40 m/s a 2.0 m/s, Para el caso de línea de conducción se determinó una velocidad de 0.46 m/s, las presiones están conforme a las normas.

Diámetro mínimo

El Diámetro mínimo a utilizar en la línea de conducción y red de distribución será de Ø 1 ½ ”.

Golpe de ariete

Para calcular la presión máxima en la tubería de la línea de conducción se dedujo mediante la fórmula de Allievi calculando la sobrepresión ocasionada por el golpe de ariete más la carga dinámica total obtenida mediante las pérdidas de conducción, accesorios y diferencia de cotas entre la bomba y el tanque (ver tabla No.7).

- **FÓRMULA DE ALLIEVI:**

$$H = \frac{A * V}{g}$$

Donde:

V= velocidad

A=celeridad

g = gravedad

H=sobre presión

cuadro # 6: golpe de ariete

- **V= (4*Q)/ ΠØ²**

V	0.46	m/s

- **9900/(√48.3 + D)**

A	586.65	m/s

SOBRE PRESION		
DATOS		**UM**
V=	**0.46**	**M/S**
A=	**586.65**	**M/S**
G=	**9.81**	**M/S**
H=	**27.509**	**M**

DIFERENCIA DE ELEVACIÓN. ELEV.+ SOBRE PRESIÓN		
PRESIÓN TOTAL	**120.6**	**M.C.A**
PRESIÓN TOTAL	**171.47**	**PSI**

Fuente: elaboración propia

Por lo que se propone usar tuvo PVC SDR 17 cuya presión máxima de trabajo es de 260 psi venciendo la presión máxima ejercida en la línea de conducción de 172 psi equivalente a 121 m.c.a.

Red de distribución

La red de distribución es un circuito abierto que funcionará por gravedad esta se analizará bajo la siguiente condición

Consumo máximo hora del Año 2039 (Fin de período); Con el objetivo de determinar los diámetros de las tuberías y presiones máximas y mínimas de operación en el sistema de distribución en nodos

La red de distribución la conforman 1767.9 m de tuberías PVC SDR 26 sirviendo al 100 % la comunidad por el sistema, constituidos por los siguientes diámetros.

Cuadro # 7: diámetro de tubería en red de distribución

Red de distribución	
Longitud (Ø50.8mm)	1767.9m

Fuente: elaboración propia

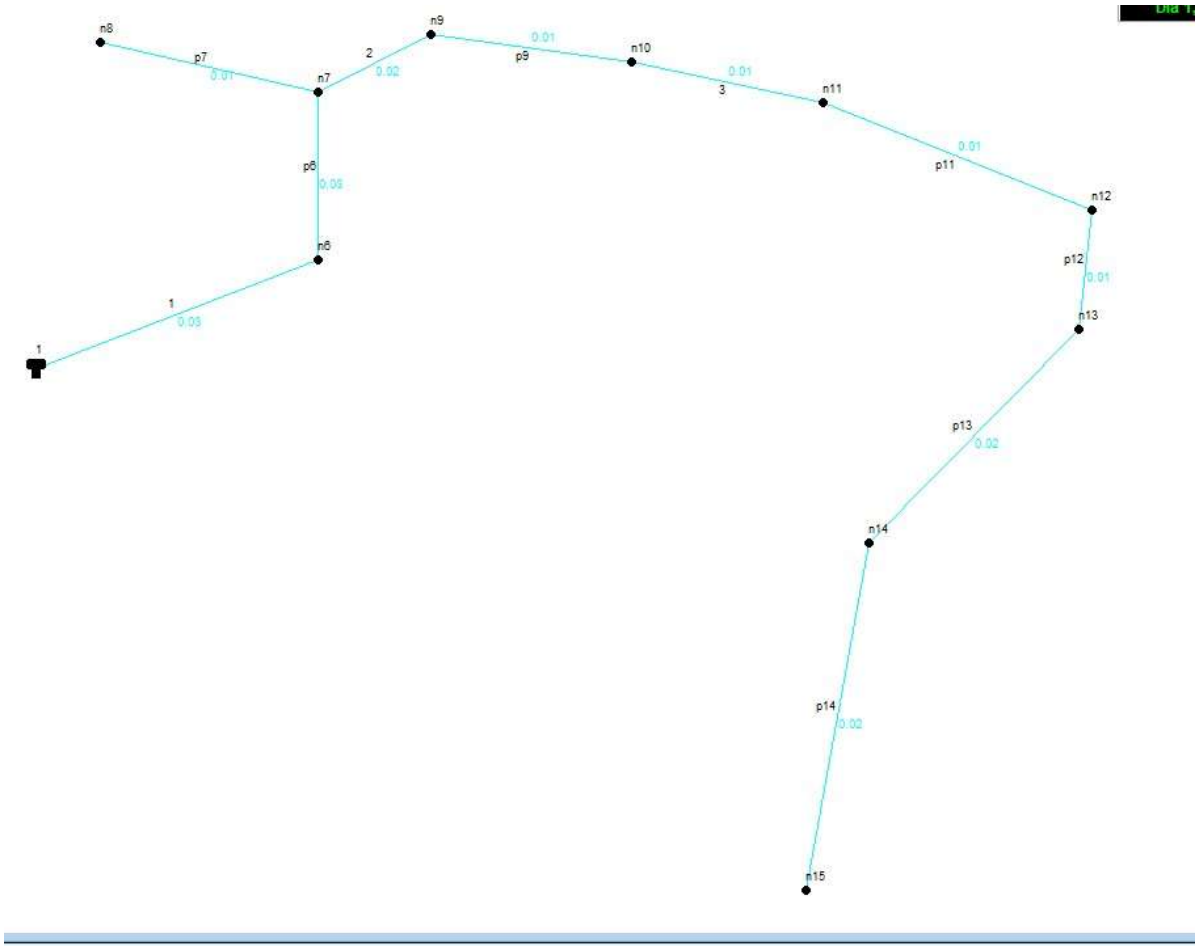
5.6 Análisis hidráulico

Los resultados del análisis hidráulico del sistema propuesto están basados en la simulación del sistema, por medio del programa de diseño de Acueductos Epanet 2.00 vE utilizando el método de Hazen Williams; Presentando los datos propuestos con las longitudes de los tramos, diámetro, caudal, velocidad y rugosidad de tubería de la Red de Distribución.

De acuerdo al análisis realizado por el software Epanet, se considera que las presiones dentro del sistema están acordes a las normas, las velocidades en las tuberías son bajas por lo que se propone la instalación de tuberías de limpieza en las partes más bajas de la red. (Esquema Red de Distribucion - Software Epanet 2.00 vE).

Cuadro #8 distribución del caudal en los nodos

Imagen # 4 distribución de la red



Fuente: EPANET

Imagen # 5 velocidades en tuberías

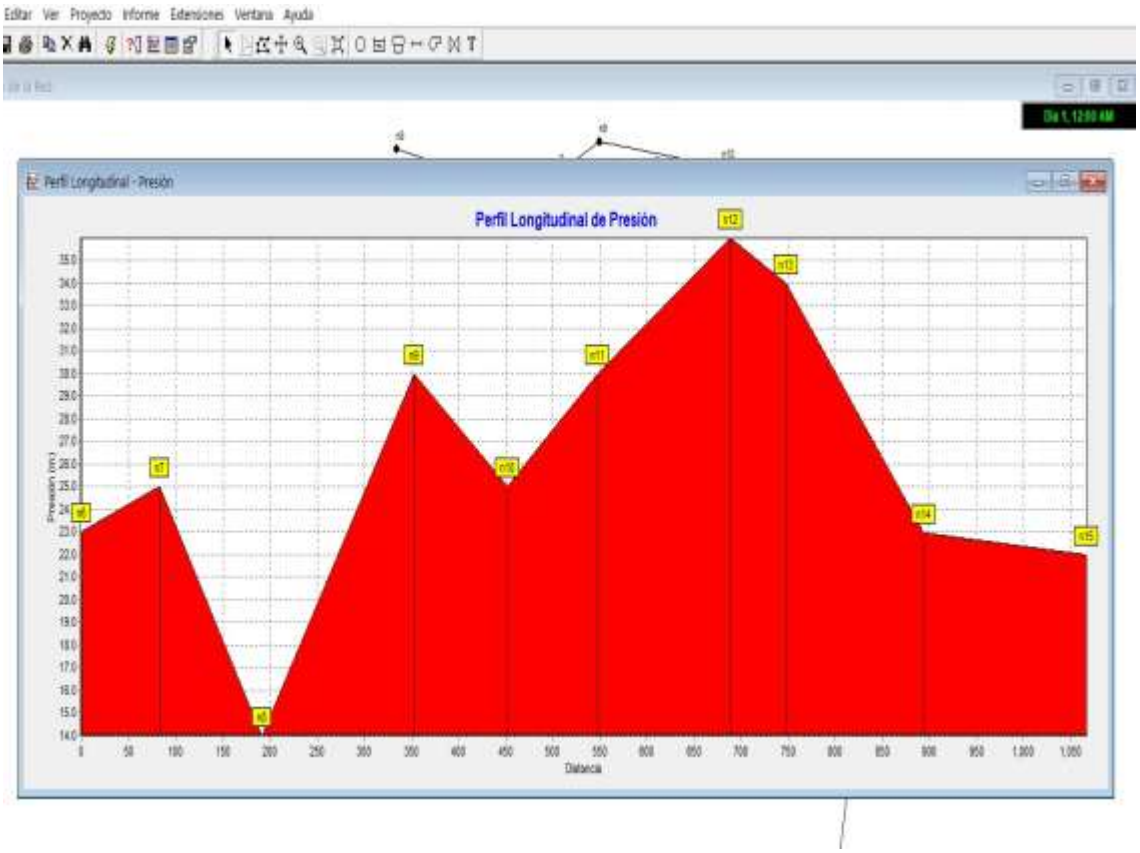
EPANET 2 - captacion y distribuccion.net - [Tabla de Red - Líneas]

Archivo Editar Ver Proyecto Informe Extensiones Ventana Ayuda

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Factor de Fricción	Veloc. de Reacción mg/L /d	Calidad	Estado
Tubería p6	1.00	0.50	5.61	0.023	0.00	0.00	Abierto
Tubería p7	0.12	0.11	0.45	0.030	0.00	0.00	Abierto
Tubería p9	0.74	0.36	3.17	0.024	0.00	0.00	Abierto
Tubería p11	0.50	0.25	1.55	0.025	0.00	0.00	Abierto
Tubería p12	0.40	0.20	1.02	0.026	0.00	0.00	Abierto
Tubería p13	0.37	0.18	0.86	0.026	0.00	0.00	Abierto
Tubería p14	0.20	0.17	1.11	0.028	0.00	0.00	Abierto
Tubería 1	1.37	0.68	10.03	0.022	0.00	0.00	Abierto
Tubería 2	0.79	0.39	3.58	0.024	0.00	0.00	Abierto
Tubería 3	0.64	0.31	2.41	0.024	0.00	0.00	Abierto
Tubería 4	3.76	1.85	64.67	0.019	0.00	0.00	Abierto

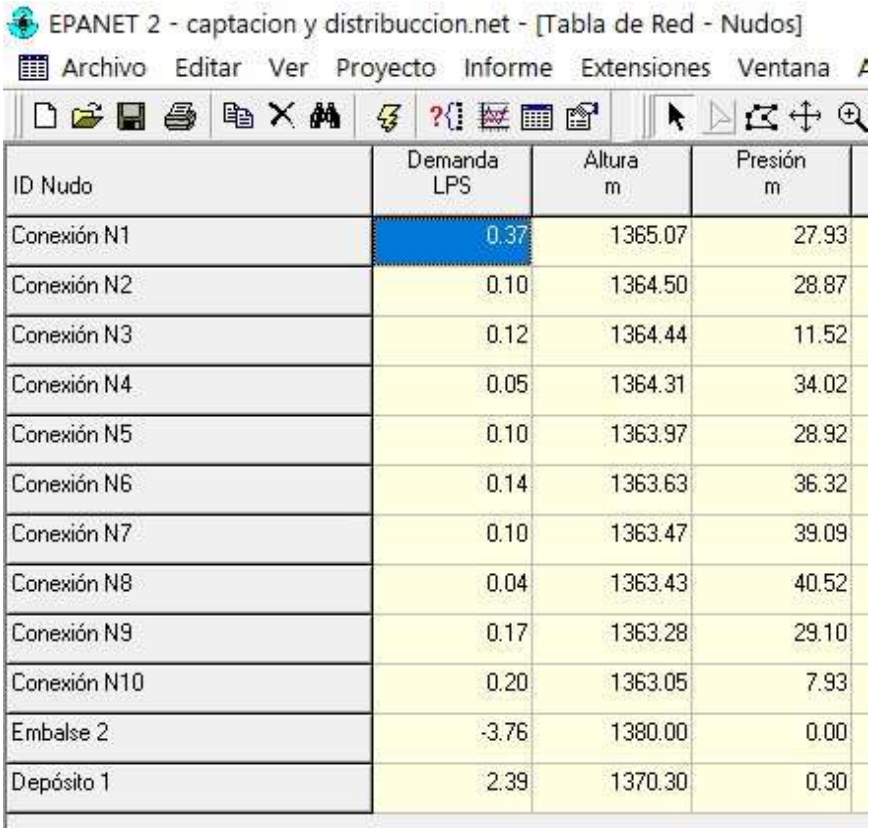
Fuente: EPANET

Imagen # 6 perfil longitudinal



Fuente: EPANET

Imagen #7 presión en los nodos con consumo



ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión N1	0.37	1365.07	27.93
Conexión N2	0.10	1364.50	28.87
Conexión N3	0.12	1364.44	11.52
Conexión N4	0.05	1364.31	34.02
Conexión N5	0.10	1363.97	28.92
Conexión N6	0.14	1363.63	36.32
Conexión N7	0.10	1363.47	39.09
Conexión N8	0.04	1363.43	40.52
Conexión N9	0.17	1363.28	29.10
Conexión N10	0.20	1363.05	7.93
Embalse 2	-3.76	1380.00	0.00
Depósito 1	2.39	1370.30	0.30

Fuente: EPANET

De acuerdo al análisis realizado, se considera que las presiones dentro del sistema están conformes los datos orientados en las normas de diseño vigentes en el país.

En este análisis las presiones cumplen con los Criterios de Diseño, sin embargo, el rango de velocidades es menor que lo recomendado en los Criterios de Diseño ya utilizando el menor diámetro 1½”, por tanto, se han proyectado válvulas de limpieza para garantizar la evacuación de material que pudiera sedimentarse.

Conexiones de patio

Se instalarán 27 conexiones de patio con tubería de ½", a cada una se le instalará su respectivo medidor, a la hora de construir el proyecto, luego se irán instalando conforme aparecen demandas de nuevas viviendas.

5.7 Almacenamiento

Para calcular el almacenamiento de agua demandado por la población, se establecerá el 35% del consumo promedio diario. Lo que resulta 1180 galones equivalente a 4.47 m^3 como se refleja en tabla No. Por lo que se diseñara para cumplir con la capacidad de acumular lo previsto de agua de acuerdo con los criterios de diseño.

Se proyectará un tanque de mampostería de plástico sobre suelo de 5000 litros. El cual estará ubicado en la propiedad de Evangelina Navarro ubicado al noroeste de la comunidad La Almaciguera a una elevación de 1370 msnm, por presentar un lugar idóneo en cuanto a su topografía y estudio geológico garantizando que cumpla con el servicio.

cuadro # 8: capacidad de almacenamiento

	Consumo Promedio		Almacenamiento 35 % del CPD		
Año	GPD	LPD	Galones	m3	litros
2019	2,058	7,788	720	2.73	2,725.80
2020	2,109	7,983	738	2.79	2,793.95
2021	2,162	8,182	757	2.86	2,863.79
2022	2,216	8,387	776	2.94	2,935.39
2023	2,271	8,596	795	3.01	3,008.77
2024	2,328	8,811	815	3.08	3,083.99
2025	2,386	9,032	835	3.16	3,161.09
2026	2,446	9,257	856	3.24	3,240.12
2027	2,507	9,489	877	3.32	3,321.12
2028	2,570	9,726	899	3.40	3,404.15
2029	2,634	9,969	922	3.49	3,489.25
2030	2,700	10,219	945	3.58	3,576.49
2031	2,767	10,474	969	3.67	3,665.90
2032	2,836	10,736	993	3.76	3,757.55
2033	2,907	11,004	1,018	3.85	3,851.48
2034	2,980	11,279	1,043	3.95	3,947.77
2035	3,055	11,561	1,069	4.05	4,046.47
2036	3,131	11,850	1,096	4.15	4,147.63
2037	3,209	12,147	1,123	4.25	4,251.32
2038	3,289	12,450	1,151	4.36	4,357.60
2039	3,372	12,762	1,180	4.47	4,466.54

Fuente: Elaboración propia

5.8 Tratamiento y desinfección

El día 15 de agosto del año 2018, se realizó el muestreo de agua para el examen de calidad, físico, químico, bacteriológico y arsénico. Según referencia de laboratorios Ambientales PIENSA, los elementos analizados en la prueba físico-químico para potabilidad se encuentran dentro de las normas internacionales para aguas químicamente potables, conforme a normas de la O.M.S (Organización mundial de la salud). Desde el punto de vista bacteriológico a esta fecha, esta agua es apta para consumo humano, según las normas CAPRE, el agua presenta concentraciones de arsénico equivalentes a 0.003 mg.l-1 (miligramos por litro), lo cual es inferior al límite máximo admisible el cual es de 0.01 mg.l-1 (miligramos por litro) por tanto esta agua puede ser consumida.

El cloro se presenta puro en forma líquida; La cloración de los abastecimientos públicos de agua representa unos de los procesos principales en la obtención de agua de calidad, el proceso de desinfección será tan efectivo como lo sea el control que se ejerza para el aseguramiento de la continua cloración y aplicaciones de cantidades proporcionales al gasto. La desinfección significa una disminución de la población de bacterias hasta una concentración inocua, para el consumo humano.

Para la desinfección del sistema de abastecimiento de la comunidad La Almaciguera, se propone la utilización de un dosificador de cloración. Las actividades de revisión de este sistema de exponen a continuación:

- Verificar que no falte la solución de cloro en el recipiente del hipoclorador.
- Manipular adecuadamente la válvula de medición del inyector hidráulico para controlar el flujo.
- Medir el cloro residual libre para verificar la dosificación.

Este equipo será operado por la persona que sea contratada la cual deberá ser capacitada previamente para que pueda hacer las tareas de operación y mantenimiento del sistema de cloración.

Aplicación de cloro

La cantidad de hipoclorito de sodio se aplicará diluyendo previamente la solución concentrada de fábrica (130 gr/l) con agua limpia hasta una concentración máxima del 1% obteniendo las cantidades a usarse para cada año; Para su dosificación se usará un dosificador de cloración.

Tiempo de contacto

Se recomienda que el tiempo de contacto entre el cloro y el agua sea de 30 minutos antes de que llegue al primer consumidor.

Presupuesto

Para realizar el presupuesto se usó el nuevo FISE para conocer los precios ya sean las medidas en metros de tubería o de excavación. Se cotizo los diferentes precios de los materiales a usar en la construcción del proyecto en las ferreterías de la ciudad de Estelí y se le agrego el transporte de los materiales al lugar del proyecto. Este proyecto es de carácter social debido a que la comunidad es pequeña y el monto total del proyecto es 743,739.48.

CONCLUSIONES

1. Conforme a la encuesta realizada en el mes de septiembre del año 2019 en la almaciguera pudimos obtener datos importantes del lugar, entre ellas las necesidades que tiene la comunidad de un sistema de agua potable, en donde la población está dispuesta a colaborar en cada una de las etapas del posible proyecto; que esta es una comunidad donde la gran mayoría son jóvenes y sus principales ingresos los obtienen de la agricultura y ganadería; entre otros aspectos importantes.

2. Según el estudio topográfico realizado en este trabajo, es factible la construcción de un Mini Acueducto por Gravedad. Producto del análisis altimétrico de la información topográfica, se determinó que la carga estática entre el sitio del proyecto y la fuente es suficiente para la construcción de un Mini acueducto por Gravedad, la configuración adecuada para el sistema es Fuente-Tanque-Red.

3. La comunidad la almaciguera, cuenta con una población base de 118 habitantes, considerando un periodo de diseño de 20 años (2019-2039) y una tasa de crecimiento poblacional de 2.5% anual, para el final del periodo la población será 193 habitantes, quienes con una dotación de 70 lppd, demandaran un consumo promedio total diario (CPTD) de 0.2162lps, un consumo máximo diario (CMD) de 0.2216 lps y un consumo máximo horario (CMH) de 0.3693 lps. Por lo tanto, podemos decir que la fuente es capaz de satisfacer todas estas demandas.

4. El análisis hidráulico para la línea de conducción y redes de distribución se elaboró usando la fórmula de Hazen Williams como ecuación para el cálculo de perdidas en el Software EPANET. Producto del análisis se obtuvieron las presiones máximas del sistema, en caso de la red de distribución donde las velocidades son bajas se resuelve con válvulas de limpieza.

5. El costo aproximado del Mini acueducto por gravedad para la comunidad la Almaciguera, asciende a un monto en córdobas 743,739.48 (setecientos cuarenta y tres mil, setecientos treinta y nueve con cuarenta córdobas y ocho centavos).

RECOMENDACIONES

1. Es importante que se tomen medidas las necesarias para proteger la fuente de agua, así como la zona de recarga, para garantizar en el futuro agua en cantidad y calidad, que satisfagan la demanda de la población futura, para lo cual se deben realizar semestralmente análisis de calidad de agua, delimitar el área de recarga, cercado del área de la fuente, reforestación con especies nativas de la zona, obras de conservación de suelo, zanjas e infiltración.

2. Capacitar a más personas de la comunidad para que se encarguen de la operación y mantenimiento del acueducto.

BIBLIOGRAFÍA

(Alcaldia Esteli, Ing. Jose Olivera, 2000)

Comité de agua para la región (CAPRE) norma regional de calidad de agua.

Instituto nicaragüense de acueductos y alcantarillados ente regulador-INAA “Diseño de abastecimiento de agua en el medio Rural”

Ministerio de transporte e infraestructura. Reglamento nacional de la construcción

(Pittman, 1997)

ANEXOS

Anexo I estudios de agua

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Programa de Investigación Estudios Nacionales y Servicios Ambientales

PIENSA

LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS

FQAN1406-0069

EMPRESA / PROYECTO / PERSONA	DIRECCIÓN		TELEFONO
Proyecto MAG Agua Potable Comunidad La Almaciguera	Estelí, Comunidad La Almaciguera		NR
ATENCIÓN	**CARGO**	**EMAIL**	**CELULAR**
Ing. Henry Sevilla	Contratista	henrisevillacano@yahoo.es	88347899

FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO			FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA CUSTODIA	NUMERO DE MUESTRAS
INGRESO	INICIO DE ANALISIS	FINAL DE ANALISIS			
15/06/2018	19/06/2018	28/06/2018	28/06/2018	1817	Una (1)

Fecha y Hora de Muestreo			15/06/2018; 03:00 a.m	
Muestreado por			Ing. Henry Sevilla	
Supervisor de Muestreo en Campo			NR	
Fuente			Manantial	**Rango o valor máximo permisble**
Tipo de muestra			Agua Superficial	
Observaciones de Ubicación			La Almaciguera, Estelí	
Coordenadas			NR	
Codificación PIENSA			LA-1406-0358	
METODO SM // EPA	**ENSAYO REALIZADO PARAMETRO**	**Unidad**	**VALOR DE CONCENTRACION PUNTO DE MUESTREO 1**	**Norma CAPRE***
Visual	Aspecto	NE	Claro	NE
4500-B	Potencial de Hidrógeno	pH	7.01	6,5 - 8,5
2510-B	Conductividad Eléctrica	µS/cm	7.66	400
2130-B	Turbiedad	NTU	0.059	5
2120-C	Color Verdadero	UC	< 1.00	15
2320-B	Alcalinidad	mg/l	172.00	NE
2320-B	Carbonatos	mg/l	< 0.10	NE
2320-B	Bicarbonatos	mg/l	172.00	NE
4500-D	Nitratos	mg/l	7.68	50
4500-B	Nitritos	mg/l	0.103	0.1
4500-D	Cloruros	mg/l	28.00	250
3500-B	Hierro Total	mg/l	0.032	0.3
4500-D	Sulfatos	mg/l	13.45	250
2340-C	Dureza total	mg/l	197.18	400
2340-C	Dureza Calcica	mg/l	165.24	NE
3500-B	Calcio	mg/l	66.23	100
3500-B	Magnesio	mg/l	7.76	50
3500-B	Manganeso	mg/l	< 0.02	0.5
3500-X	Sodio	mg/l	10.20	200
3500-C	Potasio	mg/l	1.35	10
4500-C	Fluor	mg/l	0.360	0.7

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y linea respectiva.
<: menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro. **NE**= No especificada en la Norma. **NR**= No Reporta. **PMS**=Poca Materia en Suspensión.
Metodos, Normas y/o Decreto empleados: **SM** = Standard Methodos, 21th.2005 **EPA** = Environmental Protection Agency
*** Norma regional de calidad del agua para consumo humano**

Los resultados reportados corresponden a los ensayos solicitados por el cliente

LABORATORIOS AMBIENTALES COORDINACION TECNICA PIENSA-UNI

PhD. Leandro Paramo Aguilera
Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe.

Teléfono: 2278-1462 / 2270-5613 / 2270-1517 • Atención al Cliente: 8152 7314, Lab.: 8100 0421
E-mail: atencion.cliente@piensa.uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni • Managua, Nicaragua.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Programa de Investigación Estudios Nacionales y Servicios Ambientales

PIENSA

LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS **MB1406-0061**

EMPRESA / PROYECTO / PERSONA	DIRECCIÓN		TELEFONO
Proyecto MAG , Agua Potable Comunidad La Almaciguera	Comunidad La Almaciguera, Esteli		88347899
ATENCIÓN	**CARGO**	**EMAIL**	**CELULAR**
Ing. Henry Sevilla	Contratista	henrysevillacano@yahoo.es	88347899

FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO			FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA CUSTODIA	NUMERO DE MUESTRAS
INGRESO	INICIO DE ANALISIS	FINAL DE ANALISIS			
15/06/2018	15/06/2018	20/06/2018	25/06/2018	1817	Una (1)

Fecha y Hora de Muestreo			15/06/2018; 3:00 AM	Rango o valor máximo permisble
Muestreado por			Ing. Henry Sevilla	
Supervisor de Muestreo en Campo			NR	
Fuente			Manantial	
Tipo de muestra			Agua Superficial	
Observaciones de Ubicación			La Almaciguera, Esteli	
Coordenadas			NR	
Codificación PIENSA			LA-1406-0358	
METODO SM // EPA	**ENSAYO REALIZADO PARAMETRO**	**Unidad**	**VALOR DE CONCENTRACION**	**Norma CAPRE***
9221B	Coliforme total	NMP/100ml	**1.7*10**	Neg
9221E	Coliforme fecal	NMP/100ml	**Neg**	Neg

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. **NE=** No especificada en la Norma. **NR=** No Reporta, Neg= Negativo

Metodos, Normas y/o Decreto empleados: **SM** = Standard Methodos, 21th.2005 **EPA** = Environmental Protection Agency

*** Norma regional de calidad del agua para consumo humano**

Los resultados reportados corresponden a los ensayos solicitados por el cliente

PhD. Leandro Páramo Aguilera
Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe.

Teléfono: 2278-1462 / 2270-5613 / 2270-1517 • Atención al Cliente: 8152 7314, Lab.: 8100 0421
E-mail: atencion.cliente@piensa.uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni • Managua, Nicaragua.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Programa de Investigación Estudios Nacionales y Servicios Ambientales

PIENSA

LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS

MP1405- 0037

EMPRESA / PROYECTO / PERSONA	DIRECCIÓN		TELEFONO
Proyecto MAG ; Agua Potable Comunidad La Almaciguera	Esteli, Comunidad La Almaciguera		8834-7899
ATENCIÓN	**CARGO**	**EMAIL**	**CELULAR**
Ing. Henry Sevilla	Contratista	henrisevillacano@yahoo.es	8834-7899

FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO			FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA CUSTODIA	NUMERO DE MUESTRAS
INGRESO	INICIO DE ANALISIS	FINAL DE ANALISIS			
15/06/2018	20/06/2018	20/06/2018	28/06/2018	1817	Una (1)

Fecha y Hora de Muestreo			15/06/2018;03:00 am	
Muestreado por			Ing. Henry Sevilla	
Supervisor de Muestreo en Campo			Ing. Henry Sevilla	Rango o valor máximo permisble
Fuente			Manantial	
Tipo de muestra			Agua Superficial	
Observaciones de Ubicación			La Almaciguera,Esteli	
Coordenadas			NR	
Codificación PIENSA			LA -1406-0358	
METODO SM // EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad	VALOR DE CONCENTRACION PUNTO DE MUESTREO 1	Norma CAPRE*
G.H	Arsénico	mg/L	<0.003	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. **NE**= No especificada en la Norma. **NR**= No Reporta. **ND**=No Detectado
Metodos, Normas y/o Decreto empleados: **SM** = Standard Methodos. 21th.2005 **EPA** = Environmental Protection Agency
*** Norma regional de calidad del agua para consumo humano**
G.H: Generador de Hidruros, Utilizando ARSENATOR

Los resultados reportados corresponden a los datos proporcionados por el cliente

PhD. Leandro Páramo Agüero
Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe.

ANEXO II PRESUPUESTO

ANEXO III PLANOS CONSTRUCTIVOS

Anexo IV. Memoria de calculo

567826.1930,1436718.7850,1380.3490	fuente
567826.1930,1436722.7850,1379.3490	PILA
567859.1930,1436766.7850,1373.3490	PILA
567944.1930,1436863.7850,1363.3490	PILA
567944.6580,1436862.7400,1362.9160	PILA
567944.9300,1436859.5440,1363.6660	PILA
567945.0000,1436858.0000,1364.0000	PILA
567946.3630,1436862.4950,1361.9250	PILA
567946.6620,1436861.2200,1362.3110	PILA
567946.6710,1436862.9420,1362.8940	TUBO
567947.4380,1436862.6260,1361.9160	TUBO
567948.0810,1436863.5300,1362.7750	TN
567948.9270,1436861.3790,1363.0820	TN
567950.5160,1436863.6860,1362.0640	TN
567951.0850,1436864.0690,1363.4470	PI
567951.7910,1436861.0450,1363.5190	TN
567953.5640,1436869.3900,1362.1750	PI
567967.1650,1436874.4830,1361.5240	LC
567970.5830,1436868.3590,1362.3090	PI
567988.2310,1436892.5500,1358.5560	LC
567989.3320,1436881.9320,1360.1740	PI
568012.6060,1436909.0810,1356.2340	PI
568012.9930,1436898.8560,1357.1540	LC
568045.1640,1436932.4720,1353.9060	PI
568046.9240,1436902.6730,1354.9740	PI
568085.3900,1436886.1110,1354.4580	PI
568153.6880,1436964.7200,1347.5000	LC
568153.9620,1436941.5180,1347.9810	LC
568153.9670,1436941.5250,1347.9830	LC
568178.8920,1437000.1090,1345.0420	LC
568188.2010,1437002.6830,1344.6290	LC
568253.6330,1437008.9550,1350.1590	TUBO
568257.9290,1437001.5790,1349.1910	TAPA
568258.2150,1437001.8970,1350.6940	PI
568266.2190,1437138.8060,1352.9220	CER
568300.4980,1437128.8820,1348.2850	LC
568301.0770,1437129.8490,1348.4440	PI
568303.5650,1436970.7640,1339.2680	PI
568324.1950,1437112.4000,1344.3440	LC
568324.6360,1436977.4000,1337.1440	PAGUA
568326.1960,1436975.8880,1336.9280	PE

568336.9700,1436995.5180,1336.1890	CASA
568343.0430,1437036.4570,1336.7420	LC
568346.0980,1437090.1200,1338.3180	CASA
568346.8880,1437091.3750,1338.7550	PE
568356.3420,1437076.8350,1336.6340	CER
568359.5370,1437070.6590,1336.2100	LC
568363.5760,1437063.4720,1335.4950	LC
568363.9410,1437071.1220,1335.8320	LC
568366.9010,1437068.4820,1335.6310	CER
568374.1680,1437073.6470,1335.1810	LC
568379.1110,1436610.4470,1346.5560	PI
568391.1290,1437079.5990,1332.8680	CASA
568391.8350,1437077.9880,1332.8480	CASA
568401.3490,1436609.8900,1345.4330	CER
568406.0390,1437089.1320,1331.6910	LC
568410.9750,1437089.5340,1331.0430	LC
568416.3870,1437078.1550,1330.6060	LC
568416.8550,1437079.7220,1330.2930	LC
568418.6550,1437084.4650,1330.5670	CASA
568425.5570,1436597.6950,1346.9710	LC
568427.5210,1437074.4090,1329.8720	PI
568429.2770,1437072.8540,1329.1840	IGLESIA
568431.4180,1437071.2920,1329.5000	CER
568435.6730,1437068.5070,1330.2410	LC
568453.0820,1437060.1250,1332.3180	CASA
568455.0190,1436575.5420,1355.1230	CASA
568461.9050,1436596.9490,1353.1140	CASA
568473.6560,1436630.7230,1350.3380	CER
568476.9220,1437042.5830,1335.8180	LC
568477.0780,1437052.1440,1335.7700	LC
568477.5180,1437043.3940,1335.7810	CER
568480.9680,1436944.2520,1337.2070	PI
568482.9450,1437044.8070,1335.6300	LC
568492.7490,1436635.5930,1351.5300	CASA
568493.5730,1437032.7070,1335.4900	CER
568494.2350,1437034.2320,1335.4620	LC
568501.5400,1436682.4310,1344.5130	LC
568506.1150,1437021.3790,1335.3590	LC
568512.9510,1437037.1580,1335.0530	CASA
568515.8930,1436706.6890,1340.9680	LC
568521.6990,1437011.2540,1334.3390	PI

568527.6610,1437014.3280,1334.1910	LC
568531.1380,1436731.4440,1338.1560	PI
568533.9210,1436729.7000,1338.0410	PI
568543.9640,1437014.2580,1333.3570	CASA
568550.6890,1436760.0290,1334.0580	LC
568556.4380,1436751.0780,1334.1760	LC
568560.6820,1436990.6290,1331.7560	LC
568565.3390,1436762.5690,1332.9820	CASA
568565.5090,1436984.0370,1330.4260	CASA
568587.5730,1436962.6840,1328.3010	LC
568588.0780,1436963.5750,1328.3360	CASA
568591.6190,1436770.4240,1330.7550	LC
568592.7020,1436773.7920,1330.5960	CASA
568602.9190,1436780.0220,1330.0060	CASA
568612.5500,1436937.6310,1327.3140	CASA
568630.3590,1436798.0250,1327.8240	CASA
568634.8680,1436913.6330,1324.9710	CASA
568647.3220,1436806.1730,1326.7910	LC
568653.3470,1436893.9250,1323.6220	PI
568654.2370,1436895.2030,1323.3620	CASA
568663.2300,1436814.6990,1325.9690	CASA
568664.3540,1436813.5560,1325.8230	CER
568670.1000,1436821.3900,1325.4700	LC
568671.2600,1436820.0330,1325.1650	CER
568672.1940,1436808.6340,1325.6590	LC
568678.0800,1436834.8130,1325.6550	PI
568679.3920,1436834.2900,1325.0720	CASA
568683.3190,1436875.5570,1323.4090	CASA
568685.8580,1436861.5010,1324.3790	LC
568687.4740,1436833.7850,1324.9720	LC
568687.4750,1436833.7770,1325.3840	TN
568703.5960,1436829.2300,1322.0640	CASA
568714.7520,1436829.3590,1322.9090	Casa
568718.2920,1436776.7020,1326.1310	Casa