

Facultad de Tecnología de la Construcción

“DISEÑO DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR MEDIO DE UN MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELÉCTRICO EN LA COMUNIDAD LA CEIBITA, MUNICIPIO DE TIPITAPA, DEPARTAMENTO DE MANAGUA”

Trabajo Monográfico para optar al título de
Ingeniero civil

Elaborado por:

Br. Marcia María
Ramírez Mejía

Carnet:2012-42789

Br. Edwin Josue
Olivas Sandoval

Carnet: 2015-0309N

Tutor:

M.s.c. Ing. Henry
Eduardo Loasiga

DEDICATORIA

La presente monografía se la dedicamos primeramente a Dios por habernos permitido culminar nuestros estudios, habernos dado la salud y lo necesario para seguir adelante día a día, lograr nuestros objetivos, además de su infinita bondad y amor. A nuestros padres que nos han dado la existencia y en ella la capacidad por superarnos y desear lo mejor en cada paso por este camino difícil y arduo de la vida, gracias porque ustedes nos han ayudado a construir y forjar la persona que ahora somos.

Marcía Ramírez / Edwin Olivas

AGRADECIMIENTO

El principal agradecimiento a Dios quien nos ha guiado y nos ha dado fortaleza para seguir adelante. A nuestras familias por su comprensión y estímulo constante, además de su apoyo incondicional a lo largo de nuestros estudios, y a todas las personas que de una u otra manera nos apoyaron en la realización de nuestra monografía.

Marcía Ramírez / Edwin Olivas

RESUMEN EJECUTIVO DEL TRABAJO MONOGRAFICO

En el presente documento monográfico se presenta el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable por medio de un Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE) para la comunidad La Ceibita, municipio de Tipitapa, departamento de Managua, el cual cuenta con la siguiente configuración: Pozo – sarta - línea de conducción - tanque de almacenamiento y red de distribución. El periodo de diseño es de 20 años que abarca desde el año 2022 al 2042.

En la comunidad La Ceibita, se presenta la siguiente problemática: los habitantes se ven obligados a utilizar pozos públicos para abastecerse de agua para su consumo, la cual se encuentra sin tratar, exponiéndose a padecer enfermedades, daños y perjuicios.

Del estudio socio económico de 2022, se partió con la población inicial de 260 habitantes, de los cuales 135 eran mujeres y 125 hombres, la actividad que más predomina es la agricultura, en lo que respecta a los trabajos remunerados, el 87% lo realizan miembros del género masculino y solo el 13% del género femenino, el rango de edades promedio de la población es de los 31-65 años, lo cual indica que es una población relativamente joven.

La topografía del terreno por medio del levantamiento topográfico facilitado por el nuevo FISE refleja que el terreno es irregular, en cual su punto más alto tiene una elevación de 655.42 msnm, el cual es la ubicación del tanque, donde también se determinó que su punto más bajo de 561.3 msnm.

Para el diseño de los elementos del sistema de abastecimiento se empleó la norma NTON 09 007-19. Los elementos que conforman el sistema de abastecimiento fueron diseñados con la capacidad de abastecer agua potable de forma continua a la Comunidad La Ceibita. El sistema será capaz de abastecer una demanda de agua hasta 1.38 l/s por día para el año 2042 el final del periodo de diseño.

Se determinó como fuente de abastecimiento un pozo público existente, lo cual sus características hidráulicas fueron provistas por la Alcaldía de Tipitapa, la fuente seleccionada es apta para el consumo humano, según las normas de calidad del agua para consumo humano (CAPRE), por lo tanto, solo requerirá tratamiento de desinfección por hipoclorito de sodio mediante un clorador que estará ubicado en la sarta de bombeo.

Respecto al método de bombeo del agua, se utilizará 2 bombas sumergibles de 3 y 5 HP para los periodos que abarcan de 2020 - 2030 y 2030 - 2040 respectivamente, cada uno de estas bombas deberán vencer cargas dinámicas totales de 83.98 m.c.a. y 89.49 m.c.a. respectivamente. La sarta de bombeo que se utilizará es de material HG° 2" de diámetro y 4 m de longitud.

La línea de conducción fue diseñada de la siguiente manera: Una tubería de diámetro 2 pulgada PVC SRD-17 con una longitud de 470 m el cual cumplirá con la resistencia necesaria y las velocidades máximas permitidas por la NTON para el flujo del agua en las tuberías.

Para el tanque de almacenamiento se utilizó un diseño típico de la zona que el nuevo FISE utiliza, el tanque tendrá una capacidad de 41.86 m³. En el caso de la red distribución el agua será transportada por gravedad mediante tuberías PVC SRD-26 de 2 y 1 ½ pulgada, además, se colocará válvulas de limpieza y reguladoras de presión.

El costo directo total alcanza la suma en córdobas de tres millones ciento sesenta y nueve mil doscientos sesenta y uno con cuarenta y siete centavos (C\$ 3,169,261.43) equivalente en dólares a ochenta y siete mil sesenta y siete con sesenta y dos centavos (US\$ 87,067.62) con el cambio del dólar del 1 de marzo 2023 de C\$ 36.4

El total del costo se divide en costos preliminares C\$ 43,459.92, línea de conducción C\$ 356,881.09, línea de distribución C\$ 664,353.25, tanque de almacenamiento C\$ 539,514.89, fuente y obra de toma C\$201,549.20, estación de bombeo C\$ 382,578.29, caseta de control C\$ 156,698.28 instalaciones eléctricas C\$ 516,385.87, planta purificadora C\$ 27,967.96 y conexiones domiciliarias C\$ 424,489.54, Limpieza y entrega C\$ 12,081.42

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I: Generalidades

1.1	Introducción.....	1
1.2	Antecedentes	2
1.3	Justificación.....	3
1.4	Objetivos	4

CAPÍTULO II: Descripción del sitio

2.1	Descripción del sitio del proyecto.....	5
2.1.1	Ubicación geográfica y extensión territorial.....	6
2.1.2	Topografía.....	7
2.1.5	Vías de comunicación y transporte	7
2.1.6	Servicios públicos.....	7
2.1.7	Población	8
2.1.8	Aspectos económicos	8

CAPÍTULO III: Marco Teórico

3.1	Inspección física de la ubicación del área en estudio	9
3.2	Estudio socioeconómico.....	9
3.3	Población	9
3.4	Proyección de población	9
3.5	Topografía.....	10
3.6	Análisis de calidad del agua.....	10
3.6.1	Sistema de tratamiento	10
3.6.2	Turbidez	11
3.7	Sistema de abastecimiento de agua potable.....	11
3.7.1	Tipos de sistemas de abastecimientos.....	11

3.8 Fuente de abastecimiento	11
3.9. Obras de captación	12
3.9.1 Pozos perforados	12
3.9.2 Estaciones de bombeo.....	13
3.10. Línea de aducción y/o conducción	13
3.11. Almacenamiento	14
3.12. Red de distribución.....	14
3.13. Uso del programa Epanet	17
3.14. Costo y presupuesto	18

CAPITULO IV: Diseño metodológico

4.1 Inspección física de la ubicación del área en estudio	19
4.2 Estudio socioeconómico.....	19
4.3 Levantamiento topográfico	19
4.4 Estudio y calidad del agua	19
4.5 Desinfección.....	20
4.5.1. Volumen de dosificación	20
4.6 Proyección de la población	20
4.6.1. Tasa se crecimiento	20
4.7. Cálculo de consumo.....	21
4.7.1. Dotación	21
4.8. Período de diseño	24
4.9. Configuración del sistema de abastecimiento	26
4.10. Fuentes de abastecimiento	26
4.11. Tanque de almacenamiento	27
4.12. Línea de conducción	28

4.12.1. Caudal de bombeo	28
4.12.2. Línea de conducción por bombeo	28
4.12.3. velocidad en las tuberías.....	30
4.12.3. Pérdidas localizadas	30
4.13 Carga Total Dinámica (CTD).....	31
4.14 Potencia de la bomba y el motor.....	32
4.15 Golpe de ariete.....	32
4.15.1. Celeridad.....	33
4.15.2. Cálculo del tiempo de parada de la bomba	35
4.16. Red de distribución.....	36
4.16.1. Parámetros de diseños	37
4.16.2. Velocidades permisibles.....	37
4.16.3. Presiones mínimas y máximas.....	37
4.16.4. Cobertura sobre tuberías	37
4.16.5. Diámetro mínimo	37
4.17 Análisis y cálculo hidráulico del sistema.....	38
4.18 Elaboración de planos.....	38
4.19 Especificaciones técnicas	38
4.20 Estimación de costos y presupuesto	38

Cálculos y resultados

5.1 Estudio socioeconómico.....	39
5.2. Topografía comunidad La Ceibita.....	39
5.3. Proyección de la población y demanda.....	40
5.4 Determinación de la Carga Total Dinámica (CTD)	43
5.4.1 Curva característica de la bomba Franklin Electric 10 años	46

5.4.2 Curva característica de la bomba Franklin Electric 20 años	51
5.5 Línea de conducción para un periodo de 20 años	52
5.5.1 Golpe de Ariete	54
5.6 Tanque de almacenamiento	57
5.7 Red de distribución	57
5.8 Análisis y calidad del agua	67
Conclusiones y Recomendaciones	
6.1 Conclusiones.....	70
6.2 Recomendaciones	71
Bibliografía.....	72
ANEXOS	

CAPÍTULO I

Generalidades

1.1 Introducción

La comunidad La Ceibita se encuentra ubicada a 51 kilómetros del casco urbano del municipio de Tipitapa. Actualmente cuenta con una población de 260 habitantes, que carecen de un empleo formal que les permita tener un mejor nivel de vida. Esta población se dedica en su mayoría a la agricultura para auto consumo y a la artesanía, siendo una de las principales actividades la elaboración de hamacas con residuos de tela que recogen en la zona Franca de Tipitapa (**ver mapa No. 1 y 2, pág. 5 y 6**).

Una gran parte de las 60 familias de esta comunidad obtienen el agua para su consumo de un pozo perforado, ubicado en el lecho de una quebrada de esta zona. Cabe mencionar que este pozo no cuenta con ningún tipo de tratamiento para la potabilización del agua. Es importante también señalar que el agua para sus labores domésticas la obtienen de un pozo de poca profundidad construido de manera artesanal por los pobladores. Sin importar de cuál de las dos fuentes mencionadas se abastezcan, los pobladores deben de recorrer largas distancias sobre terrenos sinuosos de difícil acceso, haciendo complicado la obtención del vital líquido.

Por tal razón, la comunidad La Ceibita del municipio de Tipitapa, fue objeto de un estudio técnico, social y económico, para la ejecución de un proyecto de abastecimiento de agua potable, a través de un mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE). El estudio se elaboró en base a las investigaciones realizadas en dicha comunidad.

1.2 Antecedentes

Actualmente el 100% de las viviendas de la comunidad La Ceibita se abastecen de un pozo público perforado por la empresa Master Perforaciones en el año 2018 con una profundidad de 250 pies. La población obtiene el líquido para consumo por medio de una bomba manual instalada por la Alcaldía de Tipitapa. **(ver anexos, situación actual, pág. I y II).**

Los pobladores de la comunidad con el paso del tiempo han venido solicitando a las autoridades correspondientes las mejoras para dicho sistema de agua potable, lo cual han manifestado que la distancia y el relieve irregular de la zona dificulta el traslado del agua hacia sus hogares.

En el año 2021 la alcaldía municipal de Tipitapa debido a las solicitudes de la comunidad realizó un estudio de prefactibilidad de la zona donde se determinó la calidad del agua, la topografía, censos y encuestas poblacionales correspondientes para dar respuestas a las necesidades de la población, no obstante estos últimos estudio de censos y encuesta no fue encontrada en el departamento de planificación por lo que sugieren realizarlos nuevamente por los sustentantes de este trabajo monográfico para tener una información actualizada.

1.3 Justificación

El acceso al abastamiento de agua potable, es un factor que influye en mejorar la calidad de vida en todos los aspectos y edades de la población, sobre todo en los niños, embarazadas y adultos mayores.

En la actualidad la comunidad La Ceibita carece de un sistema de abastecimiento de agua que les brinde satisfacción plena, debido a que los mismos tiene que recurrir a abastecerse por medio de pozos públicos, sin tratar, los cuales incrementan la probabilidad de generar padecimientos, daños y perjuicios a la calidad de vida en la población.

Llevando a cabo este proyecto se pretende beneficiar en su totalidad esta comunidad tanto en lo económico como en lo social. Mejorando la calidad de vida principalmente las personas más vulnerables como niños, mujeres embarazadas y personas de la tercera edad debido a la disminución de enfermedades asociadas al consumo de agua de muy mala calidad.

El agua es un recurso limitado e insustituible que es clave para el bienestar humano y solo funciona como recurso renovable si está bien gestionado. Hoy en día, más de 1.700 millones de personas viven en cuencas fluviales en las que su uso supera la recarga natural, una tendencia que indica que dos tercios de la población mundial podría vivir en países con escasez de agua para 2025. El agua puede suponer un serio desafío para el desarrollo sostenible, pero, gestionada de manera eficiente y equitativa, el agua puede jugar un papel facilitador clave en el fortalecimiento de la resiliencia de los sistemas sociales, económicos y ambientales a la luz de unos cambios rápidos e imprevisibles.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable de un mini acueducto por bombeo eléctrico para la comunidad La Ceibita, municipio de Tipitapa, departamento de Managua.

1.4.2 Objetivo específico.

1. Realizar el estudio socioeconómico de la comunidad para conocer las características de la población.
2. Evaluar el estudio de calidad del agua de la fuente propuesta para el consumo de la población.
3. Dimensionar las obras hidráulicas del sistema (tuberías, tanque de almacenamiento, etc.).
4. Realizar el análisis hidráulico de la red de distribución mediante el uso del software EPANET.
5. Elaborar los planos de proyecto para la ejecución del sistema de red de agua potable
6. Estimar los costos directos de ejecución de la obra.

CAPÍTULO II

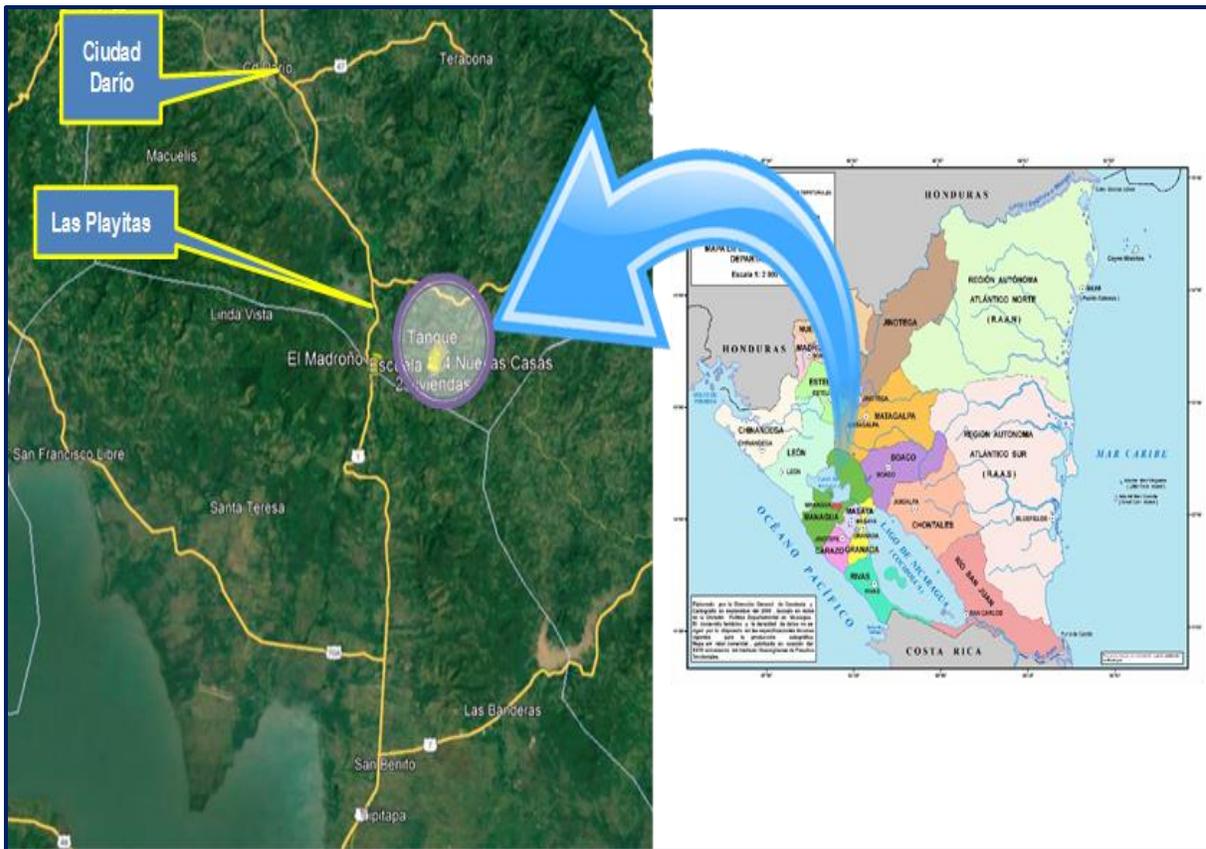
Descripción del área de estudio

2.1 Descripción del sitio del proyecto

Comunidad La Ceibita, Municipio de Tipitapa; Departamento de Managua

Mapa No.1

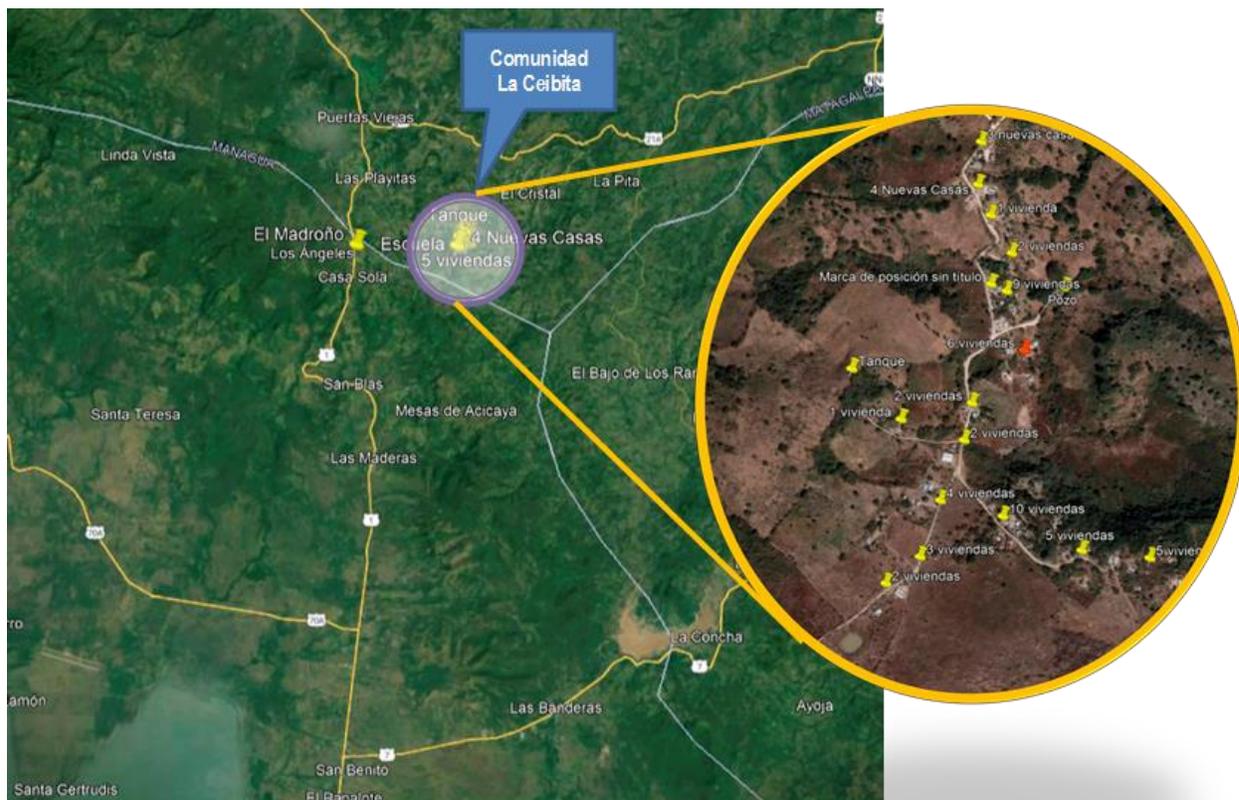
Ubicación del proyecto, Municipio de Tipitapa, Comunidad La Ceibita



Elaboración: Sustentantes, Imagen satelital Google Earth e INETER

Mapa No. 2

Micro localización del proyecto



Fuente: Imagen Satelital de Google Earth 2022.

2.1.1 Ubicación geográfica y extensión territorial

Comunidad Beneficiaria	La Ceibita
Municipio	Tipitapa
Departamento	Managua
Coordenadas del Proyecto:	X= 608733.66; Y= 1386810.17; Elevación= 593 Msnm

Fuente: Estudio de Pre factibilidad realizado por el nuevo FISE

Limites:

La comunidad La Ceibita, limita con las siguientes zonas:

Al Norte con la comunidad Valle San Juan.

Al Sur con la comunidad El Terrero.

Al Este con la comunidad Llano Verde.

Al Oeste con la comunidad Sonzapote.

2.1.2 Topografía

La topografía de la zona es irregular, aunque presentan zonas con pendientes leves. El punto más alto es de 591.616 msnm corresponde a la ubicación del tanque y el punto más bajo se presenta en uno de los extremos de la red, el cual es de 550.453 msnm. Es importante mencionar que inicialmente se planeaba realizar el levantamiento topográfico de la zona, pero dicho estudio fue provisto posteriormente por el nuevo FISE.

2.1.5 Vías de comunicación y transporte

Para acceder a la comunidad La Ceibita desde el municipio de Tipitapa se puede hacer a través de dos rutas desde el empalme El Terrero el cual está sin revestimiento con una distancia de 2 km y se encuentra en mal estado y el otro es por el empalme Olominapa con una distancia de 5 km, sin embargo, el acceso por esta vía se encuentra en buenas condiciones hasta la Comunidad Valle San Juan y luego 1 km hasta la comunidad La Ceibita.

2.1.6 Servicios públicos**Energía eléctrica**

En la comunidad La Ceibita cuenta con el servicio eléctrico el cual el concesionario es DISNORTE- DISSUR suministrando un tipo de línea en baja tensión en 220 voltios a través de un transformador con capacidad de 25 KVA

Letrinificación

En la comunidad La Ceibita se encontró que hay 32 letrinas construidas en igual número de viviendas, las cuales, 10 fueron construidas por la Alcaldía de Tipitapa y el resto, por los pobladores con materiales como: Plástico, zinc, madera entre otros. Las 22 letrinas que fueron construidas por los pobladores todas están en mal estado

Salud

La comunidad de La Ceibita no cuenta con un centro de salud público, lo cual los pobladores de la comunidad se ven obligados a viajar hasta la comunidad Valle San Juan a una distancia de 1 km aproximadamente.

Educación

Según el MINED, existe 1 centro educativo de primaria, el cual atiende un total de 60 alumnos aproximadamente.

2.1.7 Población

Según un censo realizado por la Alcaldía de Tipitapa la población actual es de 260 habitantes y a su vez es una población dispersa.

Tabla N°1: Total de población por sexo

Mujeres	Hombres	Total
135	125	260

Fuente: Alcaldía de Tipitapa

2.1.8 Aspectos económicos

La estructura de la economía de la comunidad está basada mayoritariamente en la agricultura. Los sistemas productivos que influyen su economía son los granos básicos, (maíz, arroz, frijol)

CAPÍTULO III

Marco Teórico

3.1 Inspección física de la ubicación del área en estudio

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

3.2 Estudio socioeconómico

Es el análisis de la dinámica de la población, la estructura demográfica, el estado de la salud humana, los recursos de infraestructura, además de los atributos económicos, como el empleo, el ingreso per cápita, la agricultura, el comercio y el desarrollo industrial en el área de estudio. El estudio del componente socioeconómico incorpora varios aspectos relacionados con las condiciones sociales y culturales imperantes, al igual que el estado económico de la región de estudio. La socioeconomía es el estudio de la relación entre la actividad económica y la vida social. Sin embargo, en muchos casos, los socios economistas se centran en el impacto social de algún tipo de cambio económico.

3.3 Población

Por población se hace referencia habitualmente al conjunto de seres humanos que hacen vida en un determinado espacio geográfico o territorio. Es decir, suele referirse a la población humana. Por extensión, la palabra población se utiliza también para referirse al conjunto de viviendas y otras infraestructuras que ocupan un espacio.

3.4 Proyección de población

La determinación del número de habitantes para los cuales ha de diseñarse el acueducto es un parámetro básico en el cálculo del caudal de diseño para una comunidad. Es necesario determinar las demandas futuras de una población para prever en el diseño las exigencias, de las fuentes de abastecimiento, líneas de conducción, redes de distribución, equipo de bombeo, planta de potabilización y futura extensiones del servicio.

Por lo tanto, es necesario predecir la población futura para un número de años, que será fijada por los períodos económicos del diseño. La población futura de una localidad se estima analizando las características sociales, culturales y económicas de sus habitantes en el pasado y en el presente, para hacer predicciones sobre su futuro desarrollo. (Maldonado, 2006)

3.5 Topografía

La topografía puede definirse como el estudio de realizar medidas sobre la superficie terrestre con el propósito de elaborar mapas, planos o determinar una superficie. (Farjas, 2008)

3.6 Análisis de calidad del agua

El problema de la calidad es casi tan importante como aquellos relativos a la escasez de esta, sin embargo, se le ha brindado menos atención. El término calidad de agua se refiere al conjunto de parámetros que indican que el agua puede ser usada para diferentes propósitos como: Domestico, riego, recreación e industria. (Clara, 2005)

3.6.1 Sistema de tratamiento

Ninguna fuente en su estado natural es apta para el consumo humano. Es necesario realizar un análisis de calidad de agua previo a su consumo, para determinar el tratamiento adecuado que se le deberá realizar. Estos pueden ser desinfección, adición de cal para reducir la dureza, o la utilización de filtros para reducir turbidez o maleza flotante, etc.

La desinfección del agua significa la extracción, desactivación o eliminación de los microorganismos patógenos que existen en el agua. La destrucción y/o desactivación de los microorganismos supone el final de la reproducción y crecimiento de estos microorganismos.

3.6.2 Turbidez

La turbidez es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión. Cuantos más sólidos en suspensión hallan en el agua, más sucia parecerá ésta y más alta será la turbidez. La turbidez puede ser considerada una buena medida de la calidad del agua.

3.7 Sistema de abastecimiento de agua potable

Es el conjunto de tuberías, instalaciones y accesorios destinados para conducir las aguas requeridas hacia una población determinada.

Por lo general la configuración de un sistema de abastecimiento de agua potable es: De la fuente de origen natural, pasando por una correspondiente planta de tratamiento de agua, tanque de almacenamiento, proyectándose hacia la red de distribución, y concluyendo hasta los hogares (los usuarios).

Los sistemas de abastecimiento de agua pueden ser desde sistemas sencillos como el de una zona rural que está formado por una sola tubería, hasta redes complejas que llevan el agua a las viviendas en las grandes ciudades (Maldonado, 2004)

3.7.1 Tipos de sistemas de abastecimientos

Urbanos

Estos sistemas son muchos más complejos que los sistemas rurales debido a la cantidad de viviendas y habitantes a abastecer.

Rurales

Estos sistemas tienden a ser mucho más sencillos de diseñar por sus pequeñas poblaciones a servir por consecuente el tiempo de diseño es menor.

3.8 Fuente de abastecimiento

La fuente de abastecimiento de agua constituye la parte más importante del sistema de abastecimiento de agua. Esta puede ser superficial, tales como: Ríos, lagos, pequeños arroyos y quebradas, o de aguas subterráneas.

La fuente debe ser capaz de abastecer de agua a la población proyectada para el último año del periodo de diseño. La selección de las fuentes estará dada por estudios hidrogeológicos que se tengan a mano y, además se debe tener en cuenta que para garantizar el agua continua se debe solventar el consumo más crítico en el año es decir el CMD (caudal máximo día) sin que la fuente sufra grandes variaciones en sus niveles de agua.

Superficiales

Son las que están apreciables al ojo humano en la superficie del terreno como es el caso de lagos, lagunas, estanques, ojos de agua, quebradas y ríos. Esta es consecuencia de las precipitaciones que no logran infiltrarse hasta el subsuelo.

Subterráneas

Estas no están visibles se encuentra en acuíferos bajo la superficie y son consecuencia de la infiltración del agua. Entre las cuales hay las subterráneas superficiales y las profundas. Las superficiales pueden salir a la superficie sin necesidad de una perforación y a estos se les llama acuífero artesiano. Y las profundas que están bajo el nivel freático y se les nombra acuífero freático.

3.9. Obras de captación

La selección de la obra de captación depende del tipo de fuente que se va a utilizar. Si la fuente es superficial se plantea la selección de bocatoma y si la fuente es subterránea por lo general se utilizan pozos perforados.

3.9.1 Pozos perforados

El principio básico de los pozos perforados es simple: Se perfora un agujero en una masa de agua subterránea y luego se extrae el agua infiltrada con la ayuda de una bomba manual o mecanizada. En comparación con los pozos excavados, los diámetros de los pozos perforados son mucho menores: En un contexto rural, los pozos suelen tener un diámetro de 50 mm, mientras que los grandes complejos urbanos de extracción requieren agujeros de hasta 300 mm de diámetro,

en términos de profundidad, los pozos perforados manualmente alcanzan una profundidad máxima de 35 metros.

3.9.2 Estaciones de bombeo

Estas por lo general se diseñan a un periodo de 10 a 20 años aproximadamente ya que estos se pueden cambiar fácilmente en caso que se necesite cambiar, ya sea por mal funcionamiento debido a desgastes de componentes por mal uso del equipo, poco o inexistente mantenimiento, o simplemente al deterioro debido a que los elementos de los componentes proporcionaron su vida útil y debido a que las normas nacionales así lo indican.

Para la selección del equipo de bombeo, se deberá de agregar los consumos contra incendios de rangos de poblaciones mayores a 5000 habitantes, debido a que ante una eventualidad deberá haber agua disponible para combatirlo, esta agua estará presente y a disposición en los hidrantes.

También se toman en cuenta los factores de variaciones de consumo, el crecimiento poblacional, además de un factor de las horas de bombeo por día. (NTON 09 007-19)

3.10. Línea de aducción y/o conducción

Son los conductos destinados a transportar las aguas desde los sitios de captación hasta las plantas de tratamiento. Se pueden dividir también como conducción por gravedad o por bombeo eléctrico, esto dependerá de la topografía del terreno.

Las líneas de conducción, por lo general se diseñan para un periodo entre 20 a 25 años, debido a que es muy complejo el proceso de remplazar tuberías además de ser muy costosos.

Tabla N°2. Periodos de diseños de los componentes del sistema

Tipos de componentes	Período de diseño años
Presas, Diques	50
Pozos perforados	20
Plantas de potabilización	20
Pozos excavados	10
Equipos de Bombeo	10
Captaciones superficiales y manantiales	20
Captación de agua de lluvia	10
Desarenador	20
Filtro Grueso Ascendente en Capas (FGAC)	20
Filtro Grueso Dinámico (FGD)	20
Líneas de Conducción	20
Filtro Lento de Arena (FLA)	20
Tanque de almacenamiento	20
Red de distribución	20
Galería de infiltración	20

Normas ANA, (NTON 09 007 19) pág. 19.

3.11. Almacenamiento

El uso de un tanque de almacenamiento es que los consumos o demandas de agua nunca son constantes, están cambiando porque algunas horas son de más consumo que otras. El sistema de almacenamiento funciona de la siguiente forma, en las horas en que la población demanda menos agua el tanque se llena para que luego esa agua sea utilizada en las horas de más alto consumo evitando así que el sistema pierda continuidad.

3.12. Red de distribución

Una red de distribución es el conjunto de tuberías llamada también circuitos troncales o maestras y tuberías secundarias o de relleno, que conducen el agua desde tanques de almacenamiento hasta las tomas domiciliarias;

con el fin de proporcionar agua potable suficiente a los usuarios para consumo doméstico, público.

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

Resistencia de las tuberías

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

Tipos de redes

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

Tipos ramificados

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

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

Tipos malladas

Son aquellas redes constituidas por tuberías interconectadas formando mallas. Este tipo de red de distribución es el más conveniente y se trata siempre de lograrse mediante la interconexión de las tuberías a fin de crear circuitos cerrados que permitan un servicio más eficiente y permanente.

Carga hidráulica disponible

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

Sobrepresión o depresión

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

Válvulas y estructuras complementarias

Válvula de compuerta: Diseñada para permitir el flujo de gas o líquido en línea recta con una caída de presión. Se usan donde el disco de la válvula se mantiene totalmente abierta o totalmente cerrada. No son adecuadas para estrangulación dejando las válvulas parcialmente abiertas, causa erosión y daña el disco. Al inicio y al final de la línea de conducción, deberán instalarse válvulas de compuerta para regular o cortar el flujo cuando sea necesario.

Válvula de globo: El uso principal de las válvulas de globo consiste en regular o estrangular un fluido, desde el goteo hasta el sello completo y opera eficientemente en cualquier posición intermedia del vástago.

Válvulas de admisión y expulsión de aire: Se utiliza para expulsar el aire que pueda haber entrado en la tubería de impulsión mezclado con el agua o que esté presente en esta antes de comenzar su funcionamiento.

Igualmente, para admitir aire en la tubería y romper así el vacío que pueda producirse dentro de esta e impedir la falla por aplastamiento al producirse el cierre de las válvulas de compuerta.

Cámara de válvula de aire:

El aire acumulado en los puntos altos provoca la reducción del área del flujo del agua, produciendo un aumento de pérdida de carga y una disminución del gasto. Para evitar esta acumulación es necesario instalar válvulas de aire automáticas (ventosas) o manuales.

Cámara de válvula de purga:

Los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la línea de conducción con relieve accidentado, provocan la reducción del área de flujo del agua, siendo necesario instalar válvulas de purga que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tuberías.

3.13. Uso del programa Epanet

EPANET, es un software libre que permite la simulación del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de tuberías a presión. Una red de distribución de agua, además de las propias tuberías de conducción, pueden aparecer elementos como nudos, bombas, válvulas y depósitos de almacenamiento o embalses.

Con **EPANET**, a través de la introducción de datos para cada uno de los elementos, se podrá seguir la evolución del flujo del agua en las tuberías, de la presión en los nudos de demanda, del nivel del agua en los depósitos, y de la concentración de cualquier sustancia a través del sistema de distribución durante un período prolongado de simulación. Aun cuando en el mercado existe una variedad de programas para el cálculo de sistemas de distribución de agua potable, **EPANET** tiene la gran ventaja de que es un programa gratuito que,

además, resulta extremadamente fiable para la modelación de sistemas complejos.

Con **EPANET** se podrá calcular el caudal que circula por cada una de las conducciones, la presión en cada uno de los nudos, el nivel de agua en cada tanque, la concentración de diferentes componentes químicos a través de la red, el tiempo de permanencia del agua en las tuberías, la procedencia del agua en cada punto de la red. (www.blogdelagua.com/epanet)

3.14. Costo y presupuesto

(FISE, 2022) Para abordar este tema es necesario tener como base una fuente de información que sea confiable y eficiente, en nuestro país mejor que ninguna otra es la Guía de costos del fondo de inversiones del cual se extrajeron los siguientes conceptos fundamentales:

Presupuesto de construcción:

Es el cálculo anticipado a la ejecución, en una fecha dada, del costo de una obra a partir de un diseño técnico y sus especificaciones técnicas de construcción. Este presupuesto se elabora haciendo un seguimiento de cada una de las etapas y subetapas constructivas de la obra.

Costos unitarios:

Es un sistema de cálculo que permite valorar a partir de rendimientos, obtener el costo de una actividad a realizar por unidad de medida.

Take-off

Vocablo del idioma inglés utilizado en el lenguaje del sector construcción para definir el cálculo de cantidades de obras de las actividades de un proyecto con sus correspondientes unidades de medida.

Se analizará detalladamente cada uno de los costos de las actividades involucradas para llevar a cabo el proyecto del diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del tipo MABE.

CAPITULO IV

Diseño metodológico

4.1 Inspección física de la ubicación del área en estudio

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

4.2 Estudio socioeconómico

Se realizó un estudio socioeconómico mediante la aplicación de una encuesta basada en los formatos elaborados por el FISE, este fue modificado para adaptarse a la situación actual de la comunidad, esta permitió conocer las características sociales, económicas, culturales, salud y de género de la población beneficiaria. El estudio socioeconómico en la comunidad se aplicó en el mes de agosto del año 2022 en la comunidad La Ceibita del municipio de Tipitapa, Managua.

4.3 Levantamiento topográfico

Haciendo uso de los resultados del levantamiento topográfico realizado por la Alcaldía de Tipitapa en 2022, se realizó un análisis del mismo y en base a este se diseñó el sistema de abastecimiento de agua potable, así como los planos de proyecto.

4.4 Estudio y calidad del agua

Para el estudio de calidad de agua, se tomaron muestras en la fuente seleccionada, posteriormente, la muestra fue analizada en el laboratorio donde se realizaron las pruebas de calidad del líquido. Considerando las normas NTON Y CAPRE se determinó el tipo de tratamiento a la cual se someterá el agua.

Con relación al agua que consumen y utilizan, el 97% de las viviendas se abastecen de pozos públicos con bombeo manual y 3% se abastecen de pozos privados.

4.5 Desinfección

Se comprobó las características físicas y químicas de la fuente seleccionada tomando en consideración las normas del NTON, determinando que el agua de dicha fuente, solo requeriría un sistema de tratamiento por desinfección de hipoclorito de sodio. Para el sistema de desinfección se utilizará un dosificador de cloro de 0.60 GPM y 150 psi de presión.

4.5.1. Volumen de dosificación

volumen de dosificación por día tendrá una concentración del 1.2% para el periodo de diseño.

4.6 Proyección de la población

Para el cálculo de la proyección de la población, se hizo uso de la información provista por las siguientes instituciones:

Instituto Nacional de Información y Desarrollo (INIDE): El cual maneja toda la información relacionada con las poblaciones del país. Allí se pueden encontrar los documentos de los últimos censos nacionales realizados en los años 1950, 1963 y 1995 además, puede facilitar las proyecciones de población de todas las localidades del país.

4.6.1. Tasa se crecimiento

Para los cálculos de proyección de la población futura, se utilizó el método geométrico, el cual es recomendado por la NTON 09 007 19 para comunidades que crecen a una tasa fija, los recomendados por la norma que es como mínimo 2.5%, se adoptara este valor como mínimo, continuación, se presenta la ecuación utilizada:

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

Donde:

P_n : Población proyectada al año “n” (hab.)

P_o : Población inicial (hab.).

r: Tasa de crecimiento (notación decimal)

n: intervalo de tiempo años

Fuente: NTON 09 007 19, pág. 8

4.7. Cálculo de consumo**4.7.1. Dotación****Consumo Doméstico (CD)**

Los usos domésticos incluyen agua para todas las cosas que se realizan en el hogar: beber agua, preparar los alimentos, bañarse, lavar ropa, etc.

$$CD = Pob. \times Dotacion$$

Pob: Población

Dot: Dotación en el área (l.p.p.d)

Basados en el valor de proyección para poblaciones rurales dispersas y partiendo de la dotación establecida por el ANA en la norma para el diseño de abastecimiento para el medio rural se asignará un caudal 80 litros por persona por día (lppd), siempre y cuando no haya saneamiento por arrastre hidráulico.

*Para el caso de conexiones domiciliarias que tengan sistema de saneamiento con arrastre hidráulico la dotación será de **100 lppd**.*

Tabla N°3. Dotaciones de agua para poblaciones dispersas

Nivel de servicio	Dotación lppd
Conexión domiciliar	80
Puestos públicos ó unidades sanitarias	30 a 50
Pozos excavados equipados con bomba manual	20 a 30
Pozos perforados, equipados con bomba manual	20 a 30
Captación individual de agua de lluvia (CALL)	10

Fuente: NTON 09 007 19, pág. 10

Sector público e institucional

Para este sector se consideraron tales demandas debido que en la zona existen una escuela y un centro de salud. Para el cálculo de los consumos comercial, público, institucional e industrial se usarán los porcentajes aplicados al consumo doméstico diario indicados en tabla siguiente:

Tabla N°4. Dotaciones de consumo según el sector

Consumo	Porcentaje
Comercial	7
Público o Institucional	7
Industrial	2

Fuente: NTON 09 007 19, pág. 10

Consumo Promedio Diario (CPD)

Es el consumo promedio de los consumos diarios durante un año de registro sus unidades de medida pueden ser: (m³/s, gal/min).

$$CPD = CD + Q_{inst} + Q_{com} + Q_{ind}$$

Normas ANA, (NTON 09 007 19) pág. 12.

Sector público e institucional

El consumo de una población se divide en consumo doméstico, en consumo industrial, consumo público y consumo por pérdidas y desperdicios. Por la condición que presenta el sitio en estudio solo se tomará en cuenta el consumo doméstico y consumo público (escuela), ya que en la comunidad no posee lugares de industria.

Consumo Promedio Diario (CPD)

Es el consumo promedio de los consumos diarios durante un año de registro sus unidades de medida pueden ser: (m³/s, gal/min).

$$CPD = CD + Q_{inst} + Q_{com} + Q_{ind}$$

Normas ANA, (NTON 09 007 19) pág. 12.

Pérdidas en el sistema (Q_f)

Esto constituye lo que se conoce con el nombre de fugas y/o desperdicio en el sistema. Dentro del proceso de diseño, esta cantidad de agua se puede expresar como un porcentaje del consumo del día promedio. En el caso de ciudades y localidades con más de 500 viviendas, el porcentaje se fijará en un 20% y para localidades hasta 500 viviendas el 15%.

Normas ANA, (NTON 09 007 19) pág. 12.

Dado que la cantidad de viviendas es menor a 500, se utilizará 15% para pérdidas técnicas

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 Diario (CMD)

Día de mayor consumo durante el año

$$CMD = 1.5 (CPD) + Q_f$$

Normas ANA, (NTON 09 007 19) pág. 12.

El CMD servirá para dimensionar la línea de conducción

Consumo Máximo Horario (CMH)

Día de mayor consumo durante el año

$$CMH = 2.5 (CPD) + Q_f$$

Normas ANA, (NTON 09 007 19) pág. 12.

El CMH servirá para dimensionar la red de distribución

4.8. Período de diseño

En los diseños de proyectos de abastecimiento de agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema con el propósito de:

- Determinar que períodos de estos componentes del sistema, deberán satisfacer las demandas futuras de la comunidad.
- Qué elementos del sistema deben diseñarse por etapas.
- Cuáles serán las previsiones que deben de considerarse para incorporar los nuevos elementos al sistema.

En la siguiente tabla se indican los períodos de diseños económicos de los elementos componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable.

Tabla N°5. Periodos de diseños de los componentes del sistema

Tipos de Componentes	Período de diseño años
Presas, Diques	50
Pozos perforados	20
Plantas de potabilización	20
Pozos excavados	10
Equipos de Bombeo	10
Captaciones superficiales y manantiales	20
Captación de agua de lluvia	10
Desarenador	20
Filtro Grueso Ascendente en Capas (FGAC)	20
Filtro Grueso Dinámico(FGD)	20
Líneas de Conducción	20
Filtro Lento de Arena (FLA)	20
Tanque de almacenamiento	20
Red de distribución	20
Galería de infiltración	20

Normas ANA, (NTON 09 007 19) pág. 13.

Presiones máximas y mínimas

Presión Mínima: 5.00 metros columnas de agua

Presión Máxima: 70.0 metros columnas de agua

Velocidades permisibles

Se permitirán velocidades de flujo de 0.60 m/s a 1.5 m/s

Normas ANA, (NTON 09 007 19) pág. 29.

Tabla N°6. Coeficiente de rugosidad © en la fórmula de Hazen Williams.

Material del conducto	C	
	Nuevos	Existentes
Cloruro de polivinilo (PVC)	150	130
Hierro fundido cubierto (Interior y exteriormente)	130	100
Hierro Galvanizado	130	100

Normas ANA, (NTON 09 007 19) pág. 29.

4.9. Configuración del sistema de abastecimiento

El sistema de abastecimiento tendrá una configuración de pozo – tanque – red de distribución. El agua se captará desde el pozo, mediante una columna de bombeo el flujo de agua llegará a la sarta de bombeo, posteriormente el flujo atravesará una línea de conducción que llegará a la entrada del tanque de almacenamiento ubicado en el punto más alto de la zona, el agua entrará al tanque de almacenamiento y podrá salir directamente a la red de distribución llegando a cada una de las viviendas.

4.10. Fuentes de abastecimiento

Dentro de la zona de diseño existen fuentes de abastecimiento por medio de pozos perforado e hincados de bombeo manual y pozo excavados. Se determinará el pozo más adecuado para el diseño de la red de distribución, esta deberá cumplir con la calidad de agua adecuada y proveer la demanda de agua necesaria para la población beneficiada.

Para determinar la fuente de abastecimiento adecuada para este diseño, se recopilará información de los diferentes tipos de pozo públicos en la zona, se estudiará la ubicación, su profundidad, las variaciones de altura del nivel dinámico de agua, pruebas de bombeos (si se han realizado) y las pruebas de calidad de agua (si se han realizado).

4.11. Tanque de almacenamiento

Se deben satisfacer las máximas demandas que se presenten durante la vida útil del sistema y mantener las reservas que garanticen hacer frente, tanto a los casos de interrupciones en el suministro de energía, como en los casos de daños que sufran las líneas de conducción o de cualquier otro elemento.

Se deberá instalar medidores a la salida de los tanques de almacenamiento.

En los sistemas donde existan o se proyecten hidrantes para combatir incendios, se deben almacenar los volúmenes de agua considerando como mínimo 2 horas para enfrentar estas circunstancias.

La capacidad mínima debe estar compuesta por:

Volumen compensador. Debe compensar las variaciones horarias del consumo. En este caso se debe almacenar para:

- a. Poblaciones menores de 20000 habitantes, el 25% del consumo promedio diario más pérdidas (CPD)
- b. Poblaciones mayores de 20000 habitantes, será necesario determinar este volumen en base al estudio y análisis de las curvas acumuladas (masas) de consumo y de producción, del sistema de agua de la localidad existente o de una similar.

Reserva para eventualidades y/o emergencias. Este volumen debe ser igual al 15% del consumo promedio diario (CPD).

4.12. Línea de conducción

4.12.1. Caudal de bombeo

El caudal de bombeo estará dado en función del régimen de bombeo y del caudal de diseño para el periodo de utilidad.

El caudal de bombeo será calculado de la siguiente manera:

$$Q_{bombeo} = Q_{CMD} * \frac{24}{t_{bombeo}} + \text{pérdidas}$$

Donde:

Q_{bombeo} : Caudal de bombeo (l/s)

t_{bombeo} : Número de horas de bombeo (horas)

Q_{CMD} : Consumo máximo diario (l/s)

4.12.2. Línea de conducción por bombeo

En el diseño de una línea de conducción por bombeo, se hará uso de una fuente externa de energía, para impulsar el agua desde la toma hasta la altura requerida, venciendo la carga estática y las pérdidas por fricción originadas en el conducto al trasladarse el flujo.

Deberá considerarse los siguientes aspectos.

- a) Para el cálculo hidráulico, las pérdidas por fricción se determinarán por el uso de la fórmula de Hazen-William u otra similar.
- b) Se dimensionará para la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño, el cual se estima en 1.5 del consumo promedio diario ($CMD=1.5 * CPD$, más las pérdidas).

- c) La tubería de descarga deberá ser seleccionada para resistir las presiones altas y deberán ser protegidas contra el golpe de ariete instalando válvulas aliviadoras de presión en las vecindades de las descargas de las bombas.

Con estos valores se calculó la pérdida de carga en la línea de conducción utilizando la ecuación de Hazen - Williams. Con la ecuación de Bernoulli se calculó la pérdida de carga total

$$h_f = \frac{10.675 \times L \times Q^{(1.85)}}{C^{(1.85)} \times D^{4.87}}$$

Donde:

Q: Caudal en metros cúbicos por segundo

C: Coeficiente de rugosidad

D: Diámetro interno de la tubería en metros

L: Longitud de la tubería en metros

h_f: Pérdida de carga en metros

Tabla N°7. Coeficiente de rugosidad (C) en la fórmula de Hazen - Williams.

Material del conducto	C	
	Nuevos	Existentes
Cloruro de polivinilo (PVC)	150	130
Hierro fundido cubierto (Interior y exteriormente)	130	100
Hierro Galvanizado	130	100

Normas ANA, (NTON 09 007 19) pág. 29.

A demás, para la determinar el diámetro (más económico), se aplicó la formula siguiente, donde para ella se utilizan los datos k = 0.9 y n = 0.45:

$$D = K * (Q)^n$$

D: Diámetro en metros

Q: Caudal en m³/s

n: Factor potencial

4.12.3. velocidad en las tuberías

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

Donde:

Ø: Diámetro de la tubería (m)

Q: Caudal de bombeo (m³/s)

4.12.3. Pérdidas localizadas

$$h_{f\text{accesorios}} = \frac{V^2 K}{2g}$$

Donde:

V: Velocidad del régimen del agua (m/s)

K: Coeficiente empírico (adimensional)

g: Aceleración de la gravedad (m/s²)

Tabla N°8. Coeficientes de pérdidas locales en accesorios

Pieza, conexión o dispositivo	K_l
Rejilla de entrada	0.80
Válvula de pie	3.00
Entrada cuadrada	0.50
Entrada abocinada	0.10
Entrada de borda o reentrada	1.00
Ampliación gradual	0.30
Ampliación brusca	0.20
Reducción gradual	0.25
Reducción brusca	0.35
Codo corto de 90°	0.90
Codo corto de 45°	0.40
Codo largo de 90°	0.40
Codo largo de 45°	0.20
Codo largo de 22° 30'	0.10
Tee con flujo en línea recta	0.10
Tee con flujo en ángulo	1.50
Tee con salida bilateral	1.80
Válvula de compuerta abierta	5.00
Válvula de ángulo abierta	5.00
Válvula de globo abierta	10.0
Válvula alfalfera	2.00
Válvula de retención	2.50
Boquillas	2.75
Controlador de gasto	2.50
Medidor Venturi	2.50
Confluencia	0.40
Bifurcación	0.10
Pequeña derivación	0.03
Válvula de mariposa abierta	0.24

Fuente: Conagua (2022) Manual para la elaboración y revisión de sistemas de riego parcelarios. Comisión nacional del agua, México.

4.13 Carga Total Dinámica (CTD)

Para determinar la carga total dinámica se tomará en cuenta la diferencia topográfica entre el nivel mínimo de agua en el pozo (nivel dinámico), las pérdidas por columna de bombeo, las pérdidas por fricción en la tubería y las pérdidas localizadas:

$$CTD = \Delta E + h_{c.b} + h_{fric} + h_{locales}$$

4.14 Potencia de la bomba y el motor

$$Pot_{bomba} = \frac{Q_{bombeo} * CTD}{75 * eff}$$

Donde:

Q_{bombeo} : Caudal de bombeo (L/s)

CTD: Carga total dinámica (m)

eff: eficiencia

$$Pot_{motor} = \frac{Pot_{bomba}}{eff}$$

4.15 Golpe de ariete

Tabla No. 9 Módulo de elasticidad de diferentes materiales

Módulo de elasticidad de los materiales (ϵ)		
Material	ϵ (km/m ²)	K
Hierro y Acero	2.00E+10	0.50
Hierro Fundido	1.00E+10	1.00
Hormigón (sin Armar)	2.00E+09	5.00
Fibrocemento	1.85E+09	5.41
`PVC`	3.00E+08	33.33
PE baja densidad	2.00E+07	500.00
PE alta densidad	9.00E+07	111.11

Fuente: Catedra de ingeniería rural escuela universitaria de ingeniería técnica agrícola de ciudad real

4.15.1. Celeridad

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K * \frac{D}{e}}}$$

$$K = \frac{10^{10}}{\epsilon}$$

Donde:

De: Diámetro exterior (mm)

e: Espesor (mm)

K: Coeficiente K

Tabla No. 10 Módulo de elasticidad de los materiales (ϵ)

Material	ϵ (km/m ²)	K
Hierro y Acero	2.00E+10	0.50
Hierro Fundido	1.00E+10	1.00
Hormigon (sin Armar)	2.00E+09	5.00
Fibrocemento	1.85E+09	5.41
`PVC`	3.00E+08	33.33
PE baja densidad	2.00E+07	500.00
PE alta densidad	9.00E+07	111.11

Cálculo del diámetro interior de la tubería (Di)

$$Di = De - (e)$$

Donde:

Di: Diámetro interior (mm)

De: Diámetro exterior (mm)

e : Espesor de la tubería (mm)

Basados en la tabla 11, del catálogo del fabricante Durman

Tabla N°11. Diámetros externos y espesores de Tuberías PVC



FT Tubería Tipo SDR

Descripción

Tubería de PVC para conducción de agua potable.

Presentación

Tubería PVC

Diámetros de ½ a 18 pulgadas

Empaque Rieber incorporado o campana cementada

La presión de trabajo varía de acuerdo al SDR

Norma de referencia ASTM D 2241

Aplicaciones y consideraciones básicas

- Este producto es utilizado solamente para sistemas de distribución agua.
- No es apto para la distribución de gases o aire comprimido.

Normas de producto

- Norma ASTM D 2241

Especificaciones tubería PVC ASTM D 2241

Diam. Nom.	Diámetro Promedio Externo (mm)	Espesor mínimo de pared (mm) (Tolerancia positiva equivalente al 6% del espesor mínimo)					
		SDR 41	SDR 32,5	SDR 26	SDR 21	SDR17	SDR 13,5
12	21,34±0,10	...	...	...	...	...	1,57±0,09
18	26,67±0,10	...	...	...	1,52±0,09	1,57±0,09	1,98±0,12
25	33,40±0,13	...	...	1,52±0,09	1,60±0,10	1,96±0,12	2,46±0,15
31	42,16±0,13	1,18±0,07	1,52±0,09	1,63±0,10	2,01±0,12	2,49±0,15	3,12±0,19
38	48,26±0,15	1,18±0,07	1,52±0,09	1,85±0,11	2,29±0,14	2,84±0,17	3,58±0,21
50	60,32±0,15	1,47±0,09	1,85±0,11	2,31±0,14	2,87±0,17	3,56±0,21	4,47±0,27
62	73,02±0,18	1,78±0,11	2,24±0,13	2,79±0,17	3,48±0,21	4,29±0,26	5,41±0,32
75	88,90±0,20	2,16±0,13	2,74±0,16	3,43±0,21	4,24±0,25	5,23±0,31	6,58±0,39
100	114,30±0,23	2,79±0,17	3,51±0,21	4,39±0,26	5,44±0,33	6,73±0,40	8,46±0,51
150	168,28±0,28	4,11±0,25	5,18±0,31	6,48±0,39	8,03±0,48	9,91±0,59	12,47±0,75
200	219,08±0,38	5,33±0,32	6,73±0,40	8,43±0,51	10,41±0,62	12,90±0,77	...
250	273,05±0,38	6,65±0,40	8,41±0,50	10,49±0,63	12,98±0,78	16,05±0,96	...
300	323,85±0,38	7,90±0,47	9,96±0,60	12,45±0,75	15,39±0,92	19,05±1,14	...
375	388,62±0,41	9,47±0,57	11,96±0,72	14,94±0,90	18,49±1,11	...	...
450	457,20±0,48	11,15±0,67	14,07±0,84	17,58±1,05	21,77±1,31	26,90±1,61	...

Presión nominal de trabajo a 23 °C

Cálculo Hm/L

$$\frac{Hm}{L} = \frac{CTD}{L}$$

Donde:

CTD: Diámetro interior (m)

L: Longitud de tubería (m)

4.15.2. Cálculo del tiempo de parada de la bomba

Cálculo de longitud y longitud crítica

$$L = \frac{2 * L}{a}$$

$$Lc = \frac{a * T}{2}$$

Si $L < Lc$ (Impulsión Larga) $\rightarrow T > \frac{2 * L}{a}$ \rightarrow de Usa la Formula de MICHAUD

Si $L > Lc$ (Impulsión Corta) $\rightarrow T < \frac{2 * L}{a}$ \rightarrow de Usa la Formula de ALLIEVI

Formula de Michaud

$$\Delta H = \frac{2 * L * V}{g * T}$$

Donde:

ΔH : Sobrepresión debida al golpe de ariete (m.c.a)

L: Longitud de la tubería (m)

V: Velocidad de régimen del agua (m/s)

g: Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

T: Tiempo de parada del agua (s)

Formula de Allieve

$$\Delta H = \frac{a * V}{g}$$

Donde:

a: celeridad

Tiempo de parada de la bomba

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

L	K
L < 500	2
L ≈ 500	1.75
500 < L < 1500	1.5
L ≈ 1500	1.25
L > 1500	1

$$\frac{H_m}{L} < 0.20 \rightarrow C = 1$$
$$\frac{H_m}{L} \geq 0.40 \rightarrow C = 0$$
$$\frac{H_m}{L} \approx 0.30 \rightarrow C = 0.60$$

4.16. Red de distribución

En el diseño de la red de distribución de una localidad, la NTON indica los aspectos fundamentales a considerar: El diseño se hará para las condiciones más desfavorables en la red, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el período de diseño. Además, Deberá de tratarse de servir directamente al mayor porcentaje de la población dentro de las viviendas, en forma continua, de calidad aceptable y cantidad suficiente.

La distribución de los gastos debe hacerse mediante hipótesis que esté acorde con el consumo real de la localidad durante el período de diseño. Las redes de distribución deberán dotarse de los accesorios y obras de artes necesarias, con el fin de asegurar el correcto funcionamiento, dentro de las normas establecidas y para facilitar su mantenimiento.

El sistema principal de distribución de agua puede ser de red abierta, de malla cerrada, o una combinación de ambas y se distribuirán las tuberías en la planimetría de la localidad, tratando de abarcar el mayor número de viviendas mediante conexiones domiciliarias.

4.16.1. Parámetros de diseños

En estos se incluyen las dotaciones por persona, el período de diseño, la población futura y los factores específicos (coeficientes de flujo, velocidades permisibles, presiones mínimas y máximas, diámetro mínimo, cobertura sobre tubería y resistencia de las tuberías).

4.16.2. Velocidades permisibles

Se permitirán velocidades de flujo de 0.6 m/s a 1.50 m/s. La NTON 09 007- 19 para zonas rurales indica que las velocidades de flujo pueden ser de 0.4 m/s mínimo.

4.16.3. Presiones mínimas y máximas

La presión mínima residual en la red principal será de 14.00 m; la carga estática máxima será de 50.00 m. Se permitirán en puntos aislados, presiones estáticas hasta de 70.00 m, cuando el área de servicio sea de topografía muy irregular.

4.16.4. Cobertura sobre tuberías

Los elementos del sistema de distribución de agua se instalan debajo de la superficie del terreno, usualmente debajo de las calles a una profundidad de 1.20 metros. Su vida útil es muy larga y su reposición muy costosa, de modo que su período de diseño y capacidad se diseñan basados en el desarrollo urbano máximo previsto en el área que sirve.

4.16.5. Diámetro mínimo

El diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución será de 2 pulgadas (50mm) siempre y cuando se demuestre su capacidad de atender la demanda máxima, se podrá emplear en ramales abiertos en extremos de la red. Para zonas donde razonablemente no se vaya a producir un aumento de densidad poblacional, podrá usarse el diámetro mínimo de una pulgada y media 1 ½ (37.5mm).

4.17 Análisis y cálculo hidráulico del sistema

Para realizar el procesamiento y análisis de cálculos hidráulicos como: demanda, dotación de agua, proyección, dimensionamiento de línea de conducción, dimensionamiento del tanque de almacenamiento y el diseño de la red de distribución. Se realizaron apeándose a las normas técnicas para el abastecimiento de agua potable (NTON, 09 007 -19) y auxiliándose software como: Microsoft Excel, Word, AutoCAD, CivilCad y EPANET.

4.18 Elaboración de planos

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

4.19 Especificaciones técnicas

Se elaboraron según los planos correspondientes a cada obra a ejecutarse en el proyecto y normas que rigen a los proyectos de agua potable y saneamiento (NTON 09 007-19) y Reglamento Nacional de Construcción, RNC - 07.

4.20 Estimación de costos y presupuesto

Se realizó el presupuesto por etapa, calculando las cantidades de cada una de las actividades propuestas. Se hicieron memorias de cálculo utilizando el software Microsoft Excel para realizar la estimación de costo (Take off), para materiales y equipos a utilizar. La estimación de los costos de construcción en referencia a precios actualizados del mercado actual y local.

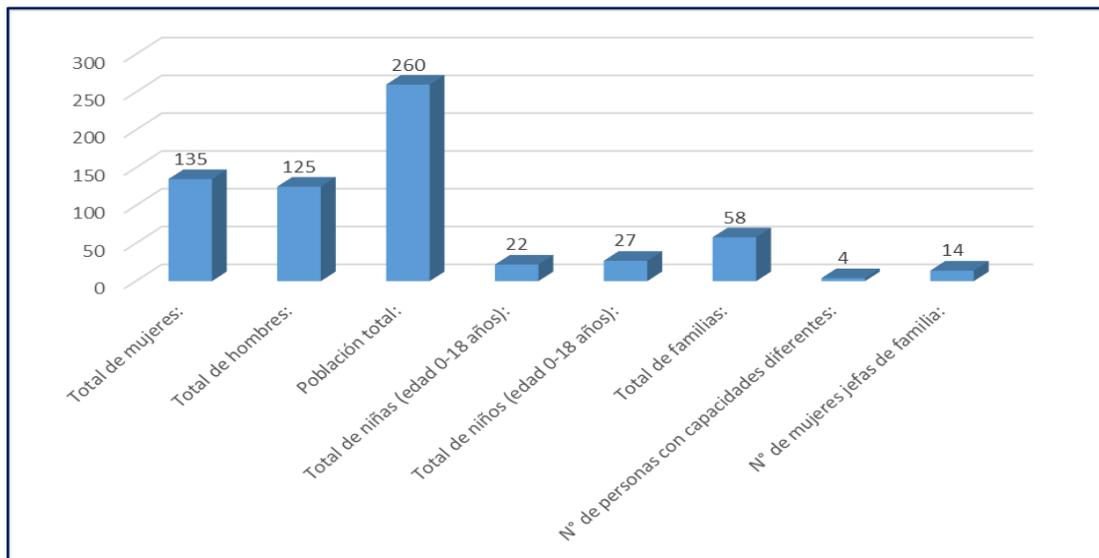
CAPITULO V

Cálculos y resultados

5.1 Estudio socioeconómico

Como se planteó anteriormente en las generalidades, se propuso como objetivo inicial elaborar el estudio socioeconómico para la comunidad La Ceibita, no obstante, dicho estudio fue provisto posteriormente por la Alcaldía de Tipitapa, los cuales previamente realizaron un estudio de prefactibilidad de la comunidad en estudio. Por tanto, no fue necesario volver a realizar el estudio socioeconómico de la comunidad, por lo que se procedió al análisis de los datos obtenidos, dando como resultado una población total de 260 habitantes en el año 2022, dicho dato fue utilizado para la proyección de demanda.

Gráfico N°1. Población por sexo y edad



Fuente: Elaboración propia

5.2. Topografía comunidad La Ceibita

En este apartado, se procedió al análisis y revisión de cada uno de los datos topográficos, dado que fueron suministrados por la Alcaldía de Tipitapa. Como resultado se determinó que la topografía de la comunidad La Ceibita es irregular, el punto más alto del sitio tiene una elevación de 591.616 msnm y el punto más bajo posee una elevación de 550.453 msnm.

5.3. Proyección de la población y demanda

Tabla N°12. Tasa de crecimiento de Tipitapa

Tasa de Crecimiento	
2005 - 2010	2.3
2010 - 2015	1.7
2015 - 2020	1.8

Fuente: Censo del INIDE

Para determinar la tasa de crecimiento se utilizó un promedio desde el año 2005 hasta 2020 lo cual resulto una tasa de 1.93%.

Como la tasa de crecimiento de la zona urbana, zona rural y de todo el municipio es menor del 2.5%, límite inferior de la tasa de crecimiento geométrico dado en las normas del ANA, se selecciona el 2.5%. Con la tasa de crecimiento del 2.5% se proyecta la población durante la vida del proyecto.

Tabla N°13. Población y consumo para comunidades dispersas

n	Año	Proyección de población	Consumo Doméstico (CD)	Consumo comercial (CC)	Consumo industrial (CI)	Consumo Público (CP)	Consumo Promedio Diario (CPD)	Perdidas en el sistema 15%	Consumo Máximo Día (CMD)	Consumo Máximo Hora (CMH)
			(LPS)	(LPS)	(LPS)	(LPS)	(LPS)	(LPS)	(LPS)	(LPS)	(LPS)
0	2022	260 hab.	0.301	0.000	0.000	0.021	0.322	0.048	0.531	0.853
1	2023	267 hab.	0.309	0.000	0.000	0.022	0.331	0.050	0.546	0.876
2	2024	273 hab.	0.316	0.000	0.000	0.022	0.338	0.051	0.558	0.896
3	2025	280 hab.	0.324	0.000	0.000	0.023	0.347	0.052	0.572	0.919
4	2026	287 hab.	0.332	0.000	0.000	0.023	0.355	0.053	0.586	0.942
5	2027	294 hab.	0.340	0.000	0.000	0.024	0.364	0.055	0.601	0.965
6	2028	302 hab.	0.350	0.000	0.000	0.024	0.374	0.056	0.617	0.991
7	2029	309 hab.	0.358	0.000	0.000	0.025	0.383	0.057	0.631	1.014
8	2030	317 hab.	0.367	0.000	0.000	0.026	0.393	0.059	0.648	1.040
9	2031	325 hab.	0.376	0.000	0.000	0.026	0.402	0.060	0.664	1.067
10	2032	333 hab.	0.385	0.000	0.000	0.027	0.412	0.062	0.680	1.093
11	2033	341 hab.	0.395	0.000	0.000	0.028	0.422	0.063	0.697	1.119
12	2034	350 hab.	0.405	0.000	0.000	0.028	0.433	0.065	0.715	1.149
13	2035	358 hab.	0.414	0.000	0.000	0.029	0.443	0.067	0.732	1.175
14	2036	367 hab.	0.425	0.000	0.000	0.030	0.455	0.068	0.750	1.204
15	2037	377 hab.	0.436	0.000	0.000	0.031	0.467	0.070	0.770	1.237
16	2038	386 hab.	0.447	0.000	0.000	0.031	0.478	0.072	0.789	1.267
17	2039	396 hab.	0.458	0.000	0.000	0.032	0.490	0.074	0.809	1.300
18	2040	406 hab.	0.470	0.000	0.000	0.033	0.503	0.075	0.830	1.332
19	2041	416 hab.	0.481	0.000	0.000	0.034	0.515	0.077	0.850	1.365
20	2042	426 hab.	0.493	0.000	0.000	0.035	0.528	0.079	0.870	1.398

Fuente: Elaboración propia

Diámetro nominal de la columna de bombeo

El diámetro de la columna de bombeo dentro del pozo acoplado a la bomba, será diseñado para una pérdida de fricción no mayor del 5% de su longitud, por lo cual se recomiendan los diámetros para la columna de bombeo en relación al caudal. Ver Tabla 14.

Tabla N°14. Diámetros de columna de bombeo en relación al caudal

Diámetro de columna de Bombeo mm	Caudal de bombeo L/s
75	3.15
100	6.3
150	37.8
200	75.7

Normas INAA, (NTON 09 007 19) pág. 20.

La línea de succión propuesta del sistema requiere de aproximadamente una longitud de 60 m, dicha línea trabajará totalmente por bombeo eléctrico, la cual conducirá el caudal de (**Qbombeo= 1.38 lt/s**)

El caudal de bombeo será calculado de la siguiente manera:

$$Q_{bombeo} = Q_{CMD} * \frac{24}{t_{bombeo}} + pérdidas = 0.86 * \frac{24hrs}{16hrs} + 0.08pls = \mathbf{1.38lps}$$

Longitud de la columna de bombeo (Lc)

Nivel terreno del pozo= **506.156msnm**

Nivel de la bomba= **446.156msnm**

5.4 Determinación de la Carga Total Dinámica (CTD)

Para determinar la carga total dinámica se tomará en cuenta la diferencia topográfica entre el nivel mínimo de agua en el pozo (nivel dinámico), las pérdidas por columna de bombeo, las pérdidas por fricción en la tubería y las pérdidas localizadas:

$$CTD = \Delta E + h_{c.b} + h_{fric} + h_{locales}$$

Diferencia de elevación entre el pozo y el tanque

$$\Delta E = 594.116\text{msnm} - 446.156\text{msnm}$$

$$\Delta E = 148 \text{ msnm}$$

Tabla No. 15 Datos para determinar CTD

Nivel del suelo en el tanque	591.616 msnm
Nivel de rebose del tanque	594.116 msnm
Nivel de terreno en el pozo	506.156 msnm
Nivel de la bomba	446.156 msnm

Fuente: Elaboración propia

Pérdidas por columna de bombeo:

Longitud de columna de bombeo

$$L_{c.b} = 60m$$

$$h_{c.b} = 5\% L_{c.b} = 3m$$

Caudal de bombeo:

Tabla No. 16 Datos para caudal de bombeo 10 años

TIPO DE BOMBA	SUMERGIBLE
Q CPD	0.68 lps
Tiempo de bombeo	16 hrs
Caudal de bombeo	1.08 lps
Nivel rebose	446.16 m
Nivel mínimo de bombeo	60.00 m
ΔE	87.97 m
Eff bomba	70%
Eff motor	80%
Eff total	56%

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 17 Pérdidas en la columna de bombeo

Material	HG°
Coefficiente de rugosidad	100
Nivel de terreno de pozo	506.16 msnm
Nivel de la bomba	443.16 msnm
L. columna	60.00 m
ϕ columna	3.00 pulg
Velocidad	0.24 m/s
Perdida máxima permisible en la Columna de bombeo	3.15 m
	10.33 pies

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 18 Datos de sarta

INFORMACION DE SARTA DE BOMBEO		
DIAM SARTA	2.00 pulg	
MATERIAL / C=	HG°	100
Q bom	1.08 lps	
L sarta	4.00 m	
ϕ sarta	2.00 pulg	Según caudal (NTON 09007-19)
Velocidad	0.55 m/s	OK

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 19 Estimación de pérdidas en la sarta por accesorios

Cant	Accesorios	K	hf (m)
1	Codo de 90°	0.9	0.014 m
1	Tee pase directo	0.6	0.009 m
1	Controlador de caudal	2.5	0.039 m
1	Válvula de compuerta abierta	0.2	0.003 m
1	Válvula de retención	2.5	0.039 m
2	Codo de 45°	0.4	0.012 m
1	Entrada normal en tubo	0.5	0.008 m
Total de pérdidas accesorios en la sarta:			0.124
hf en tubería de la sarta =			0.060
Perdidas Sarta (hf por tuberías + hf accesorios) =			0.184 m

Fuente: Elaboración propia

Caculo de pérdidas totales para 10 años:

Tabla No. 20 Pérdidas totales

Pérdida en la columna de bombeo	0.13 m
Pérdida en la línea de conducción	3.06 m
Pérdida en la sarta de bombeo	0.18 m
Pérdida en la entrada del tanque	0.10 m
Pérdidas totales	3.47 m

Fuente: Elaboración propia

Carga Total Dinámica 10 años (CTD):

$$CTD = 148 + 3.47$$

La carga total dinámica es de **151.47 m ≈ 497 pies**

Potencia de la bomba y motor combinada:

Eficiencia de la bomba 70%

Eficiencia del motor 80%

Eficiencia combinada 56%

Para una tubería de 2 pulgadas de diámetro:

$$Pot_{bomba} = \frac{9.81m/s^2 * 1000kg/m^3 * 151.47m * 0.00108m^3/s}{0.70 * 0.80} = 2,865 \text{ watt}$$

$$Pot_{bomba} = \frac{2,865 \text{ watt}}{745.7} \approx 4 \text{ hp}$$

5.4.1 Curva característica de la bomba Franklin Electric para 10 años

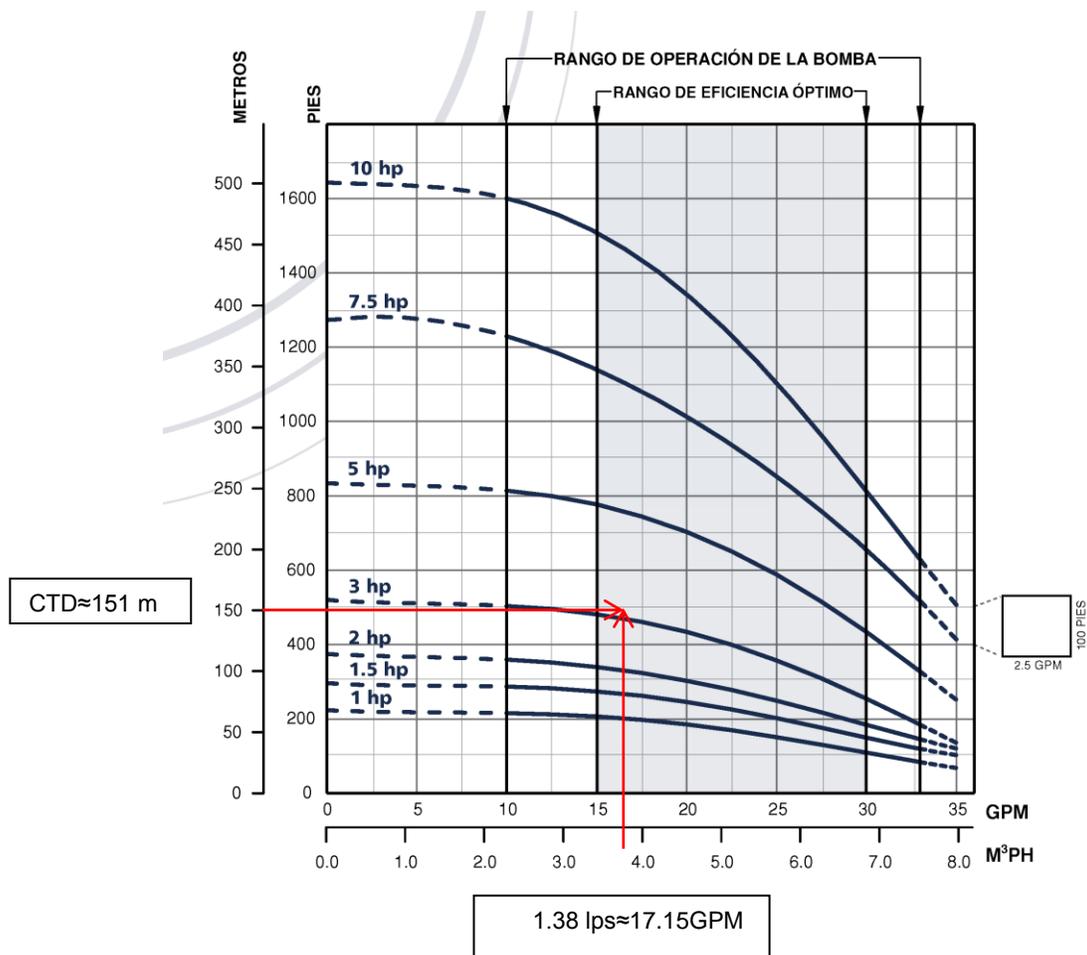


Tabla No. 21 Datos para caudal de bombeo 20 años

TIPO DE BOMBA	SUMERGIBLE
Q CPD	0.87 lps
Tiempo de bombeo	16 hrs
Caudal de bombeo	1.38 lps
Nivel rebose	446.16 m
Nivel mínimo de bombeo	60.00 m
Δ E	87.97 m
Eff bomba	70%
Eff motor	80%
Eff total	56%

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 22 Pérdidas en la columna de bombeo

Material	HG°
Coefficiente de rugosidad	100
Nivel de terreno de pozo	506.16 msnm
Nivel de la bomba	443.16 msnm
L. columna	60.00 m
φ columna	3.00 pulg
Velocidad	0.3 m/s
Perdida máxima permisible en la Columna de bombeo	3.00 m
	10.33 pies

Fuente: Elaboración propia

La longitud de la columna de bombeo del pozo acoplado a la bomba será diseñada con una perdida por fricción no mayor al 5% de su longitud.

$$h_f = \frac{10.679 \times L \times Q^{(1.85)}}{C^{(1.85)} \times D^{4.87}}$$

$$h_{f.c.b} = \frac{10.679 \times 63m \times 0.00138^{(1.85)}}{100^{(1.85)} \times 0.0762^{4.87}} = 0.20m$$

$$0.20 \text{ m} < 3.00 \text{ m} \quad \text{ok cumple}$$

Pérdidas por fricción en la sarta:

Tabla No. 23 Datos de sarta

INFORMACION DE SARTA DE BOMBEO		
DIAM SARTA	2.00 pulg	
MATERIAL / C=	HGº	100
Q bom	1.38 lps	
L sarta	4.00 m	
φ sarta	2.00 pulg	Según caudal (NTON 09007-19)
Velocidad	0.70 m/s	OK

Fuente: Elaboración propia

$$h_{f(sb)} = 10.675x \left(\frac{Q_{bombeo}}{C} \right)^{1.852} x \frac{L}{\phi^{4.87}}$$

$$h_{f(sb)} = 10.675x \left(\frac{0.00138}{100} \right)^{1.852} x \frac{4 m}{0.0508^{4.87}} = 0.095m$$

Perdidas por accesorios en la sarta:

Se calculan las perdidas por accesorios que se tendrá en la sarta de bombeo y en la entrada de la línea de conducción al tanque

La velocidad en las tuberías es de **0.70 m/s**

$$h_{f\text{accesorios}} = \frac{V^2 K}{2g}$$

Tabla No. 24 Estimación de pérdidas en la sarta por accesorios

Cant	Accesorios	K	hf (m)
1	Codo de 90°	0.9	0.023 m
1	Tee pase directo	0.6	0.015 m
1	Controlador de caudal	2.5	0.063 m
1	Válvula de compuerta abierta	0.2	0.005 m
1	Válvula de retención	2.5	0.063 m
2	Codo de 45°	0.4	0.020 m
1	Entrada normal en tubo	0.5	0.013 m
Total de pérdidas accesorios en la sarta:			0.203
hf en tubería de la sarta =			0.095
Perdidas Sarta (hf por tuberías + hf accesorios) =			0.298 m

Fuente: Elaboración propia

Pérdidas en la línea de conducción:

Tabla No. 25 Pérdidas en la línea de conducción

Material tubería de PVC	C=150
Q bombeo	1.38 lps
Longitud de la línea de conducción	470 m
Diámetro de la línea de conducción	2 pulgadas
Velocidad	0.70 m/s
Perdidas por conducción	4.82 m

Fuente: Elaboración propia

Perdidas en la entrada al tanque:

Tabla No. 26 Pérdidas entrada del tanque

Material tubería Hierro galvanizado	C=130		
Q CPD	1.38 lps		
Longitud de la columna	2.50 m		
Diámetro de la columna	2 pulgadas		
Velocidad	0.70 m/s		
Cantidad	Accesorio	K	
2	Codo de 90°	0.90	0.05 m
0	Entrada normal en tubo	0.50	0.00 m
1	Salida de tubo	1.00	0.03 m
1	Rejilla	0.75	0.02 m
1	Válvula de compuerta abierta	0.20	0.01 m
Pérdidas por accesorio de entrada al tanque =			0.09 m
hf tubería de entrada =			0.06 m
Pérdida en la entrada del tanque (hf por tub + hf accesorios) =			0.15 m

Fuente: Elaboración propia

Caculo de pérdidas totales:

Tabla No. 27 Pérdidas totales

Pérdida en la columna de bombeo	0.20 m
Pérdida en la línea de conducción	4.82 m
Pérdida en la sarta de bombeo	0.30 m
Pérdida en la entrada del tanque	0.15 m
Pérdidas totales	5.48 m

Fuente: Elaboración propia

Carga Total Dinámica (CTD):

$$CTD = 148 + 5.48$$

La carga total dinámica es de **153.48 m ≈ 500 pies**

Potencia de la bomba y motor combinada:

Eficiencia de la bomba 70%

Eficiencia del motor 80%

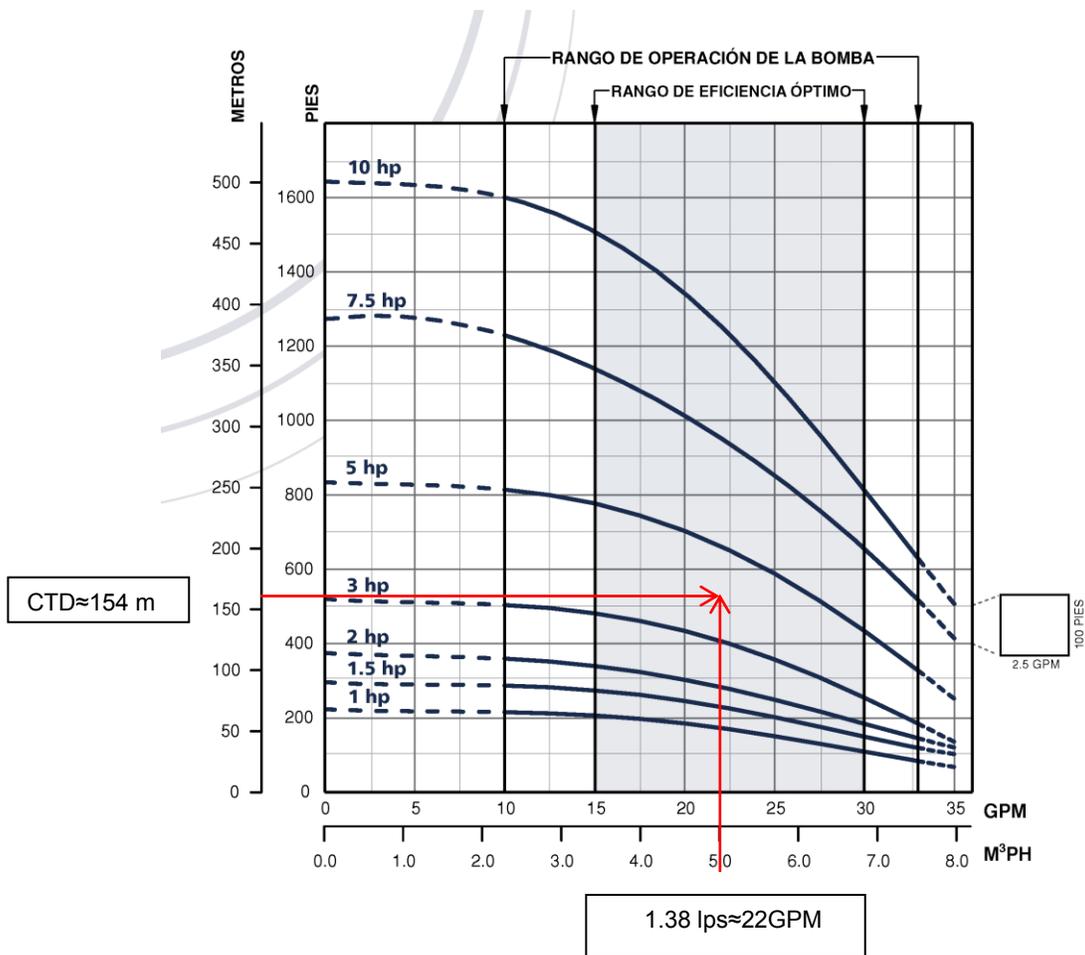
Eficiencia combinada 56%

Para una tubería de 2 pulgadas de diámetro:

$$Pot_{bomba} = \frac{9.81m/s^2 * 1000kg/m^3 * 153.48m * 0.00138m^3/s}{0.70 * 0.80} = 3,721 \text{ watt}$$

$$Pot_{bomba} = \frac{3,721 \text{ watt}}{745.7} = 5 \text{ hp}$$

5.4.2 Curva característica de la bomba Franklin Electric 20 años



5.5 Línea de conducción para un periodo de 20 años

La línea de conducción propuesta del sistema requiere de aproximadamente una longitud de 470 m, dicha línea trabajará totalmente por bombeo eléctrico, la cual conducirá el caudal de ($Q_{bombeo} = 1.38 \text{ lt/s}$)

Para el cálculo del diámetro de la línea de conducción se utilizó la fórmula de Bresse

$$D = 0.9 * Q_{bombeo}^{0.45}$$

D: diámetro de la tubería (m)

Q: Caudal de bombeo Q_{bombeo} (m^3)

$$D = 0.9 * (0.00138 \text{ m}^3/\text{s})^{0.45}$$

$$D = 0.045\text{m} \approx 4.539 \text{ cm} \approx 1.78 \text{ pulg.}$$

De acuerdo a la tabla 16. Q_{bombeo} (1.38lps), el diámetro correspondiente para tal caudal es igual 50 mm.

Tabla N°11. Diámetros externos y espesores de Tuberías PVC



FT Tubería Tipo SDR

Descripción

Tubería de PVC para conducción de agua potable.

Presentación

Tubería PVC

Diámetros de ½ a 18 pulgadas

Empaque Rieber incorporado o campana cementada

La presión de trabajo varía de acuerdo al SDR

Norma de referencia ASTM D 2241

Aplicaciones y consideraciones básicas

- Este producto es utilizado solamente para sistemas de distribución agua.
- No es apto para la distribución de gases o aire comprimido.

Normas de producto

- Norma ASTM D 2241

Especificaciones tubería PVC ASTM D 2241

Diam. Nom.	Diámetro Promedio Externo (mm)	Espesor mínimo de pared (mm) (Tolerancia positiva equivalente al 6% del espesor mínimo)					
		SDR 41	SDR 32,5	SDR 26	SDR 21	SDR17	SDR 13,5
12	21,34±0,10	...	...	...	...	...	1,57+0,09
18	26,67±0,10	...	...	...	1,52+0,09	1,57+0,09	1,98+0,12
25	33,40±0,13	...	...	1,52+0,09	1,60+0,10	1,96+0,12	2,46+0,15
31	42,16±0,13	1,18+0,07	1,52+0,09	1,63+0,10	2,01+0,12	2,49+0,15	3,12+0,19
38	48,26±0,15	1,18+0,07	1,52+0,09	1,85+0,11	2,29+0,14	2,84+0,17	3,58+0,21
50	60,32±0,15	1,47+0,09	1,85+0,11	2,31+0,14	2,87+0,17	3,56+0,21	4,47+0,27
62	73,02±0,18	1,78+0,11	2,24+0,13	2,79+0,17	3,48+0,21	4,29+0,26	5,41+0,32
75	88,90±0,20	2,16+0,13	2,74+0,16	3,43+0,21	4,24+0,25	5,23+0,31	6,58+0,39
100	114,30±0,23	2,79+0,17	3,51+0,21	4,39+0,26	5,44+0,33	6,73+0,40	8,46+0,51
150	168,28±0,28	4,11+0,25	5,18+0,31	6,48+0,39	8,03+0,48	9,91+0,59	12,47+0,75
200	219,08±0,38	5,33+0,32	6,73+0,40	8,43+0,51	10,41+0,62	12,90+0,77	...
250	273,05±0,38	6,65+0,40	8,41+0,50	10,49+0,63	12,98+0,78	16,05+0,96	...
300	323,85±0,38	7,90+0,47	9,96+0,60	12,45+0,75	15,39+0,92	19,05+1,14	...
375	388,62±0,41	9,47+0,57	11,96+0,72	14,94+0,90	18,49+1,11	...	...
450	457,20±0,48	11,15+0,67	14,07+0,84	17,58+1,05	21,77+1,31	26,90+1,61	...

Presión nominal de trabajo a 23 °C

Cálculo del diámetro interior de la tubería (Di)

$$Di = De - (e)$$

Di: Diámetro interior (mm)

De: Diámetro exterior (mm)

e : Espesor de la tubería (mm)

Basados en la tabla 11, del catálogo del fabricante Durman

$$Di = 60.32 - (3.56) = 56.76 \text{ mm} \approx 0.056 \text{ m} \approx 2.23 \text{ plg}$$

Para el cálculo de la velocidad de la línea de conducción se utilizó la siguiente fórmula:

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

Ø: diámetro de la tubería (m)

Q: Caudal de bombeo (0.00138 m³/s) (22 gpm)

$$V = \frac{4(0.00138 \text{ m}^3/\text{s})}{\pi(0.056)^2}$$

$$V_{\text{diseño}} = 0.67 \text{ m/s}$$

Rango de velocidad según norma $0.6 \text{ m/s} < V_{\text{diseño}} < 1.5 \text{ m/s}$

5.5.1 Golpe de Ariete

Tabla N°28. Datos de la línea de conducción

Diámetro exterior (mm)	60.32
Espesor (mm)	3.56
Diámetro Interno (mm)	56.76
Material	`PVC`
ε	3.00E+08
Longitud (m)	470
K	33.330

Celeridad

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K * \frac{D}{e}}}$$

a	326.64 m/s
---	------------

Longitud

$$L = \frac{2 * L}{a}$$

L tub/L critica	10.050 m
-----------------	----------

velocidad

ΔE	148.00 m.c.a
Hm	153.45 m.c.a
Q b	1.38 lps
V	0.52 m/s
Hm/L	0.326
0.4m/s >= V = < 2 m/s	OK

Cálculo del tiempo de parada de la bomba

L	K
L < 500	2
L ≈ 500	1.75
500 < L < 1500	1.5
L ≈ 1500	1.25
L > 1500	1

$$\frac{H_m}{L} < 0.20 \rightarrow C = 1$$

$$\frac{H_m}{L} \geq 0.40 \rightarrow C = 0$$

$$\frac{H_m}{L} \approx 0.30 \rightarrow C = 0.60$$

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

K	2
C	0.60
T	0.93 s

Cálculo de la longitud crítica

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

L critica	151.39 m
------------------	-----------------

Si $L > L_c$ (Impulsión Corta) → $T < 2 * L / a$ → de Usa la Formula de ALLIEVI

$$470m > 151.39m$$

$$\Delta H = \frac{a * V}{g}$$

$$\Delta H = 17.44 \text{ m. c. a}$$

Presión en el punto Presión de trabajo más ΔH

$$\text{Punto critico} = 153.48 + 17.44 = \mathbf{170.88 \text{ m. c. a}}$$

Tabla N°29. Presiones de trabajo de tuberías

SDR	Presiones de trabajo		
	kg/cm ²	PSI	m.c.a
11	28.00	400	280.00
13.5	22.40	320	224.00
17	17.50	250	175.00
26	11.20	160	112.00
32.5	8.80	125	88.00
41	7.00	100	70.00
50	5.60	80	56.00

Fuente: ASTM

5.6 Tanque de almacenamiento

Tabla No. 30 Dimensionamiento del tanque de almacena

Consumo Promedio Diario (CPD)		0.528 lts/s
15% de perdidas		0.079 lts/s
		0.607 lts/s
		52.419 m3/dia
Norma NTON 09 007-19		
Volumen Compensador	25%CPD + Pérdidas	18.233 m3
Volumen de emergencia	15%CPD	6.837 m3
Volumen Total del Tanque		25.070 m3
Volumen Total del Tanque		6622.82Gal
Dimesiones del tanque		
Altura (h)		2.50 m
Largo (L)		3.20 m
Ancho (A)		3.20 m
Volumen		25.60 m

Fuente: Elaboración propia

Ver en planos de proyecto los detalles del tanque de almacenamiento H-18 a H-19

5.7 Red de distribución

Operación de red de tuberías para distribución de agua potable, con capacidad de conducir el gasto de **1.38 lps** de consumo máximo horario (CMH) al final del período de diseño. Por gravedad, el agua es conducida desde el tanque de almacenamiento, a través de la tubería principal y ramales abiertos de la red.

Cálculo de caudales nodales:

$$Q_{nodo} = \frac{N_{pob\ proy}}{N_{tot\ pob}} * CMH$$

$$Q_{nodo} = \frac{426\ hab}{260\ hab} * 0.853\ lps = \mathbf{1.38\ lps}$$

$$Q_{nodo-1} = \frac{7\ hab}{426\ hab} * 0.853\ lps = \mathbf{0.014\ lps}$$

$$Q_{nodo-2} = \frac{14\ hab}{426\ hab} * 0.853\ lps = \mathbf{0.028\ lps}$$

Tabla No. 31 Dimensionamiento del tanque de almazena

RED DE DISTRIBUCION			
Nodo	Numero viviendas		Caudales nodales
1	1	7	0.014 lps
2	2	14	0.028 lps
3	2	14	0.028 lps
4	4	28	0.057 lps
5	4	28	0.057 lps
6	3	21	0.043 lps
7	2	14	0.028 lps
8	3	21	0.043 lps
9	2	14	0.028 lps
10	4	28	0.057 lps
11	4	28	0.057 lps
12	2	14	0.028 lps
13	Escuela		0.035 lps
14	2	14	0.028 lps
15	7	49	0.100 lps
16	3	21	0.043 lps
17	16	112	0.227 lps

Fuente: Elaboración propia

La tubería tiene **1,440** m de longitud total; diámetro nominal de 50 mm (2 pulg.). La tubería es de material plástico PVC SDR 26, (720m), en diámetro de 1.5" (720m) instaladas con sus respectivas válvulas, cajas protectoras para válvulas, accesorios para acoples, cambios de dirección y transición de diámetros, incluye bloques de reacción y anclajes.

Tabla No. 32 Resultados de Epanet en los nodos con CMH

ID Nudo	Demanda base	Presión
	LPS	m
Conexión 175_ND	0.057	28.48
Conexión 181_ND	0.028	25.96
Conexión 130_ND	0.028	42.27
Conexión 145_ND	0.057	39.82
Conexión 235_ND	0.028	36.86
Conexión AUX255_ND	0.035	40.69
Conexión 114_NDO	0.21	66.89
Conexión NOD-2	0.028	42.92
Conexión 209_ND	0.042	37.21
Conexión 61_ND	0.042	61.16
Conexión NOD-1	0.014	20.99
Conexión 137_ND	0.056	39.34
Conexión 200_ND	0.043	24.22
Conexión 101_ND	0.028	42.8
Conexión 17	0.11	67.74
Conexión 134	0.057	42.1
Conexión 190	0.043	24.47

Fuente: Epanet

Tabla No. 33 Resultados de Epanet en las tuberías con CMH

ID Línea	Longitud	Diámetro	Velocidad	Pérd. Unit.
	m	mm	m/s	m/km
Tubería 148_TD	230.00	50	0.04	0.05
Tubería 1_LDP	16.36	50	0.90	17.43
Tubería 156_TD	34.00	50	0.51	6.06
Tubería 149_TD	56.24	50	0.07	0.16
Tubería 157_TD	18.73	50	0.89	16.86
Tubería 2_LDP	22.69	50	0.90	17.43
Tubería 4_LDP	21.62	50	0.89	16.86
Tubería 153_TD	45.00	50	0.12	0.42
Tubería 5_LDP	29.15	50	0.89	16.86
Tubería 155_TD	20.27	50	0.48	5.38
Tubería 154_TD	40.00	50	0.18	0.92
Tubería 3_LDP	22.62	50	0.90	17.43
Tubería 32	92.00	50	0.07	0.16
Tubería 142_TD	36.00	37.5	0.18	1.27
Tubería 99_TD	46.00	37.5	0.43	6.09
Tubería 145_TD	92.45	37.5	0.30	3.15
Tubería 25	23.00	37.5	0.52	8.88
Tubería 26	46.00	37.5	0.67	13.98
Tubería 27	79.00	37.5	0.61	11.86
Tubería 28	55.00	37.5	0.61	11.86
Tubería 29	28.00	37.5	0.51	8.54
Tubería 30	40.00	37.5	0.10	0.41
Tubería 31	40.00	37.5	0.30	3.15
Tubería 2	40.00	37.5	0.47	7.18
Tubería 6	34.00	37.5	0.42	5.78
Tubería 7	43.00	37.5	0.13	0.64
Tubería 10	43.00	37.5	0.09	0.32

Fuente: Epanet

Tabla No. 34 Resultados de Epanet en los nodos sin CMH

ID Nudo	Demanda base	Presión
	LPS	m
Conexión 2_NDP	0	11.93
Conexión 175_ND	0	31.29
Conexión 181_ND	0	28.82
Conexión 130_ND	0	44.19
Conexión 145_ND	0	42.22
Conexión 334_NC	0	18.03
Conexión 54_NC	0	75.56
Conexión 50_LC	0	80.49
Conexión 235_ND	0	38.65
Conexión AUX255_ND	0	42.50
Conexión 114_NDO	0	71.04
Conexión 1_NDP	0	8.47
Conexión 114_ND	0	44.83
Conexión NOD-2	0	44.52
Conexión 217_ND	0	39.03
Conexión 209_ND	0	38.98
Conexión 000_ND	0	41.28
Conexión 61_ND	0	65.02
Conexión 4_NDP	0	21.22
Conexión NOD-1	0	21.22
Conexión 297_ND	0	55.31
Conexión 77_NDO	0	57.39
Conexión 163_ND	0	34.81
Conexión 137_ND	0	41.08
Conexión 120_ND	0	43.34
Conexión 200_ND	0	27.13

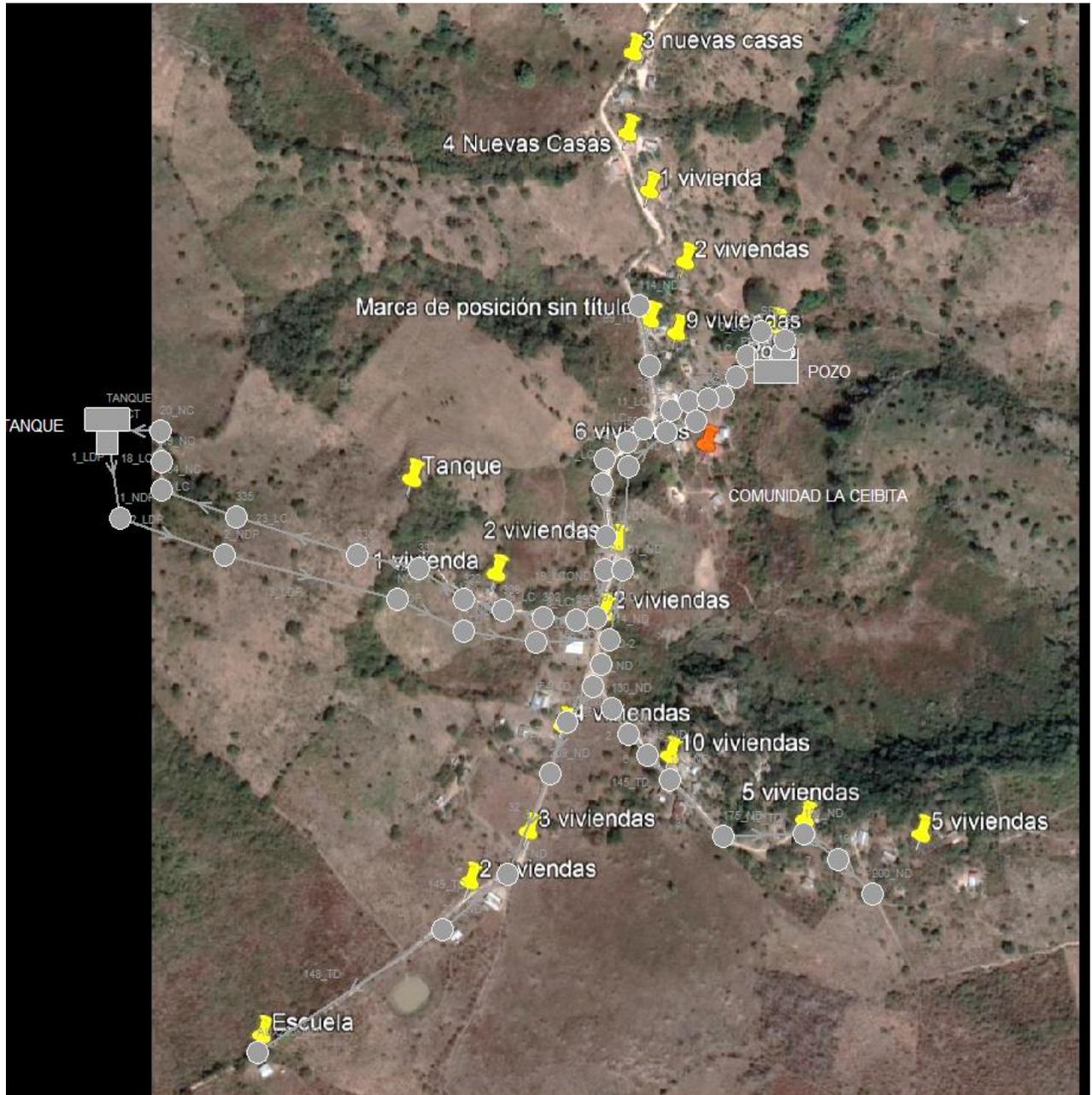
Fuente: Epanet

Tabla No. 35 Resultados de Epanet en los nodos sin CMH

ID Nudo	Demanda base	Presión
	LPS	m
Conexión S2	0	158.53
Conexión SR1	0	101.46
Conexión SR2	0	101.43
Conexión 19_NC	0	18.00
Conexión 20_NC	0	3.46
Conexión 58	0	72.43
Conexión 67	0	67.63
Conexión 71	0	66.39
Conexión 308	0	41.75
Conexión 302	0	47.05
Conexión 290	0	51.63
Conexión 33_LC	0	99.68
Conexión 36_LC	0	97.22
Conexión 39_LC	0	93.56
Conexión 47_LC	0	86.00
Conexión 42_LC	0	89.87
Conexión 101	0	55.59
Conexión 336	0	26.42
Conexión 337	0	31.04
Conexión 322	0	34.18
Conexión 335	0	21.54
Conexión 101_ND	0	44.84
Conexión 67_ND	0	56.38
Conexión AUX_56	0	62.69
Conexión 17	0	71.39

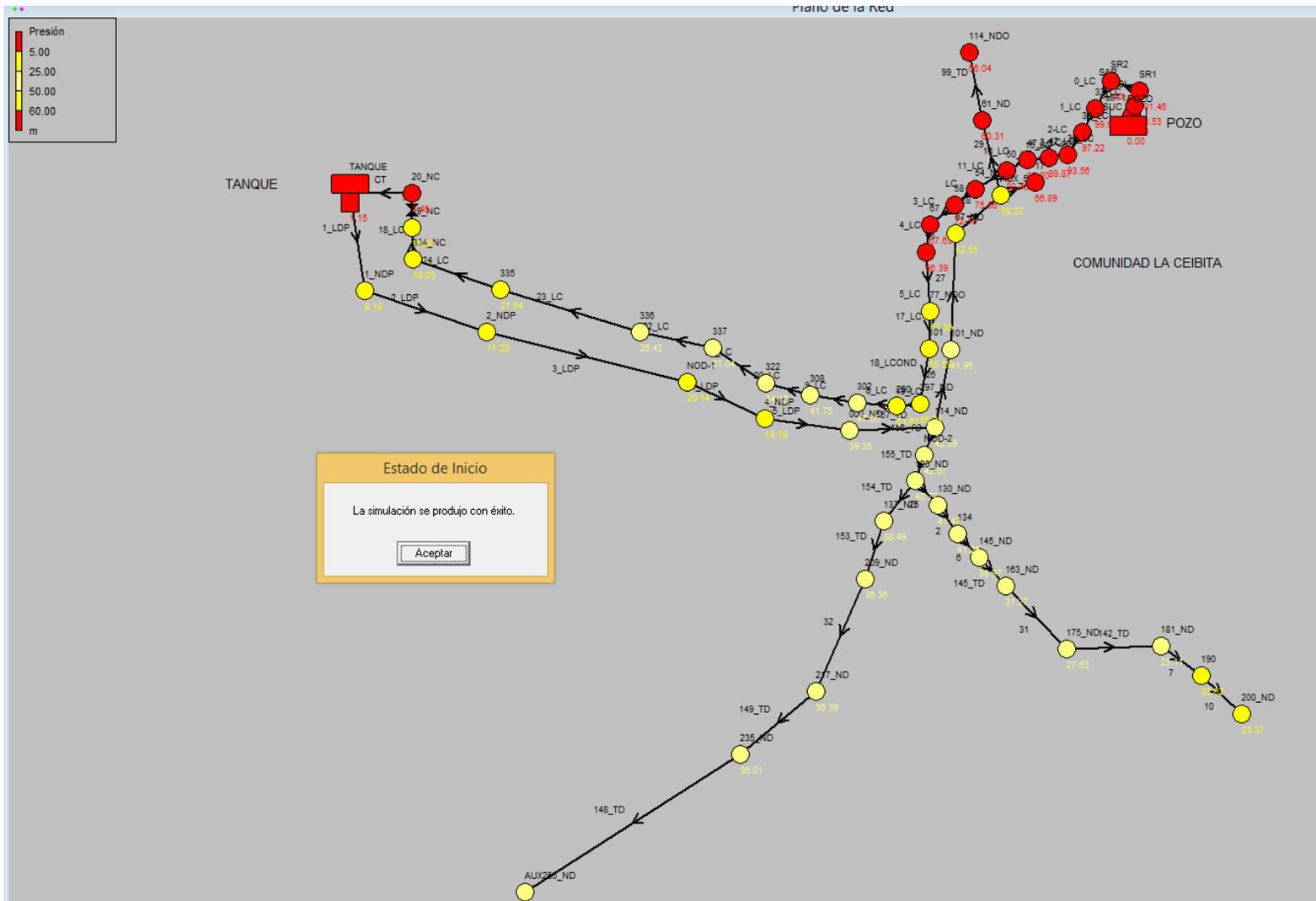
Fuente: Epanet

Ilustración No. 2 Red de distribución general



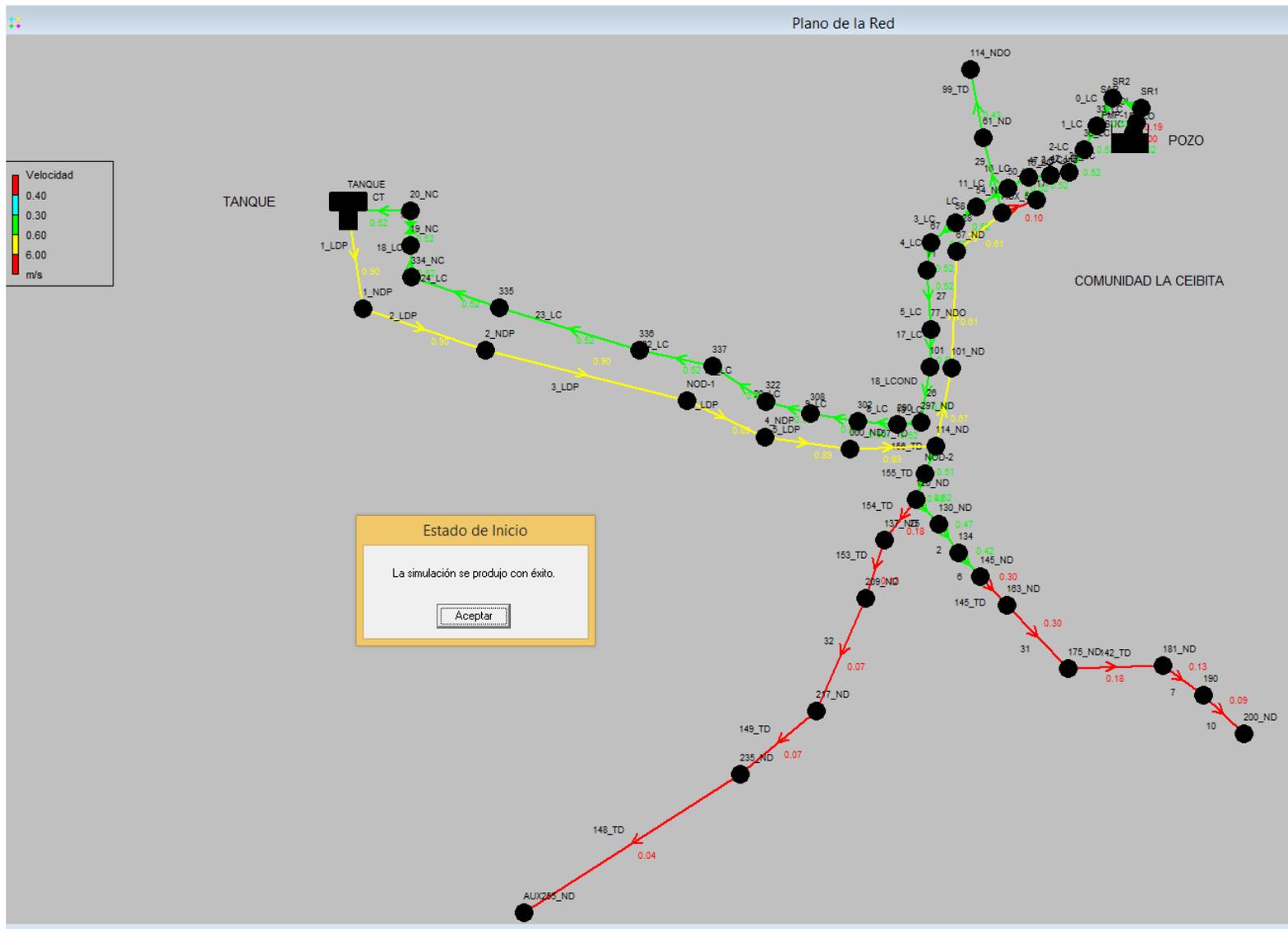
Fuente: Epanet

Ilustración No. 2 Red de distribución general



Fuente: Epanet

Ilustración No. 2 Red de distribución general



Fuente: Epanet

5.8 Análisis y calidad del agua

Para todos los análisis de calidad de agua fueron realizados por el laboratorio "TECSAI", revelando los siguientes resultados:

Bacteriológico: se valoró como coliformes totales con el método SM 9221 B y con la muestra indica que $3.4 \cdot 10^2$ igual a negativo y como coliforme fecales con el método SM 9221 E con muestra sobre NMP/100 ml resultado $7.0 \cdot 10$ indicando negativo.

Metales pesados (arsénico): método aplicado SM 3113, unidad mg/l, muestra menor a 0.001 Negativo.

Físico químico para potabilidad: método utilizado EPA, se valoró el aspecto, potencial de hidrogeno, conductividad eléctrica, turbiedad, color verdadero, alcalinidad, carbonatos, bicarbonatos, n-nitratos, n-nitritos, cloruros, dureza total, dureza cálcica, calcio, magnesio, flúor, potasio, sodio y temperatura, dando resultados negativos; es decir, apta para el consumo humano.

Para el proceso de desinfección se optó por utilizar un dosificador por inyección de cloro, el cual estará ubicado en la sarta de bombeo de esta manera se aprovechará las instalaciones eléctricas ubicadas en la caseta de bombeo. El agua fluirá atreves de la línea de conducción hasta ingresar al tanque de almacenamiento donde se mezclará adecuadamente y posteriormente se suministrará a la red de distribución.

El dosificador por inyección suministrara la dosis en el determinado tiempo correspondiente que será programado con antelación, además se conformara un depósito de cloro del que el dosificador se suministrara para así inyectar dosis de clora atreves de la sarta de bombeo.

Desinfección:

Para el proceso de desinfección se optó por utilizar un dosificador por inyección de cloro, el cual estará ubicado en la sarta de bombeo de esta manera se aprovechará las instalaciones eléctricas ubicadas en la caseta de bombeo. El agua fluirá a través de la línea de conducción hasta ingresar al tanque de almacenamiento donde se mezclará adecuadamente y posteriormente se suministrará a la red de distribución.

El dosificador por inyección suministrará la dosis en el determinado tiempo correspondiente que será programado con antelación, además se conformará un depósito de cloro del que el dosificador se suministrará para así inyectar dosis de cloro a través de la sarta de bombeo.

Para la correcta inyección del cloro a la sarta, se deberá utilizar un dosificador el cual puede ejercer una presión suficiente para que el cloro penetre a través de la sarta y evitar el efecto adverso en el que el agua proveniente de la sarta entre por la entrada del clorador. Por tanto, se utilizará un dosificador cloro de 0.60 GPM y 150 PSI.

Tabla No. 36 Resultados de dosis del hipoclorito de calcio

Año	CMD lps	CMD gpm	Vol.Cloro lb./ día <small>0.012 x i x d</small>	Vol. Hipoclorito de Calcio			Vol. de Solución lt./ día <small>iv / 1,000 x 100 / 1.54</small>	Dosificación gotas / min. <small>v x 1,000 x 13 / 24 / 60</small>
				lb./ día <small>ii / Conc.</small>	gr./ día <small>iii x 1,000 / 2.2</small>	Kg/ año		
2022	0.5313	8.4210	0.0128	0.0182	8.2798	2.9807	0.5376	4.8538
2023	0.5456	8.6478	0.0131	0.0187	8.5027	3.0610	0.5521	4.9844
2024	0.5578	8.8421	0.0134	0.0191	8.6938	3.1298	0.5645	5.0964
2025	0.5722	9.0688	0.0137	0.0196	8.9167	3.2100	0.5790	5.2271
2026	0.5865	9.2955	0.0141	0.0201	9.1396	3.2903	0.5935	5.3578
2027	0.6008	9.5222	0.0144	0.0206	9.3625	3.3705	0.6080	5.4885
2028	0.6171	9.7814	0.0148	0.0212	9.6173	3.4622	0.6245	5.6378
2029	0.6314	10.0081	0.0152	0.0216	9.8402	3.5425	0.6390	5.7685
2030	0.6478	10.2672	0.0155	0.0222	10.0949	3.6342	0.6555	5.9178
2031	0.6641	10.5263	0.0159	0.0228	10.3497	3.7259	0.6721	6.0672
2032	0.6805	10.7854	0.0163	0.0233	10.6045	3.8176	0.6886	6.2165
2033	0.6968	11.0445	0.0167	0.0239	10.8592	3.9093	0.7051	6.3659
2034	0.7152	11.3360	0.0172	0.0245	11.1458	4.0125	0.7238	6.5339
2035	0.7315	11.5951	0.0176	0.0251	11.4006	4.1042	0.7403	6.6832
2036	0.7499	11.8866	0.0180	0.0257	11.6872	4.2074	0.7589	6.8513
2037	0.7704	12.2105	0.0185	0.0264	12.0057	4.3220	0.7796	7.0379
2038	0.7888	12.5020	0.0189	0.0270	12.2923	4.4252	0.7982	7.2060
2039	0.8092	12.8259	0.0194	0.0277	12.6107	4.5399	0.8189	7.3926
2040	0.8296	13.1498	0.0199	0.0284	12.9292	4.6545	0.8396	7.5793
2041	0.8501	13.4737	0.0204	0.0291	13.2476	4.7691	0.8602	7.7660
2042	0.8705	13.7975	0.0209	0.0298	13.5661	4.8838	0.8809	7.9527

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

El censo/encuesta realizada en la comunidad sirvió de base para el cálculo de la tasa de crecimiento y así como sus características socio económicas.

Los análisis de las muestras de agua colectadas en la fuente dieron como resultado que el agua es apta para el consumo humano, no obviando el uso de cloro para mejorar la calidad del agua.

Se diseñó adecuadamente cada uno de los elementos del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad La Ceibita, lo que abarca desde la selección de la fuente, el diseño de la sarta de bombeo con todos sus elementos, la línea de conducción, el tanque de almacenamiento de agua y la red de distribución.

Se colocó en tramos de la red válvulas de limpieza para mitigar la acumulación de sedimentos por las baja velocidades y válvulas reguladores de presión para los nodos.

Se propondrá una bomba sumergible de la marca Franklin Electric de 4" con una potencia de 5hp para al final del periodo de diseño y una de 3hp para los primeros 10 años

Con la elaboración de los planos de proyecto se determinaron las longitudes de tuberías y con ello la determinación de las cantidades de obra

6.2 Recomendaciones

Brindar capacitación los miembros del CAPS para la buena administración del sistema de abastecimiento de agua propuesto

Realizar campaña de educación a la población para que le dé un buen manejo al sistema propuesto y reconozcan la importancia y necesidad del mismo.

Al momento de ejecutar el proyecto, se recomienda realizar una prueba de bombeo en la fuente de abastecimiento, para verificar que la capacidad de suministro de agua del pozo sea el adecuado con respecto al diseño.

Para la desinfección del agua, se debe estar preparando cada semana la dosificación de cloro, para evitar que este pierda su capacidad de desinfección (riesgo de vencimiento).

El Ph del agua potable debe estar entre 6.5 y 8.5

Ubicar válvulas de limpieza entre los nodos donde las velocidades se encuentren por debajo de la recomendada en la norma NTON 09 007 19.

Reforestar el área del pozo para la conservación de la fuente hídrica.

Bibliografía

1. ANA. (s.f.). Guías Técnicas para el Diseño y Construcción de un Sistema de Agua Potable. (NTON 09 007 -19). Managua.
2. Clara, M. M. (2005). *Analisis de la calidad del agua para consumo humano*. Turrialba.
3. Consorcio Aguilar & Asociados. (2005). Guía técnica de diseño de proyectos de agua potable para población menores a 10,000 habitantes. La Paz.
4. Durman. (s.f.). Catálogo de infraestructura 2018.
5. Farjas, M. (2008). *La Topografía y sus metodos*. Valencia.
6. IANAS, F. C. (2012). Diagnóstico del Agua en las Américas. MEXICO.
7. INAA. (2008). Cartilla para el cálculo y fijación de tarifas de agua y alcantarillados en sistemas menores de 500 conexiones. Managua.
8. Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE).
9. López, R. A. (1999). Diseño de acueductos y alcantarillados. Bogotá, Colombia: Alfa y Omega.
10. Maldonado, V. (2006). *Proyeccion de la poblacion*. Quito.
11. (SGC), S. G. (2005). Investigación geológica de los riesgos naturales en Nicaragua y en otros países en América Central.
12. SINAPRED (Sistema Nacional para la Prevención, M. y. (2009).
13. Valencia, U. P. (2003). Ingeniería hidráulica en los abastecimientos de agua. valencia.

ANEXOS

Situación actual de las fuentes de abastecimiento

Figura N° 3: área de pozos excavados



Figura N° 4: Vista parcial comunidad La Ceibita



Figura N° 5: Pozo propuesto para abastecimiento del SAAP



Figura N° 6: Área propuesta para tanque de almacenamiento



Tabla No. 37
Presupuesto Obra

ETAPA	SUB ETAPA	DESCRIPCION	U/M	CANT.	COSTO UNITARIO C\$	COSTO TOTAL C\$
310		PRELIMINARES	GLB			43,459.92
	01	LIMPIEZA INICIAL.	M2			4,786.30
	92224	Limpieza Inicial.	M2	230.00	20.81	4,786.30
	02	TRAZO Y NIVELACION	M			19,140.00
	92806	Trazo y Nivelacion Para Tuberias (Incluyendo . Estacas de Madera + Mano de Obra Topografica)	M	1000.00	19.14	19,140.00
	05	ROTULO	C/U			19,533.62
	04277	Rotulo Tipo FISE de 1.22 x 2.44 mts (estructura de Acero + forro de Zinc Liso con base de concreto Ref. 2500 psi (incluye. Pintura Y Anticorrosivo).	C/U	1.00	19,533.62	19,533.62
320		LINEA DE CONDUCCION	M			356,881.09
	01	EXCAVACION DE TUBERIAS.	M3			188,967.07
	93722	Excavacion manual en terreno cascajo o balastro	M3	394.80	478.64	188,967.07
	11	RELLENO Y COMPACTACION	M3			38,927.28
	92226	Relleno y Compactacion Manual.	M3	394.80	98.60	38,927.28
	17	INSTALACION DE TUBERIAS PVC DE 2 "	M			75,030.80
	94014	Tuberia de pvc diám.=2" (sdr-17) (no incl. excavacion) (junta cementada)	M	470.00	159.64	75,030.80
	23	PRUEBAS HIDROSTATICAS	M			360.66
	96930	Pruebas Hidrostaticas(Con Bomba Manual) en tuberia de PVC Diam= hasta 2" L= hasta 300 m para proyectos de agua potable.	C/U	2.00	180.33	360.66
	25	VALVULAS Y ACCESORIOS	C/U			53,595.28
	96394	Codo liso de PVC Diám.=2", 45° (SCH 40)	C/U	6.00	112.21	673.26
		Codo liso de PVC Diám.=2", 90° (SCH 40)	C/U	6.00	112.21	673.26
		Codo liso de PVC Diám.=2", 22.5° (SCH 40)	C/U	3.00	85.50	256.50
	96199	Valvula de limpieza de Ho. Fo. Diám. = 1 1/2 " (INCL. 1m Tuberia de hierro Galvan)	C/U	1.00	14,787.16	14,787.16
	96073	Valvula de compuerta de bronce de 2 "	C/U	4.00	3,836.33	15,345.32
	95098	Valvula de reguladora de presion Diám.=2" con sus accesorios	C/U	1	19,196.18	19,196.18
	92170	Bloque de Reaccion de Concreto C /Anclaje P/Accesorios menores a 6".	C/U	20.00	133.18	2,663.60

Tabla No. 38
Presupuesto Obra

330		RED DE DISTRIBUCION				664,353.25
	01	EXCAVACION DE TUBERIAS.	M3			181,979.14
	92227	Excavacion Manual en Terreno Natural	M3	1382.40	131.64	181,979.14
	09	RELLENO Y COMPACTACION	M3			151,925.76
	92226	Relleno Y Compactacion Manual.	M3	1382.40	109.90	151,925.76
	17	INSTALACION DE TUBERIAS PVC SDR 26				79,128.00
	96165	Tuberia de PVC Diám.=2" (SDR-26) (NO INCL. EXCAVACION)	M	720.00	109.90	79,128.00
	96166	Tuberia de PVC Diám.=1-1/2" (SDR-26) (NO INCL. EXCAVACION)	M	720.00	109.90	79,128.00
	22	PRUEBAS HIDROSTATICAS	M			432.79
	96930	Pruebas Hidrostaticas(Con Bomba Manual) en tubería de PVC Diam= hasta 2" L= hasta 300 m para proyectos de agua potable.	C/U	2	180.33	432.79
	23	VALVULAS Y ACCESORIOS	C/U			250,887.56
	96394	Codo liso de PVC Diám.=2", 45° (SCH 40)	C/U	6	112.17	673.02
	96394	Codo liso de PVC Diám.=1-1/2", 45° (SCH 40)	C/U	6	112.17	673.02
	96394	TEE de PVC 2" (SCH 40)	C/U	2	130.00	260.00
	96394	YE de PVC 2" (SCH 40)	C/U	2	130.00	260.00
	96394	YE de PVC 1-1/2" (SCH 40)	C/U	2	115.51	231.02
	96394	Codo liso de PVC 2", 90° (SCH 40)	C/U	2	120.25	240.50
	96394	Valvula de compuerta de bronce de 2 "	C/U	4	3,500.00	14,000.00
	96394	Valvula de compuerta de bronce de 1-1/2 "	C/U	10	3,400.00	34,000.00
	96394	Valvula reguladora de presion 1-1/2 "	C/U	3	16,950.00	50,850.00
	96394	Valvula de limpieza de Ho. Fo. Diám. = 1 1/2 " (INCL. 1m Tuberia de hierro Galvan)	C/U	6	13,500.00	81,000.00
	96394	Valvula de limpieza de Ho. Fo. Diám. = 2 " (INCL. 1m Tuberia de hierro Galvan)	C/U	4	14,300.00	57,200.00
	92170	Bloque de Reaccion de Concreto C /Anclaje P/Accesorios menores a 6".	C/U	50	230.00	11,500.00

Tabla No. 39
Presupuesto Obra

335	TANQUE DE ALMACENAMIENTO					539,514.89
01	MOVIMIENTO DE TIERRA PARA TANQUE DE ALMACENAMIENTO					5,511.73
94236	Descapote manual hasta 15 cms .	M3	3.75	139.42	522.83	
92287	Corte manual de terreno	M3	10.00	140.42	1,404.20	
92226	Relleno y compactacion manual.	M3	10.00	98.60	986.00	
93398	Explotacion o corte manual en Banco de prestamo.	M3	4.50	140.42	631.89	
95945	Acarreo de material selecto en banco de prestamo a 1 km,carga manual (Incl. Derecho de prestamo).	M3	5.00	226.05	1,130.25	
95947	Botar tierra sobrante de excavacion a 1 km, Carga manual.	M3	5.40	154.92	836.57	
02	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE ROTOPLAST					501,904.21
	Tanque de almacenamiento de rotoplast de 2,5000 litros	C/U	1.00	192,780.00	192,780.00	
92022	Niveleta doble de pino de 1.50m x 1.50m	C/U	4.00	117.33	469.32	
92021	Niveleta sencilla de madera pino l=1.10m	C/U	4.00	102.35	409.39	
95110	Concreto de 3,000 psi (con mezcladora) (no incl. fundida) 0.20x	M3	18.94	4,408.63	83,494.99	
92388	Formaleta de madera pino para fundaciones	M2	12.28	294.94	3,621.85	
93353	Hierro (en varillas) corrugado (grado 40) no. 4	LBS	2420.87	25.96	62,845.70	
93383	Hierro (en varillas) corrugado (grado 40) no.4	LBS	1946.16	25.96	50,522.30	
	Hierro (en varillas) corrugado (grado 40) no. 3	LBS	1946.16	25.96		
93352	Hierro (en varillas) liso de construccion	LBS	144.87	27.33	3,959.88	
92853	Tuberia de hierro galvanizado diám.=2" (no incl. excavacion)	M	24.00	573.43	13,762.21	
92848	Valvula de compuerta de hierro fundido diám.=2" con bridas de hierro fundido de 2" (2 c/u)	C/U	3.00	7,053.54	21,160.62	
92848	Losa de concreto de 3000 psi, ref. #4@0.20m en a/d, espesor=0.25m con repello corriente	M3	6.25	6,600.94	41,255.88	
04930	Caja de registro de concreto de 2500 psi ref. + pared de bloque de mortero de 1.00 mts x 1.00 mts , h = 1.00 mts.	C/U	3.00	9,207.36	27,622.08	

Tabla No. 40
Presupuesto Obra

	07	OTROS TIPOS DE OBRAS .	GLB			21,078.76
	93459	Canal de drenaje pluvial rectangular de concreto de 2000 PSI sin refuerzo Ancho=0.30, Alt=0.15, E=0.10 m.	M	25.00	240.29	6,007.25
	96161	Válvula de Boya (Flotador) de Control de Nivel de Hierro Fundido Diám.=2"	C/U	1.00	7,984.67	7,984.67
	02146	Tuberia de Hierro Galvanizado diamtro de 2 " (no inclye Excavacion)(Incluye . Bloque de reaccion) .	M	12.00	590.57	7,086.84
	06	CERCA PERIMETRAL Y PORTONES	M			11,020.18
	04243	Cerco (a) de postes de madra con 7 hiladas de Alambre de Púa cal. 13 a cada 2.50 mts Incl. Base de concreto ciclopeo .	M	41.00	245.60	10,069.60
	93056	Puerta de marco de madera (blanca) y forro de alambre de puas cal. # 13½ (no incl. herrajes)	C/U	1.00	950.58	950.58
340		FUENTE Y OBRAS DE TOMA				201,549.20
	01	OBRAS DE CAPTACION	C/U			201,549.20
	04286	Sello sanitario con material Betonita (Arcilla Coloidal) y mortero proporcion 1:1 para pozos perforados	PIE	20.00	157.27	3,145.34
	93618	Gravilla de Rio (Canto rodado de 10 a 15 mm) (CONS. COMPRA)	M ³	3.37	536.02	1,806.37
	96165	Tuberias de PVC de 2 " SDR- 26 sin excavacion	M	9.14	88.91	812.68
	96166	Tuberias de PVC de 1 1/2 " SDR-26 Sin excavacion .	M	48.77	63.43	3,093.56
	92618	Prueba de Bombeo para Pozos	HRS	12.00	974.53	11,694.34
	92620	Limpieza y desarrollo (Pormedio de presion de aire) en tubo para estabilizar paredes en pozo.	HRS	12.00	1,505.14	18,061.68
	93514	Tapon Hembra de PVC de 1 1/2 "	C/U	1.00	21.37	21.37
	94308	Tapon Hembra con rosca de PVC de 2 "	C/U	1.00	63.32	63.32
	94402	Tuberia Ranurada de PVC de 6 "(SCH-40) para pozos con maquina rotativa con martillo.	-PIES	130.00	1,252.00	162,760.00
	93514	Tapon Hembra de PVC de 1 1/2 "	C/U	1.00	26.64	26.64
	94308	Tapon Hembra con rosca de PVC de 2 "	C/U	1.00	63.91	63.91

Tabla No. 41
Presupuesto Obra

345		ESTACION DE BOMBEO	GLB			382,578.29
	01	CASETA DE CONTROL	C/U			156,698.28
	04275	Caseta de mamposteria Confinada + cubierta de techo Zinc. A = 3,70 x 2,80 P cloracion Y control electrico .	C/U	1.00	156,698.28	156,698.28
	03	EQUIPOS, TUBERIA Y ACCESORIOS	GLB			215,527.69
	96614	Tuberia de hierro galvanizado para columna de bombeo de 3 " diametro	M	65.00	697.77	45,355.02
	92009	Concreto de 3000 psi mezclado a mano	M3	1.50	3,609.55	5,414.33
	92282	Fundir concreto en cualquier elemento	M3	1.50	290.30	435.46
	92182	Tuberia de concreto sin.ref. ASTM C-14 con campana diam= 8 " (no incl. excavacion)	M	6.00	368.26	2,209.56
	92388	Formaletas de fundaciones	M2	1.30	294.94	383.42
	04273	Sarta de Diam=2" de estacion de bombeo de HG.	C/U	1.00	106,285.26	106,285.26
	93360	Concreto de 2000 psi mezclado a mano	M3	0.20	2,980.47	596.09
	94977	Valvula de Check de hierro fundido D= 2" extremos Bridados.	C/U	1.00	6,875.07	6,875.07
	92848	Valvula de Compuerta de hierro fundido diametro 2" con bridas de hierro fundido de 2"	C/U	2.00	8,191.21	16,382.41
	95313	Valvula de aire y vacio de hierro fundido Diám.=2"	C/U	1.00	13,651.09	13,651.09
	95100	Valvula de alivio de hierro fundido Diam=2"	C/U	1.00	13,385.30	13,385.30
	94525	Plato (Platina) cuadrada de hierro fundido de soporte de 16 " x 16 " x 1/4 " para equipo de Bombeo	C/U	1.00	4,554.67	4,554.67
	07	OBRAS VARIAS	C/U			10,352.33
	04243	Cerco (a) de postes de concreto con 7 hiladas de Alambre de Púa cal. 13 a cada 2.50 mts Incl. Base de concreto ciclopeo .	ML	47.00	202.88	9,535.50
	93056	Puerta de marco de madera (blanca) y forro de alambre de puas cal. # 13½ (no incl. herrajes)	C/U	1.00	816.83	816.83

Tabla No. 42
Presupuesto Obra

882		ELECTRICIDAD	GLB			516,385.87
	34508-8	INSTALACIONES ELECTRICAS-BAJA TENSION				516,385.87
	95081	Aislador de tornillo de porcelana	C/U	1	106.248	106.25
	96460	Aislador dielectrico para contactos de arrancadores (presentación en spray) contenido=400 ml	C/U	1	780.5696	780.57
	95823	Alambre electrico de cobre desnudo cableado #6 awg	M	10	64.7744	647.74
	92648	Alambre electrico de cobre thhn #4 awg	M	10	103.79	1,037.90
	92270	Alambre electrico de cobre thhn cableado #12 awg	M	100	23.0316	2,303.16
	93811	Apagador doble de 15 amp/120v con placa de baquelita	C/U	1	181.749	181.75
	93812	Arrancador magnético (a tensión completa) p/motor de 3 hp, q=20 gpm	C/U	1	37978.71	37,978.71
	96444	Arrancador magnético (a tensión completa) p/motor de 5 hp, q=25 gpm	C/U	1	37978.71	37,978.71
	96444	Bomba c/motor sumergible de 3 hp, q=20 gpm, ctd=500', 1/60/230 v con panel de control de bomba	C/U	2	37978.71	75,957.42
	95219	Bomba c/motor sumergible de 5 hp, q=25 gpm, ctd=500', 1/60/230 v con panel de control de bomba	C/U	2	125,714.45	251,428.90
	93641	Bombillo fluorescente de 13 watts + cepo de porcelana redondo (no incl.caja de registro)	C/U	3	371.9272	1,115.78
	92559	Breaker de 1x15 amperios	C/U	2	315.945	631.89
	92558	Breaker de 1x20 amperios	C/U	2	315.945	631.89
	93343	Breaker de 2x15 amperios	C/U	1	558.035	558.04
	92698	Breaker de 2x20 amperios	C/U	1	624.145	624.15
	92734	Breaker de 2x30 amperios	C/U	1	672.53	672.53
	94838	Cable electrico de cobre tsj 2x12	M	15	66.68	1,000.20
	94530	Cable electrico sumergible #12x3	M	70	162.855	11,399.85
	93751	Cable protoduro tgp #3x10	M	15	137.6955	2,065.43
	94997	Cable triplex acsr #2	M	20	102.734	2,054.68
	92267	Caja de registro de emt de 2" x 4"	C/U	3	74.3116	222.93

Tabla No. 43
Presupuesto Obra

92266	Caja de registro de emt de 4" x 4"	C/U	6	121.144	726.86
94341	Caja de registro de emt de 6" x 6" con tapa de emt de 6"x6" para intemperie	C/U	1	501.13	501.13
92268	Canalizacion con tubo conduit de pvc diám.=½" (incl. bridas)	M	30	50.4618	1,513.85
95545	Cinta de advertencia de peligro	M	50	3.246	162.30
95597	Codo radio largo (ó curva) de pvc diám.= ½"	C/U	10	36.0842	360.84
95210	Codo radio largo (ó curva) de pvc diám.= 1½"	C/U	3	54.8515	164.55
94844	Conector conduit de pvc diám.=½"	C/U	6	33.748	202.49
96611	Energizar acometida electrica e sintalar cable de aluminio acsr en long. de 0-4m entre banco de medición y mufa	C/U	1	653.8788	653.88
93743	Estructura electrica m2-1: polo a tierra con varilla de 5/8" x 8'	C/U	1	3,610.03	3,610.03
95963	Guardanivel de 230 voltios con control de 2 electrodos de acero inoxidable (incl. caja para guardani	C/U	1	7050.2298	7,050.23
94819	Hacer balance de carga en paneles	C/U	1	1586.56	1,586.56
93288	Lampara (ó luminaria) tipo cobra de vapor de sodio de 250 watts/208v tipo sylvan mod.2250 c/fot y br	C/U	1	4,308.33	4,308.33
94110	Panel monofasico 12 espacios, 120/208 voltios, barra de 125 amperios c/main 2x60 amp	C/U	1	7618.84	7,618.84
95747	Pararrayos tipo breaker de 600 v para sobre voltaje	C/U	1	1,472.94	1,472.94
92914	Poste de pino tratado, diám.=6", l=30' sin retenida (no incl. estructura electrica)	C/U	2	9172.06	18,344.12
96773	Supresor de sobrevoltaje de 80 ka 120/240v monofásico para regular energia	C/U	1	37676.82	37,676.82
93687	Tomacorriente doble polarizado de 15 amp/120 v con placa de baquelita	C/U	1	92.4006	92.40
93781	Tomacorriente sencillo de 15 amp/120 v con placa de baquelita	C/U	1	93.715	93.72
92550	Tubo de emt diám.=1½" l= 5.00 m con calavera de emt diám. = 1½"	C/U	1	659.008	659.01
94845	Union conduit de pvc diám. = ½"	C/U	6	34.748	208.49

Tabla No. 44
Presupuesto Obra

350		CONEXIONES	C/U			424,489.54
	01	CONEXIONES DOMICILIARES	C/U			424,489.54
	03931	Conexión domiciliar de patio con tubo PVC, diam=1/2" (SDR 13.5) (incluye caja) .	C/U	60	4,500.00	270,000.00
		Abrazadora rosca recta de PVC Diametro 2"	C/U	1	230.00	230.00
		Abrazadora rosca recta de PVC Diametro 1-1/2"	C/U	1	450.00	450.00
		Adaptador macho de PVC Diametro 1/2"	C/U	1	220.00	220.00
		Adaptador hembra de PVC Diametro 1/2"	C/U	1	220.00	220.00
		Codo 90° de PVC Diametro 1/2"	C/U	2	180.00	360.00
		llave de pase de bonce diametro 1/2"	C/U	2	650.00	1,300.00
		Tubo PVC, diam=1/2" (SDR 13.5)	M	480	50.00	24,000.00
	92728	Medidor de bronce para agua potable Diam=1/2" para uso domiciliar.	C/U	60	1,550.00	93,000.00
	94191	Caja prefabricada de concreto para medidor A /P con tapa de H° F° para uso domiciliar .	C/U	60	578.49	34,709.54

Tabla No. 45
Presupuesto Obra

360		PLANTA PURIFICADORA	C/U			27,967.96
	03	EQUIPO DE CLORINACION (COMPLETO)	C/U			27,967.96
	92177	Tuberia de PVC de 1/2 " SDR -13.50 (sin excavacion)	M	18.00	25.46	458.26
	92404	Llave de pase de 1/2 " .	C/U	1.00	616.49	616.49
	92567	Tuberia de hierro galvanizado de 1/2 " con sus accesorios sin excavacion.	ML	1.00	141.70	141.70
	92941	Tuberia de PVC de 1" SDR - 26 (sin excavacion) .	ML	18.00	41.59	748.60
	93510	Banco de madera Roja Para Hipoclorador .	C/U	1.00	1,171.83	1,171.83
	94624	Tanque Dosificador de PVC Cap: 210 litros (hipoclorador) con manguera de hule diam.= 1/ 4"+ flotador.	C/U	1.00	9,477.56	9,477.56
	95386	Bomba Dosificadora de cloro de 30 GPD y 150 psi .	C/U	1.00	13,577.95	13,577.95
	04124	Repisa lamina de Acero 0,30 x0,30 x 1/4 " Fijac. Pared Perno	C/U	1.00	1,775.56	1,775.56
370		LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA				12,081.42
	37001	LIMPIEZA Y ENTREGA FINAL	GLB			4,121.60
	92225	Limpieza Manual Final	M2	230.00	17.92	4,121.60
	37003	PLACA CONMEMORATIVA	C/U			7,959.82
	03392	Pedestal de concreto de 2500 PSI REF. para placa Conmemorativa	C/U	1.00	2,114.13	2,114.13
	04189	Placa Conmemorativa de Aluminio de 0.65m x 0.42m	C/U	1.00	5,845.69	5,845.69
TOTAL COSTOS DIRECTOS						3169,261.43
1. COSTOS DIRECTOS SIN INCLUIR TRANSPORTE DE MATERIALES						3169,261.43
1.1 MONTO DE MATERIALES						1901,556.86
1.2 FACTOR ESTIMADO TRANSPORTE						1.1000
1.3 MONTO DE TRANSPORTE DE MATERIALES						190,155.69
1.4 COSTO INCLUIDO TRANSPORTE DE MATERIALES						3359,417.12
2. FACTOR DE VENTA ESTIMADO						1.20
3. PRECIO TOTAL DE VENTA						4031,300.54

PLANOS DEL PROYECTO