



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE (MABE)
PARA EL BARRIO LAS PIEDRECITAS - SECTOR 2 EN EL MUNICIPIO DE
MATAGALPA, DEPARTAMENTO DE MATAGALPA”**

Para optar al título de Ingeniero Civil

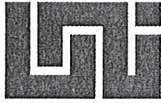
Elaborado por

Br. José Daniel Guido Martínez
Br. Marco Antonio Guido Martínez

Tutor

M. Sc. Ing. Ricardo Javier Fajardo González

Managua, abril 2021



Managua, lunes 16 de noviembre de 2020

Dr. Ing. Oscar Isaac Gutiérrez Somarriba
DECANO F.T.C.
Su despacho

Estimado Dr. Ing. Gutiérrez Somarriba:

Por este medio hago de su conocimiento que he concluido la tutoría del Trabajo Monográfico titulado "**DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE (MABE) PARA EL BARRIO LAS PIEDRECITAS – SECTOR 2 EN EL MUNICIPIO DE MATAGALPA, DEPARTAMENTO DE MATAGALPA**", elaborado por los Bachilleres **JOSÉ DANIEL GUIDO MARTÍNEZ Y MARCO ANTONIO GUIDO MARTÍNEZ** para optar al título de Ingeniero Civil de la Facultad de Tecnología de la Construcción (FTC) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

No omito manifestarle que los bachilleres en mención desarrollaron con absoluta independencia el contenido de su trabajo investigativo, lo cual le da un gran valor científico-técnico para futuros estudiantes interesados en la temática presentada, por lo tanto, recomiendo la conformación del jurado examinador y se reconozca el esfuerzo y dedicación que los bachilleres **GUIDO MARTÍNEZ Y GUIDO MARTÍNEZ** emplearon en la culminación de tan importante trabajo monográfico.

Sin más a qué referirme, me suscribo de usted reiterándole las más altas muestras de consideración y respeto.

Atentamente,

M. Sc. Ing. Ricardo Javier Fajardo González
e-mail: Ricardo.Fajardo@ftc.uni.edu.ni
Celular: (505) 8876-4913; (505) 7887-7723
Tutor

CC: Br. **JOSÉ DANIEL GUIDO MARTÍNEZ** Sustentante
Br. **MARCO ANTONIO GUIDO MARTÍNEZ** Sustentante
Archivo cronológico



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
DECANATURA

DEC-FTC-REF-No.037
Managua, 12 Febrero del 2020

Bachilleres

JOSÉ DANIEL GUIDO MARTÍNEZ
MARCO ANTONIO GUIDO MARTÍNEZ

Estimados (as) Bachilleres:

Es de mi agrado informarles que el PROTOCOLO de su Tema **MONOGRAFICO**, titulado: **“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE (MABE) PARA EL BARRIO LAS PIEDRECITAS – SECTOR 2 EN EL MUNICIPIO DE MATAGALPA, DEPARTAMENTO DE MATAGALPA “** Ha sido aprobado por esta Decanatura.

Asimismo les comunico estar totalmente de acuerdo, que el (la) **Ing. Ricardo Fajardo González** sea el (la) tutor (a) de su trabajo final.

La fecha límite, para que presenten concluido su documento final, debidamente revisado por el tutor guía será el **10 de Agosto del 2020**

Esperando puntualidad en la entrega de la Tesis, me despido.

Atentamente,


Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba
Decano

CC: Protocolo
Tutor – Ing. Ricardo Fajardo González
Archivo*Consecutivo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
DECANATURA

DEC.FTC.REF No. 078
Managua, 18 Agosto del 2020

Bachilleres
JOSÉ DANIEL GUIDO MARTÍNEZ
MARCO ANTONIO GUIDO MARTÍNEZ
Estimados (as) Bachilleres:

En atención a su carta de solicitud de **AMPLIACION DEL TIEMPO DE ENTREGA**, para efectuar la pre-defensa de su trabajo de **Monografía** titulado **“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE (MAG) PARA EL BARRIO LAS PIEDRECITAS – SECTOR 2 EN EL MUNICIPIO DE MATAGALPA, DEPARTAMENTO DE MATAGALPA”**. Esta Decanatura le aprueba **3 MESES DE AMPLIACION**, considerando los problemas planteados en su comunicación.

La fecha límite, para que presenten concluido su documento, debidamente revisado por el tutor guía será el **18 de Noviembre del 2020**. Para la programación de su fecha de pre-defensa.

Esperando de ustedes puntualidad en la entrega de su trabajo final, me despido.



Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba
Decano

CC: Tutor – Ing. Ricardo Fajardo González
Archivo-Consecutivo

Dedicatoria

Dedicamos éste trabajo primeramente a Dios por darnos vida, salud y sabiduría para culminar nuestro trabajo.

Dedicamos éste estudio a nuestros padres por el apoyo incondicional que siempre nos han brindado para poder culminar nuestros estudios profesionales.

Br. José Daniel Guido Martínez

Br. Marco Antonio Guido Martínez

Agradecimiento

Agradecemos a Dios por darnos la fortaleza, sabiduría y paciencia para superar cada obstáculo en el camino.

Agradecemos a nuestros padres por la confianza que tuvieron en nosotros para terminar con éxito éste triunfo, por la paciencia que tuvieron todo este tiempo y el ánimo que nos brindaron para no desistir.

Agradecemos a los ingenieros que nos ayudaron en la teoría para poder realizar y analizar debidamente nuestra monografía.

Br. José Daniel Guido Martínez

Br. Marco Antonio Guido Martínez

Contenido

CAPÍTULO I: GENERALIDADES	1
1.1 Introducción	1
1.2 Antecedentes	2
1.3 Justificación	3
1.4 Objetivos	4
1.4.1 Objetivo general.....	4
1.4.2 Objetivos específicos	4
CAPÍTULO II: INFORMACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	5
2.1 Ubicación	5
2.2 Geografía y topografía	5
2.3 Población, vivienda y servicios	6
2.4 Climatología	6
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO	7
3.1 Criterio de diseño.....	7
3.1.1 Población de diseño.....	7
3.1.2 Demanda	8
3.1.2.1 Consumo.....	8
3.1.2.2 Consumo doméstico	9
3.1.2.3 Consumo comercial	9
3.1.2.4 Consumo industrial	9
3.1.2.5 Consumo público	10
3.1.2.6 Dotaciones	10
3.1.2.7 Agua para incendios	11
3.1.3 Factores de máxima demanda.....	11
3.1.3.1 Demanda promedio diario.....	12
3.1.3.2 Pérdidas en el sistema.....	12
3.1.3.3 Demanda del máximo día	13
3.1.3.4 Demanda de la hora máxima	13
3.1.4 Calidad del agua	13
3.1.4.1 Generalidades.....	13
3.1.4.2 Parámetros físico-químicos.....	14

3.1.5	Periodos de diseño	15
3.1.6	Velocidades permisibles	16
3.1.7	Presiones máximas y mínimas	16
3.1.8	Diámetro mínimo.....	16
3.1.9	Cobertura de tuberías	17
3.2	Cálculo hidráulico.....	17
3.2.1	Fórmula de Hazen-Williams	17
3.2.1.1	Coeficiente de capacidad hidráulica.....	17
3.2.2	Diámetro económico	18
3.2.3	Pérdidas de la columna dentro del pozo	19
3.2.4	Carga dinámica total	19
3.2.5	Potencia hidráulica de la bomba	19
3.2.6	Potencia del motor	20
3.2.7	Velocidad en la línea de conducción.....	20
3.2.8	Golpe de ariete	20
3.2.8.1	Período de propagación de onda de presión en la tubería	21
3.2.8.2	Celeridad.....	21
3.2.8.3	Tiempo de parada del agua	22
3.2.8.4	Cálculo de la sobrepresión.....	23
3.2.9	Capacidad del tanque de almacenamiento	24
3.3	Sistema de agua potable	25
3.3.1	Captación.....	25
3.3.1.1	Pozo.....	25
3.3.1.2	Pozo perforado	26
3.3.2	Estación de bombeo	26
3.3.2.1	Elementos de la estación de bombeo	26
3.3.2.2	Ubicación de estación	27
3.3.2.3	Caseta de control.....	27
3.3.2.4	Fundaciones de equipo de bombeo	27
3.3.2.5	Equipo de bombeo	27
3.3.3	Línea de conducción	28
3.3.3.1	Líneas de conducción por gravedad	28

3.3.3.2	Líneas de conducción por bombeo	29
3.3.4	Accesorios	29
3.3.4.1	Válvulas de pase.....	29
3.3.4.2	Válvulas de limpieza	29
3.3.4.3	Válvulas reductoras de presión y cajas rompe presión	29
3.3.4.4	Válvulas de seccionamiento.....	29
3.3.5	Registros	30
3.3.6	Almacenamiento	30
3.3.6.1	Tanque superficial.....	30
3.3.6.2	Tanques elevados.....	30
3.3.7	Red de distribución	31
3.3.7.1	Tipos de red	31
CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO		32
4.1	Estudio de la fuente de abastecimiento	32
4.1.1	Estudio físico-químico del agua	32
4.1.2	Aforo de la fuente de agua.....	33
4.1.3	Análisis de calidad de la fuente de abastecimiento.....	33
4.1.3.1	Análisis químico	34
4.1.3.2	Análisis bacteriológico.....	34
4.2	Estudio socio-económico	35
4.3	Levantamiento topográfico.....	35
4.4	Diseño de plano de curvas de nivel	35
4.5	Cálculo de población de diseño	35
4.6	Determinar las dotaciones de agua	36
4.7	Calcular caudales promedio diario, máximo día y máxima hora	36
4.8	Determinar las ecuaciones para el cálculo hidráulico	37
4.9	Determinar el tipo de red de distribución.....	38
4.10	Usar el programa EPANET para el análisis hidráulico	38
4.10.1	Parámetros de diseño	38
4.11	Evaluar los puntos en el sistema que requieren algún tipo de accesorio	39
4.12	Elaborar los planos, especificaciones técnicas de construcción	39
4.13	Elaborar el presupuesto de la obra	39

CAPÍTULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	41
5.1 Estudio de la fuente de agua	41
5.1.1 Estudio físico-químico del agua	41
5.1.2 Aforo de la fuente de agua	42
5.1.3 Análisis de la calidad de la fuente de abastecimiento	43
5.1.3.1 Análisis bacteriológico.....	43
5.2 Estudio socio-económico	45
5.2.1 Población por sexo y edad.....	45
5.2.2 Ocupación/manutención	46
5.2.3 Escolaridad	48
5.2.4 Principales problemas que enfrenta la comunidad	48
5.2.5 Apoyo de la comunidad al proyecto	49
5.2.6 Familia y estado de las viviendas	50
5.3 Estudio de población y consumo	51
5.3.1 Población de diseño.....	51
5.3.2 Dotación.....	51
5.3.3 Consumo promedio diario	51
5.3.4 Pérdidas en el sistema.....	52
5.3.5 Demanda del máximo día	53
5.3.6 Demanda de la hora máxima	53
5.4 Cálculos hidráulicos	53
5.4.1 Diámetro de la tubería en la línea de impulsión	53
5.4.2 Velocidad en la línea de conducción.....	54
5.4.3 Pérdidas en la succión	54
5.4.4 Pérdidas en la descarga	54
5.4.5 Carga dinámica total	55
5.4.6 Potencia hidráulica de la bomba	55
5.4.7 Potencia del motor	55
5.4.8 Capacidad del tanque de almacenamiento	55
5.4.8.1 Calculo de la base del tanque.....	56
5.4.9 Golpe de ariete	56
5.4.9.1 Celeridad.....	56

5.4.9.2	Período de propagación de onda de presión en la tubería	56
5.4.9.3	Tiempo de parada del agua	57
5.4.9.4	Cálculo de la sobrepresión.....	57
5.4.9.5	Presión total	57
5.4.10	Desinfección del agua.....	58
5.4.11	Tabla de resultados de población y consumo	59
5.4.12	Tabla de resultados de los cálculos hidráulico	60
5.5	Resultados de levantamiento topográfico	61
5.5.1	Elevaciones de los nodos del sistema	61
5.5.2	Área tributaria y demanda de consumo	62
5.6	Estudio hidráulico en EPANET	63
5.6.1	Sistema MABE – Nodos.....	63
5.6.2	Sistema MABE – Tuberías.....	64
5.6.3	Sistema MABE – CMH - Presiones.....	65
5.6.4	Sistema MABE – CMH - Velocidades	66
5.6.5	Tabla de resultados – Nodos	67
5.6.6	Tabla de resultados – Tuberías	68
5.7	Especificaciones técnicas	69
5.7.1	Pozo.....	69
5.7.2	Equipo de bombeo	69
5.7.2.1	Bomba.....	70
5.7.2.2	Motor.....	70
5.7.2.3	Cable de alimentación.....	71
5.7.2.4	Válvula de retención vertical	71
5.7.2.5	Codo de descarga.....	71
5.7.2.6	Sarta de bomba	72
5.7.2.7	Válvula de compuerta con bridas.....	72
5.7.2.8	Válvula de retención horizontal (válvula check)	72
5.7.2.9	Medidor maestro	73
5.7.2.10	Manómetro de carga.....	74
5.7.3	Caseta de bombeo.....	74
5.7.3.1	Limpieza inicial.....	74

5.7.3.2	Concreto	74
5.7.3.3	Materiales	75
5.7.3.4	Repellos y finos.....	76
5.7.3.5	Estructura de techo	76
5.7.3.6	Acabado y pintado	77
5.7.3.7	Piso	77
5.7.4	Suministro e instalación de tuberías y accesorios	78
5.7.4.1	Tuberías y accesorios de cloruro de polivinilo (PVC).....	78
5.7.4.2	Tuberías y accesorios de Hierro Galvanizado (H°G°)	78
5.7.4.3	Válvulas	79
5.7.4.4	Válvulas de compuerta HF con conexiones de bridas	79
5.7.4.5	Válvulas de compuerta de bronce.....	79
5.7.4.6	Válvulas de aire y vacío	79
5.7.4.7	Juntas Dresser	80
5.7.5	Instalaciones de tuberías y accesorios	80
5.7.5.1	Excavación de zanja	80
5.7.5.2	Instalación de tuberías	80
5.7.5.3	Instalación de válvulas	81
5.7.5.4	Remoción de agua	81
5.7.5.5	Relleno y compactación	81
5.7.5.6	Disposición de materiales excavados	81
5.7.5.7	Bloques de reacción.....	81
5.7.5.8	Restauración de superficies.....	82
5.7.5.9	Conexiones domiciliarias	82
5.7.6	Tanque.....	82
5.7.6.1	Concreto	82
5.7.6.2	Acero de refuerzo.....	83
5.7.6.3	Concreto ciclópeo	83
5.7.6.4	Impermeabilidad de superficie	84
5.7.6.5	Preparación de superficie	84
5.7.6.6	Aplicación del sellador CIM 1061	84
5.7.6.7	Tiempo de curación.....	84

5.7.6.8 Mortero.....	84
5.7.6.9 Formaletas	84
5.7.7 Costo y presupuesto	85
5.7.7.1 Parámetros considerados para la estructura de costos	85
5.7.8 Criterios considerados para la elaboración de presupuesto	87
Conclusiones y recomendaciones	90
Conclusiones.....	90
Recomendaciones.....	91
Bibliografía.....	92
Anexos	93

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo describe en forma detallada el procedimiento a través del cual se desarrolló la propuesta de diseño de un mini acueducto por bombeo eléctrico para el Barrio “Las Piedrecitas - sector 2, municipio de Matagalpa, departamento de Matagalpa”, para un periodo de 20 años; con el propósito ayudar a resolver el problema del agua potable que presenta la zona, siendo éste un asentamiento nuevo.

El sistema fue diseñado a partir de las NORMAS TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO Y POTABILIZACIÓN DEL AGUA (NTON 09 003-99) establecidas por el INAA, considerando las condiciones particulares que rigen esta propuesta a través de un análisis a fondo de las características socioeconómicas de la comunidad, y características topográficas e hidrológicas del área en cuestión.

El documento también contiene la memoria de diseño y demás aspectos considerados durante las etapas de estudio y diseño, además de los datos recolectados durante la investigación de campo e información suministrada por entes competentes; está estructurado de seis capítulos:

Capítulo I: Generalidades

Capítulo II: Información del área de estudio

Capítulo III: Marco teórico

Capítulo IV: Diseño metodológico

Capítulo V: Análisis e interpretación de resultados

Con este trabajo monográfico se pretende disminuir las enfermedades causadas por la ingesta de agua contaminada, mejorar la calidad de vida de los habitantes al tener una salud preventiva por el consumo de agua potable y contribuir con el desarrollo económico y social de la comunidad.

Se realizó un reconocimiento de campo, y se realizó una visita a los habitantes e indagar acerca de las necesidades que estos presentan por la usencia de un sistema de abastecimiento de agua potable, además de realizar un estudio socioeconómico del lugar. El levantamiento topográfico nos proporciona la información necesaria para poder realizar nuestro análisis hidráulico ya que este nos da a conocer los desniveles del terreno, la existencia de obstáculos, las distancias entre los nodos del sistema y la ruta más lógica para la colocación de las tuberías y el tanque de almacenamiento.

El sistema propuesto consta de un pozo que abastece las demandas proyectadas de la población para 20 años la cuál fue proyectada por el método de saturación. Cuenta con más 2100 m de tuberías y un tanque de almacenamiento de 50.65 m³.

Para garantizar el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable se realizó simulaciones con el software EPANET 2.0, cumpliendo así con las presiones y velocidades mínimas requeridas por las normas antes mencionadas para su buen funcionamiento.

El presupuesto estimado de la obra, el cual asciende a C\$ 3,877,505.22 (tres millones, ocho cientos setenta y siete mil, quinientos cinco con veintidós centavos).

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1 Introducción

El acceso del servicio de agua potable en el país es un tema muy importante porque cada día se requiere más de este vital líquido, pero a la par de la demanda del agua existe escasez o acceso a fuentes de agua que no cumplen con los requisitos sanitarios de calidad.

A lo largo de la historia la humanidad ha necesitado agua para poder desarrollarse, pero no solo es el hecho de tener acceso a fuentes de agua sino tener acceso a fuentes de agua de calidad para prevenir enfermedades o epidemias que son transportados por agua contaminadas o de agentes que deterioran la salud como pueden ser carbonatos, plomo, arsénico o cualquier otro mineral que sea nocivo para el cuerpo humano. De esta manera es importante el debido tratamiento del agua cruda, su caudal y las propiedades físico-químico, y bacteriológicas.

La mayoría de pueblos y ciudades de Nicaragua se fundaron cerca de fuentes abundantes de agua, pero debido al consumo y creciente demanda del líquido sumado a los problemas medioambientales estas fuentes han ido disminuyendo, cuando no se han secado. El creciente número de la población y la extensión de los núcleos urbanos de pueblos y ciudades y también el crecimiento de áreas rurales hacen que se tenga que llevar agua a más hogares teniendo así que conectar la nueva red de agua a la red principal de abastecimiento o bien buscar nuevas fuentes para no afectar a la existente. El diseño para el abastecimiento de agua potable tiene como objetivo principal el transportar el agua de la forma más eficiente y económica, con el fin de suministrar de este líquido a la población para sustentar la demanda en el consumo doméstico, comercial, industrial y público. Para satisfacer la necesidad de esta población, en este trabajo se procederá a analizar y diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable brindando así el servicio amparándonos en los criterios de diseño de las normas **NTON 09 003-99** (NORMAS TECNICAS PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO Y POTABILIZACION DEL AGUA).

1.2 Antecedentes

En el lugar del proyecto que se espera diseñar una red de abastecimiento de agua potable era propiedad de Jaime Corriols, donde se ocupaban estas tierras como potreros para pastar el ganado. No existen cultivos agrícolas cerca de esta área.

Ahora se está proyectando urbanizar la zona que actualmente cuenta con 23 viviendas y 17 negocios, construidas en su mayoría de los siguientes materiales:

- ❖ **Paredes:** Bloque y piedra cantera.
- ❖ **Techos:** Lámina de zinc
- ❖ **Piso:** Cerámica.

El área del proyecto cuenta con 120 lotificaciones donde en su mayoría ya todas están vendidas, y cuenta con dos entradas independientes que los conectan a la carretera principal NIC-5.

Uno de los problemas principales de la zona es la falta del sistema de agua potable, por lo que una de las actividades que realiza la población es la de cosechar agua de lluvia, para actividades como ducharse, lavar los trastes o pisos, entre otras, las cuales son almacenadas en tanques. El “Barrio Las Piedrecitas – sector 2” es de reciente creación y como ya se mencionó anteriormente carece de un sistema de agua potable, pero cuenta con un pozo que puede abastecer del servicio. Por eso la primordial necesidad de diseñar una red de abastecimiento de agua potable ya que este sitio al proyectarse como una futura urbanización y más el hecho de que ya hay pobladores viviendo en ella, deben de contar con los servicios básico de consumo, como es en este caso el agua potable.

Actualmente se contabiliza un total de 173 sistemas urbanos de abastecimiento de agua potable en Nicaragua, con poblaciones mayores de 1,500 personas, de los cuales, 145 son administrados y operados por la empresa ENACAL, mientras que de los restantes 28, 2 corresponden a los sistemas de Matagalpa y Jinotega y los restantes son responsabilidad de las alcaldías de pequeños municipios.

1.3 Justificación

La red de abastecimiento de agua potable es de vital importancia para cualquier asentamiento de personas, con ella se desarrolla y se sustenta una población. Actualmente en Nicaragua, las precipitaciones de lluvia han disminuido en estos últimos años dando como principal problema la escases de este líquido ya sea para consumo humano, ganado o cultivos en general. Se suma a este problema el incremento de la temperatura anual del país dando como resultado mayor evaporación del agua, produciendo las sequias en las fuentes de aguas.

Por ello es la importancia de este trabajo monográfico de suministrar de agua a la población del “Barrio Las Piedrecitas - sector 2”, realizando los estudios pertinentes para comprobar la fuente de agua, ya sea su calidad con respecto a color, olor y sabor, los estudios físico-químico y bacteriológico, y los caudales de este que nos ayuden a saber si es apto para suplir las necesidades de la población actual y futura de la zona.

Los ingenieros civiles como objetivo profesional es el mejorar la calidad de vida de las personas y como es en este caso dar solución a la demanda de agua potable de la zona para garantizar un consumo seguro al tener una salud preventiva ante agentes patógenos y minerales perjudiciales para el organismo evitándola al poder usar agua de calidad. Es importante trabajar en pro de la naturaleza, tomando las medidas necesarias para aprovechar y no contaminar nuestros recursos naturales, para mantener en armonía el ecosistema donde se lleve a cabo el área de estudio.

La importancia del proyecto es ayudar a la comunidad y por lo tanto al país, cumpliendo con el objetivo de desarrollo sostenible (ODS) número 6 del programa de naciones unidas para el desarrollo (PNUD), que plantea “Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos”.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

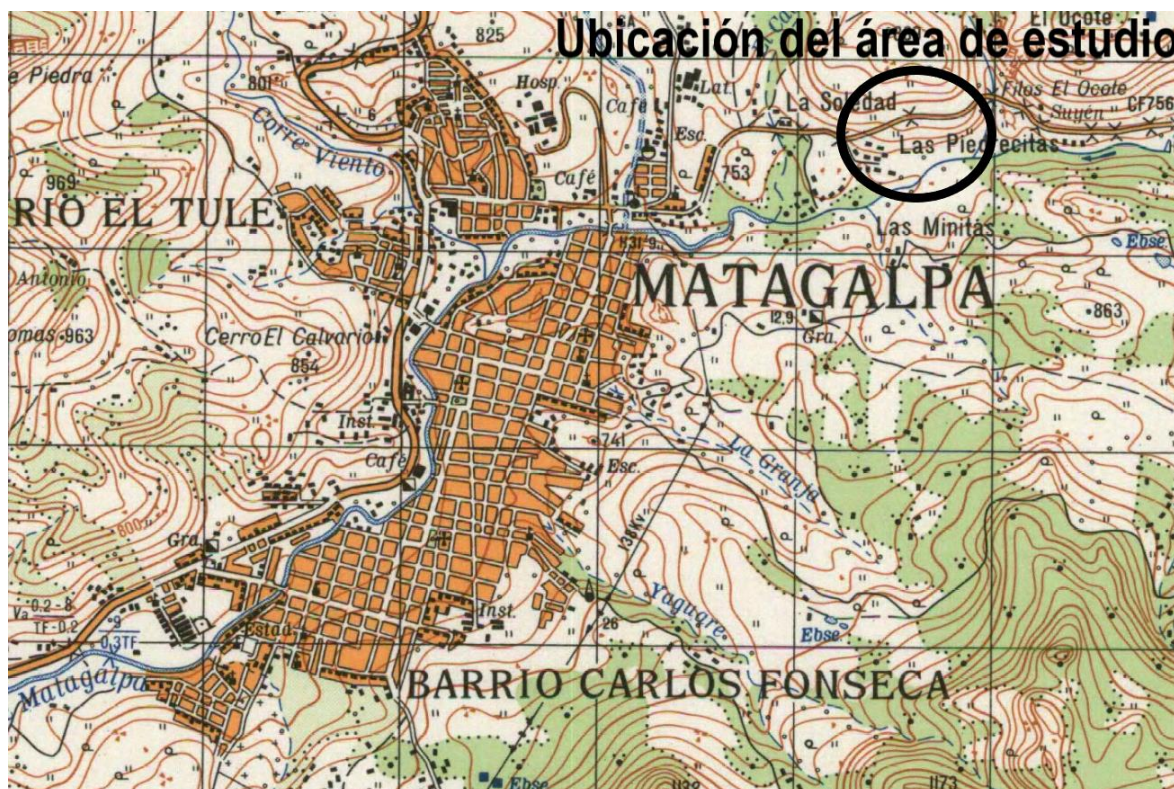
Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para el “Barrio Las Piedrecitas - sector 2” en el municipio de Matagalpa, departamento de Matagalpa.

1.4.2 Objetivos específicos

- Evaluar la fuente de agua para el diseño de la red, mediante aforos de medición y ensayos de calidad de agua realizados por ENACAL.
- Determinar la población actual, por medio de un censo y estudio socioeconómico.
- Evaluar la información topográfica existente.
- Efectuar un análisis hidráulico de los componentes del sistema.
- Elaborar los planos y especificaciones técnicas.
- Realizar el presupuesto de la obra.

CAPÍTULO II: INFORMACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Figura 1: Ubicación del proyecto



Fuente: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) (1987)

2.1 Ubicación

La lotificación está ubicada en la ciudad de Matagalpa, a 130.2 km de la ciudad de Managua, con acceso directo a la carretera NIC-5. La ubicación del área de estudio es en la ciudad de Matagalpa, departamento de Matagalpa. Limita al norte con el Barrio Las Piedrecitas - sector 1, al sur con el Río Grande de Matagalpa, al este con finca Las Piedrecitas y al oeste con el Barrio Las Marías.

2.2 Geografía y topografía

El terreno tiene una topografía irregular (relieve ondulado), sus coordenadas son 12°56' latitud norte y 85°53' longitud oeste en la parte noroeste de la zona central de Nicaragua. se encuentra cerca de la ribera del Río Grande de Matagalpa, y las elevaciones del lugar oscilan entre los 744 m hasta los 792 m.

2.3 Población, vivienda y servicios

Actualmente existen 23 casas construidas en la lotificación, todas poseen características similares porque son construidas de bloque, piedra cantera y piso de cerámica. Los lotes varían de tamaño y su dimensión oscila entre los 200 m² a los 400 m². En cuanto a servicios, no cuentan con servicio de agua potable por lo tanto el 80% lleva agua por su cuenta mientras que el 20% restante debe de pagar los servicios de un camión cisterna. No cuentan con sistema de alcantarillado sanitario ni pluvial. Todas las viviendas cuentan con suministro de energía eléctrica. En lo que a servicios médicos se refiere carecen de él, pero pueden asistir al hospital César Amador Molina (hospital regional), que dista a unos 2.5 km del lugar.

2.4 Climatología

El clima de acuerdo con Köppen y Geiger se clasifica como AW (tropical de invierno seco). La temperatura media anual en Matagalpa se encuentra a 22.8° C. En un año la precipitación media es 1429 mm, donde el mes más seco es marzo con 16 mm y el más lluvioso septiembre con 248 mm.

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO

3.1 Criterio de diseño

3.1.1 Población de diseño

Las ciudades están en constante crecimiento poblacional, que conlleva a mayores demandas a futuro, por eso es necesario poder interpretar el crecimiento de la población ya que esto permite calcular con mayor precisión las demandas de agua potable de un sector de la población tanto inmediata como futura y bajo estos parámetros es como funciona una red de abastecimiento de agua potable, ya que esta estará diseñada para suplir las necesidades de la zona, trabajando de manera eficiente y con un adecuado funcionamiento de sus componentes.

Para hacer los cálculos de las proyecciones de la población se debe de ser consciente de los factores que producen cambios en la población como es el crecimiento natural (natalidad) y la migración (movimiento poblacional de un lugar a otro).

En el “Barrio Las Piedrecitas - sector 2”, no presenta un área de crecimiento futuro, ya que el número de lotes ya están definidos en el lugar.

La población de diseño esta expresada por la siguiente ecuación:

$$P = N^{\circ} \text{ de viviendas} * \frac{hab}{viviendas}$$

Dónde:

P: Población de diseño

N° de viviendas: Es el número de viviendas

hab/viviendas: Es la densidad poblacional

3.1.2 Demanda

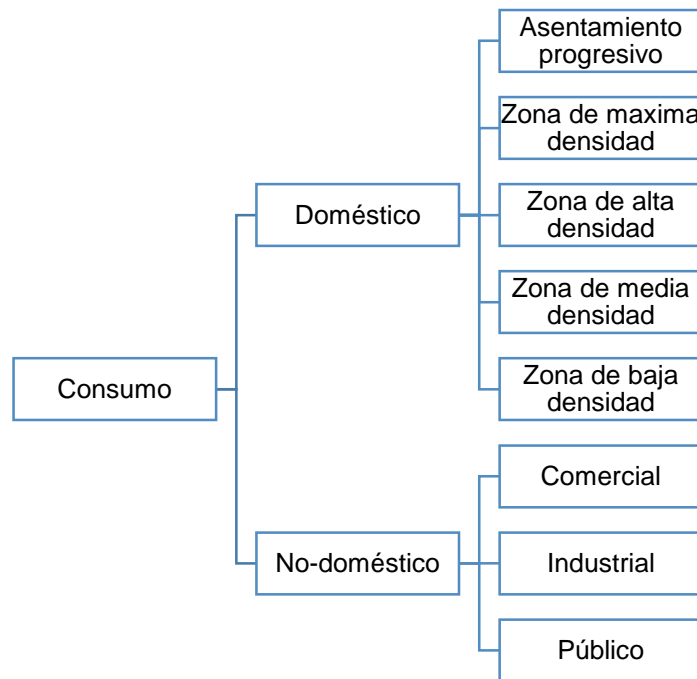
3.1.2.1 Consumo

Uno de los parámetros más importante para poder diseñar la red de abastecimiento de agua potable es el de determinar la cantidad de agua que demanda la población tanto en sus condiciones actuales como futuras. Por ello se debe de identificar el tipo de población donde se efectúa el diseño.

El consumo de agua potable es determinado por el tipo de usuario que hará uso de este líquido, donde se dividen principalmente en dos grupos: Consumo doméstico y consumo no-doméstico, y estos mismo se dividen en otros grupos para establecer el tipo de población.

Diagrama de consumo de agua potable según el usuario:

Figura 2: Tipos de consumo



Fuente: NTON 09 003-99

3.1.2.2 Consumo doméstico

Es la cantidad de agua que se usa para las actividades diarias de una vivienda, estas van desde el aseo personal, la preparación de alimentos, lavar ropa, limpiar la casa y muchas otras, donde depende de factores climáticos, la clase socioeconómica de los usuarios hasta el tipo de lugar del establecimiento.

El objetivo principal es suplir todas las necesidades que la población actual y futura demanden, para el correcto funcionamiento de las actividades diarias que ésta realiza. Por tanto, debe de ser usado con responsabilidad.

3.1.2.3 Consumo comercial

Cuando se está en un ámbito de una casa comercial se sabe que el agua principalmente se emplea en inodoros, duchas e instalaciones de higiene personal. Otro uso es la limpieza del local. Garantizar este servicio de abastecer de agua potable a los locales de comercio es importante para que todas sus actividades que se realicen funcionen con normalidad, cubriendo las necesidades básicas.

3.1.2.4 Consumo industrial

En el ámbito industrial el agua tiene múltiples usos, sus aplicaciones principales son las siguientes: Sanitario (los que se emplean en los inodoros, duchas e instalaciones que garanticen la higiene), transmisión de calor o refrigeración (es el uso industrial que más cantidad de agua emplea), materia prima (que se incorpora al producto final, como en los productos de bebidas), limpieza de las instalaciones, obtención de energía (centrales nucleares) y en las actividades que usan vapor de agua para el movimiento de turbinas.

3.1.2.5 Consumo público

Este consumo se refiere al de los edificios e instalaciones públicas tales como: Escuelas, hospitales, calles, parques, rotondas u otro lugar de carácter público. Que se usan en múltiples actividades como: Limpieza de vías públicas, riego de jardines públicos, fuentes y bebederos, limpieza de la red de alcantarillados sanitarios y de galería de agua pluviales, combate contra incendios y cualquier otra actividad de carácter comunitario.

3.1.2.6 Dotaciones

Se refiere como dotación a la cantidad de agua que cada habitante de una zona de la población necesita para su consumo. Esto debe de satisfacer las demandas que el usuario usa todos los días en sus actividades diarias.

El consumo de agua está dado por la cantidad de habitantes que existan en una población y el consumo per cápita diario, estas se miden en **g/hab/día** o **L/hab/día**. Las dotaciones están dadas por las Normas del INAA en el numeral 2.2.2, que se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 1: Dotaciones de agua

Rango de población	Dotación	
	g/hab/día	L/hab/día
0 – 5,000	20	75
5,000 – 10,000	25	95
10,000 – 15,000	30	113
15,000 – 20,000	35	132
20,000 – 30,000	40	151
30,000 – 50,000	45	170
50,000 – 100,000 y más	50	189

Fuente: NTON 09 003-99

3.1.2.7 Agua para incendios

La cantidad de agua que todo acueducto debe tener disponible para combatir la eventualidad del incendio, estará adecuada a la capacidad del sistema y al rango de la población proyectada.

Tabla 2: Caudales contra incendios

Rango de población		Caudales		Caudales por toma
De	a	gpm (L/s)	gpm (L/s)	gpm (L/s)
0	5,000	No se considera		No se considera
5,000	10,000	80 (5)	200 (13)	1 toma de 150 (9)
10,000	15,000	200 (13)	550 (35)	1 toma de 250 (16)
15,000	20,000	350 (22)	550 (35)	2 tomas de 250 c/u (16)
20,000	30,000	550 (35)	1,000 (63)	3 tomas de 250 c/u (16)
30,000	50,000	1,000 (63)	1,500 (95)	2 tomas de 500 c/u (31)
50,000	100,000	1,500 (95)	y más	3 tomas de 500 c/u (31) de acuerdo a la importancia del lugar

Fuente: NTON 09 003-99

3.1.3 Factores de máxima demanda

El consumo de agua potable no es constante durante todo el año, ni durante el día, la demanda tendrá variaciones que son muy necesarias de conocer, estas están expresadas en porcentajes de las demandas promedio diario. Estos valores están dados por las normas de diseño NTON 09 003-99.

3.1.3.1 Demanda promedio diario

Es la cantidad de agua que se necesita para satisfacer las necesidades de la población en un día de consumo promedio. El consumo promedio diario se expresa de la siguiente manera:

$$CPD = CD + CC + CI + CP$$

$$CD = \frac{P * D}{86400} ; CC = 7\%CD ; CI = 2\%CD ; CP = 7\%CD$$

Dónde:

CPD: Consumo promedio diario

CD: Consumo doméstico

CC: Consumo comercial

CI: Consumo industrial

CP: Consumo público

P: Población

D: Dotación

3.1.3.2 Pérdidas en el sistema

Parte del agua que se produce se pierde en cada uno de los componentes. A esto se le denomina fugas en el sistema. En el proceso de diseño esto constituye un porcentaje del consumo promedio diario, en el caso de Nicaragua está establecido en un 20%.

$$hf = 20\% CPD$$

Dónde:

hf: Pérdidas del sistema por fuga

3.1.3.3 Demanda del máximo día

Es el caudal máximo que debe suplir la red de abastecimiento para un día de máximo consumo. La demanda de máximo día se expresa de la siguiente manera:

$$CMD = (1.3 \text{ a } 1.5)CPD + hf$$

Dónde:

CMD: Consumo máximo día

(1.3 a 1.5) = Factores de máxima demanda diaria

hf: Pérdidas del sistema por fuga

3.1.3.4 Demanda de la hora máxima

Es el caudal de máxima demanda para cubrir las necesidades en un día de máximo consumo y a la hora de máximo consumo. La demanda de la hora máxima se expresa de la siguiente manera:

$$CMH = (2.5 * CPD) + hf$$

Dónde:

CMH: Consumo máximo hora

2.5 = Factor de máxima demanda hora

hf: Pérdidas del sistema por fuga

3.1.4 Calidad del agua

3.1.4.1 Generalidades

Como proyectistas se debe de preservar la calidad del agua previniéndolas de contaminaciones del tipo, agrícola, doméstico, industrial o de cualquiera otra índole, para ello es necesario presentar recomendaciones para preservar la calidad del agua en sus óptimas condiciones.

3.1.4.2 Parámetros físico-químicos

Tabla 3: Parámetros físico-químicos del agua

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor máximo admisible
Temperatura	°C	18 a 30	
Concentración			
Iones hidrógeno	Valor pH	6.5 a 8.5 (a)	
Cloro residual	mg/L	0.5 a 1.0 (b)	(c)
Cloruros	mg/L	25	250
Conductividad	µs/cm	400	
Dureza	mg/L CaCO ₃	400	
Sulfatos	mg/L	25	250
Aluminio	mg/L		0.2
Calcio	mg/L CaCO ₃	100	
Cobre	mg/L	1	2.0
Magnesio	mg/L MgCO ₃	30	50
Sodio	mg/L	25	200
Potasio	mg/L		10
Sol. Tot. Dis	mg/L		1000
Zinc	mg/L		3.0

Fuente: NTON 09 003-99

(a) Las aguas deben de ser estabilizadas de manera que no produzcan efectos corrosivos ni incrustantes en las tuberías.

(b) Cloro residual libre.

(c) 5 mg/L en casos especiales para proteger a la población de brotes epidémicos.

3.1.5 Períodos 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 qué 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.

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

Tabla 4: Período de diseño de los componentes

Tipos de componentes	Período de diseño
Pozos excavados	10 años
Pozos perforados	15 años
Captaciones superficiales y manantiales	20 años
Desarenador	20 años
Filtro lento	20 años
Líneas de conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de distribución	15 años

Fuente: NTON 09 001-99

3.1.6 Velocidades permisibles

De acuerdo a la topografía del terreno al usar la tubería de conducción, se puede hacer el análisis hidráulico de la tubería funcionando a superficie libre o a presión. La velocidad de un fluido a través de una tubería es algo que se debe analizar pues si ésta es demasiado alta se presentan problemas de desgaste de las paredes por fricción y si ésta fricción es muy alta puede presentar desgaste por abrasión. Por otra parte, si la velocidad es demasiado baja se pueden presentar problemas de deposición de sólidos y esto reduce el tamaño de la tubería. Por consiguiente, se recomienda fijar las velocidades del flujo en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación, valores permisibles entre 2 m/s a 0.6 m/s respectivamente.

3.1.7 Presiones máximas y mínimas

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema del abastecimiento se recomienda que éstas se cumplan dentro de un rango permisible, en los valores siguientes: Presión mínima 5 m y presión máxima 50 m. Según las normas NTON 09 003-99 se establece que la presión mínima residual en la red principal será de 14 m, la carga máxima estática será de 50 m. Se permitirá en puntos aislados, presiones estáticas hasta de 70 m, cuando el área de servicio sea de topografía muy irregular.

3.1.8 Diámetro mínimo

En las normas NTON 09 003-99 dice que el diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución será de 2 plg (50 mm) siempre y cuando se demuestre que su capacidad sea satisfactoria para entender la demanda máxima, aceptándose en ramales abiertos en extremos de la red, para servir a pocos usuarios de reducida capacidad económica, y en zonas donde razonablemente no se vaya a producir un aumento de densidad de población, podrá usarse el diámetro mínimo de una pulgada y media 1 1/2" (37,5 mm) en longitudes no superiores a los 100 m y que no tenga extensión futura.

3.1.9 Cobertura de tuberías

En el diseño de la colocación de las tuberías sobre calles de tránsito vehicular se mantendrán en una cobertura mínima de 1.2 m, sobre la corona del conducto en toda su longitud, y en las calles peatonales esta cobertura mínima será de 0.7 m.

3.2 Cálculo hidráulico

3.2.1 Fórmula de Hazen-Williams

Esta fórmula se utiliza particularmente para calcular las velocidades del agua en tuberías circulares llenas o conductos cerrados es decir trabaja a presión. Esta fórmula también es útil para calcular las pérdidas de carga por fricción en tuberías para redes de distribución.

$$H = \frac{10.675 * L * Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.871}}$$

Dónde:

H: Pérdida de carga en m.c.a (metro columna de agua) (m)

L: Longitud de la tubería (m)

Q: Caudal (m³/s)

C: Coeficiente de capacidad hidráulica

D: Diámetro de la tubería (m)

3.2.1.1 Coeficiente de capacidad hidráulica

En la siguiente tabla se muestra los valores del coeficiente de capacidad hidráulica (C) de Hazen-Williams para los diferentes materiales

Tabla 5: Coeficiente de capacidad hidráulica (C) en la fórmula de Hazen-Williams

Materiales del conducto	Edad	
	Nuevos	Inciertos
Cloruro de polivinilo (PVC)	150	130
Asbesto cemento	140	130
Hierro fundido corriente (interior y exteriormente)	130	100
Hierro fundido revestido de cemento o esmalte o bituminoso	130	100
Hierro "dúctil"	130	100
Tubería de hormigón	130	120
Duelos de madera	120	120

Fuente: NTON 09 003-99

3.2.2 Diámetro económico

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.

$$D = 0.9 Q^{0.45}$$

Dónde:

D: Diámetro de tubería de línea de conducción (m)

Q: Consumo máximo diario (CMD) (m³/s)

3.2.3 Pérdidas de la columna dentro del pozo

Son las pérdidas por fricción en la columna de bombeo se consideran no mayor al 5% de su longitud.

$$hf_{columna} \leq 5\% Lc$$

Dónde:

hf columna: Pérdidas de la columna dentro del pozo (m)

Lc: Longitud de la columna en bomba sumergible (m)

3.2.4 Carga dinámica total

Es la carga total contra la cual debe operar una bomba.

$$CDT = NB + CED + hf_{columna} + hf_{descarga}$$

Dónde:

CDT: Carga dinámica total (m)

NB: Nivel más bajo del agua durante el bombeo (m)

CED: Carga estática de la descarga (m)

hf columna: Pérdidas de la columna dentro del pozo (m)

hf descarga: Pérdidas en la descarga (m)

3.2.5 Potencia hidráulica de la bomba

$$PB = \frac{Q * CDT}{3960 * e}$$

Dónde:

PB: Potencia de la bomba (HP)

Q: Consumo de máximo día (CMD) (gpm)

CDT: Carga dinámica total (ft)

e: Eficiencia de la bomba (para efectos del cálculo teórico se estima en un 60%)

3.2.6 Potencia del motor

Se tiene que considerar por norma emplear un factor de 1.5 para calcular la potencia necesaria del motor en base a la potencia neta demandada por la bomba. Este factor cubre ampliamente las pérdidas mecánicas por fricción en el eje y cabezal de descarga de la bomba.

$$PM = 1.5 * PB$$

Dónde:

PB: Potencia hidráulica de la bomba (HP)

PM: Potencia del bombeo (HP)

3.2.7 Velocidad en la línea de conducción

La velocidad en la línea de conducción será calculada a partir de la fórmula de continuidad, que se expresa de la siguiente manera:

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

Dónde:

V: Velocidad en la línea de conducción (m/s)

Q: Consumo de máximo día (CMD) (m³/s)

D: Diámetro de tubería en línea de conducción (m)

3.2.8 Golpe de ariete

Un golpe de ariete es un aumento repentino de la presión causado por un cambio rápido en la velocidad de caudal de la tubería. Este fenómeno se denomina "golpe de ariete" porque los aumentos repentinos de la presión suelen ir acompañados de un ruido semejante al que haría la tubería si se golpease con un martillo.

3.2.8.1 Período de propagación de onda de presión en la tubería

$$T = \frac{2L}{C}$$

Dónde:

T: Periodo de propagación de la onda de presión en la tubería (s)

L: Longitud total de la línea de conducción (m)

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

3.2.8.2 Celeridad

El valor de celeridad o velocidad de propagación de la onda puede calcularse mediante la fórmula de Allievi:

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

Dónde:

C: Celeridad (m/s)

K: Relación entre el módulo de elasticidad del agua y el del material de la tubería

D: Diámetro de la tubería (m)

e: Espesor de la pared de la tubería (m)

Tabla 6: Relación de módulos de elasticidad del agua y del material de la tubería

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

Fuente: Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. ISBN 958-8060-36-2

3.2.8.3 Tiempo de parada del agua

Es el tiempo que dura la variación de velocidad.

$$Tp = C + \frac{K * L * V}{g * Hm}$$

Dónde:

Tp: Tiempo de parada de agua (s)

C: Coeficiente según la pendiente de la conducción

K: Valor que depende de la conducción

L: Longitud total de la línea de conducción (m)

V: Velocidad de la conducción (m/s)

g: Constante de aceleración de gravedad (9.81 m/s²)

Hm: Altura manométrica de la instalación (m)

Tabla 7: Coeficiente (K) en función a la longitud de la línea de conducción

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

Fuente: Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. ISBN 958-8060-36-2

Tabla 8: Coeficiente (C) en función a la pendiente de la línea de conducción

Pendiente	C
< 20%	1
≈ 30%	0.5
≥ 40%	0

Fuente: Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. ISBN 958-8060-36-2

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

$$T_p < T ; \text{ sobrepresión máxima}$$

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

$$T_p > T ; \text{ maniobra lenta}$$

3.2.8.4 Cálculo de la sobrepresión

En el caso de una maniobra rápida ($T_p < T$), la sobrepresión máxima será:

$$H_s = \frac{C * V}{g}$$

Hs: Sobrepresión (m)

C: Celeridad (m/s)

V: Velocidad en la línea de conducción (m/s)

g: Constante de aceleración de gravedad (9.81 m/s²)

En el caso de una maniobra lenta ($T_p > T$), la sobrepresión será:

$$H_s = \frac{2 * L * V}{g * T_p}$$

Dónde:

Hs: Sobrepresión (m)

L: Longitud total de la línea de conducción (m)

V: Velocidad en la línea de conducción (m/s)

g: Constante de aceleración de gravedad (9.81 m/s²)

Tp: Tiempo de parada de agua (s)

3.2.9 Capacidad del tanque de almacenamiento

Según las normas NTON 09 001-99, la capacidad del tanque de almacenamiento deberá de satisfacer las condiciones siguientes:

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

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

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

$$CT = VC + VR$$

$$CT = 15\%CPD + 20\%CPD$$

$$CT = 35\% CPD$$

Dónde:

CT: Capacidad total del tanque de almacenamiento

VC: Volumen compensador

VR: Volumen de reserva

CPD: Consumo promedio diario

3.3 Sistema de agua potable

Es el conjunto de tuberías, instalaciones y accesorios destinados a conducir las aguas requeridas bajo una población determinada para satisfacer sus necesidades, desde su lugar de existencia natural o fuente hasta el hogar de los usuarios. El sistema de abastecimiento de agua se clasifica dependiendo del tipo de usuario, que se clasifica en urbano o rural. El proceso de suministro de agua potable comprende de manera general la captación, conducción, tratamiento, almacenamiento de agua tratada y distribución del recurso hídrico.

3.3.1 Captación

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

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

La captación puede ser de un manantial, de aguas superficiales o de aguas subterráneas, en este caso será de aguas subterráneas mediante pozos

3.3.1.1 Pozo

Un pozo es un túnel vertical o perforación que se realiza en la tierra, éstas perforaciones se hacen con el motivo por lo general de hallar agua o petróleo. Suelen tener forma cilíndrica y sus paredes aseguradas con cemento, piedra o madera para evitar derrumbes. Los pozos se clasifican en: Pozos artesanos (excavados), pozos hincados (puyones), pozos perforados (someros y profundos).

3.3.1.2 Pozo perforado

Los pozos perforados son agujeros perforados en roca dura que no colapsan por lo que no necesitan tubos de revestimiento, solo se entuba la parte superior más erosionada (denominada sobrecarga) el resto del agujero sin cubrir permite el flujo del agua hacia el pozo desde todas las formaciones que atraviesa. Aunque algunos pozos de agua se sigan cavando empleando las manos, como en los tiempos del antiguo Egipto, existen métodos más modernos y eficientes. Hoy día, la mayor parte de pozos de agua se construyen usando taladros o barrenos. Los pozos hechos con taladros pueden llegar a profundidades de más de 300 m. Para llevar agua hasta la superficie se suele instalar una bomba en el fondo del pozo.

3.3.2 Estación de bombeo

Es un conjunto de estructuras civiles, equipos, tuberías y accesorios que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsan a un reservorio de almacenamiento (tanque) o directamente a la red de distribución. La estación de bombeo consta de una o varias bombas con sus correspondientes pozos de bombeo, tuberías de succión y descarga. La finalidad es la de proporcionar al líquido, la energía suficiente para poder ser transportado mediante un conducto a presión, desde un punto de menor cota a uno de mayor cota. En las estaciones de bombeo para pozos perforados deben considerarse los elementos que la forman lo que consiste en; caseta de protección de conexiones eléctricas, o mecánicas, conexión de bomba o sarta, fundación y equipo de bombeo (bomba y motor) y el tipo de energía.

3.3.2.1 Elementos de la estación de bombeo

A grandes rasgos se pueden distinguir tres elementos en toda la estación de bombeo:

- La tubería de succión y sus accesorios (anterior a la bomba).
- La bomba (generalmente centrífuga, se debe disponer siempre de una bomba de reserva).

- La tubería de impulsión y sus respectivos accesorios (posterior a la bomba).

Los equipos de bombeo se seleccionan para un periodo inicial de 5 a 10 años, mientras que los diámetros de las tuberías de impulsión y succión se determinan con base en el caudal necesario para el periodo de diseño final.

3.3.2.2 Ubicación de estación

En el caso de la captación de agua por bombeo, la estación debe colocarse aguas arriba de cualquier descarga de aguas residuales. Se debe estudiar la disponibilidad de energía eléctrica o combustible y el acceso a las instalaciones.

3.3.2.3 Caseta de control

La caseta de control se diseña de mampostería reforzada acorde a un modelo típico, incluyéndose la iluminación, ventilación y desagüe, tiene la función de proteger los equipos eléctricos y mecánicos. El dimensionamiento de la caseta debe ser adecuado para albergar el total de los equipos necesarios para la elevación del agua. Cuando fuese necesario la caseta albergará los dispositivos de maniobra y desinfección. Debe permitir facilidad de movimientos, mantenimiento, montaje, desmontaje, entrada y salida de los equipos.

3.3.2.4 Fundaciones de equipo de bombeo

La fundación del equipo de bombeo se diseña de acuerdo a las dimensiones y característica del equipo, generalmente es de concreto reforzado con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm² a los 28 días.

3.3.2.5 Equipo de bombeo

En la práctica nacional, los equipos de bombeo que generalmente se emplean para pozos menores de 10m de profundidad son bombas de eje horizontal, y para pozos mayores de 10 m son las de turbinas de eje vertical y sumergible. Los equipos de bombeo que generalmente se emplean para pozos perforados son los de turbina de eje vertical y sumergible, para su selección deben tomarse en cuenta los factores siguientes:

- Nivel de bombeo de acuerdo a los resultados de las pruebas de bombeo efectuadas al pozo.
- Variaciones estacionales o niveles naturales de agua subterránea en las estaciones seca y lluviosa.
- El diámetro del ademe del pozo, el cual debe estar relacionado al caudal a extraerse.

3.3.3 Línea de conducción

Es el conjunto de ductos, obras y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde la captación hasta la comunidad formando el enlace entre la obra de captación y la red de distribución. Estas líneas deben ser fáciles de revisar y deben estar al lado o en paralelo a los caminos o calles. Su capacidad deberá ser suficiente para transportar el gasto de máximo día. Cuando la topografía del terreno así lo exija se deberán instalar válvulas de aire y vacío en las cimas y válvulas de limpieza en los columpios.

De acuerdo a la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento, se distinguen dos clases de líneas de conducción: Conducción por gravedad y conducción por bombeo.

3.3.3.1 Líneas de conducción por gravedad

Una línea de conducción por gravedad es la que permite transportar un caudal de agua por medio de una fuente elevada hasta los consumidores más abajo. La energía utilizada para el desplazamiento es la energía potencial que tiene el agua por su altura, las ventajas de este tipo de conducción son las siguientes:

- No se usa bomba.
- El mantenimiento es pequeño porque apenas tiene partes móviles.
- La presión del sistema se controla con mayor facilidad.

3.3.3.2 Líneas de conducción por bombeo

La conducción por bombeo es requerida cuando se quiere adicionar energía para obtener carga dinámica asociado con el gasto de diseño. Se usa generalmente cuando la elevación del agua en la fuente de abastecimiento es menor a la altura piezométrica requerida en el punto de entrega. El equipo de bombeo proporciona la energía necesaria para lograr el transporte del agua.

3.3.4 Accesorios

Es el conjunto de piezas moldeadas y mecanizadas que unidas a los tubos mediante un procedimiento determinado forman las líneas estructurales de tuberías de una planta de proceso. Los accesorios se especifican por el diámetro nominal de la tubería, el nombre del accesorio y el material.

3.3.4.1 Válvulas de pase

Deberán espaciarse de tal manera que permitan aislar tramos máximos de 400 m de tuberías, cerrando no más de cuatro válvulas. Serán instaladas siempre en las tuberías de menor diámetro y estarán protegidas mediante cajas metálicas subterráneas u otras estructuras accesibles especiales.

3.3.4.2 Válvulas de limpieza

Estos dispositivos que permitirán las descargas de los sedimentos acumulados en las redes deberán instalarse en los puntos extremos y más bajos de la calle.

3.3.4.3 Válvulas reductoras de presión y cajas rompe presión

Deberán diseñarse siempre y cuando las condiciones topográficas de la localidad así lo exijan.

3.3.4.4 Válvulas de seccionamiento

En las líneas de conducción se debe analizar la conveniencia de instalar válvulas de seccionamiento que permitan aislar tramos de tubería para operación y mantenimiento sin necesidad de vaciar toda la línea.

3.3.5 Registros

Son accesorios útiles durante la construcción y para inspecciones y reparación. En los grandes conductos se instalan registros separados a una distancia que varía de 250 m a 300 m.

3.3.6 Almacenamiento

Deben diseñarse tanques que sean necesarios para el almacenamiento, de tal manera que éstos sean todo el tiempo capaz de suplir las máximas demandas que se presenten durante la vida útil del sistema, además que también mantengan las reservas suficientes para hacerles 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.

3.3.6.1 Tanque superficial

Se recomiendan este tipo de tanques cuando lo permita la topografía del terreno asegurando las presiones adecuadas en todos los puntos de la red. Se construyen enterrados, semienterrados o sobre la superficie del terreno y podrán ser de mampostería, hormigón simple o armado.

3.3.6.2 Tanques elevados

Se recomienda este tipo de tanques cuando por razones de servicios se requiere elevarlos. Los tanques elevados se construyen de acuerdo a los requerimientos y características del proyecto, podrán ser de acero, hormigón armado, pretensado o postensado. Sus diseños en muchos casos atienden a razones ornamentales y debe tener en cuenta lo siguiente:

- Que el nivel mínimo de agua en el tanque sea lo suficiente para conseguir las presiones adecuadas en la red de distribución.
- Las tuberías de rebose y desagüe se interconectarán a un nivel accesible y por una sola tubería se descargará en un punto alejado del tanque.
- Se instalarán válvulas en las tuberías conforme a lo indicado anteriormente.

3.3.7 Red de distribución

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

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

3.3.7.1 Tipos de red

Según la forma de los circuitos, existen dos tipos de sistemas de distribución:

- Redes abiertas: Son redes de distribución que están constituidas por un ramal matriz y una serie de ramificaciones. La principal desventaja de este sistema son los puntos muertos, donde se requiere instalar válvulas de limpieza.
- Redes cerradas: Son aquellas redes constituidas por tuberías interconectadas formando mallas. Este tipo de red elimina los puntos muertos, además de ser más económico, los tramos son alimentados por ambos extremos consiguiéndose menores pérdidas de carga y por lo tanto menores diámetros.

CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Estudio de la fuente de abastecimiento

La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable constituye el elemento más importante para todo el sistema, por consiguiente, se debe cuidar y cumplir dos aspectos importantes:

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

Para seleccionar la fuente de abastecimiento ya sea superficial o subterráneas se deberán cumplir requisitos mínimos de cantidad, calidad y localización.

4.1.1 Estudio físico-químico del agua

La protección y administración de las fuentes de abastecimiento de aguas dulces, superficiales o subterráneas son una tarea esencial, ya que, mediante la administración de las fuentes de abastecimiento y los sistemas de distribución de agua, se puede maximizar la cantidad de agua disponible y aprovechar al máximo cada gota del preciado líquido.

El tema de la calidad del agua potable preocupa a todos los países del mundo, en vías de desarrollo o desarrollados debido a su repercusión en la salud de la población. Dentro de los factores de riesgo tenemos: Los agentes infecciosos, los productos químicos tóxicos, las enfermedades relacionadas con el uso del agua que incluyen aquellas causadas por microorganismos y sustancias químicas presentes en el agua potable. Estos agentes pueden causar enfermedades como la malaria, cuyos vectores están relacionados con el agua, la legionelosis transmitida por aerosoles que contiene organismos; y enfermedades como la diarrea.

4.1.2 Aforo de la fuente de agua

Es necesario medir la cantidad de las fuentes, para saber la cantidad de población para la que puede alcanzar. El aforo es la operación de medición del volumen de agua en un tiempo determinado. Esto es, el caudal que pasa por una sección de un curso de agua. El valor del caudal mínimo debe ser mayor que el consumo máximo diario con la finalidad de cubrir la demanda de agua de la población futura. Lo ideal sería que los aforos se efectúen en las temporadas críticas de los meses secos y de lluvias, para conocer caudales mínimos y máximos.

4.1.3 Análisis de calidad de la fuente de abastecimiento

El agua debe estar libre de microorganismos patógenos, de minerales y sustancias orgánicas que puedan producir efectos fisiológicos adversos. Debe ser estéticamente aceptable, y por lo tanto debe estar exenta de turbidez, color, olor y sabor desagradable. La cantidad de agua a examinar la fija el laboratorio donde se realizará los estudios pertinentes, en este caso en “Laboratorio químico LAQUISA, León - Nicaragua”, una muestra de medio litro de agua para el estudio bacteriológico, y otra muestra de 3 litros de agua para el estudio físico – químico.

En el examen físico se toman en cuenta parámetros como:

- El color, el cual en las aguas naturales se debe a la presencia de sustancias orgánicas disueltas o coloidales, de origen vegetal y, a veces sustancias minerales (sales de hierro, manganeso etc). El color de las aguas se determina por comparación con una escala de patrones preparada con una solución de cloruro de platino y cloruro de cobalto. El número que expresa el color del agua es igual al número de miligramos de platino que contiene un litro patrón, cuyo color es igual al del agua examinada.
- El olor, este está dado por distintas causas sin embargo los casos más frecuentes son: Desarrollos de microorganismos, descomposición de restos vegetales, olor debido a la contaminación de líquidos cloacales industriales, olor debido a la formación de compuestos resultantes del tratamiento químico del agua.

- Sabor, esto está dado por sales disueltas en ella. Los sulfatos de hierro y manganeso dan sabor amargo. Estos en las calificaciones de agua desempeñan un papel importante pudiendo ser agradable u objetable.
- Temperatura, esta medida debe hacerse in situ, en una zona representativa de la masa de agua que se va a analizar. Se suele medir en zonas de corriente (no en aguas estancadas). La temperatura influye en la solubilidad de sales y gases y así condiciona el pH y conductividad. La solubilidad de sales suele aumentar con la temperatura y la de los gases disminuye cuando la temperatura aumenta. La temperatura condiciona también el desarrollo de ciertas algas. El agua de consumo humano se recomienda entre 12°C-25°C aunque no existen límites de temperatura.
- Turbiedad, es la falta de transparencia de un líquido debida a la presencia de partículas en suspensión. Cuanto más sólidos en suspensión haya en el agua más sucia parecerá esta y más alta será la turbidez y cuanto más turbia menor será su calidad. Las partículas en suspensión absorben calor de la luz del sol, haciendo que las aguas turbias se vuelven más calientes, y reduciendo así, la concentración de oxígeno en el agua.

4.1.3.1 Análisis químico

Hay que realizar estudios para averiguar la composición mineral del agua y su posibilidad de empleo para la bebida, los usos domésticos o industriales de todas las personas. Y determinar si hay índices sobre la contaminación por el contenido de los cuerpos incompatibles con su origen geológico.

4.1.3.2 Análisis bacteriológico

Para establecer la calidad higiénica de las aguas, se investigan la cantidad de bacterias y coliformes fecales, como indicadores de contaminación. Si el agua contiene bacterias, se le considera potencialmente peligrosa, pues en cualquier momento puede llegar a vehiculizar bacterias patógenas, provenientes de portadores sanos, individuos enfermos o animales.

4.2 Estudio socio-económico

El estudio socioeconómico es el resultado de las investigaciones realizadas en campo acerca de la situación social y económica que actualmente tiene la comunidad. La investigación de campo se basó en la aplicación de encuestas con formato del NUEVO FISE. En el estudio socioeconómico se tomaron en cuenta características tales como: La población, ocupación, escolaridad, consumo diario por familia, servicios con los que cuentan, familia y estado de las viviendas, entre otros.

4.3 Levantamiento topográfico

Se ha realizado un levantamiento topográfico del terreno tanto altimétrico como planimétrico, con el objetivo principal de conocer el comportamiento del terreno y poderlo escalar en un plano.

El levantamiento topográfico nos da la información necesaria para poder diseñar una determinada estructura y es fundamental en cualquier obra de ingeniería, gracias a ella conocemos datos como: Cotas, distancias, volúmenes, perfiles.

4.4 Diseño de plano de curvas de nivel

El plano de curva de nivel se emplea en el ámbito de la topográfica con la referencia a la línea que se forma por aquellos puntos del terreno que se sitúan a la misma altura. Esto nos da una alternativa útil para representar un espacio tridimensional en un plano bidimensional.

Nos ayuda a comprender el comportamiento del terreno, como puede ser sus pendientes y accidentes geográficos, con el fin de saber los lugares óptimos para realizar una determinada obra de ingeniería civil.

4.5 Cálculo de población de diseño

Para el cálculo de la población futura se utilizó el método por saturación, ya que en el “Barrio Las Piedrecitas – Sector 2” no se presentará un área de crecimiento futuro, ya que es un número definido de lotes en el lugar.

Para determinar la población de diseño, se tomará el promedio de habitantes por vivienda, por la cantidad de lotes del lugar del proyecto¹.

$$P = N^{\circ} \text{ de viviendas} * \frac{\text{hab}}{\text{viviendas}}$$

4.6 Determinar las dotaciones de agua

Las dotaciones están establecidas según el rango poblacional del lugar del proyecto cuya cantidad está determinada por la población de diseño². Éstas están diseñadas para satisfacer las necesidades de los usuarios en sus actividades diarias.

4.7 Calcular caudales promedio diario, máximo día y máxima hora

La demanda de agua es la cantidad de agua que se necesita para cubrir las necesidades básicas de la población. Las demandas ayudan a conocer los caudales de diseño en la elaboración del sistema de abastecimiento de agua potable del proyecto. Las ecuaciones están dadas por las normas (NTON 09 003-99)³.

- El caudal promedio diario se expresa de la siguiente manera:

$$CPD = CD + CC + CI + CP$$

$$CD = \frac{P * D}{86400} ; CC = 7\%CD ; CI = 2\%CD ; CP = 7\%CD$$

- Las pérdidas en el sistema se calculan:

$$hf = 20\% CPD$$

- El caudal máximo día se calcula:

$$CMD = (1.3 \text{ a } 1.5)CPD + hf$$

- El caudal máximo hora se calcula:

$$CMH = (2.5 * CPD) + hf$$

¹ Instituto Nicaragüense de Estadística y Censos (INEC), VIII Censo de Población y IV de Vivienda, 2005

² Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), NTON 09 003-99, 2000, p. 11

³ V. pp. 12 y 13

4.8 Determinar las ecuaciones para el cálculo hidráulico

Las ecuaciones para el cálculo hidráulico son importantes para el diseño de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable. Éstos datos nos ayudaran a calcular pérdidas de carga por fricción, diámetro de tubería en la línea de conducción, carga dinámica, potencia hidráulica de la bomba, velocidad en la línea de conducción, golpe de ariete y capacidad del tanque de almacenamiento⁴.

- Pérdida de carga por fricción se utilizará la fórmula de Hazen-Williams:

$$H = \frac{10.675 * L * Q^{1.852}}{C^{1.852} D^{4.871}}$$

- Para calcular el diámetro económico de la línea de conducción se usará la fórmula:

$$D = 0.9 Q^{0.45}$$

- Pérdidas de la columna dentro del pozo:

$$hf_{columna} \leq 5\% Lc$$

- Carga dinámica total:

$$CDT = NB + CED + hf_{columna} + hf_{descarga}$$

- Potencia hidráulica de la bomba:

$$PB = \frac{Q * CTD}{3960}$$

- Potencia del motor:

$$PM = 1.15 * PB$$

- Velocidad en la línea de conducción:

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

⁴ V. pp. 17 al 24

- Golpe de ariete:

$$(Tp < T) \quad Hs = \frac{C * V}{g} \quad ; \quad (Tp > T) \quad Hs = \frac{2 * L * V}{g * Tp}$$

- Capacidad del tanque de almacenamiento:

$$CT = 35\% CPD$$

4.9 Determinar el tipo de red de distribución

Las redes de distribución son sistemas de conductos cerrados que permiten la distribución del agua bajo presión a los diversos puntos de consumo y dependiendo de su estructura pueden ser redes abiertas, cerradas y mixtas. Una red de distribución consta de estaciones de bombeo, tuberías, tanque de almacenamiento, válvula y derivaciones domiciliarias.

4.10 Usar el programa EPANET para el análisis hidráulico

EPANET es un programa de computador para el análisis de sistemas de distribución de agua potable. El programa es capaz de trabajar con períodos de simulación sobre hidráulica y el comportamiento de la calidad de agua. Se hará uso de éste programa para los cálculos hidráulicos y el diseño de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable.

4.10.1 Parámetros de diseño

Los parámetros de diseño son datos o factores que se toman como necesarios para analizar o valorar una situación. Son variables que se deben de tomar en cuenta para el diseño de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable.

- Velocidades permisibles: $0.6 \text{ m/s} < V < 2.0 \text{ m/s}$.
- Presiones máximas y mínimas: $5 \text{ m} < P < 50 \text{ m}$.
- Diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución: 2 plg (50 mm).
- Cobertura de tuberías: 0.7 m – 1.2 m, sobre la corona del conducto.

4.11 Evaluar los puntos en el sistema que requieren algún tipo de accesorio

En una red de distribución se necesita de válvulas de limpieza en los puntos más bajos de la red para asegurar el drenaje de sedimentos durante la operación, y de válvulas de pase a lo interno de la red para formar circuitos, con el propósito de aislar tramos y efectuar reparaciones.

4.12 Elaborar los planos, especificaciones técnicas de construcción

Es necesario notar que, para los proyectos de agua potable, deben tomarse en cuenta diferentes aspectos y consultar las normas vigentes para este tipo de sistemas, para así cumplir con todas las condiciones hidráulicas de diseño para este tipo de proyectos, el contexto de las restricciones que tienen sus propias normas que tienen que respetarse.

Para el diseño de un buen sistema deben considerarse factores como: Pendientes, longitud de tramos, ubicación de nodos, ubicación de accesorios, cruces de tuberías. Para luego proponer profundidad de la tubería, altura del tanque y todos los materiales a emplearse al momento de ejecutarse el proyecto.

4.13 Elaborar el presupuesto de la obra

La estimación de costos y la elaboración de presupuesto, representa uno de los pasos más importantes en lo que se refiere a la planificación de la obra. Es obligatorio en la elaboración de las obras hidráulicas la consideración de la economía. Es necesario determinar detalladamente cada uno de los costos de las actividades involucradas para llevar a cabo el proyecto de diseño de la red de distribución por cada tramo de tubería. El presupuesto será elaborado de la siguiente manera:

- Los precios de los materiales serán tomados de los costos promedios que se manejan en el mercado.

- La mano de obra se determinará basándose en las normas de rendimiento horario para obras horizontales y el catálogo de precios vigente para la construcción brindado por el NUEVO FISE.
- El costo total de una actividad es la sumatoria del costo de los materiales, la mano de obra, un 8% de la mano de obra para gastos de herramientas y equipo, y un 35% del costo directo adicional como costos indirectos.

Los programas utilizados para el presupuesto será Microsoft Excel y Project.

CAPÍTULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1 Estudio de la fuente de agua

A continuación, se mostrarán en los siguientes cuadros los resultados de los análisis físico-químicos y bacteriológicos de las muestras tomadas al agua para compararlos con los valores que están en las normas "Normas técnicas para el abastecimiento y potabilización de agua" (NTON 09 003-99) dadas por INAA.

5.1.1 Estudio físico-químico del agua

El agua es descrita como un solvente universal, porque disuelve muchos de los compuestos conocidos, se puede dar la posibilidad de que una gran cantidad de elementos y compuestos estén presentes en ella en forma de solución. Si bien es cierto que una buena parte de estos elementos no tienen mucho significado, existen otros que tienen una incidencia directa en la salud.

Tabla 9: Parámetros físico-químicos del agua

Parámetro	Unidad	Resultado	Valor recomendado	Valor admisible	Observación
Temperatura	°C	24,10	18 a 30		Cumple
Cloruros	mg/L	32,29	25	250	Cumple
Dureza	mg/L	272,27		400	Cumple
Sulfatos	mg/L	1,12	25	250	Cumple
Calcio	mg/L	85,41	100		Cumple
Magnesio	mg/L	14,29	30	50	Cumple
Sodio	m/L	53,94	25	200	Cumple
Potasio	mg/L	0,80		10	Cumple
pH	-	6,9	6,5 a 8,5		Cumple

Sólidos disueltos	mg/L	543,4		1000	Cumple
Color verdadero	Pt-Co	10,00	1	15	Cumple
Turbidez	UNT	ND(<0,005)	1	5	Cumple

Fuente: NTON 09 003-99

En este análisis que se realizó a la fuente no se incluyen todos los parámetros físico-químicos de interés, pero si se encuentran los más importantes, los cuales indican que el agua es adecuada para fines de consumo humano porque los valores encontrados se hayan dentro de los límites permisibles por el INAA.

Las características físicas y organolépticas corresponden a aquellas que detectan los sentidos tales como: El olor, el sabor, el color, la turbidez, la conductividad eléctrica y el pH. El agua en estado puro es tanto inodora como insípida, sin embargo, cuando sustancias orgánicas o inorgánicas se disuelven en el agua esta comienza a adquirir un color característico, y algunas veces olor. Aunque en el análisis no incluye todos los parámetros, con el color y turbidez es suficiente para indicar la calidad de estas. En el caso de la toma de muestras de esta fuente los resultados arrojaron que las características analizadas se muestran dentro de los límites permisibles por el INAA.

5.1.2 Aforo de la fuente de agua

El sitio de perforación de este pozo se ubica en un terreno de la ciudad de Matagalpa, la información geológica indica que el sitio se encuentre sobre suelos tipo rocas producto del sistema de fallas que atraviesa la zona. El aforo se realizó en el mes de septiembre, el mes más lluvioso con 248 mm. De acuerdo a la información consultada en los mapas de INETER en el año 1998, el acuífero local tiene una transmisividad (T) de clase III (Moderada), con valores T que van de 40 a 259 m²/día. Durante la perforación de agua surgió primeramente a los 50 pies de profundidad, subiendo el nivel estático del agua a 60 pies.

Durante la etapa de perforación y al terminar esta se realizó el aforo por el método volumétrico, obteniendo un caudal promedio de 25gpm. El rendimiento máximo de los pozos perforados con un descenso de 5m puede alcanzar los 50gpm.

5.1.3 Análisis de la calidad de la fuente de abastecimiento

Con el objetivo de determinar la capacidad y condiciones del aprovechamiento de los recursos hidráulicos y los niveles de calidad de vertimientos tolerables para cada cuerpo de agua, se establecen seis tipos de cuerpos de agua. Las aguas que interesan en este caso son la de tipo 1: Aguas destinadas al uso doméstico y al uso industrial que requiere de agua potable, siempre que esta forme parte de producto o sub-producto destinado al consumo humano o que entre en contacto con él. Estas aguas a su vez se subdividen en dos categorías.

Categoría 1-A: Aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con una sola adición de desinfectante.

Categoría 1-B: Aguas que pueden ser acondicionadas por medio de tratamientos de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y/o cloración.

5.1.3.1 Análisis bacteriológico

Las condiciones bacteriológicas del agua son importantes desde el punto de vista sanitario. Para que el agua sea potable debe estar exenta de gérmenes patógenos de origen entérico y parasitario intestinal, causante de transmitir enfermedades.

Tabla 10: Análisis bacteriológico

Análisis	Unidad	Valor recomendado	Valor admisible	Resultado	Observación
Recuento de Aerobios	UFC/ml	No fijado		ND(<2)	Cumple
Recuento de hongos y levaduras	UFC/ml	No fijado		ND(<2)	Cumple

Coliformes totales	NMP/100ml	Negativo	≤4	ND(<2)	Cumple
Coliformes fecales	NMP/100ml	Negativo	Negativo	ND(<2)	Cumple
Escherichia coli	Presencia- Ausencia/100ml	No fijado		Ausencia	Cumple
Salmonella sp.	Presencia- Ausencia/100ml	No fijado		Ausencia	Cumple

Fuente: NTON 09 003-99

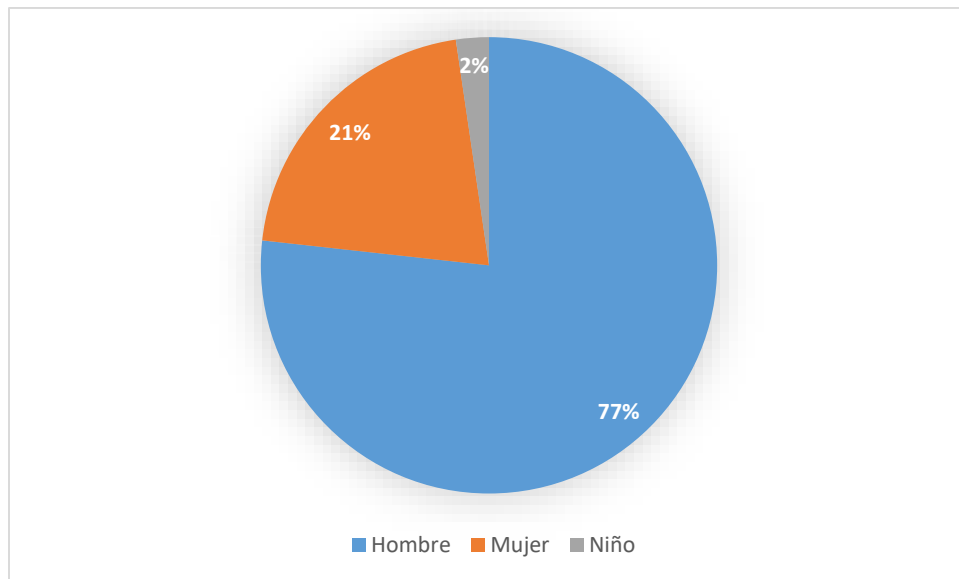
El análisis bacteriológico muestra que el agua no presenta agentes patógenos y por lo tanto la fuente cumple con los valores o límites permisibles por el INAA. Partiendo de este resultado se entiende la necesidad de establecer alternativas técnicas para potabilizar el agua de la fuente, bastando con la desinfección preventiva con cloro ante los resultados obtenidos.

5.2 Estudio socio-económico

5.2.1 Población por sexo y edad

Existe una población total de 172 personas distribuidas de la siguiente manera: El 77% son varones y el 21% son mujeres, ambos en edades entre los 24-64 años. El 2% restante corresponde a niños entre los 0-14 años.

Gráfica 1: Porcentaje de población por sexo

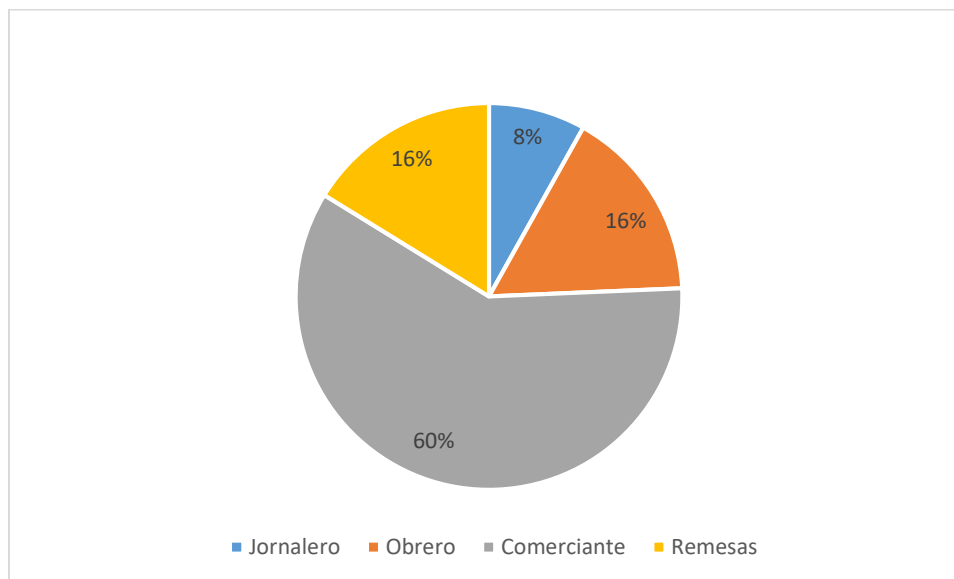


Fuente: Elaboración propia

5.2.2 Ocupación/manutención

La actividad o forma de ingresos que más se lleva a cabo es el comercio con un 60%, segundo con un empate entre obreros (asalariados) 16% y remesas recibidas desde el extranjero 16% y por último tenemos a los jornaleros o gente que trabaja en las distintas actividades agrícolas con un 8%.

Gráfica 2: Fuentes de ingreso (Ocupación/manutención)

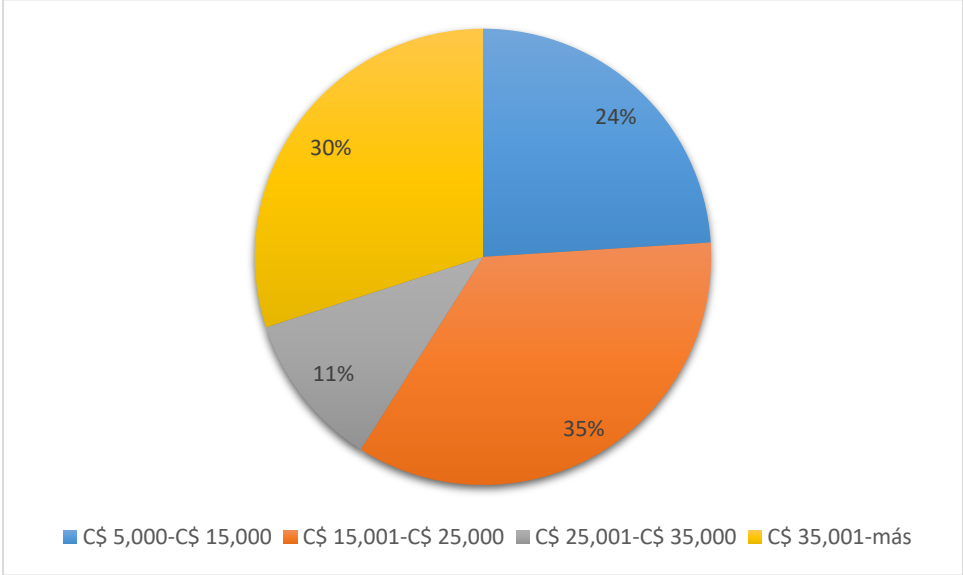


Fuente: Elaboración propia

En cuanto al ingreso familiar se realizó una valoración del estado financiero de las familias, pese a que no se pudo obtener datos fehacientes relacionados con los ingresos porque la mayoría de la gente se encontraba renuente a hablar de los dividendos obtenidos de sus negocios, si se pudo estimar los ingresos promedio de las actividades realizadas indagando con algunos de los pobladores que si se mostraron más cooperativos y de este modo se pudo extrapolar los ingresos medios de cada una de las actividades. Se obtuvieron los ingresos medios aproximados para cada actividad económica u ocupación de la siguiente manera: Jornaleros C\$ 9,666.67, obreros C\$ 14,416.67, comerciantes C\$ 32,545.45, y remesas C\$ 15,500.

Teniendo en cuenta los datos anteriores se podrían considerar a grandes rasgos cuatro categorías en cuanto a ingresos: la primera categoría que va de los C\$ 5,000 a C\$ 15,000, la segunda de C\$ 15,001 a C\$ 25,000, la tercera de C\$ 25,001 a C\$ 35,000 y la cuarta de C\$ 35,001 a más. El 24% de las familias ingresan menos de C\$ 15,000 y el 30% ingresan más de C\$ 35,000. El siguiente gráfico amplía a detalle las categorías de ingresos.

Gráfica 3: Ingreso familiar



Fuente: Elaboración propia

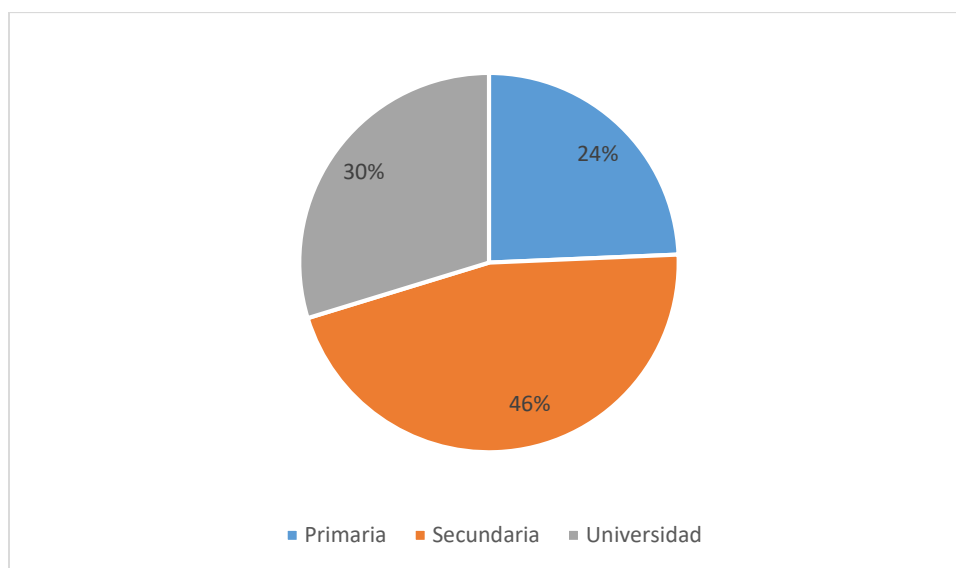
El menor ingreso registrado fue de C\$ 8,500 y el máximo fue de C\$ 45,000. El ingreso promedio de las familias resultó de C\$ 24,986.49.

La capacidad de pago por familia se determinó considerando el 3% de los ingresos familiares para el pago del servicio del agua potable, esto de conformidad a lo recomendado por el banco mundial y el banco interamericano de desarrollo. La capacidad de pago mensual por familia para un ingreso familiar promedio de C\$ 24,986.49 es de C\$ 749.59 ≈ C\$ 750.

5.2.3 Escolaridad

La escolaridad también fue otro aspecto tomado en cuenta, el estudio dio como resultado: El 24% de la población solo tiene la primaria aprobada, el 46% tiene hasta el bachillerato aprobado y solo el 30% tiene estudios universitarios.

Gráfica 4: Escolaridad de la población

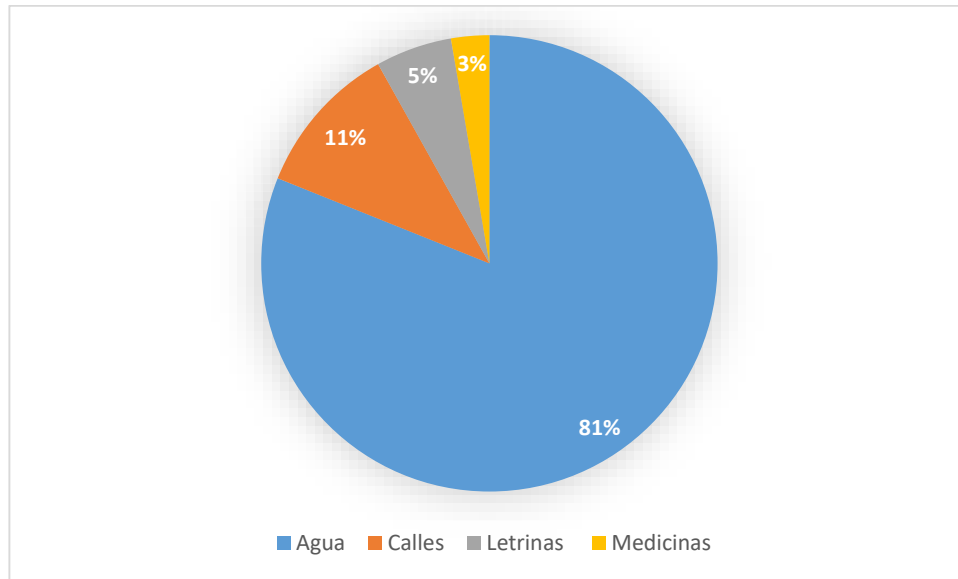


Fuente: Elaboración propia

5.2.4 Principales problemas que enfrenta la comunidad

En esta parte del estudio la comunidad también expresó sus principales preocupaciones respecto a la situación actual, obteniendo el resultado que el 81% de la población cree que el principal problema y de necesidad inmediata es el abastecimiento de agua, el 11% el estado de las calles, el 5% las letrinas o sanitarios y tan solo el 3% las medicinas.

Gráfica 5: Principales problemas que enfrenta la comunidad

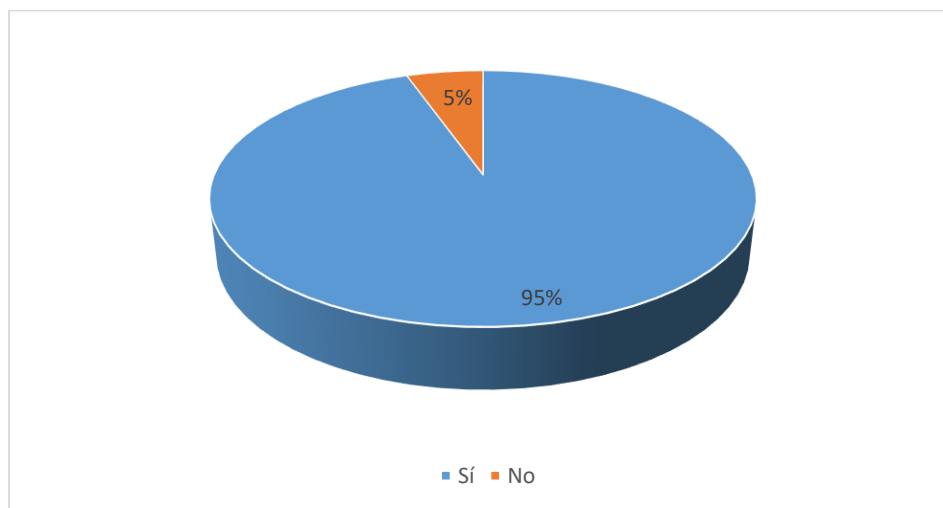


Fuente: Elaboración propia

5.2.5 Apoyo de la comunidad al proyecto

La población en su inmensa mayoría ve muy bien el hecho de llevar a cabo el proyecto, se ve comprometida y con disponibilidad de apoyar el proyecto. El porcentaje de gente que apoya el proyecto es de 95% y el que no lo apoya es de tan solo 5%.

Gráfica 6: Apoyo de la comunidad a la ejecución del proyecto

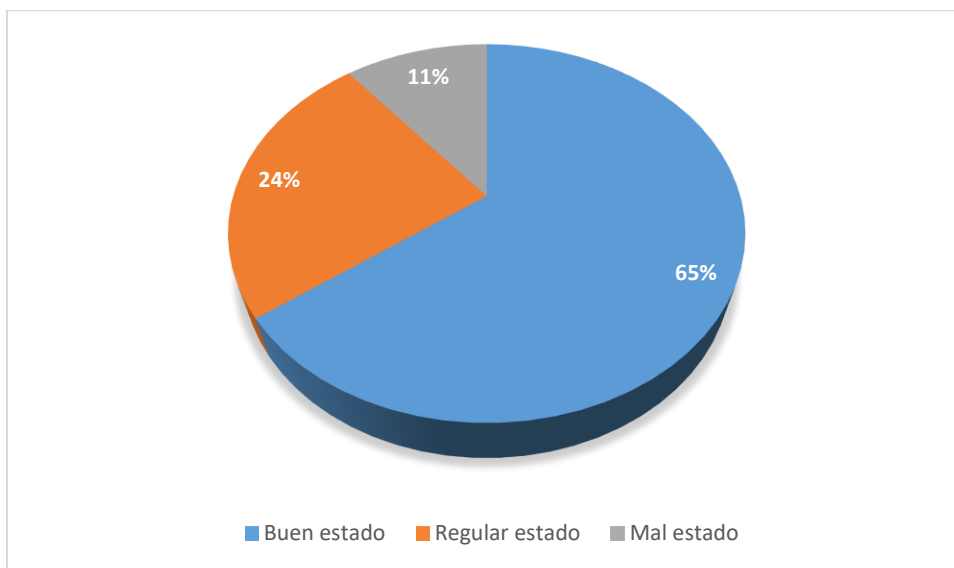


Fuente: Elaboración propia

5.2.6 Familia y estado de las viviendas

Del total de las 37 familias que se encuentran viviendo actualmente en el barrio el 65% tiene vivienda en buen estado, el 24% en regular estado y el 11% en mal estado.

Gráfica 7: Estado de las viviendas



Fuente: Elaboración propia

5.3 Estudio de población y consumo

5.3.1 Población de diseño

La población de diseño es calculada por el método de saturación, que es la cantidad de viviendas por el índice de habitantes por vivienda⁵.

$$P = N^{\circ} \text{ de viviendas} * \frac{hab}{viviendas}$$

$$P = 120 \text{ viv} * 5.5 \frac{hab}{viv}$$

$$P = 660 \text{ habitantes}$$

5.3.2 Dotación

La dotación de agua que tendrán los habitantes del “Barrio Las Piedrecitas – Sector 2”, está determinado por la influencia del rango poblacional urbana de la ciudad de Matagalpa que es mayor de 200,000 habitantes:

Rango de población	Dotación	
	g/hab/día	L/hab/día
50,000 – 100,000 y más	50	189

5.3.3 Consumo promedio diario

El consumo promedio diario es la sumatoria del consumo doméstico, consumo comercial, consumo industrial y consumo público que está expresado en la siguiente ecuación.

$$CPD = CD + CC + CI + CP$$

- Consumo doméstico.

$$CD = \frac{P * D}{86400}$$

⁵ El índice de habitantes por vivienda es de 5.5, información proporcionada por ENACAL - Matagalpa

$$CD = \frac{660 \text{ hab} * 189 \text{ lppd}}{86400 \text{ seg/día}}$$

$$CD = 1.444 \text{ lps}$$

- Consumo comercial.

$$CC = 7\% CD$$

$$CC = 0.07 * 1.444 \text{ lps}$$

$$CC = 0.101 \text{ lps}$$

- Consumo industrial.

$$CI = 2\% CD$$

$$CI = 0.02 * 1.444 \text{ lps}$$

$$CI = 0.029 \text{ lps}$$

- Consumo público.

$$CP = 7\% CD$$

$$CP = 0.07 * 1.444 \text{ lps}$$

$$CP = 0.101 \text{ lps}$$

- Simplificar ecuación.

$$CPD = 1.444 \text{ lps} + 0.101 \text{ lps} + 0.029 \text{ lps} + 0.101 \text{ lps}$$

$$CPD = 1.675 \text{ lps}$$

5.3.4 Pérdidas en el sistema

$$hf = 20\% CPD$$

$$hf = 0.2 * 1.675 \text{ lps}$$

$$hf = 0.335 \text{ lps}$$

5.3.5 Demanda del máximo día

$$CMD = 1.5 CPD + hf$$

$$CMD = (1.5 * 1.675 \text{ lps}) + 0.335 \text{ lps}$$

$$CMD = 2.847 \text{ lps}$$

5.3.6 Demanda de la hora máxima

$$CMH = 2.5 CPD + hf$$

$$CMH = (2.5 * 1.675 \text{ lps}) + 0.335 \text{ lps}$$

$$CMH = 4.522 \text{ lps}$$

5.4 Cálculos hidráulicos

5.4.1 Diámetro de la tubería en la línea de impulsión

$$D = 0.9 Q^{0.45}$$

Q: Consumo máximo día (CMD) (m³/s)

$$Q = \frac{2.847 \text{ lps}}{1000}$$

$$Q = 2.847 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D = 0.9 * (2.847 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s})^{0.45}$$

$$D = 64 \text{ mm} \approx 3 \text{ ''}$$

5.4.2 Velocidad en la línea de conducción

Q: Consumo máximo día (CMD) (m³/s)

D: Diámetro en la línea de conducción (m)

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

$$V = \frac{4 * (4.552 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s})}{\pi * (0.075 \text{ m})^2}$$

$$V = 1.02 \text{ m/s}$$

Cumple con los parámetros de diseño: 0.6 m/s < V < 2.0 m/s.

5.4.3 Pérdidas en la succión

$$h_{fsucción} = \frac{10.675 * L * Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.871}}$$

$$h_{fsucción} = \frac{10.675 * (30.52 \text{ m}) * (0.002847 \text{ m}^3/\text{s})^{1.852}}{(100)^{1.852} * (0.075 \text{ m})^{4.871}}$$

$$h_{fsucción} = 0.37 \text{ m}$$

5.4.4 Pérdidas en la descarga

L: longitud de la tubería (m)

Q: Consumo máximo día (m³/s)

D: Diámetro de la tubería en la línea de conducción (m)

C: Coeficiente de capacidad hidráulica

$$h_{fdescarga} = \frac{10.675 * L * Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.871}}$$

$$h_{fdescarga} = \frac{10.675 * (235.28 \text{ m}) * (0.002847 \text{ m}^3/\text{s})^{1.852}}{(130)^{1.852} * (0.075 \text{ m})^{4.871}}$$

$$h_{fdescarga} = 1.78 \text{ m}$$

5.4.5 Carga dinámica total

$$CDT = NB + CED + hfsucción + hfdescarga$$

$$CDT = 24.4 m + 49.61 m + 0.37 m + 1.78 m$$

$$CDT = 76.16 m$$

5.4.6 Potencia hidráulica de la bomba

$$PB = \frac{Q * CDT}{3960 * e}$$

$$PB = \frac{(45.13 GPM) * (249.87 ft)}{3960 * 0.60}$$

$$PB = 4.74 HP$$

Se requiere un equipo de bombeo con una potencia hidráulica superior a los 4.74 HP.

5.4.7 Potencia del motor

$$PM = 1.15 * PB$$

$$PM = 1.15 * 4.74 HP$$

$$PM = 5.45 HP$$

5.4.8 Capacidad del tanque de almacenamiento

$$CT = 35\% CPD$$

$$CT = 0.35 * (1.675 lps * 86400 s)$$

$$CT = 0.35 * 144720 lts$$

$$CT = 0.35 * 144.720 m^3$$

$$CT = 50.652 m^3$$

El tanque de almacenamiento tendrá una capacidad volumétrica de 50.652 m³.

5.4.8.1 Cálculo de la base del tanque

Se recomienda una altura mínima de 3.00 metros, incluyendo un borde libre de 0.50 metros.

$$L = \sqrt{\frac{CT}{3}}$$

$$L = \sqrt{\frac{50.652 \text{ m}^3}{3}}$$

$$L = 4.11 \text{ m}$$

Asumiendo que el tanque de almacenamiento es de forma cuadrada sus lados serán de 4.11 m.

5.4.9 Golpe de ariete

5.4.9.1 Celeridad

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

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 18 \frac{0.075}{3 \times 10^{-3}}}}$$

$$C = 443.5 \text{ m/s}$$

5.4.9.2 Período de propagación de onda de presión en la tubería

$$T = \frac{2L}{C}$$

$$T = \frac{2 * 235.28 \text{ m}}{443.5 \text{ m/s}}$$

$$T = 1 \text{ segundo}$$

5.4.9.3 Tiempo de parada del agua

$$Tp = C + \frac{K * L * V}{g * Hm}$$

$$Tp = 0 + \frac{2 * 235.28 \text{ m} * 0.64 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{9.81 \text{ m/s}^2 * 70.172 \text{ m}}$$

$$Tp = 0.44 \text{ segundos}$$

5.4.9.4 Cálculo de la sobrepresión

$$Tp < T ; \text{ sobrepresión máxima}$$

$$Hs = \frac{C * V}{g}$$

$$Hs = \frac{443.5 \text{ m/s} * 0.64 \text{ m/s}}{9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$Hs = 28.93 \text{ m}$$

La sobrepresión será de 28.93 m.

5.4.9.5 Presión total

La presión máxima ejercida en las paredes de la tubería está dada por la sumatoria de la carga estática de la descarga y la sobrepresión ocasionada por el golpe de ariete.

$$PT = Hs + CED$$

$$PT = 28.93 \text{ m} + 49.61 \text{ m}$$

$$PT = 78.54 \text{ m}$$

Considerando que la presión de servicio ofrecida por la tubería PVC cédula SDR-26 es de aproximadamente 112 m.c.a., se concluye que es factible el usar esta denominación de tubería en la línea de conducción.

5.4.10 Desinfección del agua

Con el propósito de proveer agua libre de bacterias, virus y amebas a los usuarios, se debe incorporar un sistema de desinfección. Los resultados de los análisis físico-químicos y bacteriológicos determinaron que no se requiere de ningún tratamiento adicional más que la desinfección preventiva con cloro para garantizar la pureza del agua y eliminar las coliformes totales.

El cloro se presenta puro en forma líquida o compuesta, como hipoclorito de Calcio, el cual se obtiene en forma de polvo y en pastillas, y el hipoclorito de Sodio de configuración líquida. Cuando se usa hipoclorito de Calcio, la concentración de la solución debe de ser 1% y 3 % de Cloro disponible para impedir la formación excesiva de depósitos y sedimentos de Calcio.

Se recomienda que el tiempo de contacto entre el Cloro y el agua sea de 30 minutos antes de que llegue al primer consumidor. La concentración de Cloro residual que debe permanecer en los puntos más alejados de la red de distribución deberá ser 0.2 – 0.5 mg/L después del período de contacto señalado.

El cloro usado por ENACAL - Matagalpa es el cloro en gas, la cual la dosificación es de 1 gramo por metro cúbico de agua (1 mg/L). La capacidad requerida de la estación de cloración:

$$Ca = \frac{Q * C}{1000}$$

Donde:

Ca: Capacidad de diseño de la estación de cloración (Kg. Cloro/día)

Q: Caudal de agua, máximo horario (m³/día)

C: Dosis de Cloro a aplicar (mg/L)

$$Ca = \frac{246 \text{ m}^3 * 1 \text{ mg/L}}{1000}$$

$$Ca = 0.246 \text{ Kg. Cloro/día}$$

5.4.11 Tabla de resultados de población y consumo

Tabla 11: Resultados de los cálculos de población y consumo

Población de diseño		
Nº de viviendas	120	
hab/viviendas	5.5	
Población de diseño	660	
Dotación de agua		
Rango poblacional	50,000 - 100,000	
L/hab/día	189	
g/hab/día	50	
Demanda		
	L/s	gpm
Consumo doméstico (CD)	1.444	22.89
Consumo comercial (CC)	0.101	1.60
Consumo industrial (CI)	0.029	0.46
Consumo público (CP)	0.101	1.60
Consumo promedio diario (CPD)	1.675	26.55
Pérdidas en el sistema (hf)	0.335	5.31
Consumo máximo día (CMD)	2.847	45.13
Consumo máximo hora (CMH)	4.522	71.68

Fuente: Elaboración propia

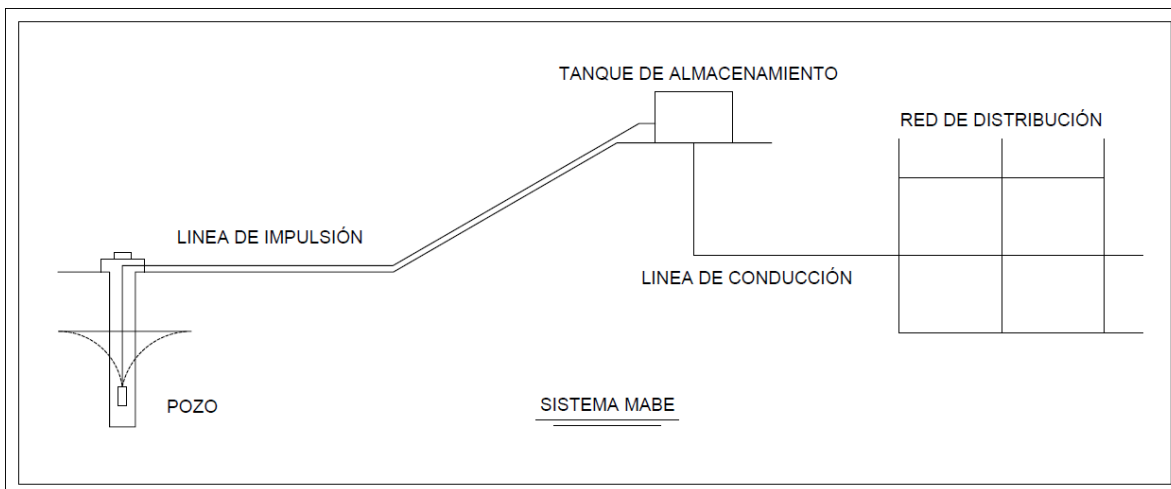
5.4.12 Tabla de resultados de los cálculos hidráulico

Tabla 12: Resultados de los cálculos hidráulico

Cálculo hidráulico	
Diametro económico (D) (mm)	64
Velocidad en la línea de conducción (V) (m/s)	1.02
Pérdidas en la succión (hf succión) (m)	0.37
Pérdidas en la descarga (hf descarga) (m)	1.78
Carga dinámica total (CDT) (m)	76.16
Potencia hidráulica de la bomba (PB) (HP)	4.74
Potencia del motor (PM) (HP)	5.45
Celeridad (C) (m/s)	443.5
Período de propagación de onda de presión (T) (s)	1
Tiempo de parada de agua (Tp) (s)	0.44
Sobrepresión (Hs) (m)	28.93
Presión total (PT) (m)	78.54
Capacidad del tanque de almacenamiento (CT) (m ³)	50.64

Fuente: Elaboración propia

Figura 3: Sistema MABE



Fuente: Elaboración propia

5.5 Resultados de levantamiento topográfico

5.5.1 Elevaciones de los nodos del sistema

En la siguiente tabla se muestra las elevaciones obtenidas del levantamiento topográfico, datos necesarios para el diseño del sistema de la red en el programa de EPANET.

Tabla 13: Elevaciones en los puntos de diseño de red

Puntos	Cota (m)	Puntos	Cota (m)
1	786.63	21	744.23
2	786.55	22	744.59
3	792.64	23	745.54
4	792.47	24	746.61
5	789.38	25	749.52
6	790.54	26	749.64
7	782.60	27	749.48
8	776.65	28	762.37
9	767.57	29	759.62
10	765.56	30	758.66
11	778.68	31	761.54
12	772.49	32	764.47
13	765.62	33	766.59
14	748.53	34	766.50
15	746.50	35	762.92
16	749.04	36	780.59
17	757.55	37	783.64
18	755.74	38	780.06
19	752.56	39	777.76
20	753.67	40	773.38

Fuente: Elaboración propia

5.5.2 Área tributaria y demanda de consumo

El método utilizado para calcular las demandas de consumo en cada nodo en la red de distribución es el método de área tributaria, este procedimiento se usa tanto en las redes de distribución cerradas y mixtas.

Tabla 14: Área tributaria y demanda de consumo de los nodos de la red de distribución

Nodo	N° de área	Área tributaria (m ²)	Demanda de consumo (CMH)(L/s)
5	1	7167.41	0.390
7	2	6204.34	0.338
8	3	5641.21	0.307
9	4	1967.86	0.107
10	5	1130.90	0.062
12	6	7145.39	0.389
14	7	5963.02	0.324
17	8	6616.87	0.360
20	9	5173.54	0.281
24	10	3230.24	0.176
27	11	797.14	0.043
33	12	5432.18	0.296
32	13	7887.89	0.429
28	14	4733.71	0.258
30	15	3539.18	0.193
36	16	2929.94	0.159
38	17	2485.81	0.135
39	18	3217.21	0.175
40	19	1859.00	0.101
SUMATORIA		83122.84	4.522

Fuente: Elaboración propia

5.6 Estudio hidráulico en EPANET

5.6.1 Sistema MABE – Nodos

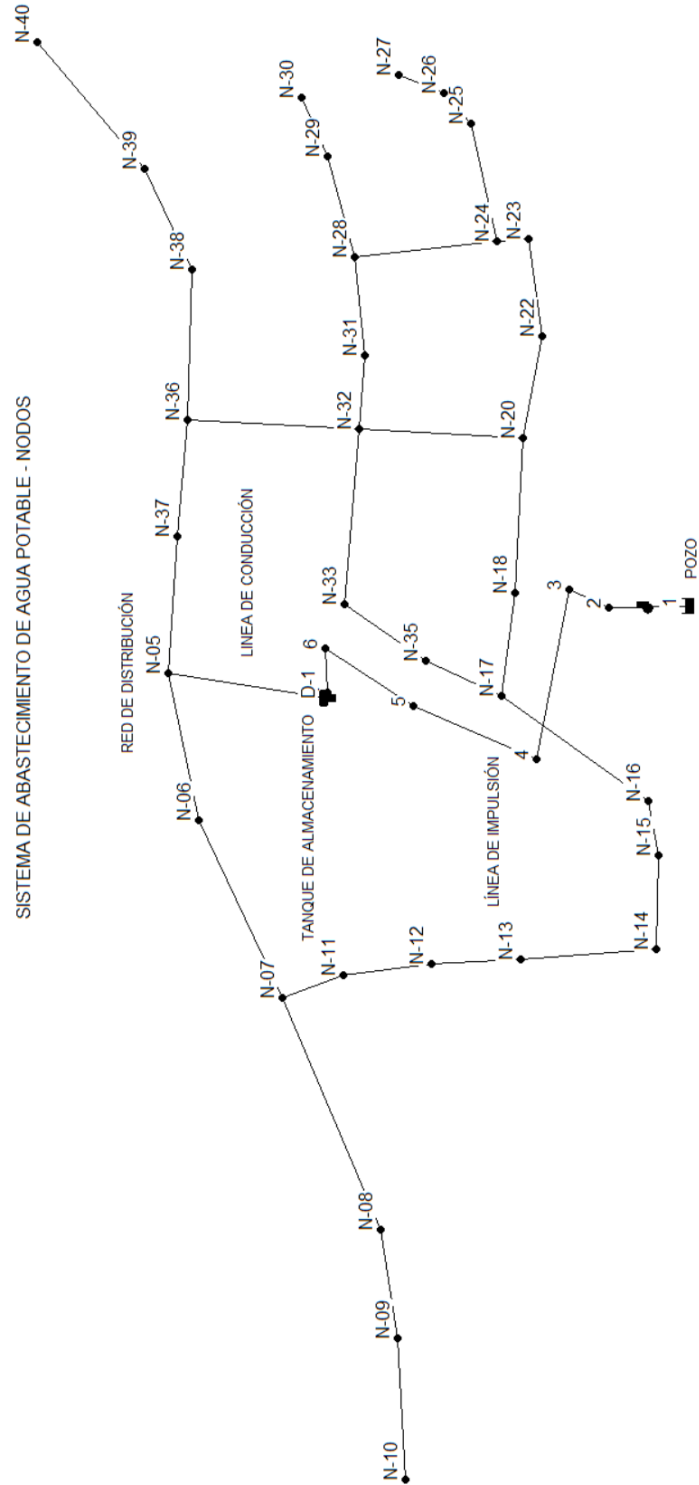


Figura 4: Sistema MABE - Nodos

Fuente: Programa de EPANET

5.6.2 Sistema MABE – Tuberías

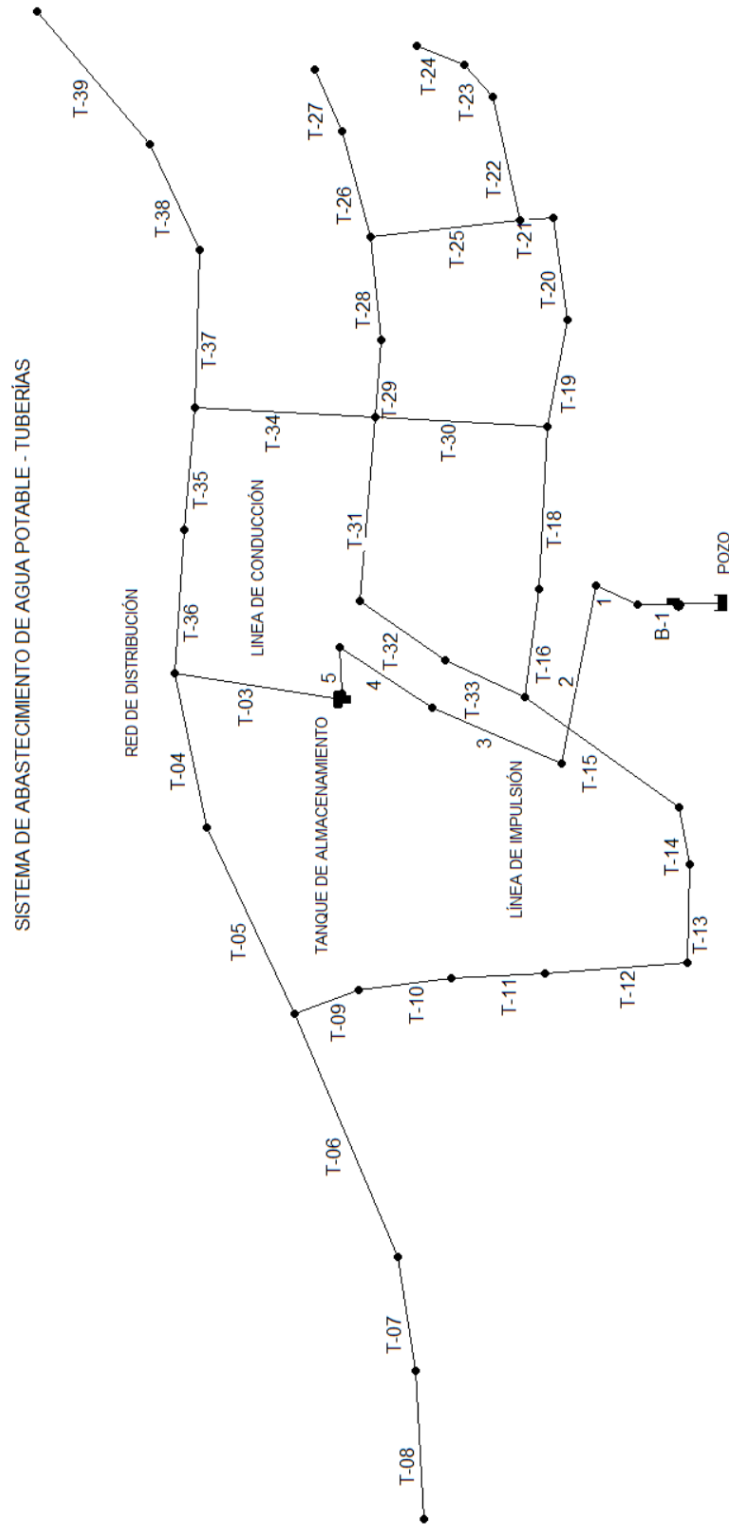
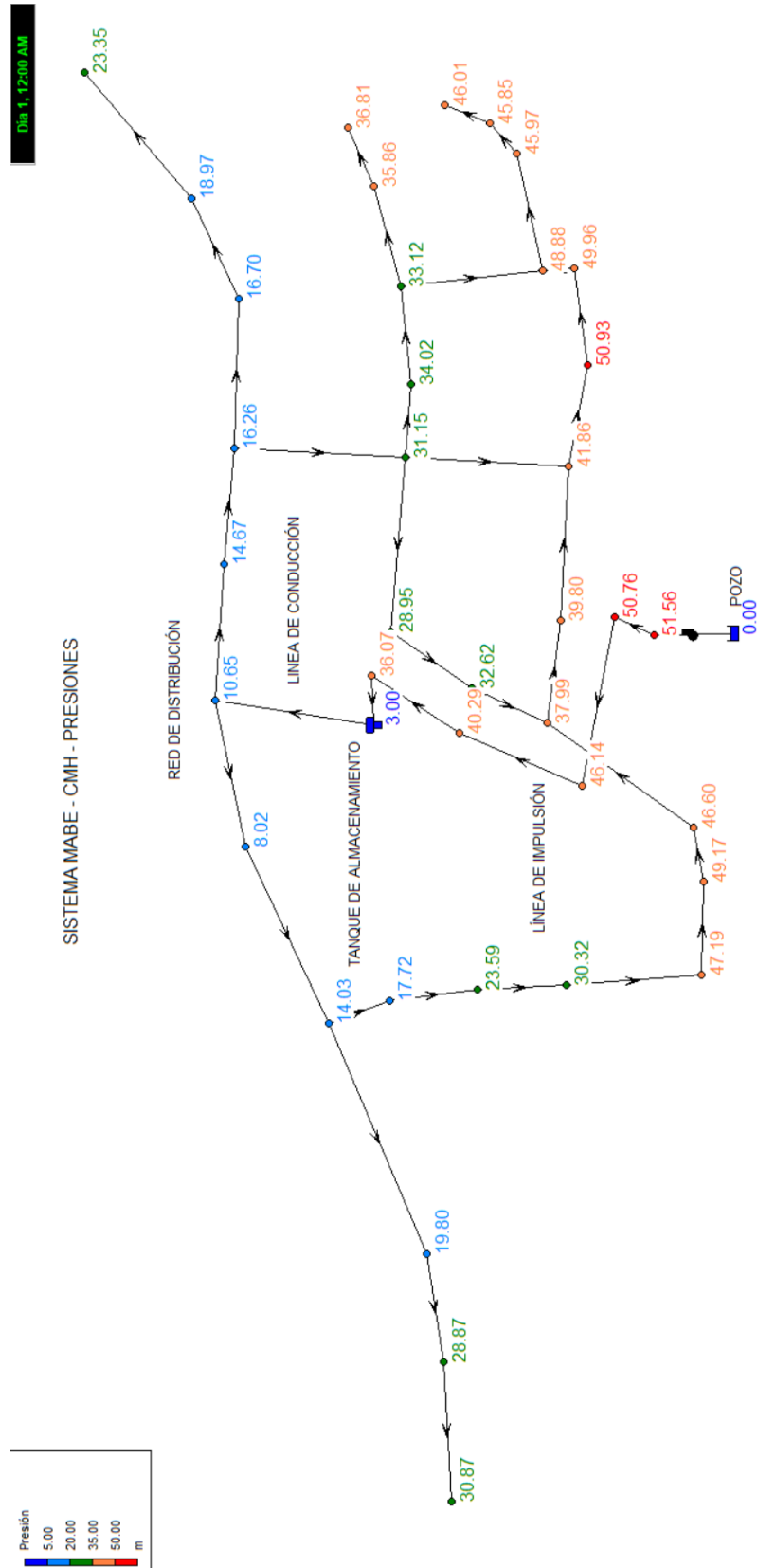


Figura 5: Sistema MABE - Tuberías

Fuente: Programa de EPANET

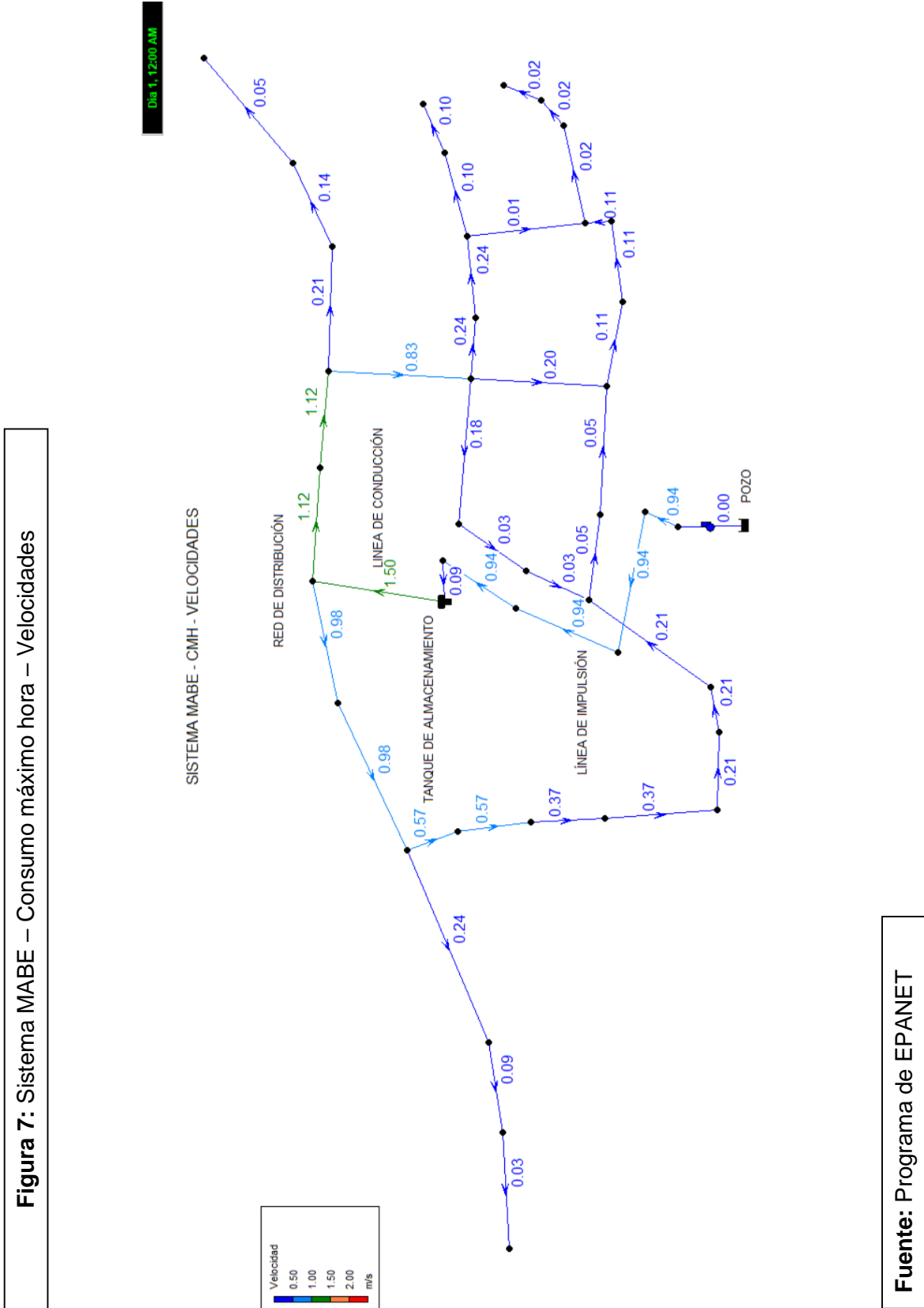
5.6.3 Sistema MABE – CMH - Presiones

Figura 6: Sistema MABE – Consumo máximo hora - Presiones



Fuente: Programa de EPANET

5.6.4 Sistema MABE – CMH - Velocidades



Fuente: Programa de EPANET

5.6.5 Tabla de resultados – Nodos

Tabla 15: Resultados de los nodos en la red de distribución

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Conexión N-10	765.56	0.062	796.43	30.87
Conexión N-09	767.57	0.107	796.44	28.87
Conexión N-08	776.65	0.307	796.45	19.80
Conexión N-07	782.60	0.338	796.63	14.03
Conexión N-06	790.54	0	798.56	8.02
Conexión N-05	789.38	0.390	800.03	10.65
Conexión N-37	783.64	0	798.31	14.67
Conexión N-36	780.59	0.159	796.85	16.26
Conexión N-38	780.06	0.135	796.76	16.70
Conexión N-39	777.76	0.175	796.73	18.97
Conexión N-40	773.38	0.101	796.73	23.35
Conexión N-11	778.68	0	796.40	17.72
Conexión N-12	772.49	0.389	796.08	23.59
Conexión N-13	765.62	0	795.94	30.32
Conexión N-14	748.53	0.324	795.72	47.19
Conexión N-15	746.50	0	795.67	49.17
Conexión N-16	749.04	0	795.64	46.60
Conexión N-17	757.55	0.360	795.54	37.99
Conexión N-18	755.74	0	795.54	39.80
Conexión N-20	753.67	0.281	795.53	41.86
Conexión N-22	744.59	0	795.52	50.93
Conexión N-23	745.54	0	795.50	49.96
Conexión N-24	746.61	0.176	795.49	48.88
Conexión N-25	749.52	0	795.49	45.97
Conexión N-26	749.64	0	795.49	45.85
Conexión N-27	749.48	0.043	795.49	46.01
Conexión N-35	762.92	0	795.54	32.62
Conexión N-33	766.59	0.296	795.54	28.95
Conexión N-32	764.47	0.429	795.62	31.15
Conexión N-31	761.54	0	795.56	34.02
Conexión N-28	762.37	0.258	795.49	33.12
Conexión N-29	759.62	0	795.48	35.86
Conexión N-30	758.66	0.193	795.47	36.81
Depósito D-1	799.67	No Disponible	802.67	3.00

Fuente: Programa de EPANET

5.6.6 Tabla de resultados – Tuberías

Tabla 16: Resultados de las tuberías en la red de distribución

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Estado
Tubería T-08	68.08	50	150	0.06	0.03	0.03	Abierto
Tubería T-07	53.1	50	150	0.17	0.09	0.22	Abierto
Tubería T-06	120.9	50	150	0.48	0.24	1.52	Abierto
Tubería T-05	94.74	50	150	1.93	0.98	20.37	Abierto
Tubería T-04	72.09	50	150	1.93	0.98	20.36	Abierto
Tubería T-36	66.46	50	150	2.20	1.12	25.93	Abierto
Tubería T-35	56.25	50	150	2.20	1.12	25.93	Abierto
Tubería T-37	72.12	50	150	0.41	0.21	1.16	Abierto
Tubería T-38	53.91	50	150	0.28	0.14	0.55	Abierto
Tubería T-39	79.62	50	150	0.10	0.05	0.09	Abierto
Tubería T-09	31.23	50	150	1.12	0.57	7.39	Abierto
Tubería T-10	42.99	50	150	1.12	0.57	7.39	Abierto
Tubería T-11	42.81	50	150	0.73	0.37	3.35	Abierto
Tubería T-12	65.84	50	150	0.73	0.37	3.35	Abierto
Tubería T-13	45.27	50	150	0.40	0.21	1.13	Abierto
Tubería T-14	26.2	50	150	0.40	0.21	1.13	Abierto
Tubería T-15	87.06	50	150	0.40	0.21	1.13	Abierto
Tubería T-16	49.84	50	150	0.10	0.05	0.08	Abierto
Tubería T-18	74.56	50	150	0.10	0.05	0.08	Abierto
Tubería T-19	49.87	50	150	0.21	0.11	0.33	Abierto
Tubería T-20	47.61	50	150	0.21	0.11	0.33	Abierto
Tubería T-21	14.89	50	150	0.21	0.11	0.33	Abierto
Tubería T-22	58.03	50	150	0.04	0.02	0.02	Abierto
Tubería T-23	19.82	50	150	0.04	0.02	0.02	Abierto
Tubería T-24	23.24	50	150	0.04	0.02	0.02	Abierto
Tubería T-33	40.54	50	150	0.05	0.03	0.03	Abierto
Tubería T-32	47.63	50	150	0.05	0.03	0.02	Abierto
Tubería T-31	84.23	50	150	0.35	0.18	0.85	Abierto
Tubería T-29	35.77	50	150	0.46	0.24	1.44	Abierto
Tubería T-28	47.77	50	150	0.46	0.24	1.44	Abierto
Tubería T-26	50.31	50	150	0.19	0.10	0.29	Abierto
Tubería T-27	31.09	50	150	0.19	0.10	0.28	Abierto
Tubería T-30	79.42	50	150	0.39	0.20	1.06	Abierto
Tubería T-34	82.84	50	150	1.63	0.83	14.88	Abierto
Tubería T-25	69.11	50	150	0.01	0.01	0.00	Abierto
Tubería T-03	76.48	62	150	4.52	1.50	34.52	Abierto

Fuente: Programa de EPANET

5.7 Especificaciones técnicas

5.7.1 Pozo

Acabado del pozo perforado (sello sanitario) Con el fin de evitar la contaminación de las aguas subterráneas, por la introducción directa de las aguas superficiales, a través del empaque de grava, el espacio anular limitado por la cara exterior del ademe, y las paredes naturales del agujero, comprendido entre la superficie del suelo y el nivel superior del empaque de grava, se colocará un sello sanitario. En este caso el sello sanitario estará compuesto de la siguiente manera: Capa de arcilla compactada por medio de proceso de pisoteado, de 5 pies de espesor, descansando directamente sobre la grava del empaque. Capa de lechada de cemento de 3 pies de longitud, sobre la capa de arcilla compactada mencionada anteriormente, esta capa alcanzará la boca del contra pozo.

La lechada deberá estar proporcionada con la mínima cantidad de agua (no más de 5 galones por cada pie cúbico de cemento), que es la proporción requerida para dar a la mezcla una consistencia que permita colocarla debidamente. A la lechada se le deberá agregar hasta un 8% en peso, de polvo de aluminio o bentonita, para evitar el encogimiento. El proceso de sellado deberá ser hecho en forma continua y de tal manera que prevea el llenado completo de espacio anular en una sola operación. Ningún trabajo será permitido en el pozo, dentro de las 72 horas de fraguado, aprobado por el ingeniero, el periodo anterior puede ser reducido a 24 horas. La lechada se colocará con el auxilio de una tubería cuyo diámetro no será menor de 1 ¼ de pulgada y de una longitud tal, que llegue hasta el fondo del espacio anular que será sellado.

5.7.2 Equipo de bombeo

El equipo de bombeo será de tipo sumergible, considerando que la bomba con su motor eléctrico debe tener como diámetro mínimo 4 pulgadas.

5.7.2.1 Bomba

Los tazones de la bomba podrán ser de acero inoxidable, hierro dúctil o hierro fundido de grano fino, teniendo una resistencia mínima 30.000 libras por pulgada cuadrada, por lo tanto, la resistencia del material que se seleccione para la construcción de los tazones deberá estar en relación directa con la carga total dinámica de la bomba. También deberán estar libres de ampollas, picaduras o cualquier otro defecto, deben maquinarse con precisión y ajustados a dimensiones exactas.

El eje de la bomba debe ser de acero inoxidable A582, clase 416, torneado y pulido. Debe ser rectificado antes de armarse la unidad impulsora. La unión de la bomba con el motor debe ser del tipo NEMA. En la oferta se tiene que especificar claramente los materiales de construcción de cada una de las partes componentes de la bomba y estos tienen que coincidir con las especificaciones técnicas descritas anteriormente. La misma deberá venir acompañada de la curva de operación, la cual será planteada a las mismas revoluciones con que gira el motor eléctrico a que ira acoplada. La bomba también tendrá que estar dotada de un sensor mínimo y máximo nivel de bombeo.

5.7.2.2 Motor

El motor sumergible deberá tener un cuerpo externo de acero inoxidable, deberá tener doble sello de hule para evitar que entre agua contaminada y/o arena en su interior. No se permite la utilización de sello metálico para llevar a cabo este objetivo. El cojinete de carga del motor podrá ser tipo balinera o del tipo kinsbury con amplia capacidad para soportar los empujes ascendentes y descendentes de la carga hidráulica a que estará sometido. En la oferta se deberá especificar claramente la capacidad de los cojinetes del motor.

5.7.2.3 Cable de alimentación

El cable de alimentación del motor eléctrico sumergible debe ser adecuado para instalaciones que están en contacto con el agua. Cada conductor debe de estar forrado con un aislamiento de hule (rubber insulated); también las tres líneas conductoras en conjunto, deben estar recubiertos por un forro de hule de alta resistencia mecánica y de gran aislamiento eléctrico. Estos cables deben de ser de tres guías, para condiciones de servicio de 600 voltios y 90 grados Celsius. Además deben tener aislamiento resistente a la humedad.

5.7.2.4 Válvula de retención vertical

Las válvulas de retención vertical serán construidas de hierro dúctil GGG-50 o de un material tal que soporte el golpe de ariete del sistema de bombeo. Se deberá garantizar que no se descargue cuando el equipo de bombeo no esté en operación. Serán de extremo roscado, diseñadas para presión de trabajo de 16 Bar (232 PSI) y una presión hidrostática mínima de 20,7 Bar (300 PSI). Esta deberá ser colocada en el extremo superior del de la bomba.

5.7.2.5 Codo de descarga

El codo de descarga requerido es un plato soporte de 250x200 mm de diámetro exterior y un espesor no menor de 25 mm de HG, más un codo de 90°x75 mm HG. Este debe tener la capacidad de soportar la carga estática y dinámica del equipo de bombeo.

Dicho plato debe tener agujeros que permitan la introducción del cable de alimentación eléctrica del motor, así como la introducción de tubería PVC de una pulgada. Esta última será utilizada como tubo piezométrico.

La tubería de columna irá roscada directamente al codo de descarga.

5.7.2.6 Sarta de bomba

El diámetro de la sarta será de 75 mm y la tubería a usar será de H°G°. Dicha sarta se conectará a la línea de impulsión de PVC (3") que mide 235.28 m.

Dicha sarta contendrá:

1 válvula de aire 2.5"

2 tee 6x4 hf

2 unión dresser universal 3"

1 medidor maestro hf 3"

1 válvula check hf 6"

1 manómetro de carga de 2000 psi

1 válvula de pase hf 2.5", 2 válvulas de pase hf 4", 1 válvula de pase hf 6"

2 codos de pase 90° hf 4", 1 codo de pase 45° hf 6", 1 codo de pase 90° hf 6"

6m tubería HG

5.7.2.7 Válvula de compuerta con bridas

Serán fabricadas conforme a las normas AWWA C-509, con hierro nodular (HN) que cumpla la norma ASTM A-536, con compuerta de doble disco, asientos paralelos de bronce, vástago de bronce o acero inoxidable.

5.7.2.8 Válvula de retención horizontal (válvula check)

Esta válvula deberá operar abierta normalmente en condiciones de flujo normal. Cuando la presión de salida exceda a la presión de aguas arriba, la válvula deberá cerrar lentamente controlando la velocidad de su apertura en prevención del golpe de ariete. Llevará colocadas en relieve el diámetro nominal, la presión nominal, el material, la marca de fábrica y la fecha indicando el sentido de la corriente, tendrán interior y exteriormente un revestimiento protector.

La presión de trabajo deberá ser mínimo 200 psi. Las bridas serán conforme las especificaciones AWWA C-508. Se recomienda la marca Apolo o equivalente.

5.7.2.9 Medidor maestro

El medidor maestro de agua será utilizado para medir el caudal del agua potable en diferentes estaciones de bombeo del sistema de abastecimiento y deberán estar diseñados para operar bajo las condiciones que se especifican en estas especificaciones técnicas. Serán del tipo medidor de velocidad con hélice propulsada, de esfera seca y lectura tipo recta con rodillos de cifras saltantes. En términos generales deberán cumplir con las normas AWWA C-794-70.

La indicación de totalizador deberá tener por lo menos seis (6) rodillos de cifras. Los primeros cinco rodillos indicarán metros cúbicos enteros hasta 99.99 metros cúbicos y el sexto rodillo indicará décimas de metros cúbicos. La indicación de las centésimas de metros cúbicos (10 litros) podrá ser hecha mediante aguja indicadora que gire en el sentido horario en círculo dividido en diez partes iguales mediante un séptimo rodillo de cifra. La totalización máxima será de 100,000 metros cúbicos, mientras que la lectura mínima será de diez litros.

Los medidores tendrán sus bocas de unión solidaria a la caja y provista de bridas del tipo redondo conforme ASA B.16.1-1960 clase 125, que especifique la perforación del diámetro y su espesor. Cada boca traerá su respectivo compañero de brida (COMPANION FLANGE) provisto de rosca hembra IP según ASA B.2.1 1960.

Los ejes, piñones y cojinetes del tren de engranaje deberán ser de materiales durables y anticorrosivos. Los piñones estarán sujetos, engranarán completamente entre sí y se deslizarán libremente. Los cojinetes estarán afianzados de tal manera que no podrán abandonar su posición y serán fácilmente reemplazados.

Los medidores traerán las siguientes marcas:

- Tamaño nominal en ambos lados de la caja fundido en alto relieve.
- Dirección de la corriente en ambos lados de la caja fundidos en alto relieve.

- Marca abreviada del fabricante con el número de fabricación en la tapa o en la cabeza, en el anillo de sujeción del cristal.
- Sentido de la circulación fundido en alto relieve.

Deberán venir provistos de dispositivos para sello de alambre y será accesible desde el exterior sin necesidad de desarmar el contador. Traerán tapa protectora de bronce que cubra el cristal y rebatible 180 grados.

5.7.2.10 Manómetro de carga

Deberá ser adecuado para medir presiones entre 0 y 14 kg/cm², sistema Bourdon. Será del tipo ASHCROTT DURAGAGE AND ACCESORIES, iguales o similares a los manufacturados por Maming, Max Well y More, Inc. Stroford, Comertiend, U.S.A. con escala circular de 4 – 1/2" de diámetro carátula blanca con números negros, con lectura doble en kg/cm² y en metros de columna de agua. Estarán provistos de un tubo de bronce fosforado.

5.7.3 Caseta de bombeo

5.7.3.1 Limpieza inicial

Esta sección comprende todo lo relacionado con remoción, desalojo y disposición final de todos los materiales producto de la limpieza y/o desbrozo de todas las áreas en donde se realizarán las obras definitivas del proyecto. Este trabajo comprende la eliminación y despeje del terreno de todos los árboles, arbustos, troncos, cercas vivas, matorrales y cualquier otra vegetación, además de tacones y hojarasca, para así facilitar el trabajo y evitar todo daño o deformación de la obra. Las labores de limpieza y desbroce se harán de una sola vez en toda el área de implantación de la caseta. Cabe hacer notar, que este parte no incluye la remoción de la capa vegetal.

5.7.3.2 Concreto

F'c= 150 kg/cm². Se utilizará en acera. El revenimiento máximo será de 12 cm. Se deberán cumplir las normas mínimas constructivas del Reglamento Nacional de la Construcción (RNC). En la fabricación, transporte y colocación del concreto deberán

de cumplirse todas las recomendaciones del American concrete Institute (A.C.I), contenidas en el último informe del comité A.C.I. 301.

5.7.3.3 Materiales

Cemento

El cemento a utilizarse en la preparación de mezclas de hormigón, será de una marca conocida de cemento Portland Tipo 1, y deberá cumplir en todo con las especificaciones ASTM-C-150-69. Deberá llegar al sitio de la construcción en sus empaques originales y enteros, ser completamente fresco y no mostrar señales de endurecimiento. Todo cemento dañado o ya endurecido será rechazado por el inspector. El cemento se almacenará en bodegas secas, sobre tarimas de madera, en estibas de no más de 10 sacos.

Agua

El agua a emplear en la mezcla de concreto deberá ser potable y limpia, y estar libre de grasas y aceites, de materia orgánica, sales, ácidos, álcalis o impurezas que puedan afectar la resistencia y propiedades físicas del concreto o del refuerzo. Deberá ser aprobada por el ingeniero supervisor.

Agregados

Entiéndase por agregados, la arena y la grava empleados en la mezcla de concreto, los cuales deberán ser clasificados según su tamaño, y deberán ser almacenados de forma ordenada para evitar que se revuelvan, se ensucien, o se mezclen con materiales extraños. Deben cumplir con todas las especificaciones de las normas ASTM para los agregados de concreto designación C-33-67.

La grava deberá ser limpia, pura y durable, el tamaño máximo permitido de agregado grueso será de 1/5 de la dimensión mínima de la formaleta de los elementos, o de $\frac{3}{4}$ del espaciamiento libre entre varillas de refuerzo, según recomendaciones de la norma ACI-211.1-81.

La arena deberá ser limpia, libre de materia vegetal, mica, limo, materias orgánicas, etc. La calidad y granulometría de la arena debe ser tal que cumpla con los

requisitos de las especificaciones ASTM C-33-59. Para que permita obtener un concreto denso sin exceso de cemento, así como de la resistencia requerida.

Bloques de concreto hueco

Tendrán un tamaño de 15cm x 20cm x 40cm, color y textura uniforme. La resistencia mínima del bloque a la compresión será de $F_y = 55 \text{ kg/cm}^2$ (780 psi). El bloque deberá ser curado totalmente antes de salir de la fábrica y en el transporte se tomarán precauciones para evitar descascaramientos y fracturas. Los bloques deberán presentar superficies y cantos nítidos y duros. Sus dimensiones serán como se indiquen en los planos.

5.7.3.4 Repellos y finos

Este capítulo abarca todos los trabajos del proyecto que conlleve la actividad de repello y afinado de superficies, es aplicable a todos los elementos que componen el presente proyecto.

Deberá usarse recubrimientos en muros de bloque a base de mortero cemento-arena, proporción. 1: 4 (interior y exterior). El repello deberá protegerse bien contra secados muy repentinos y contra los efectos del sol y viento hasta que haya fraguado lo suficiente para permitir rociarlo con agua, se curará durante 7 días con abundante agua. El fino se aplicará a golpes de llana de madera, sobre la superficie repellada, dándole el espesor mínimo necesario para cubrir las desigualdades de la superficie, puliéndola enseguida. Las superficies deberán rociarse con agua por lo menos durante tres días.

5.7.3.5 Estructura de techo

Este trabajo comprende el suministro de equipo, mano de obra, materiales, herramientas y servicios necesarios para llevar a cabo la construcción de la estructura de techo de acuerdo con los planos constructivos y estas especificaciones.

Construcción

Durante la construcción de la viga corona, se deberán instalar las platinas con forma, dimensiones y sitios indicados en los planos. Al terminar el fraguado de la viga corona, las platinas deben de estar bien empotradas a la viga. Terminada esta actividad, se procederá a la pintura de la estructura, esperar que seque, y ya está lista para recibir la cubierta de techo.

Cubierta de techo

Se suplirán todos los materiales, mano de obra y accesorios necesarios para construir los techos libres de filtraciones. El tipo de lámina a instalar deberá tener acero SAE100 de bajo contenido de carbón grado A con límite de fluencia mínimo de 33000 psi bajo norma ASTM A-446, con un recubrimiento de 55% de aluminio, 43% zinc y 1.5% de silicio. Aluminizado por medio de un proceso de inmersión continua. El calibre de la lámina deberá ser de clase 26. Esta lámina deberá tener al menos una capa de AZ50, equivalente a 0.1542 kg/m² en ambas caras de la lámina.

5.7.3.6 Acabado y pintado

Se le dará dos manos de pintura anticorrosiva color rojo, esperando que la primera seque completamente para aplicar la segunda capa, no se deberán dejar rebabas de pintura ni espacios sin pintar, la aplicación de estas capas debe ser pareja, de tal forma que se observe una lámina lisa y uniforme de pintura y color.

5.7.3.7 Piso

Este acápite implica el suministro e instalación de todos los materiales y mano de obra necesarios para la correcta instalación y acabado del piso. El tipo de ladrillo de cemento a utilizar es el tipo corriente color rojo de 0.25m x 0.25m x 3.00m de espesor. El ladrillo terrazo es el mismo ladrillo terrazo comúnmente conocido. Los ladrillos deben colocarse sobre la superficie nivelada bien alineados y afirmados en su lugar pegándoles ligeramente en el centro con un mazo de madera o caucho.

5.7.4 Suministro e instalación de tuberías y accesorios

Comprende el suministro de todos los materiales, herramientas, equipo, mano de obra y dirección técnica necesarios para instalar las tuberías, con válvulas y accesorios, de acuerdo con lo aquí especificado e indicado en los planos correspondiente. Las actividades constructivas incluyen: replanteo topográfico, limpieza inicial, excavación, relleno y compactación, encofrado y arriostramiento de zanjas, remoción de agua, instalación de tuberías y accesorios, estructuras y aditamentos especiales.

5.7.4.1 Tuberías y accesorios de cloruro de polivinilo (PVC)

Toda la tubería plástica a emplear será Tipo 1, grado 1 (12454-B) conforme a la especificación ASTM D-1784 (Compuestos de Cloruro de Polivinilo Rígido y clorinado). La tubería deberá haber sido fabricada de acuerdo a las normas CS-256-71 o ASTM D-2241-73 "Tubería Plástica de Cloruro de Polivinilo (PVC)". La tubería se adquirirá en piezas de longitud estándar de fabricación de 6.0 metros (20 pies).

Los tubos con diámetros iguales o menores de 50 mm (2"), tendrán extremos del tipo espiga y campana para ser unidos entre sí mediante el empleo de juntas cementada. Para su unión se usará cemento solvente, consistirá en una solución de PVC clase 1254-B, el cual deberá cumplir con la norma ASTM D-2564-72. Los tubos con diámetros iguales o mayores a 75mm (3") se unirán con junta rápida (Push-on-joint) integral con el tubo y provista de empaque de hule.

Los accesorios de PVC serán Cedula 41 y deberán cumplir con las normas ASTM D- 2466-69. Los accesorios de empaque de goma deberán cumplir la especificación ASTM D-3212 y estar capacitados para acoplarse con las tuberías, de acuerdo al sistema de unión seleccionado.

5.7.4.2 Tuberías y accesorios de Hierro Galvanizado (H°G°)

La tubería de hierro galvanizado será del tipo estándar cedula 41, debiendo ajustarse a las especificaciones ASTM 120-65 y ASTM A90-39. Será suministrada en longitud de 6 metros, con rosca estándar en cada extremo y las respectivas uniones. Esta última consistirá en una camisa de hierro galvanizado con rosca

estándar para roscarse en el extremo del tubo. Los accesorios de hierro galvanizado se ajustarán a las especificaciones ASTM, tendrán rosca hembra del tipo IRON PIPE (I.P) y deberán ser diseñados para acoplarse a tubería de HG.

5.7.4.3 Válvulas

Todas las válvulas y accesorios deben ser del tamaño indicado en los planos y siempre que sea posible todo el equipo del mismo tipo deberá ser de un mismo fabricante. Las válvulas y accesorios llevarán el nombre del fabricante, la dirección del flujo y la presión de trabajo, moldeadas en letras en alguna parte visible de la pieza.

5.7.4.4 Válvulas de compuerta HF con conexiones de bridas

Serán fabricadas conforme a las normas AWWA C-509, con hierro nodular (HN) que cumpla la norma ASTM A-536, con compuerta de doble disco, asientos paralelos de bronce, vástago de bronce o acero inoxidable. Las válvulas vendrán provistas de rueda con cierre en el sentido de las agujas del reloj para operarlas, llevarán interior y exteriormente un revestimiento protector y tendrán bridas en los extremos según especificaciones AWWA C-111 para acoplarse con tubería HF y extremos lisos para acoplarse con tubería PVC. Deberán ser diseñadas para soportar una presión de trabajo de 250 psi. Se recomienda la marca Apolo o equivalente. Las válvulas con conexiones bridadas serán instaladas en la sarta de los equipos de bombeo y conexiones de tanque, las de extremos lisos en las líneas de conducción y red de distribución.

5.7.4.5 Válvulas de compuerta de bronce

Las válvulas de 50mm (2") de diámetros o menores serán de bronce, tendrán extremos de rosca hembra que se unirán mediante adaptadores machos a las tuberías de PVC.

5.7.4.6 Válvulas de aire y vacío

Válvulas de aire y vacío serán instaladas en la tubería de impulsión. Estarán diseñadas para permitir el escape de grandes cantidades de aire retenidas en el

sistema presurizados. El área del orificio de descarga deberá ser igual o mayor que el orificio de entrada de la válvula. La válvula consistirá de un cuerpo, cubierta, deflector (bafle), flotador y asiento. El deflector deberá ser diseñado para proteger al flotador del contacto directo con la embestida del aire y agua, previniendo que el flotador produzca el cierre prematuro en la válvula. El asiento deberá ser sujetado con la cubierta de la válvula sin distorsión y deberá ser fácilmente removido cuando sea necesario.

5.7.4.7 Juntas Dresser

Serán de Hierro Fundido y servirán de acople o unión directa entre los accesorios de H°.G°. de extremos lisos y los extremos maquinados de la tubería de PVC.

5.7.5 Instalaciones de tuberías y accesorios

5.7.5.1 Excavación de zanja

Las excavaciones de zanjas se realizarán de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos. El fondo de la zanja se conformará de tal forma que resulte un apoyo uniforme y continuo para la superficie inferior del tubo y óptimo para acomodar las campanas o juntas. La alineación de la tubería se hará de acuerdo a la línea indicada en los planos, o donde lo decida el ingeniero a cargo, quien podrá ordenar cambios en la alineación donde lo estime conveniente. Si en el fondo de la zanja se encuentran materiales inestables tales como basura o materiales orgánicos, deberán ser removidos y sustituidos por material granular.

5.7.5.2 Instalación de tuberías

La instalación de tuberías se efectuará con herramientas y equipos apropiados para este fin. La instalación de tuberías y los accesorios de PVC será de acuerdo con especificaciones recomendadas por el fabricante. Las tuberías a instalar en la red de distribución serán de PVC SDR-40, teniendo diámetros comprendidos entre 75 mm (3"), 50 mm (2") y 38 mm (1.5"). la instalación de la tubería se hará a un metro bajo la superficie del terreno.

5.7.5.3 Instalación de válvulas

En los sitios indicados en los planos se instalarán válvulas de compuerta. Estas deberán instalarse sobre bases de concreto con varillas de anclaje de acuerdo con los detalles indicados en los planos. Toda válvula deberá ser instalada de tal forma que la tuerca para operar quede en posición vertical. Las cajas de protección de las válvulas se instalarán a nivel con la superficie del terreno.

5.7.5.4 Remoción de agua

Se utilizarán bombas u otro tipo de equipo para remover el agua de las zanjas u otras excavaciones. Se requiere que toda zanja se mantenga seca y no se permitirá que la tubería o alguna estructura sean colocadas en presencia de agua.

5.7.5.5 Relleno y compactación

Las zanjas no deberán rellenarse hasta que la tubería sea sometida a una prueba hidrostática. Para relleno solamente deberá usarse materiales seleccionados provenientes de la excavación. El relleno será colocado y apisonado en capas que no excedan los 10.0 cm. Si los materiales de la excavación no son aptos para el relleno, deberá colocarse material apto para este fin. No se permitirán piedras en el relleno alrededor del tubo y las piedras de más de 0.10 cm serán extraídas de todo relleno, lo mismo que madera, basura y materia orgánica.

5.7.5.6 Disposición de materiales excavados

Los materiales extraídos de la zanja serán colocados y dispuestos de tal manera que no obstruyan el tráfico de vehículos y peatones en los caminos o entradas a las casas.

5.7.5.7 Bloques de reacción

Deberán colocarse bloques de reacción en los puntos donde los accesorios (tee, reductores, codos, etc.) sean de diámetro de 2" o mayor. Todos los bloques de reacción se construirán en tierra firme y las dimensiones de estos deberán estar de acuerdo con lo indicado en los planos.

5.7.5.8 Restauración de superficies

Deberá restaurarse a su condición original toda superficie removida durante la ejecución de la obra, incluyendo calles, caminos de acceso, etc.

5.7.5.9 Conexiones domiciliarias

La alineación de las conexiones deberá hacerse a 90° respecto a la tubería de alimentación de la conexión. La perforación de la tubería de alimentación se hará en un costado del tubo. Antes de colocar la abrazadera o silleta el tubo debe limpiarse para dejar una superficie uniforme y lisa donde se ajuste completamente el accesorio. Las tuercas de la abrazadera deben presionarse uniformemente y lo suficiente para garantizar una conexión hermética, pero que no llegue a ocasionar ruptura de la tubería. Después de efectuada la perforación del tubo deberán removerse los restos de material que puedan haber quedado.

5.7.6 Tanque

5.7.6.1 Concreto

El concreto a utilizarse tendrá una resistencia mínima a la compresión de $f_c = 210$ kg/cm (3000 psi) a los 28 días de edad debidamente probado por medio de ruptura de cilindros standard.

Los agregados componentes del concreto (arena y grava) deberán estar bien graduados y limpios de tierra, grasa o cualquier otro material que pueda perjudicar la calidad del concreto.

El agua a utilizarse en la mezcla del concreto deberá ser potable y estar libres de impurezas orgánicas, ácidos, álcalis, sales u otras sustancias que puedan ser nocivos para el concreto.

Una vez colado el concreto se hará de tal manera que no segregue sus componentes. Se deberá utilizar vibradores mecánicos para garantizar una distribución uniforme del material, a fin de evitar cualquier hueco o ratonera en el concreto.

Inmediatamente después de colado el concreto, debe ser protegido del secado prematuro, manteniéndolo húmedo.

5.7.6.2 Acero de refuerzo

El acero principal de refuerzo debe ser corrugado del tipo A.S.T.M A-40 con un límite de influencia de $f_y = 2800 \text{ kg/cm}$ (40 kgl).

Las varillas de refuerzo deberán estar limpias de trazos de oxidación, grasas, aceites u otros materiales que puedan afectar la adherencia con el concreto.

Los recubrimientos mínimos del acero de refuerzo deberán ser:

- a) Concreto colado con el suelo 7.5 cm.
- b) Losas, muros y nervaduras 2 cm.
- c) Los traslapes y empalmes de varillas individuales de refuerzo deberán cumplir con las siguientes longitudes mínimas de anclaje:

$$\text{Diámetro} = 1/2 " \quad L = 0.40 \text{ cm}$$

- d) Los empalmes de varillas individuales deberán hacerse de manera escalonada y con una separación mínima de traslape de 0.60 cm.

5.7.6.3 Concreto ciclópeo

La piedra bolón o de río a utilizarse, deberá presentar una estructura compacta, homogénea exenta de grietas, fractura o signos de intemperización, el tamaño máximo será de 0.15 cm. El volumen de piedra bolón ocupara como máximo el 60% el volumen total del muro.

5.7.6.4 Impermeabilidad de superficie

Se deberá impermeabilizar las superficies interiores del tanque usando productos específicos para agua potable que cumpla con la certificación ANSI/NSF61, se puede usar el producto CIM 1061 o similar.

5.7.6.5 Preparación de superficie

Las superficies deben estar limpias y secas, el concreto debe haber curado por un mínimo de 28 días.

5.7.6.6 Aplicación del sellador CIM 1061

Aplicar el producto directamente a la superficie limpia y seca, para su aplicación se seguirá las recomendaciones del fabricante. Este producto es un recubrimiento de uretano, ideal para revestir hormigón ya que la protege contra ataques físico, químico y bacteriano. Posee buena resistencia a la erosión, la corrosión y abrasión.

5.7.6.7 Tiempo de curación

Una vez aplicado el producto CIM 1061, esperar 2 semanas para la puesta en funcionamiento del tanque, lavando y desinfectando adecuadamente las superficies tratadas.

5.7.6.8 Mortero

El mortero a utilizarse para la unión de las unidades de mampostería deberá tener una resistencia a la compresión no menor de 240 kg/cm (3400 psi) a los 28 días de edad. Se mezclará la arena y el cemento en proporción de 1 de cemento por 3 de arena por volumen.

5.7.6.9 Formaletas

Deberán ajustarse a las dimensiones presentada en los detalles de estos planos, y su espesor será de 1" o más, el descimbrado de la losa se hará a los 21 días de colocado el concreto. El descimbrado lateral de vigas y columnas podrá efectuarse a las 48 horas mínimo.

5.7.7 Costo y presupuesto

El cálculo del costo y presupuesto del proyecto, representa uno de los aspectos centrales para el presupuestista, tanto por la importancia de obtener el costo real del proyecto, como de poder saber la manera en que estarán distribuidos los costos directos en los cuales tenemos, mano de obra, materiales, transporte y equipo, de la misma manera, dominar los costos indirectos y las utilidades. Del buen cálculo de estos costos dependerá la determinación de la rentabilidad del proyecto. Para el cálculo de los costos antes mencionados se tomarán como guías bases el catálogo de etapas y sub-etapas del NUEVO FISE, para proyectos de sistemas de agua potable y las normas de rendimiento horario del NUEVO FISE. Y aplicaremos el IVA y el IM al costo de los materiales del proyecto.

Todos los costes deben considerarse en términos reales y para ello debe considerarse el factor tiempo en el análisis. Dependiendo del tipo de proyecto que se evalúa, deberá trabajarse con costos totales o diferenciales esperados a futuro.

5.7.7.1 Parámetros considerados para la estructura de costos

Costo directo

Se calculará para cada concepto de obra, y se dividirá entre las respectivas cantidades de obra estimadas con su unidad de medida para obtener el costo unitario directo para cada concepto. Los recursos o componentes de cada costo unitario directo podrán ser de cuatro tipos: maquinaria o equipos, mano de obra, materiales y herramientas.

Costos indirectos

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

Costos administrativos

Son los costos en los que se incurren por mantener el personal administrativo de campo el tiempo que dure el proyecto, y estos generalmente son:

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

Costos de utilidad

Son los costos previstos que un contratista espera obtener como ganancias por ejecutar la construcción, reparación o mantenimiento, de un sitio crítico de la red (terrestre o acuática) en la jurisdicción de una municipalidad en un plazo establecido. Este costo se representa en forma de porcentaje de la sumatoria de los costos directos, indirectos y de administración central, con un rango entre el 3% y el 20%. Este costo fluctúa en la medida en que se comporta la oferta y la demanda del sector construcción.

Costos de operación

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

- Movilización y desmovilización.
- Equipo liviano y herramientas.
- Alquileres de bienes inmuebles.
- Combustibles y lubricantes.
- Señalamiento preventivo.
- Seguridad, protección e higiene ocupacional.
- Medidas de mitigación de impacto ambiental.
- Costos por servicios especializados.

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

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

Costos imprevistos

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

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

Costos de administración central

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

Impuestos

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

5.7.8 Criterios considerados para la elaboración de presupuesto

Mano de obra

Algunos de los precios se tomaron de las normas establecidas por el FISE 2012. Y como en años anteriores se realizó un reajuste al salario del 13% en el sector de la construcción, se le aumentó este porcentaje al salario. Otros se calcularon como un porcentaje del precio de los materiales, 30%.

Transporte

- Se cotizó a un conductor de camión en cuanto realiza un viaje al barrio Las piedrecitas sector 2.
- Utilización de equipos y herramientas. Se calcularon como un porcentaje del precio de los materiales 8%.

Impuestos

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

Beneficios del proyecto

El proyecto no tiene razón de ser si no genera beneficios que sean mayores que los costos que implican conseguirlos. Más aun, todo costo que se aplique en un proyecto debe ser consistente con los objetivos establecidos, los cuales se concentran en beneficios. Sin embargo, el análisis de beneficios es una materia compleja en tanto surgen dificultades en varios planos tales como: la identificación, en la medición o cuantificación, en el momento en que se producen, en los beneficiarios que se apropian de los beneficios.

Identificación de beneficios

Los beneficios del proyecto están en estrecha relación con los problemas detectados, y son los que dan origen a los objetivos planteados en el proyecto.

Beneficios:

- a) Disminución de tiempo ocupado en acarreo de agua.
- b) Mejorar el abastecimiento de servicios sanitarios para reducir las enfermedades que derivan de la falta de agua o del empleo de aguas infectadas.
- c) Aumento de la cantidad de agua disponible, satisfacer el crecimiento de la demanda de agua.

- d) Acceso a agua potable segura y limpia, acrecentando el bienestar económico y social, y mejorando la efectividad económica en el aprovechamiento de los servicios.
- e) Aumento en la continuidad de la disponibilidad de agua.
- f) Beneficios para la salud pública.
- g) Incremento en el valor de la propiedad.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

1. El estudio y diseño del mini acueducto por bombeo eléctrico para el “Barrio Las Piedrecitas sector – 2”, se ha efectuado adoptando las “NORMAS TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO Y POTABILIZACIÓN DEL AGUA (NTON 09 003-99)”, emitidas por el INAA.
2. Según los análisis de la calidad del agua, está cumple con los requisitos de las normas del INAA (NTON 09 003-99) por lo tanto este cumplirá satisfactoriamente con los requisitos; por consiguiente, el tratamiento que requiere es desinfección por cloro.
3. Por medio del estudio socioeconómico realizado en el barrio, se puede comprobar la necesidad del proyecto, la capacidad económica, la disposición de la población para comprometerse a pagar por el mantenimiento y operación del sistema.
4. Para la población de diseño se utilizó el método de saturación de habitantes por viviendas, ya que está comprobado que en el barrio no existe espacios apropiado para futuras expansiones.
5. En el diseño hidráulico de la red de distribución del “Barrio Las Piedrecitas sector – 2”, se tomó para proceso de cálculo los trabajos topográficos, la población de diseño, las demandas de consumo por área tributaria y las normas de diseño (NTON 03 003-99). Usando el software EPANET 2.0 para la condición de consumo máximo hora se obtendrá en diseño definitivo de la red de distribución.
6. Se elaboraron los planos topográficos con el fin de estudiar el terreno y evaluar la mejor posición tanto para el tanque de almacenamiento como para las tuberías, además de realizar las especificaciones técnicas pertinente para el proyecto.
7. Se elaboró un presupuesto para determinar los costos directos e indirectos de la obra.

Recomendaciones

1. Capacitar a la población en cuanto a la administración, buen uso y mantenimiento del nuevo sistema del agua potable, así como campañas de educación ambiental basadas en el buen uso del agua.
2. Incentivar a la reforestación y más en los alrededores de la fuente.
3. Que ENACAL preste el debido mantenimiento al sistema, para que posea la correcta funcionalidad en el período para el que ha sido diseñado.
4. Se deberá consumir el agua principalmente para las necesidades humanas y actividades domésticas, no utilizar el agua para actividades no consideradas durante el diseño.

Bibliografía

- 1- Conagua, México, “Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento”.
- 2- Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillado (INAA) (2001), “Diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural” (NTON 09001-99).
- 3- Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillado (INAA), “Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua” (NTON 09003-99).
- 4- Instituto Nicaragüense de Estadística y Censos (INEC), VIII censo de población y IV de vivienda, (2005).
- 5- López Cualla, Ricardo Alfredo, 2.^a ed. (2003), “Elementos de diseño para acueductos y alcantarillado” (ISBN 958-8060-36-2).
- 6- Organización Panamericana de la Salud (OPS-OMS) (2004), “Análisis sectorial de agua potable y saneamiento de Nicaragua”.

Anexos

Anexo no. 1

Presupuesto estimado de la obra

ETAPA	SUB ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA Y SUB ETAPA	U/M	CANTIDAD	MANO DE OBRA	PRECIO DE VENTA MATERIAL	COSTO TOTAL
1		PRELIMINAR					C\$ 105,267.09
	1.1	LIMPIEZA INICIAL					C\$ 59,563.97
		LIMPIEZA MANUAL INICIAL	M ²	2443.65	C\$ 23,825.59	C\$ 24.38	C\$ 59,563.97
	1.2	TRAZO Y NIVELACIÓN					C\$ 45,703.13
		TRAZO DE EJE DE TUBERIA DE AGUA POTABLE(INCL. ESTACAS DE MADERA) (NO INCL. EQUIPO DE TOPOGRAFIA)	ML	2343.75	C\$ 18,281.25	C\$ 19.50	C\$ 45,703.13
2		LINEA DE CONDUCCIÓN					C\$ 170,269.11
	2.1	TUBERIA DE 3" DE DIAMETRO					C\$ 65,016.87
		EXCAVACIONES PARA TUBERÍAS	M ³	305.89	C\$ 23,801.30	C\$ 24.32	C\$ 37,190.87
		TUBERIA DE PVC Diám.=3" (SDR-26) (NO INCL. EXCAVACION) (JUNTA CEMENTADA)	C/U	40.00	C\$ 14,116.80	C\$ 220.00	C\$ 26,446.00
		CODO LISO PVC DE 45° POR 3" DE DIAMETRO	C/U	4.00		C\$ 45.00	C\$ 180.00
		PEGAMENTO PVC EN HUMEDO 1/4 DE GALÓN	C/U	4.00		C\$ 300.00	C\$ 1,200.00
	2.2	VALVULAS Y ACCESORIOS					C\$ 105,252.24
		BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO PARA ACCESORIOS MENORES A 6"	C/U	36	C\$ 1,368.00	C\$ 169.59	C\$ 6,105.27
		VALVULA DE CHECK DE HIERRO FUNDIDO Diám.=3" EXTREMOS BRIDADOS	C/U	4	C\$ 3,955.85	C\$ 17,654.64	C\$ 70,618.54
		VALVULA DE AIRE Y VACIO DE PLASTICO Diám.=1" CON Diám. de salida lateral=3.8" (NO INCL. EXCAVACION)	C/U	2	C\$ 1,121.53	C\$ 7,507.95	C\$ 15,015.91
		CAJA PARA PROTECCION DE VALVULA HECHA DE TUBO DE PVC Diám.= 6"(SDR-41)(NO INCL. E)	C/U	2	C\$ 402.74	C\$ 1,644.68	C\$ 3,289.36
		CAJA PARA PROTECCION DE VALVULA HECHA DE TUBO DE PVC Diám.= 8"(SDR-41)(NO INCL. E)	C/U	4	C\$ 1,007.29	C\$ 2,555.79	C\$ 10,223.16
3		RED DE DISTRIBUCIÓN					C\$ 675,377.55
	3.1	INSTALACIÓN DE TUBERIA					C\$ 675,377.55
		RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL	M ³	2,740.88	C\$ 142,169.45	C\$ 16.21	C\$ 222,141.47
		EXCAVACIÓN PARA TUBERÍAS	M ³	2,740.88	C\$ 213,267.87	C\$ 24.32	C\$ 279,926.07
		TUBERIA DE PVC Diám.=2" (SDR-26) CON EMPAQUE ELASTOMERICA (NO INCL. EXCAVACION)	C/U	355.00	C\$ 126,540.00	C\$ 120.00	C\$ 169,140.00
		CODO LISO PVC DE 45° POR 2" DE DIAMETRO	C/U	15		C\$ 20.00	C\$ 300.00
		TEE LISA PVC DE 2" DE DIAMETRO	C/U	8		C\$ 35.00	C\$ 280.00
		CRUZ LISA PVC DE 2" DE DIAMETRO	C/U	1		C\$ 90.00	C\$ 90.00
		BLOQUES DE REACCIÓN DE CONCRETO DE 3,000 PSI SIN REFUERZO (INCLUYE EXCAVACIÓN, FORMALETA Y RELLENO)	C/U	10.00		C\$ 350.00	C\$ 3,500.00
4		TANQUE DE ALMACENAMIENTO					C\$ 1,616,405.36
	4.1	MOVIMIENTO DE TIERRA PARA TANQUE DE ALMACENAMIENTO					C\$ 15,648.92
		EXPLOTACIÓN O CORTE (MANUAL) EN BANCO DE PRESTAMO	M ³	20	C\$ 120.92	C\$ 181.25	C\$ 3,776.16
		RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL	M ³	20	C\$ 84.90	C\$ 187.50	C\$ 3,856.12
		REVESTIMIENTO DE MATERIAL SELECTO, ESPESOR= 0.25m (INCL. ACARREO DE MATERIAL @ 2 KMS)	M ³	9	C\$ 159.90	C\$ 332.23	C\$ 3,189.90
		EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NATURAL	M ³	18	C\$ 94.62	C\$ 187.50	C\$ 3,493.27
		ACARREO MANUAL DE TIERRA SUELTA CON CARRETILLA A DIST. = DE 0 a 20m	M ³	9	C\$ 76.78	C\$ 137.50	C\$ 1,333.47

4.2	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE MAMPOSTERIA						C\$ 1,600,756.44
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CONCRETO CICLOPEO DE 50,650 LITROS (INCLUYE PINTURA)	C/U	1	C\$ 715,442.00	C\$ 529,986.97	C\$ 1,424,289.47	
	VALVULA DE PASE DE GAVETA DE BRONCE DIAM.=2" CON PROTECTOR DE TUBO DE HIERRO GALVANISADO (INCL. EXCAVACIÓN)	C/U	3	C\$ 3,887.39	C\$ 9,231.68	C\$ 32,554.27	
	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO DIAM.=2" (NO INCLUYE EXCAVACIÓN)	ML	12	C\$ 572.27	C\$ 1,335.73	C\$ 16,744.08	
	CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO DE 2500 PSI DE 0.80m X 0.80m H=0.60m	C/U	2	C\$ 2,304.25	C\$ 5,163.96	C\$ 13,208.24	
	REPIRADERO DE TUBO DE HG DIAM= 3" (INCL. ACCESORIOS)	C/U	1	C\$ 983.88	C\$ 3,748.85	C\$ 4,978.69	
	CODO HG DE 3" X 90°	C/U	4	C\$ 395.40	C\$ 931.05	C\$ 4,218.46	
	IMPERMEABILIZACIÓN DE PAREDES DE TANQUE DE CONCRETO CICLOPEO CON SIKADUR -32T	M²	74.68	C\$ 482.84	C\$ 1,201.83	C\$ 90,356.05	
	PINTURA DE ACEITE PARA PAREDES EXTERIOR DE TANQUE	M²	125.68	C\$ 83.39	C\$ 113.80	C\$ 14,407.18	
5	FUENTE Y OBRA DE TOMA						C\$ 1,085,401.56
5.1	OBRAS DE CAPTACIÓN Y ESTACIÓN DE BOMBEO						C\$ 150,135.75
	OBRA DE CAPTACIÓN Y ESTACIÓN DE BOMBEO	C/U	2	C\$ 81,155.00	C\$ 24,346.00	C\$ 150,135.75	
5.2	CASETA DE CONTROL						C\$ 383,208.14
	CASETA DE MAMPOSTERIA CONFINADA + CUBIERTA TECHO. AREA 2.15m X 3.15m, CONTROLES ELECTRICOS Y CLORACIÓN	C/U	1	C\$ 150,582.22	C\$ 194,980.37	C\$ 383,208.14	
5.3	INSTALACIONES ELECTRICAS						C\$ 552,057.67
	PANEL ELECTRICO AUTOMATICO CON LOGO CON PROGRAMA DE TRABAJO INTEGRADO CON TODAS SUS PROTECCIONES PARA EQUIPO DE BOMBEO DE 10 HP 230 VOLTIOS TRIFASICO.	C/U	1		C\$ 104,432.25	C\$ 104,432.25	
	VARIADOR DE FRECUENCIA TRIFASICO 230V DE 20 HP	C/U	1		C\$ 234,838.68	C\$ 234,838.68	
	BANCO DE TRANSFORMADOR DE 1 X 25 KVA 120/240V /14.4KV (INCLUYE ESTRUCTURA),	C/U	1		C\$ 102,534.33	C\$ 102,534.33	
	POSTE DE CONCRETO CONICO, DE 40 PIES 300DAN. (NO INCL. ESTRUCTURA ELECTRICA)	C/U	2		C\$ 50,420.20	C\$ 100,840.40	
	CABLE ACSR # 1/0 (LINEA PRIMARIA)	ML	40		C\$ 172.47	C\$ 6,898.96	
	CABLE TRIPLE # 1/0 X3 (ACOMETIDA)	ML	20		C\$ 125.65	C\$ 2,513.07	
6	CONEXIONES						C\$ 110,847.16
6.1	CONEXIONES DOMICILIARES						C\$ 110,847.16
	CONEXION DOMICILIAR CON ABRAZADERA o SILLETA LISA DE PVC DE 2" x 1/2" PARA AGUA POTABLE(NO INCL. MEDIDOR)(NO INCL. EXC.	C/U	120	C\$ 7,644.95	C\$ 426.48	C\$ 60,734.36	
	CONEXION DOMICILIAR CON Tee PVC DE 1 1/2"x1/2" PARA AGUA POTABLE(NO INCL. MEDIDOR)(NO INCL. EXC.	C/U	120	C\$ 6,307.96	C\$ 351.90	C\$ 50,112.80	
7	PLANTA DE PURIFICACIÓN						C\$ 113,937.38
7.1	EQUIPO DE CLORACIÓN (COMPLETO)						C\$ 113,937.38
	CLORADOR (DOSIFICADOR DE CLORO) PARA AGUA POTABLE	C/U	1		C\$ 105,742.27	C\$ 105,742.27	
	CAJA DE REGISTRO DE LADRILLO CUARTERON 2" X 6" X 12" DE 0.60M, H=0.80	C/U	1		C\$ 8,195.11	C\$ 8,195.11	
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO DE AGUA POTABLE						C\$ 3,877,505.22
	COSTOS INDIRECTOS DE OPERACIÓN (15%)						C\$ 581,625.78
	IVA (15%)						C\$ 581,625.78
	IMPUESTOS MUNICIPALES (1%)						C\$ 38,775.05
	IMPREVISTOS (10%)						C\$ 387,750.52
	ADMINISTRACIÓN Y UTILIDADES (15%)						C\$ 581,625.78
	COSTO TOTAL DE LA OBRA						C\$ 6,048,908.14

Anexo no. 2

Fotografías del proyecto

1. Aforo del agua



2. Caseta de bombeo



3. Caseta de bombeo y pozo



4. Fotografía del sitio del proyecto



Anexo no. 3
Calidad del agua



LABORATORIOS QUÍMICOS, LAQUISA



LAQUISA-RT-FM-068-E

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente: Jaime Corriol
Dirección: Matagalpa
Nombre de muestra: 1-Muestra de agua en 1 galón
Descripción muestra: Agua
Fecha ingreso: 2020/09/03
Ref. laboratorio: AG-1070-20
Número de muestreo:

Lugar de muestreo: Matagalpa
Municipio/Depto.: Matagalpa / Matagalpa
Fecha muestreo: 2020/09/01
Fecha de realización de ensayo: 2020/09/04-2020/09/23
Fecha de emisión: 2020/09/23
Muestreado por: Cliente

Análisis	Método	Unidad	Resultado
Sodio	ISO 11885 Second Edition 2007-08 -01	mg/l	53,94
Potasio	ISO 11885 Second Edition 2007-08 -01	mg/l	0,80
Calcio	ISO 11885 Second Edition 2007-08 -01	mg/l	85,41
Magnesio	ISO 11885 Second Edition 2007-08 -01	mg/l	14,29
Carbonatos	SMEWW 2320 B	mg/l	ND (<2,4)
Bicarbonatos	SMEWW 2320 B	mg/l	418,92
*Sulfatos	SMEWW 4500 SO4 E	mg/l	1,12
Cloruros	SMEWW 4500 Cl B	mg/l	32,29
*pH	SMEWW 4500 H B	-	6,9
*Conductividad Eléctrica	SMEWW 2510 B	μS/cm	785,0
*Nitritos	SMEWW 4500 NO2 B	mg/l	NC (<0,016)
Nitratos	NMX-AA-079-SCFI-2001	mg/l	15,88

LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida y el cliente de la información proporcionada.

Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado por LAQUISA

ND: No Detectado.

NC: No Cuantificado.

Lic. Benito Zapata Amaya
Director Ejecutivo

Lic. Manuel Antonio Solórzano Paredes
Responsable Técnico

Página 1 de 2

*Los ensayos dentro del alcance de la acreditación LE-010-11-R1 son: Agua: pH, Conductividad eléctrica, Cobre, Cianuro, Sodio, Potasio, Calcio, Magnesio, Sulfatos, Nitritos, Coliformes Totales y Coliformes Fecales, Suelo: Bases Intercambiables(Sodio, Potasio, Calcio, Magnesio), Alimentos: Proteína en Maíz, Humedad en Granos y Aflatoxinas en Maní.

Este informe electrónico es emitido al cliente con carácter informativo, el informe oficial es impreso en hoja de papel tamaño carta, membretado, sellado y con firma manuscrita. El cliente es responsable de garantizar la no alteración del mismo.

Km 83 Carretera Managua-León

recepcionlaquisa@gmail.com / resultadoslaquisa@gmail.com

2310 - 2583 / 8854 - 2550



LABORATORIOS QUÍMICOS, LAQUISA



LAQUISA-RT-FM-068-E

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente: Jaime Corriol
Dirección: Matagalpa
Nombre de muestra: 1-Muestra de agua en 1 galón
Descripción muestra: Agua
Fecha ingreso: 2020/09/03
Ref. laboratorio: AG-1070-20
Número de muestreo:

Lugar de muestreo: Matagalpa
Municipio/Depto.: Matagalpa / Matagalpa
Fecha muestreo: 2020/09/01
Fecha de realización de ensayo: 2020/09/04-2020/09/23
Fecha de emisión: 2020/09/23
Muestreado por: Cliente

Análisis	Método	Unidad	Resultado
Fosfatos	SMEWW 4500-P E	mg/l	ND (<0,06)
Dureza Como Carbonato de Calcio	SMEWW 2340 C	mg/l	272,27
Fluoruros	SMEWW 4500 F- D	mg/l	NC (<0,3)
Color Verdadero	SMEWW 2120 C	Pt.Co	10,00
Turbidez	SMEWW 2130 B	UNT	ND (<0,05)
Sólidos Disueltos	SMEWW 2540 C	mg/l	543,4
Temperatura	SMEWW 2550 B	°C	24,10
Alcalinidad Total como (CaCO ₃)	SMEWW 2320 B	mg/l	343,38
Hierro Total	ISO 11885 Second Edition 2007-08 -01	mg/l	0,09
Boro Total	ISO 11885 Second Edition 2007-08 -01	mg/l	ND (<0,005)
Silice	SMEWW 4500 C	mg/l	22,63
Balance Iónico	SMEWW 1030 E	mg/l	0,24

LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida y el cliente de la información proporcionada.

Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado por LAQUISA

ND: No Detectado.

NC: No Cuantificado.

Lic. Benito Zapata Amaya
Director Ejecutivo

Lic. Manuel Antonio Solórzano Paredes
Responsable Técnico



LABORATORIOS QUÍMICOS, LAQUISA



LAQUISA-RT-FM-068-E

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente: Jaime Corriol
Dirección: Matagalpa
Nombre de muestra: 2- Muestra de agua 2 envase
Descripción muestra: Agua
Fecha ingreso: 2020/09/03
Ref. laboratorio: MC-1543-20
Número de muestreo:

Lugar de muestreo: Matagalpa
Municipio/Depto.: Matagalpa / Matagalpa
Fecha muestreo: 2020/09/01
Fecha de realización de ensayo: 2020/09/04-2020/09/18
Fecha de emisión: 2020/09/18
Muestreado por: Cliente

Análisis	Método	Unidad	Resultado
Recuento de Aerobios	SMEWW 9215 B	UFC/ml	ND(<2)
Recuento de Hongos y Levaduras	SMEWW 9250 B	UFC/ml	ND(<2)
*Coliformes Totales	SMEWW 9221 B	NMP/100 ml	ND(<2)
*Coliformes Fecales	SMEWW 9221 E	NMP/100 ml	ND(<2)
Escherichia Coli	SMEWW 9221 F	Presencia - Ausencia/100 ml	Ausencia
Salmonella sp.	SMEWW 9260 B	Presencia - Ausencia/100 ml	Ausencia

LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida y el cliente de la información proporcionada.

Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado por LAQUISA

ND: No Detectado.

Lic. Benito Zapata Amaya
Director Ejecutivo

Lic. Félix Antonio Jirón Cantillo
Responsable de Bacteriología

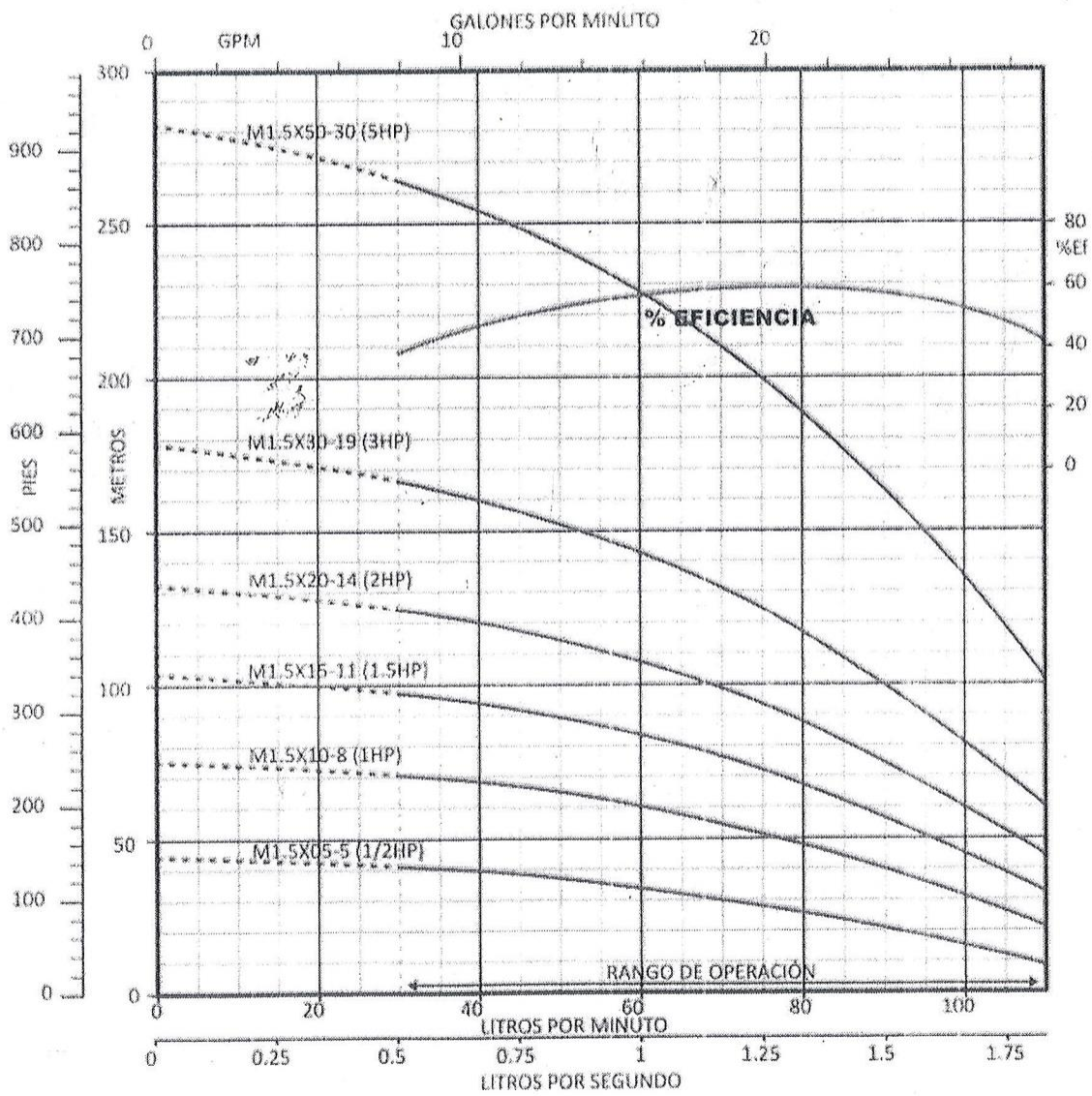
Anexo no. 4

Ficha técnica de la bomba actual

Bomba sumergible con Motor Franklin 2 HP

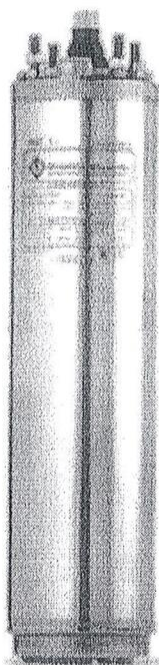
Las bombas sumergibles aqua pak con motor franklin de 2 HP es para trabajos continuos y muy confiables. La bomba sumergible cuenta con cuerpo de acero inoxidable y una camisa que protege el cuerpo hidráulico. Las bombas de agua de pozo profundo es útil para sus aplicaciones en:

- Pozos profundos
- Sistemas de riego
- Suministro de agua a presión
- Voltaje a 220V / 1F



Ficha Técnica

Descarga	1.25"
Fases	1F
Modelo	M1.5X20-14
Motor	Franklin de 4"
Potencia	2 HP
Voltaje	220V



Anexo no. 5

Planos del área de estudio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION** hace constar que:

GUIDO MARTÍNEZ JOSÉ DANIEL

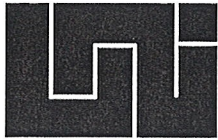
Carne: **2012-42851** Turno **Diurno** Plan de Estudios **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERIA CIVIL**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los treinta días del mes de octubre del año dos mil veinte.

Atentamente,



Dr. Francisco Efraín Chamorro Blandón
Secretario de Facultad



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
SECRETARIA ACADEMICA**

**HOJA DE MATRICULA
AÑO ACADEMICO 2020**

No. Recibo **657**

No. Inscripción **1106**

NOMBRES Y APELLIDOS: José Daniel Guido Martínez

CARRERA: INGENIERIA CIVIL

CARNET: 2012-42851

TURNO:

PLAN DE ESTUDIO: 2015

SEMESTRE: SEGUNDO SEMESTRE
2020

FECHA: 29/10/2020

No.	ASIGNATURA	GRUPO	AULA	CRED.	F	R
1	ULTIMA LINEA					

F:Frecuencia de Inscripciones de Asignatura R: Retiro de Asignatura.

AJIMENEZ

GRABADOR

FIRMA Y SELLO DEL
FUNCIONARIO

FIRMA DEL
ESTUDIANTE

cc:ORIGINAL:ESTUDIANTE - COPIA:EXPEDIENTE.

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 26-ene-2015



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
SOLVENCIA ECONOMICA

Fecha: 17 de Agosto 2020

Nombre del Estudiante: Jose Daniel Guido Martinez

Numero de Carnet: 2012-42851

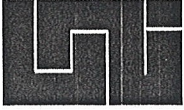
Carrera: Ingenieria Civil

Taller Monografico: Servicios Monograficos UNI-RUACS



Firma y Sello

Ing. Lester Lara Corea
Delegado Administrativo FTC



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION** hace constar que:

GUIDO MARTÍNEZ MARCO ANTONIO

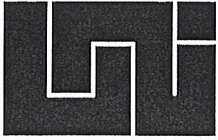
Carne: **2010-34244** Turno **Diurno** Plan de Estudios **97** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERIA CIVIL**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los treinta días del mes de octubre del año dos mil veinte.

Atentamente,

Dr. Francisco Efraín Chamorro Blandón
Secretario de Facultad





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
SECRETARIA ACADEMICA**

**HOJA DE MATRICULA
AÑO ACADEMICO 2020**

No. Recibo **656**

No. Inscripción **1105**

NOMBRES Y APELLIDOS: Marco Antonio Guido Martínez

CARRERA: INGENIERIA CIVIL

CARNET: 2010-34244

TURNO:

PLAN DE ESTUDIO: 97

SEMESTRE: SEGUNDO SEMESTRE **FECHA: 29/10/2020**
2020

No.	ASIGNATURA	GRUPO	AULA	CRED.	F	R
1	ULTIMA LINEA					

F:Frecuencia de Inscripciones de Asignatura R: Retiro de Asignatura.

AJIMENEZ

GRABADOR

FIRMA Y SELLO DEL
FUNCIONARIO

FIRMA DEL
ESTUDIANTE

cc:ORIGINAL:ESTUDIANTE - COPIA:EXPEDIENTE.

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 26-ene-2015





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
SOLVENCIA ECONOMICA

Fecha: 17 de Agosto 2020

Nombre del Estudiante: Marco Antonio Guido Martinez

Numero de Carnet: 2010-34244

Carrera: Ingenieria Civil

Taller Monografico: Servicios Monograficos UNI-RUACS



Firma y Sello
Ing. Lester Lara Corea
Delegado Administrativo FTC