



***Universidad de las Regiones Autónomas de la
Costa Caribe Nicaragüense
(URACCAN)***

**“Diseño Hidráulico del Sistema de Agua Potable en la
Comunidad Caño Azul de Santa Elena del Municipio de
Bluefields”.**

Proyecto para optar al título de Ingeniero Civil

Autor:

Vincent Earl Downs Hilton

Tutor del proyecto:

Ing. Mario Javier Limas

Bluefields, Nicaragua 25 de noviembre del 2022

**Universidad de las Regiones Autónomas de la
Costa Caribe Nicaragüense
(URACCAN)**

**“Diseño Hidráulico del Sistema de Agua Potable en la Comunidad Caño
Azul de Santa Elena del Municipio de Bluefields”.**

Proyecto para optar al título de Ingeniero Civil.

Autor:

Vincent Earl Downs Hilton

Tutor del proyecto:

Ing. Mario Javier Limas

Bluefields, Nicaragua 25 de noviembre del 2022

Dedico este proyecto monográfico a nuestro Padre celestial por estar siempre a mi lado, por darme la vida, las fuerzas, la salud, por no dejar que me desviara del camino que me impulsaría a mi futuro, por bendecir mis pasos y por fortalecerme con conocimientos y sabiduría para lograr culminar mi carrera y por darles la inmensa fuerza y salud a mi familia.

A mis padres, Joseph Downs Levy, a mi madre Karen Hilton Wilson, que a lo largo de mi vida siempre han puesto su confianza en mí apoyando cada una de mis decisiones demostrado así su amor incondicional, siempre han sido mi fuente de inspiración y motivación para culminar la carrera de Ingeniería Civil, la cual era mi petición desde que estaba en la secundaria. Gracias le doy a Dios por los padres que tengo.

A mi Abuela (q.e.p.d) una de las personas más importantes para mí, que, aunque sé que no va a estar presente cuando obtenga mi título, le agradezco a Dios por el tiempo que me regalo estar junto a ella.

A mi hermana, mi amiga, mi cómplice le doy las gracias por todas las palabras de aliento para seguir adelante y por su apoyo incondicional.

Agradecimientos

Primeramente, a Dios nuestro señor, por haberme dado la sabiduría y el conocimiento, pero sobre todo por el tiempo de vida que me ha concedido para llegar a realizar la culminación de mi carrera profesional.

A mis padres y familiares por el apoyo que me brindaron, por la confianza que me dieron, por el amor que demostraron y sobre todo por sus consejos ya que gracias a ellos fui guiado por buen camino y pude alcanzar una de mis principales metas.

A todas las personas que se vieron involucradas para la realización de este trabajo monográfico (docentes, amistades, líderes y población en general de la comunidad objeto del proyecto), por la información que me brindaron, las experiencias vividas y los consejos recibidos, el apoyo y acompañamiento hasta el final a todos Dios los bendiga y les dé en abundancia para que siempre puedan ayudar a las personas que lo necesiten.

Índice General.

Agradecimientos	5
Lista de abreviaturas, unidades de medida y diversas.....	12
1. Acrónimos	12
2. Unidades de medida	13
3. Diversas	14
I. Introducción	17
II. Objetivos	19
Objetivo General	19
Objetivos Específicos.....	19
III. Capítulos principales del Documentos del Proyecto.....	20
3.1 Diseño Metodológico	20
3.2 Pre factibilidad	20
3.1. Factibilidad	21
IV. Contexto del Proyecto.....	22
4.1 Análisis del problema	22
V. Descripción del entorno	25
5.1. Vías de acceso	25
5.2. Transporte	25
5.3. Energía eléctrica	26
5.4 Descripción de la entidad dueña del proyecto	26
5.4.1 Dirección de proyectos de la Alcaldía de Bluefields.....	26
VI. DISEÑO DEL PROYECTO	30
6.1. Descripción del proyecto.....	30
VII. Estudio del suelo	31
VIII. Diseño arquitectónico	31
IX. Estudio de la población y demanda o estudio de diseño.....	31
9.1. Proyección de la población	31
9.2. Tasa de crecimiento	32
9.3. Diseño poblacional	32
9.4. Tipo de sistema	33
9.5. Cobertura de sistema	33

9.6.	Dotaciones.....	33
9.7.	Variación de consumo de agua potable.....	33
9.8.	Pérdidas del agua	34
9.9.	Demanda	34
9.10.	Fuente de abastecimiento.....	35
9.11.	Aforo método volumétrico.....	37
9.12.	Captación.....	38
9.13.	Tratamiento.....	38
9.14.	Filtro Lento Ascendente	39
9.15.	Desinfección	40
9.16.	Sistema de cloración.	41
9.16.1.	El hipoclorito de calcio.	41
9.16.2.	El sistema de dosificación de cloro	42
9.16.3.	El clorinador posee un regulador para entregar	42
9.17.	Pasos para Asegurar un Buen Proceso de Desinfección	42
9.18.	Pozo húmedo	44
9.19.	Bombeo	44
9.19.1	Diseño hidráulico del equipo de bombeo	44
9.19.1.1	Líneas de conducción por bombeo o por impulsión	44
9.19.1.2	Golpe de ariete.....	45
9.19.1.3	Cálculo de la celeridad	46
9.19.1.4	El tiempo de cierre	46
9.20	Almacenamiento	47
9.20.1	Volumen compensador.	47
9.20.2	Reserva para eventualidades y/o emergencias.	48
9.20.3	Reserva para combatir incendios.	48
9.20.4	Dimensionamiento del tanque de almacenamiento.....	48
X.	Análisis hidráulico de la red de distribución	49
10.1.	Cobertura de tuberías	49
10.2.	Línea de conducción.....	49
10.3.	Red de distribución	50
10.4.	Análisis hidráulico.....	51

XI.	EPANET 2.00	53
	<i>Figura 3</i>	53
	<i>Red con el etiquetado de nodos, se muestra a continuación</i>	53
XII.	Calculo para la carga total dinámica y de la bomba.....	68
XIII.	Conexiones domiciliarias.....	72
XIV.	Tarifa de pago de agua	72
➤	Pasos para el cálculo de tarifas en Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico MABE.	73
XV.	Aspectos ambientales y legales del proyecto	80
15.1.	Marco Legal	81
XVI.	Medidas de Reducción, Mitigación o Compensación Identificadas.....	86
XVII.	Presupuesto del Proyecto.	90
	<i>Tabla 24</i>	90
XVIII.	Cronograma de Ejecucion.	96
XIX.	Planos.	97
XX.	Conclusiones.....	98
XXI.	Recomendaciones	100
	A la Alcaldia de Bluefields.	100
XXII.	Bibliografía	101
XXIII.	Anexo.....	103

Índice de Tabla

Tabla 1	25
Transporte	25
Tabla 2	35
Demanda poblacional.	35
Tabla 3	36
Parámetros físicos químicos.....	36
Tabla 4	37
Muestras de aforo por método volumétrico.	37
Tabla 5	50
Tuberías de conducción	50
Tabla 6.	51
Tuberías de distribución.....	51
Tabla 10.....	60
Presiones y las velocidades	60
Tabla 11	63
Presiones y Velocidades	63
Tabla 12.....	66
Presiones y las velocidades	66
Tabla 12.....	69
Resultados de la curva de la bomba.....	69
Tabla 13.....	70
Resultados de la curva de la bomba.....	70
Tabla 14.....	74
Pago de salarios de los funcionarios del sistema.....	74
Tabla 15.....	75
Pago mensual de energía eléctrica	75
Tabla 16.....	75
Pago de productos químicos mensuales.....	75
Tabla 17.....	76
Gastos administrativos anuales	76
Tabla 18.....	76

Gastos de Mantenimiento Anual	76
Tabla 19.....	77
Costos de reposición de los activos fijos RAF.....	77
Tabla 20.....	78
Volumen Anual de Agua Facturada (V)	78
Tabla. 21	81
Leyes, normas y decretos del aspecto ambiental	81
Tabla. 22	84
Factores e indicadores de la vulnerabilidad de la zona	84
Fuente: elaboración propia (2021).....	85
Tabla. 23	86
Medidas de mitigación	86
Tabla 24	90
Costo y Presupuesto.....	90
Fuente: Elaboración propia (2021).....	94

Índice de Figura

Figura 1.....	23
Mapa de Macro localización de la Comunidad de Caño Azul de Santa Elena.....	23
Figura 2.....	24
Mapa de la Micro localización del proyecto.	24
Figura 3.....	53
Red con el etiquetado de nodos, se muestra a continuación.....	53
Figura 4.....	54
Diámetro de tubería.....	54
Figura 4.1.....	55
Diámetro de la tubería	55
Fuente: Elaboración propia con el software EPANET2.00. (2021)	55
Esquema 5	56
Longitudes de la tubería.....	56
Figura 5.1.....	57
Longitudes de la Tubería	57
Figura 6.....	58
Velocidades y presiones del consumo mínimo	58
Figura 6.1.....	59
Velocidades y presiones en las tuberías	59
Figura 7.....	61
Presiones y velocidades del consumo medio.....	61
Figura 7.1.....	62
Velocidades y presiones en las tuberías	62
Figura 8.....	64
Presiones y velocidades del consumo máximo	64
Figura 8.1.....	65
Velocidades y presiones en las tuberías	65
Fuente: Elaboration propia con el software EPANET2.00 (2021)	65
Figura 13.....	71
Curva de rendimiento de la Bomba	71

Lista de abreviaturas, unidades de medida y diversas

1. Acrónimos

ANA.	Autoridad Nacional del Agua.
ASTM.	American Standard for Testing and Materiales.
CAPRE.	Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana
CAPS.	Comités de Agua Potable y Saneamiento.
ENACAL.	Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.
FISE.	Fondo de Inversión Social de Emergencia.
INAA.	Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.
INEC.	Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos.
INETER.	Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales.
MARENA.	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
MINSA.	Ministerio de Salud.
NTON 09-007-19	Normas Técnicas Obligatoria Nicaragüense DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO. AGUA POTABLE.
OMS.	Organización Mundial de la Salud.

.

2. Unidades de medida

Cm	Centímetros
GL:	Galones
Gpm	Galones por minuto
Gppd	Galones por persona por día
Hf	Perdidas friccionantes
HI	Perdidas localizadas
HP	Horse Power
Lppd	Litros por persona por día
Lps	Litros por segundo
Lts	Litros
NPM	Número Más Probable
Mm	Milímetros
m/seg	Metros por segundos
m.c.a.	Metros columna de agua
mg/lt	Milígramos por litro
m. s. n. m.	Metros sobre el nivel del mar
UNT:	Unidades Nefelométrica de Turbidez

3. Diversas

CMD	Consumo Máximo Día
CMH	Consumo Máximo Hora
CPD	Consumo Promedio Diario
CPDT	Consumo Promedio Diario Total
CTD	Carga Total Dinámica
G.A	Golpe de Ariete
H.F	Hierro Fundido
H.G	Hierro Galvanizado
MABE	Mini Acueductos por Bombeo Eléctrico
SAAP	Sistema de Abastecimiento de Agua Potable
TDS	Sólidos Totales Disueltos
EC	Conductividad Eléctrica
PH	Grado de Acidez
T	Temperatura
FE	Hierro

Datos Generales del Proyecto

Proyecto: Agua potable de la comunidad Caño Azul de Santa Elena del Municipio de Bluefields.

Ubicación del proyecto: Caño Azul de Santa Elena está situada en el Municipio de Bluefields de la Región Autónoma de la Costa Caribe sur (R.A.C.C.S) con las coordenadas de latitud 11.998 y longitud -83.910.

Tipo de proyecto: Sistema de Abastecimiento de Agua Potable por Mini Acueducto por bombeo eléctrico.

Beneficiarios: 223 personas serán los beneficiarios directos del proyecto.

Duración del proyecto: De acuerdo al análisis en el programa Project 2013, el proyecto tendrá una duración de 139 días, equivalente a 4.5 meses (iniciando el 06 de junio y finalizando el 21 de septiembre del año 2022).

Costo total del proyecto: Los costos y el presupuesto que se realizaron al finalizar el diseño reflejaron una cantidad de C\$ 5,390,496.94, para realizar este proyecto que brindara mejor calidad de vida a las familias de esta comunidad de Caño Azul de Santa Elena.

Resumen

El trabajo realizado describe de forma detallada el proceso de diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable (SAAP) de la comunidad de Caño Azul de Santa Elena – Bluefields, para un periodo de 20 años (2022-2042), con la finalidad de mejorar la calidad de vida a los habitantes de esta comunidad, brindándoles un servicio de agua segura para el consumo.

El Acueducto está diseñado de acuerdo a las Normas Técnicas Obligatoria Nicaragüense DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO. AGUA POTABLE. NORMA TÉCNICA N°. NTON 09 007-19, aprobada el 28 de septiembre de 2021 Publicada en La Gaceta, Diario Oficial N°. 202 del 03 de noviembre de 2021 a través de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), ente regulador de sector en coordinación con el Nuevo FISE quien monitorea y da seguimiento, a los procesos de formulación, ejecución, supervisión y gestión social de las inversiones públicas que se implementan en el sub sector de agua y saneamiento rural.

El SAAP propuesto es un Mini acueducto por bombeo Eléctrico (MABE) y está configurado básicamente por: Fuente, Línea de conducción, Planta de Tratamiento /Tanque de almacenamiento-Red de Distribución-conexiones Domiciliares.

Este documento cuenta con su Memoria Diseño, y los aspectos técnicos que se consideraron durante la ejecución del diseño tomando en cuenta todo el material que se utilizaron, se dio inicio con el levantamiento de las encuestas y los estudios de las fuentes hídricas cercanas en la zona de esta comunidad, se consideró como un elemento importante el levantamiento topográfico para este proceso, todos estos estudios fueron realizados por Entidades competentes.

I. Introducción

La comunidad de Caño Azul de Santa Elena está situada en el municipio de Bluefields de la Región Autónoma de la Costa Caribe sur (R.A.C.C.S) con las coordenadas de latitud 11.998 y longitud -83.910, al sur de la ciudad de Bluefields a una distancia de 19.3 Km de Bluefields y a 344.8 Km de la capital Managua con un tiempo estimado de 6.10 horas.

Dicha comunidad a través de su historia ha sido afectada con el suministro de agua potable debido a la escasez de un sistema de abastecimiento y una fuente que satisfaga la demanda de la población.

Ante esta problemática presentada se decidió realizar un estudio de Diseño Hidráulico del Sistema de Agua Potable. Este sistema está diseñado en base a las “Normas Técnicas Obligatoria Nicaragüense. Diseño de Sistema de Abastecimiento de Agua Potable” (NTON 09-007-19), el cual cuenta con todas las especificaciones requeridas para la construcción de un sistema de agua potable.

Durante el desarrollo del estudio se encontró una fuente de agua proveniente de un humedal, con el fin de aprovechar los recursos hídricos se realiza el aforo para determinar el valor del caudal y así efectuar el análisis del agua utilizando los instrumentos de campo y de esta forma garantizar la calidad, cantidad y continuidad de este proyecto para un periodo de 20 años (2022-2042); todo esto con el objetivo de solucionar y mejorar las condiciones higiénico-sanitarias de la comunidad.

Este proyecto se realiza con el fin de proveer de información técnica necesaria para la construcción del sistema y contribuir al mejoramiento de la condición de vida de los pobladores, en la obtención de agua segura. Este documento contiene una descripción detallada de las actividades y metodología que conllevara la propuesta

del diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y costo a incurrir para su formulación.

El diseño que se estará proponiendo fue adaptado a las normas basadas en agua con el objetivo de mejorar la calidad de vida de estas familias de Caño Azul de Santa Elena tendrá un costo C\$5,390,496.94 (Cinco millones trescientos noventa mil cuatrocientos noventa y seis córdobas con noventa y cuatro centavos).

II. Objetivos

Objetivo General

Elaborar el Diseño Hidráulico del sistema de agua potable en la comunidad Caño Azul de Santa Elena del Municipio de Bluefields.

Objetivos Específicos

- Efectuar el estudio de oferta y demanda de la comunidad Caño Azul de Santa Elena del Municipio de Bluefields.
- Elaborar un análisis de diseño Hidráulico aplicando las NTON 09-007-19 de agua potable para el sector rural asistido con el software EPANET.
- Elaborar planos, especificaciones y costos de la propuesta de diseño.

III. Capítulos principales del Documentos del Proyecto

3.1 Diseño Metodológico

Fase de campo: Se convocó a los líderes de la comunidad a una reunión para expresarles sobre los estudios que se estarían realizando y que puedan brindar su apoyo en la identificación de fuentes en la zona dentro de un radio de 5 Km, se visitó la fuente que recomendaron, se procedieron hacer los estudios físicos químicos del agua de la fuente y se hizo el aforo por el método volumétrico, con un grupo de estudiantes de la Universidad BICU, trabajadores de la Alcaldía de Bluefields y trabajadores del FISE, posteriormente se completó el levantamiento de todas las casas de la comunidad.

Fase de gabinete: Se digitalizaron las encuestas que se levantaron en la comunidad, donde se conoció cual es la población de estudio, se realizaron los cálculos correspondientes con los datos que se obtuvieron en el campo.

3.2 Pre factibilidad

- Encuesta casa a casa de la comunidad.
- Levantamiento de coordenadas geográficas con GPS.
- Aforos de las fuentes de agua.
- Recolección de la muestra de agua de la fuente seleccionada.
- Elaboración de un croquis de la comunidad.

3.1. Factibilidad

Recolección y verificación de información acerca de:

- La comunidad, la posición geográfica, la vulnerabilidad y situación socioeconómica de la zona.
- Su hidrología y la calidad del agua, elaboración del sistema de tren de tratamiento para la eliminación de microbios y bacterias.
- Las definiciones de las redes de distribución a partir del levantamiento topográfico.
- El análisis y evaluación de las presiones, velocidades y diámetros de las tuberías en las redes de distribución del sistema, mediante el software EPANET.
- La proyección de diseño poblacional respetando las normas y métodos establecidos por ANA mediante la norma NTON 09 007-19.
- Las normativas rurales de sistemas de Abastecimiento de Agua y Saneamiento del ANA.
- La georreferencia y tipo de captación que se realizara en la fuente.
- La elaboración de costos y presupuesto final.
- La presentación de un juego de planos de la captación, tanque de almacenamiento y la red de distribución.

IV. Contexto del Proyecto

4.1 Análisis del problema

La comunidad de Caño Azul de Santa Elena del municipio de Bluefields está en crecimiento poblacional, lo que contribuye a mayor contaminación en el área, ya que las familias no cuenta con un sistema de saneamiento tecnificada y construyen un sistema de letrinas sin revestimiento lo cual perjudica el manto freático drenando sustancias contaminantes (coliformes fecales) en forma de vertiente y escorrentía haciendo que las aguas obtenidas de los pozos no sean aptas para el consumo humano ni para la vida silvestre; se propuso este diseño para dar aporte a la Alcaldía de Bluefields y a la vez esto permitirá poner en práctica la implementación de todos los conocimientos adquiridos en Hidráulica e Ingeniería Sanitaria.

Realizar un sistema de abastecimiento de agua potable (SAAP) en esta comunidad brindara calidad, cantidad y continuidad, ayudando a reducir los diferentes problemas que se genera al no tener un sistema potabilizado. Esta es la forma más adecuada para ayudar a la comunidad brindándole un sistema de calidad a largo plazo, con una durabilidad de 20 años si los pobladores les dan los debidos mantenimientos.

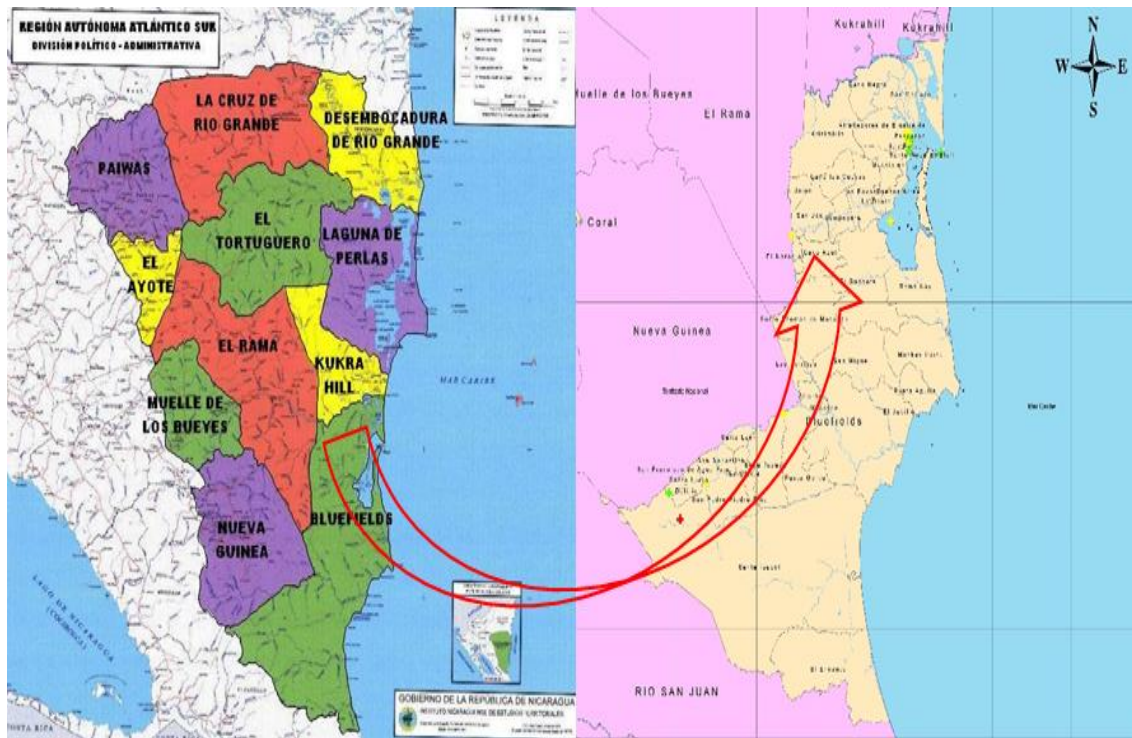
Otro elemento a considerar en el crecimiento de la población viene dado por el incremento de centros recreativos en la zona lo que nos indica que predomine un aumento de la actividad turística, por lo que realizar este sistema de abastecimiento de agua potable generara empleo en esta comunidad mejorando así las condiciones de vida de todas las familias involucradas en el proyecto y visitantes.

4.2 Ubicación geográfica

La Comunidad de Caño Azul de Santa Elena está situada en el Municipio de Bluefields de la Región Autónoma de la Costa Caribe sur (R.A.C.C.S) con las coordenadas de latitud 11.998 y longitud -83.910.

Figura 1

Mapa de Macro localización de la Comunidad de Caño Azul de Santa Elena.



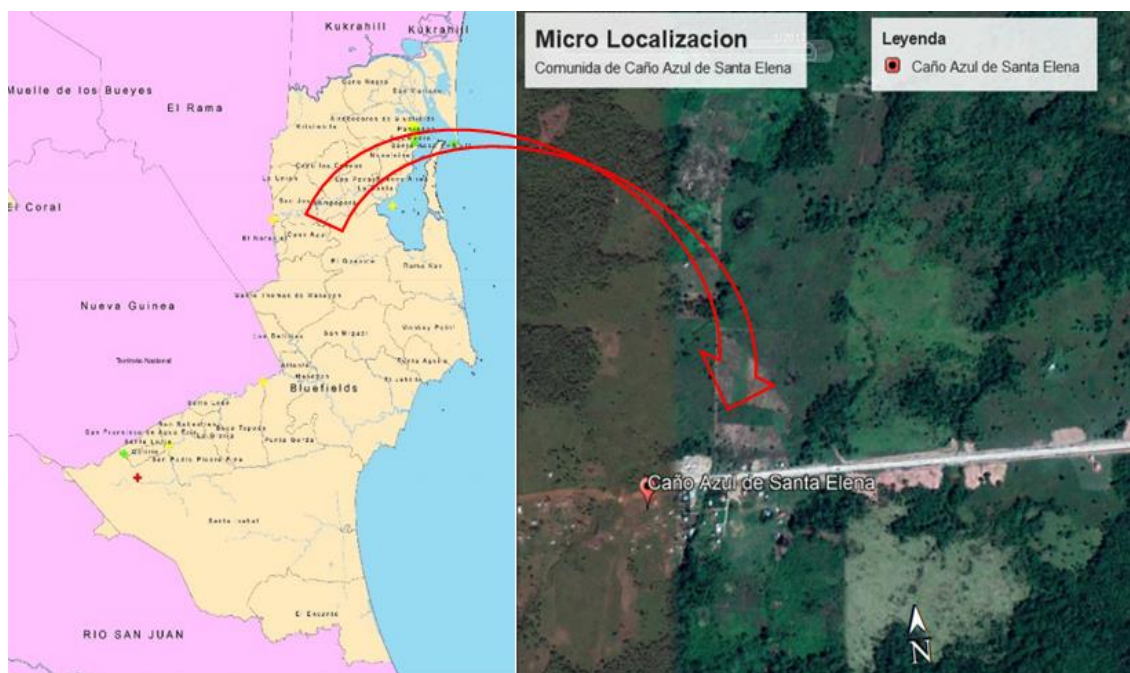
Fuente: Elaboración propia (2021)

Los límites de la comunidad están definidos por las siguientes localidades colindantes:

- Norte: Comunidad de Caño Negro.
- Sur: Comunidad de Punta Gorda.
- Este: Asentamiento Augusto Cesar Sandino y Municipio de Bluefields.
- Oeste: Comunidad San Sebastián.

Figura 2

Mapa de la Micro localización del proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

V. Descripción del entorno

5.1. Vías de acceso

Actualmente la comunidad de Caño Azul de Santa Elena, cuenta con una vía de acceso, una carretera de concreto hidráulico la cual pasa en medio de esta comunidad, esta conecta con el municipio de Bluefields y con el resto del país, por su posición geográfico es beneficiada esta comunidad y otras comunidades aledañas.

En esta comunidad las familias cuentan con calles urbanizadas, 50% de trochas todo tiempo y 50% trocha de verano, en las partes más concentradas las calles son angostas.

5.2. Transporte

Actualmente no hay una ruta de transporte directa que permita llegar específicamente hasta la comunidad, pero existen dos medios de transporte los siete días de la semana que son muy utilizados para la movilización de las personas como son: las rutas de transporte colectivo interurbano y los taxis.

Tabla 1

Transporte

Comunidad	Vía de acceso	Medio de transporte	Desde	Hasta	Distancia (km)	Tiempo (hrs)
Caño Azul de Santa Elena	Terrestre	Vehículo	Managua	Caño Azul de Santa Elena	334.9 km	6.10 hrs
	Terrestre	Vehículo	Bluefields	Caño Azul de Santa Elena	19.3 Km	15 min

Fuente: Elaboración propia (2021)

5.3. Energía eléctrica

La comunidad se encuentra a lo largo de la línea principal del interconectado nacional, por lo que cuenta con el servicio eléctrico las 24 horas del día suministrado por ENATREL-DOSA.

5.4 Descripción de la entidad dueña del proyecto

La Alcaldía del Municipio de Bluefields es la encargada de garantizar la adecuada utilización de los recursos humanos, materiales y financieros para alcanzar los objetivos y metas propuestas por la Dirección Superior.

Dirigir, coordinar y controlar las funciones que realizan los órganos sustantivos y de apoyo que conforman la Alcaldía y orientar las políticas, normas administrativas y financieras a aplicarse en la Alcaldía.

5.4.1 Dirección de proyectos de la Alcaldía de Bluefields

El área de Proyectos, presenta una estructura orgánica con nivel jerárquico de Dirección, conformada por los siguientes: el Departamento de Formulación de proyectos, Departamento de Supervisión de Proyectos; Departamento de Ejecución de Proyectos, atendidas por municipales calificados y con carácter permanente.

Tiene la responsabilidad de coordinar y controlar las actividades destinadas a la formulación, supervisión y ejecución de los proyectos que desarrolla la Alcaldía.

5.4.2 Funciones del Encargado del proyecto

- Elaborar, asegurar y dar seguimiento a los diseños (viales, hidráulicos, estructurales y arquitectónicos) de las obras ejecutadas o licitadas por la Alcaldía.
- Licitación en coordinación con adquisiciones, los proyectos programados a ejecutarse bajo su responsabilidad y apoyar al Comité de Licitación en las evaluaciones.
- Actualizar y revisar los presupuestos y planos constructivos y topográficos de las obras finalizadas por los cambios efectuados durante el desarrollo del proyecto para su correspondiente archivo.
- Dirigir la supervisión de los proyectos para verificar el sitio, el avance y la calidad de la obra.
- Controlar y supervisar la ejecución global de los proyectos de construcción horizontal y vertical con respecto al Plan de Inversiones de la Alcaldía, así como los proyectos con financiamiento externo.
- Lograr que los recursos financieros destinados a proyectos de inversión de la Alcaldía, sean eficientemente administrados, desde la etapa de pre inversión a la de inversión propiamente dicha.
- Presentar proyectos que pueden formar parte del Plan de Inversiones de la Alcaldía.
- Precisar los planes de acción que definan las actividades físicas y financieras a desarrollar mensualmente por cada proyecto en supervisión.
- Administrar los fondos de inversiones asignados, conforme las disposiciones del Departamento de Presupuesto, Seguimiento y Control de Proyectos.
- Analizar las ofertas técnico-económicas presentadas de los proyectos licitados, para determinar su calidad constructiva y si cumple con los gastos financieros adecuados.
- Brindar apoyo a los convenios de cooperación externa.

- Elaborar el Manual de Procedimiento que regule la ejecución de las operaciones del área.

5.5 Población

Los datos presentados provienen de la encuesta realizada a un 100% de la población en el periodo de los meses de diciembre del 2020 a junio del 2021 donde la comunidad cuenta con una población de 223 habitantes, distribuidos en 65 viviendas, para un índice poblacional de 4 habitantes por vivienda.

Los beneficiarios directos: Son las 223 personas de la comunidad Caño Azul de Santa Elena que serán beneficiarias con el proyecto de agua potable.

5.6 Condición del clima.

El Municipio de Bluefields presenta al igual que el resto del Región de la Costa Caribe Sur un clima de bosque húmedo tropical, el cual prevalece en las partes bajas de la Costa Caribe, especialmente al sureste del litoral y es el más húmedo del país.

El régimen lluvioso del municipio de Bluefields oscila entre 2,800 y 4,000 mm anuales, con lluvias durante casi todo el año.

Las temperaturas máximas oscilan entre de 28 °C y 30 °C en todo el año.

5.7 Aspectos socioeconómicos

La comunidad de Caño Azul de Santa Elena está en constante crecimiento económico y es que en su alrededor los comercios se están enfocando en los

centros recreativos, venta de frutas, tubérculos, granos básicos, han estado desarrollando la implementación del ganado mayor y menor.

5.8 Aspectos socioculturales

Bluefields es el municipio donde convergen seis grupos étnicos, la mayoría producto de la mezcla entre africanos, mestizos y tribus autóctonas. Gran parte de su población se ubica en la zona urbana, desde donde se puede viajar a otros sitios de interés como Monkey Point, Rama Cay, Corn Island, El Bluff, entre otros.

El Palo de Mayo (del inglés “May Pole”) es la festividad más famosa y atractiva de Bluefields. Esta muestra cultural se deriva de la costumbre británica de festejar la llegada de la primavera durante el primer día de mayo, mes en que inicia la época lluviosa en Nicaragua.

Se dice que esta tradición arribó aproximadamente en el año de 1,850 debido a la influencia directa o indirecta de los ingleses. De forma directa por la presencia de colonos en la zona e indirecta por la estrecha relación que el Reino de la Mosquitia estableció con Jamaica, principal colonia de Inglaterra en el Caribe.

5.9 Otras festividades

30 de septiembre	Fiesta de San Jerónimo.
8 de octubre	Fiestas patronales en honor a la Virgen del Rosario.
11 de octubre	Aniversario de la Ciudad de Bluefields elevada a categoría de ciudad.
30 de octubre	Celebración de la Autonomía.
9 10, 11 de noviembre	Celebración de la Etnia Garífuna.

VI. DISEÑO DEL PROYECTO

6.1. Descripción del proyecto

El sistema que se está proponiendo a realizarse es un Mini Acueducto por Bombeo eléctrico (MABE), la conducción sería Captación-Pozo Húmedo-Bombeo a los filtros o purificadores-tanque de almacenamiento-Red de distribución.

La fuente que se tiene prevista para el proyecto proviene de un manantial donde se realizara un dique toma que contenga una caja desarenador, para luego ser pasado a un pozo húmedo, este proceso se emplea para evitar que entren suciedad que pueda dañar la bomba al pasar por ella, del pozo húmedo será bombeado por los filtros o purificadores de agua y al sistema de cloración antes de ser pasado al tanque de almacenamiento de donde pasaría a las redes de distribución por gravedad.

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario, y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución, etc. Para realizar este estudio se requerirá del software EPANET que se encarga de realizar simulaciones del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de tuberías a presión tomando en cuenta todos los parámetros de diseño establecidos por la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para el abastecimiento de agua potable en la zona rural (NTON 99 007-19).

Para la elaboración de este diseño se realizaron una serie de actividades de suma importancia tales como el levantamiento de calidad de agua de la fuente, aforo de fuente por el método volumétrico para conocer cuánto produce esa fuente, levantamiento de encuestas socio-económicas y levantamiento topográfico. Se presentará el costo total del proyecto y los planos.

VII. Estudio del suelo

El litoral del Caribe es geológicamente joven. Está conformado superficialmente por suelos arcilloso-limosos generalmente con PH menor de 7 o ácidos, así mismo, el color rojo en el suelo es un indicador de óxido ferroso o lateritas. La precipitación media anual es aproximadamente de 3000 mm. Es posible encontrar a los 10- 20 m de profundidad, un estrato de arcillas consolidadas casi petrificadas de alta resistencia a la penetración.

En general predominan los suelos tipo MH, limos-arcillosos inorgánicos de alta plasticidad, elásticos y homogéneos, de consistencias entre muy blandas y blandas.

VIII. Diseño arquitectónico

Por la razón que es un proyecto de agua potable se tomarán en cuentas todas las normas que utilizan las entidades correspondientes que realizan proyectos de agua potable en comunidades rurales, la cual se rigen a la norma técnica obligatoria nicaragüense de diseño de abastecimiento de agua en medio rural (NTON 09 001 99), Fondo de inversión Social de Emergencia (FISE) y Autoridad Nacional del Agua (ANA).

IX. Estudio de la población y demanda o estudio de diseño

9.1. Proyección de la población

En el caso de este proyecto se debe efectuar un censo poblacional para conocer la cantidad de personas que habitan en esta zona de estudio, a partir de los resultados se deberá hacer la proyección de poblacional en un periodo de 20 años.

9.2. Tasa de crecimiento

Por medio de la norma técnica NTON 09 007 19 se establece que para zonas rurales con poca población se debe utilizar una tasa de crecimiento poblacional mínima del 2.5 % y máxima del 4 % en este caso se utilizara el 2.8 % para dar a conocer la proyección poblacional dentro de 20 años, tomando como referencia los datos del censo realizado en el 2005 que refleja que la comunidad de Caño Azul de Santa Elena contaba con una población de 147 habitantes.

9.3. Diseño poblacional

Para realizar este diseño se utilizó el método geométrico el de mayor uso en Nicaragua, el cual se aplica a ciudades o comunidades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija.

La tasa de crecimiento a aplicar al proyecto de Caño Azul de Santa Elena en ningún caso será menor de 2.5% si pasa ese porcentaje de estudio se trabajará con el 2.8% tomando en cuenta la base de estudios demográficos precedentes y censo actualizado de la localidad de estudio

La fórmula que se utilizará para proyectar el crecimiento poblacional a los 20 años de vida útil del proyecto será mediante el Método geométrico siguiente:

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

En donde:

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

P_o: Población inicial (hab.).

r: Tasa de crecimiento (notación decimal).

n: intervalo de tiempo años.

9.4. Tipo de sistema

El sistema que se empleará es un sistema MABE (Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico) la cual contará con los siguientes equipos: una obra de captación con un filtro lento ascendente en una fuente superficial, Bomba de 1.5 HP de potencia, línea de aducción y conducción, filtros y cloración, almacenamiento y distribución.

9.5. Cobertura de sistema

El sistema va abastecer a toda la comunidad de Caño Azul de Santa Elena en un 100% durante un periodo de 20 años considerando la población de diseño.

9.6. Dotaciones

Según la norma NTON 09 001 99 establece que en una comunidad rural concentrada se puede trabajar con un rango de 80 LPPD pero si la comunidad cuenta con sistema de arrastre hidráulico tienen que ser 100 LPPD.

9.7. Variación de consumo de agua potable

Un sistema es eficiente cuando en su capacidad está prevista la máxima demanda de una población. Para diseñar las diferentes partes de un sistema, se necesita conocer las variaciones mensuales, diarias y horarias del consumo. Además, interesa conocer las demandas medias, las máximas diarias y las máximas horarias.

Estos valores son los siguientes:

Consumo máximo día (CMD)= 1.5 CPD (consumo promedio diario)

Consumo máximo hora (CMH)= 2.5 CPH (consumo promedio horario)

9.7.1 Consumo Promedio Diario

Cantidad de agua requerida por un habitante en un día cualquiera del año de consumo promedio.

$$CPD = (población) * (dotación) / 86400$$

Donde:

P = Población futura.

D = Dotación en litros/ habitantes – día.

86400 = segundos que tiene un día.

9.8. Pérdidas del agua

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

$$HF = 15 \% * CPD$$

Dónde:

Hf = es perdida por fricción

CPD = consumo promedio día

9.9. Demanda

Para determinar la demanda de la población se realizó una tabla en Excel con las fórmulas que están en la parte superior. La tabla que a continuación se presenta contiene los siguientes datos.

Tabla 2***Demanda poblacional.***

Nº	Año	Población Domiciliar (habitantes)	CPD (incluye pérdidas en el sistema		CMD	CMH	CMD	CMH
			lpd	lps	lps	lps	GALON/MIN	GALON/MIN
0	2020	223	20,516.00	0.24	0.36	0.59	5.65	9.42
1	2021	229	21,068.00	0.24	0.37	0.61	5.81	9.68
2	2022	236	21,712.00	0.25	0.38	0.63	5.98	9.97
3	2023	242	22,264.00	0.26	0.39	0.64	6.14	10.23
4	2024	249	22,908.00	0.27	0.40	0.66	6.31	10.52
5	2025	256	23,552.00	0.27	0.41	0.68	6.49	10.82
6	2026	263	24,196.00	0.28	0.42	0.70	6.67	11.11
7	2027	271	24,932.00	0.29	0.43	0.72	6.87	11.45
8	2028	278	25,576.00	0.30	0.44	0.74	7.05	11.75
9	2029	286	26,312.00	0.30	0.46	0.76	7.25	12.08
10	2030	294	27,048.00	0.31	0.47	0.78	7.45	12.42
11	2031	302	27,784.00	0.32	0.48	0.80	7.66	12.76
12	2032	311	28,612.00	0.33	0.50	0.83	7.88	13.14
13	2033	319	29,348.00	0.34	0.51	0.85	8.09	13.48
14	2034	328	30,176.00	0.35	0.52	0.87	8.32	13.86
15	2035	337	31,004.00	0.36	0.54	0.90	8.54	14.24
16	2036	347	31,924.00	0.37	0.55	0.92	8.80	14.66
17	2037	357	32,844.00	0.38	0.57	0.95	9.05	15.08
18	2038	367	33,764.00	0.39	0.59	0.98	9.30	15.51
19	2039	377	34,684.00	0.40	0.60	1.00	9.56	15.93
20	2040	387	35,604.00	0.41	0.62	1.03	9.81	16.35
21	2041	398	36,616.00	0.42	0.64	1.06	10.09	16.82
22	2042	409	37,628.00	0.44	0.65	1.09	10.37	17.28

Fuente: Elaboración propia (2020).

En el primer año del sistema se tiene una población de 236 habitantes, donde el consumo promedio diario es de 0.38 lps y el consumo promedio horario es de 0.63 lps (5.98 galones*minutos), con respecto a la dotación dentro de 20 años se tendrá una población 409 habitantes donde el consumo promedio diario seria de 0.65 lps y con un consumo promedio horario de 1.09 lps (10.37 galones*minuto).

9.10. Fuente de abastecimiento

La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable, constituye el elemento más importante de todo el sistema, por tanto, debe estar lo suficientemente protegida para garantizar su durabilidad.

Se requiere de una serie de investigaciones para realizar un sistema de agua potable en una comunidad, lo cual nos permitirán ver la calidad, cantidad y continuidad, en el primer punto a estudiar para un sistema es la fuente, la cual se recomienda que a distancia no más de 5 kilómetros para que la comunidad pueda sostener el proyecto, la fuente tiene que tener los valores permisibles que se recomiendan para un proyecto de agua potable y que tenga el caudal necesario para tener la vida útil recomendado que son de 20 años.

La fuente con la que se estará trabajando está ubicado a 1.8 Km de la comunidad con las coordenadas X=183052.4064 Y=1329511.517 Z=11.0444. La fuente cumple con los parámetros físicos químicos de acuerdo a los equipos que se utilizaron para dicho estudio donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 3

Parámetros físicos químicos.

Parámetro Muestreado	Unidad	Valores Detectados	NTON-05-007-98	
			Valor Recomendado.	Valor máx. admisible
		Fuente		
Temperatura	°C	25.4°C	18	30
PH	----	7.22	6.5	8.5
Conductividad Eléctrica (EC)	µs/cm	22.4	400	400
Sólidos Totales Disueltos (TDS)	mg/l	15.8	----	1000
Salinidad (SALT)	Mg/l	18.7	<500	<500
*Turbidez	UNT	-5	1	5
Fe	Mg/l	0.01	<0.3	0.3

Fuente: Elaboración propia (2021)

9.11. Aforo método volumétrico

Consiste en determinar el tiempo que tarda una corriente de agua en llenar un recipiente de volumen conocido.

Se aplica generalmente en los laboratorios de hidráulica ya que solo es funcional para pequeños caudales, sin embargo, se puede implementar también en pequeñas corrientes naturales de agua, el aforo volumétrico consiste en medir el tiempo que gasta el agua en llenar el recipiente de volumen conocido para lo cual el caudal es fácilmente calculable con la siguiente ecuación.

$$Q = V / T.$$

Donde:

Q = caudal, en l/s ó m³/s.

V = volumen del depósito, en l ó m³.

T = Tiempo en que se llena el depósito, en s.

Método aplicable a caudales pequeños

Se realizó el aforo a la fuente de agua que está ubicada al noroeste de la comunidad con las coordenadas X=183052.4064 Y=1329511.517 Z=11.044, para esto se utilizó un recipiente de 7 litros donde se efectuaron 7 pruebas para obtener las siguientes medidas:

Tabla 4

Muestras de aforo por método volumétrico.

Pruebas	Tiempo de llenado del recipiente
1	3.28
2	2.08

3	2.39
4	3.28
5	3.67
6	3.20
7	3.41
Promedio del resultado	3.14

Fuente: Elaboración propia (2021)

Aplicando la fórmula:

$$Q = \frac{7l}{3.14 s}$$

$$Q = 2.22 \text{ L/S}$$

De acuerdo al resultado del caudal por segundo en un minuto se obtendrá 133.2 litros de agua lo que equivale a 35.19 galones de agua por minutos.

9.12. Captación

Es la obra civil que consiste en un dique de represamiento construido transversalmente al cauce del río, donde el área de captación se ubica sobre la cresta del vertedero central y está protegida mediante rejas que permiten el paso del agua.

9.13. Tratamiento

De acuerdo a las normas técnicas de agua en el sector rural NTON 09 000 19, el suministro de Agua Potable para el sector rural procedente de fuentes superficiales, sean éstas pequeños ríos, quebradas o afloramientos de agua subterráneas como los manantiales, pueden presentar características fisicoquímicas y bacteriológicas no aptas para el consumo humano, esto implica que se requiere de una serie de

procesos unitarios con el objeto de corregir su calidad y convertirla en agua potable acorde con las normas establecidas.

El sistema de abastecimiento de agua, debe considerar un sistema de desinfección apropiado, que garantice la calidad bacteriológica del agua para consumo humano. El cálculo de la dosis debe ser establecida en función de la calidad del agua y el caudal. En la desinfección del agua para consumo humano debe utilizarse el cloro gaseoso, hipoclorito de calcio o hipoclorito de sodio u otros autorizados por el MINSA.

Tomando en cuenta la fuente hídrica de donde se obtendrá el agua que abastecerá la comunidad de Caño Azul de Santa Elena es superficial lo que significa que está expuesto a obtener contaminaciones lo que implicaría daños a los comunitarios, por esa razón se implementó un filtro rápido y un sistema de cloración que potabilizara el agua.

9.14. Filtro Lento Ascendente

La filtración biológica consiste en circular agua cruda a través de arena. El principio consiste en la formación de una capa biológica, desarrollándose procesos de degradación química y biológica que reducen la materia retenida a formas más simples.

El agua cruda que ingresa a la unidad permanece sobre el medio filtrante, dependiendo de las velocidades de filtración adoptadas.

Los bio-indicadores son organismos que se utilizan para demostrar la presencia o la ausencia de algún fenómeno que se quiera comprobar. Hay circunstancias específicas, como el aumento de la turbiedad o el incremento de microorganismos obturadores de filtros lentos, ya sean el producto de un fenómeno hidrológico o

climático, como fuertes lluvias o el verano intenso respectivamente, que obliga a incrementar la frecuencia del mantenimiento del sistema de filtración.

Los filtros contienen los siguientes componentes:

- Caja del filtro: se determina por lecho de arena, capa de soporte y sistema de drenaje, agua sobrenadante y borde libre.
- Capa sobrenadante de agua cruda: proporciona carga hidráulica para pasar agua sobre el lecho filtrante, crea un periodo de retención.
- Lecho de arena filtrante: compuesto por material granular (arena). Se describe en función de diámetro efectivo y coeficiente de uniformidad.
- Sistema de drenaje: sirve para: soporte de material filtrante, asegura recolección uniforme del agua, llenado de los filtros.
- Estructura de entrada y salida: sirve para: regular caudales de ingreso, ingreso de flujo uniforme, drenaje, graduación del líquido sobrenadante.
- Dispositivos reguladores: sirven para controlar operaciones más importantes por medio de válvulas, vertederos y otros dispositivos.

Las ventajas de este método de tratamiento es que mejoran la calidad física, química y bacteriológica del agua sin uso de químicos, además de que consiste en una operación sencilla, económica y eficaz.

9.15. Desinfección

Si la calidad del agua no satisface las normas recomendadas deberá someterse a un proceso de potabilización. Toda agua que se abastece para consumo humano debe someterse a desinfección; incluso la de origen subterráneo para prevenir cualquier contaminación durante su distribución. Debe cumplir con los valores recomendados y máximos permisibles, establecidos en el Acuerdo Ministerial

No.65-94 que corresponden a las Normas Regionales CAPRE, “Normas de Calidad del Agua para el consumo”.

El sistema de abastecimiento de agua, debe considerar un sistema de desinfección apropiado, que garantice la calidad bacteriológica del agua para consumo humano. El cálculo de la dosis debe ser establecida en función de la calidad del agua y el caudal. En la desinfección del agua para consumo humano debe utilizarse el cloro gaseoso, hipoclorito de calcio o hipoclorito de sodio u otros autorizados por el MINSA.

9.16. Sistema de cloración.

9.16.1. El hipoclorito de calcio.

Es una alternativa atractiva a las soluciones de cloro gaseoso o hipoclorito de sodio (lejía) porque es una forma seca de cloro que ofrece varias ventajas de manipulación. El hipoclorito de calcio contiene aproximadamente 65% de cloro disponible, comparado con el 12% de blanqueador, y no requiere certificación del operador ni áreas de contención.

Muchas instalaciones han optado por una tecnología que utiliza sistemas de tabletas de hipoclorito de calcio como el método preferido de desinfección en sistemas que usan cloración. Esta tecnología se selecciona debido a sus menores costos de capital, precisión, confiabilidad, manejo seguro y beneficios de mantenimiento. Ha abierto nuevos horizontes en la cloración del agua para aplicaciones de muchos tipos y tamaños. Los sistemas de hipoclorito de calcio se han utilizado durante años y se utilizan actualmente para el tratamiento de desinfección primaria o como estaciones remotas de cloración de refuerzo.

9.16.2. El sistema de dosificación de cloro

Utiliza tabletas las cuales al entrar en contacto con el agua realizan un proceso físico de erosión liberando cantidades de cloro precisas. Las tabletas que entran en contacto con el agua son las que quedan en el fondo del equipo y las tabletas restantes permanecen secas y disponibles para entrar en uso una vez las tabletas inferiores ya se han gastado.

La cloración con tabletas de hipoclorito de calcio es tan eficaz como el gas cloro, más consistente que el hipoclorito de sodio y de más fácil mantenimiento que ambos.

9.16.3. El clorinador posee un regulador para entregar

Cloro por contacto, entregando la cantidad de cloro deseado en forma permanente y sin necesidad de controles mecánicos o eléctricos para obtener agua potable a bajo costo y mínima mantención.

9.17. Pasos para Asegurar un Buen Proceso de Desinfección

1. Evaluación de la calidad del agua en la captación, principalmente, parámetros como: turbiedad, pH, materia orgánica, coliformes termo tolerantes, coliformes totales, E-coli y bacterias heterotróficas.
2. Diseño del tren de tratamiento que reduzca significativamente la carga de sólidos, material orgánico y parte de los patógenos antes de la desinfección. La turbiedad antes del proceso de desinfección debe ser menor a 1 NTU. Dentro del diseño debe considerarse un lugar para la preparación del cloro y el almacenamiento del compuesto de cloro seleccionado el cual debe ser muy ventilado. Así mismo, se necesita que se incluya en el presupuesto los equipos para preparar las soluciones de cloro, como balanza, probetas,

mezcladores y disponer de los equipos de seguridad para el operador de la planta.

3. Debe de seleccionarse el tipo de cloro de acuerdo al tamaño de la población, las condiciones como personal calificado, proveedores de cloro más cercano, seguridad, disponibilidad de energía eléctrica.
4. Hay que calcular la dosis de cloro de acuerdo a los hallazgos de los resultados de la evaluación de la calidad del agua de la captación, y asegurando un efecto residual que llegue hasta el último consumidor. De esta forma se cerciora la muerte o inactivación de los microorganismos presentes en la captación, tren de tratamiento y red de distribución.
5. Se debe de efectuar una evaluación del tiempo de contacto adecuado para el uso de químicos como desinfectante y la necesidad de asegurar que el tiempo de contacto mínimo requerido para la desinfección sea alcanzado
6. Debe de efectuarse en las pruebas preliminares y en las primeras semanas de arranque de la planta la verificación de la eficiencia del tratamiento de desinfección. Cualquier tecnología de desinfección seleccionada debe ser capaz de ser comprobable, y tal verificación pueda ser monitoreada tantas veces que se requiera. Es decir, una evaluación de los requerimientos para asegurar que un desinfectante residual se encuentra presente en la red de distribución. Si los resultados no son satisfactorios, se recalcula el Ct.
7. Siempre debe de estarse monitoreando la calidad del agua en la captación y en la red de distribución para tomar medidas en el tratamiento y en la desinfección para ajustar la dosis del cloro.
8. Una evaluación del capital y costos de operación de las tecnologías de desinfección. Donde diferentes tecnologías pueden alcanzar igual eficiencia. Esta selección debe estar fundamentada en la calidad del agua y las condiciones socioeconómicas de la comunidad beneficiada.

9.18. Pozo húmedo

Los pozos húmedos tienen las características de recolectar el agua que ha pasado por el primer sistema de filtración o desarenador, de la cual se bombear el agua a través de los filtros purificadores luego por el sistema de cloración hasta llegar a los tanques almacenadoras del agua potable elevados o sobre el suelo, lo ubicados entre la línea de conducción.

9.19. Bombeo

El diseño llevara solo equipo de bombeo, calculado para el caudal de diseño de 20 años, La vida útil de las bombas centrifugas según la norma internacional API-610, es de 20 años, con los mantenimientos preventivos cada año, si el equipo presenta problemas deberá ser reemplazado por otro equipo de iguales especificaciones que el primero, las que se determinaran en esta sección.

9.19.1 Diseño hidráulico del equipo de bombeo

9.19.1.1 Líneas de conducción por bombeo o por impulsión

Para el cálculo preliminar del diámetro económico se usará la fórmula siguiente: con $K = 0.9$ y $n = 0.45$; o similares $D = K (Q)$

Aplicando la ecuación:

$$D = K * Q^n$$

$$D = 0.9(0.00087\text{m}^3/\text{s})^{0.45}$$

$$D = 0.0377\text{m} \approx 3.77\text{cm} \approx 1.48 \therefore 2\text{pul}$$

El diámetro económico para la red da como resultado 1.275 pulgadas, del cual se prefirió utilizar un diámetro de 2 pulgadas, para calcular la velocidad dentro de la tubería se utilizó la formula siguiente:

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

$$V = \frac{4(0.00087 m^3/s)}{\pi(0.0508)^2}$$

$$V = 0.429 m/s$$

$$0.3 \leq 0.429 \leq 1.3 \text{ cumple}$$

9.19.1.2 Golpe de ariete

Se denomina Golpe de Ariete al fenómeno hidráulico transitorio producido por variaciones de velocidad en el fluido transportado. Este fenómeno consiste en la propagación de ondas de presión y depresión a lo largo de las conducciones, debido a la transformación de energía cinética en energía de presión y elástica. Si el Golpe de Ariete no es efectivamente controlado puede producir la rotura de la tubería por sobrepresión o por depresión, así como generar serios problemas de operación.

En este caso debido a la inercia de las partes rotativas de los conjuntos elevadores, inmediatamente después de la falta de corriente, la velocidad de las bombas comienza a disminuir, reduciéndose rápidamente el caudal. La columna líquida continúa subiendo por la tubería de descarga, hasta el momento en que la inercia es vencida por la acción de la gravedad. Durante este período se verifica una descompresión en el interior de la tubería.

Enseguida, ocurre la inversión en el sentido del flujo y la columna líquida vuelve a las bombas. No existiendo válvulas de retención, las bombas comenzarían, entonces, a funcionar como turbinas, girando en sentido contrario. Con excepción de los casos en que la altura de elevación es pequeña, con descarga libre, en las

líneas de bombeo son instaladas válvulas de retención o válvulas check, con el objeto de evitar el retorno del líquido a través de las bombas.

La corriente líquida, al retornar a la bomba, encontrando la válvula de retención cerrada, ocasiona el choque y la compresión del fluido, lo cual da origen a una onda de sobrepresión (Golpe de Ariete).

9.19.1.3 Cálculo de la celeridad

Considerando una línea de conducción de PVC SDR-26 de 2", el espesor del tubo es 2.31mm y la K para tubos es 18. Aplicando la ecuación de celeridad:

$$C = \frac{9900}{48.3 + k \frac{d}{e}}$$

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 18 \frac{(0.0508m)}{(0.0039m)}}}$$

$$C = 588.74 \text{ m/s}$$

9.19.1.4 El tiempo de cierre

El cual representa el tiempo (en segundos) que tarda la onda en recorrer un ciclo entero, es decir, una ida y vuelta completa por la tubería, siendo independiente este valor de la forma en que se produzca el cierre se utiliza la siguiente fórmula para determinar su velocidad en segundos:

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

$$T = \frac{2(1800m)}{588.74 \text{ m/s}}$$

$$T = 6.11 \text{ s}$$

9.19.1.5 Cálculo de la sobrepresión del golpe de ariete:

$$G.A = \frac{CV}{g}$$
$$G.A = \frac{(588.74m/s)(0.429m/s)}{9.81m/s^2}$$
$$G.A = 25.746m$$

9.20 Almacenamiento

En el proyecto de cualquier sistema de abastecimiento de agua potable, deben de diseñarse los tanques adecuadamente para el almacenamiento del agua potable, de tal manera que éstos sean todo el tiempo capaces 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. En los sistemas en donde existan hidrantes para combatir incendios, también será necesario almacenar los volúmenes de agua para enfrentar estas circunstancias.

De acuerdo a las normas NTON 09 007 - 19 establece que la capacidad del tanque de almacenamiento deberá ser diseñada con las siguientes especificaciones.

9.20.1 Volumen compensador.

Es el agua necesaria para compensar las variaciones horarias del consumo. En este caso se debe almacenar:

a) Poblaciones menores de 20.000 habitantes, el 25% del consumo promedio diario más pérdidas (CPD).

b) Para poblaciones mayores de 20,000 habitantes será necesario determinar este volumen en base al estudio y análisis de la curva acumulada (masas) de consumo y de producción, del sistema de agua de la localidad existente o de una similar.

9.20.2 Reserva para eventualidades y/o emergencias.

Este volumen será igual al 15% del consumo promedio diario.

9.20.3 Reserva para combatir incendios.

La reserva para incendio se hará con un almacenamiento de 2 horas de acuerdo a la demanda de agua para incendio.

9.20.4 Dimensionamiento del tanque de almacenamiento.

9.20.5 Calculo del volumen del tanque

El volumen del tanque lo compone el volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia (25% CPTD), más el volumen de compensador (15% CPTD).

$$V.total = 40\%(CPTD * \frac{86400}{1000})$$

$$V.total = 40\%(0.65) \left(\frac{86400}{1000} \right)$$

$$V.total = 22.464m^3$$

De acuerdo a los resultados obtenidos se utilizarán dos tanques pvc sobre torre de concreto cada tanque tendrá una capacidad de almacenamiento de 15,000 litros lo que ambos tanques contendrán una cantidad de 30,000 litros de agua potable.

X. Análisis hidráulico de la red de distribución

10.1. Cobertura de tuberías

Según la técnica para agua potable en comunidades NTON 09 007 19 que para diseñar un sistema de agua potable se tiene que tomar en cuenta los siguientes pasos fundamentales:

1. Las redes de distribución deben dotarse de los accesorios y obras de artes necesarias, con el fin de asegurar el correcto funcionamiento y facilitar su mantenimiento.
2. El sistema principal de distribución de agua puede ser de red abierta, de malla cerrada, o una combinación de ambas, de acuerdo a las características urbanísticas del sector.
3. En las calles, la tubería debe ubicarse en la banda sur y en las avenidas en la banda este, en ambos casos a un metro de la cuneta existente o proyectada.
4. En caso de sistemas condominillos y calles con concreto hidráulico debe ubicarse en aceras o terrenos públicos o privados, previo acuerdo con la municipalidad y/o propietarios.
5. En el diseño de tuberías colocadas en calles de tránsito vehicular se mantendrá una cobertura mínima de 1.20 m, sobre la corona del conducto en toda su longitud, y en calles peatonales esta cobertura mínima será 0.70 m.

10.2. Línea de conducción.

La línea de conducción de este proyecto estará diseñada para soportar la presión emitida por la bomba, este proyecto tiene como objetivo bombear agua en una distancia pequeña que no sobre pasa los 236 m lineales donde se encuentra el punto más alto y factible para la colocación de los tanques, se estará utilizando una

tubería de 2" pulgadas para llevar agua de la fuente hasta los tanques de almacenamiento, el tipo de suelo no tiene ningún tipo de problema para la excavación debido que es un suelo limo arcilloso en su totalidad, esta línea de conducción estará compuesta por 2 tipos de tubería la cual 407.31 m tendrá tubería de 4" 100mm y 1128.1 m tendrá tubería de 2" 50mm.

Tabla 5

Tuberías de conducción

Tuberías de la red de conducción	
Diámetro de tuberías	Longitud de tuberías
50	1128.1
100	407.31

Fuente: Elaboración propia (2021)

- Se debe calcular con el caudal de máximo día o con el que se considere más conveniente tomar de la fuente de abastecimiento de acuerdo a la naturaleza del problema que se tenga en estudio.
- En los puntos topográficamente elevados se debe mantener una presión mínima de 5 m.
- La presión estática máxima estará en función de las especificaciones técnicas de la clase de tubería a utilizarse, incorporando en la línea válvulas reguladoras de presión o cajas rompe presión donde sea necesario.

10.3. Red de distribución

La red de distribución de este proyecto es combinada por las características urbanísticas de la zona también ayudar para las construcciones futuras que se tienen previsto en esta comunidad debido que hay mucha lotificación en la comunidad, tomando en cuenta esa razón se tiene pensado realizar este diseño de forma combinado.

Actualmente la comunidad de Caño Azul de Santa Elena, cuenta con 60 viviendas que estarán conectados a la red de distribución.

Esta red de distribución contará con solo un tipo de tubería respetando las normas técnicas de sistema de agua del diámetro menor de la tubería para red de distribución no puede ser menor de 1.5", la tubería cubrirá una longitud de 2879.325 metros para abastecer cada uno de las casas de la comunidad de Caño Azul de Santa Elena.

Tabla 6.

Tuberías de distribución

Tuberías de la red de distribución	
Diámetro de tuberías	Longitud de tuberías
37.5	2879.325

Fuente: Elaboración propia (2021)

10.4. Análisis hidráulico

El análisis hidráulico del sistema presentado fue elaborado por medio de una aplicación que realiza simulaciones en diseños de acueductos, el software que se utilizó para obtener los resultados es EPANET 2.00 utilizando el método de Hazen Williams siguiendo los valores recomendados de la NTON 09 007 – 19:

- Velocidades permisibles. Se permitirán velocidades de flujo de 0.60m/s a 5.00m/s, de ser necesario se deben instalar válvulas de limpieza;
- Presiones mínimas y máximas. En las zonas rurales se permitirán presiones mínimas de 5 m en el punto de la conexión con el medidor y presiones máximas de acuerdo a las características del material y al análisis hidráulico a utilizar;

- Diámetro mínimo. El diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución debe ser de 50 mm siempre y cuando se demuestre que su capacidad sea satisfactoria para atender la demanda máxima. En zonas rurales donde se determine que no habrá crecimiento poblacional, podrá usarse el diámetro mínimo de 37.5 mm;

Coeficiente de rugosidad (C) en la fórmula de Hazen Williams:

Cloruro de polivinilo (PVC) 150

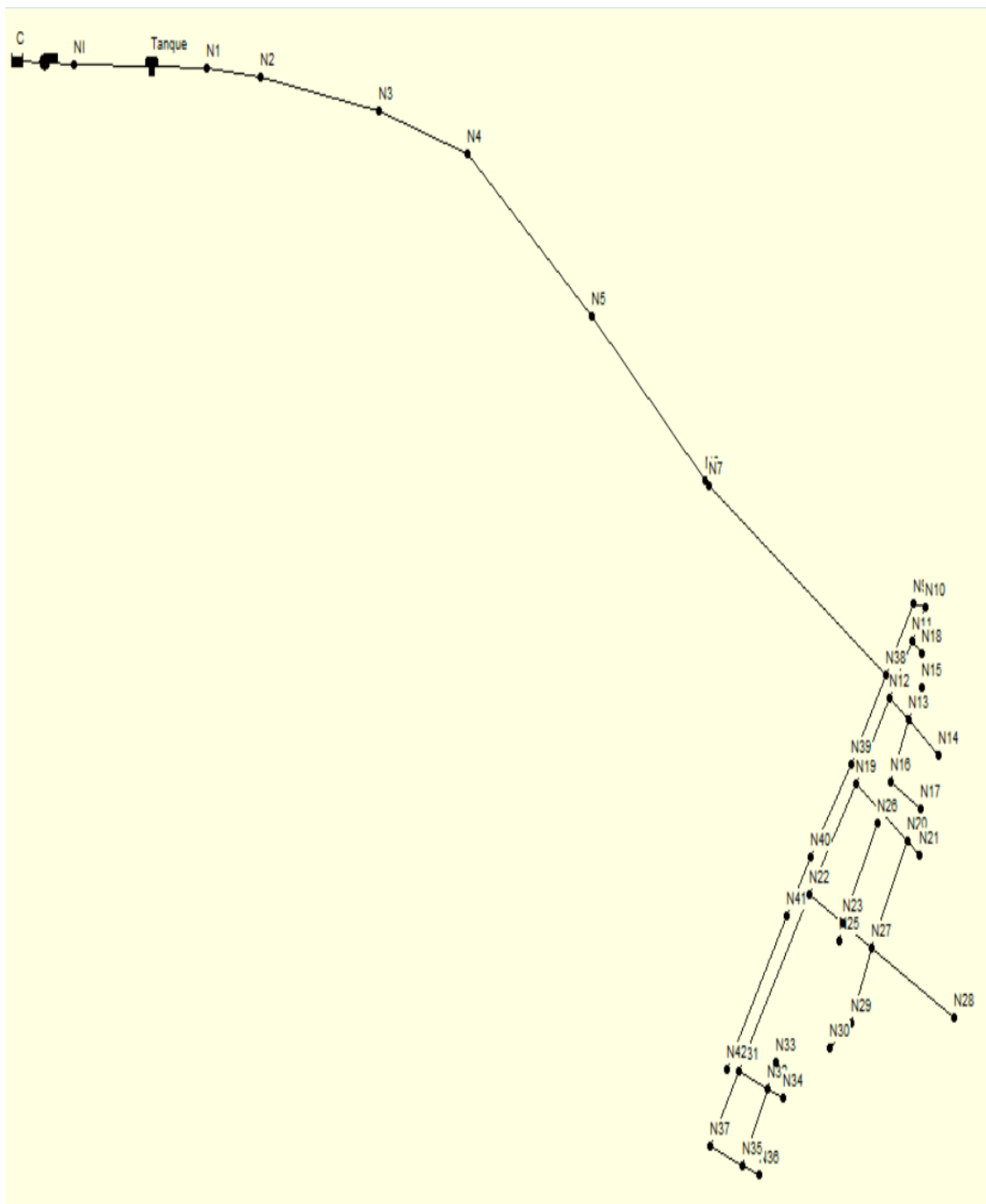
Hierro fundido cubierto (Interior y exteriormente) 130

Hierro Galvanizado 130

XI. EPANET 2.00

Figura 3

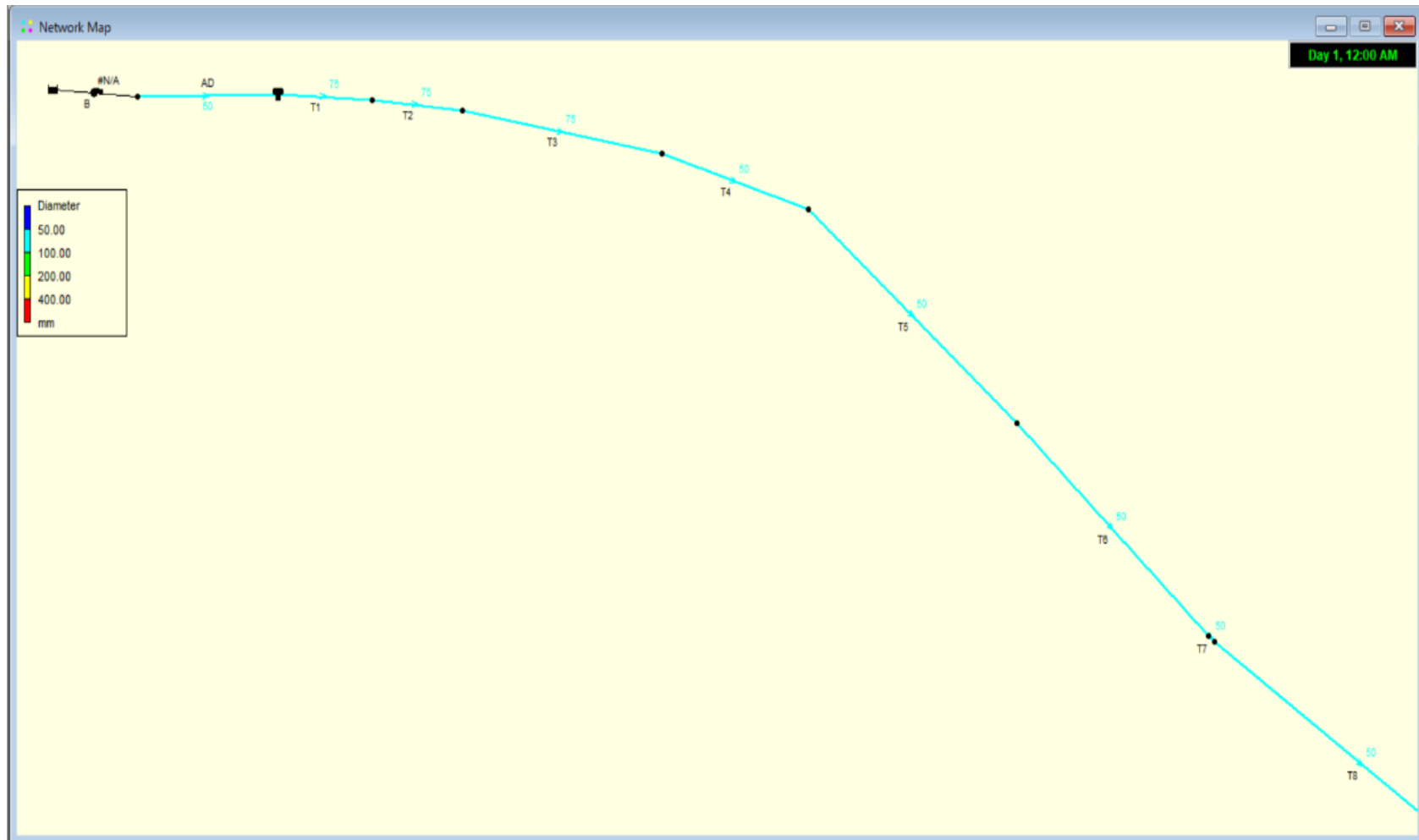
Red con el etiquetado de nodos, se muestra a continuación



Fuente: Elaboración propia. Software EPANET2.00.(2021)

Figura 4

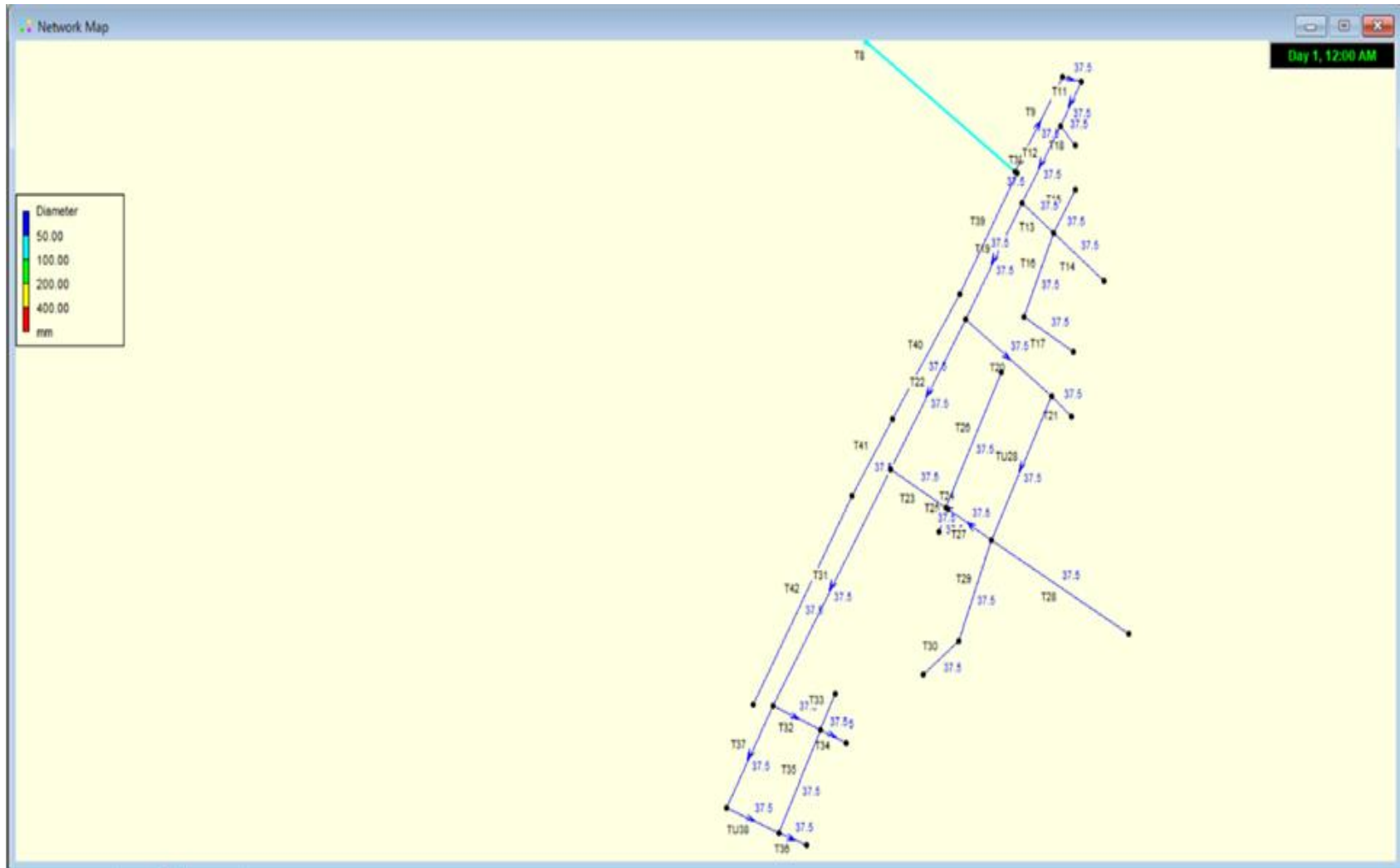
Diámetro de tubería



Fuente: Elaboración propia con el software EPANET2.00. (2021)

Figura 4.1

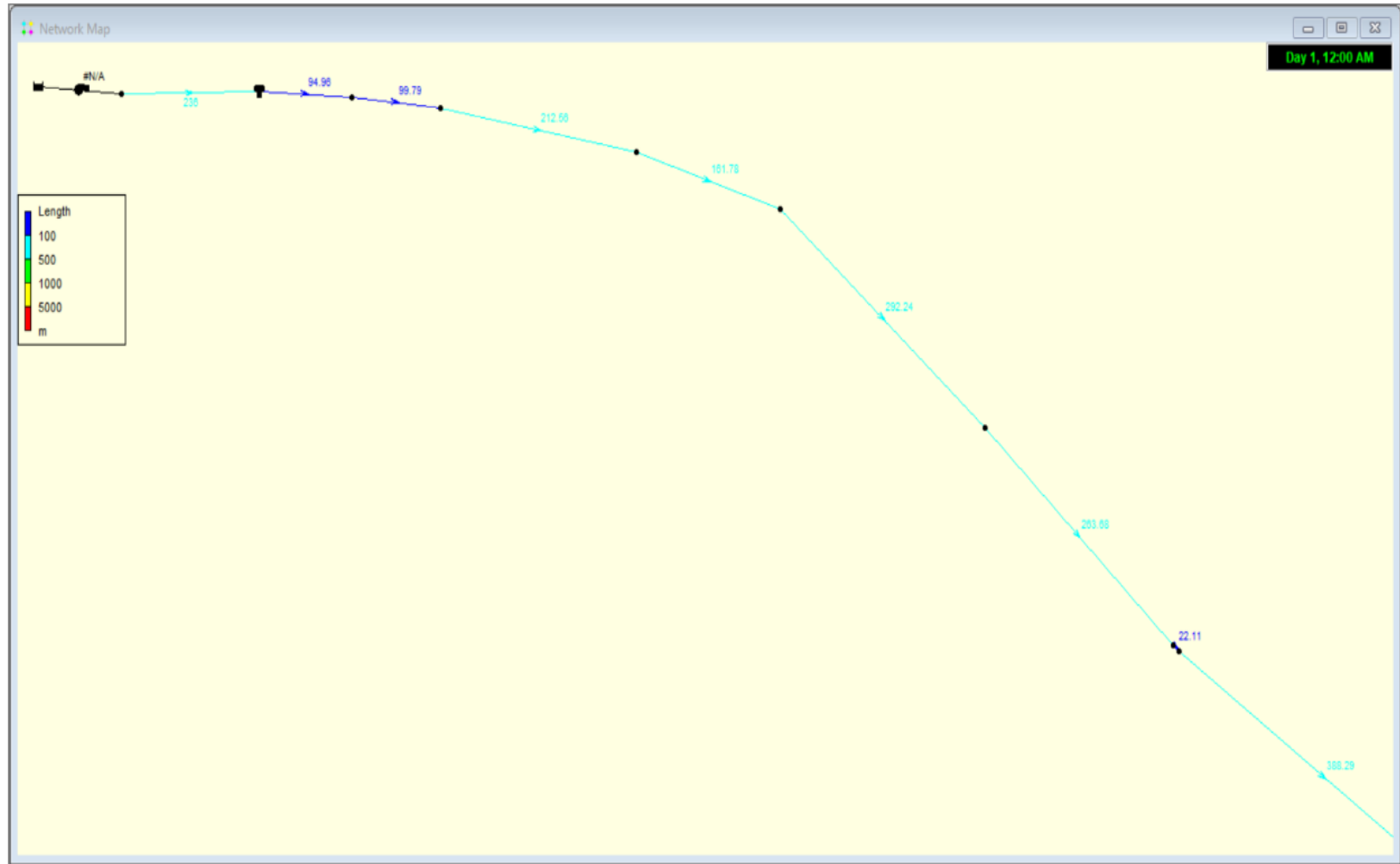
Diámetro de la tubería



Fuente: Elaboración propia con el software EPANET2.00. (2021)

Esquema 5

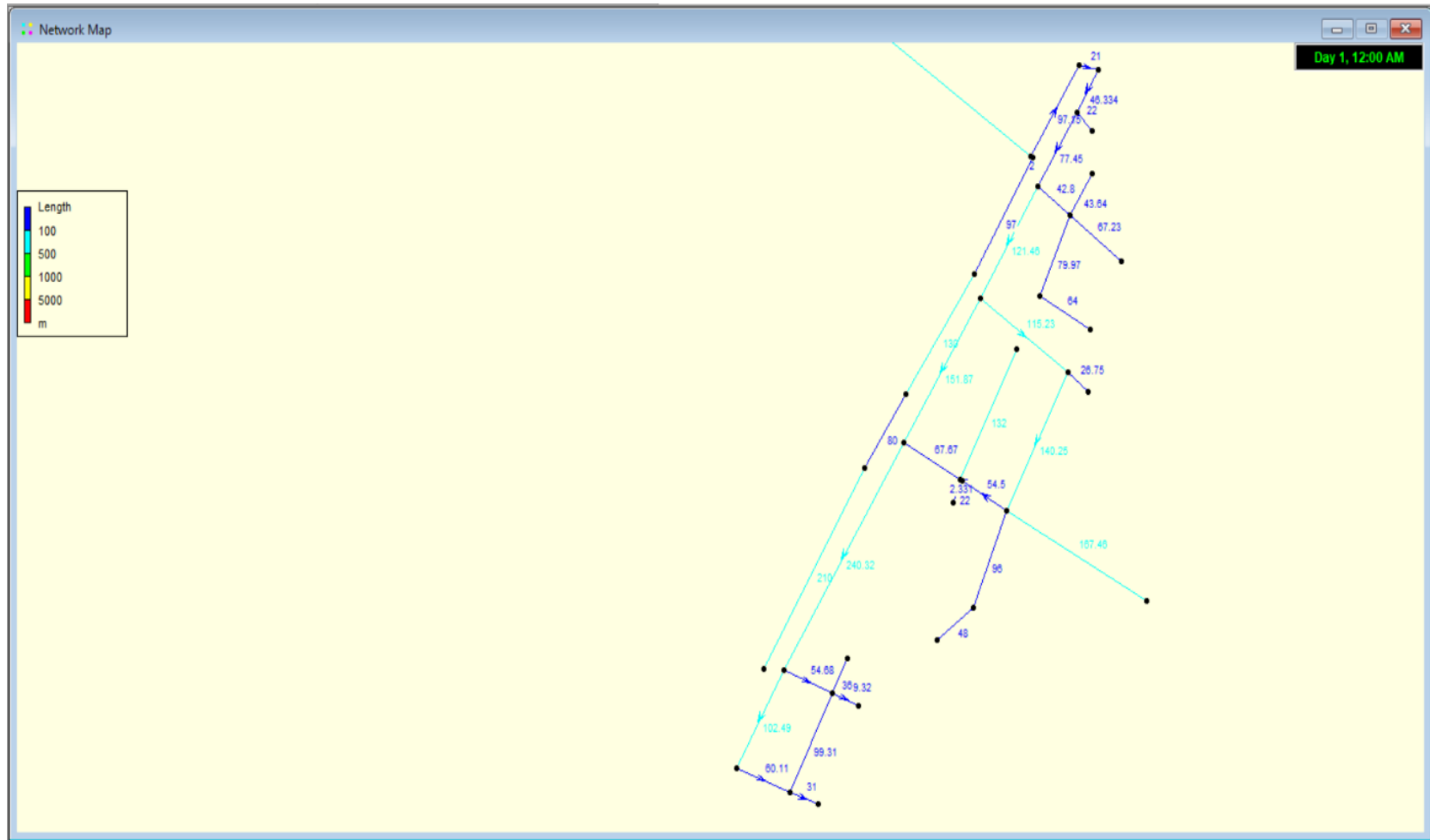
Longitudes de la tubería



Fuente: elaboración propia con el software EPANET2.00 (2021)

Figura 5.1

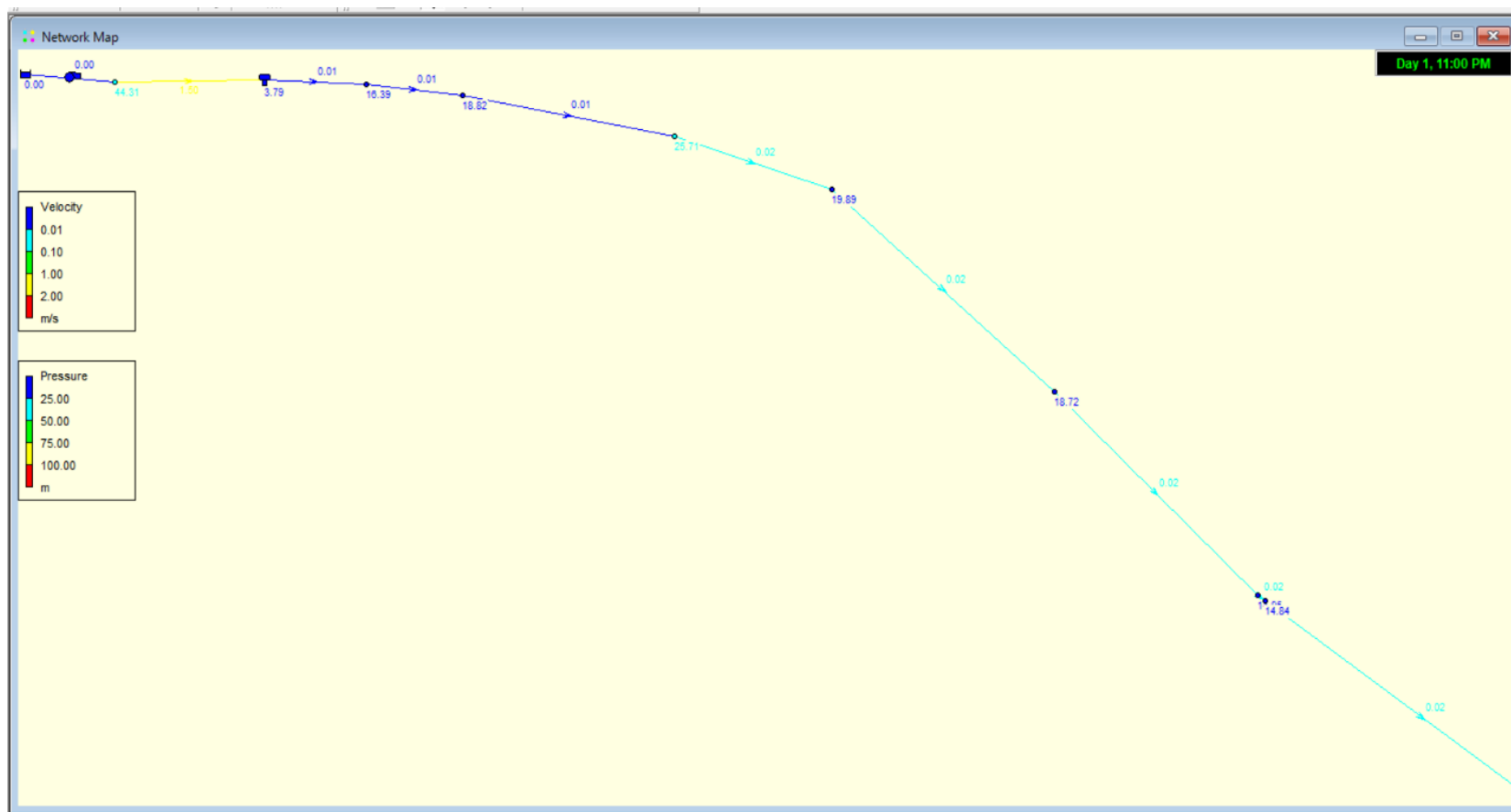
Longitudes de la Tubería



Fuente: elaboración propia con el software EPANET2.00 (2021)

Figura 6

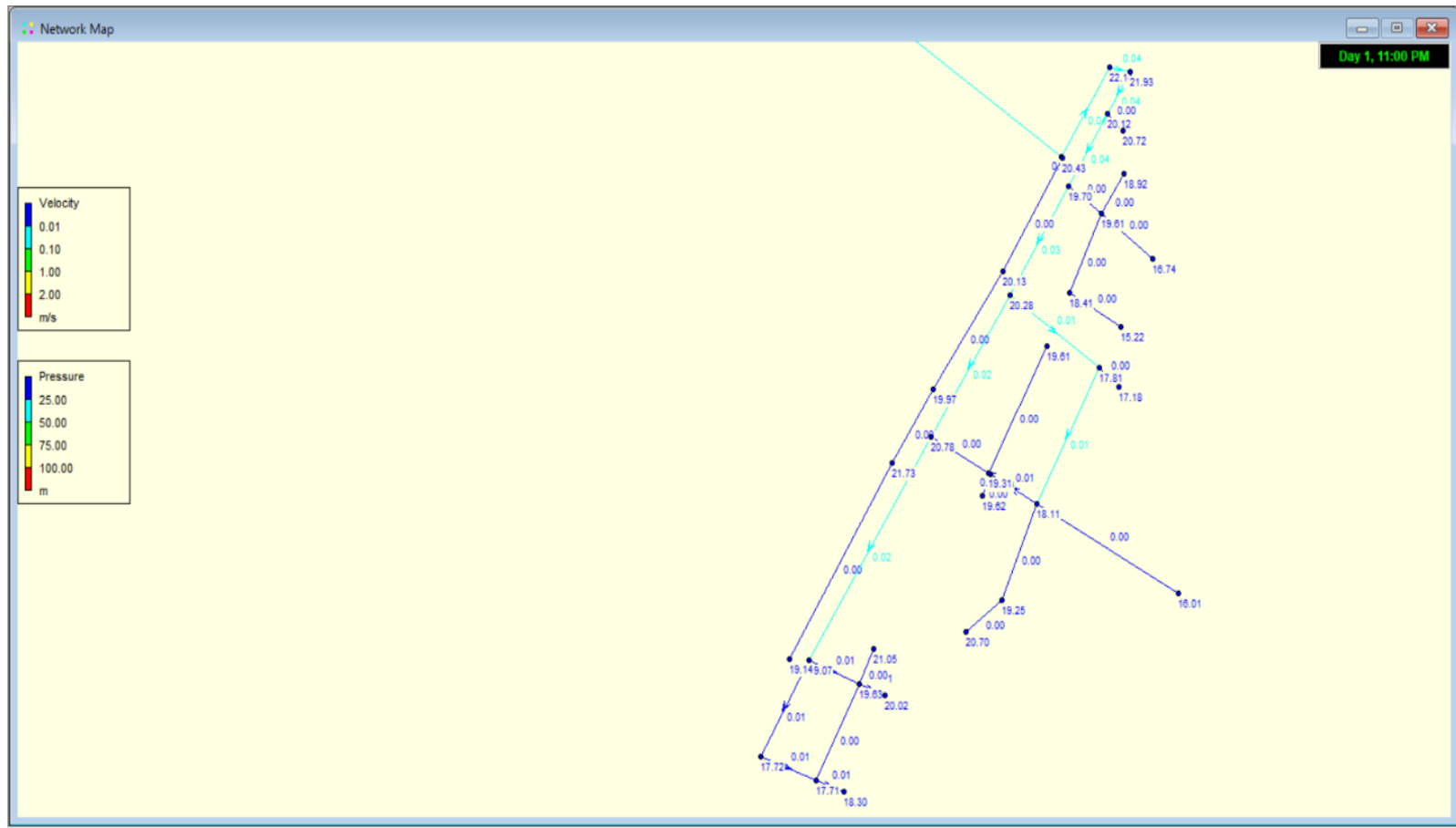
Velocidades y presiones del consumo mínimo



Fuente: elaboración propia con el software EPANET2.00 (2021)

Figura 6.1

Velocidades y presiones en las tuberías



Fuente: elaboración propia con el software EPANET2.00 (2021)

Tabla 10

Presiones y las velocidades

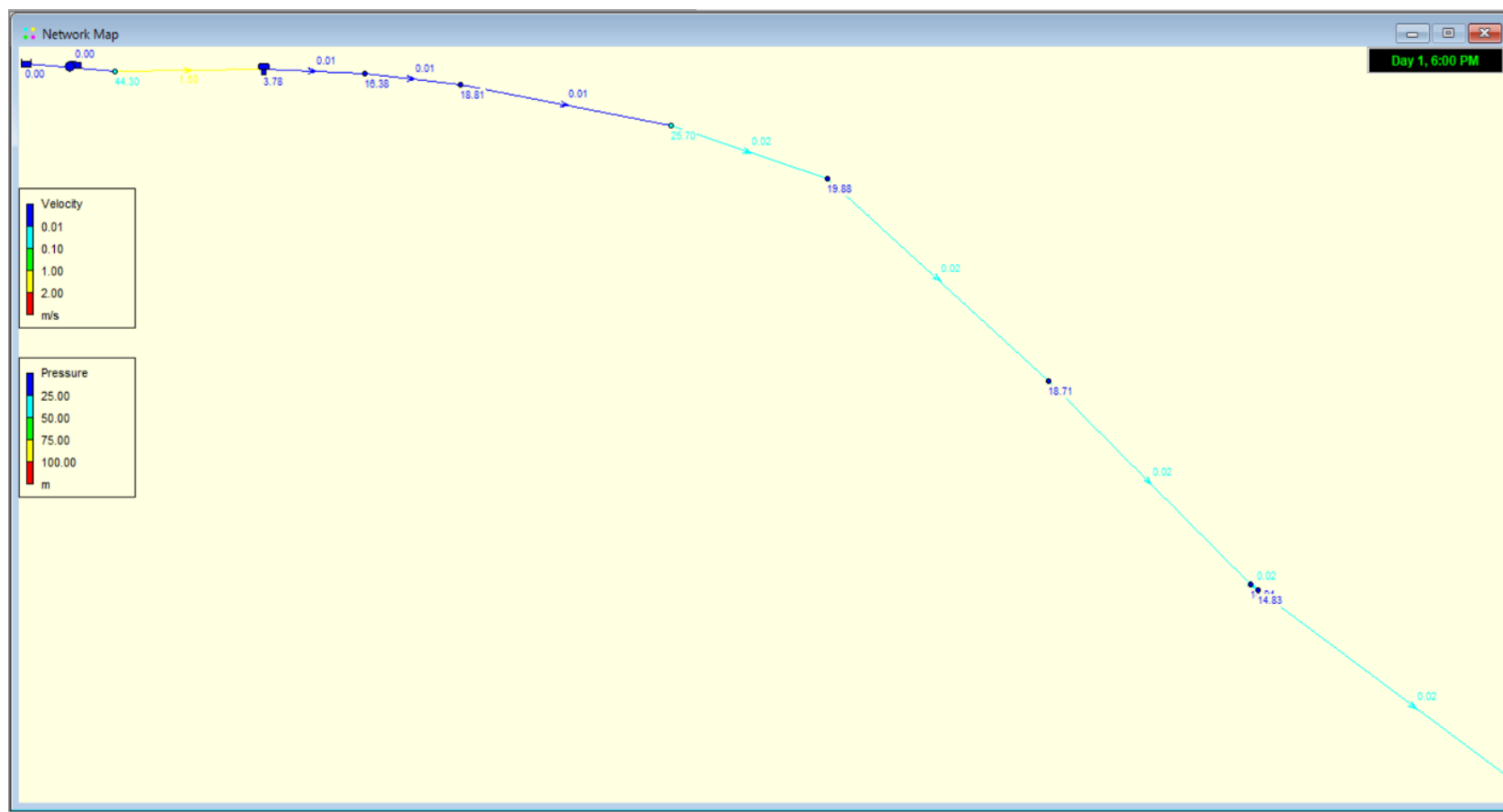
prueba Network Table - Nodes at 23:00 Hrs		
Node ID	Elevation m	Pressure m
Junc N2	14.93	18.82
Junc N3	8.04	25.71
Junc N4	13.86	19.89
Junc N5	15.02	18.72
Junc N6	18.79	14.95
Junc N7	18.9	14.84
Junc N8	13.01	20.72
Junc N9	11.58	22.14
Junc N10	11.79	21.93
Junc N11	13.6	20.12
Junc N12	14.01	19.7
Junc N19	13.43	20.28
Junc N31	14.63	19.07
Junc N37	15.98	17.72
Junc N36	15.4	18.3
Junc N18	13	20.72
Junc N14	16.97	16.74
Junc N15	14.79	18.92
Junc N13	14.1	19.61
Junc N16	15.3	18.41
Junc N17	18.49	15.22
Junc N20	15.9	17.81
Junc N21	16.53	17.18
Junc N32	14.07	19.63
Junc N34	13.68	20.02
Junc N35	15.99	17.71
Junc N33	12.65	21.05
Junc N24	15.35	18.36
Junc N25	14.09	19.62
Junc N29	14.46	19.25
Junc N30	13.01	20.7
Junc N26	14.1	19.61
Junc N38	13.3	20.43
Junc N39	13.6	20.13
Junc N40	13.76	19.97
Junc N41	12	21.73
Junc N42	14.59	19.14
Junc N22	12.93	20.78
Junc N23	14.4	19.31
Junc N28	17.7	16.01
Junc N27	15.6	18.11
Junc N1	17.36	16.39
Junc NI	0	44.31
Resvr C	8.19	0
Tank Tanque	29.96	3.79

prueba Network Table - Links at 24:00 Hrs			
Link ID	Length m	Diameter mm	Velocity m/s
Pipe T7	22.11	50	0.02
Pipe T10	21	37.5	0.04
Pipe T15	43.64	37.5	0
Pipe T21	26.75	37.5	0
Pipe T34	29.32	37.5	0.01
Pipe T25	22	37.5	0
Pipe T38	2	37.5	0
Pipe T40	130	37.5	0
Pipe T42	210	37.5	0
Pipe T23	67.67	37.5	0
Pipe T24	2.331	37.5	0.01
Pipe T36	31	37.5	0.01
Pipe T2	99.79	75	0.01
Pipe T3	212.56	75	0.01
Pipe T4	161.78	50	0.02
Pipe T5	292.24	50	0.02
Pipe T6	263.68	50	0.02
Pipe T8	388.29	50	0.02
Pipe T9	97.15	37.5	0.04
Pipe T11	46.334	37.5	0.04
Pipe T18	22	37.5	0
Pipe T12	77.45	37.5	0.04
Pipe T13	42.8	37.5	0
Pipe T14	67.23	37.5	0
Pipe T16	79.97	37.5	0
Pipe T17	64	37.5	0
Pipe T19	121.46	37.5	0.03
Pipe T20	115.23	37.5	0.01
Pipe T22	151.87	37.5	0.02
Pipe T26	132	37.5	0
Pipe T27	54.5	37.5	0.01
Pipe TU28	140.25	37.5	0.01
Pipe T28	167.46	37.5	0
Pipe T29	96	37.5	0
Pipe T30	48	37.5	0
Pipe T31	240.32	37.5	0.02
Pipe T32	54.68	37.5	0.01
Pipe TU38	60.11	37.5	0.01
Pipe T37	102.49	37.5	0.01
Pipe T35	99.31	37.5	0
Pipe T33	36	37.5	0
Pipe T39	97	37.5	0
Pipe T41	80	37.5	0
Pipe T1	94.96	75	0.01
Pipe AD	236	50	1.5
Pump B	#N/A	#N/A	0

Fuente: Elaboración propia con el software EPANET2.00 (2021)

Figura 7

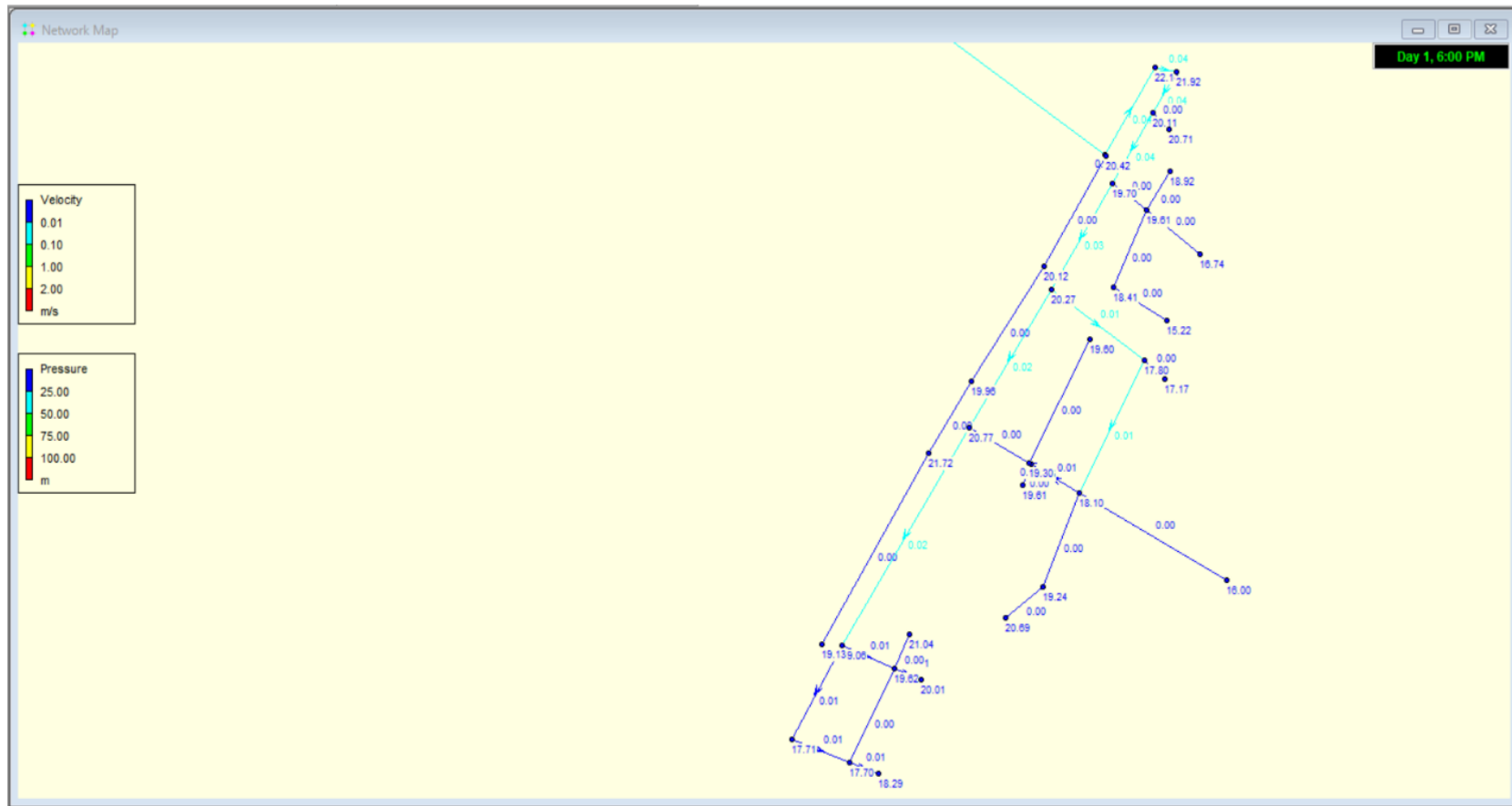
Presiones y velocidades del consumo medio



Fuente: elaboración propia con el software EPANET2.00 (2021)

Figura 7.1

Velocidades y presiones en las tuberías



Fuente: Elaboración Propia con el software EPANET2.00 (2021)

Tabla 11**Presiones y Velocidades**

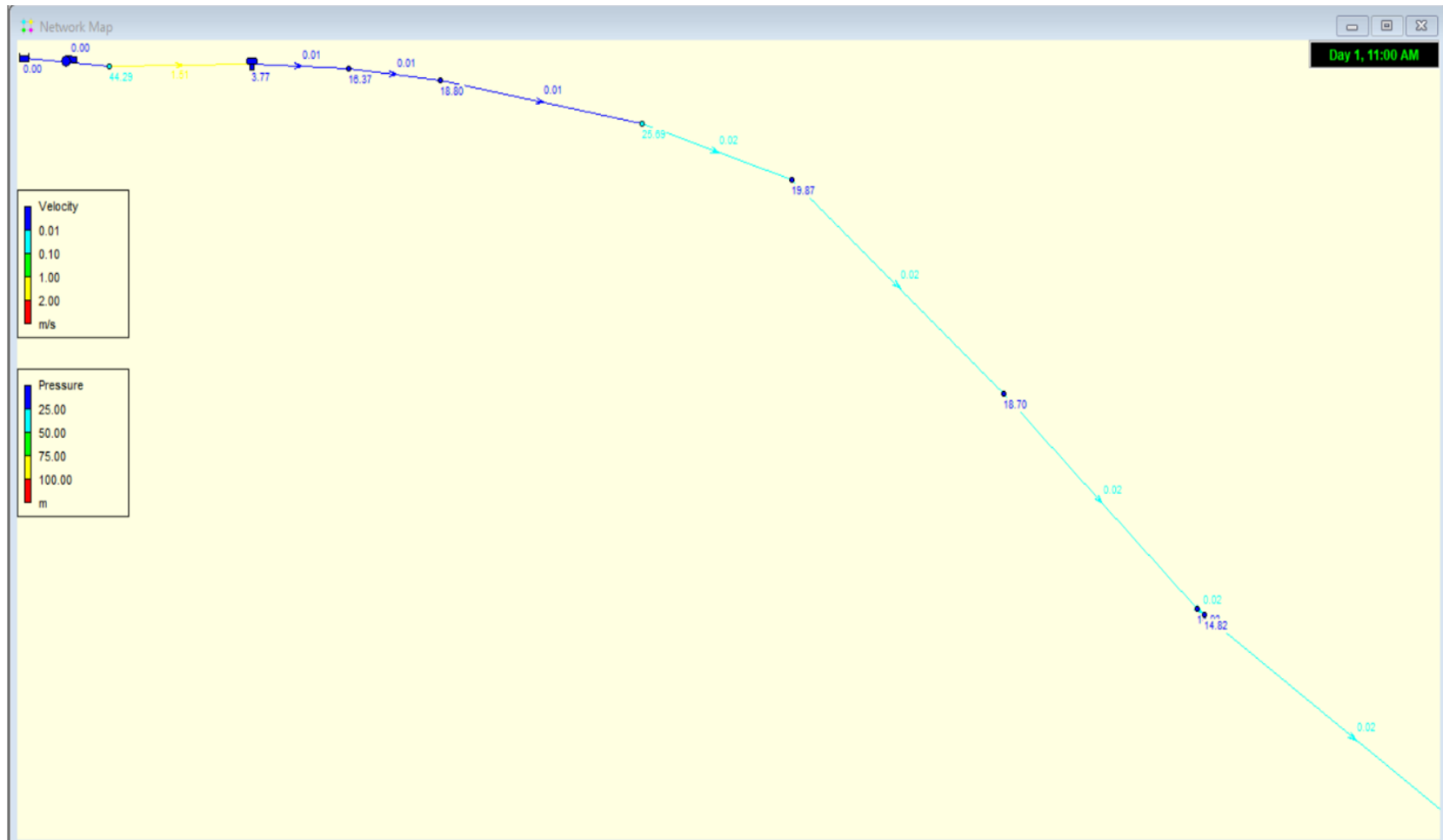
prueba	consumo medio	
Network Table - Nodes at 18:00 Hrs		
	Elevation	Pressure
Node ID	m	m
Junc N2	14.93	18.81
Junc N3	8.04	25.7
Junc N4	13.86	19.88
Junc N5	15.02	18.71
Junc N6	18.79	14.94
Junc N7	18.9	14.83
Junc N8	13.01	20.71
Junc N9	11.58	22.14
Junc N10	11.79	21.92
Junc N11	13.6	20.11
Junc N12	14.01	19.7
Junc N19	13.43	20.27
Junc N31	14.63	19.06
Junc N37	15.98	17.71
Junc N36	15.4	18.29
Junc N18	13	20.71
Junc N14	16.97	16.74
Junc N15	14.79	18.92
Junc N13	14.1	19.61
Junc N16	15.3	18.41
Junc N17	18.49	15.22
Junc N20	15.9	17.8
Junc N21	16.53	17.17
Junc N32	14.07	19.62
Junc N34	13.68	20.01
Junc N35	15.99	17.7
Junc N33	12.65	21.04
Junc N24	15.35	18.35
Junc N25	14.09	19.61
Junc N29	14.46	19.24
Junc N30	13.01	20.69
Junc N26	14.1	19.6
Junc N38	13.3	20.42
Junc N39	13.6	20.12
Junc N40	13.76	19.96
Junc N41	12	21.72
Junc N42	14.59	19.13
Junc N22	12.93	20.77
Junc N23	14.4	19.3
Junc N28	17.7	16
Junc N27	15.6	18.1
Junc N1	17.36	16.38
Junc NI	0	44.3
Resvr C	8.19	0
Tank Tanque	29.96	3.78

prueba	consumo medio		
Network Table - Links at 18:00 Hrs			
Link ID	Length m	Diameter mm	Velocity m/s
Pipe T7	22.11	50	0.02
Pipe T10	21	37.5	0.04
Pipe T15	43.64	37.5	0
Pipe T21	26.75	37.5	0
Pipe T34	29.32	37.5	0.01
Pipe T25	22	37.5	0
Pipe T38	2	37.5	0
Pipe T40	130	37.5	0
Pipe T42	210	37.5	0
Pipe T23	67.67	37.5	0
Pipe T24	2.331	37.5	0.01
Pipe T36	31	37.5	0.01
Pipe T2	99.79	75	0.01
Pipe T3	212.56	75	0.01
Pipe T4	161.78	50	0.02
Pipe T5	292.24	50	0.02
Pipe T6	263.68	50	0.02
Pipe T8	388.29	50	0.02
Pipe T9	97.15	37.5	0.04
Pipe T11	46.334	37.5	0.04
Pipe T18	22	37.5	0
Pipe T12	77.45	37.5	0.04
Pipe T13	42.8	37.5	0
Pipe T14	67.23	37.5	0
Pipe T16	79.97	37.5	0
Pipe T17	64	37.5	0
Pipe T19	121.46	37.5	0.03
Pipe T20	115.23	37.5	0.01
Pipe T22	151.87	37.5	0.02
Pipe T26	132	37.5	0
Pipe T27	54.5	37.5	0.01
Pipe TU28	140.25	37.5	0.01
Pipe T28	167.46	37.5	0
Pipe T29	96	37.5	0
Pipe T30	48	37.5	0
Pipe T31	240.32	37.5	0.02
Pipe T32	54.68	37.5	0.01
Pipe TU38	60.11	37.5	0.01
Pipe T37	102.49	37.5	0.01
Pipe T35	99.31	37.5	0
Pipe T33	36	37.5	0
Pipe T39	97	37.5	0
Pipe T41	80	37.5	0
Pipe T1	94.96	75	0.01
Pipe AD	236	50	1.5
Pump B	#N/A	#N/A	0

Fuente: elaboración propia con el software EPANET2.00 (2021)

Figura 8

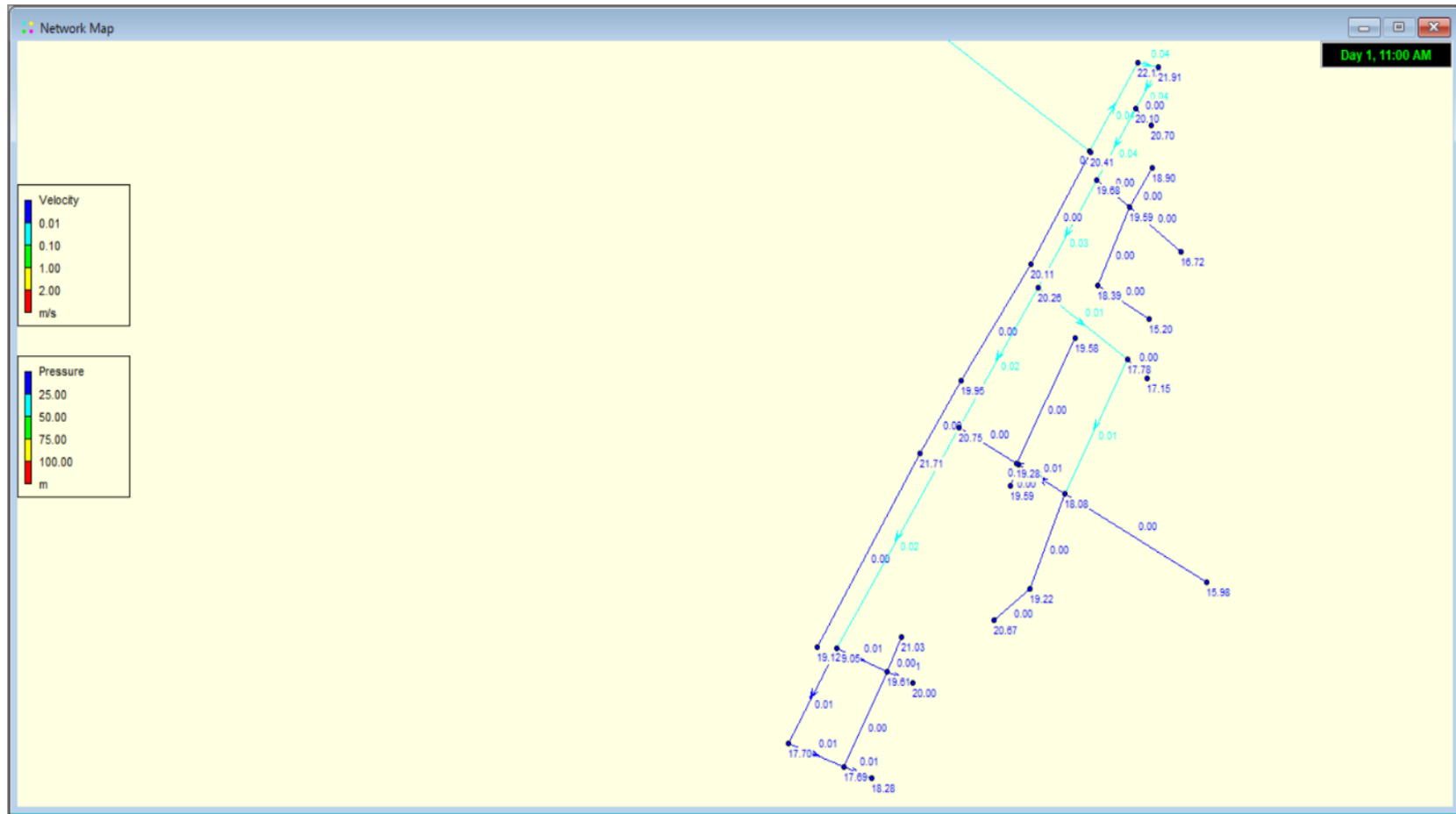
Presiones y velocidades del consumo máximo



Fuente: Elaboración Propia con el software EPANET2.00 (2021)

Figura 8.1

Velocidades y presiones en las tuberías



Fuente: Elaboration propia con el software EPANET2.00 (2021)

Tabla 12

Presiones y las velocidades

prueba consumo maximo Network Table - Nodes at 11:00 Hrs		
Node ID	Elevation m	Pressure m
Junc N2	14.93	18.8
Junc N3	8.04	25.69
Junc N4	13.86	19.87
Junc N5	15.02	18.7
Junc N6	18.79	14.93
Junc N7	18.9	14.82
Junc N8	13.01	20.7
Junc N9	11.58	22.12
Junc N10	11.79	21.91
Junc N11	13.6	20.1
Junc N12	14.01	19.68
Junc N19	13.43	20.26
Junc N31	14.63	19.05
Junc N37	15.98	17.7
Junc N36	15.4	18.28
Junc N18	13	20.7
Junc N14	16.97	16.72
Junc N15	14.79	18.9
Junc N13	14.1	19.59
Junc N16	15.3	18.39
Junc N17	18.49	15.2
Junc N20	15.9	17.78
Junc N21	16.53	17.15
Junc N32	14.07	19.61
Junc N34	13.68	20
Junc N35	15.99	17.69
Junc N33	12.65	21.03
Junc N24	15.35	18.33
Junc N25	14.09	19.59
Junc N29	14.46	19.22
Junc N30	13.01	20.67
Junc N26	14.1	19.58
Junc N38	13.3	20.41
Junc N39	13.6	20.11
Junc N40	13.76	19.95
Junc N41	12	21.71
Junc N42	14.59	19.12
Junc N22	12.93	20.75
Junc N23	14.4	19.28
Junc N28	17.7	15.98
Junc N27	15.6	18.08
Junc N1	17.36	16.37
Junc NI	0	44.29
Resvr C	8.19	0
Tank Tanque	29.96	3.77

prueba consumo maximo Network Table - Links at 11:00 Hrs			
Link ID	Length m	Diameter mm	Velocity m/s
Pipe T7	22.11	50	0.02
Pipe T10	21	37.5	0.04
Pipe T15	43.64	37.5	0
Pipe T21	26.75	37.5	0
Pipe T34	29.32	37.5	0.01
Pipe T25	22	37.5	0
Pipe T38	2	37.5	0
Pipe T40	130	37.5	0
Pipe T42	210	37.5	0
Pipe T23	67.67	37.5	0
Pipe T24	2.331	37.5	0.01
Pipe T36	31	37.5	0.01
Pipe T2	99.79	75	0.01
Pipe T3	212.56	75	0.01
Pipe T4	161.78	50	0.02
Pipe T5	292.24	50	0.02
Pipe T6	263.68	50	0.02
Pipe T8	388.29	50	0.02
Pipe T9	97.15	37.5	0.04
Pipe T11	46.334	37.5	0.04
Pipe T18	22	37.5	0
Pipe T12	77.45	37.5	0.04
Pipe T13	42.8	37.5	0
Pipe T14	67.23	37.5	0
Pipe T16	79.97	37.5	0
Pipe T17	64	37.5	0
Pipe T19	121.46	37.5	0.03
Pipe T20	115.23	37.5	0.01
Pipe T22	151.87	37.5	0.02
Pipe T26	132	37.5	0
Pipe T27	54.5	37.5	0.01
Pipe TU28	140.25	37.5	0.01
Pipe T28	167.46	37.5	0
Pipe T29	96	37.5	0
Pipe T30	48	37.5	0
Pipe T31	240.32	37.5	0.02
Pipe T32	54.68	37.5	0.01
Pipe TU38	60.11	37.5	0.01
Pipe T37	102.49	37.5	0.01
Pipe T35	99.31	37.5	0
Pipe T33	36	37.5	0
Pipe T39	97	37.5	0
Pipe T41	80	37.5	0
Pipe T1	94.96	75	0.01
Pipe AD	236	50	1.51
Pump B	#N/A	#N/A	0

Fuente: elaboración propia con el software EPANET2.00 (2021)

Todos los resultados en las diferentes demandas de consumo por día indican que las presiones en los nodos y las tuberías de la red de conducción y de distribución son mayores que 5m y menores de 100m, asegurando que los diámetros de las tuberías son aptos para este Sistema de Abastecimiento de Agua Potable (SAAP).

En la velocidad obtenidas en las diferentes demandas de consumo por día se puede apreciar que los flujos están debajo de los 0.30 m/s, y la norma no permite diseñar un sistema con tuberías menos de 1.5", prevalecerán los diámetros de las tuberías de acuerdo a la norma, por si se presenta algún incremento inesperado poblacional en la comunidad, se recomienda la instalación de válvulas de limpieza en la final de cada tubería en la red abierta o combinada de la comunidad para efectuar lavados periódicos en el sistema de tuberías.

XII. Cálculo para la carga total dinámica y de la bomba.

Para el cálculo de las pérdidas en los accesorios, úsese la ecuación

$$h_f = \frac{k * v^2}{2g}$$

Para el cálculo de pérdidas a lo largo de la tubería, úsese la ecuación de Hazen-Williams.

$$h_f = 10,549 * \left(\frac{Q_{bombeo}}{C}\right)^{1,85} \frac{L}{(\varphi_{columna})^{4,87}}$$

Tabla 12

Resultados de la curva de la bomba

DEMANDA B7:F45E35B7:F44B7:F51	24,883.20	gpd		
	1.09	lps		
	17.28	gpm		
TIPO DE BOMBA	Centrifuga	La bomba trabajará en un régimen de bombeo de 3 h.		
Q CPDT	1.09 lps	$Q_{bombeo} = Q_{CPDT} * \frac{24}{t_{bombeo}}$		
Q bombeo	1.09 lps			
Q bombeo	17.3 GPM			
Nivel rebose	28.50 m	$\Delta E = N_{Rebose} - N_{Bom.}$		
Nivel minimo de bombeo	8.70 m			
Δ E	19.80 m			
Eff bomba	50%	$Eff_{total} = Eff_{bomba}$		
Eff motor	50%			
Eff total	25.00%			
INFORMACION DE LA COLUMNA DE BOMBEO				
Material	HGº	100		
Nivel de terreno de pozo humedo	10.50 msnm	$v = \frac{Q_{bombeo}}{\frac{\pi * \varphi_{columna}^2}{4}}$		
Nivel minimo de bombeo	8.70 msnm			
L. columna	1.80 m			
φ columna	2.00 pulg			
Velocidad	0.54 m/s			
Perdida en la Columna de succion	0.09 m	NTON - 09-007-19		
	0.30 pies			
INFORMACION DE SARTA DE BOMBEO				
DIAM SARTA	2.00 pulg	130		
MATERIAL / C=	HºFº			
Q bom	1.09 lps			
L sarta	2.00 m	Según caudal (NTON 09-007-99) OK		
φ sarta	2.00 pulg			
Velocidad	0.56 m/s			
ESTIMACIÓN PÉRDIDAS POR ACCESORIOS EN LA SARTA				
Cant	Accesorios	K	hf (m)	hf (pies)
1	Codo de 90°	0.9	0.0141 m	0.05 pies
2	Codo de 45°	0.4	0.0126 m	0.04 pies
1	Tee pase directo	0.6	0.0094 m	0.03 pies
1	Controlador de caudal	2.5	0.0393 m	0.13 pies
1	Valv. compuerta abierta	0.2	0.0031 m	0.01 pies
2	Valv. de retencion	2.5	0.0785 m	0.26 pies
2	Codo de 45°	0.4	0.0126 m	0.04 pies
1	Entrada normal en tubo	0.5	0.0079 m	0.03 pies
1	Val. angulo abierta	5	0.0785 m	0.26 pies
Total pérdidas accesorios en la sarta:			0.2561 m	0.84 pies
hf en tub sarta =			0.0172 m	0.06 pies
Perd. Sarta (hf por tub + hf accesorios) =			0.2732 m	0.90 pies

Fuente: Elaboración propia (2021)

Tabla 13

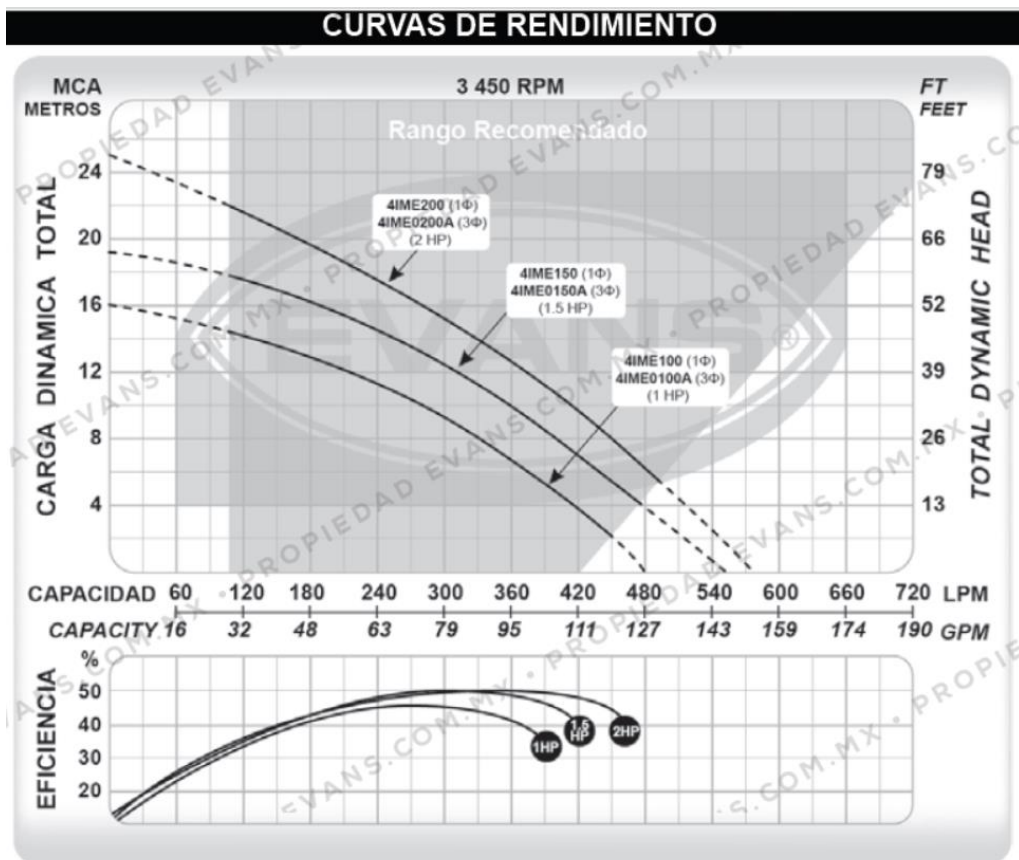
Resultados de la curva de la bomba

PÉRDIDAS EN LÍNEA DE CONDUCCIÓN				
Material	PVC	150		
Q bom	1.09 lps			
L. conduccion	245.00 m			
φ tubo	2.0 pulg			
velocidad	0.56 m/s			OK
PÉRD. CONDUCCIÓN	1.62 m	5.30 pies		
PÉRDIDAS ENTRADA AL TANQUE				
Material =	PVC	150		
L. colum =	9.50 m			
φ tubo =	2.00 pulg			
Velocidad =	0.56 m/s			OK
Cantidad	Accesorio	K		
6	Codo de 90°	0.9	0.0848 m	0.28 pies
1	Entrada normal en tubo	0.5	0.0079 m	0.03 pies
1	Tee pase directo	0.6	0.0094 m	0.03 pies
1	Salida de tubo	1	0.0157 m	0.05 pies
1	Rejilla	0.75	0.0118 m	0.04 pies
1	Valv. compuerta abierta	0.2	0.0031 m	0.01 pies
2	Valv. globo abierta	10	0.3142 m	1.03 pies
1	-----	0	0.0000 m	0.00 pies
Perd. Por accesorio entrada tanque =			0.4469 m	1.47 pies
hf tub entrada =			0.0626 m	0.21 pies
Pérd. Sarta (hf por tub + hf accesorios) =			0.5096 m	1.67 pies
PÉRDIDAS TOTALES				
hf columna de bombeo=		0.090 m	0.30 pies	
hf LC=		1.616 m	5.30 pies	
hf SB =		0.273 m	0.90 pies	
hf tanque =		0.510 m	1.67 pies	
hf Total =		2.49 m	8.16 pies	
CARGA TOTAL DINÁMICA (diam 2")			22.29	m
POTENCIA DE BOMBA			1.30	HP

Fuente: Elaboración propia (202)

Figura 13

Curva de rendimiento de la Bomba



Fuente: Elaboración propia con el Microsoft Excel. (2021)

XIII. Conexiones domiciliarias

En la comunidad de Caño Azul de Santa Elena se estarán instalando 60 conexiones domiciliarias con tubería de media, cada una de estas conexiones contara con un medidor aprobado por la Autoridad Nacional del Agua ANA con caja protectora de plástico.

XIV. Tarifa de pago de agua

14.1. Capacidad de pago

La capacidad de pago en acueductos rurales y semi rurales se sugiere que se determine de forma directa, la cual se fundamenta en el ingreso promedio mensual de las familias, tomando como base lo que algunas familias manifestaron al preguntarles su ingreso mensual en la comunidad.

La expresión utilizada por dicho método es:

$$\text{CP} = \text{IPM} * \%$$

Donde:

CP= capacidad de pago.

IPM= ingreso promedio mensual, según lo que las personas manifestaron se concluyó que este valor promedio 7,167.69 córdobas.

%= corresponde al porcentaje estimado de IPM que pueda ser destinado al pago de servicio correspondiente a los de agua potable. A nivel internacional se considera que la capacidad de pago representa el valor entre 3 % al 5 % de los ingresos promedios mensuales de los usuarios.

Por lo tanto:

$$\text{CPMínima} = (7,167.69/\text{conexión /mes}) * 0.03 = \text{C\$ } 215.03$$

$$\text{CPMedia} = (7,167.69/\text{conexión /mes}) * 0.04 = \text{C\$ } 286.70$$

$$CP_{\text{Máxima}} = (7,167.69/\text{conexión /mes}) * 0.05 = \text{C\$}358.38$$

➤ **Pasos para el cálculo de tarifas en Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico MABE.**

Esta es la fórmula para calcular tarifas en MABE, que te indica la GUIA.

$$OMA = (SP + EE + PQ + CM + GA)$$

$$RAF = \frac{CA + 1}{VU}$$

$$V = [P * (1 - ANC)]$$

$$CP = \frac{OMA + RAF}{V}$$

CP= costo promedio de proveer un m^3 de agua potable.

OMA= costo anual de operación, mantenimiento de Admón.

RAF= costo de reposición de los activos fijos.

V= volumen sw agua producido anual expresado en m^3 .

SP= gasto total anual en salario y prestaciones sociales.

EE= costo total anual de energía eléctrica.

PQ= Costo total anual de productos químicos.

CM= costo anual de mantenimiento.

GA= gasto de administración.

I= costos incurridos en la instalación de activos fijos.

VU= vida útil de los activos fijos.

P= producción de agua correspondiente a un año base, expresado en m^3 .
Entendiéndose como año base el que toma de referencia para realizar el cálculo de la tarifa.

ANC= Agua no contabilizada o perdidas máximas aceptables del 20% (expresado como 0.2).

CA= Costos adquiridos de los activos fijos del sistema de agua potable.

Estos son los costos de operación, Mantenimiento y administración –OMA

$$OMA = (SP + EE + PQ + CM + GA)$$

SP= gasto total anual en salario y prestaciones sociales.

EE= costo total anual de energía eléctrica.

PQ= Costo total anual de productos químicos.

CM= costo anual de mantenimiento.

GA= gasto de administración.

Tabla 14

Pago de salarios de los funcionarios del sistema

No. Empleados	Cargo	Salario mensual	Salario Anual	Aguinaldo	Vacaciones	Total Anual C\$
2	Operador de fuente-fontanero-lector	16,195.68	194,348.16	16,195.68	16,195.68	194,348.16
1	Cajera-Administración-Recolector.	9,880.17	118,562.04	9,880.17	9,880.17	118,562.04
Total						312,910.20

Fuente: Elaboración propia (2021)

Tabla 15**Pago mensual de energía eléctrica**

Facturas de Energía		
Mes	kWh	C\$
Enero	240.36	\$1,475.81
Febrero	240.36	\$1,475.81
Marzo	240.36	\$1,475.81
Abril	240.36	\$1,475.81
Mayo	240.36	\$1,475.81
Junio	240.36	\$1,475.81
Julio	240.36	\$1,475.81
Agosto	240.36	\$1,475.81
Septiembre	240.36	\$1,475.81
Octubre	240.36	\$1,475.81
Noviembre	240.36	\$1,475.81
Diciembre	240.36	\$1,475.81
Total		\$17,709.72

Fuente: Elaboración propia (2021)

Tabla 16**Pago de productos químicos mensuales**

Año 2022	Cantidad	Precio
Enero	10,545.50	\$3,338.25
Febrero	10,545.50	\$3,338.25
Marzo	10,545.50	\$3,338.25
Abril	10,545.50	\$3,338.25
Mayo	10,545.50	\$3,338.25
Junio	10,545.50	\$3,338.25
Julio	10,545.50	\$3,338.25
Agosto	10,545.50	\$3,338.25
Septiembre	10,545.50	\$3,338.25
Octubre	10,545.50	\$3,338.25

Noviembre	10,545.50	\$3,338.25
Diciembre	10,545.50	\$3,338.25
Total	126,546.00	\$40,059.00

Fuente: Elaboración propia (2021)

Tabla 17

Gastos administrativos anuales

Gastos a realizar	Precio
<i>teléfonos, correos e internet</i>	\$10,000.00
<i>pago de transporte</i>	\$3,500.00
<i>arrendamientos</i>	\$5,000.00
<i>fotocopias y empastado</i>	\$2,350.00
<i>material de aseo y limpieza</i>	\$800.00
<i>papelería y útiles de oficina</i>	\$6,500.00
Total	\$28,150.00

Fuente: Elaboración propia (2021)

Tabla 18

Gastos de Mantenimiento Anual

Materiales a utilizar	Precio
materiales pvc	\$15,000.00
cemento, arena, pega pvc	\$4,593.00
herramientas menores	\$2,437.00
servicio por mantenimiento del equipo de bombeo, sarta, válvulas, medidores	\$8,342.00
Total	\$30,372.00

Fuente: Elaboración propia (2021)

$$OMA = (312,910.2 + 17,709.72 + 40,058.82 + 28,150 + 30,372)$$

$$OMA = 429,200.74$$

Tabla 19

Costos de reposición de los activos fijos RAF

Provisión de reemplazo de activos fijos			
Concepto	valor de adquisición C\$	vida útil años	Provisión de reemplazo C\$/Año
Producción agua potable			
Construcción del pozo y caseta	\$844,430.45	50	\$16,888.61
Equipo de Bombeo	\$109,816.38	10	\$10,981.64
Equipo Clorador	\$43,644.38	20	\$2,182.22
Tubería de conducción	\$1,077,751.65	20	\$53,887.58
Sartas - válvulas	\$136,489.23	20	\$6,824.46
Tanque de almacenamiento acero Elevado	\$1,493,413.14	20	\$74,670.66
Distribución de Agua Potable			
Tubería de distribución	\$1,236,401.61	20	\$61,820.08
Conexión domiciliar	\$499,725.12	20	\$24,986.26
Total	\$5,441,671.95		\$252,241.50

Fuente: Elaboración propia (2021)

$$RAF = 252,241.50$$

Tabla 20

Volumen Anual de Agua Facturada (V)

Año 2022	producción (P) m³	ANC admisible m³ (Px0.20)	Volumen (V) m³ (P-ANC)
Enero	1,858.59	371.72	1,486.87
Febrero	1,858.59	371.72	1,486.87
Marzo	1,858.59	371.72	1,486.87
Abril	1,858.59	371.72	1,486.87
Mayo	1,858.59	371.72	1,486.87
Junio	1,858.59	371.72	1,486.87
Julio	1,858.59	371.72	1,486.87
Agosto	1,858.59	371.72	1,486.87
Septiembre	1,858.59	371.72	1,486.87
Octubre	1,858.59	371.72	1,486.87
Noviembre	1,858.59	371.72	1,486.87
Diciembre	1,858.59	371.72	1,486.87
Total	22,303.08	4,460.62	17,842.46

Fuente: Elaboración propia (2021)

$$V = 17,842.46$$

14.2 Aplicación de fórmula para cálculo de tarifas en MABE:

$$CP = \frac{OMA + RAF}{V}$$

$$CP = \frac{429,200.74 + 252,241.50}{17,842.46}$$

$$CP = 38.19m^3$$

El costo que se recomienda cobrar a las familias por el servicio de agua potable debe retribuir los costos de operación y mantenimiento, por lo tanto, según el análisis realizado anteriormente se establece una cuota fija de C\$38.19 por metro cubico de agua cobrando esta tarifa a las 60 viviendas de la comunidad, el sistema será autosostenible si se cumple con la leída correcta de los medidores.

Se tiene que leer el medidor maestro para ver si coincide con la suma total de los micro medidores, si el medidor maestro tiene más consumo que la suma total de los micro medidores nos indica que el sistema presenta fugas, si no se realiza una reparación inmediata a la fuga el costo de mantenimiento del sistema puede incrementar y perjudicar el funcionamiento del mismo.

XV. Aspectos ambientales y legales del proyecto

En Nicaragua mediante el Decreto 76-2006 se establecen las bases que rigen el Sistema de Evaluación Ambiental en el país. Dicho decreto de acuerdo a las incidencias ambientales que tienen los proyectos, establece 3 categorías ambientales, a saber:

- Categoría Ambiental I: Son considerados proyectos especiales por su trascendencia nacional, binacional o regional, por su connotación económica, social, ambiental y, porque pueden causar Alto Impacto Ambiental Potencial, están sujetos a un Estudio de Impacto Ambiental. Será administrado por el MARENA Central a través de la Dirección General de Calidad Ambiental.
- Categoría Ambiental II: Las obras, proyectos, industrias y actividades considerados Categoría Ambiental II que pueden causar impactos ambientales potenciales altos, están sujetos a un Estudio de Impacto Ambiental. Será Administrado por el MARENA Central a través de la Dirección General de Calidad Ambiental.
- Categoría Ambiental III: Son proyectos que pueden causar impactos ambientales moderados, aunque pueden generar efectos acumulativos, por lo que quedaran sujetos a una valoración ambiental como condición para otorgar la autorización ambiental correspondientes proceso de valoración Ambiental y emisión de la autorización ambiental correspondiente El proceso de valoración ambiental correspondiente quedara a cargo de las Delegaciones territoriales del MARENA o consejos regionales en el ámbito de su territorio. Será administrado por MARENA a través de las Delegaciones territoriales.

El proyecto que se está diseñando en este sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad de Caño Azul de Santa Elena, municipio de Bluefields, está considerado como un proyecto de categoría III, quedando sujeto a una valoración de impacto ambiental a como se menciona en la categoría III.

15.1. Marco Legal

El Marco Legal Ambiental del proyecto considera la legislación nicaragüense (políticas, leyes, decretos, normas, etc.) en la materia, la cual deberá ser aplicada durante todo el ciclo del proyecto, a fin de cumplir con los mandatos de la constitución política de Nicaragua.

A continuación, se presentan las principales leyes, normas y decretos relacionados y aplicables al proyecto:

Tabla. 21

Leyes, normas y decretos del aspecto ambiental

Ley/Norma Técnica/Decreto	Institución rectora	Descripción
Constitución Política de Nicaragua	Asamblea Nacional	Art. 60. [Derecho al ambiente saludable] Los nicaragüenses tienen derecho de habitar en un ambiente saludable. Es obligación del Estado la preservación, conservación y rescate del medio ambiente y de los recursos naturales.
Ley 217 Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales	MARENA	Capítulo II De las Aguas Sección I Normas Comunes Artículo 73.- Es obligación del Estado y de todas las personas naturales o jurídicas que ejerzan actividad en el territorio nacional y sus aguas jurisdiccionales, la protección y conservación de los ecosistemas acuáticos, garantizando su sostenibilidad. Artículo 74.- El uso, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas acuáticos, costeros y los recursos hidrobiológicos contenidos en ellos, deberá realizarse con base sostenible y de acuerdo a planes de manejo que garanticen la conservación de los mismos.

		Artículo 75.- En el uso del agua gozarán de prioridad las necesidades de consumo humano y los servicios públicos.
Ley No. 445: Ley del Régimen de Propiedad Comunal de Los Pueblos Indígenas y Comunidades Étnicas de las Regiones Autónomas de La Costa Atlántica de Nicaragua	Asamblea Nacional	Garantiza a los pueblos indígenas y comunidades étnicas: pleno reconocimiento de los derechos de propiedad comunal, uso, administración, manejo de las tierras tradicionales y sus recursos naturales, mediante la demarcación y titulación de estas; regula los derechos de propiedad comunal, uso y administración de los recursos naturales en las tierras comunales; determina los procedimientos legales necesarios para dicho reconocimiento.
NTON 05-007-98 Normas para la Clasificación de los Recursos Hídricos	ANA	Establece los parámetros para determinar los niveles de calidad exigibles de los cuerpos de agua (lagos, lagunas, lagos artificiales, manantiales, ríos, aguas subterráneas, estuarios y mares), de acuerdo con los usos a los cuales se destinen.
NTON 09-007-19 Normas para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización de las Aguas	ANA	Estas Normas contienen los parámetros de diseño actualizados, para el buen desarrollo y funcionamiento de los sistemas actuales y futuros del sector de agua y saneamiento.
NTON 05 014-02 "Norma Técnica Ambiental para el Manejo, Tratamiento y Disposición Final de los Desechos Sólidos No-Peligrosos"	MARENA	6.1 El servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos, estará a cargo de las municipalidades, las cuales podrán realizar por administración directa o mediante contratos con empresas o particulares, que se otorgarán de acuerdo a las formalidades legales y el cumplimiento de la siguiente normativa. 6.3 En los casos que la municipalidad no preste el servicio de recolección, transporte y tratamiento de los desechos sólidos no peligrosos a las empresas constructoras y a todo el que realice obras de construcción, estas

		deberán realizar su propio manejo, vía directa o a través de contratación. Las Empresas constructoras y el que realice alguna obra de construcción para dicho manejo deberá contar con el permiso de la municipalidad. 13.8 En las áreas protegidas que tengan Planes de Manejo (Planes Maestro), el sitio de los centros de tratamiento debe ubicarse según la zonificación y su normativa correspondiente. La ubicación de los centros de tratamiento en áreas protegidas que no tengan Planes de Manejo (Planes Maestro), deberá solicitar la autorización correspondiente a la Dirección General de Áreas Protegidas del MARENA. 15.5 No se permite en los sitios de disposición final de desechos sólidos no peligrosos las cenizas provenientes de incineradores para desechos sólidos peligrosos, en lo que corresponda a la Norma Técnica para el Manejo y eliminación de residuos sólidos peligrosos. 20.1 Todas las personas que incumplieren con la presente normativa serán sancionados de acuerdo a la legislación vigente y a las que surgieren en su efecto.
DECRETO No. 47-2005 "Política Nacional Sobre Gestión Integral de Residuos Sólidos"	MARENA	Se establece una Política Nacional sobre la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Peligrosos y No Peligrosos 2005-2023, así como los principios y lineamientos que la integran, definiciones, planes, acciones y estrategias para su implementación en el territorio nacional.

Fuente: Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA)

La Evaluación de Emplazamiento permite valorar las características generales del sitio y el entorno donde se propone ubicar el proyecto para evitar o prevenir potenciales riesgos e impactos ambientales que atentan contra la sostenibilidad y adaptación del proyecto.

Debido a que el sub proyecto es clasificado de baja complejidad, según el instrumento del Decreto 76-2006 que rigen el Sistema de Evaluación Ambiental en el país, no se desarrolla el histograma de Evaluación de Emplazamiento, solamente se aplica el instrumento de Evaluación Rápida de Vulnerabilidad.

La alternativa de sistema de agua potable para las comunidades Caño Azul de Santa Elena corresponde a un Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE).

Tabla. 22

Factores e indicadores de la vulnerabilidad de la zona

Factores e indicadores de la vulnerabilidad de la zona		Posibilidad de ocurrencia		Observación
		Si	No	
A. Vulnerabilidad Física				
1	Algunos componentes del sistema se ubicaran en zonas propensas a amenazas y estarán expuestas a daños o colapso		x	Durante el recorrido que se realizó y con la ruta que se tienen realizar el proyecto no hay ninguna zona con características de amenaza.
B. Vulnerabilidad Operativa				
2	Deficiente organización local para la gestión de los sistemas de saneamiento básico y baja cobertura		x	Hay una buena organización para la operación del sistema.
C. Vulnerabilidad Política-Institucional				
3	Poco involucramiento de los gobiernos locales y sectores de salud y educación en el soporte de la comunidad		x	Los políticos tienen un programa de solucionar el problema de agua potable en todas las comunidades y esta comunidad se encuentra en prioridad N° 3.
D. Vulnerabilidad cultural-organizativa				
4	La población desconoce las principales amenazas a las que podría estar expuesto su sistema y carecen de capacitación en gestión de Riesgos		x	Durante la visita se les explico cada una de las problemáticas que pueden tener en el sistema una vez ya realizado.
E. Vulnerabilidad Económica				
5	Pobreza extrema y baja calidad de vida, con condiciones de salud frágiles y deficiente acceso a servicios básicos		x	Las viviendas no carecen de nada.
F. Vulnerabilidad Ambiental				

6	Existen problemas ambientales sensibles, como degradación de suelos, con deforestación, mala gestión de los residuos sólidos y efluentes residuales, contaminación por químicos, etc-	x		Si falta de un botadero en la comunidad, tala ilegal de árboles quema de la forestación para crear potreros.
G. Vulnerabilidad en Hábitos de Higiene y Gestión de Agua				
7	La población presenta deficientes comportamientos en hábitos de higiene y debilidad en el manejo del agua y excretas	x		La mayoría de las familias tienen letrinas de fosa sin revestimiento.

Fuente: elaboración propia (2021)

Las medidas de mitigación tienen por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos del proyecto en el entorno, cualquiera sea su fase de ejecución. Estas medidas se determinan en función del análisis de cada una de las componentes ambientales afectadas por la ejecución del proyecto, en cada una de las etapas de éste, siendo las siguientes:

- Medidas que impidan o eviten completamente un efecto adverso significativo, mediante la no ejecución de una obra o acción.
- Medidas que minimizan o disminuyen el efecto adverso o significativo, mediante una adecuada limitación o reducción de la magnitud o duración de la obra o acción, o de alguna de sus partes.
- Medidas que reducen o eliminan el efecto adverso significativo mediante la implementación de acciones específicas.
- Medidas Reparación y/o Restauración Las medidas de reparación y/o restauración tienen por finalidad reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas.
- Medidas de Compensación Las medidas de compensación tienen por finalidad producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado.

El ejecutor de la obra debe describir en forma sencilla el componente afectado y los potenciales impactos ambientales que se prevé pueda ocasionar como producto de

la ejecución y operación de su proyecto, con su respectiva medida de mitigación, reparación y/o restauración y compensación, con la finalidad que este diseñe un plan de mitigación apropiado para su proyecto.

El diseño de un Plan de Manejo Ambiental busca que el ejecutor genere y provea la información específica necesaria y establezca los compromisos para asegurar un medioambiente libre de contaminación.

XVI. Medidas de Reducción, Mitigación o Compensación Identificadas.

Las medidas propuestas de reducción, mitigación o compensación de impactos ambientales adversos están basadas en la experiencia del consultor y la bibliografía consultada. En la siguiente tabla se entrega un listado de medidas que pueden adaptarse frente a un impacto ambiental potencial para la tipología de proyectos de Agua Potable.

Tabla. 23

Medidas de mitigación

Componente	Impacto	Medida de mitigación
Emisiones a la atmósfera	Emisión de material articulado y polvo	-Humedecer periódicamente las vías de acceso a la obra. -Transportar el material de excavación cubierto y por las rutas establecidas con anticipación.
Residuos solidos	Generación de residuos solidos	-Recuperar y reutilizar la mayor cantidad de residuos de excavación. -Retirar, transportar y disponer los residuos sobrantes en lugares autorizados.

Ruidos y/o vibraciones	Incremento de los niveles de ruido	-Realizar trabajos de excavación e instalación de tuberías en horarios diurnos. -Mantener los vehículos en las mejores condiciones mecánicas.
Recursos hídricos	Alteración y utilización de agua superficial	-Que las obras no perjudiquen ni entorpezcan el aprovechamiento de agua para otros fines (riego, recreación). -Dejar un caudal mínimo de agua, principalmente para la época de estiaje. -No afectar los derechos constituidos de terceros
	Contaminación de recursos de agua o causes por sedimentos y residuos líquidos o sólidos.	-No almacenar temporalmente, en causes o lechos de ríos o en sectores que desemboquen en ellos, material de excavación. -Remover inmediatamente los derrames accidentales de combustibles con materiales adecuados.
Suelo	Cambios en la estructura del suelo	-No realizar directamente en el suelo mezclas para obras de concreto. -Realizar los trabajos de mantenimiento de equipos y maquinaria, si se requiere, sobre un polietileno que cubra el área. -Remover inmediatamente el suelo en caso de derrames accidentales de combustible y restaurar el área afectada con materiales y procedimientos sencillos.

Vegetación y fauna	Remoción y afectación de la cobertura vegetal	-Evitar el paso de maquinaria sobre suelo con cobertura vegetal fuera del área de la obra. -Restaurar las zonas afectadas con especies establecidas en el lugar.
Población	Alteración de las costumbres y cultura de las comunidades	-Evitar la interferencia entre el tráfico peatonal y/o vehicular en los frentes de trabajo. -Disponer de rutas alternativas en fechas de importancia para la población.
	Incremento en los niveles de accidentabilidad	-Mantener una adecuada señalización en el área de obra en etapa de ejecución y operación. -Instalar cercos perimetrales en los frentes de trabajo. -Controlar la velocidad de los vehículos y que estos cuenten con alarma reversa. -Transportar el material de excavación sin superar la capacidad del vehículo de carga.
Paisaje	Impacto visual	-Restaurar y recuperar el espacio público afectado, una vez finalizada la obra, retirando todos los materiales y residuos provenientes de las actividades constructivas.
Patrimonio cultural	Daño al patrimonio cultural	-Suspender la obra, delimitar el área e informar a quien corresponda para una correcta evaluación, en la eventualidad de encontrar hallazgos arqueológicos. Una vez realizadas

		estas actividades se puede continuar con el trabajo.
--	--	--

Fuente: Elaboración propia (2021)

XVII. Presupuesto del Proyecto.

Tabla 24

Costo y Presupuesto

Proyecto De Agua Potable en La Comunidad de Caño Azul Departamento de la Region Autonoma de la Costa Caribe Sur Municipio de Bluefields									
etapa	código	Descripción	U.M	Cantidad	Presio FISE	Factor transporte	Factor Venta	Precio unitario	Total
						25%	20%		
310		Preliminares							C\$146,779.68
	92224	Limpieza inicial (obra de captación, tanque de almacenamiento y estacion de bombeo)	m2	147.51	19.975		3.995	23.97	C\$3,535.81
	92806	TRAZO Y NIVELACION PARA TUBERIAS (INCL. ESTACAS DE MADERA + MANO DE OBRA TOPOGRAFIA) (NO INCL. EQUIPO DE TOPOGRAFIA)	ML	4650.735	18.9848		3.79696	22.78176	C\$105,951.93
	97150	TRAZO Y NIVELACION PARA OBRA DE TOMA EN RÍO (INCL. ESTACAS DE MADERA+MANO DE OBRA+EQUIPO DE TOPOGRAFIA)	M2	147.51	24.7932		4.95864	29.75184	C\$4,388.69
	4277	RÓTULO TIPO FISE DE 1.22m x 2.44m (ESTRUCTURA DE ACERO+FORRO DE ZINC LISO) CON BASES DE CONCRETO REF.DE 2,500 PSI (INCL. PINT. ANTICORROSIVA C	C/U	1	22,691.89	5672.97355	4538.37884	32903.2466	C\$32,903.25
320		LÍNEA DE CONDUCCIÓN							C\$992,353.23
	92227	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NATURAL	M3	850.2768	105.468		21.0936	126.5616	C\$107,612.39
	92226	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL	M3	698.61	94.6336		18.92672	113.56032	C\$79,334.38
	94390	BOTAR (MANUAL) MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACION A 0.10 KM (100 m)	M3	379.36	117.8525		23.5705	141.423	C\$53,650.23
	94298	LECHO DE ARENA PARA ALCANTARILLAS Espesor=0.10m (INCL. CAMIÓN VOLQUETE PARA ACARREO DE ARENA)	M3	69.12	795.9625	198.990625	159.1925	1154.14563	C\$79,774.55
	96930	PRUEBA HIDROSTÁTICA (DE PRESIÓN y DE ESTANQUEIDAD)(CON BOMBA MANUAL) EN TUBERIA y ACCESORIOS PVC Diám.<=2" L=HASTA 300m PARA PROYECTOS DE AGUA POTABLE	C/U	5	153.0887		30.61774	183.70644	C\$918.53
	97138	PRUEBA HIDROSTÁTICA (DE PRESIÓN y DE ESTANQUEIDAD)(CON BOMBA MANUAL) EN TUBERIA y ACCESORIOS PVC Diám.=3" L=HASTA 300 m PARA PROYECTOS DE AGUA POTABLE	C/U	2	413.6497		82.72994	496.37964	C\$992.76
	4997	CRUCE AEREO CON TUBERIA SECCIÓN CIRCULAR DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=2" CON SOPORTES DE CABLE DE ACERO Diám.=3/8" (NO IN PILOTES, NI EXC.)(INCL. PINT	ML	26.7	1,357.17	339.29195	271.43356	1967.89331	C\$52,542.75
	5257	CRUCE AEREO CON TUBERIA SECCIÓN C DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=3 " CON SOPORTES DE CABLE DE ACERO Diám.=½"+BASES DE CONCRETO DE 3,000 PSI (NO INCL.EXC.	ML	18.7	4,833.47	1208.36795	966.69436	7008.53411	C\$131,059.59
	96165	TUBERIA DE PVC Diám.==2" (SDR-26) (ASTM D2241) (JUNTA CEMENTADA) (NO INCL. EXCAVACIÓN)	ML	1364.1	145.6982	36.42455	29.13964	211.26239	C\$288,183.03
	96164	TUBERIA DE PVC Diám.=3" (SDR-26) (ASTM D2241) (JUNTA CEMENTADA) (NO INCL. EXCAVACIÓN)	ML	407.31	230.0222	57.50555	46.00444	333.53219	C\$135,851.00

	96184	VALVULA DE AIRE Y VACIO DE PLASTICO Diám.=2" (NO INCL. EXCAVACION)	C/U	3	156.8511	39.212775	31.37022	227.434095	C\$682.30
	93854	CODO DE HIERRO FUNDIDO DE 3"X 45°	C/U	4	3,180.13	795.032125	636.0257	4611.18633	C\$18,444.75
	96571	REDUCTOR LISO DE PVC DE 3" x 2" (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	1	134.4745	33.618625	26.8949	194.988025	C\$194.99
	93849	CODO DE HIERRO GALVANIZADO DE 2 "X 45°	C/U	8	554.1885	138.547125	110.8377	803.573325	C\$6,428.59
	96075	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE Diám.=3"	C/U	1	5,349.22	1337.3046	1069.84368	7756.36668	C\$7,756.37
	96073	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE Diám.=2"	C/U	2	3,015.34	753.835325	603.06826	4372.24489	C\$8,744.49
	3113	CAJA DE CONCRETO DE 2,500 PSI SIN REF. Ancho 1=0.50m,Ancho 2=0.50m,Alt.=0.50m+TAPA DE LAMINA DE ACERO Esp.=3/16" (INCL. EXC	C/U	3	1,515.07	378.767025	303.01362	2196.84875	C\$6,590.55
	2418	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=3" (NO INCL. EXCAVACION) (INCL. BLOQUE DE REACCION)	ML	2	1,286.76	321.690225	257.35218	1865.80331	C\$3,731.61
	2146	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=2" (NO INCL. EXCAVACION) (INCL. BLOQUE DE REACCION)	ML	4	831.1799	207.794975	166.23598	1205.21086	C\$4,820.84
	93847	CODO DE HIERRO GALVANIZADO DE 3" X 90°	C/U	2	738.18	184.543875	147.6351	1070.35448	C\$2,140.71
	93848	CODO DE HIERRO GALVANIZADO DE 2" X 90°	C/U	4	361.2285	90.307125	72.2457	523.781325	C\$2,095.13
	94006	TEE LISA DE PVC Diám.=2" (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	2	123.2146	30.80365	24.64292	178.66117	C\$357.32
	95378	TEE LISA DE PVC Diám.=3" (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	1	307.8648	76.9662	61.57296	446.40396	C\$446.40
330		LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN							C\$1,169,098.56
	92227	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NATURAL	M3	1382.076	105.468		21.0936	126.5616	C\$174,917.75
	92226	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL	M3	1374.326	94.6336		18.92672	113.56032	C\$156,068.90
	94390	BOTAR (MANUAL) MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACION A 0.10 KM (100 m)	M3	307.2	117.8525		23.5705	141.423	C\$43,445.15
	94298	LECHO DE ARENA PARA ALCANTARILLAS Espesor=0.10m (INCL. CAMIÓN VOLQUETE PARA ACARREO DE ARENA)	M3	115.173	795.9625	198.990625	159.1925	1154.14563	C\$132,926.41
	93282	PRUEBA HIDROSTÁTICA (DE PRESIÓN y DE ESTANQUEIDAD)(CON BOMBA MANUAL) EN TUBERIA y ACCESORIOS PVC Diám.=4" L=HASTA 300 m PARA PROYECTOS DE AGUA POTABLE	C/U	10	427.9276		85.58552	513.51312	C\$5,135.13
	93125	TUBERIA DE PVC Diám.=1½" (SDR-17) (ASTM D2241) (JUNTA CEMENTADA) (NO INCL. EXCAVACIÓN)	ML	2879.325	117.2478	29.31195	23.44956	170.00931	C\$489,512.06
	96984	TEE LISA DE PVC Diám.=1½" (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	12	76.8136	19.2034	15.36272	111.37972	C\$1,336.56
	94006	TEE LISA DE PVC Diám.=2" (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	1	123.2146	30.80365	24.64292	178.66117	C\$178.66
	93169	REDUCTOR LISO DE PVC DE 2" x 1½" (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	2	60.08	15.020175	12.01614	87.117015	C\$174.23
	96265	REDUCTOR LISO DE PVC DE 1½" x 1" (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	3	37.07	9.268075	7.41446	53.754835	C\$161.26
	96999	CODO LISO DE PVC Diám.=1½", 45° (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	3	50.81	12.702975	10.16238	73.677255	C\$221.03
	96193	CODO LISO DE PVC Diám.=1½", 90° (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	2	55.86	13.965475	11.17238	80.999755	C\$162.00
	95773	CODO LISO DE PVC Diám.=1", 90° (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	1	28.54	7.134475	5.70758	41.379955	C\$41.38
	97247	CRUZ LISA DE PVC Diám.=1½"x1½" (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	3	182.02	45.50585	36.40468	263.93393	C\$791.80

	5536	VALVULA DE PASE (PARA LIMPIEZA) DE GAVETA HIERRO FUND Diám.=2" (INCLUYE 1.56m DE TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Ø1 ½" + 4 BLOQUES DE REACCION)	C/U	9	9,532.19	2383.04868	1906.43894	13821.6823	C\$124,395.14
	3675	VALVULA DE PASE HIERRO FUNDIDO Diám.=1"(INCL.1mTUBERIA SECCIÓN CIRCULAR DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=1" Y BLOQUE DE REACCION) PARA LIMPIEZA	C/U	4	4,531.51	1132.87655	906.30124	6570.68399	C\$26,282.74
	96072	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE Diám.=1½"	C/U	5	1,604.32	401.07945	320.86356	2326.26081	C\$11,631.30
	95936	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE Diám.=1"	C/U	1	1,184.17	296.04355	236.83484	1717.05259	C\$1,717.05
340		ALMACENAMIENTO							C\$1,509,636.71
	92021	NIVELETA SENCILLA DE MADERA PINO L=1.10m	C/U	2	112.8819	28.220475	22.57638	163.678755	C\$327.36
	92022	NIVELETA DOBLE DE PINO DE 1.50m x 1.50m	C/U	4	146.2474	36.56185	29.24948	212.05873	C\$848.23
	92226	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL	M3	92.74	94.6336		18.92672	113.56032	C\$10,531.58
	92227	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NATURAL	M3	126.9	105.468		21.0936	126.5616	C\$16,060.67
	94390	BOTAR (MANUAL) MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACION A 0.10 KM (100 m)	M3	50.9	117.8525		23.5705	141.423	C\$7,198.43
	96679	MEZCLA MANUAL DE SUELO-CEMENTO PROPORCION 1:10 (C:S) (1 DE CEMENTO Y 10 DE SUELO, NO INCL.ACARREO DE MATERIAL. SELECTO)	M3	30.62	1,223.71	305.92835	244.74268	1774.38443	C\$54,331.65
	3586	PORTÓN DE POSTES DE MADERA DE PINO Diám.=0.25m(10")Alt.=2.00m y POSTES DE MADERA PINO Diám.=0.125m(5")CON FORRO DE ALAMBRE DE PÚAS L=4.25m,Alt.=1.40m	C/U	1	2,375.20	593.800275	475.04022	3444.0416	C\$3,444.04
	92067	CERCO (A) DE POSTES DE CONCRETO PRETENSADO Alt.=2.55m @2.50m CON 7 HILADAS DE ALAMBRE DE PÚAS CAL.# 13½ CON BASE DE CONCRETO	ML	60	33.5824	8.3956	6.71648	48.69448	C\$2,921.67
	2269	VALVULA DE PASE DE GAVETA DE BRONCE Diám.=2" (INCL.1.00m TUBERIA SECCIÓN CIRCULAR DE HIERRO GALVANIZADO Y 4 BLOQUES DE REACCION) PARA LIMPIEZA	C/U	2	5,705.19	1426.29848	1141.03878	8272.53116	C\$16,545.06
	4792	ESCALERA DE TUBO SECCIÓN CIRCULAR DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=1½", PELDAÑOS DE TUBO SECCIÓN CIRCUL DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=1"(INCL.PINTURA ANTICOR	ML	6	2,201.74	550.43575	440.3486	3192.52735	C\$19,155.16
	5174	BRIDA DE PLATINA DE ACERO (A-36) Ancho=2",Desarrollo=0.27m(10.71"),Esp.=1/8" CON 2 PERNOS DE ACERO Diám.=½",L=1" (INCL. PINT EPOXICA	C/U	16	180.0584	45.0146	36.01168	261.08468	C\$4,177.35
	95377	ADAPTADOR MACHO DE PVC Diám.=3" (SCH 40) (ASTM D2466)	C/U	12	188.4441	47.111025	37.68882	273.243945	C\$3,278.93
	92282	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M3	30.74	323.595	80.89875	64.719	469.21275	C\$14,423.60
	92345	FORMALETA DE MADERA DE PINO PARA VIGAS	M2	87.35	474.971	118.74275	94.9942	688.70795	C\$60,158.64
	92346	FORMALETA DE MADERA DE PINO PARA COLUMNAS (AREA DE CONTACTO)	M2	43.34	395.0341	98.758525	79.00682	572.799445	C\$24,825.13
	92387	FORMALETA DE MADERA DE PINO PARA FONDO DE ENTREPISO	M2	37.92	358.0316	89.5079	71.60632	519.14582	C\$19,686.01
	92388	FORMALETA DE MADERA DE PINO PARA FUNDACIONES	M2	57.84	376.8675	94.216875	75.3735	546.457875	C\$31,607.12

	96077	VALVULA DE COMPUERTA DE HIERRO FUNDIDO Diám.=3" CON BRIDA (o FLANGE) DE PVC (2 C/U) + PERNOS +TUERCAS	C/U	1	10,264.18	2566.04533	2052.83626	14883.0629	C\$14,883.06
	92853	TUBERIA SECCIÓN CIRCULAR DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=2" (NO INCL. EXCAVACION)	ML	34	901.9225	225.480625	180.3845	1307.78763	C\$44,464.78
	93379	PASAMANOS DE TUBO DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=1½"	ML	25.6	1,429.68	357.419075	285.93526	2073.03064	C\$53,069.58
	93848	CODO DE HIERRO GALVANIZADO DE 2" X 90°	C/U	18	361.2285	90.307125	72.2457	523.781325	C\$9,428.06
	94356	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 60) Diám. > AL No. 4 (NO INCL. TACOS SEPARADORES)	LBS	14,196.64	18.7467	4.686675	3.74934	27.182715	C\$385,903.22
	94367	UNION MALEABLE DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=3"	C/U	14	1,558.53	389.632775	311.70622	2259.8701	C\$31,638.18
	94558	TANQUE DE PLASTICO Cap.=15,000 LITROS PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA CON UN CONECTOR CON ROSCA DE POLIPROPILENO	C/U	2	92,061.06	23015.265	18412.212	133488.537	C\$266,977.07
	94567	UNION DRESSER DE HIERRO FUNDIDO Diám.=2"	C/U	2	1,321.70	330.425	264.34	1916.465	C\$3,832.93
	95309	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 60) Diám. <=AL No. 4 (NO INCL. TACOS SEPARADORES)	LBS	6,307.64	18.9117	4.727925	3.78234	27.421965	C\$172,967.88
	95809	CONCRETO DE 4,000 PSI (MEZCLADO A MANO) (NO INCL.FUNDIDA)	M3	30.74	4,572.99	1143.24695	914.59756	6630.83231	C\$203,831.79
	96162	VALVULA DE BOYA DE BRONCE Diám.=2"	C/U	2	7,644.28	1911.06885	1528.85508	11084.1993	C\$22,168.40
	96455	TEE DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=2"x 2" x 2"	C/U	1	618.0603	154.515075	123.61206	896.187435	C\$896.19
	94147	TEE DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=3"x 3" x 3"	C/U	4	830.904	207.726	166.1808	1204.8108	C\$4,819.24
	96555	VÁLVULA (o LLAVE) DE PASE DE BOLA DE PVC SCH40 Diám.=2"	C/U	2	478.9258	119.73145	95.78516	694.44241	C\$1,388.88
	96554	VÁLVULA (o LLAVE) DE PASE DE BOLA DE PVC (SCH-40) Diám.=3"	C/U	2	1,326.48	331.61965	265.29572	1923.39397	C\$3,846.79
		OBRA DE CAPTACION							C\$289,659.05
	92022	NIVELETA DOBLE DE 1.50 m x 1.50 m	C/U	4	146.2474	36.56185	29.24948	212.05873	C\$848.23
	93285	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO MATERIAL MIXTO	M³	19.44	319.6		63.92	383.52	C\$7,455.63
	95177	MEZCLA MANUAL DE SUELO-CEMENTO PROPORCION 1:8 (C:S) (1 DE CEMENTO Y 8 DE SUELO)	M³	10.1	1,343.85	335.962025	268.76962	1948.57975	C\$19,680.66
	92226	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL	M³	9.34	94.6336		18.92672	113.56032	C\$1,060.65
	92388	FORMALETA DE FUNDACIONES	M²	1.44	376.8675	94.216875	75.3735	546.457875	C\$786.90
	92371	FORMALETA PARA MUROS (DOS USOS)	M²	37.24	244.6539	61.163475	48.93078	354.748155	C\$13,210.82
	95518	FORMALETA PARA LOSA AEREA	M²	1	589.4224	147.3556	117.88448	854.66248	C\$854.66
	92008	CONCRETO CICLOPEO	M²	8	2,226.28	556.5704	445.25632	3228.10832	C\$25,824.87
	92009	CONCRETO DE 3,000 PSI (MEZCLADO A MANO)	M³	4	3,944.58	986.1448	788.91584	5719.63984	C\$22,878.56
	92282	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M³	4	323.595	80.89875	64.719	469.21275	C\$1,876.85
	95309	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 60) Diám. <= AL No. 4	lbs	1590.348	18.9117	4.727925	3.78234	27.421965	C\$43,610.47
	92137	REPELLO Y FINO CORRIENTE	M²	50	276.1225	69.030625	55.2245	400.377625	C\$20,018.88
	96241	VALVULA DE COMPUERTA DE HIERRO FUNDIDO Diám. = 6" EXTREMOS BRIDADOS(SINEXCAVACION)	C/U	1	20,627.76	5156.93875	4125.551	29910.2448	C\$29,910.24
	2272	VALVULA DE HIERRO FUNDIDO Diám. = 4" (INCL. EXCAVACION Y BLOQUE DE REACCION)	C/U	1	18,300.89	4575.2225	3660.178	26536.2905	C\$26,536.29
	3028	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám. =4" (NO INCL. EXCAVACION)	ML	3.5	7,040.34	1760.085	1408.068	10208.493	C\$35,729.73
	2531	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám. =6" (NO INCL. EXCAVACION)	ML	3.7	2,544.39	636.098225	508.87858	3689.36971	C\$13,650.67

	94053	CODO DE HIERRO GALVANIZADO DIAM=4",45	C/U	4	1,281.57	320.39325	256.3146	1858.28085	C\$7,433.12
	93853	CODO DE HIERRO GALVANIZADO DIAM=6",90	C/U	1	5,383.82	1345.95425	1076.7634	7806.53465	C\$7,806.53
	3306	CAJA PARA PROTECCION DE VALVULA HECHA DE TUBO	C/U	2	645.0917	161.272925	129.01834	935.382965	C\$1,870.77
	94990	TUBERIA DE PVC Diám.=4" (SDR-17) CON 3 HILADAS DE PERFORACIONES DE Diám.=½"(12.71 mm) @0.10 m	ML	1.8	636.9289	159.232225	127.38578	923.546905	C\$1,662.38
	96268	FILTRO DE PIEDRA TRITURADA (GRAVA) TAMAÑO DE 1/2" Y 3/4"	M³	7.35	652.3234	163.08085	130.46468	945.86893	C\$6,952.14
		POZO HUMEDO							C\$94,713.67
	92227	EXCAVACION MANUAL EN T.N	M³	3.94	105.468		21.0936	126.5616	C\$498.34
	95177	MEZCLA MANUAL DE SUELO-CEMENTO PROPORCION 1:8 (C:S) (1 DE CEMENTO Y 8 DE SUELO)	M³	6.75	1,343.85	335.962025	268.76962	1948.57975	C\$13,152.91
	92226	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL	M³	6.75	94.6336		18.92672	113.56032	C\$766.53
	92388	FORMALETA FUNDACIONES	M²	8.80	376.8675	94.216875	75.3735	546.457875	C\$4,808.83
	92371	FORMALETA PARA MUROS(DOS USOS)	M²	15.00	244.6539	61.163475	48.93078	354.748155	C\$5,321.22
	92009	CONCRETO DE 3,000 PSI (MEZCLADO A MANO)	M³	2.92	3,944.58	986.1448	788.91584	5719.63984	C\$16,672.75
	92282	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M³	2.92	323.595	80.89875	64.719	469.21275	C\$1,367.76
	95309	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 60) Diám. <= AL No. 4	LBS	1,900.86	18.9117	4.727925	3.78234	27.421965	C\$52,125.33
						0	0	0	C\$0.00
		ESTACION DE BOMBEO							C\$257,887.50
	93828	SARTA DE TUBERIA DE HIERRO FUNDIDO Diám.=3"(INCL. 3 VALVULAS DE HIERRO FUNDIDO DE 3"y2") CON MEDIDOR Diám.=3" +MANOMETRO HIDRAUL PARA EQUIPO DE BOMBEO	C/U	1.00	94,130.50	23532.625	18826.1	136489.225	C\$136,489.23
	4720	VALVULA (o LLAVE) DE CHORRO DE BRONCE Diám.=½" CON PEDESTAL DE CONCRETO DE	C/U	1.00	665.8094	166.45235	133.16188	965.42363	C\$965.42
	96160	VALVULA DE AIRE DE HIERRO FUNDIDO Diám.=½" (ROSCA MACHO)	C/U	1.00	5,391.56	1347.89013	1078.3121	7817.76273	C\$7,817.76
	93264	BOMBA CENTRIFUGA EJE HORIZONTAL C/MOTOR DE 1.5 HP, CTD=40' A 60'	C/U	1.00	75,735.44	18933.8588	15147.087	109816.381	C\$109,816.38
	2418	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=3" (COLUMNA DE DESCARGA)	ML	1.50	1,286.76	321.690225	257.35218	1865.80331	C\$2,798.70
		CASETA DE CONTROL							C\$373,466.11
	3215	CASETA DE MAMPOSTERIA CONFINADA DE PARED DE BLOQUE DE MORTERO+CUBIERTA DE TECHO DE ZINC+PUERTA DE MADERA+PUERTA+ANDEN, Área=38.25m2	C/U	1.00	257,562.83	64390.7083	51512.56666	373466.108	C\$373,466.11
		CONEXIONES							C\$499,725.12
	3931	CONEXIÓN DOMICILIAR DE PATIO CON ABRAZADE TUBO DE PVC Diám.=½"(SDR-13.5)(NO INCL. MEDIDOR)(INCL. EXC)+VÁLVULA(o LLAVE) DE BRONCE Diám.=½"+VÁLVULA CHORR	C/U	65	2,779.68	694.9188	555.93504	4030.52904	C\$261,984.39
	92978	MEDIDOR DE BRONCE PARA AGUA POTABLE Diám.=½" (CON CAJA DE CONCRETO PREFABRICADA CON TAPA Y ARO DE HIERRO FUNDIDO) PARA USO DOMICILIAR	C/U	65	2,522.45	630.612025	504.48962	3657.54975	C\$237,740.73
		PURIFICACIÓN							C\$43,644.38
	97379	BOMBA ELECTRICA DOSIFICADORA DE CLORO DE 32.1 GPD y 150 PSI CON TANQUE DE PLASTICO Cap.=250 LTS	C/U	1	30,099.57	7524.893	6019.9144	43644.3794	C\$43,644.38
		limpieza final y entrega							C\$13,532.92
	92225	LIMPIEZA MANUAL FINAL	M2	147.51	19.975		3.995	23.97	C\$3,535.81
	4189	PLACA CONMEMORATIVA DE ALUMINIO DE 0.65m x 0.42m	C/U	1	6,894.56	1723.63958	1378.91166	9997.10954	C\$9,997.11
									C\$5,390,496.94

Fuente: Elaboración propia (2021).

Los alcances obtenidos están basados en el diseño de los planos, los costos están realizados de acuerdo a la tabla FISE las cuales incluyen la mano de obra, a estos precios se le suma el factor transporte y el factor venta para obtener el costo unitario, el costo total del proyecto es de C\$ 5,390,496.94 (Cinco Millones Trescientos Noventa Mil, Cuatrocientos Noventa y seis córdobas con 94/100)

XVIII. Cronograma de Ejecucion.

De acuerdo al análisis en el programa Project 2013 el proyecto tendrá una duración de 139 días, equivalente a 4.5 meses (la cual empezará el 06 de junio del año 2022 y terminando el 21 de septiembre del año 2022). La duración está basada en días calendario, trabajando 9 horas al día y 6 días a la semana, se estarán respetando los días feriados las cuales se reflejados en el Project que se realizó.

XIX. Planos.

La representación gráfica está elaborada con el sistema AutoCAD que es un software de diseño asistido por computadora, el diseño está planteado en 12 láminas con 15 de empate. Los planos presentados están desglosados de la siguiente manera:

Caratula: se encuentran los mapas de macro y micro localización y el índice del juego de planos del sistema de agua potable de la comunidad de Caño Azul de Santa Elena.

Planos 1-2: Planos de conducción y distribución de las tuberías que transportan el agua de su punto de recolección a su punto de almacenamiento y luego por gravedad comunidad, se puede apreciar el punto más alto y más bajo de la comunidad con el plano del perfil de terreno por donde pasara la tubería, se realizó líneas de empate para observar las de las tuberías y el perfil del terreno.

Planos 3-6: Planos del dique de retención de concreto ciclópeo y los planos del desarenador con sus estructuras y concreto de 3000 PSI.

Planos 7-10: Planos de la tanquilla de almacenamiento de bombeo con bloque de reacción con su estructura y concreto de 3000 PSI y su tapa metálica.

Planos 11-12: Planos de la torre de concreto estructural que sostienen los tanques de almacenamiento.

XX. Conclusiones

Durante el tiempo en que se realizaron los estudios para un sistema de agua potable en la comunidad, se pudo observar mediante el levantamiento de las encuestas que no todas las familias cuentan con un pozo excavado a mano, por lo que tienen que solicitar a sus vecinos el vital líquido para el consumo diario. Los pozos existentes en la zona núcleo de estudio no cuentan con material filtrante lo que indica que agua que consumen no es potable.

Los levantamientos de las encuestas se realizaron con un grupo de personas de la Universidad BICU, la Alcaldía de Bluefields y el FISE, estas encuestas nos brindaron información exacta de 223 personas viven en esta comunidad, indicándonos que en el 2042 la demanda poblacional será de 409 personas lo que equivale a un consumo de 17.28 galones por minuto.

En base al censo realizado tenemos un total de población beneficiada con el proyecto de 223 personas para el año en curso (2020), empleando para la proyección de la misma el método geométrico utilizando como fuente los datos brindados por la Alcaldía de Bluefields obteniendo caudales de 5.65 gpm (caudal máximo día) y 9.42 gpm (caudal máxima hora).

Los diseños de EPANET que se realizaron nos indican que las presiones en los nodos de la red de conducción y de distribución son mayores que 5m y menores de 100m, lo que indica que el diámetro de la tubería es apto para transportar el consumo máximo hora, lo cual garantiza un excelente funcionamiento de presiones en el sistema de distribución.

Las Normas de NTON 09-007-19, indican que, si las velocidades del flujo de agua en las tuberías están por debajo de los 3 metros, se tienen que instalar válvulas de limpieza en el sistema para evadir la saturación de la tubería por sedimentación.

Se ha proyectado todo el sistema para 20 años donde se tomó en cuenta el entorno de la comunidad, el diseño a utilizar es el sistema MABE (mini acueducto por bombeo eléctrico). Para esto se construirá un dique toma en la fuente, con un sistema filtrante donde pasará a un pozo húmedo de donde será bombeado a los tanques de almacenamiento elevados, y luego a la comunidad por la tubería de conducción y luego a la tubería de distribución. todo lo antes mencionado se calculó por métodos convencionales usando fórmulas de Hazen William y modelado en EPANET 2.0

Se realizaron dos tipos de costo que se puede cobrar a cada familia la cual puede ser una tarifa fija mensual de C\$ 215.03 aplicando el 3%, C\$ 286.70 aplicando el 4% o de C\$358.38 aplicando el 5% del salario promediado, la otra opción y la que favorece que el proyecto sea auto sostenible es el cobro por metro cubico utilizado por familia C\$ 38.19m³ la cual se obtienen aplicando las fórmulas para calcular tarifas de un sistema MABE.

Los costó y presupuesto que se realizaron al finalizar el diseño nos dio una cantidad de C\$ 5,390,496.94 para realizar este proyecto que brindara mejor calidad de vida a las familias de esta comunidad de Caño Azul de Santa Elena.

XXI. Recomendaciones

A la Alcaldía de Bluefields.

- Darle seguimiento al comité de agua potable y saneamiento para observar y capacitar el trabajo que tienen que realizar para que sea auto sostenible el sistema.

Al Comité de Agua Potable y Saneamiento

- Realizar la limpieza en la obra de captación, pozo húmedo cada 15 días y a los tanques de almacenamiento cada 6 meses para así prolongar la vida útil del sistema.
- Hacer el mantenimiento a la bomba anualmente.
- Que cumplan con la revisión de todo el sistema si alguna válvula, llave o tubería se daña que sea remplazado.
- La limpieza del sistema de filtración se debe de realizar cada semana y la arena se debe de cambiar cada año dependiendo del resultado que este brindando, por lo que se recomienda tener personal capacitado para hacer muestras de calidad de agua por lo menos 1 vez cada 15 días para saber cuándo la filtración no está cumpliendo con su función

A los Beneficiarios.

- Que las familias revisen si tienen fugas en su sistema para que no tengan que pagar por perdidas.

XXII. Bibliografía

(INAA), E. I. (1976). Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales. Managua.

(ANA), NTON 09-007-19: Normas Técnicas Obligatoria Nicaragüense DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO. AGUA POTABLE.

FISE. (s.f.). Norma de rendimiento horario.

FISE, N. (2018). Maestro de costos complejos. Managua.

(ANA). Diseño de Sistema de Abastecimiento de Agua potable NTON 09007-09 Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense.

(ANA). CAPRE Normas de Calidad del Agua para Consumo Humano.

(MARENA). NTON 09 006 - 11 NORMA TÉCNICA OBLIGATORIA NICARAGÜENSE REQUISITOS AMBIENTALES PARA LA CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y CIERRE DE POZOS DE EXTRACCIÓN DE AGUA.

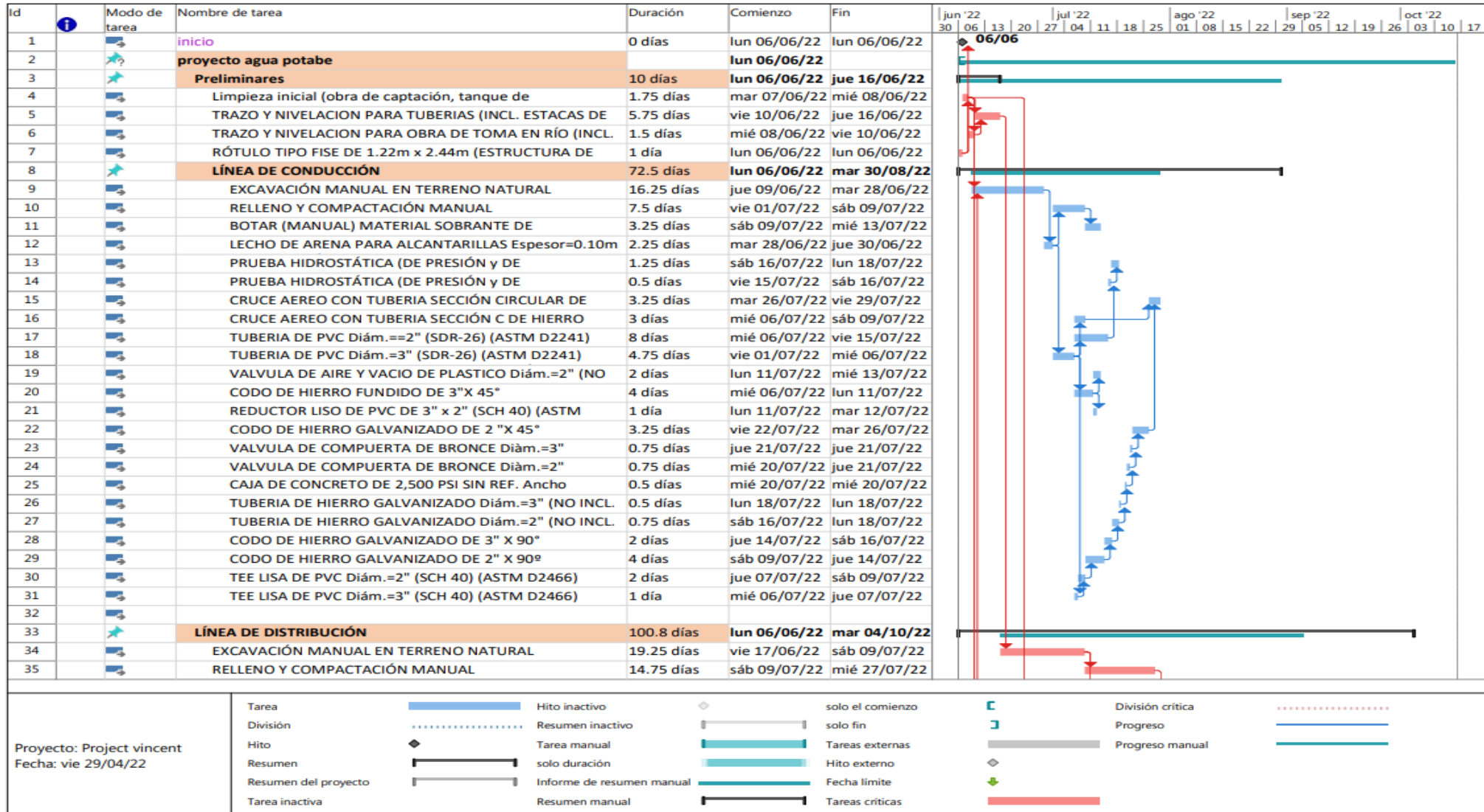
(INAA). Guía y Cartilla para el Cálculo y Fijación de Tarifas en Pequeños Sistemas de Agua Potable.

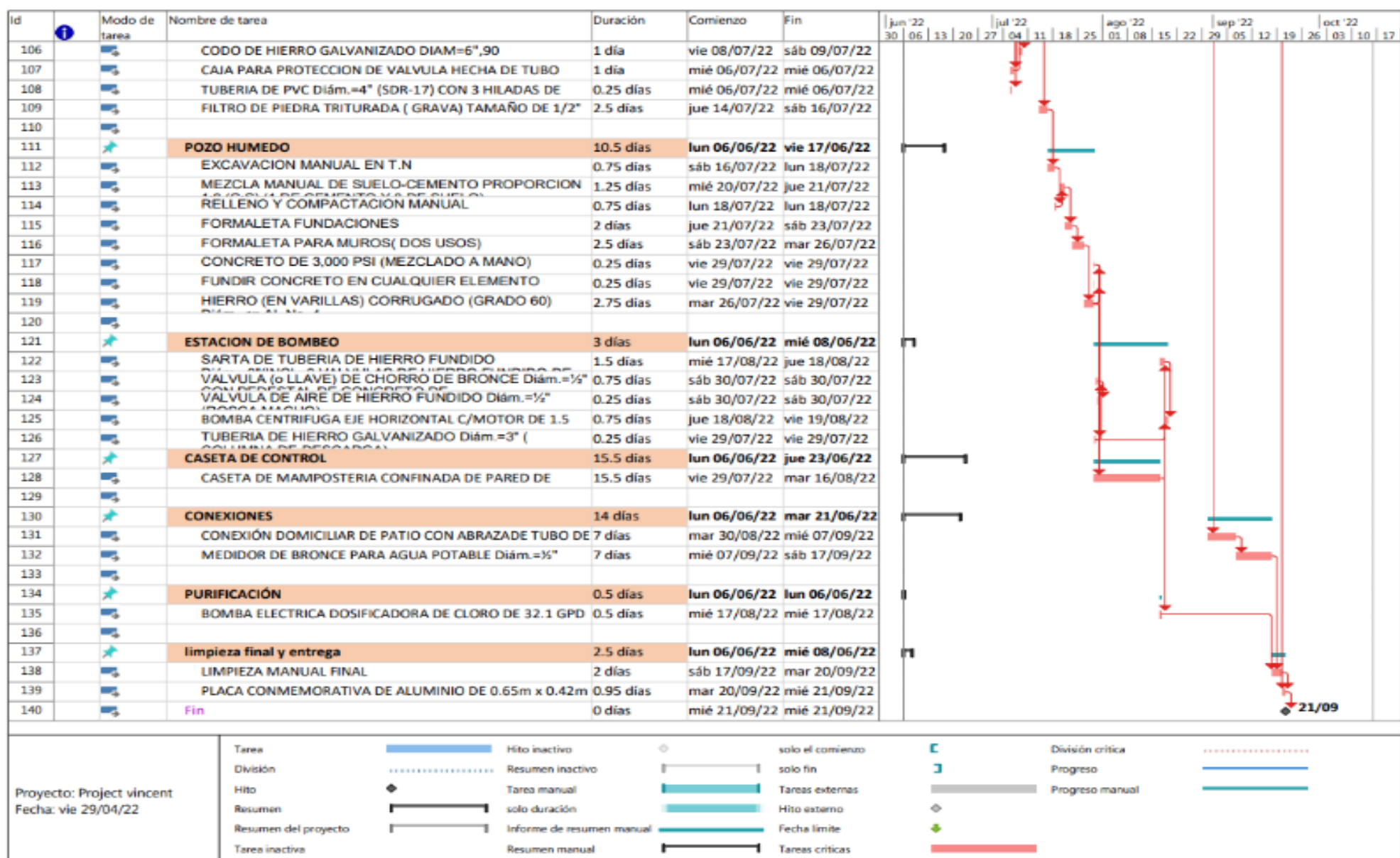
(INIDE). Censo poblacional del municipio de Bluefields 2008.

Bucardo, E y Rivera, K (2020) Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad del Verdun Municipio de Nueva Guinea, RACCS. Tesis Monográfica, Universidad URACCAN de Nueva Guinea.

Alcantara, et al. (2020). Propuesta de diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable en la Comunidad Chasmolar Municipio de Nueva Guinea, RACCS. Tesis Monográfica, Universidad URACCAN de Nueva Guinea.

XXIII. Anexo





Proyecto De Agua Potable en La Comunidad de Caño Azul Departamento de la Region Autonoma de la Costa Caribe Sur Municipio de Bluefields									
etapa	código	Descripción	U.M	Cantidad	Presio FISE	Factor transporte	Factor Venta	Precio unitario	Total
						25%	20%		
310		Preliminares							C\$146,779.68
	92224	Limpieza inicial (obra de captación, tanque de almacenamiento y estacion de bombeo)	m2	147.51	19.975		3.995	23.97	C\$3,535.81
	92806	TRAZO Y NIVELACION PARA TUBERIAS (INCL. ESTACAS DE MADERA + MANO DE OBRA TOPOGRAFIA) (NO INCL.EQUIPO DE TOPOGRAFIA)	ML	4650.735	18.9848		3.79696	22.78176	C\$105,951.93
	97150	TRAZO Y NIVELACION PARA OBRA DE TOMA EN RÍO (INCL. ESTACAS DE MADERA+MANO DE OBRA+EQUIPO DE TOPOGRAFIA)	M2	147.51	24.7932		4.95864	29.75184	C\$4,388.69
	4277	RÓTULO TIPO FISE DE 1.22m x 2.44m (ESTRUCTURA DE ACERO+FORRO DE ZINC LISO) CON BASES DE CONCRETO REF.DE 2,500 PSI(INCL. PINT. ANTICORROSIVA C	C/U	1	22,691.89	5672.97355	4538.37884	32903.2466	C\$32,903.25
320		LÍNEA DE CONDUCCIÓN							C\$992,353.23
	92227	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NATURAL	M3	850.2768	105.468		21.0936	126.5616	C\$107,612.39
	92226	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL	M3	698.61	94.6336		18.92672	113.56032	C\$79,334.38
	94390	BOTAR (MANUAL) MATERIAL SOBANTE DE EXCAVACION A 0.10 KM (100 m)	M3	379.36	117.8525		23.5705	141.423	C\$53,650.23
	94298	LECHO DE ARENA PARA ALCANTARILLAS Espesor=0.10m (INCL. CAMIÓN VOLQUETE PARA ACARREO DE ARENA)	M3	69.12	795.9625	198.990625	159.1925	1154.14563	C\$79,774.55
	96930	PRUEBA HIDROSTÁTICA (DE PRESIÓN y DE ESTANQUEIDAD)(CON BOMBA MANUAL) EN TUBERIA y ACCESORIOS PVC Diám.<=2" L=HASTA 300m PARA PROYECTOS DE AGUA POTABLE	C/U	5	153.0887		30.61774	183.70644	C\$918.53
	97138	PRUEBA HIDROSTÁTICA (DE PRESIÓN y DE ESTANQUEIDAD)(CON BOMBA MANUAL) EN TUBERIA y ACCESORIOS PVC Diám.=3" L=HASTA 300 m PARA PROYECTOS DE AGUA POTABLE	C/U	2	413.6497		82.72994	496.37964	C\$992.76
	4997	CRUCE AEREO CON TUBERIA SECCIÓN CIRCULAR DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=2" CON SOPORTES DE CABLE DE ACERO Diám.=3/8" (NO IN PILOTES, NI EXC.)(INCL. PINT	ML	26.7	1,357.17	339.29195	271.43356	1967.89331	C\$52,542.75
	5257	CRUCE AEREO CON TUBERIA SECCIÓN C DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=3 " CON SOPORTES DE CABLE DE ACERO Diám.=½"+BASES DE CONCRETO DE 3,000 PSI (NO INCL.EXC.	ML	18.7	4,833.47	1208.36795	966.69436	7008.53411	C\$131,059.59
	96165	TUBERIA DE PVC Diám.==2" (SDR-26) (ASTM D2241) (JUNTA CEMENTADA) (NO INCL. EXCAVACIÓN)	ML	1364.1	145.6982	36.42455	29.13964	211.26239	C\$288,183.03
	96164	TUBERIA DE PVC Diám.=3" (SDR-26) (ASTM D2241) (JUNTA CEMENTADA) (NO INCL. EXCAVACIÓN)	ML	407.31	230.0222	57.50555	46.00444	333.53219	C\$135,851.00

	96184	VALVULA DE AIRE Y VACIO DE PLASTICO Diám.=2" (NO INCL. EXCAVACION)	C/U	3	156.8511	39.212775	31.37022	227.434095	C\$682.30
	93854	CODO DE HIERRO FUNDIDO DE 3"X 45°	C/U	4	3,180.13	795.032125	636.0257	4611.18633	C\$18,444.75
	96571	REDUCTOR LISO DE PVC DE 3" x 2" (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	1	134.4745	33.618625	26.8949	194.988025	C\$194.99
	93849	CODO DE HIERRO GALVANIZADO DE 2 "X 45°	C/U	8	554.1885	138.547125	110.8377	803.573325	C\$6,428.59
	96075	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE Diám.=3"	C/U	1	5,349.22	1337.3046	1069.84368	7756.36668	C\$7,756.37
	96073	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE Diám.=2"	C/U	2	3,015.34	753.835325	603.06826	4372.24489	C\$8,744.49
	3113	CAJA DE CONCRETO DE 2,500 PSI SIN REF. Ancho 1=0.50m,Ancho 2=0.50m,Alt.=0.50m+TAPA DE LAMINA DE ACERO Esp.=3/16" (INCL. EXC	C/U	3	1,515.07	378.767025	303.01362	2196.84875	C\$6,590.55
	2418	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=3" (NO INCL. EXCAVACION) (INCL. BLOQUE DE REACCION)	ML	2	1,286.76	321.690225	257.35218	1865.80331	C\$3,731.61
	2146	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=2" (NO INCL. EXCAVACION) (INCL. BLOQUE DE REACCION)	ML	4	831.1799	207.794975	166.23598	1205.21086	C\$4,820.84
	93847	CODO DE HIERRO GALVANIZADO DE 3" X 90°	C/U	2	738.18	184.543875	147.6351	1070.35448	C\$2,140.71
	93848	CODO DE HIERRO GALVANIZADO DE 2" X 90°	C/U	4	361.2285	90.307125	72.2457	523.781325	C\$2,095.13
	94006	TEE LISA DE PVC Diám.=2" (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	2	123.2146	30.80365	24.64292	178.66117	C\$357.32
	95378	TEE LISA DE PVC Diám.=3" (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	1	307.8648	76.9662	61.57296	446.40396	C\$446.40
330		LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN							C\$1,169,098.56
	92227	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NATURAL	M3	1382.076	105.468		21.0936	126.5616	C\$174,917.75
	92226	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL	M3	1374.326	94.6336		18.92672	113.56032	C\$156,068.90
	94390	BOTAR (MANUAL) MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACION A 0.10 KM (100 m)	M3	307.2	117.8525		23.5705	141.423	C\$43,445.15
	94298	LECHO DE ARENA PARA ALCANTARILLAS Espesor=0.10m (INCL. CAMIÓN VOLQUETE PARA ACARREO DE ARENA)	M3	115.173	795.9625	198.990625	159.1925	1154.14563	C\$132,926.41
	93282	PRUEBA HIDROSTÁTICA (DE PRESIÓN y DE ESTANQUEIDAD)(CON BOMBA MANUAL) EN TUBERIA y ACCESORIOS PVC Diám.=4" L=HASTA 300 m PARA PROYECTOS DE AGUA POTABLE	C/U	10	427.9276		85.58552	513.51312	C\$5,135.13
	93125	TUBERIA DE PVC Diám.=1½" (SDR-17) (ASTM D2241) (JUNTA CEMENTADA) (NO INCL. EXCAVACIÓN)	ML	2879.325	117.2478	29.31195	23.44956	170.00931	C\$489,512.06
	96984	TEE LISA DE PVC Diám.=1½" (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	12	76.8136	19.2034	15.36272	111.37972	C\$1,336.56
	94006	TEE LISA DE PVC Diám.=2" (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	1	123.2146	30.80365	24.64292	178.66117	C\$178.66
	93169	REDUCTOR LISO DE PVC DE 2" x 1½" (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	2	60.08	15.020175	12.01614	87.117015	C\$174.23
	96265	REDUCTOR LISO DE PVC DE 1½" x 1" (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	3	37.07	9.268075	7.41446	53.754835	C\$161.26
	96999	CODO LISO DE PVC Diám.=1½", 45° (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	3	50.81	12.702975	10.16238	73.677255	C\$221.03
	96193	CODO LISO DE PVC Diám.=1½", 90° (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	2	55.86	13.965475	11.17238	80.999755	C\$162.00
	95773	CODO LISO DE PVC Diám.=1", 90° (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	1	28.54	7.134475	5.70758	41.379955	C\$41.38
	97247	CRUZ LISA DE PVC Diám.=1½"x1½" (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	3	182.02	45.50585	36.40468	263.93393	C\$791.80

	5536	VALVULA DE PASE (PARA LIMPIEZA) DE GAVETA HIERRO FUND Diám.=2" (INCLUYE 1.56m DE TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Ø1 ½" + 4 BLOQUES DE REACCION)	C/U	9	9,532.19	2383.04868	1906.43894	13821.6823	C\$124,395.14
	3675	VALVULA DE PASE HIERRO FUNDIDO Diám.=1"(INCL.1mTUBERIA SECCIÓN CIRCULAR DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=1" Y BLOQUE DE REACCION) PARA LIMPIEZA	C/U	4	4,531.51	1132.87655	906.30124	6570.68399	C\$26,282.74
	96072	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE Diám.=1½"	C/U	5	1,604.32	401.07945	320.86356	2326.26081	C\$11,631.30
	95936	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE Diám.=1"	C/U	1	1,184.17	296.04355	236.83484	1717.05259	C\$1,717.05
340		ALMACENAMIENTO							C\$1,509,636.71
	92021	NIVELETA SENCILLA DE MADERA PINO L=1.10m	C/U	2	112.8819	28.220475	22.57638	163.678755	C\$327.36
	92022	NIVELETA DOBLE DE PINO DE 1.50m x 1.50m	C/U	4	146.2474	36.56185	29.24948	212.05873	C\$848.23
	92226	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL	M3	92.74	94.6336		18.92672	113.56032	C\$10,531.58
	92227	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NATURAL	M3	126.9	105.468		21.0936	126.5616	C\$16,060.67
	94390	BOTAR (MANUAL) MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACION A 0.10 KM (100 m)	M3	50.9	117.8525		23.5705	141.423	C\$7,198.43
	96679	MEZCLA MANUAL DE SUELO-CEMENTO PROPORCION 1:10 (C:S) (1 DE CEMENTO Y 10 DE SUELO, NO INCL.ACARREO DE MATERIAL. SELECTO)	M3	30.62	1,223.71	305.92835	244.74268	1774.38443	C\$54,331.65
	3586	PORTÓN DE POSTES DE MADERA DE PINO Diám.=0.25m(10")Alt.=2.00m y POSTES DE MADERA PINO Diám.=0.125m(5")CON FORRO DE ALAMBRE DE PÚAS L=4.25m,Alt.=1.40m	C/U	1	2,375.20	593.800275	475.04022	3444.0416	C\$3,444.04
	92067	CERCO (A) DE POSTES DE CONCRETO PRETENSADO Alt.=2.55m @2.50m CON 7 HILADAS DE ALAMBRE DE PÚAS CAL.# 13½ CON BASE DE CONCRETO	ML	60	33.5824	8.3956	6.71648	48.69448	C\$2,921.67
	2269	VALVULA DE PASE DE GAVETA DE BRONCE Diám.=2" (INCL.1.00m TUBERIA SECCIÓN CIRCULAR DE HIERRO GALVANIZADO Y 4 BLOQUES DE REACCION) PARA LIMPIEZA	C/U	2	5,705.19	1426.29848	1141.03878	8272.53116	C\$16,545.06
	4792	ESCALERA DE TUBO SECCIÓN CIRCULAR DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=1½", PELDAÑOS DE TUBO SECCIÓN CIRCUL DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=1"(INCL.PINTURA ANTICOR	ML	6	2,201.74	550.43575	440.3486	3192.52735	C\$19,155.16
	5174	BRIDA DE PLATINA DE ACERO (A-36) Ancho=2",Desarrollo=0.27m(10.71"),Esp.=1/8" CON 2 PERNOS DE ACERO Diám.=½",L=1" (INCL. PINT EPOXICA	C/U	16	180.0584	45.0146	36.01168	261.08468	C\$4,177.35
	95377	ADAPTADOR MACHO DE PVC Diám.=3" (SCH 40) (ASTM D2466)	C/U	12	188.4441	47.111025	37.68882	273.243945	C\$3,278.93
	92282	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M3	30.74	323.595	80.89875	64.719	469.21275	C\$14,423.60
	92345	FORMALETA DE MADERA DE PINO PARA VIGAS	M2	87.35	474.971	118.74275	94.9942	688.70795	C\$60,158.64
	92346	FORMALETA DE MADERA DE PINO PARA COLUMNAS (AREA DE CONTACTO)	M2	43.34	395.0341	98.758525	79.00682	572.799445	C\$24,825.13
	92387	FORMALETA DE MADERA DE PINO PARA FONDO DE ENTREPISO	M2	37.92	358.0316	89.5079	71.60632	519.14582	C\$19,686.01
	92388	FORMALETA DE MADERA DE PINO PARA FUNDACIONES	M2	57.84	376.8675	94.216875	75.3735	546.457875	C\$31,607.12

	96077	VALVULA DE COMPUERTA DE HIERRO FUNDIDO Diám.=3" CON BRIDA (o FLANGE) DE PVC (2 C/U) + PERNOS +TUERCAS	C/U	1	10,264.18	2566.04533	2052.83626	14883.0629	C\$14,883.06
	92853	TUBERIA SECCIÓN CIRCULAR DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=2" (NO INCL. EXCAVACION)	ML	34	901.9225	225.480625	180.3845	1307.78763	C\$44,464.78
	93379	PASAMANOS DE TUBO DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=1½"	ML	25.6	1,429.68	357.419075	285.93526	2073.03064	C\$53,069.58
	93848	CODO DE HIERRO GALVANIZADO DE 2" X 90°	C/U	18	361.2285	90.307125	72.2457	523.781325	C\$9,428.06
	94356	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 60) Diám. > AL No. 4 (NO INCL. TACOS SEPARADORES)	LBS	14,196.64	18.7467	4.686675	3.74934	27.182715	C\$385,903.22
	94367	UNION MALEABLE DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=3"	C/U	14	1,558.53	389.632775	311.70622	2259.8701	C\$31,638.18
	94558	TANQUE DE PLASTICO Cap.=15,000 LITROS PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA CON UN CONECTOR CON ROSCA DE POLIPROPILENO	C/U	2	92,061.06	23015.265	18412.212	133488.537	C\$266,977.07
	94567	UNION DRESSER DE HIERRO FUNDIDO Diám.=2"	C/U	2	1,321.70	330.425	264.34	1916.465	C\$3,832.93
	95309	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 60) Diám. <=AL No. 4 (NO INCL. TACOS SEPARADORES)	LBS	6,307.64	18.9117	4.727925	3.78234	27.421965	C\$172,967.88
	95809	CONCRETO DE 4,000 PSI (MEZCLADO A MANO) (NO INCL.FUNDIDA)	M3	30.74	4,572.99	1143.24695	914.59756	6630.83231	C\$203,831.79
	96162	VALVULA DE BOYA DE BRONCE Diám.=2"	C/U	2	7,644.28	1911.06885	1528.85508	11084.1993	C\$22,168.40
	96455	TEE DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=2"x 2" x 2"	C/U	1	618.0603	154.515075	123.61206	896.187435	C\$896.19
	94147	TEE DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=3"x 3" x 3"	C/U	4	830.904	207.726	166.1808	1204.8108	C\$4,819.24
	96555	VÁLVULA (o LLAVE) DE PASE DE BOLA DE PVC SCH40 Diám.=2"	C/U	2	478.9258	119.73145	95.78516	694.44241	C\$1,388.88
	96554	VÁLVULA (o LLAVE) DE PASE DE BOLA DE PVC (SCH-40) Diám.=3"	C/U	2	1,326.48	331.61965	265.29572	1923.39397	C\$3,846.79
		OBRA DE CAPTACION							C\$289,659.05
	92022	NIVELETA DOBLE DE 1.50 m x 1.50 m	C/U	4	146.2474	36.56185	29.24948	212.05873	C\$848.23
	93285	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO MATERIAL MIXTO	M³	19.44	319.6		63.92	383.52	C\$7,455.63
	95177	MEZCLA MANUAL DE SUELO-CEMENTO PROPORCION 1:8 (C:S) (1 DE CEMENTO Y 8 DE SUELO)	M³	10.1	1,343.85	335.962025	268.76962	1948.57975	C\$19,680.66
	92226	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL	M³	9.34	94.6336		18.92672	113.56032	C\$1,060.65
	92388	FORMALETA DE FUNDACIONES	M²	1.44	376.8675	94.216875	75.3735	546.457875	C\$786.90
	92371	FORMALETA PARA MUROS (DOS USOS)	M²	37.24	244.6539	61.163475	48.93078	354.748155	C\$13,210.82
	95518	FORMALETA PARA LOSA AEREA	M²	1	589.4224	147.3556	117.88448	854.66248	C\$854.66
	92008	CONCRETO CICLOPEO	M²	8	2,226.28	556.5704	445.25632	3228.10832	C\$25,824.87
	92009	CONCRETO DE 3,000 PSI (MEZCLADO A MANO)	M³	4	3,944.58	986.1448	788.91584	5719.63984	C\$22,878.56
	92282	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M³	4	323.595	80.89875	64.719	469.21275	C\$1,876.85
	95309	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 60) Diám. <= AL No. 4	lbs	1590.348	18.9117	4.727925	3.78234	27.421965	C\$43,610.47
	92137	REPELLO Y FINO CORRIENTE	M²	50	276.1225	69.030625	55.2245	400.377625	C\$20,018.88
	96241	VALVULA DE COMPUERTA DE HIERRO FUNDIDO Diám. = 6" EXTREMOS BRIDADOS(SINEXCAVACION)	C/U	1	20,627.76	5156.93875	4125.551	29910.2448	C\$29,910.24
	2272	VALVULA DE HIERRO FUNDIDO Diám. = 4" (INCL. EXCAVACION Y BLOQUE DE REACCION)	C/U	1	18,300.89	4575.2225	3660.178	26536.2905	C\$26,536.29
	3028	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám. =4" (NO INCL. EXCAVACION)	ML	3.5	7,040.34	1760.085	1408.068	10208.493	C\$35,729.73
	2531	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám. =6" (NO INCL. EXCAVACION)	ML	3.7	2,544.39	636.098225	508.87858	3689.36971	C\$13,650.67

	94053	CODO DE HIERRO GALVANIZADO DIAM=4",45	C/U	4	1,281.57	320.39325	256.3146	1858.28085	C\$7,433.12
	93853	CODO DE HIERRO GALVANIZADO DIAM=6",90	C/U	1	5,383.82	1345.95425	1076.7634	7806.53465	C\$7,806.53
	3306	CAJA PARA PROTECCION DE VALVULA HECHA DE TUBO	C/U	2	645.0917	161.272925	129.01834	935.382965	C\$1,870.77
	94990	TUBERIA DE PVC Diám.=4" (SDR-17) CON 3 HILADAS DE PERFORACIONES DE Diám.=½"(12.71 mm) @0.10 m	ML	1.8	636.9289	159.232225	127.38578	923.546905	C\$1,662.38
	96268	FILTRO DE PIEDRA TRITURADA (GRAVA) TAMAÑO DE 1/2" Y 3/4"	M³	7.35	652.3234	163.08085	130.46468	945.86893	C\$6,952.14
		POZO HUMEDO							C\$94,713.67
	92227	EXCAVACION MANUAL EN T.N	M³	3.94	105.468		21.0936	126.5616	C\$498.34
	95177	MEZCLA MANUAL DE SUELO-CEMENTO PROPORCION 1:8 (C:S) (1 DE CEMENTO Y 8 DE SUELO)	M³	6.75	1,343.85	335.962025	268.76962	1948.57975	C\$13,152.91
	92226	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL	M³	6.75	94.6336		18.92672	113.56032	C\$766.53
	92388	FORMALETA FUNDACIONES	M²	8.80	376.8675	94.216875	75.3735	546.457875	C\$4,808.83
	92371	FORMALETA PARA MUROS(DOS USOS)	M²	15.00	244.6539	61.163475	48.93078	354.748155	C\$5,321.22
	92009	CONCRETO DE 3,000 PSI (MEZCLADO A MANO)	M³	2.92	3,944.58	986.1448	788.91584	5719.63984	C\$16,672.75
	92282	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M³	2.92	323.595	80.89875	64.719	469.21275	C\$1,367.76
	95309	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 60) Diám. <= AL No. 4	LBS	1,900.86	18.9117	4.727925	3.78234	27.421965	C\$52,125.33
						0	0	0	C\$0.00
		ESTACION DE BOMBEO							C\$257,887.50
	93828	SARTA DE TUBERIA DE HIERRO FUNDIDO Diám.=3"(INCL. 3 VALVULAS DE HIERRO FUNDIDO DE 3"y2") CON MEDIDOR Diám.=3" +MANOMETRO HIDRAUL PARA EQUIPO DE BOMBEO	C/U	1.00	94,130.50	23532.625	18826.1	136489.225	C\$136,489.23
	4720	VALVULA (o LLAVE) DE CHORRO DE BRONCE Diám.=½" CON PEDESTAL DE CONCRETO DE	C/U	1.00	665.8094	166.45235	133.16188	965.42363	C\$965.42
	96160	VALVULA DE AIRE DE HIERRO FUNDIDO Diám.=½" (ROSCA MACHO)	C/U	1.00	5,391.56	1347.89013	1078.3121	7817.76273	C\$7,817.76
	93264	BOMBA CENTRIFUGA EJE HORIZONTAL C/MOTOR DE 1.5 HP, CTD=40' A 60'	C/U	1.00	75,735.44	18933.8588	15147.087	109816.381	C\$109,816.38
	2418	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=3" (COLUMNA DE DESCARGA)	ML	1.50	1,286.76	321.690225	257.35218	1865.80331	C\$2,798.70
		CASETA DE CONTROL							C\$373,466.11
	3215	CASETA DE MAMPOSTERIA CONFINADA DE PARED DE BLOQUE DE MORTERO+CUBIERTA DE TECHO DE ZINC+PUERTA DE MADERA+PUERTA+ANDEN, Área=38.25m2	C/U	1.00	257,562.83	64390.7083	51512.56666	373466.108	C\$373,466.11
		CONEXIONES							C\$499,725.12
	3931	CONEXIÓN DOMICILIAR DE PATIO CON ABRAZADE TUBO DE PVC Diám.=½"(SDR-13.5)(NO INCL. MEDIDOR)(INCL.EXC)+VÁLVULA(o LLAVE) DE BRONCE Diám.=½"+VÁLVULA CHORR	C/U	65	2,779.68	694.9188	555.93504	4030.52904	C\$261,984.39
	92978	MEDIDOR DE BRONCE PARA AGUA POTABLE Diám.=½" (CON CAJA DE CONCRETO PREFABRICADA CON TAPA Y ARO DE HIERRO FUNDIDO) PARA USO DOMICILIAR	C/U	65	2,522.45	630.612025	504.48962	3657.54975	C\$237,740.73
		PURIFICACIÓN							C\$43,644.38
	97379	BOMBA ELECTRICA DOSIFICADORA DE CLORO DE 32.1 GPD y 150 PSI CON TANQUE DE PLASTICO Cap.=250 LTS	C/U	1	30,099.57	7524.893	6019.9144	43644.3794	C\$43,644.38
		limpieza final y entrega							C\$13,532.92
	92225	LIMPIEZA MANUAL FINAL	M2	147.51	19.975		3.995	23.97	C\$3,535.81
	4189	PLACA CONMEMORATIVA DE ALUMINIO DE 0.65m x 0.42m	C/U	1	6,894.56	1723.63958	1378.91166	9997.10954	C\$9,997.11
									C\$5,390,496.94



