UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, para la comunidad de Maderas Negras del Municipio de Teustepe, Departamento de Boaco para el periodo 2021-2041.

TRABAJO DE DIPLOMA PRESENTADO POR:

Br. María José López Oporta

PARA OPTAR EL TITULO DE:

Ingeniero Químico

TUTOR:

M.Sc. Sergio Enrique Álvarez

Septiembre 2022

Managua, Nicaragua

Opinión del Tutor

Este Trabajo de Diploma presenta los resultados del Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, para la comunidad de Maderas Negras del Municipio de Teustepe, Departamento de Boaco para el periodo 2021-2041.

En el desarrollo de esta investigación, la Bachillera María José López Oporta, ha participado activamente en sus diferentes etapas, desde la inspección in situ de la Comunidad de Maderas Negras, su interacción con la población para identificar sus necesidades en materia de agua y saneamiento, así como el trabajo de coordinación con las autoridades municipales de Teustepe, estableciendo el contexto económico, social y ambiental del proyecto de abastecimiento de agua potable, hasta pasar por las etapas de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable , que ha abarcado, el establecimiento de la demanda de consumo de agua potable para la población de la comunidad de Maderas Negras, conforme la NTON 09-007-19, la selección de la fuente de abastecimiento de agua, determinando su capacidad de producción y calidad para consumo humano conforme las Normas regionales CAPRE, así como la selección y diseño de las obras de captación y de almacenamiento del sistema de abastecimiento de agua potable, definiendo sus dimensiones geométricas, el diseño de las líneas de conducción y de distribución de agua potable para la población de la comunidad de Maderas Negras y la selección del sistema de cloración necesario para la desinfección del agua, cumpliendo con los requisitos de calidad microbiológica para consumo por la población. Siendo esta una tarea multidisciplinaria, en la cual la Bra López Oporta con esta experiencia ha desarrollado y consolidados los conocimientos teóricos y prácticos, así como, la aplicación de técnicas y procedimientos metodológicos de la investigación científica en el área de agua y saneamiento básico, conjugándola con la utilización de los conocimientos teóricos y prácticos de diferentes disciplinas del área de las ciencias aplicadas e ingenierías, así como de los conocimientos adquiridos en el transcurso de los estudios en la carrera de Ingeniería Química, lo cual hace de esta tesis, un trabajo singular e innovador, de actualidad y de aportes significativos en la contribución de soluciones a la apremiante problemática de salud pública con implicaciones socioeconómica y ambientales que afectan en general a la población rural del país, generado por la dificultades de accesibilidad a fuentes de agua potable y segura.

El tema analiza la problemática ecológica, ambiental, socio-económica y cultural del contexto en que se desarrollan los proyectos de abastecimiento de agua potable, de tal forma, que, el graduando consolida sus capacidades de análisis de este tipo de problemática y afianzan sus competencias profesionales relacionadas con soluciones técnicas que contribuyen al desarrollo sostenible del país desde un enfoque de compromiso ético-social con el medio ambiente y la sociedad nicaragüense.

Este Trabajo de Diploma, reúne los requisitos suficientes para ser sometida ante el correspondiente Tribunal Examinador, a quienes se les solicita valorar la significativa contribución científico-técnica de la Bachillera López Oporta, en la solución de la problemática ambiental del país, en el sector de agua y saneamiento.

M.Sc. Sergio Enrique Álvarez García.

Tutor,

Managua, Nicaragua

Septiembre 2022.

DEDICATORIA:

A mi padre celestial:

Por darme la fortaleza necesaria, paciencia, sabiduría y en que los momentos más duro de este proceso él era mi guía.

A mi mamá:

Por haberme dado su apoyo en todo momento con sacrificio incondicional y fue la primera en que quiso que yo comenzara este camino y nunca desistió aun con las circunstancias que pasamos.

A la memoria de mi abuelo Mariano López (q.e.p.d):

Gracias viejo por tu ayuda y creer siempre en tu nieta, gracias por haber estado siempre pendiente de mí y por las tantas veces que me escuchaste y aconsejaste.

A Nathaniel:

Por tu gran apoyo, confianza y haberme abierto las puertas para retomar de nuevo el camino, por tu paciencia durante este tiempo. Siempre estaré agradecida con vos por no haber dudado en mí.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, quiero agradecer grandemente a mi tutor M.Sc. Sergio Enrique Álvarez García, por haberme brindado la oportunidad de trabajar esta tesis con él, gracias Maestro por su paciencia y enseñanza y que en los momentos más duros siempre estuvo dando ánimos para seguir, me llevo su aprendizaje y coraje (aunque las cosas sean difíciles, siempre tienen solución) Gracias por todos sus grandes consejos sabios, siempre fueron y siguen siendo efectivos.

Mi agradecimiento a la Universidad Nacional de ingeniería y la facultad de ingeniería química UNI-FIQ por la oportunidad de estudiar en esta alma mater desde que opte por la carrera de ingeniería química siempre tuvieron el interés de formarme bien profesionalmente.

Al cuerpo de docentes de la carrera y de las asignaturas básicas por la gran enseñanza, aunque ya alguno no está, siempre los voy a recordar. A los administrativos, a mis compañeros de clases (Arvell, Vane, Isnia, Rebeca, Yaris, Gaby, etc.) gracias muchachos por haberme brindado su apoyo y amistad. Agradezco a nuestra decana de la facultad Msc. Maria Reyes por haberme enseñado una de las clases (Mecánica de Fluidos que ha sido la materia fundamental para este trabajo de tesis), al PhD. Gamero que no dudó en reabrirme las puertas hace un año y medio cuando era decano. A Martita, Lisseth, Danelis y Margarita por su amabilidad y gestiones.

Y para finalizar a mi familia como Tía Nico, Juancito, mi abuela Maria (q.e.p.d) que en la primera etapa de este logro fueron parte del proceso. A Mis amigas de la carrera, mi grupo de clases (de aquel entonces) Bianca y Geor, que el primer día de clases se acercaron a mi para brindarme su amistad, abrirme las puertas de su casa (eran y siguen siendo mis refugios) y desde ese día las veo no como amigas sino como hermanas, gracias chavalas por quererme y haber sido parte de la aventura.

¡Muchas gracias a todos!

Tabla de contenidos

			Página
I.		**Introducción**	**1**
II.		**Objetivos**	**3**
	2.1.	General	3
	2.2.	Específicos	3
III.		**Marco de referencia**	**4**
	3.1.	Situación actual del acceso al agua potable en Nicaragua.	4
	3.2.	Descripción de la Comunidad de Maderas Negras del Municipio de Teustepe, Departamento de Boaco.	5
	3.3.	Diagnóstico de infraestructura y servicios en la Comunidad de Maderas Negras.	8
	3.4.	Sistemas de abastecimiento de agua potable	11
	3.5.	Un sistema de abastecimiento de Agua potable	11
	3.6	Criterios de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable	14
IV.		**Metodología**	**21**
V.		**Resultados**	**23**
	5.1	Determinación de la demanda de consumo de agua potable para la población de la comunidad de Maderas Negras, conforme la NTON 09-007-19.	23
	5.2	Selección de la fuente de abastecimiento de agua, conforme su capacidad de producción y calidad para consumo humano conforme las Normas regionales CAPRE.	25
	5.3	Diseño de las obras de captación y de almacenamiento del sistema de abastecimiento de agua potable.	26
	5.4	Diseño de las líneas de conducción y de distribución de agua potable para la población de la comunidad de Maderas Negras.	30
	5.5	Selección del sistema de cloración para la desinfección del agua.	48
	5.6	Equipos e Instalaciones electromecánicas.	50
	5.7	Cálculos mecánicos	51
	5.8	Cálculos eléctricos.	54
	5.9	Tomas domiciliares	54
VI		**Conclusiones**	56
VII		**Recomendaciones**	57
VIII		**Bibliografía**	58
ANEXOS			

Índice de tabla

	Página
Tabla 3.1.- Periodo de diseño de elementos de un sistema de agua potable	15
Tabla 3.2.- Componente de la sarta	20
Tabla 5.1. - Determinación de tasa de crecimiento poblacional de la Comunidad de Maderas Negras del Municipio de Teustepe, departamento de Boaco.	23
Tabla 5.2.- Proyección de la población de la Comunidad de Maderas Negras del Municipio de Teustepe, departamento de Boaco.	24
Tabla 5.3.- Cálculo del consumo promedio diario domestico	24
Tabla 5.4.- Cálculo del consumo máximo día consumo máximo hora	24
Tabla 5.5.- Evaluación de la calidad del agua de Pozo de la Comunidad de Maderas Negras conforme las Normas de Calidad del Agua para el consumo humano, adoptadas por el Ministerio de Salud MINSA. Acuerdo No. 65-94.	27
Tabla 5.6.- Coordenadas y la elevación de cada uno de los nodos de la línea de conducción	30
Tabla 5.7.- Perdidas de energía en los accesorios de la línea de conducción	31
Tabla 5.8.- Carga residual en cada punto de la Tubería.	32
Tabla 5.9.- Elementos de la sarta de descarga	62

Índice de figuras

Página

Figura 3.1.-Macro y Micro localización del proyecto de abastecimiento de agua potable en la Comunidad de Maderas Negras, Municipio de Teustepe, Departamento de Boaco. 7

Figura 3.2.-Micro localización de la Comunidad de Maderas Negras en el Municipio de Teustepe, Departamento de Boaco. 8

Figura 3.3.- Centro Escolar de Educación Primaria Multigrados y Educación Secundaria por encuentros. 9

Figura 3.4.- Sesión de clases en el Centro Escolar de Educación Primaria Multigrados de Maderas Negras 9

Figura 3.5.- Vivienda típica de la comunidad de Maderas Negras 10

Figura 5.1.- Corte transversal del pozo con equipo de bombeo 29

Figura 5.2.- Perfil hidráulico de la línea de conducción del pozo perforado al tanque de almacenamiento. 33

Figura 5.3.- Línea de conducción del Pozo perforado al Tanque de almacenamiento de agua. 34

Figura 5.4.- Perfil topográfico de la línea de conducción del pozo al Tanque (H= 1:1000; V= 1:100) 35

Figura 5.5.- Elementos de la sarta de descarga: Tubería de 2” HG, Válvulas de 2” de diámetro Hierro Fundido. Con una longitud total de 6 ml. 36

Figura 5.6.- Curva de variación de caudales como caudal de máximo día (CDM). 38

Figura 5.7.- Planta del tanque de almacenamiento 39

Figura 5.8.- Corte de la Sección A-A del tanque. 40

Figura 5.9.- Corte de la Sección B-B del tanque. 40

Figura 5.10.- Isométrico del tanque de almacenamiento. 41

Figura 5.11.- Comportamiento del Patrón de Consumo de la población de Maderas Negras 43

Figura 5.12.- Opciones hidráulicas del comportamiento hidráulico de la red de abastecimiento de agua potable, según las variaciones de consumo en el día en el Tiempo = 0:00 horas y a las 10:00 Horas. 44

Figura 5.13.- Modelación de la red de abastecimiento de agua potable en EPANET para el análisis hidráulico de nodos conforme variación de consumo a las 0:00 horas en la comunidad Maderas Negras 45

Figura 5.14.- Modelación de la red de abastecimiento de agua potable en EPANET para el análisis hidráulico de nodos conforme variación máxima de consumo a las 10:00 horas en la comunidad Maderas Negras. 46

Figura 5.15.- Especificaciones técnicas de planta purificadora modelo Pulsatron Serie C. 49

Figura 5.16.- Plano de abastecimiento de electricidad para el sistema de bombeo de agua del pozo al tanque de almacenamiento. 53

Figura 5.17.- Toma domiciliar típica. 54

Figura 5.18.- Detalle de conexión domiciliar de patio propuesta para el proyecto de abastecimiento de agua en la comunidad de Maderas Negras. 55

I. Introducción

El Gobierno de Nicaragua ha establecido la política pública de aumentar la cobertura efectiva de abastecimiento de agua y saneamiento, mejorar los servicios, promoviendo el uso racional de este recurso tanto en las áreas urbanas como en las rurales; estableciendo metas de manera comprometida y firme en su Programa de Desarrollo Humano Sostenible.

Nicaragua aún presenta un importante déficit en el nivel de cobertura de los servicios de agua y saneamiento, particularmente en las zonas rurales pobres. En el documento "Programa Integral Sectorial de Agua y Saneamiento Humano de Nicaragua" (GRUN, PISASH, Julio 2013, página 5) se menciona que en su Línea de Base 2012 de las 153 municipalidades del país, el FISE registra una cobertura de agua del 33.5% (155 mil viviendas equivalentes a 854 mil personas) y de saneamiento del 42.6% (196 mil viviendas equivalentes a 1.08 millones de personas). Resultados que dieron pauta para tres líneas de trabajo para el sector agua y saneamiento rural: (i) construcciones nuevas; (ii) reemplazos y rehabilitaciones de sistemas en uso, y (iii) mantenimiento, reparaciones y reposiciones oportunas para extender al máximo su vida útil.

Desde el año 2014, el Gobierno de Nicaragua impulsa el Proyecto de Sostenibilidad del Agua y Saneamiento Rural (PROSASR) por un monto de US 30 millones de dólares, dedicado exclusivamente al subsector de abastecimiento de agua y saneamiento rural en aras de beneficiar a la población más vulnerable del país como son las comunidades que viven en extrema pobreza y comunidades indígenas y afro descendientes de todo el territorio nacional.

Los objetivos de desarrollo del PROSASR, son los siguientes:

- Ampliar el acceso a servicios sostenibles de agua y saneamiento en ciertas zonas rurales pobres de Nicaragua a través de la consolidación de las instituciones del sector y el suministro de la infraestructura adecuada, y
- Mejorar la capacidad del país para responder con rapidez y eficacia ante emergencias consideradas admisibles

La coordinación con las municipalidades, los líderes comunitarios, los representantes del FISE en el territorio, las firmas técnicas formuladoras, el personal encargado de la ejecución de las obras físicas, los supervisores externos y los equipos sociales son indispensables para asegurar la factibilidad técnica, social y ambiental del proyecto, la ejecución efectiva de las obras y la sostenibilidad de la inversión.

En este contexto, se preparó el presente trabajo de graduación, que consiste en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable con un mini-acueducto por bombeo eléctrico (MABE), para la comunidad de Maderas Negras del Municipio de Teustepe, Departamento de Boaco para el periodo 2021-2041.

La comunidad de Maderas Negras, tiene una población de 362 habitantes, 103 familias distribuidas en 83 viviendas, una escuela, con un puesto de salud y dos iglesias. Actualmente se abastecen de agua para consumo humano y otros usos, de un manantial situado en la comunidad. El 100% de las viviendas carecen de un sistema de agua potable, por lo que esta situacion tiene una incidencia en la poblacion por la prevalencia de enfermedades gastrointestinales como la diarrea, y la disenteria, otras como el paludismo, esquistosomiasis, tifus, tracoma y fiebre tifoidea. En esta comunidad,e han registrado otras enfermedades por consumo de agua contaminada entre las que estan : anemia, anquilostomiasis,ascariasis, giardiasis, hepatitis, leptospirosis, malnutrición, , tinea, escabiosis, trichuriasis, ademas de otras enfermedades relacionadas directamente con la higiene personal de la poblacion en general. Estas condiciones de insalubridad profundizan la pobreza ya que la poblacion enferma tienen que enfretar los costos de tratamiento de estas enfermedades y a la vez al econtrarse enfermo esta inhabilitado para el desarrollo de actividades economicas que generen el sustento diario de su familia.

El sistema de abastecimiento de agua potable, diseñado, está compuesto por

- Un pozo perforado con una capacidad de captación de 30 gpm, una columna de succion de 8 pulgadas de diámetro, de material PVC SCH-40, con una bomba sumergible de 2 HP con diámetro 4” de acero inoxidable.
- Un tanque de almacenamiento con una capacidad de 5000 galones, construido sobre suelo con tipología de concreto ciclópeo.
- Una línea de conducción que va de la fuente de captación hasta el tanque de almacenamiento, construida con tubería PVC SDR-26 de 2 pulgadas de diámetro y de 190 metros de longitud.
- Una red de distribución, con una longitud de 3,609.30 metros lineales de tubería de 3 pulgadas de diámetro de PVC cédula SDR-26 y de HG en los casos de los cruces de alcantarilla y puente, con válvulas y accesorios para su correcto funcionamiento, cumpliendo demás con los criterios de golpe de ariete.
- El sistema de desinfección, consta de una bomba eléctrica dosificadora de cloro de 6 gpm y 150 psi como mínimo, para que satisfaga la demanda de dosificación proyectada. Se usa la solución de hipoclorito de calcio más un bidón plástico de 40 galones.

La construccion y puesta en operaciones del sistema de abastecimiento de agua potable diseñado para esta comunidad, contribuira al mejoramiento de la calidad de vida de la poblacion beneficiaria, tanto desde el punto de vista de la salud de la comunidad, como un impacto positivo al desarrollo economico y social de la zona de influencia del proyecto.

II. Objetivos

2.1. General

- Realizar el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, para la comunidad de Maderas Negras del Municipio de Teustepe, Departamento de Boaco para el periodo 2021-2041.

2.2. Específicos

- Determinar la demanda de consumo de agua potable para la población de la comunidad de Maderas Negras, conforme la NTON 09-007-19.
- Establecer la fuente de abastecimiento de agua, determinando su capacidad de producción y calidad para consumo humano conforme las Normas regionales CAPRE.
- Seleccionar las obras de captación y de almacenamiento del sistema de abastecimiento de agua potable, definiendo sus dimensiones geométricas.
- Diseñar las líneas de conducción y de distribución de agua potable para la población de la comunidad de Maderas Negras.
- Definir el sistema de cloración necesario para la desinfección del agua, cumpliendo con los requisitos de calidad microbiológica para consumo por la población.

III. Marco teórico.

3.1. Situación actual del acceso al agua potable en Nicaragua.

El agua es crucial para la existencia de todas las formas de vida de nuestro planeta. Su importancia se refleja en el contraste que existe entre las zonas desérticas y las áreas tropicales que reciben las mayores precipitaciones pluviales. Del total de recursos hídricos de la tierra, aproximadamente el 97.5 % es agua salada y del 2.5 % restante es agua dulce. El 70 % del volumen de agua dulce está congelado en los casquetes polares. Para uso humano directo se puede tener fácil acceso a menos del 1% del agua dulce a nivel mundial.

Las civilizaciones surgieron y prosperaron en lugares donde había agua. Pese a los adelantos tecnológicos, todavía dependemos excesivamente de un abastecimiento abundante de agua apta para el consumo. A medida que las sociedades modernas se han vuelto más complejas, así también se ha complicado el uso del agua. Como resultado de ello, los actores principales representados por la población en general, el sector agropecuario y la industria compiten más que nunca entre sí por el uso del recurso agua y producen más desechos líquidos. La eliminación y disposición adecuada de estos últimos es objeto de lo que se denomina como “Saneamiento”, que tiene gran impacto en la vida humana.

Dado que el consumo de agua potable y el saneamiento están íntimamente ligados, en la provisión de estos servicios intervienen una serie de variables y factores relacionados, dentro de los cuales se cuentan: el crecimiento de la población y su distribución territorial; los aspectos tecnológicos involucrados en el aprovechamiento y conservación de los recursos hídricos; la organización del Sector de Agua y Saneamiento y los recursos financieros disponibles.

Datos del Censo del 2005 muestran que la población de Nicaragua ascendió a 5.2 millones de habitantes. Unos 2.9 millones de personas, que representan el 57% de la población total, residen en ciudades y localidades urbanas, mientras que 2.3 millones, equivalentes al 43% se localizan en las áreas rurales.

A nivel nacional, se estima que 3.6 millones de personas cuentan con servicio de agua potable y determinan una cobertura general del 70%. En las ciudades y localidades urbanas se encuentran servidos directamente un número de 2.6 millones y en el sector rural, más de un millón de personas tienen servicio. En las localidades urbanas, el acceso al servicio se efectúa mediante conexiones domiciliares, mientras que en las áreas rurales generalmente se utilizan fuentes públicas y conexiones de patio.

La distribución territorial del servicio revela grandes diferencias en la población servida con agua por zona, teniendo la Zona del Pacífico el 82% del total, la Región Central y Norte con el 67% y la Zona del Atlántico con tan solo el 23%.

La mayoría de los sistemas de agua potable existentes en localidades urbanas y rurales concentradas forman parte del patrimonio de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL), quien tiene bajo su tutela 147 acueductos que dan servicio a unas 161 ciudades y localidades. Por otra parte, se tiene que aproximadamente 30 sistemas de agua potable, ubicados principalmente en la parte Norte del territorio nacional, son administrados por las respectivas alcaldías. En el sector rural disperso un número de aproximadamente 5,000 obras de agua están a cargo de las comunidades que sirven. Las obras incluyen variados tipos de sistemas desde pequeños acueductos por bombeo eléctrico y por gravedad, captaciones de manantial, pozos perforados y excavados a mano.

La mayor parte del agua consumida proviene de las fuentes de agua subterráneas, dado que las condiciones hidrogeológicas del país han favorecido hasta hoy su explotación. A mediano y largo plazo se prevé una mayor utilización de las aguas superficiales para satisfacer el consumo de la población de la Zona Central y Norte, Zona Atlántica, Managua y sus alrededores.

El servicio de alcantarillado sanitario está disponible en 27 ciudades o localidades, que beneficia a 1, 100,000 personas, que representan el 30% de la población urbana. En el medio rural existen grandes limitaciones de medios adecuados para la disposición de excretas, estimándose que la cobertura de saneamiento obtiene un valor similar a la cobertura de agua potable.

3.2. Descripción de la Comunidad de Maderas Negras del Municipio de Teustepe, Departamento de Boaco.

3.2.1.1. Ubicación geográfica de la Comunidad de Maderas Negras.

La comunidad de Maderas Negras, está ubicada en el Municipio de Teustepe, en el Departamento de Boaco, entre las coordenadas 12.501123856547293 de Latitud Norte y 85.94286777449139. Se encuentra aproximadamente a 48 Km de la cabecera departamental de Boaco y a 110 Km. de la ciudad de Managua, capital de la República. En la Figura 3.1 y 3.2 se presentan la macro localización y micro localización de la Comunidad de Maderas Negras, respectivamente.

3.2.2. Datos poblacionales y Niveles de Pobreza de la Comunidad de Maderas Negras.

La poblacion total de la comunidad es de 362 personas – 179 hombres y 183 mujeres - , 93 habitantes son menores de 14 años y 269 habitantes mayores de 14 años, distribuidos en 83 viviendas y 183 nucleos familiares conformados. (Alvarez, 2021).
Tanto en la Comunidad de Maderas Negras como en el Municipio de Tesutepe, se tiene una incidencia de pobreza extrema del 46.3%, reflejando con esto que los

hogares de los barrios y/o comarcas del municipio tienen dos o mas necesidades basicas descubiertas lo que lo ubica por encima del primer cuartil, por debajo del segundo cuartil de los hogares de pobreza extrema, lo que lo clasifica en la categoria de Pobreza Media.

De acuerdo a informacion del Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE), en promedio, tanto en la parte rural como en la parte urbana del municipio de Teustepe, el 46.3% del total de la poblacion padece de pobreza extrema, el 32.1% son pobres no extremos y el 21.6% son no pobres. En la parte rural, los pobres extremos sobrepasa el 50% y en la parte urbana son menores del 50%.

El 9.0% de la poblacion con pobreza extrema, esta en la parte urbana y el 91.0% de la poblacion con pobreza extrema esta localizada en la parte rural.

3.2.3. Características ambientales de la zona de la comunidad de Maderas Negras.

Geomorfología y Uso Potencial del Suelo - Los principales suelos existentes, son: arcillosos, limosos, arenosos, rocosos, los cuales son utilizados en su mayoría para los diferentes tipos de cultivos mencionados anteriormente y una pequeña porción para construcciones horizontales y verticales.

Flora - La flora del municipio es muy pobre a pesar de la siembra de árboles para múltiples usos, lo cual se ha realizado con financiamiento estatal y está compuesta básicamente de arbustos de pequeño follaje y algunos árboles como el jícaro, el jenízaro y el madero negro.

Fauna - Debido a la escasez de agua y flora, este municipio no cuenta con árboles maderables, en los últimos años se han implementado reforestaciones mediante proyectos o cooperativas, mejorando así el hábitat para el desarrollo de la fauna, que en años pasados, debido a estos problemas el municipio, está caracterizado únicamente por garrobos e iguanas.

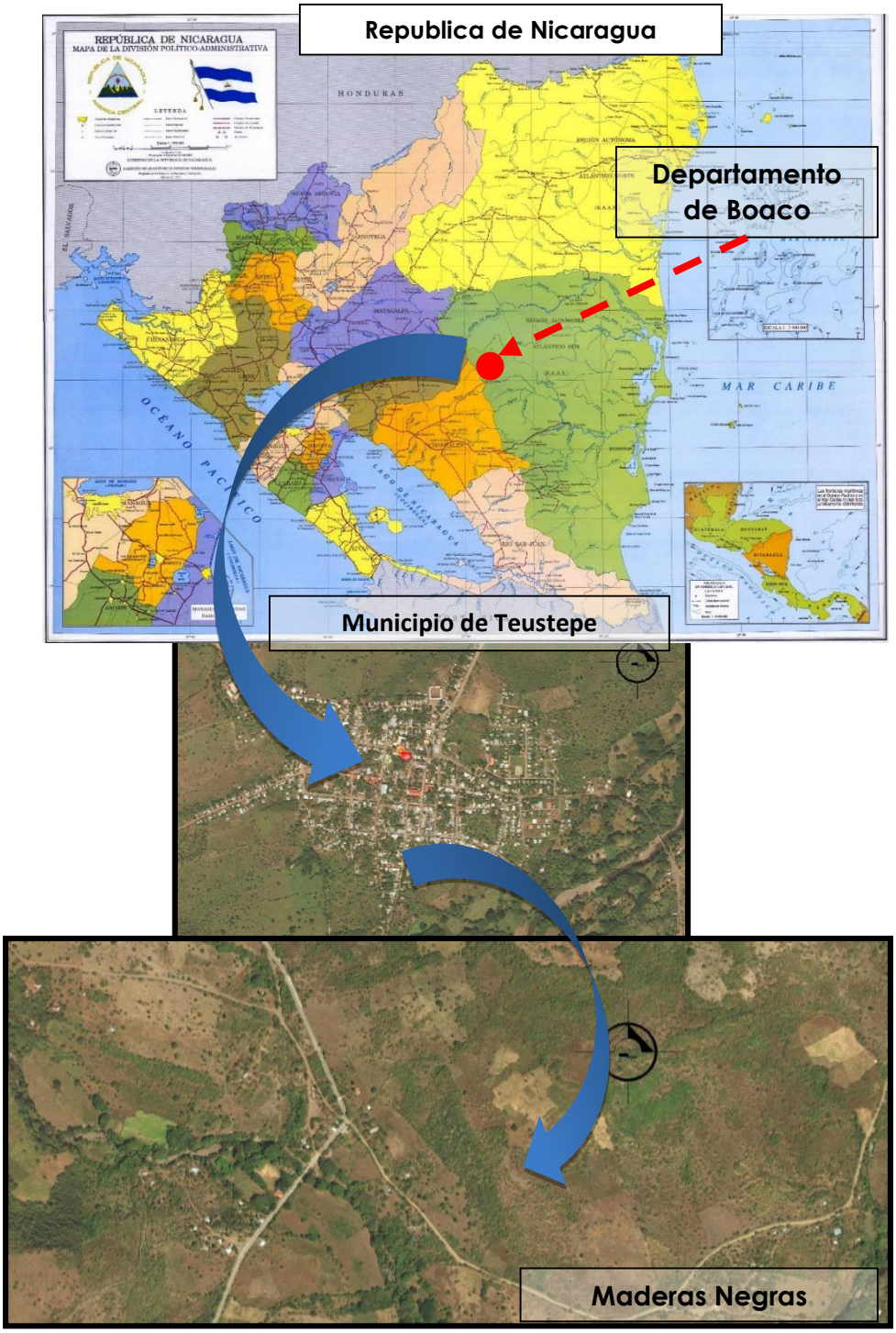


Figura 3.1: Macro y Micro localización del proyecto de abastecimiento de agua potable en la Comunidad de Maderas Negras, Municipio de Teustepe, Departamento de Boaco.

Fuente: Google Earth (2021)

Figura 3.2.- Microlocalización de la Comunidad de Maderas Negras en el Municipio de Teustepe, Departamento de Boaco.

Fuente: Google Earth(2021)

3.3. Diagnóstico de infraestructura y servicios en la Comunidad de Maderas Negras.

Vialidad - La principal vía de acceso a la comunidad, es a través de un camino sinuoso, con prolongadas subidas y cuestas. La vía esta revestida con balastro, pero en un estado de deterioro progresivo, por lo cual los vehículos viajan a velocidades menores de 30 Km/h. Estas vías, no tienen ningún tipo de señales viales.

Transporte - Para acceder a la comunidad de Maderas Negras y comunicarse con el resto de las comunidades, existen vehículos particulares, pero la mayor parte de la población hace uso de transporte colectivo por medio de autobuses particulares, que programan sus viajes a determinadas horas del día, una o dos veces al día, ya sea por la mañana o por la tarde.

Energía Eléctrica- Ambas comunidades, se abastece de energía eléctrica por medio de la energía solar generada a partir de sistemas fotovoltaicos, que han adquirido algunas familias con financiamiento propio. Solamente una porción de la población dispone de este servicio.

Servicios de comunicación – La comunicación se realiza por medio de telefonía celular tanto de la Empresa Claro como Tigo.

Saneamiento - No existe sistema de alcantarillado sanitario. El medio comúnmente utilizado es el Sistema de Letrinas Tradicionales, de la cual disponen aproximadamente el 80 % del total de las viviendas del municipio.

Educación – En la comarca de Maderas Negras existe una escuela de educación primaria en la modalidad de multigrados y en la misma escuela se desarrolla un programa de educación secundaria por encuentros por encuentros los fines de semana. La población estudiantil de las comunidades aledañas debe viajar a esta comunidad para acceder a la educación secundaria en esa modalidad.

Figura 3.3.- Centro Escolar de Educación Primaria Multigrados y Educación Secundaria por encuentros.

Fuente: Fuente propia

Figura 3.4.- Sesión de clases en el Centro Escolar de Educación Primaria Multigrados de Maderas Negras.

Fuente: Fuente propia

Salud – En la comunidad no existe ninguna infraestructura para brindar la atención en salud a la población. En caso de enfermedades deben viajar a las comunidades más cercanas donde existan los puestos de salud. Las enfermedades más frecuentes están relacionadas con la falta de acceso al agua potable, higiene personal y disposición inadecuada de excretas, de los residuos sólidos domiciliares y el manejo de agua grises: son: Enfermedades respiratorias, Parasitosis, Diarrea, Neumonía, Hepatitis B, Óbito fetal, Trastorno prenatal, desnutrición y enfermedades de la piel. Así mismo otra causa de generación de enfermedades, está relacionada con que los pobladores en sus casas, habitan con animales que tienen en crianza como Cerdos y Gallinas, aparte de animales domésticos como perros y gatos.

Figura 3.5.- Vivienda típica de la comunidad de Maderas Negras

Fuente: Fuente propia

Vivienda – Se construyen de bloques de concreto, piedras canteras, tejas, láminas de zinc, madera entre otros materiales. La mayoría de viviendas, tienen revestidas sus paredes exteriores con arcillas, los pisos son de tierra, sin revestimiento.

Recolección de Residuos Sólidos: No se observó, ningún tipo de sistema de organización institucional de recolección de residuos sólidos que genera la población. Cada poblador se hace responsable de la recolección y tratamiento de los residuos sólidos.

Actividades económicas - Las principales actividades económicas, es la agricultura y está destinada fundamentalmente al consumo interno. En el sector agrícola se cultiva frijol, maíz, sorgo, sorgo indio y sorgo millón y en menor escala la siembra de tomate, sandia, chayote, ayote, chiltomas, chile, etc. La población emigra para encontrar mejores condiciones para sus ingresos familiares a los cortes de café en la producción nacional y a Costa Rica. La mayor parte de los ingresos de la población, provienen de las remesas que envían los familiares desde los diversos países a los que han emigrado, como España, Costa Rica, Estados Unidos, entre otros.

3.4. Sistemas de abastecimiento de agua potable

Los sistemas de abastecimiento de agua potables, son aquellos que permiten que llegue el agua desde las fuentes naturales, sean subterráneas, superficiales o agua de lluvia, hasta el punto de consumo, con la cantidad y calidad requerida. Este conjunto de obras o tecnologías (tuberías, instalaciones y accesorios) están destinadas a conducir, tratar, almacenar y distribuir las aguas desde su fuente hasta los hogares de los usuarios, satisfaciendo así las necesidades de la población. El sistema de abastecimiento de agua se puede clasificar dependiendo del tipo de usuario en urbano o rural. Mientras que los sistemas urbanos son complejos, los sistemas de abastecimientos rurales suelen ser técnicamente más sencillos y no cuentan en su mayoría con redes de distribución, sino que utilizan piletas públicas o llaves para uso común, o conexión domiciliaria o familiar.

Las tecnologías que conforman un sistema de abastecimiento de agua se pueden agrupar dependiendo de la función que cumplen. Estas clasificaciones se denominan grupos funcionales. El agua, desde la fuente, viaja por las diferentes tecnologías correspondientes a los diferentes grupos funcionales, que se deben seleccionar según el contexto. Para diseñar un sistema de agua robusto y funcional, las diferentes tecnologías deben ser compatibles entre ellas y adaptadas a la realidad de la comunidad.

3.5. Un sistema de abastecimiento de Agua potable

En términos generales podemos considerar los elementos característicos de diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua como:

- Fuente de abastecimiento
- Obra de captación
- Estación de Bombeo
- Línea de conducción por gravedad y con bombeo (impulsión)
- Tanque de almacenamiento
- Plantas de tratamiento de agua potable
- Redes de distribución
- Conexiones domiciliares
- Obras complementarias: Rompe cargas, desarenadores, válvulas, etc.

Fuentes de Abastecimiento

Constituye la parte más importante del acueducto y no debe ni puede concebirse un buen proyecto si previamente no se han definido y garantizado fuentes capaces para abastecer a la población futura de diseño en cantidad y calidad.

En la selección de la fuente juega un papel importante los datos o registros hidrológicos, pero es evidente que para poder garantizar un servicio continuo y

eficiente es necesario que el proyecto contemple una fuente capaz de suplir el agua para el día más crítico – día de máximo consumo.
De acuerdo a la forma de aprovechamiento, se consideran dos tipos principales:

- Aguas Superficiales: Ríos, lagos, lagunas, lluvia, manantiales.
- Aguas Subterráneas: Acuíferos Subterráneos o Sub superficiales

Obras de Captación

La obra de captación consiste de una estructura colocada directamente en la fuente de abastecimiento a fin de captar el caudal deseado. Su diseño depende del tipo de fuente de abastecimiento seleccionado y sus características.

Para fuentes superficiales con o sin regulación de caudales se diseñan represas, diques tomas, bocatomas laterales, bocatomas de fondo, captaciones de agua de lluvia.

Para fuentes subterráneas la obra de captación la constituyen el pozo perforado y sus estructuras o el pozo excavado a mano y galerías de infiltración en el caso de las aguas sub superficiales.

Línea de Conducción

Definida como la tubería que conduce el agua desde la obra de captación hasta el tanque de almacenamiento, debe satisfacer condiciones para el día de máximo consumo, garantizando de esta manera la eficiencia del sistema. El tipo de línea de conducción a diseñar depende de las condiciones topográficas del área de captación con respecto a la ubicación del tanque de almacenamiento:

Si la obra de captación se encuentra en una zona topográficamente más alta que el tanque de almacenamiento, se diseña una línea de conducción por gravedad, ubicando a lo largo de ésta, accesorios especiales para disipar la carga de presión, Bolsas de aire en las tuberías, válvulas de limpieza, etc.

Si la obra de captación se encuentra en una zona topográficamente más baja que el tanque de almacenamiento, se diseña una línea de conducción por bombeo, para la selección del diámetro de este tipo de línea se realiza un análisis técnico-económico más cuidadoso que para el de las líneas por gravedad.

Tanque de Almacenamiento

El tanque tiene funciones de almacenaje y de compensador de variaciones de los consumos para las diferentes horas de un día cualquiera, del tal forma que la tubería de la red de distribución será capaz de conducir el máximo consumo que una determinada zona demande en cualquier instante.

Se consideran como estaciones de bombeo aquellas que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la elevan al tanque de almacenamiento, a una estación de rebombeo o a la red de distribución. Para el diseño de la una estación de bombeo se consideran los siguientes aspectos:

- El equipo de bombeo.
- Los accesorios complementarios.
- Las edificaciones y las fundaciones.

Tratamiento

En caso que la fuente de abastecimiento de agua no se ajuste a las normas de calidad de agua cruda requeridas, es necesario un proceso de tratamiento de depuración ya sea por filtración lenta, que consiste en hacerla pasar por un lecho de arena en forma descendente o ascendente y a muy baja velocidad; o filtración rápida que conlleva los pasos de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y finalmente un proceso de desinfección que elimine la contaminación bacteriológica.

Red de Distribución

La red de distribución tiene como objetivo repartir el agua en los volúmenes y presiones adecuadas a los distintos sectores de la comunidad. Para el diseño de la red es necesario definir la fuente de abastecimiento y la ubicación tentativa del tanque del almacenamiento. La importancia en esta determinación radica en poder asegurar a la población el suministro eficiente y continuo de agua en cantidad y presiones adecuadas durante todo el período de diseño.

Conexiones domiciliares

Para el proyecto, la conexión domiciliaria comprende desde el empalme de la tubería matriz o red de distribución hasta el punto de entrega al usuario que corresponde al medidor domiciliar instalado fuera o dentro de la línea de la propiedad del beneficiario.

Obras complementarias

Las obras complementarias de un sistema de agua potable se concretizan en conectores instalados en la línea de conducción y red de distribución, con el objetivo de una mayor eficiencia operativa del acueducto que comprenden: válvulas reguladoras de presión, válvulas de aire, válvulas de limpieza, válvulas de pase, etc.

3.6. Criterios de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable

El dimensionamiento y diseño del sistema de agua potable, propuesto, se ha elaborado siguiendo las directrices de las Normas Técnicas del INAA: **"DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE (NTON 09 007 - 19)"**. A continuación, los criterios, metodologías y parámetros utilizados en el presente informe.

3.6.1. Período de diseño

El periodo de diseño de los diferentes elementos del sistema se determinará considerando los siguientes factores:

- Vida útil de las estructuras y equipos.
- Grado de dificultad para realizar la ampliación de la infraestructura.
- Crecimiento de la población.
- Capacidad económica para la ejecución de obras.

El período de diseño recomendado para la infraestructura de agua potable para centros poblados rurales, se muestra en la Tabla 3.1.

3.6.2. Estimación de la población de diseño

Para el cálculo de las poblaciones futuras se usará el método geométrico expresado por la fórmula siguiente:

$$P_n = P_o (1+r)^n \qquad (3.1)$$

Donde:
P_n = Población del año "n"
P_o = Población al inicio del período de diseño.
r = Tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado en notación decimal.
n = Número de años que comprende el período de diseño.

Si no se dispone de datos de población al inicio del período de diseño, deberá efectuarse un censo de población por medio de los representantes comunitarios o promotores sociales, previamente entrenados. Los valores anuales de la tasa de crecimiento varían de 2.5% a 4%, sin embargo, el proyectista adoptará el criterio más adecuado para determinar la población futura, tomando en cuenta para ello datos censales y proyecciones u otra fuente que refleje el crecimiento poblacional, los que serán debidamente sustentados.

Tabla 3.1. Periodo de diseño de elementos de un sistema de agua potable.

COMPONENTE/ ELEMENTO	PERIODO DE DISEÑO (Años)
Pozos excavados	10
Pozos perforados	15
Captaciones superficiales	20
Desarenador	20
Filtro lento	20
Línea de conducción	15
Tanque de almacenamiento	20
Red de distribución	15

3.6.3. Determinación de la demanda

Dotación

La dotación de agua a utilizar tiene relación con el nivel de servicio que prestará el sistema propuesto, así:

- Para sistemas de abastecimiento de agua potable, por medio de puestos públicos, se asignará una dotación de 30 a 40 lppd.
- Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliares de patio, se asignará una dotación de 50 a 60 lppd

Variaciones de consumo

Los factores de la demanda promedio diario a utilizar en el dimensionamiento de la capacidad de las obras de captación, línea de conducción y red de distribución son los siguientes:

Consumo Máximo Día (CMD) = 1.5 x CPD (Consumo Promedio Diario) (3.2)

Consumo Máximo Hora (CMH) = 2.5 x CPD (Consumo Promedio Diario)(3.3)
Pérdidas en el sistema

El valor de las pérdidas en el sistema no deberá ser mayor del 20% del Consumo Promedio Diario.

Cobertura del sistema

Para determinar si la cobertura será total o parcial se tomará en cuenta, los siguientes aspectos:

- Límites de la localidad.
- Ubicación de viviendas con respecto a la fuente y al tanque.
- Grado de dispersión o concentración.
- Tipo de fuente.
- Topografía de la localidad.
- Disponibilidad de fondos.
- Participación de la comunidad.
- Nivel de servicio.

En los mini acueductos por bombeo eléctrico, la población a servir estará en dependencia de las características de la población objeto del estudio, el tipo y configuración de la comunidad y las características tecnológicas de las instalaciones a establecerse.

3.6.4. Determinación de la oferta

Selección de la fuente de abastecimiento de agua subterránea. Calidad y cantidad.

Los manantiales son puntos localizados en la corteza terrestre por donde aflora el agua subterránea. Generalmente, este tipo de fuentes, sufre variaciones en su producción, asociadas con el régimen de lluvia en la zona. En la mayoría de los casos, es de esperar que el caudal mínimo del manantial coincida con el final del período seco en la zona.

Los criterios para considerar como fuente de suministro de agua son los siguientes:

a) El dato o datos de aforo, deberán corresponder al final del período seco de la zona y se tomará como base para el diseño, el mínimo valor obtenido.
b) El caudal crítico de producción de la fuente deberá ser mayor o igual al consumo máximo diario de la población al final del período de diseño, de lo contrario se desechará su utilización, o se complementará con otra fuente disponible.

3.6.5. Criterios para el cálculo del volumen de almacenamiento

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

La capacidad del tanque de almacenamiento se estimará como el 35% del Consumo Promedio Diario, para satisfacer las condiciones siguientes:

a) El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo

Volumen Compensador: =15% CPD. **(3.4)**

b) Para atender eventualidades en caso de emergencia

Volumen de reserva: =20 % CPD. **(3.5)**

3.6.6. Criterios para la selección de diámetros de las tuberías de conducción

En el diseño de una línea de conducción, se debe considerar que:

a) La capacidad deberá ser suficiente para transportar el gasto máximo de diseño.
b) La selección de la clase y diámetro de la tubería a emplear, deberán ajustarse a la máxima economía.
c) La línea de conducción deberá dotarse de los accesorios y obras de arte necesarios para su correcto funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo específicamente para la tubería, a su protección y a su mantenimiento.
d) Formula de Bresse - Diámetro económico

$D=K\,(Q)^{n}$, **(3.6)**

Donde K=1.5 y n=0,5

3.6.7. Criterios para la selección de diámetros de las tuberías de la red

En el diseño de la red de distribución de una localidad, se deben considerar los siguientes aspectos fundamentales:

a. El diseño se hará para las condiciones más desfavorables en la red, o sea para el máximo consumo horario, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el período de diseño.

b. Deberá tratarse de servir directamente al mayor porcentaje de la población, dentro de los límites impuestos por las condiciones sociales y económicas de la localidad. No debe perderse de vista que la función sanitaria del acueducto se cumple a cabalidad únicamente si el agua se suministra dentro de las viviendas, en forma continua, de calidad aceptable y en cantidad suficiente.

c. La distribución de gastos, debe hacerse mediante hipótesis que esté acorde con el consumo real de la localidad, durante el período de diseño.

d. Deberán dotarse las redes de distribución de los accesorios y obras de arte necesarias, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento, dentro de las normas establecidas a tal efecto y facilitar su mantenimiento.

e. El método que se utilizará para la determinación de caudales en los nodos será el método de la Longitud Unitaria

f. Diámetro mínimo a utilizar es 2".

3.6.8. Presiones de trabajo

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que estas cumplan dentro de un rango permisible, en los valores siguientes**:** Presión mínima de 5 m y la presión máxima de 50 m**.**

3.6.9. Velocidades permitidas

Se recomienda fijar valores de velocidades de flujo en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías. Los valores permisibles son los siguientes: Velocidad Mínima de 0.4 m/s y la Velocidad Máxima de 2 m/s.

3.6.10. Diseño del equipo de bombeo.

- Altura dinámica total de Bombeo, Caudal Requerido y longitud de la CB.

- La pérdida por fricción se determinará por Hazen William.

- Se debe calcular el diámetro económico puede aplicarse la Formula de Bresse, con K=1.5 y n=0,5.

  $$D = 1.5\, Q^{0.5} \qquad (3.7)$$

  Donde
  D, m
  Q, m^3/s.

- El caudal de diseño será
  $$Q_{bombeo} = CPTD \times K, \qquad (3.8)$$
  Donde

K: Coeficiente que depende de las horas de bombeo, para 16 horas de bombeo al día K es 1.5.

- La tubería de descarga deberá ser seleccionada para resistir presiones altas, y deberá ser protegida contra el golpe de ariete Instalando Válvulas Aliviadora de presión en las vecindades de descargas de las bombas.

- En la tubería de descarga se debe efectuar un análisis económico comparativo de diversos diámetros para seleccionar el más apropiado.

- La eficiencia del conjunto bomba y motor es la que está en la curva de fabricante.

- La pérdida de carga en la columna bombeo no será mayor al 5% de su longitud

- La velocidad del flujo no será menor a 0.6 m/s ni mayor 1.5 m/s.

- En la curva característica no se aceptará el punto de trabajo fuera del rango de eficiencia, debido a la disminución progresiva del pozo que se produce por descenso del nivel freático del pozo.

- El diámetro del equipo de bombeo por lo menos debe ser 4” menor al diámetro de encamisado del pozo.

- La ubicación del nivel la bomba sumergible debe ser ubicada por debajo del nivel dinámico comprobado en la prueba de bombeo, así como también se debe haber otras previsiones en el diseño, debido al descenso por dos efectos: disminución de los niveles en la época de estiaje más el efecto climatológico.

- Se tiene que considerar como norma emplear un factor de servicio F. S=1.15 para calcular los HP del motor en base a los HP de la bomba. La bomba se debe ubicar en el tramo de tubería ciega para evitar turbulencia.

- El diámetro de la tubería de succión y de impulsión no deberá ser menores que las admitidas por las bombas, en caso de que el diámetro de la tubería de succión sea mayor que el de la admisión de la bomba se debe conectar una reducción excéntrica.

3.6.11. Criterios para el diseño hidráulico de los componentes de la sarta de descarga.

Tabla 3.2: componentes de la sarta

COMPONENTE	CRITERIO	DIÁMETRO
Diámetro de la Sarta	Caudal menor a 80 gpm	2”
Diámetro de Válvula de Alivio	Caudal Menor a 60 gpm	1”
Diámetro de Válvula Aire y Vacío	Caudal de Aire < 140 m3/Hora	1”
Diámetro de Columna de Bombeo	Caudal Menor a 50 gpm	3”
Manómetro	Mínimo CTD metros/0.7	150 PSI
Diámetro de Válvula de retención	Igual al diámetro de la sarta	2”
Diámetro de válvula de pase y limpieza	Igual al diámetro de la sarta	2”

Se usan válvulas de alivio de tubería de HF con un diámetro de 2”, por ser mínimo diámetro que se encuentra disponible en el mercado nacional.

IV. Metodología

El presente trabajo de graduación, ha consistido en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para consumo humano en la comunidad rural de Maderas Negras, aplicando las normativas de diseño para este tipo de sistemas, establecido por el Estado de Nicaragua. Así mismo, utilizando modelos matemáticos para describir, simular y pronosticar el comportamiento de los distintos procesos hidráulicos y equipos que lo conforman.

En atención a estas consideraciones, este trabajo investigativo, ha correspondido a una investigación aplicada, con elementos descriptivos, explicativos y proyectivos. Por otra parte, la estrategia general para la recolección de datos e información en función de los objetivos propuestos está dirigida a un diseño de campo, experimental, transeccional, descriptivo.

El universo de esta investigación ha estado compuesto por:

- La comunidad de Maderas Negras del Municipio de Boaco, que abarca a su población, sus fuentes hídricas, su topografía y demás elementos abióticos y bióticos que conforman su entorno ambiental, que interaccionan entre sí.
- Los modelos matemáticos que describen y pronostican el comportamiento de la población en el tiempo.
- Los modelos hidráulicos que describen y pronostican el comportamiento de los procesos de bombeo, conducción, almacenamiento, distribución y desinfección de agua para consumo humano en el horizonte de vida útil del proyecto.
- Los principales parámetros operacionales que gobiernan estos procesos como: consumo y oferta de agua potable, velocidad del fluido en las tuberías, diámetros y tipos de tuberías, perdidas de carga durante el bombeo y transporte de agua potable en las tuberías, presiones de trabajo.

Esta investigación se realizó en dos fases, que fueron las siguientes:

- **Fase 1: Recopilación de información in situ.**

Se realizaron visitas a la Comunidad de Maderas Negras, para establecer la Línea Base tanto de los aspectos sociales, económicos, culturales y ambientales de la población beneficiaria del proyecto.

- **Fase 2 : Trabajo de Gabinete**

Durante el trabajo de gabinete se sistematizó la información obtenida en el campo, se procesó, se analizaron y discutieron sus resultados obteniéndose como producto final el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para esta comunidad.

El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la Comunidad de Maderas Negras, se realizó conforme los criterios de diseño establecidos en la NTON 09-007-19, utilizando el siguiente algoritmo de trabajo y cálculos:

- Se determinó la demanda del consumo de agua potable, a partir de la población de diseño, la tasa de crecimiento anual, y el periodo de diseño que coincide con la vida útil del sistema.

- Se seleccionó la fuente de abastecimiento de agua potable, basados en los estudios hidrogeológicos de los reservorios de aguas subterráneas, determinando su capacidad y calidad con pruebas de bombeo y muestreo de agua aplicando los métodos estandarizados de ensayos y su cumplimiento de las Normas.

- Se diseñó un pozo perforado considerando su capacidad crítica para el tiempo seco, seleccionado su sistema de bombeo en correspondencia con las perdidas en las tuberías de succión y la potencia requerida.

- Se diseñó la línea de conducción, seleccionado el diámetro económico y el material de la tubería que cumplan con las velocidades y presión de trabajo requeridas.

- Se diseñó un tanque de almacenamiento considerando las variaciones del consumo, las pérdidas del sistema y las situaciones de emergencia.

- Se diseñó la línea de distribución utilizando el software de simulación EPANET, para las condiciones de máxima variación del consumo que ocurre a las 10:00 horas según el patrón de consumo de INAA para la Comunidad de Maderas Negras, verificando el cumplimiento de los criterios de velocidad y presiones de trabajo.

- Se seleccionó el sistema de cloración en correspondencia con la calidad del agua, específicamente el cumplimiento de los criterios microbiológicos de la Norma y el abastecimiento de cloro residual presente en el agua potabilizada entregada al usuario.

V. Resultados

5.1. Determinación de la demanda de consumo de agua potable para la población de la comunidad de Maderas Negras, conforme la NTON 09-007-19.

5.1.1. Determinación de tasa de crecimiento poblacional de la Comunidad de Maderas Negras del Municipio de Teustepe, departamento de Boaco.

Para estimar la población proyectada al año 2041, se analizó el comportamiento del crecimiento de la población en los últimos períodos intercensales, esto es para conocer las tasas reales de crecimiento y visualizar tendencias que sean compatibles con la NTON 09-007-19, que establece tasas de crecimiento en el rango de 2.5% a 4% o, en su defecto, que aporte elementos de juicio que permitan asumir valores congruentes con esta.

La tendencia observada indica que la población rural del departamento de Boaco y sus Municipios, tenderá a crecer, en general, a un ritmo menor del 2.5% y que continuará contrayéndose a lo largo del tiempo si no ocurren cambios estructurales en el país en los órdenes político, social y económico que modifiquen esa tendencia, se adopta, para los fines de proyección de la población, una tasa de crecimiento constante del 2.5% por ser la mínima establecida en la NTON 09-007-19. En las Tablas 5.1 y 5.2, se presenta la población de diseño al final del periodo 2021-2041, con una tasa de crecimiento poblacional del 2.5%.

Tabla 5.1- Determinación de tasa de crecimiento poblacional de la Comunidad de Maderas Negras del Municipio de Teustepe, departamento de Boaco.

Tasa de crecimiento: 2005-2021		
Año inicial: =	2005	Censo Nacional 2005
Ano final: =	2021	Censo Poblacional 2021
Po: =	263 habitantes	
Pf:=	372 habitantes	
i=	$(Pf/Po)^{1/n}-1$	
i:=	2.19 %	
Periodo de diseño:	20 años	
Año 0:=	2021	
Año Final: =	2041	
Po (2021):=	372 habitantes	
Pf(2041):=	610 habitantes	

5.1.2. Proyección de la población de la Comunidad de Maderas Negras del Municipio de Teustepe, departamento de Boaco.

Tabla 5.2- Proyección de la población de la Comunidad de Maderas Negras del Municipio de Teustepe, departamento de Boaco.

Año	Po, Hab	n	Pf, Hab
2021	372	0	
2026	421	5	421
2031	477	10	477
2036	539	15	539
2041	610	20	610

La población de diseño corresponde al año 2041 y es de 610 habitantes.

5.1.3. Cálculo del consumo promedio diario domestico

Tabla 5.3.- Cálculo del consumo promedio diario domestico

Año	Población Total	Cobertura (%)	Población conectada			Población no conectada			CPDo doméstico	
			Habitantes	Dotación (L/hab/día)	Consumo (Lpd)	Habitantes	Dotación (L/hab/día)	Consumo (Lpd)	Lpd	Lps
2021	372	100	372	60	22320	0	60	0	22320	0.258
2026	421	100	421	60	25260	0	60	0	25260	0.292
2031	477	100	477	60	28620	0	60	0	28620	0.331
2036	539	100	539	60	32340	0	60	0	32340	0.374
2041	610	100	610	60	36600	0	60	0	36600	0.424

5.1.4. Cálculo del consumo máximo día consumo máximo hora

Tabla 5.4.- Cálculo del consumo máximo día consumo máximo hora

Cálculo del consumo máximo día (CMD, K1) y el consumo máximo hora (CMH, K2)								K1 = 1,5	K2 = 2,5
Año	CPDo Domestico (lps)	Comercial 7% (lps)	Público 7% (lps)	Industrial 2% (lps)	CPD (lps)	Hf pérdida 20%CPD (lps)	CPD Total (lps)	CMD (L/s) K1*CPD + Hf	CMH (L/s) K2*CPD + Hf
2021	0.258	0.0219	0.0219	0.005	0.3072	0.0614	0.3687	0.5530	0.9217
2026	0.292	0.0231	0.0231	0.006	0.3443	0.0689	0.4132	0.6198	1.0329
2031	0.331	0.0244	0.0244	0.007	0.3867	0.0773	0.4640	0.6960	1.1600
2036	0.374	0.0259	0.0259	0.007	0.4336	0.0867	0.5204	0.7805	1.3009
2041	0.424	0.0276	0.0276	0.008	0.4874	0.0975	0.5848	0.8772	1.4621

En las Tablas 5.3 y 5.4, se presentan los resultados de la determinación del Consumo promedio diario domestico y los Consumo máximo día y consumo máximo hora con una dotación de 60 lppd , obteniendo que los consumos correspondientes serán :

- **Consumo promedio diario domestico CPDo = 0.424 lps**
- **Consumo Máximo Dia CDM = 0.8772 lps**
- **Consumo Máximo Hora CDH = 1.4621 lps**

5.1.5. Análisis de la demanda actual (inicio del proyecto)

Al inicio del período de diseño, año 2021, la población inicial es de 372 hab. El tipo de infraestructura seleccionada para el suministro de agua es un MABE, con nivel de servicio de Conexión domiciliar. La dotación per cápita es de 60 lppd (máximo). La demanda inicial de consumo promedio total diario (CPTD) es de 0.3687 lps, la fluctuación máxima diaria (CMD) 0.553 Lps y la fluctuación máxima horaria (CMH) 0.9217 lps. Además, considera atención a sectores públicos e infraestructura social.

5.1.6. Análisis de la demanda futura al final del período de diseño de 20años.

Al final del período de diseño, año 2041, la población futura se incrementa a 610 hab. Se mantiene el MABE como infraestructura seleccionada para el suministro de agua al igual que, el nivel de servicio de Conexión domiciliar. La dotación per cápita es de 60 lppd (máximo). Los resultados indican incrementos en la demanda. El consumo promedio total diario (CPTD) se incrementa a 0.5848 lps, la fluctuación máxima diaria (CMD) pasa a 0.8772 lps y la fluctuación máxima horaria (CMH) pasa a 1.4621 lps. Se mantiene la atención a sectores públicos e infraestructura social.

Obviamente la fuente de abastecimiento tiene la capacidad de cubrir los primeros 20 años de explotación del sistema. Posterior a este período, se debe mejorar y ampliar el sistema.

Es importante indicar que, al inicio del proyecto se requiere la construcción de 86 unidades de Conexión domiciliar, con micromedición, beneficiando a 86 viviendas que representan a 372 beneficiarios directos con 100 % de cobertura

En el Anexo I, se presenta el plano general sin proyecto y lista de beneficiarios de agua potable.

5.2. Selección de la fuente de abastecimiento de agua, conforme su capacidad de producción y calidad para consumo humano.

5.2.1. Tipo de Fuente de agua

El sistema de abastecimiento, será de una fuente subterránea ubicada en la comunidad de Maderas Negras, localizado en coordenadas UTM: 632603.8976 Longitud Este, 1384188.4278 Latitud Norte a 279.29 msnm. De acuerdo a los análisis hidrogeológicos la producción de la fuente propuesta se estima de 1.9 lps equivalente 30 gpm, que satisface la demanda de 0.88 l/s de la comunidad proyectado a los 20 años.

5.2.2. Calidad de Agua

Para determinar la calidad del agua se utilizaron las Normas de Calidad del Agua para el consumo humano, adoptadas por el Ministerio de Salud MINSA, mediante Acuerdo Ministerial No. 65-94 que corresponden a las Normas Regionales CAPRE, "Normas de Calidad del Agua para el consumo humano"; en su versión vigente.

Los resultados obtenidos, se presentan en la Tabla 5.5, estableciendo que el recurso hídrico propuesto como fuente de abastecimiento del proyecto se clasifica como Tipo 1: Agua, destinada al uso doméstico, con categoría 1-A, que son aguas que desde el punto de vista sanitario, pueden ser acondicionado con la sola adicción de desinfectante.

Siendo que los coliformes fecales excedente el límite máximo permisible se aplicara las dosis de cloro para desinfección garantizando su calidad para consumo humano.

La toma de las muestras para determinar la calidad del agua se realizó conforme lo establecido en la Norma ISO 5667-3. Calidad del agua. Muestreo. Parte 3: Preservación y manipulación de muestras de agua. Estas fueron remitidas al Laboratorio de Ingeniería de la Empresa ARS Construcciones, Energía y Medio Ambiente ARS.

5.3. Diseño de las obras de captación y de almacenamiento del sistema de abastecimiento de agua potable.

El sistema de abastecimiento de agua potable a la población de la Comunidad de Maderas Negras, consiste en un MAB, compuesto por: Pozo perforado y Estación de bombeo, Línea de conducción, Tanque de almacenamiento, Red de distribución y conexiones domiciliares de patio.

El sistema de potabilización consiste en la instalación de su hipoclorador en línea, debido a la presencia de solidos disueltos observados en campo y a los coliformes fecales detectados en los análisis de calidad agua.

El nivel de servicio y cobertura abarca 86 Conexiones de patio (83 viviendas, 1 escuela, 2 iglesias), cobertura en un 100%.

La configuración del sistema es: Pozo –Tanque –Red.

Se tendrá como obra de captación de aguas subterráneas un pozo perforado con un diámetro de Ø=11”, encamisado en tubería SDR-21 con rosca de Ø=8” a 400 pie de profundidad, incluyendo cercado del predio.

Los procedimientos de cálculo y el algoritmo aplicado para diseño del pozo perforado con sus resultados se presentan en el Anexo II.

Tabla 5.5. Evaluación de la calidad del agua de Pozo de la Comunidad de Maderas Negras conforme las Normas de Calidad del Agua para el consumo humano, adoptadas por el Ministerio de Salud MINSA. Acuerdo No. 65-94.

Parámetro	Pozo Perforado	Categoría 1 A	Categoría 1 B
Oxígeno disuelto (OD)	-	> 4.0 mg/l (*)	> 4.0 mg/l (*)
Demanda bioquímica oxígeno (DBO5, 20)	-	2.0 mg/l	5.0 mg/l
pH	7.24	Mín. 6.0 y máx. 8.5	Mín. 6.0 y máx. 8.5
Color real	<1	< 15 U Pt-Co	< 150 U Pt-Co
Turbiedad	0.041	< 5 UNT	< 250 UNT
Fluoruros	0.507	Mín 0.7 y máx. 1.5	< 1.7 mg/l
Hierro Total	0.01	0.3 mg/l	3 mg/l
Mercurio Total	-	0.001 mg/l	0.01 mg/l
Plomo Total		0.01 mg/l	0.05 mg/l
Sólidos Totales disueltos	-	1000 mg/l	1,500 mg/l
Sulfatos	10.10	250 mg/l	400 mg/l
Zinc	-	3 mg/l	5 mg/l
Cloruros	74.10	250 mg/l	600 mg/l
Organismos Coliformes Totales	$7.8*10^2$	(**)	(***)
Cianuro total			0.1 mg/l
Cobre total	-		2.0 mg/l
Cromo total	-		0.05 mg/l
Detergentes	-		1.0 mg/l
Dispersantes	-		1.0 mg/l
Dureza como CaCO3	204.08		400 mg/l
Extracto de carbono al cloroformo	-		0.15 mg/l
Fenoles	-		0.002 mg/l
Manganeso total	<0.02		0.5 mg/l
Nitratos (N)	3.242		50.0 mg/l
Nitritos	0.02		0.1 mg/l
Plata total	-		0.05 mg/l
Selenio	-		0.01 mg/l
Sodio	54.70		200 mg/l
Organofosforados y Carbamatos	-		0.1 mg/l
Organoclorados	-		0.2 mg/l

(*) También puede ser como porcentaje de saturación y debe ser mayor de 50%
(**) Promedio mensual menor de 2000 NMP por cada 100ml.
(***) Promedio mensual menor de 10000 NMP por cada 100 ml.

5.3.1. Selección de equipos de bombeo – Diseño de Bomba sumergible

Se ha propuesto como periodo de diseño 20 años, es decir hasta el año 2041, en este tiempo, la población futura se incrementa a 610 habitantes. Se empleará un MABE como infraestructura seleccionada para el suministro de agua al igual que, un nivel de servicio de1 100 % de cobertura de toda la población con conexiones domiciliares. La dotación per cápita es de 60 lppd (máximo). Los resultados indican incrementos en la demanda. El consumo promedio total diario (CPTD) se incrementa a 0.5848 Lps, la fluctuación máxima diaria (CMD) pasa a 0.8772 Lps y la fluctuación máxima horaria (CMH) pasa a 1.4621 Lps.

Se utilizará una bomba sumergible, a continuación, se presentan los cálculos para su diseño y selección.

En la Figura 5.1, se presenta el corte transversal del pozo perforado con el equipo de bombeo seleccionado y sus accesorios.
El pozo perforado tiene una profundidad de 121.95 m (400 pies). Las aguas subterráneas provenientes de la fuente propuesta, serán conducidas a través de una columna de bombeo 92 m de tubería Galvanizada SCH-40, de Ø 2”, respectivamente.
La bomba sumergible a instalar, tendrá las siguientes características:

- Bombear mínimo 14 galones /min,
- CTD= 524.60 pie,
- Una eficiencia= 68 %,
- Potencia de la Bomba 5 Hp
- La energía eléctrica será Monofásica

En el Anexo III, se presentan el procedimiento de cálculos y los resultados del diseño y selección del sistema de bombeo.

En el Anexo IV, se presenta la planta perfil del pozo línea 8 de Est.=0+000.00 a Est.=0+190.00.

En el Anexo V, se presenta el predio donde se instalará el pozo perforado tanto sin proyecto como con el proyecto.

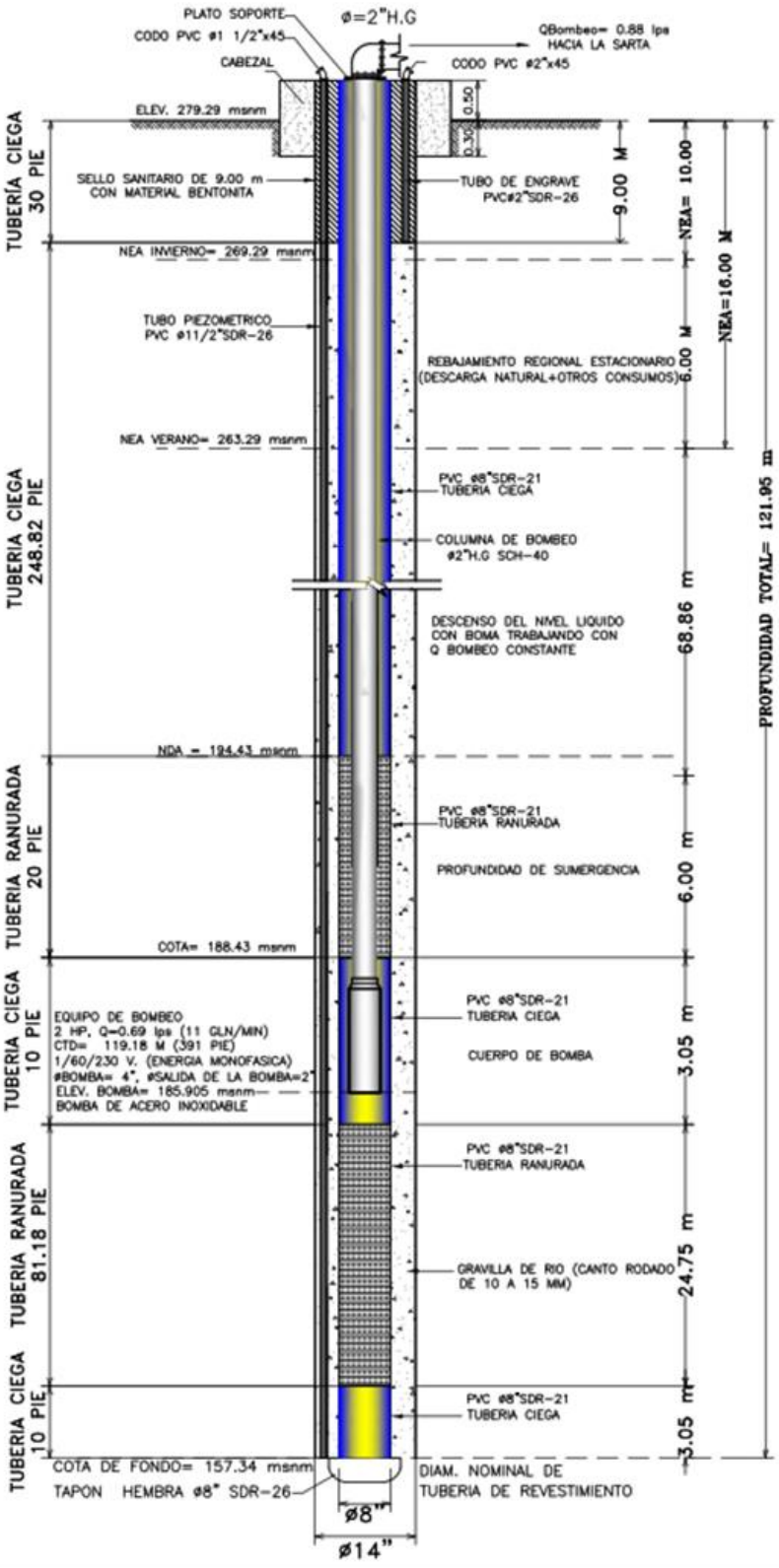


Figura 5.1.- Corte transversal del pozo con equipo de bombeo

5.4. Diseño de las líneas de conducción y de distribución de agua potable para la población de la comunidad de Maderas Negras.

5.4.1. Diseño de la Línea de conducción

La línea de conducción, se dimensionó para un consumo máximo día de CMD = 0.877 l/s con un bombeo de 16 horas, obteniéndose entonces un caudal máximo de Q = 1.32 l/s. De conformidad con las Figuras 5.3 y 5.4 se tienen tres tramos de tubería de PVC SDR -26, con un diámetro de Φ= 2", y longitud correspondiente a 74,76 y 40 m respectivamente para una longitud total de 190 m. Estos tramos de tubería están unidos por codos de PVC de 45 °, con un diámetro propuesto de Φ= 2".

En la Tabla 5.5, se presentan las coordenadas y la elevación de cada uno de los nodos de la línea de conducción.

Tabla 5.5.- Coordenadas y la elevación de cada uno de los nodos de la línea de conducción

Linea de Conduccion						
Inicia	**Termina**	**Rumbo**	**Distancia (m)**	**X**	**Y**	**Elevacion (m)**
Linea No 8						
42				632603.8976	1384188.4279	279.29
42	43	S 59 44 37.000 W	40.00	632560.3465	1384168.2730	284.60
43	44	S 1 30 27.000 E	76.00	632571.3458	1384092.2993	292.35
44	45	S 38 47 03.000 W	74.00	632524.9931	309.7000	309.70
		Total =	**190.00**			

La elevación del pozo es de 279.29 m, la cota del nivel de rebose del tanque de almacenamiento es de 311.55 m. El valor de C= 150 para tuberías de PVC.

Calculo de perdidas de energia en la linea de conduccion

Para determinar las pérdidas de energía en la línea de conducción, ocurren por variaciones en la energía potencial y por fricción tanto a lo largo de la tubería como por la disipación de energía debido a los cambios de dirección y variación de las secciones de los distintos accesorios por los que a traviesa el fluido.

El diámetro de la tubería se determinó utilizando la ecuación:

$$D = 1.63\left(\frac{Q}{C}\right)^{0.38}\left(\frac{L}{hp}\right)^{0.205}$$

Siendo hp= Cota del nivel de rebose – Cota de elevación del pozo.

hp = 311.55 – 279.29

hp = 32.26 m

$$D = 1.63\left(\frac{0.00132}{150}\right)^{0.38}\left(\frac{190}{32.26}\right)^{0.205}$$

$D = 0.030\ m$; equivalente a D= 1.10 pulgadas

Tomando los diámetros de valor comercial se tendrá, entonces

D= 2 pulgadas, obteniéndose un área de la sección transversal de la tubería de

Área = 3.1416/4*0.00258064

Área = 0.00202 m²

Y se tendrá una velocidad a través de las tuberías de V = Q/A

V = (0.00132 m^3/s)/ 0.00202 m^2

V = 0.65 m/s

Las pérdidas en los accesorios se presentan en la Tabla 5.6.

Tabla 5.6.- Perdidas de energía en los accesorios de la Línea de Conducción.

Elemento	Cantidad	le, m	Le, m
Entrada normal al tubo Φ= 2”.	1	1	1.00
Codo de 45° de PVC de Φ= 2”	2	0.83	1.66
Salida del tubo Φ= 2”.	1	1	1.00
Longitud equivalente total			3.66

Las pérdidas en los accesorios se calcularon a partir de la longitud equivalente, con Le = 3.66 m

$$hp = 10.54\left(\frac{Q}{C}\right)^{1.85}\frac{L}{D^{4.87}}$$

$$hp = 10.54\left(\frac{0.00132}{150}\right)^{1.85}\frac{3.66}{0.00202^{4.87}}$$

$$hp = 1.78\ m$$

H -hp = 32.26 - 1.78 m

H -hp = 30.48 m

Se estima nuevamente el Diámetro

$$D= 1.63 \left[\frac{0.00132}{150}\right]^{0.38} \left[\frac{3.66}{30.48}\right]^{0.205}$$

D = 0.0437 m

D = 1.72 pulgadas, seleccionando finalmente la tubería con diámetro comercial

D= 2 pulgadas

En la Tabla 5.7, se presenta la carga residual en cada nodo de la línea de conducción y en la Figura 5.2, el perfil hidráulico de la línea de conducción del Pozo perforado a la Línea de Conducción, construido partir de los resultados presentados en la Tabla 5.7.

Tabla 5.7.- Carga residual en cada punto de la Tubería

Punto	Pozo	Tubería 1	Tubería 2	Tubería 3	Tanque
D (m)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Ltubo (m)	**121.95**	74.00	76.00	40.00	1.85
Leq. (m)	122.95	75.00	76.08	40.83	2.85
hp(m)	2.44	1.49	1.51	0.81	0.06
Cota del punto (m)	279.29	284.60	292.35	309.70	311.55
Cota línea estática (m)	311.55	311.55	311.55	311.55	311.55
Cota Línea Piezométrica(m)	317.86	313.93	312.42	311.61	311.55
Carga residual (m)	36.13	29.33	20.07	1.91	0.00

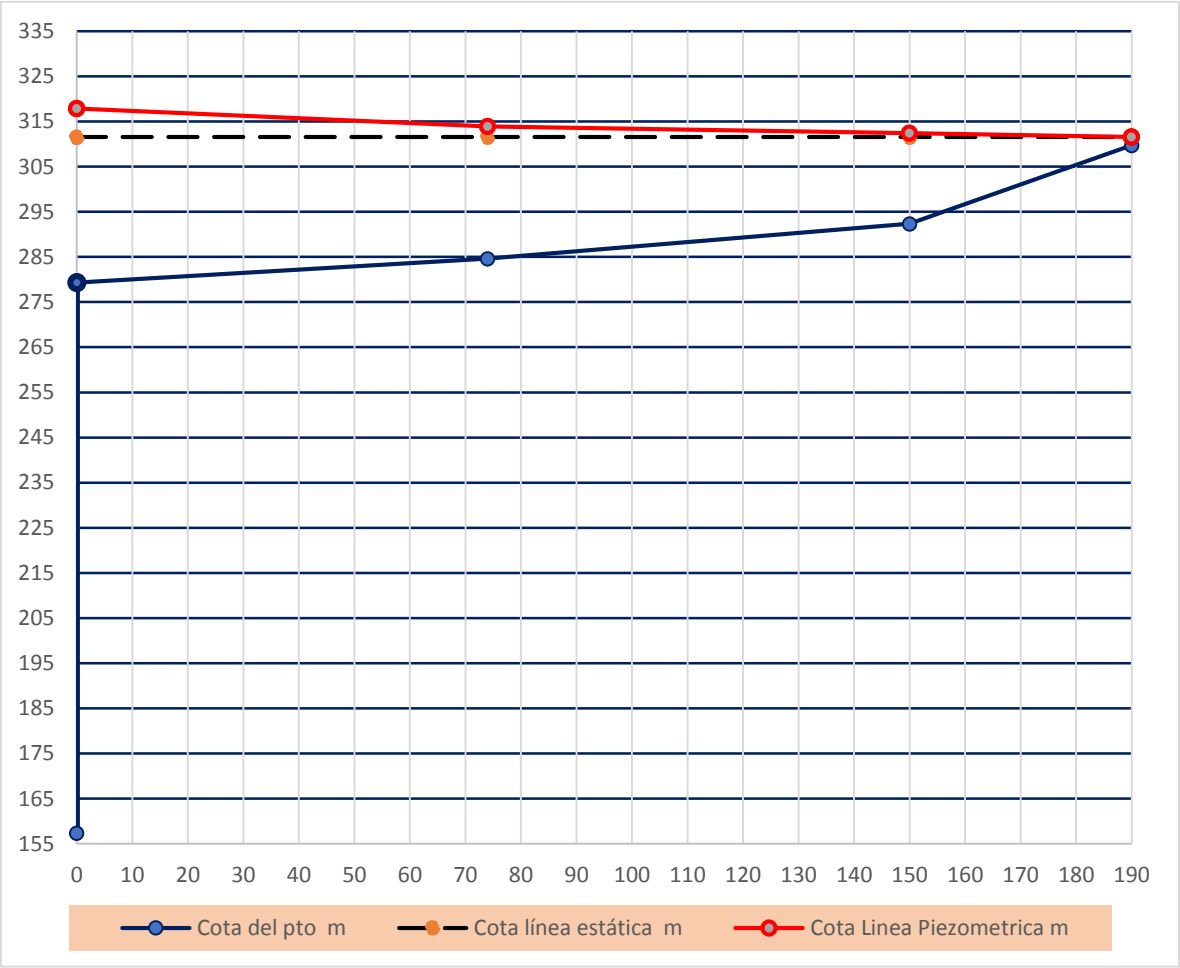


Figura 5.2. Perfil hidráulico de la línea de conducción del pozo perforado al tanque de almacenamiento.

La línea de conducción se presenta en la Figura 5.3. En la Figura 5.4, se presenta el perfil topográfico del Pozo al Tanque.

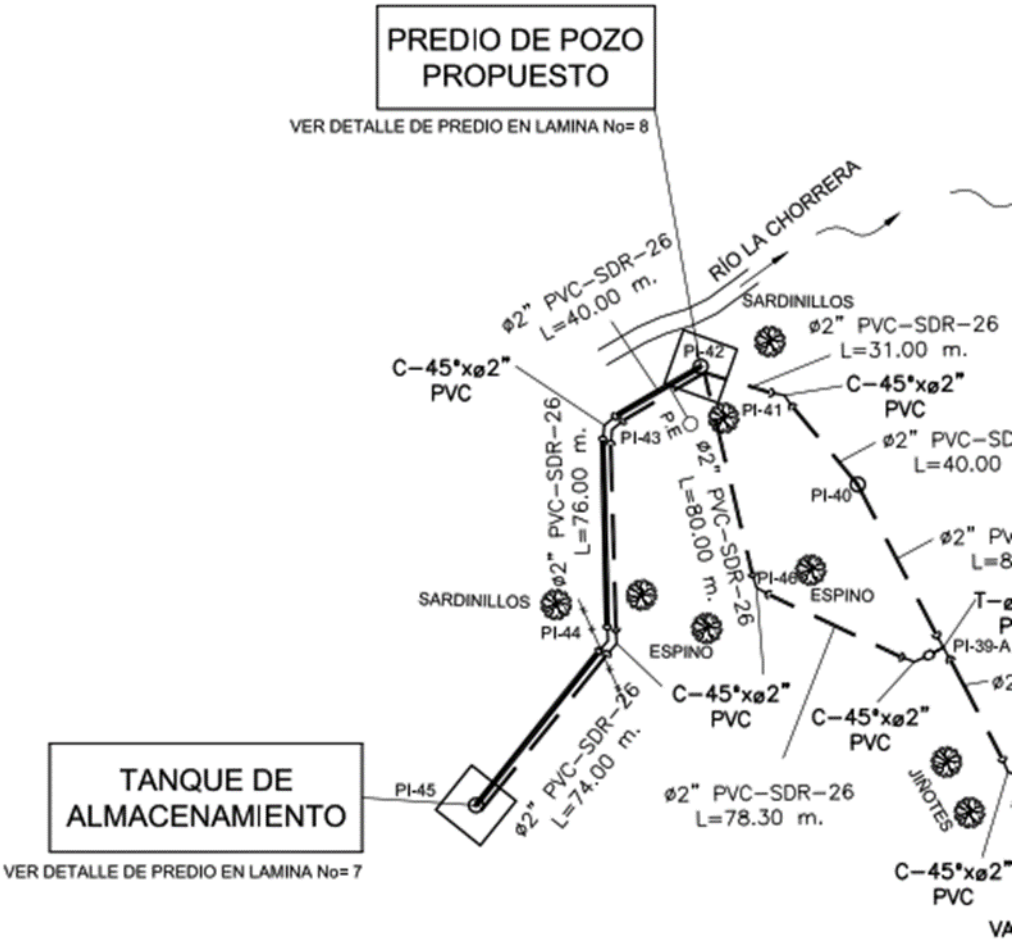
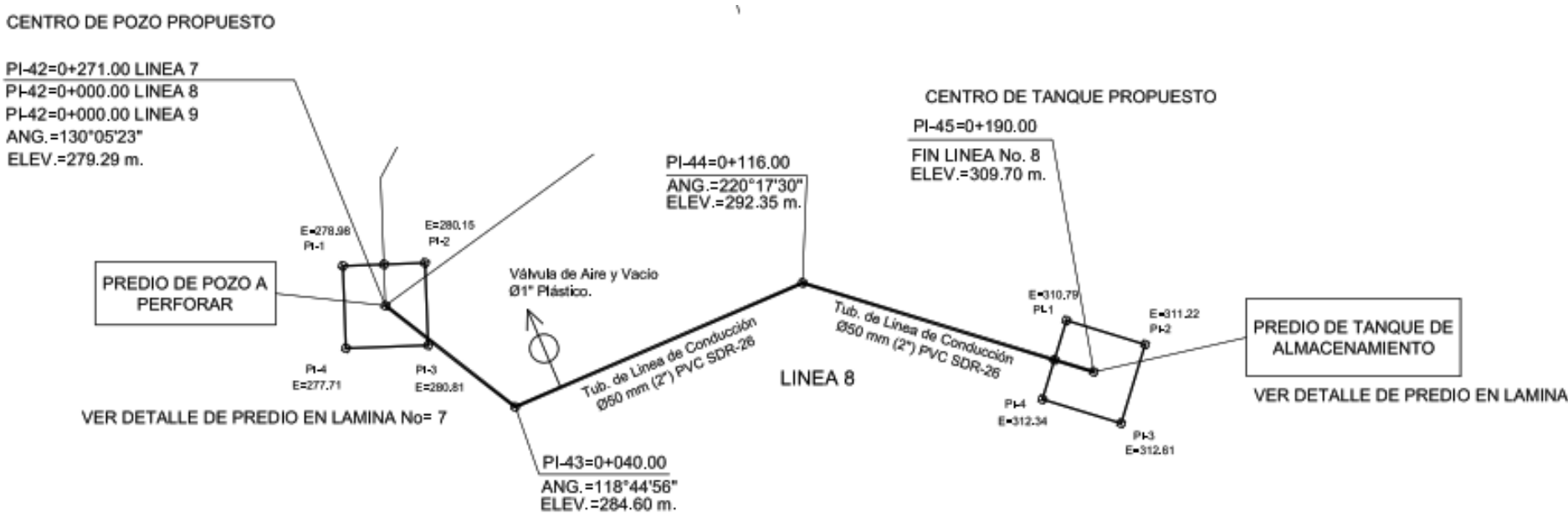


Figura 5.3.- Línea de conducción del Pozo perforado al Tanque de almacenamiento de agua.

Las aguas subterráneas provenientes de la fuente propuesta, serán conducidas a través de una línea de 190 m de tubería Φ= 2”, de PVC SDR-26, desde el pozo perforado hasta el tanque de almacenamiento.

Para garantizar la operación y funcionamiento operacional de la línea de conducción, se evaluó su comportamiento ante el surgimiento del golpe de ariete y sus efectos en esta tubería.

Los procedimientos de cálculos y resultados de las solicitaciones de la tubería bajo los efectos del Golpe de Ariete, se presentan en el Anexo VI, obteniéndose que la Tubería de PVC, con cedula SDR-26 y diámetro de 2 pulgadas, es suficiente para evitar ruptura en tubería y accesorios, debido a que la presión permisible es mayor presión máxima calculada.



LINEA DE CONDUCCION						
PI		RUMBO	DISTAMCIA (m)	X	Y	ELEVACION (m)
Inicia	Termina					
LINEA "No.8"						
42				632603.8976	1384188.4278	279.29
42	43	S 59° 44' 37.000" W	40.00	632569.3465	1384168.2730	284.60
43	44	S 1° 30' 27.000" E	76.00	632571.3458	1384092.2993	292.35
44	45	S 38° 47' 08.000" W	74.00	632524.9931	309.7000	309.70
		Total =	190.00			

Figura 5.4.- Perfil topográfico de la línea de conducción del pozo al Tanque (H= 1:1000; V= 1:100)

Sarta de descarga de la línea de conducción

En el sistema de abastecimiento de agua con un Mini-acueducto por bombeo eléctrico, la sarta es el conjunto de accesorios instalados en la tubería y funcionan para controlar la operación y funcionamiento del sistema de bombeo protegiendo a la bomba, el motor y tuberías de presiones excesivas, variaciones bruscas en la velocidad del fluido a lo interno de las tuberías, del agua de retorno o de cualquier operación involuntaria de los operadores del sistema, que pueda provocar daños al equipo de bombeo y las tuberías.

Los elementos que conforman la sarta se detallan en la Tabla 5.8 y se muestran en la Figura 5.5.

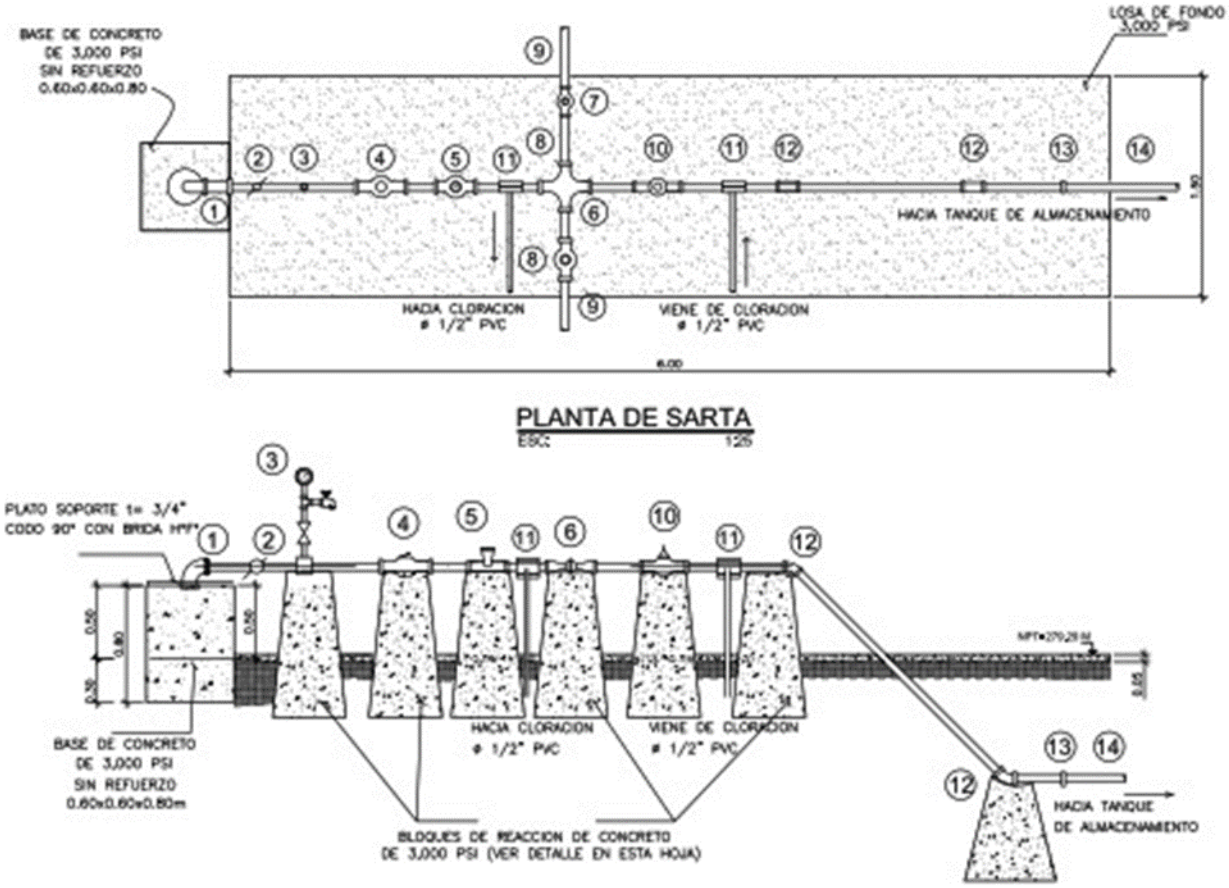


Figura 5.5.- Elementos de la sarta de descarga: Tubería de 2” HG, Válvulas de 2” de diámetro Hierro Fundido. Con una longitud total de 6 ml.

Tabla 5.8. Elementos de la sarta de descarga.

No	Unidad	Descripción
1	1	Codo de 2 “ x 90° H.G. Extremos roscados
2	1	Válvula de aire de H.F. de 2” con rosca macho
3	1	Manómetro hidráulico con carcasa de acero 160 PSI
4	1	Medidor Maestro 2” extremos bridados
5	1	Válvula de Check H.F. 2 “ extremos bridados
6	1	Cruz de H.F. 2“ x 2” extremos bridados
7	1	Válvula de alivio de H.F. 2 “ extremos bridados
8	1	Válvula de compresión H.F. 2 “ extremos bridados
9	1	Niple H.F. 2“ con flange en un extremo L = 1.5 m
10	1	Válvula de pase H.F. 2 “ extremos roscados
11	2	Silleta de 2 “ x ½ PVC
12	1	Codos de 2” x 45 H.F. extremos roscados
13	1	Unión Dresser 2 “ para tubo PVC y H.F.
14	1	Tubería PVC 2” SDR-26

En el Anexo VII, se presentan los planos de detalles de la línea de conducción, pozo y sarta.

5.4.2. Tanque de Almacenamiento

Se ha determinado el volumen del tanque de almacenamiento, para una población de 610 habitantes en la Comunidad de Maderas Negras al final del periodo de diseño, en el año 204, con los CMD: = 0.8772 L/s y CPD: = 0.5848 L/s.

Se ha considerado la variación de caudales durante el día, produciendo la máxima variación a las 10 horas. Ver Figura 5.6 y Anexo VIII.

Máxima Demanda:= 0.75 ; Máximo Déficit: = -0.50

Volumen requerido

Qreq = 1.26 L/s

Vreq = 4528.36 L

Volumen para emergencias - será igual al 15 % del consumo promedio

VE:= 11368.51 L

Volumen para incendios - será igual al 20 % del consumo promedio

Vincendio: = 1263.17 L

Volumen total del tanque de almacenamiento

Vtotal: = 17160.04 L

Vtotal: = 4533.20 galones

Por consideraciones constructivas la capacidad total de almacenamiento del tanque de concreto será de 5,000 galones.

El tanque será abastecido por una línea de conducción por bombeo, con tiempo de bombeo de 16 horas.

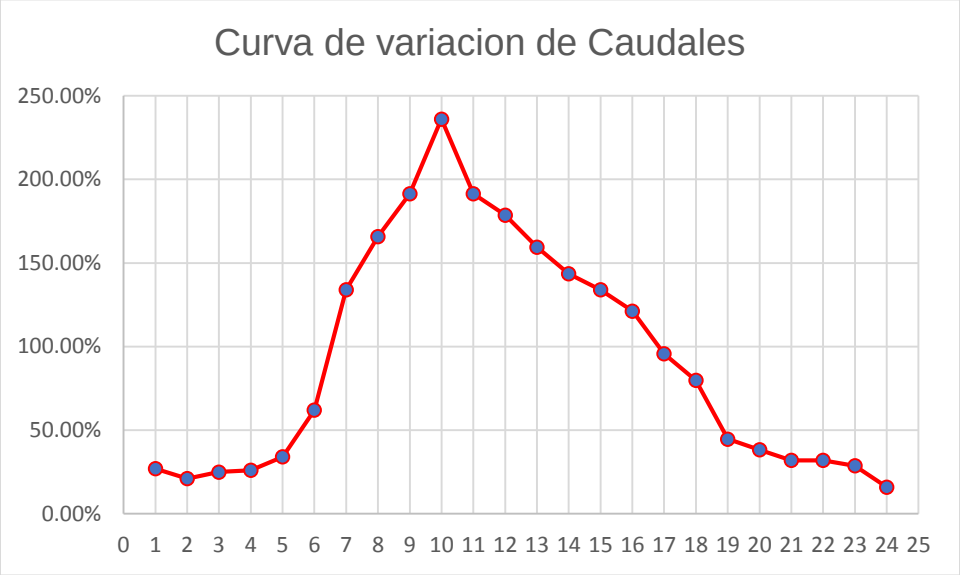


Figura 5.6.- Curva de variación de caudales como caudal de máximo día (CDM).

En las Figuras 5.7; 5.8; 5.9 y 5.10, se presentan las vistas de perfil y planta del tanque de almacenamiento con su correspondiente isométrico.

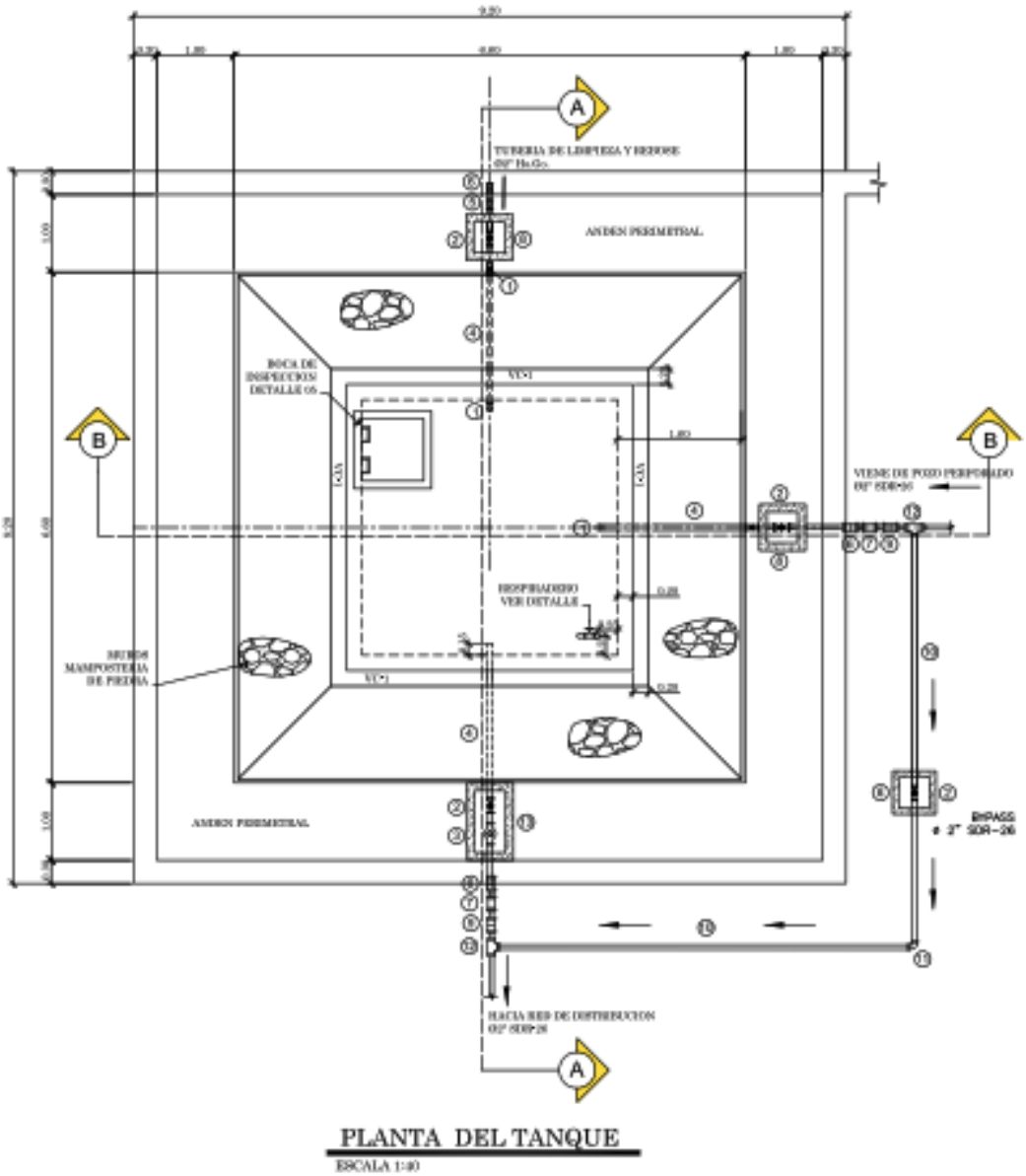


Figura 5.7.- Planta del tanque de almacenamiento

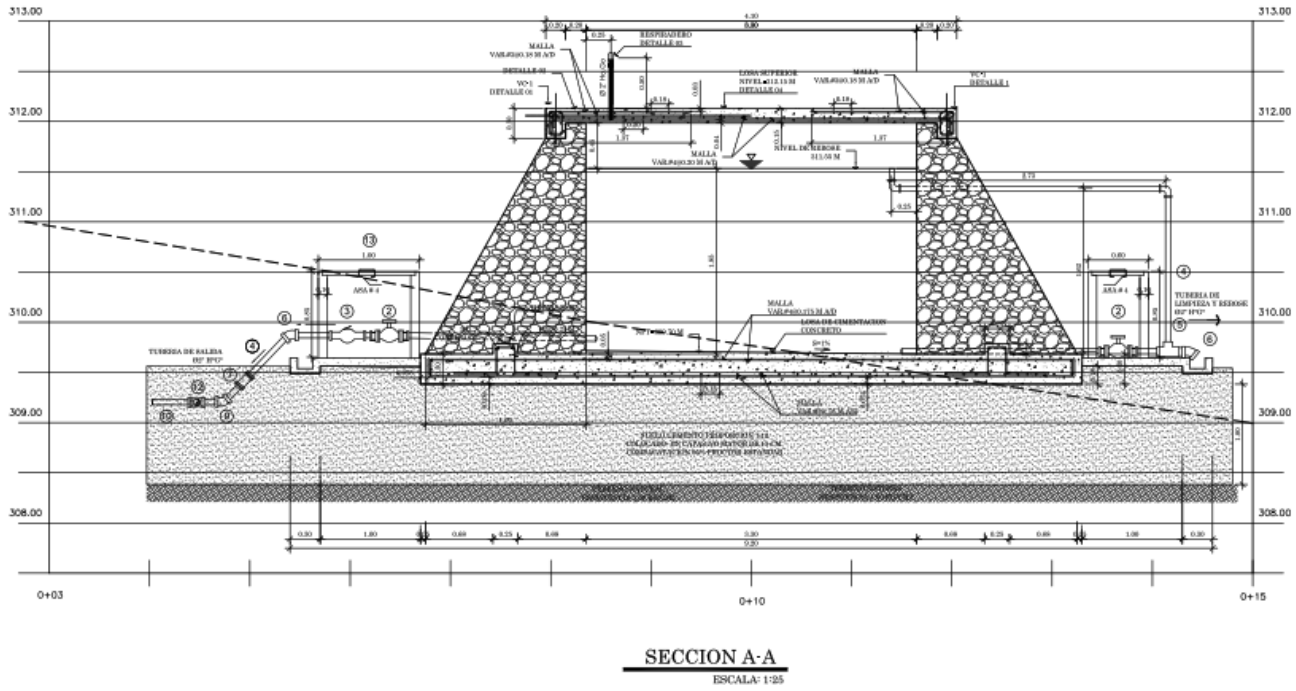


Figura 5.8.- Corte de la Sección A-A del tanque.

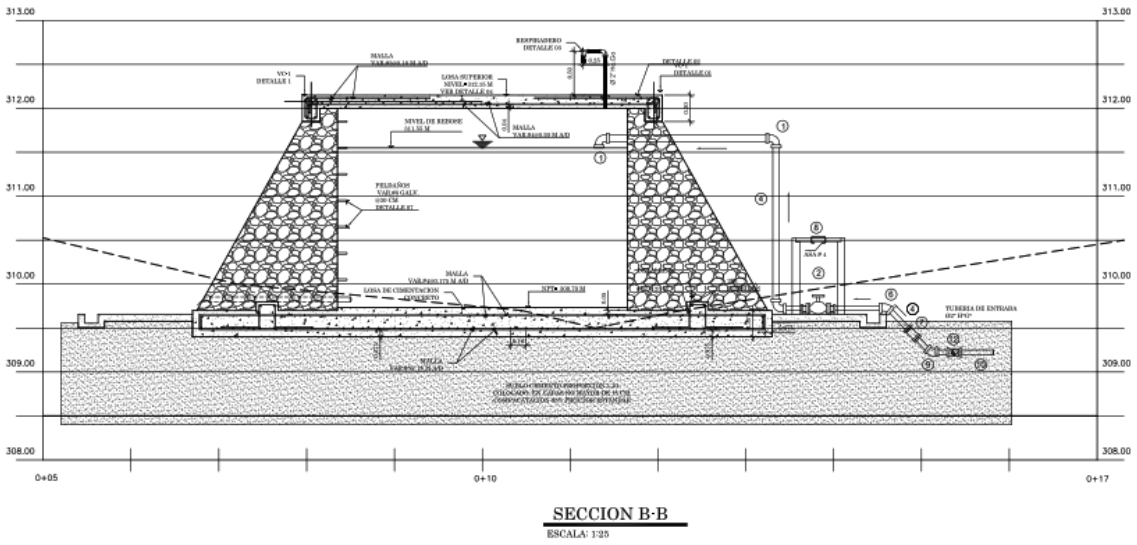


Figura 5.9.- Corte de la Sección B-B del tanque.

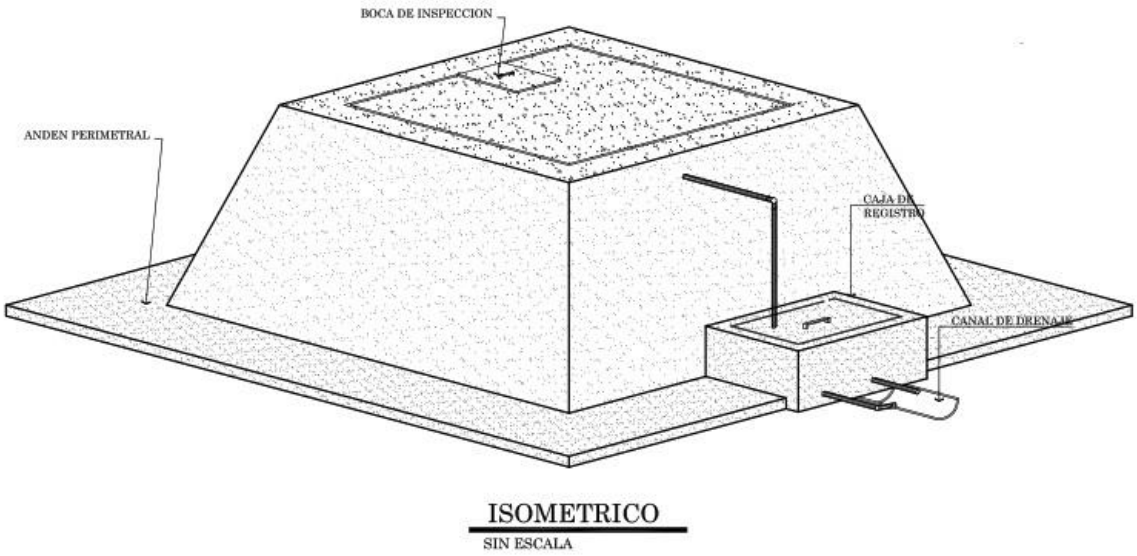


Figura 5.10.- Isométrico del tanque de almacenamiento.

En los Anexos IX, X y XI, se presentan los detalles del Tanque de almacenamiento de concreto ciclópeo capacidad de 5,000 galones.

5.4.3. Diseño Hidráulico de la Red de Distribución - Definición de la configuración y diseño de la red de abastecimiento.

Para distribuir el agua en la comunidad, se propone construir la red de **5,093.23** m de longitud, en parte se tendrá tubería PVC-SDR-26 con una longitud de 3973.03 m, en las zonas de cruce de puente con tubería HG y una longitud de 92.00 m, en el sitio de cruce de alcantarilla con tubería H, y una longitud de 28.20 m. Cumplimiento de la norma respectiva de diseño emitidas por INAA.

Conexiones de Patio:

Se instalarán 86 conexiones de patio (83 viviendas, 1 escuela, 2 iglesias) con sus respectivos medidores Además se instalarán medidores en todas las conexiones de Patio domiciliares, con el objetivo de fomentar el uso racional del agua y que el sistema sea auto sostenible. La red tendrá capacidad para atender la demanda esperada del CMH del año 20

De acuerdo al balance de la oferta y demanda, se estima una producción del pozo a perforar de 1.9 l/s y la demanda de la comunidad proyectada a los 20 años es 0.88 l/s, lo cual representa el 46.3% de la capacidad de explotación del pozo.

5.4.3.1. Diseño Hidráulico de la red abierta con EPANET - Hidráulica Operacional de la Línea Conducción y de la Red de Distribución.

En la conformación de la estructura física del modelo hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable propuesto, se ha utilizado el Software de Diseño de Redes de EPANET. En su elaboración se toma como datos básicos de entrada la información obtenida de los diferentes estudios de campo realizados, entre los que están: i) levantamiento topográfico de la comunidad Maderas Negras incluyendo los predios para fuentes y tanques de almacenamiento, longitud de línea de conducción fuente-tanque-red, y longitud de la red de distribución, abarcando los estudios hidrogeológicos de la zona del proyecto de abastecimiento. Esta información permitió delinear la estrategia de diseño y funcionamiento del sistema propuesto, que muestra, además del principio de funcionamiento del acueducto, los componentes principales, incluyendo: fuente, conducción fuente-tanque-red, red de distribución y conexiones domiciliares.

El esquema de la estructuración que se elaboró en EPANET, se obtuvieron de datos relativos a:

- Las características de los elementos que constituyen los componentes del sistema, incluyendo la geometría del tanque de almacenamiento, la línea de conducción y la red de distribución.
- Los nodos de la red de distribución con su elevación y la demanda aplicada en ellos, así como las longitudes, diámetros y material de los tramos de tubería entre nodos.
- Datos de entrada utilizados, tanto para los nodos como para las tuberías, así como el esquema final del sistema en la aplicación EPANET.

Datos de Entrada - Nodos:

- **Demanda Base:** Caudal promedio a partir del Consumo Promedio Diario. La unidad de medida utilizada es, litros por segundos [lps]
- **Elevación:** Cota (elevación) de los nodos, respecto al nivel del mar, la cual es una referencia común para toda la red. Las elevaciones se obtienen de los planos topográficos de la localidad, y se utiliza sólo para calcular la presión en el nudo. La unidad de medida utilizada es, metros sobre el nivel del mar [m]

Datos de Entrada - Tuberías:

- **Longitud de Tubería**: Longitud de tubería en un tramo entre dos nodos consecutivos, conforme a datos de levantamiento topográfico realizado en la comunidad. La unidad de medida utilizada es, metros lineales [m]
- **Diámetro de Tubería**: Designa la medida teórica de la tubería. O sea, el diámetro interno de la tubería que se utilizará entre dos nodos consecutivos. La unidad de medida utilizada es, milímetros [mm]

- **Rugosidad de Tubería**: Es un coeficiente que se asigna a la tubería adoptada, y que es definido por la fórmula de cálculo utilizada para estimar las pérdidas por fricción. Para este caso se seleccionó la ecuación de Hazen-Williams, en la que el valor de la Rugosidad para tubería de PVC nueva es de 150; para tubería de PVC usada es de 130; y para tubería de HG es de 100. La unidad de medida es, a dimensional.

Otros Datos de Entrada

- Patrón de consumo de INAA: Los diferentes factores de consumo cada hora durante las 24 horas del día, presentado en la Figura 5.11
- Información de la curva de la bomba del Fabricante: CTD(metros),Q(m3/s)
- Opciones de análisis hidráulico, presentados en la Figura 5.12 : Tiempo de variaciones en el consumo: a) 0:00 horas; b) 10:00 horas.
- Periodo: extendido en Horas: 24 horas
- Cloro : 2.0 ml/l

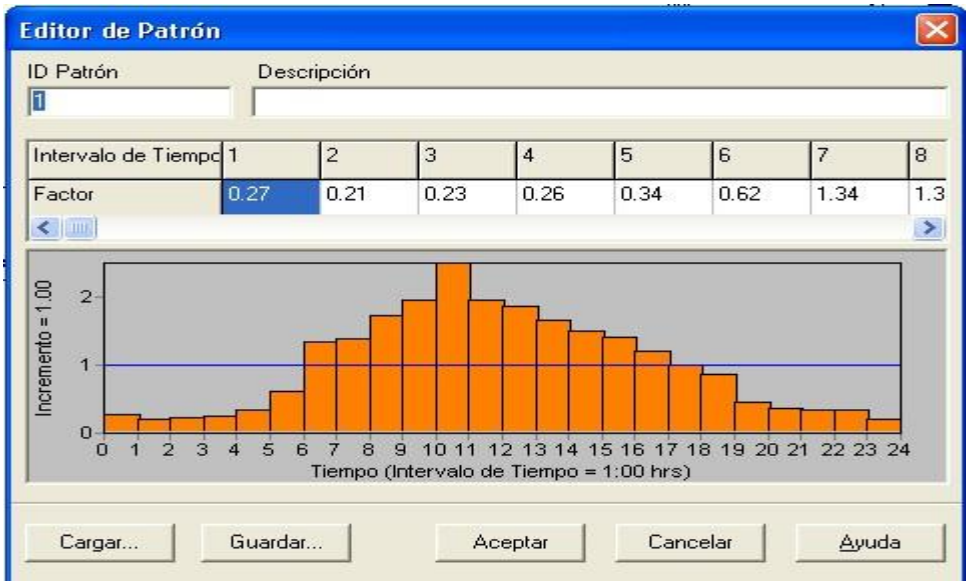


Figura 5.11.- Comportamiento del Patrón de Consumo de la población de Maderas Negras

Opciones hidráulicas analizadas

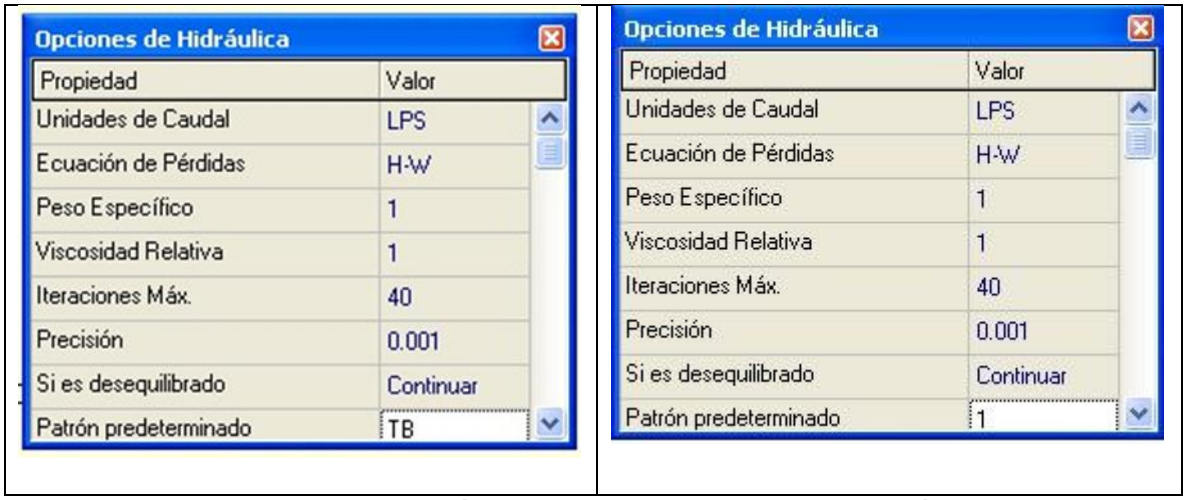


Figura 5.12.- Opciones hidráulicas del comportamiento hidráulico de la red de abastecimiento de agua potable, según las variaciones de consumo en el día en el Tiempo = 0:00 horas y a las 10:00 Horas.

5.4.3.2. Levantamiento topográfico

Para la realización del presente Diseño final del proyecto Sistema de Agua Potable en la comunidad Maderas Negras, se realizó un levantamiento topográfico el cual está completamente detallado.

El Levantamiento topográfico se llevó a cabo en el mes de diciembre del 2021 con un aparato de alta precisión a como es nivel de precisión, teodolito, estadía, cinta, plomada, para iniciar se estableció un punto de control Asignándoles coordenadas Geodésicas A partir de GPS Manual. Inicio en el BM-1 o punto de control que se ubica en la alcantarilla que está en la entrada a Maderas Negras con elevación 283.00 msnm.

El levantamiento se realizó en compañía del coordinador de la UMA de la alcaldía de Teustepe, el cual colaboró en guiar al equipo técnico en el trayecto del levantamiento la Red de distribución, Terreno del Tanque y levantamiento de casa a casa. Estos resultados, se presentan en el Anexo XII, contiendo el Plano Topográfico estableciendo los trazos y nodos de la red de tuberías del sistema de abastecimiento de agua potable de la Comunidad de Maderas Negras.

5.4.3.3. Resultados de los Análisis Hidráulico

Los resultados de los análisis hidráulicos dinámicos de los componentes del sistema basados en el consumo de la red en dos momentos del día y el patrón de consumo, así como la red de abastecimiento diseñada que abarca las líneas de conducción y distribución se presentan en el Anexo XIII y XIV, así mismo con las Figuras 5.13 y 5.14.

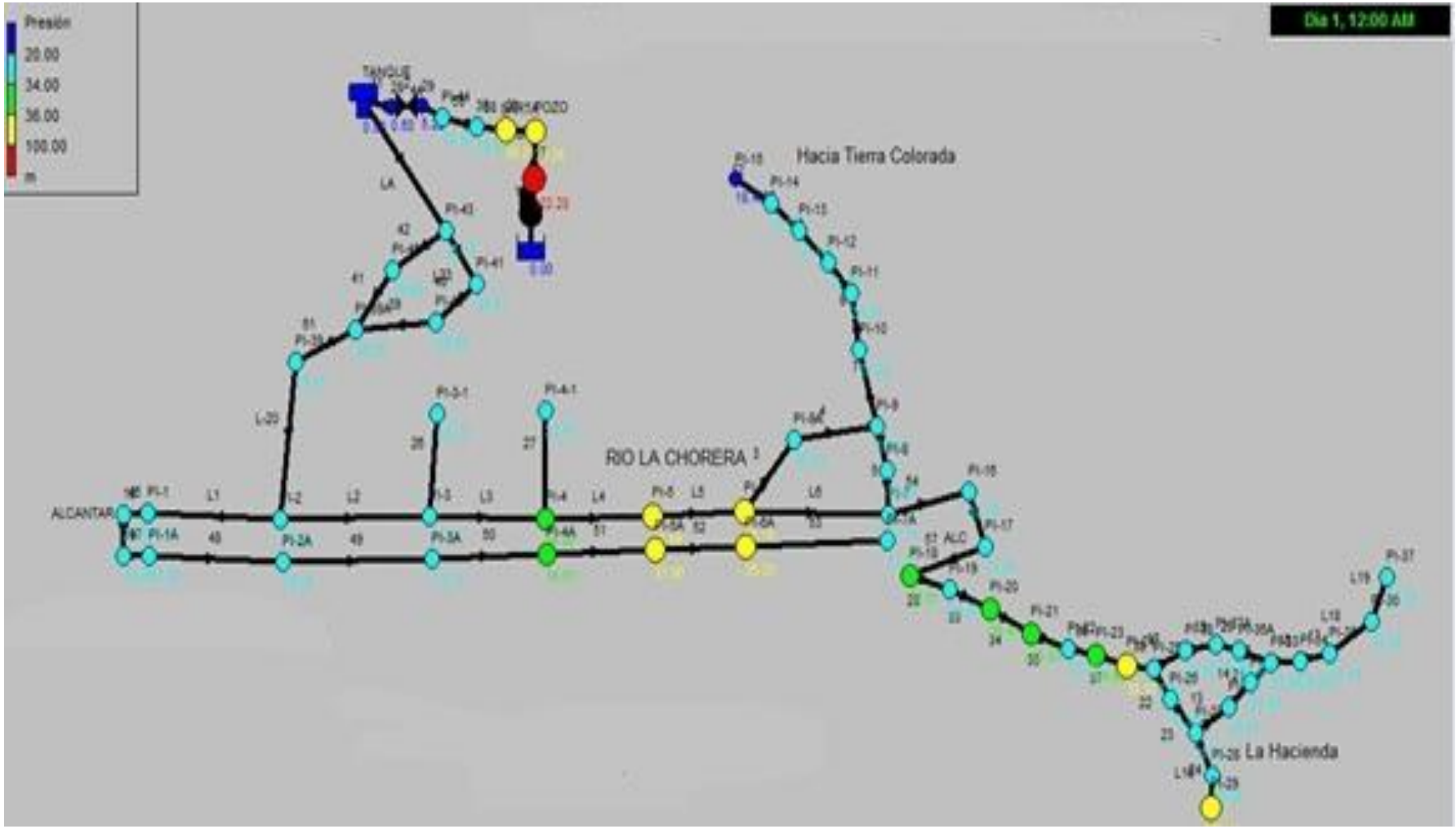


Figura 5.13.- Modelación de la red de abastecimiento de agua potable en EPANET para el análisis hidráulico de nodos conforme variación de consumo a las 0:00 horas en la comunidad Maderas Negras.

Presión Mínima: = 15 m; Presión Máxima: = 37.89 m .

Velocidad Mínima: = 0.7 m/s; Velocidad Máxima: = 1.5 m/s

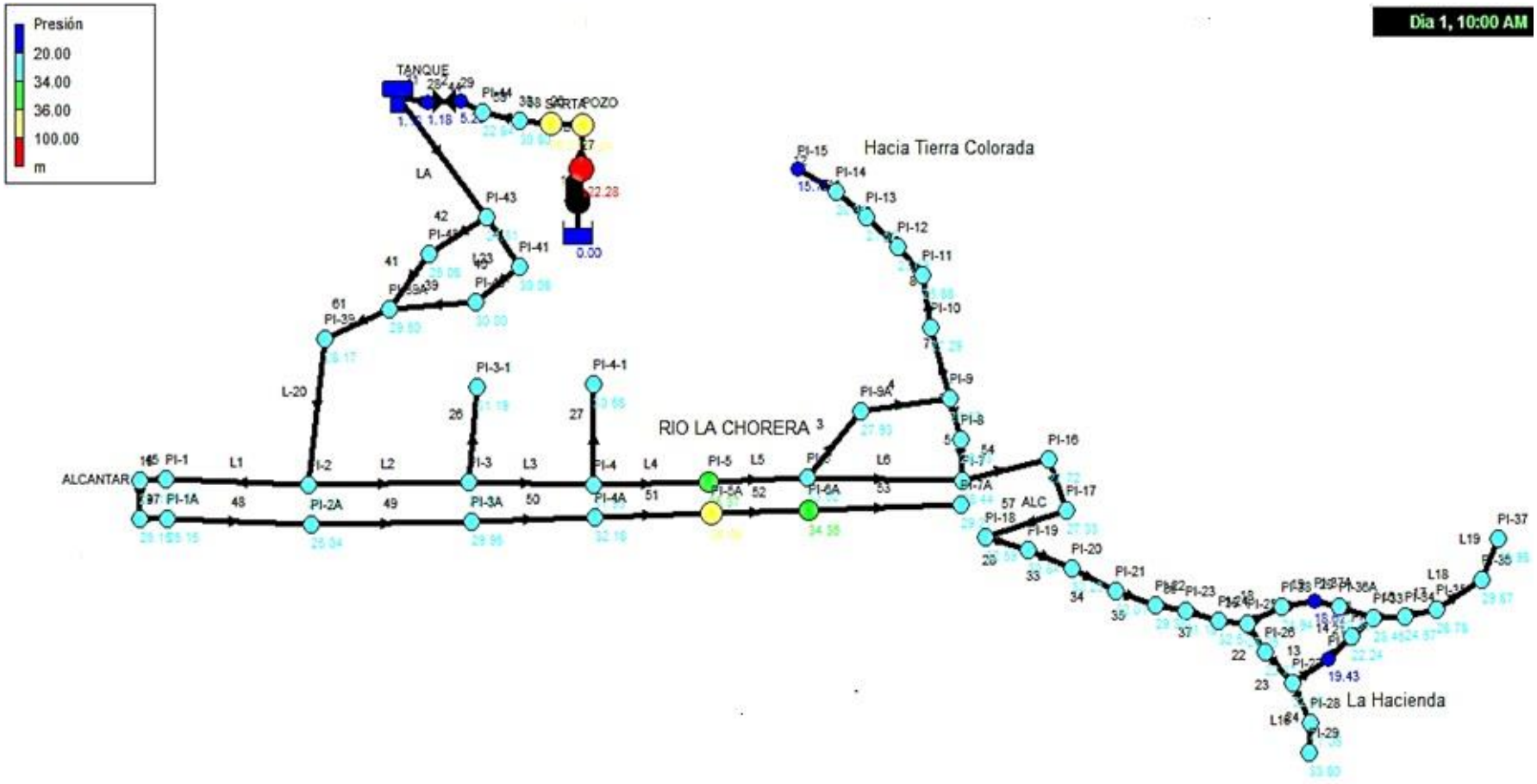


Figura 5.14.- Modelación de la red de abastecimiento de agua potable en EPANET para el análisis hidráulico de nodos conforme variación máxima de consumo a las 10:00 horas en la comunidad Maderas Negras.

Presión Mínima: = 15 m; Presión Máxima: = 37.89 m

Velocidad Mínima: = 0.7 m/s; Velocidad Máxima: = 1.5 m/s

5.4.3.4. Discusión de resultados de la modelación de la red de abastecimiento de agua potable en EPANET para el análisis hidráulico de consumo en la comunidad Maderas Negras.

- Los resultados de la modelación dinámica de la red de abastecimiento de agua potable para la Comunidad de Maderas Negras, con el **Caudal Máximo Día** para un tiempo de bombeo de 16 horas, de 1.32 l/s, muestran que las presiones residuales oscilan entre un valor mínimo de 15.00 m y un máximo de 37.89 m, así mismo las velocidades del fluido en las tuberías oscilan entre un mínimo de 0.7 m/s y un máximo de 1.5 m/s, para un diámetro de 2 pulgadas.
- Las presiones están dentro el rango permisible establecidos en los criterios de diseño de la NTON 09-007-19, con un mínimo de 5 m y un máximo de 50 m; permitiéndose presiones estáticas hasta de 70 m, en condiciones topográficas irregulares y en nodos aislados. Así mismo las velocidades cumplen con los criterios establecidos, en el que la velocidad del fluido a lo interno de la tubería debe ser mayor que 0.6 m/s y menor a 1.5 m/s.

- Los resultados de la modelación dinámica de la red de abastecimiento de agua potable para la Comunidad de Maderas Negras, con el **Caudal Máximo Hora** para un tiempo de bombeo de 16 horas, de 2.29 l/s, muestran que las presiones residuales oscilan entre un valor mínimo de 14.85 m y un máximo de 37.20 m, así mismo las velocidades del fluido en las tuberías oscilan entre un mínimo de 0.52 m/s y un máximo de 1.1 m/s, para un diámetro de 3 pulgadas.

- En los nodos PI-1, PI-2, PI-25, PI- 26, se observan velocidades de 0.52, 0.52, 0.56, 0.56, m/s respectivamente, todas menores, que el valor mínimo de 0.6 m/s recomendado para este tipo de diseños de sistemas de agua potable, el valor máximo observado para la velocidad es de 1.11 m/s y cumple con lo recomendado. Con relación a las presiones, estas están dentro el rango permisible por las Normas, que establece un mínimo de 5 m y un máximo de 50 m; permitiéndose presiones estáticas hasta de 70 m, en condiciones topográficas irregulares y en nodos aislados. Al utilizarse una tubería de diámetro = 2 pulgadas, la velocidad permitida se excede, por lo que se propone aumentar el diámetro de la tubería hasta 3 pulgadas.

Por lo tanto, se recomienda:

- Construir el sistema conforme los resultados del diseño, cumpliendo estrictamente con las normas y las condiciones contractuales.
- Capacitar al personal a cargo del funcionamiento y operación de la planta en los procedimientos operativos, mantenimiento y administración del sistema, con el fin de alcanzar la sostenibilidad del proyecto.
- Dar seguimiento a la red de monitoreo en los sitios propuesto de cantidad y calidad del agua relacionada a la fuente seleccionada (Pluviómetro, Estación Pluviométrica, calidad del agua y medición de niveles freáticos en el pozo propuesto.

5.5. Selección del sistema de cloración para la desinfección del agua.

Se instalará una planta de purificación con un equipo de cloración inyector eléctrico de solución de hipoclorito de calcio en la sarta de descarga de la bomba.
Se propone la utilización una bomba eléctrica dosificadora de cloro de 6 gpm y 150 psi como mínimo, para que satisfaga la demanda de dosificación proyectada. Se utilizará la solución de hipoclorito de calcio más un bidón plástico de 40 galones.

En el Anexo XV, se presenta la conexión de la planta de purificación acoplada al sistema de redes de distribución del sistema de agua potable de la Comunidad de Maderas Negras.

5.5.1. Metodología de desinfección

Se desinfectará las aguas mediante una solución preparada de Hipoclorito de Calcio, $Ca(ClO)_2$, la cual es comercializada en forma granular, con una concentración del 65%.
La concentración de la solución, agua + $Ca(ClO)_2$, será del 1% y la dosificación a aplicar al agua cruda será de 2.0 mg /L

Los cálculos se realizan tomando como base el volumen del Consumo Promedio Diario Total para cada uno de los años del periodo de diseño, y se obtiene los siguientes datos:

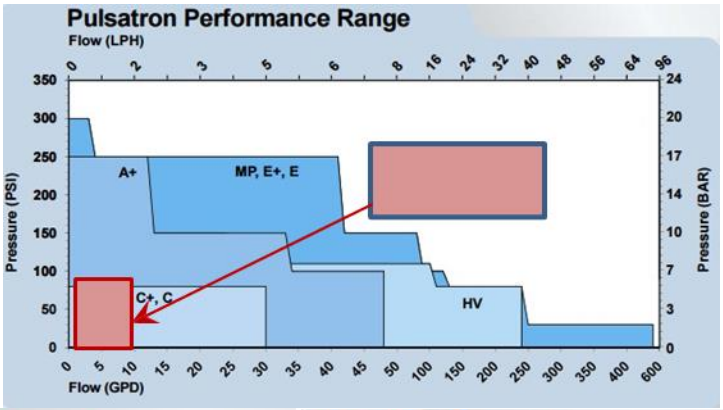
Es importante señalar que todos los cálculos se han realizado con la base de una dosificación de 2.0 mg/L, valor medio en acueductos rurales. Durante la operación del sistema se debe garantizar una dosificación en el punto más alejado de la red de 0.5 mg/L, por lo que la dosificación en el punto de suministro podría variar.

En la elección de la bomba dosificadora se debe tomar en cuenta elegir una que tenga un margen sobre el valor calculado, generalmente y por no coincidir comercialmente las capacidades resultantes se toman los valores inmediatamente superiores, ofrecidas en el comercio.

En la Figura 5.15, se presentan las especificaciones técnicas de planta purificadora modelo Pulsatron Serie C.

5.5.2. Modelos aplicables de Equipo de Cloración de acuerdo a la demanda de consumo de agua para desinfección.

Área



PULSAtron® Series C
Specifications and Model Selection

MODEL		LC02	LC03	LC04	LC54
Capacity nominal (max.)	GPH	0.25	0.50	1.00	1.25
	GPD	6	12	24	30
	LPH	0.9	1.9	3.8	4.7
Pressure (max.)	PSIG	80	80	80	80
	BAR	5.6	5.6	5.6	5.6
Connections:	Tubing	1/4" ID X 3/8" OD 3/8" ID X 1/2" OD			
	Piping	1/4" FNPT			

PULSAtron® Series C Plus
Specifications and Model Selection

MODEL		LD02	LD03	LD04	LD54
Capacity nominal (max.)	GPH	0.25	0.50	1.00	1.25
	GPD	6	12	24	30
	LPH	0.9	1.9	3.8	4.7
Pressure (max.)	PSIG	80	80	80	80
	BAR	5.6	5.6	5.6	5.6
Connections:	Tubing	1/4" ID X 3/8" OD 3/8" ID X 1/2" OD			
	Piping	1/4" FNPT			

PULSAtron® Series A Plus
Specifications and Model Selection

MODEL			LBC2	LB02	LBC3	LB03	LB04	LB64	LBC4	LBS2	LBS3	LBS4
Capacity nominal (max.)		GPH	0.25	0.25	0.42	0.50	1.00	1.25	2.00	0.50	1.38	2.42
		GPD	6	6	10	12	24	30	48	12	33	58
		LPH	0.9	0.9	1.6	1.9	3.8	4.7	7.6	1.9	5.2	9.14
Pressure[3] (max.)	GFPP, PVDF, 316SS or PVC (W code) w/TFE Seats)	PSIG (Bar)	250 (17)	150 (10)	250 (17)	150 (10)	100 (7)	100 (7)	50 (3.3)	250 (17)	150 (10)	100 (7)
	PVC (V code) Viton or CSPE Seats / Degas Liquid End		150 (10)							150 (10)		
Connections:		Tubing	1/4" ID X 3/8" OD						3/8" ID X 1/2" OD	1/4" ID X 3/8" OD		
		Piping	1/4" FNPT									
Strokes/Minute		SPM	125							250		

Note 3: Pumps with rated pressure above 150 PSI will be de-rated to 150 PSI Max. when selecting certain valve options, see Price Book for details.

Figura 5.15.- Especificaciones técnicas: Planta purificadora Pulsatron Serie C.

Como se observa, los modelos que marcan el rango de funcionamiento del proyecto (3.45 a 4.41 gpd) tienen como capacidad mínima 6 gpd, valor superior a lo demandado, por lo que se ha elegido, tanto se puede elegir la siguiente, considera

Como la presión en la sarta es 36.24 entonces utilizaremos Pulsatron Serie C, modelo LC02 capacidad nominal de 6 gpd y 150 psi o 105 m.c.a de presión

5.6. Equipos e Instalaciones electromecánicas.

La selección de equipos e instalaciones de este proyecto, se diseñó y presupuestó conforme los requerimientos para la energización del servicio eléctrico con motor de 3 HP y equipo de bombeo de 3 HP para la comunidad “Maderas Negras “, asegurando la calidad del servicio y sostenibilidad combinando el criterio de ahorro en la inversión con la minimización de las pérdidas técnicas durante el periodo final de 20 años proyectado.

La base del presente diseño es la toma de datos y el análisis de las condiciones de la infraestructura del sistema eléctrico existente de Disnorte-Dissur, el cual es un sistema convencional que funciona las 24 horas del día con voltaje en Media Tensión 14.4Kv reducido por transformador de distribución convencional tipo poste a 120/240 V, el circuito que alimenta la comunidad y al poblado de Teustepe es denominado BCO-4030 y su origen está en la sub-estación eléctrica de Boaco.

Se plantea una solución técnica entre varias analizadas, que será revisada y avalada por el área de la especialidad de electricidad del FISE, basada en el análisis de factibilidad y rentabilidad para un periodo de 20 años, en correspondencia con el tiempo de vida útil del periodo considerado en la formulación de este proyecto.

El diseño se ajusta a lo especificado en las Normas técnicas de Construcción de redes eléctricas en media y baja tensión (manual de construcciones eléctricas ENEL 1998) que rige en el territorio nacional del Estado Nicaragüense.

El objetivo que se persigue, en esta fase del proyecto, es elaborar un diseño del componente eléctrico, sencillo, que mitigue las adversidades de la naturaleza, seguro y económico que garantice el buen funcionamiento del equipo de bombeo las horas que esté disponible la energía, los 365 días de año con el fin primordial de suministrar el agua potable a los habitantes de esta comunidad para restituir sus derechos a la vida saludable, que es política del Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional (GRUN).

Las características de la red eléctrica son las siguientes:

Zona de Concesión (Distribuidora)	DISNORTE-DISSUR
Coordenadas U.T.M. Transformador a instalar	X=632615.50 Y=1384182.39
Potencia transformadora (KVA) a instalar	10 KVA
Voltaje nominal de Transformador	14.4/24.9 KV-120/240 V.
Carga a instalar	2.461 Kw
Conductor MT a Instalar	288 m Cond. desnudo #1/0 ACSR, 1 h
Longitud de Red LABT a construir	14 M conductor T#2 ACSR
Longitud de Acometida a instalar	6 m T#2 ACSR
Cantidad y tipo de Postes a instalar	2)PC-12 m, 3) PC-10 m, 1) PC-9 m
Apoyos: alineación, Angulo, Anclaje, Final	5 AL, 3 ANG, 3 AC, 2 FL
Aisladores: Suspensión, Carrete, Retenida, Espiga	ANSI: 52-1, 53-2, 54-1, 56-1

Para la elaboración de este proyecto se tendrán en cuenta lo siguiente:

- Manual Constructivo Norma ENEL-1998
- Memoria de tendido Norma ENEL-1998
- Criterios de diseños establecidos por PNESER-DISTRIBUIDORAS
- Memoria de cálculos en formatos Excel
- Cálculos mecánicos (Tablas de tendido y justificación de retenidas)
- Parámetros eléctricos según lo establecido en el CIEN y ENEL.
- Actuaciones según lo indicado por el área de suministros de Disnorte-Dissur.

Todos los cálculos relativos a la línea objeto del presente proyecto, han sido realizados de acuerdo a lo establecido en las normas de construcción de ENEL y Proyecto Tipo.

5.7. Cálculos mecánicos

En anexo se adjunta la tabla resumen (Tabla de Tendido) para un vano regulador resultante de 58.07 m, flecha máxima de 0.496 m y flecha mínima de 0.125 m con lo que se deberá ejecutar el tendido de la red de Media Tensión diseñada.

5.8. Cálculos eléctricos.

Los cálculos eléctricos se realizan para determinar los requerimientos de los materiales y equipos con el fin que se construya un sistema eléctrico robusto, estable, económico tanto en la inversión como en su operación durante el tiempo de vida útil del sub-proyecto.

Para la red de madia tensión se selecciona el calibre #1/0 ACSR desnudo y para la red de baja tensión el conductor múltiple forrado triplex #2 ACSR.

Para el dimensionado del transformador se determinó el tamaño de 10 KVA.

Para el dimensionado del componente eléctrico se hace la actividad de la forma siguiente:

1. Verificación de la capacidad del transformador existente de acuerdo a la carga que se proyecta a ser instalada.
2. Cálculo de calibre de la red BT a instalar, dicho cálculo se hace por tres vías:

a) por calentamiento térmico o efecto Joule, se basa en la comparación de la capacidad de corriente de los conductores con la corriente de la carga a instalar.
b) por caída de voltaje o regulación del voltaje, sabiendo que la máxima caída de voltaje permitida es del 5 %, lo que se desglosa así, 4.2 % de la red de alimentación BT y 0.8 % en la acometida.
c) por corriente cortocircuito, sabiendo que la capacidad de los conductores a instalar debe ser superior a la originada por cualquier fallo de cortocircuito.

- La potencia a ser transportada por los conductores está limitada por la capacidad de corriente o ampacidad del conductor seleccionado.

- Las pérdidas de energía no serán mayores al 2% de la potencia transportada,

Todas las fórmulas usadas para los cálculos están plasmadas en la memoria de cálculo y definidos en las normas y manuales que rigen a nivel nacional e internacional.

El plano de abastecimiento de electricidad para el sistema de bombeo de agua del pozo al tanque de almacenamiento, se presenta en la Figura 5.16.

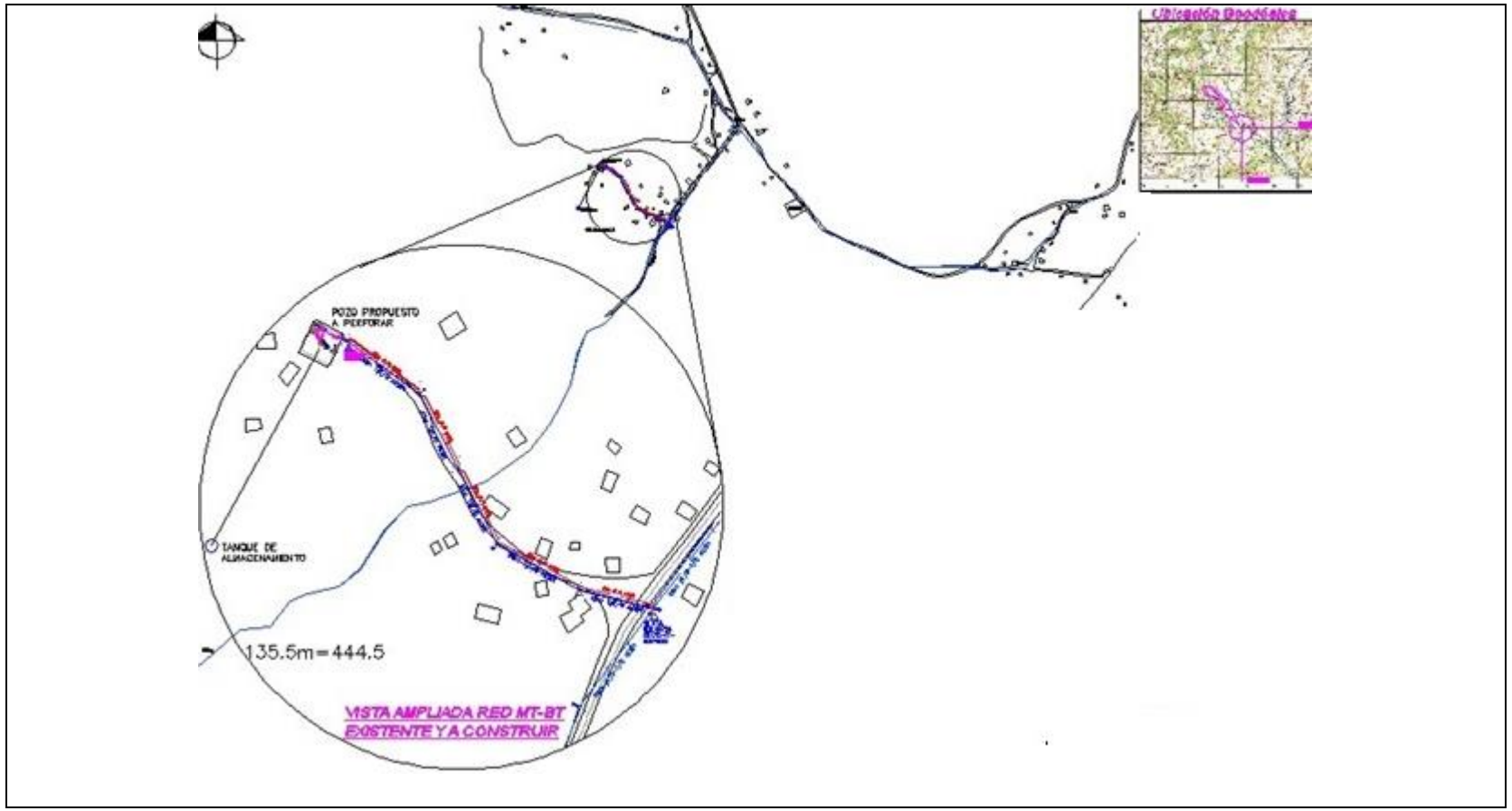


Figura 5.16.- Plano de abastecimiento de electricidad para el sistema de bombeo de agua del pozo al tanque de almacenamiento.

5.9. Tomas domiciliares

Son aquellas instalaciones que son derivadas de la tubería de la red de distribución de agua y que termina dentro del predio del usuario, constituida por dos elementos básicos: i) Ramal y ii) Cuadro. Ver Figura 5.17.

Figura 5.17.- Toma domiciliar típica.

Ramal: Es la parte que tiene como función la conducción del agua de la tubería de la red de distribución hacía la instalación hidráulica intradomiciliaria.
Esta parte comienza en el acoplamiento con la tubería de la red y termina en el codo interior del primer tubo vertical del cuadro. Las partes por las que el ramal está conformado son:

- Abrazadera
- Válvula insertor
- Tubería flexible
- Válvula de banqueta
- Tubería rígida
- Conectores

Cuadro : Es la parte que tiene como función el permitir la instalación del medidor, la válvula de globo y la llave de manguera, formado por:

- Tubos rígidos
- Codos
- Medidor
- Niples Medidor
- Válvula de globo
- Tee
- Llave de manguera

El cuadro está construido de cobre rígido o PVC, sus dimensiones promedio son de 0.60 cm. de altura y 0.50 cm. de largo.

En el mercado nacional se comercializan 2 tipos de tomas domiciliarias: s son

- Para conexiones urbanas
- Para conexiones rurales.

Las diferencias principales entre ellas, radican en el número y tipo de componentes que las integran, como es el caso de la llave de banqueta, la de inserción y el medidor de agua.

Para seleccionar correctamente el tipo de toma que se requiere, es necesario analizar factores como agresividad del suelo, condiciones hidráulicas de funcionamiento, resistencia mecánica, fuerzas externas, vibraciones, fatiga y presión hidráulica, capacidad de flujo, conexiones y accesorios, flexibilidad y métodos y costos de instalación.

En la Figura 5.18, se presenta el detalle de la conexión domiciliar de patio propuesta para el proyecto de abastecimiento de agua en la comunidad de Maderas Negras.

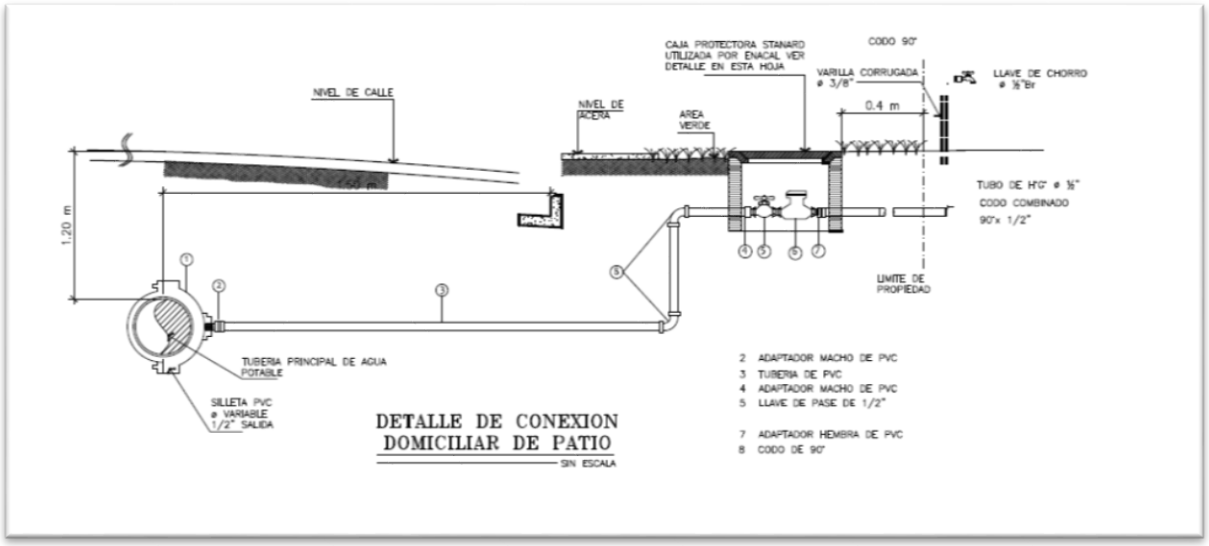


Figura 5.18.- Detalle de conexión domiciliar de patio propuesta para el proyecto de abastecimiento de agua en la comunidad de Maderas Negras.

VI. Conclusiones

- El proyecto de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Maderas Negras, consiste en un Mini-acueducto por bombeo eléctrico (MABE), siendo esta la alternativa técnico económica y ambiental viable para su ejecución.
- La cobertura del servicio es del 100 % de la población con conexión domiciliar y un tiempo de vida útil de 20 años, periodo en el cual la población pasa de 372 hasta 610 habitantes.
- El consumo promedio total diario (CPTD) de diseño es de 0.5848 lps, la fluctuación máxima diaria (CMD) es de 0.8772 lps y la fluctuación máxima horaria (CMH) pasa a 1.4621 lps.
- El sistema de abastecimiento de agua potable propuesto consiste en un pozo perforado como fuente de abastecimiento, una línea de conducción y sus accesorios, un tanque de almacenamiento, un sistema de cloración y la red de distribución con conexiones domiciliares.
- El pozo tiene una capacidad de captación de 30 gpm, con un revestimiento de 8” PVC SCH-40, con la instalación de una bomba sumergible de 2 HP con diámetro 4” de acero inoxidable.
- El tanque de almacenamiento tendrá una capacidad de 5000 galones y será construido sobre suelo con tipología de concreto ciclópeo, equipado con todos sus dispositivos de control como válvulas de entrada y salida, andenes, canales de desagüe.
- La línea de conducción es de tubería PVC SDR-26, con diámetro de 2”, parte de la fuente de captación al tanque de almacenamiento, con una longitud de 190 m, se incluye una sarta de 6 metros lineales de diámetro de 2”, además de la columna de bombeo 93 metros de tubería HG con diámetro de 3”.
- La red de distribución, tiene una longitud de 3,609.30 metros lineales con tubería en diámetro 3”; PVC cédula SDR-26 y de HG en los casos de los cruces de alcantarilla y puente, además se le instalaran válvulas y accesorios para su correcto funcionamiento, cumple además con los criterios de golpe de ariete.
- El sistema de desinfección, consta de una bomba eléctrica dosificadora de hipoclorito de calcio a razón de 6 gpm y una presión mínima de 150 psi, para abastecer el cloro de desinfección y el cloro residual, que garantizar el cloro de desinfección y el cloro residual, necesario para garantizar que esta agua es para el consumo humano.

VII. Recomendaciones

- Se debe realizar un estudio tarifario para determinar la tarifa del servicio de agua potable que garanticé la sostenibilidad económica de la operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Maderas Negras.

- Se debe crear el Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS), el cual estará a cargo de la administración económica-financiera del sistema, así como de su operación y mantenimiento de manera eficiente y efectiva, garantizando la continuidad permanente del servicio de abastecimiento de agua potable a la población.

- Se deben impulsar campañas de concientización de cuido y uso racional del agua potable en el hogar para la población beneficiada.

- Así mismo la Comunidad de Maderas Negras debe implementar programas de reforestación, en conjunto con otras comunidades del Municipio de Teustepe a fin de contribuir a la conservación tanto de reservorios superficiales como subterráneos de agua, que se destinan para consumo humano.

VIII. Bibliografía

1. Alvarez, S. (2020). Curso de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable. Centro Superior de Estudios Militares. General de División José Dolores Estrada Vado. Managua, Nicaragua.

2. Ferrá, C. (2003). Evaluación Socioeconómica de Proyectos. Universidad Nacional de Cuyo. Valparaíso. Chile.

3. Fontaine, Ernesto. Evaluación Social de Proyectos, Décimo Tercera Edición, Pearson. Santiago. Chile.

4. INAA. (1999). NTON 09 003-99. Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua. Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados. Managua Nicaragua.

5. MIFIC. (1998). NTON 05 008-98 Normas para sistemas de Tratamiento de Aguas Servidas Domésticas. Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad, Ministerio de Fomento Industria y Comercio. Managua Nicaragua.

6. MIFIC. (1998). NTON 05 010-98. Normas para diseño de sistemas Domésticos de Tratamiento y disposición de aguas servidas. Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad. Ministerio de Fomento Industria y Comercio. Managua Nicaragua.

7. MTC. (1989). Criterios Técnicos para el diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. Ministerio de Construcción y Transporte. Managua Nicaragua.

8. Ortegón, E. Pacheco, J. (2005). Metodología general de identificación, preparación y evaluación de proyectos de inversión pública. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica Social. Santiago. Chile.

9. Pascual, J. (2003). La evaluación de políticas y proyectos, criterios de valoración económicos y sociales. Icaria Antrazyt, Universitat Autónoma de Barcelona. Barcelona. España.

Anexos

Anexo I : Plano general sin proyecto y lista de beneficiarios de agua potable

Anexo II : Procedimientos de cálculos y Resultados del diseño del pozo perforado.

Anexo III : Procedimientos de cálculos y Resultados del diseño y selección del sistema de bombeo.

Anexo IV : Planos de la planta perfil del pozo línea 8 de Est.=0+000.00 a Est.=0+190.00.

Anexo V : Plano del predio de emplazamiento del pozo perforado sin proyecto / con proyecto.

Anexos VI : Procedimientos de cálculos y resultados de la resistencia de la tubería de la línea de conducción al golpe de ariete.

Anexo VII: Planos de detalles de la línea de conducción, pozo y sarta.

Anexo VIII: Determinación de volúmenes de variación el consumo en la Comunidad de Maderas Negras.

Anexo IX: Predio de tanque de almacenamiento sin / con proyecto

Anexo X: Tanque de almacenamiento de concreto ciclópeo cap.=5,000 galones

Anexo XI: Detalles de tanque de almacenamiento de concreto ciclópeo cap.=5,000 galones

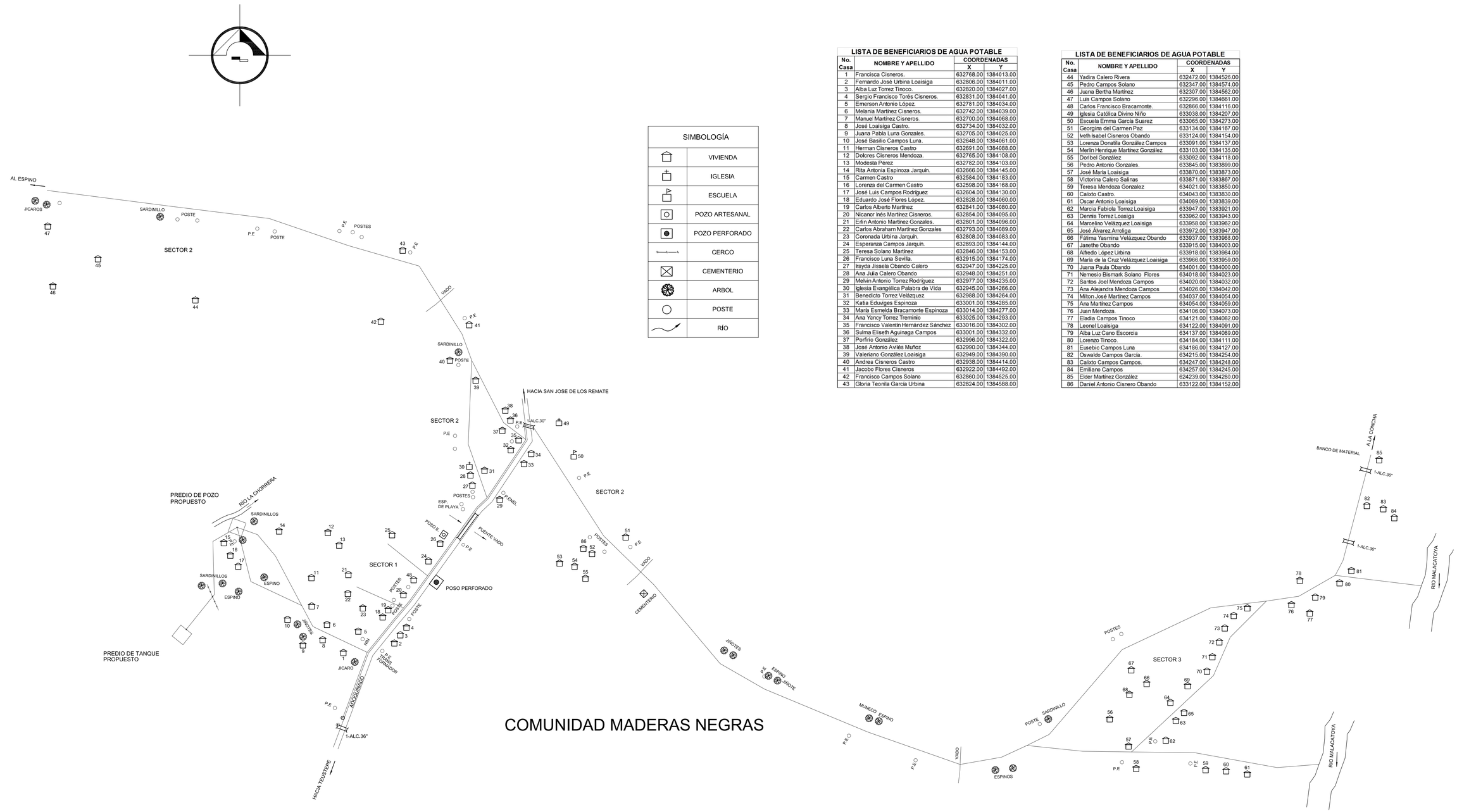
Anexo XII : Estudio topográfico de la Comunidad de Maderas Negras.

Anexo XIII : Resultados de los análisis hidráulicos y diseño de la red de distribución con el Software EPANET para el Sistema de abastecimiento de la Comunidad de Maderas Negras.

Anexo XIV: Red del sistema de suministro de agua potable

Anexo XV : Conexión de la planta de purificación acoplada al sistema de redes de distribución.

Anexo. I: Plano general sin proyecto y lista de beneficiarios de agua potable



COMUNIDAD MADERAS NEGRAS

SIMBOLOGÍA	
	VIVIENDA
	IGLESIA
	ESCUELA
	POZO ARTESANAL
	POZO PERFORADO
	CERCO
	CEMENTERIO
	ARBOL
	POSTE
	RÍO

LISTA DE BENEFICIARIOS DE AGUA POTABLE

No. Casa	NOMBRE Y APELLIDO	COORDENADAS X	COORDENADAS Y
1	Francisca Cisneros.	632768.00	1384013.00
2	Fernando José Urbina Loaisiga	632806.00	1384011.00
3	Alba Luz Torrez Tinoco.	632820.00	1384027.00
4	Sergio Francisco Torés Cisneros.	632831.00	1384041.00
5	Emerson Antonio López.	632781.00	1384034.00
6	Melania Martínez Cisneros.	632742.00	1384039.00
7	Manuel Martínez Cisneros.	632700.00	1384068.00
8	José Loaisiga Castro.	632734.00	1384032.00
9	Juana Pabla Luna Gonzales.	632705.00	1384025.00
10	José Basilio Campos Luna.	632648.00	1384061.00
11	Herman Cisneros Castro	632691.00	1384088.00
12	Dolores Cisneros Mendoza.	632765.00	1384108.00
13	Modesta Pérez	632782.00	1384103.00
14	Rita Antonia Espinoza Jarquín.	632866.00	1384145.00
15	Carmen Castro	632584.00	1384183.00
16	Lorenza del Carmen Castro	632598.00	1384168.00
17	José Luis Campos Rodríguez	632604.00	1384130.00
18	Eduardo José Flores López.	632828.00	1384060.00
19	Carlos Alberto Martínez	632841.00	1384080.00
20	Nicanor Inés Martínez Cisneros.	632854.00	1384095.00
21	Erlin Antonio Martínez Gonzales.	632801.00	1384096.00
22	Carlos Abraham Martínez Gonzales	632793.00	1384089.00
23	Coronada Urbina Jarquín.	632808.00	1384083.00
24	Esperanza Campos Jarquín.	632893.00	1384144.00
25	Teresa Solano Martínez	632846.00	1384153.00
26	Francisco Luna Sevilla.	632915.00	1384174.00
27	Irayda Jissela Obando Calero	632947.00	1384225.00
28	Ana Julia Calero Obando	632948.00	1384251.00
29	Melvin Antonio Torrez Rodríguez	632977.00	1384235.00
30	Iglesia Evangélica Palabra de Vida	632945.00	1384266.00
31	Benedicto Torrez Velázquez	632988.00	1384264.00
32	Katia Eduviges Espinoza	633001.00	1384285.00
33	María Esmelda Bracamonte Espinoza	633014.00	1384277.00
34	Ana Yancy Torrez Treminio	633025.00	1384293.00
35	Francisco Valentín Herrández Sánchez	633016.00	1384302.00
36	Sulma Elisseth Aguinaga Campos	633001.00	1384332.00
37	Porfirio González	632996.00	1384322.00
38	José Antonio Avilés Muñoz	632990.00	1384344.00
39	Valeriano González Loaisiga	632949.00	1384390.00
40	Andrea Cisneros Castro	632938.00	1384414.00
41	Jacobo Flores Cisneros	632922.00	1384492.00
42	Francisco Campos Solano	632860.00	1384525.00
43	Gloria Teonila García Urbina	632824.00	1384588.00

LISTA DE BENEFICIARIOS DE AGUA POTABLE

No. Casa	NOMBRE Y APELLIDO	COORDENADAS X	COORDENADAS Y
44	Yadira Calero Rivera	632472.00	1384526.00
45	Pedro Campos Solano	632347.00	1384574.00
46	Juana Bertha Martínez	632307.00	1384562.00
47	Luis Campos Solano	632296.00	1384661.00
48	Carlos Francisco Bracamonte.	632866.00	1384116.00
49	Iglesia Católica Divino Niño	633038.00	1384207.00
50	Escuela Emma García Suarez	633065.00	1384273.00
51	Georgina del Carmen Paz	633134.00	1384167.00
52	Iveth Isabel Cisneros Obando	633124.00	1384154.00
53	Lorenza Donatila González Campos	633091.00	1384137.00
54	Merlín Henrique Martínez González	633103.00	1384135.00
55	Doribel González	633092.00	1384118.00
56	Pedro Antonio Gonzales.	633845.00	1383899.00
57	José María Loaisiga	633870.00	1383873.00
58	Victorina Calero Salinas	633871.00	1383867.00
59	Teresa Mendoza Gonzalez	634021.00	1383850.00
60	Caixto Castro.	634043.00	1383830.00
61	Oscar Antonio Loaisiga	634089.00	1383839.00
62	Marcia Fabiola Torrez Loaisiga	633947.00	1383921.00
63	Dennis Torrez Loasiga	633962.00	1383943.00
64	Marcelino Velázquez Loaisiga	633958.00	1383962.00
65	José Álvarez Arroliga	633972.00	1383947.00
66	Fátima Yasmina Velázquez Obando	633937.00	1383988.00
67	Janethe Obando	633915.00	1384003.00
68	Alfredo López Urbina	633918.00	1383984.00
69	María de la Cruz Velázquez Loaisiga	633966.00	1383959.00
70	Juana Paula Obando	634001.00	1384000.00
71	Nemesio Bismark Solano Flores	634018.00	1384023.00
72	Santos Joel Mendoza Campos	634020.00	1384032.00
73	Ana Alejandra Mendoza Campos	634026.00	1384042.00
74	Milton José Martínez Campos	634037.00	1384054.00
75	Ana Martínez Campos	634054.00	1384059.00
76	Juan Mendoza.	634108.00	1384073.00
77	Eladia Campos Tinoco	634121.00	1384082.00
78	Leonel Loaisiga	634122.00	1384091.00
79	Alba Luz Cano Escorcia	634137.00	1384089.00
80	Lorenzo Tinoco.	634184.00	1384111.00
81	Eusebio Campos Luna	634186.00	1384127.00
82	Oswaldo Campos García.	634215.00	1384254.00
83	Caixto Campos Campos.	634247.00	1384248.00
84	Emiliano Campos	634257.00	1384245.00
85	Elder Martínez González	624239.00	1384280.00
86	Daniel Antonio Cisnero Obando	633122.00	1384152.00

A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO LAS UNIDADES ESTÁN EN MILIMETROS. LAS TOLERANCIAS ESTÁN EN:
FRACCIONES DECIMALES 0.00 ÁNGULOS

MATERIAL
Los materiales de construcción a utilizar debe cumplir todos los estándares de calidad indicados en el diseño.

FINALIZAR

JUNTO CON UTILIZADO EN

APLICACIÓN

DIBUJO CON FACTOR DE ESCALA

	APROBACIÓN	FECHA
DIBUJO:	María José López Oporta	07.09.2022
REVISO:	Ing. Sergio Álvarez García	07.09.2022
APROBO:		
APROBACION ADICIONAL:		

NOMBRE DEL PROPIETARIO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

TÍTULO
PLANO GENERAL SIN PROYECTO Y LISTA DE BENEFICIARIOS DE AGUA POTABLE

TAMAÑO	NORMA	NÚM. DIBUJOS	REV.
D	ANSI	012	01
ESCALA	INDICADA	HOJA	01

Anexo II : Procedimientos de cálculos y Resultados del diseño del pozo perforado.

Diseño de pozo perforado

Datos hidrogeológicos	
Caudal de rendimiento, [L/s]:	1.32
Transmisividad del acuífero, T [m2/día]:	250
Espesor saturado del acuífero, Ho[m]:	35
Radio de influencia, R[m]:	250
Coeficiente de almacenamiento, S[-]:	0.15
Nivel estático del agua, NEA[m]:	20
Eficiencia del pozo, ɳ:	0.7
Permeabilidad, K [m/día]:	7.1429
´K=T/Ho	
Diámetro del ademe, Da[pulgadas]:	5.0000
Seleccionado de la tabla de ademes mínimos para pozo	
Diámetro del pozo; Dp [m]:= 14 pulgadas	0.2794
El diámetro total del pozo será; Da + 6 in, esta holgura permite el empaquetamiento con material filtrante	
Abatimiento teórico, s[m]	
Se calcula mediante la ecuación de Thiem $s = \frac{2.3Q}{2\pi T}\log\left(\frac{R}{r}\right)$	
Donde, Q[m3/día]; R, radio de influencia[m]; r - diámetro del ademe entre dos [m];	
T, transmisividad [m2/día]	
Q (m3/día) :=	114.0.48
r (m) : =	0.0635
S [m]:=	0.6004
Abatimiento total, s [m]	
Sp = S/ɳ	0.8577
Nivel dinámico de bombeo, ND[m]	
ND=NEA+s	20.60
Colocación de la bomba	
La bomba se coloca debajo del ND más 6 m de seguridad	
Longitud de la tubería, Lmax[m]:=	26.6004
La longitud máxima de la rejilla debe de ser un 50% del espesor saturados	
´Lmax = 0,5*espesor saturado del acuífero:=	17.5000
Diámetro de la rejilla	
EL diámetro de la rejilla es igual al diámetro del ademe	
Velocidad de entrada a la rejilla, Ve [cm/s]:=	3.0000

Q (m3/s):=	0.00132	
Ve (m/s):=	0.03	
Área de abertura requerida		
´Areq=Q/Ve	0.0440	m2

´Areq=Q/Ve	68.2001	in2
Longitud de la rejilla		
Au seleccionada: =	65	in^2/pie
Au: =	0.1376	m^2
Lrej=Areq/Au	1.0492	m

Lrej = **2.00 menor que 17.50 Se acepta!**

La rejilla se instala debajo de la bomba sumergible

Ej.: si se elige un ancho #20, la abertura será de #20/1000 = 0,02 in = 0,5 mm

Anexo III : Procedimientos de cálculos y Resultados del diseño y selección del sistema de bombeo.

DATOS DE ENTRADA

Caudal" CMD"=		0.877	Lps
Horas de bombeo=		16.00	H
Longitud de Tubería de Sarta H°G° D=2"		6.00	m
Longitud de Tubería Línea de conducción PVC D=2"		190.00	m
Longitud de Tubería Columna de Bombeo H°G° D=3"		121.95	m
Elevación del pozo=		279.29	m
Elevación del" Nivel dinámico"		157.34	m
Elevación del Tanque=		309.70	m
Nivel de Rebose del Tanque =		1.85	m
Elevación del reboce del Tanque =		311.55	m
Eficiencia del Equipo de Bombeo=		68.00	%
Caudal" CMD"=		0.00088	m^3/s
Caudal" CMD"=		13.902	gpm
Coeficiente K		1.500	
Caudal de Bombeo=		1.32	Lps
Caudal de Bombeo=		0.00132	m^3/s
Caudal de Bombeo=		20.85	gpm
Coeficiente de Rugosidad del Material del tubo =		150	PVC
Coeficiente Rugosidad del Material del tubo =		100	hg
Diámetro Económico =	$= 1.5*Q^{\wedge 0.5}$	0.054	m
Diámetro Económico =		5.44	cm
Diámetro Económico =		2	Pulgada

Cálculos y Operaciones

			Pulgadas	Metros
1. Diámetro a utilizar				
Diámetros a Utilizar=	L.C PVC	Diámetro=	2	0.0508
	Sarta HG		2	0.0508
	Columna de Bombeo HG		2	0.0508
2. Determinación de velocidad	Diámetro= 2 "	V=	0.65	m/s
	Diámetro=3"	V=	0.65	m/s

Las velocidades obtenidas están en los rangos permitidos **0.6 m/s< Velocidad < 1.5 m/s**

3. Determinación de la carga estática total (CET = Elevación de Rebose Tanque- Elevación Nivel Dinámico)

CET= 154.21 m

4. Determinación de las Perdidas por Longitud

4.1 Formula de Hazen - Williams	Tubo PVC	$H_L = \frac{10.54x}{Q^{1.85}} \times L \quad C^{1.85} \times D^{4.87}$	1.77	m

4.1 Perdida de carga de columna de bombeo	Tubo HG	$H_L = \frac{10.54x\ Q^{1.85}\ x\ L}{C^{1.85}\ x\ D^{4.87}}$	2.41	m
	Máxima Perdida	$H_L = 0.05 \times L$	6.10	m
4.2 Formula de Hazen - Williams	Sarta -Tubo HG	$H_L = \frac{10.54x\ Q^{1.85}\ x\ L}{C^{1.85}\ x\ D^{4.87}}$	0.12	m
Perdidas de carga por Longitud (fricción): =			4.30	m

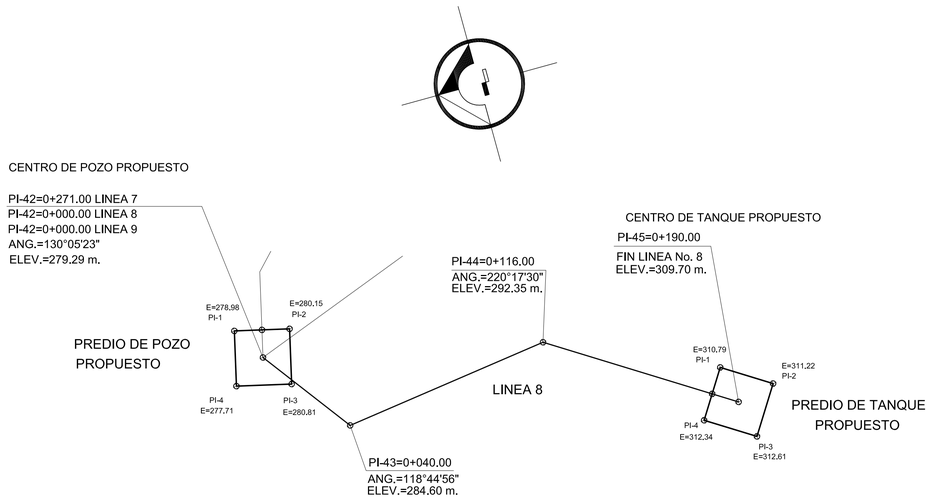
5. ESTIMACION DE LA CARGA TOTAL DINAMICA (CTD = CET+ HL+ Locales+ Presión Mínima)

CET =	154.21	m
Locales =	0.43	
HL=	4.30	m
Presión mínima entrada al Tanque	1.00	
CTD=	159.94	m
CTD=	524.60	pies

6. POTENCIA DE LA BOMBA" Hp" = $\frac{Qx\ CTD}{3960 \times Ebomba}$ **4.06** Hp

7. POTENCIA DEL MOTOR =Bomba Hp x 1.15 **4.67** Hp

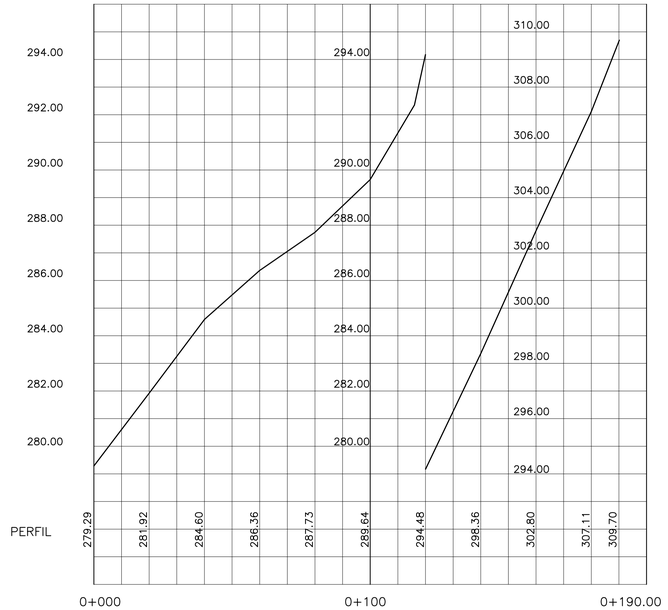
Anexo IV : Planos de la planta perfil del pozo línea 8 de Est.=0+000.00 a Est.=0+190.00.

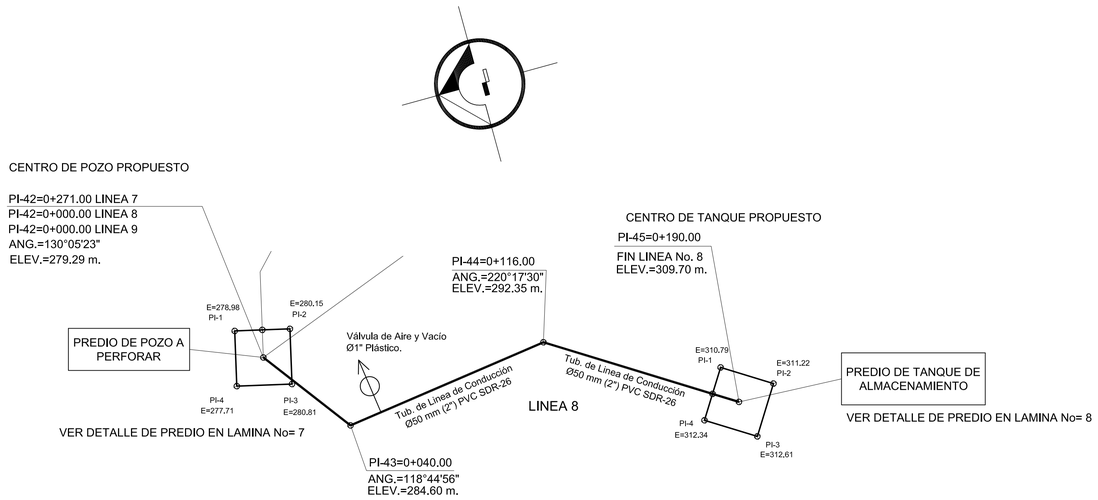


LINEA DE CONDUCCION						
PI		RUMBO	DISTAMCIA (m)	X	Y	ELEVACION (m)
Inicia	Termina					
LINEA "No.8"						
42				632603.8976	1384188.4278	279.29
42	43	S 59° 44' 37.000" W	40.00	632569.3465	1384168.2730	284.60
43	44	S 1° 30' 27.000" E	76.00	632571.3458	1384092.2993	292.35
44	45	S 38° 47' 03.000" W	74.00	632524.9931	309.7000	309.70
		Total =	190.00			

PERFIL DEL POZO AL TANQUE

H=1:1000 V=1:100

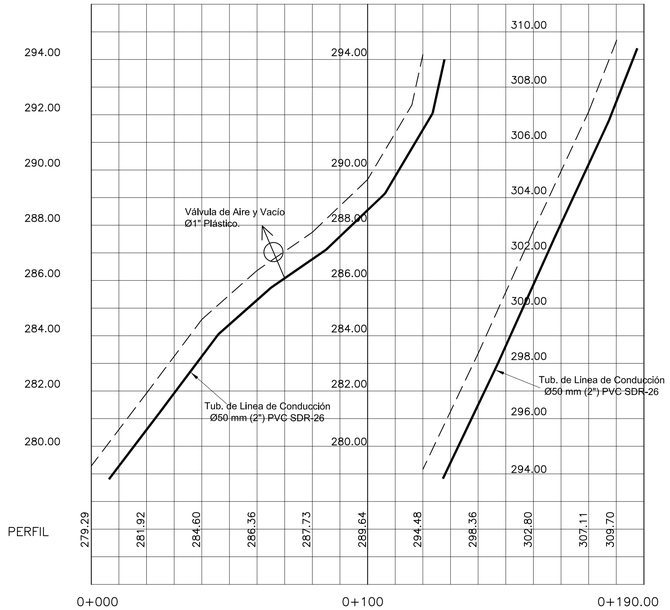




LINEA DE CONDUCCION						
PI		RUMBO	DISTAMCIA (m)	X	Y	ELEVACION (m)
Inicia	Termina					
LINEA "No.8"						
42				632603.8976	1384188.4278	279.29
42	43	S 59° 44' 37.000" W	40.00	632569.3465	1384168.2730	284.60
43	44	S 1° 30' 27.000" E	76.00	632571.3458	1384092.2993	292.35
44	45	S 38° 47' 03.000" W	74.00	632524.9931	309.7000	309.70
		Total =	190.00			

PERFIL DEL POZO AL TANQUE

H=1:1000 V=1:100



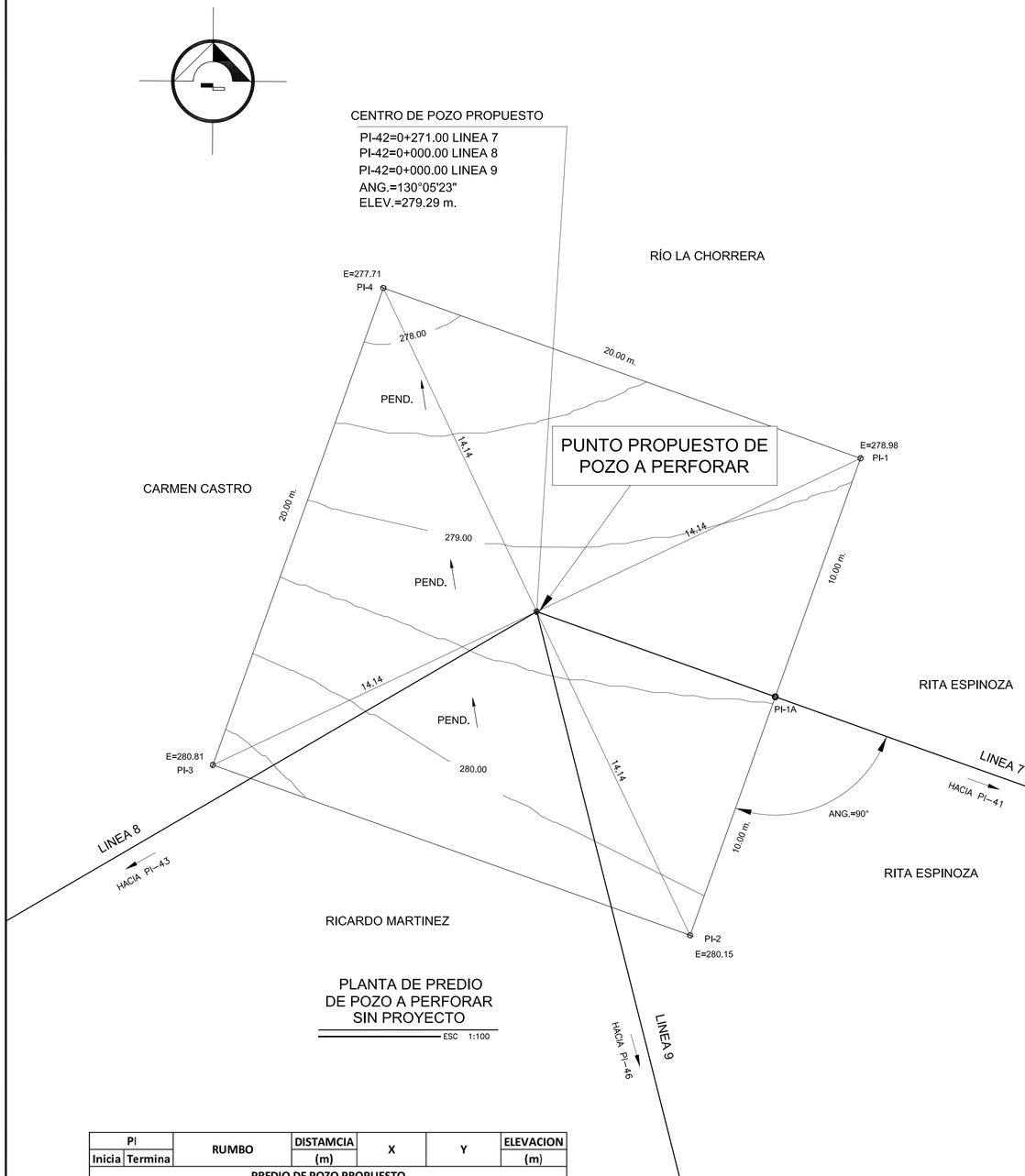
		A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO LAS UNIDADES ESTÁN EN MILÍMETROS. LAS TOLERANCIAS ESTÁN EN: FRACCIONES DECIMALES ÁNGULOS 0.00	APROBACIÓN	FECHA
		MATERIAL Los materiales de construcción a utilizar debe cumplir todos los estándares de calidad indicados en el diseño.	DIBUJO: María José López Oporta	07.09.2022
		FINALIZAR	REVISO: Ing. Sergio Álvarez García	07.09.2022
JUNTO CON	UTILIZADO EN		APROBO:	
APLICACIÓN		DIBUJO CON FACTOR DE ESCALA	APROBACIÓN ADICIONAL:	

NOMBRE DEL PROPIETARIO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

TÍTULO
PLANTA PERFIL LÍNEA DE POZO
TANQUE DE EST = 0+000.00 A EST = 0+190.00

TAMAÑO	NORMA	NÚM. DIBUJOS	REV.
D	ANSI	012	01
ESCALA	INDICADA	HOJA	05

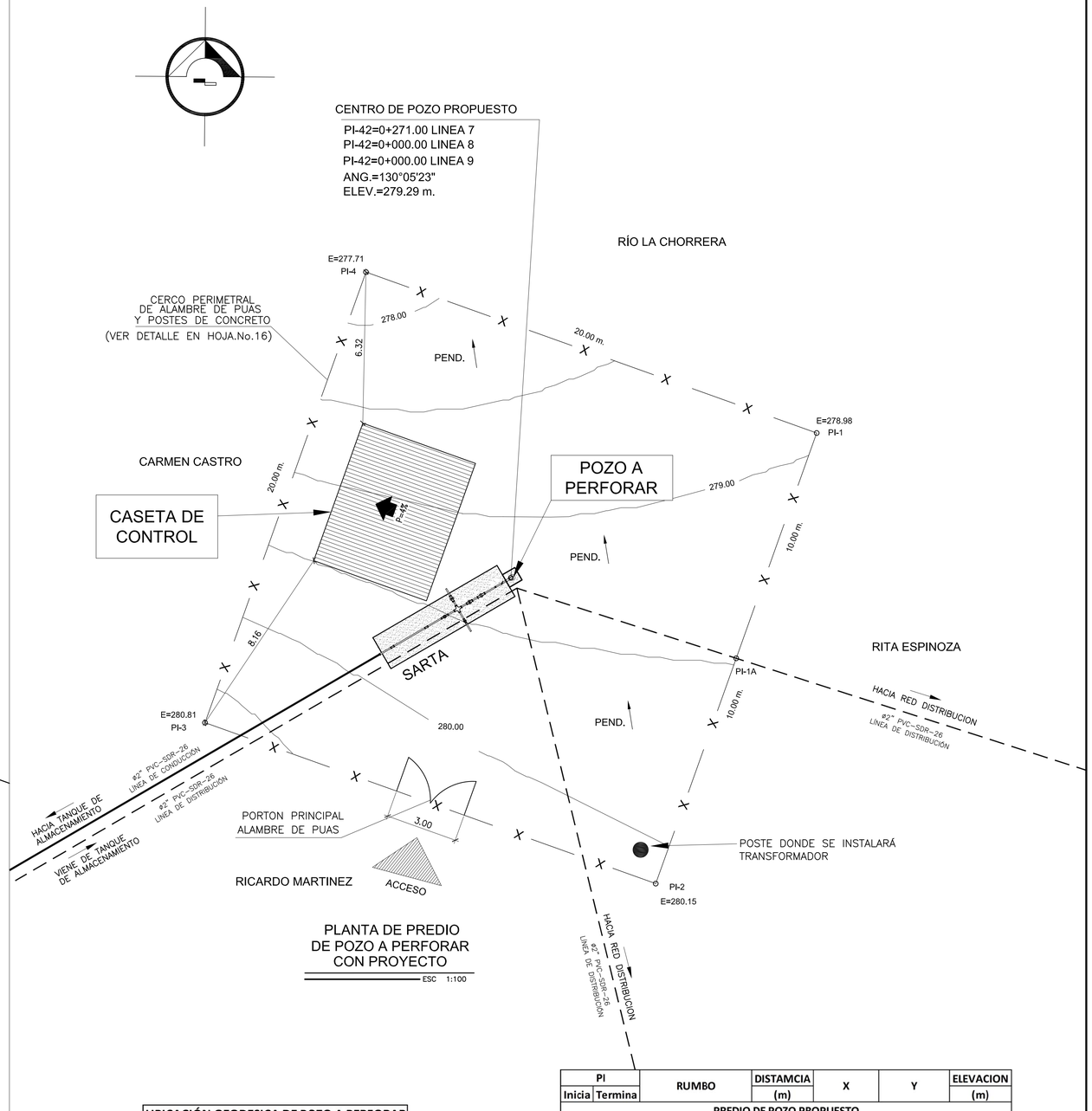
Anexo V : Plano del predio de emplazamiento del pozo perforado sin proyecto / con proyecto.



PLANTA DE PREDIO
DE POZO A PERFORAR
SIN PROYECTO

ESC 1:100

PI		RUMBO	DISTAMCIA	X	Y	ELEVACION
Inicia	Termina		(m)			(m)
PREDIO DE POZO PROPUESTO						
1-A				632613.3150	1384185.0644	279.50
1-A	2	S 19° 39' 14.000" W	10.00	632609.9517	1384175.6470	280.15
2	3	N 70° 20' 46.000" W	20.00	632591.1168	1384182.3738	280.81
3	4	N 19° 39' 14.000" E	20.00	632597.8436	1384201.2086	277.71
4	1	S 70° 20' 46.000" E	20.00	632616.6784	1384194.4818	278.98
1	1-A	S 19° 39' 14.000" W	10.00	632613.3150	1384185.0644	279.50



PLANTA DE PREDIO
DE POZO A PERFORAR
CON PROYECTO

ESC 1:100

UBICACIÓN GEODESICA DE POZO A PERFORAR	
UBICACIÓN	16 P X=0632603.8976 Y=1384188.4278
ALTURA	279.29 MSNM

PI		RUMBO					DISTAMCIA	X	Y	ELEVACION
Inicia	Termina						(m)			(m)
PREDIO DE POZO PROPUESTO										
1-A								632613.3150	1384185.0644	279.50
1-A	2	S	19°	39'	14.000"	W	10.00	632609.9517	1384175.6470	280.15
2	3	N	70°	20'	46.000"	W	20.00	632591.1168	1384182.3738	280.81
3	4	N	19°	39'	14.000"	E	20.00	632597.8436	1384201.2086	277.71
4	1	S	70°	20'	46.000"	E	20.00	632616.6784	1384194.4818	278.98
1	1-A	S	19°	39'	14.000"	W	10.00	632613.3150	1384185.0644	279.50

A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO LAS UNIDADES ESTÁN EN MILÍMETROS. LAS TOLERANCIAS ESTÁN EN:
FRACCIONES DECIMALES ÁNGULOS 0.00
MATERIAL
Los materiales de construcción a utilizar debe cumplir todos los estándares de calidad indicados en el diseño.
FINALIZAR
JUNTO CON UTILIZADO EN
APLICACIÓN
DIBUJO CON FACTOR DE ESCALA

APROBACIÓN FECHA
DIBUJO María José López Oporta 07.09.2022
REVISO Ing. Sergio Álvarez García 07.09.2022
APROBO
APROBACION ADICIONAL

NOMBRE DEL PROPIETARIO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
TÍTULO
PREDIO DE POZO SIN/CON PROYECTO
TAMAÑO D | NORMA ANSI | NÚM. DIBUJOS 012 | REV. 01
ESCALA INDICADA | HOJA 06

Anexos VI : Procedimientos de cálculos y resultados de la resistencia de la tubería de la línea de conducción al golpe de ariete.

CALCULO DEL GOLPE DE ARIETE

1. DATOS DE ENTRADA

Elev Rebose=	**311.55**	m	Elevación del Rebose
Elev Sarta=	**309.7**	m	Elevación de la Sarta
Qbombeo=	**1.32**	L/S	Caudal de Bombeo
Qbombeo=	**31.28**	gpm	Caudal de Bombeo
ε=	**3.00E+08**	Kg/m^2	Módulo de Elasticidad del Material constituido
K=	**33.33**		Coeficiente en función módulo de elasticidad del Material de la Tubería
L=	**190**	metros	Longitud de la Línea de Conducción
V=	**0.65**	m/s	Velocidad del Flujo
g=	**9.81**	m/s2	Aceleración de la Gravedad
e=	**2.3**	mm	Espesor de la Tubería
d=	**50.8**	mm	Diámetro Interno
P=	**5**	Hp	Potencia del Conjunto
E=	**68**	%	

2. CALCULO DE LA CELERIDAD SEGÚN ALLIEVI

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

353.452 m/s

3. CALCULO DE LA ALTURA MANOMETRICA PROPORCIONADO POR EL EQUIPO DE BOMBEO

Coeficientes de ajuste C y K

Hm= Px3960xE/Q 6.068 pie

1.85 metros

4. CALCULO DE LA PENDIENTE HIDRAULICA

Hm/L= 0.01

5. CALCULO DE TIEMPO DE PARADA

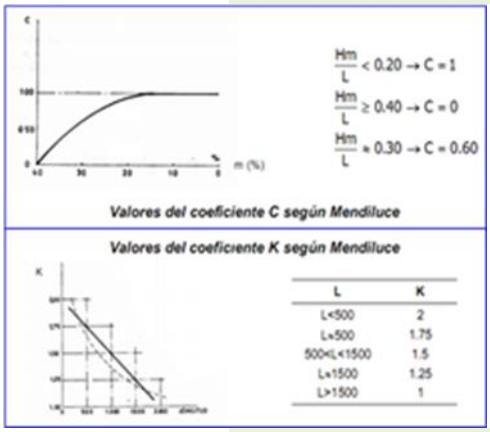
T= $C+\frac{KLV}{gHm}$

T= 14.610 **S**

2 L/a= 1.075 **<** 14.61

Criterio

C= 1



Valores del coeficiente C según Mendiluce

Valores del coeficiente K según Mendiluce

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

2L/a> T	Cierre Rápido	**Allievi**	K= 2
2L/a< T	Cierre Lento	**Michaud**	

6. Cierre rápido según Allievi

Usar	Allievi=	ΔH=	a*v/g	**u**	mca	
	Michaud=	ΔH=	2L*v/gT	**1.72**	mca	

7. Pmaxima = Hmanométrica + ΔH **Presión permisible SDR-26**

Pmax=	4	m.c.a	**<**	112	mca

Anexo VII: Planos de detalles de la línea de conducción, pozo y sarta.

Anexo VIII: Determinación de volúmenes de variación el consumo en la Comunidad de Maderas Negras.

Datos iniciales

CPD:= 0.8772 l/s

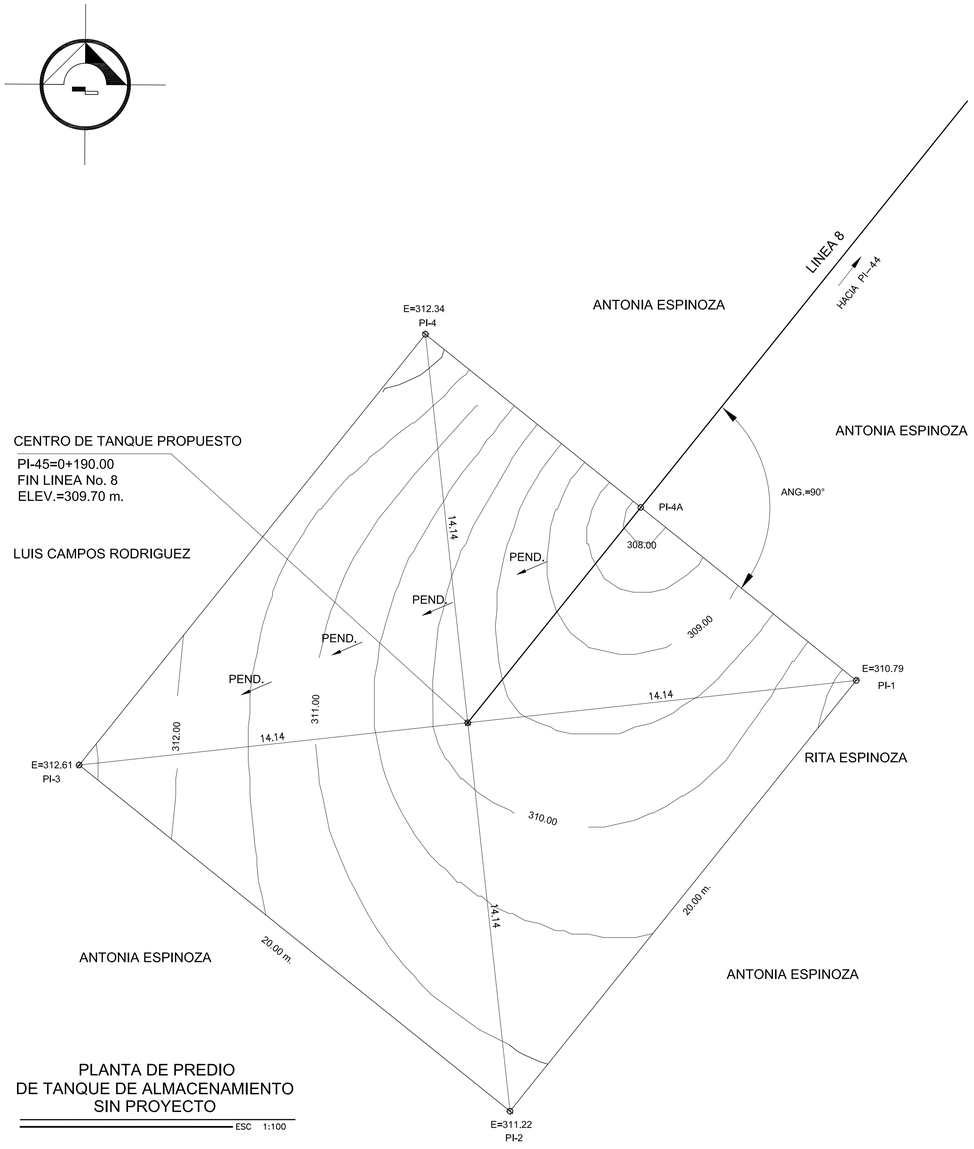
CMD:= 0.5848 l/s

		1	2	3.00	4	5	6
hora		DEMANDA (%)	DEMANDA (L/S)	∑DEMANDA (L/S)	APORTACION	∑APORTACIÓN	DIFERENCIA ACUMULADA
0	1	27.00	0.16	0.16	0.8772	0.8772	0.72
1	2	21.00	0.12	0.28	0.8772	1.7544	0.75
2	3	25.00	0.15	0.43	0.8772	2.6316	0.73
3	4	26.00	0.15	0.58	0.8772	3.5088	0.73
4	5	34.00	0.20	0.78	0.8772	4.386	0.68
5	6	62.00	0.36	1.14	0.8772	5.2632	0.51
6	7	134.00	0.78	1.92	0.8772	6.1404	0.09
7	8	165.90	0.97	2.89	0.8772	7.0176	-0.09
8	9	191.43	1.12	4.01	0.8772	7.8948	-0.24
9	10	236.10	1.38	5.39	0.8772	8.772	-0.50
10	11	191.43	1.12	6.51	0.8772	9.6492	-0.24
11	12	178.67	1.04	7.56	0.8772	10.5264	-0.17
12	13	159.52	0.93	8.49	0.8772	11.4036	-0.06
13	14	143.57	0.84	9.33	0.8772	12.2808	0.04
14	15	134.00	0.78	10.11	0.8772	13.158	0.09
15	16	121.24	0.71	10.82	0.8772	14.0352	0.17
16	17	95.71	0.56	11.38	0.8772	14.9124	0.32
17	18	79.76	0.47	11.85	0.8772	15.7896	0.41
18	19	44.67	0.26	12.11	0.8772	16.6668	0.62
19	20	38.29	0.22	12.34	0.8772	17.544	0.65
20	21	31.90	0.19	12.52	0.8772	18.4212	0.69
21	22	31.90	0.19	12.71	0.8772	19.2984	0.69
22	23	28.71	0.17	12.88	0.8772	20.1756	0.71
23	24	15.95	0.09	12.97	0.8772	21.0528	0.75

Máxima Demanda:= 0.75

Máximo Déficit: = -0.50

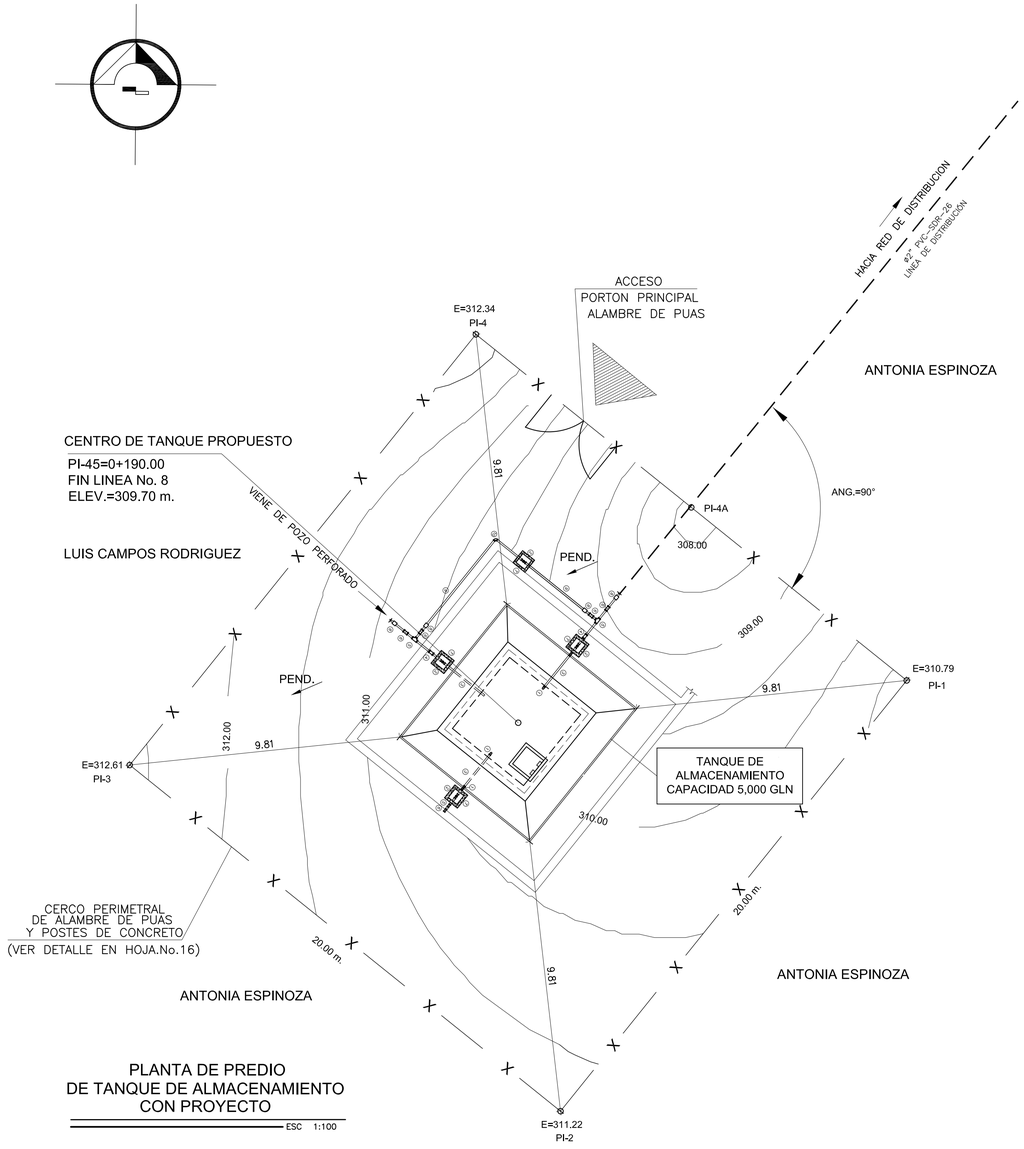
Anexo IX: Predio de tanque de almacenamiento sin / con proyecto



PLANTA DE PREDIO
DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO
SIN PROYECTO

ESC 1:100

PI		RUMBO	DISTAMCIA (m)	X	Y	ELEVACION (m)
Inicia	Termina					
PREDIO DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO						
4-A				632531.2570	1384042.4106	307.71
4-A	1	S 51° 12' 57.000" E	10.00	632539.0521	1384036.1467	310.79
1	2	S 38° 47' 03.000" W	20.00	632526.5243	1384020.5565	311.22
2	3	N 51° 12' 57.000" W	20.00	632510.9341	1384033.0842	312.61
3	4	N 38° 47' 03.000" E	20.00	632523.4619	138.4048.6745	312.34
4	4-A	S 51° 12' 57.000" E	10.00	632531.2570	1384042.4106	307.71



PLANTA DE PREDIO
DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO
CON PROYECTO

ESC 1:100

PI		RUMBO	DISTAMCIA (m)	X	Y	ELEVACION (m)
Inicia	Termina					
PREDIO DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO						
4-A				632531.2570	1384042.4106	307.71
4-A	1	S 51° 12' 57.000" E	10.00	632539.0521	1384036.1467	310.79
1	2	S 38° 47' 03.000" W	20.00	632526.5243	1384020.5565	311.22
2	3	N 51° 12' 57.000" W	20.00	632510.9341	1384033.0842	312.61
3	4	N 38° 47' 03.000" E	20.00	632523.4619	138.4048.6745	312.34
4	4-A	S 51° 12' 57.000" E	10.00	632531.2570	1384042.4106	307.71

A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO LAS UNIDADES ESTÁN EN MILIMETROS. LAS TOLERANCIAS ESTÁN EN:

FRACCIONES | DECIMALES 0.00 | ÁNGULOS

MATERIAL
Los materiales de construccion a utilizar debe cumplir todos los estandares de calidad indicados en el diseño.

FINALIZAR

JUNTO CON | UTILIZADO EN

APLICACIÓN

DIBUJO CON FACTOR DE ESCALA

	APROBACIÓN	FECHA
DIBUJO:	María José López Oporta	07.09.2022
REVISO:	Ing. Sergio Álvarez García	07.09.2022
APROBO:		
APROBACION ADICIONAL:		

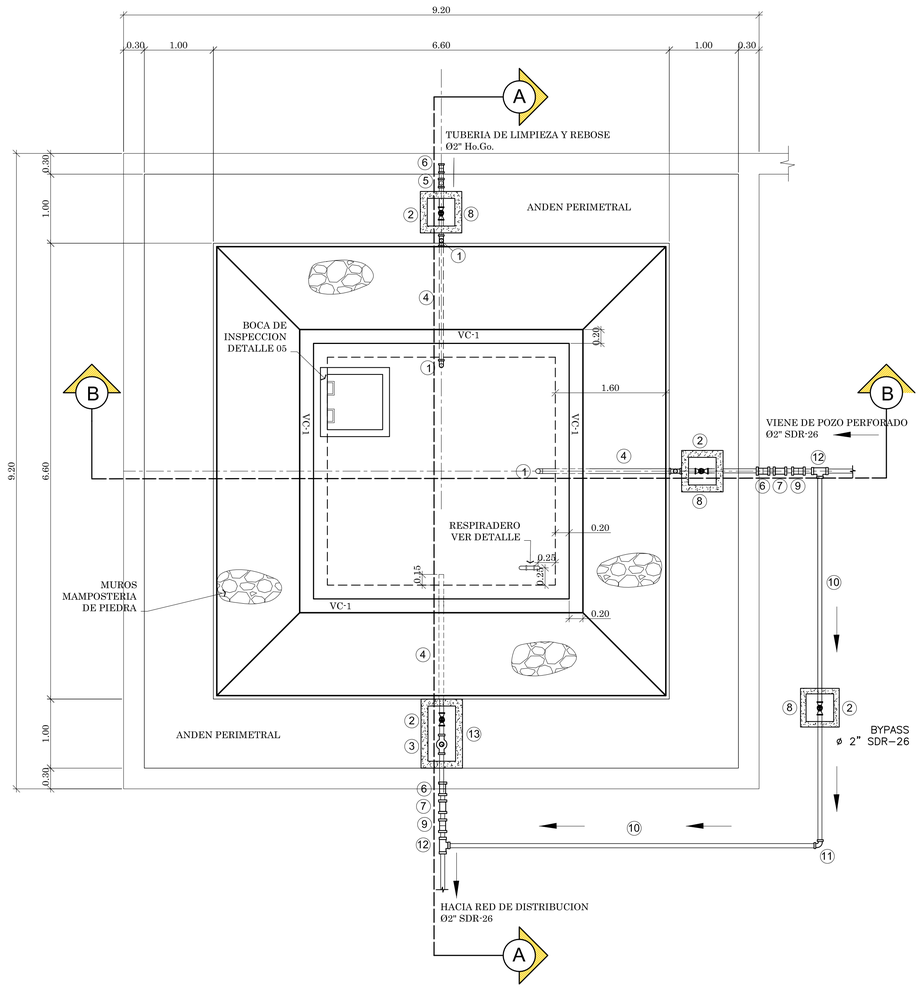
NOMBRE DEL PROPIETARIO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

TÍTULO
PREDIO DE TANQUE DE ALMACEAMIENTO
SIN/CON PROYECTO

TAMAÑO	NORMA	NUM. DIBUJOS	REV.
D	ANSI	012	01

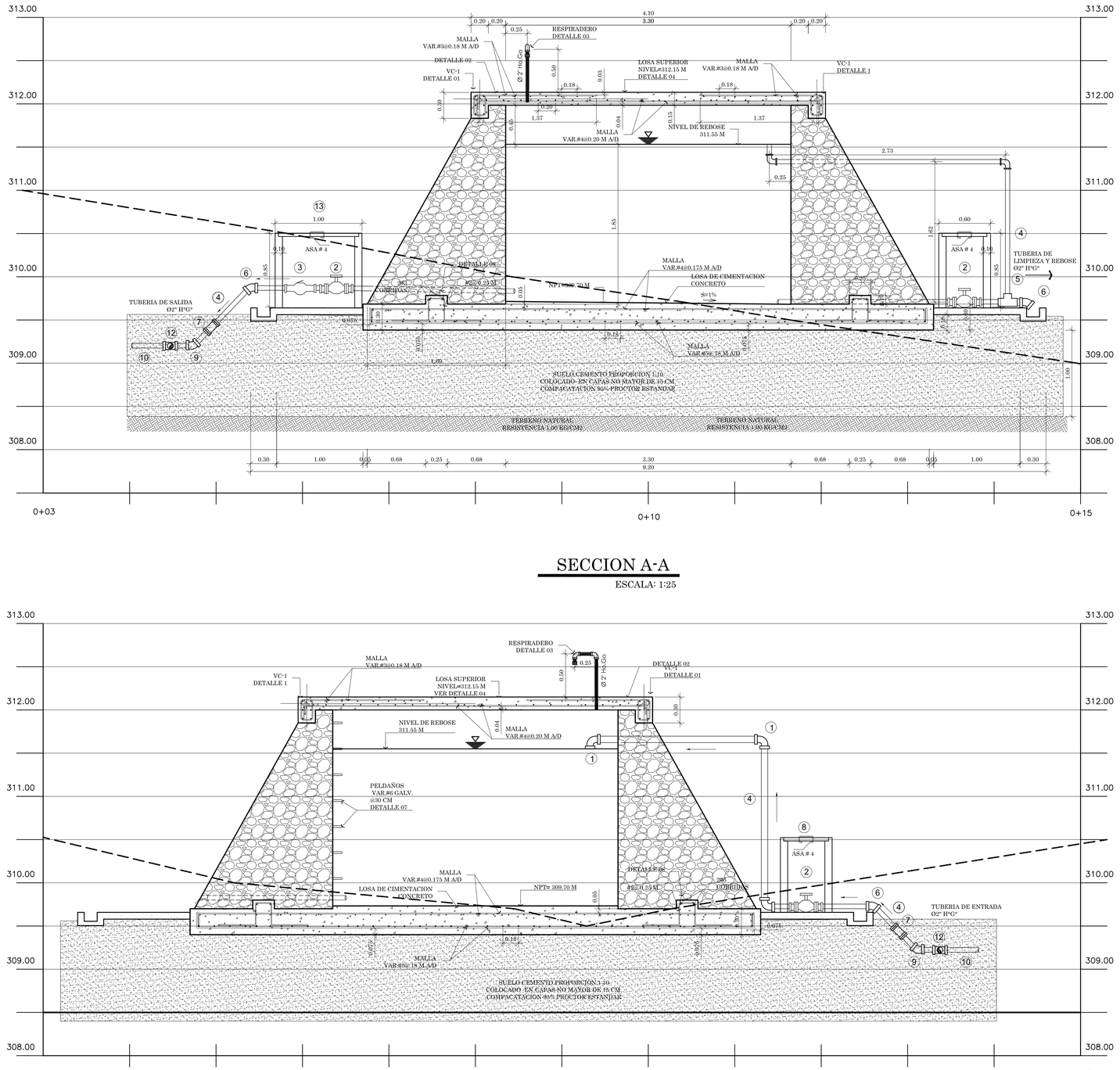
ESCALA: INDICADA | HOJA: 07

Anexo X: Tanque de almacenamiento de concreto ciclópeo cap.=5,000 galones



PLANTA DEL TANQUE

ESCALA 1:40



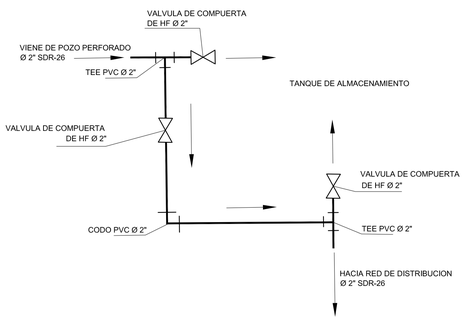
SECCION A-A

ESCALA: 1:25

SECCION B-B

ESCALA: 1:25

LISTA DE VALVULAS Y ACCESORIOS A UTILIZAR	
No.	DESCRIPCION
1	CODO DE Ho. Go. Ø 2" x 90 GRADOS
2	VALVULA DE PASE Ho. Fo. Ø 2"
3	MEDIDOR MAESTRO
4	TUBERIA Ho. Go. Ø 2"
5	TEE Ho. Go. Ø 2"
6	CODO Ho. Go. 45º Ø 2"
7	UNION DRESSER Ho. Fo. Ø 2"
8	CAJA DE CONCRETO 2,500 PSI. SIN REF. 0.60x0.60 M, H= VARIABLE
9	CODO PVC 45º Ø 2"
10	TUBERIA PVC Ø 2" SDR-26
11	CODO PVC 90º Ø 2"
12	TEE PVC Ø 2"
13	CAJA DE CONCRETO 2,500 PSI. SIN REF.1.00 x0.60 M, H= VARIABLE



ESQUEMA DE BYPASS

SIN ESCALA

A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO LAS UNIDADES ESTÁN EN: MILÍMETROS. LAS TOLERANCIAS ESTÁN EN:
FRACCIONES 0.00 DECIMALES ÁNGULOS

MATERIAL
Los materiales de construcción a utilizar debe cumplir todos los estándares de calidad indicados en el diseño.

FINALIZAR

JUNTO CON | UTILIZADO EN

APLICACIÓN

DIBUJO CON FACTOR DE ESCALA

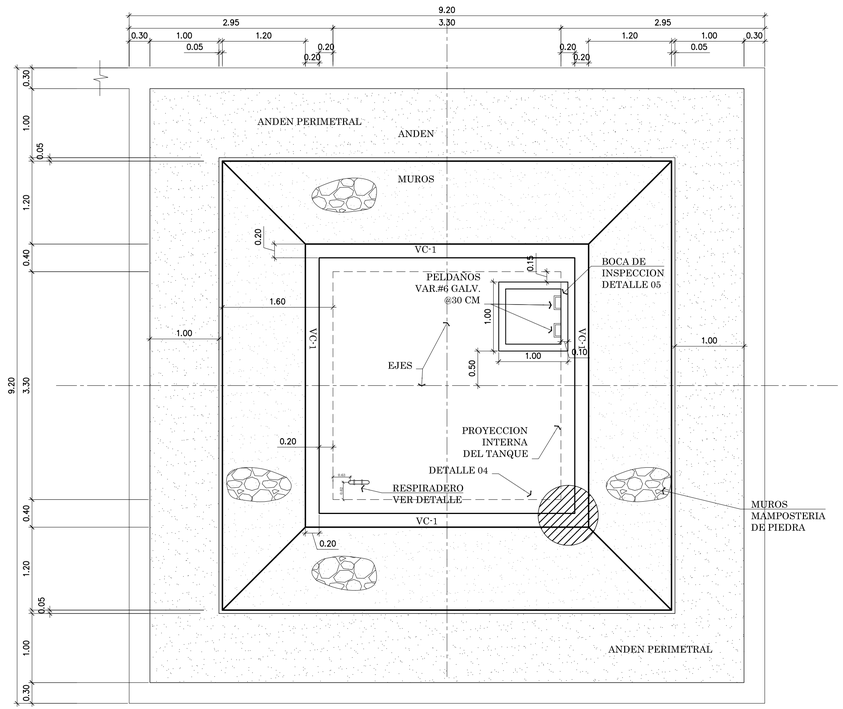
	APROBACIÓN	FECHA
DIBUJO	María José López Oporta	07.09.2022
REVISO	Ing. Sergio Álvarez García	07.09.2022
APROBO		
APROBACION ADICIONAL		

NOMBRE DEL PROPIETARIO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

TÍTULO
TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CONCRETO CICLÓPEO, CAP 5000 GLN

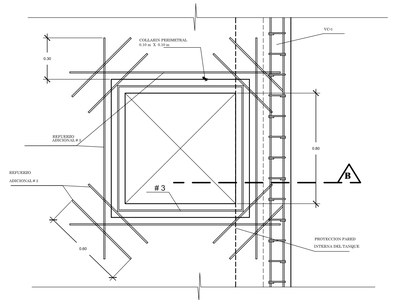
TAMAÑO	NORMA	NÚM. DIBUJOS	REV.
D	ANSI	012	01
ESCALA	INDICADA	HOJA	10

Anexo XI: Detalles de tanque de almacenamiento de concreto ciclópeo cap.=5,000 galones



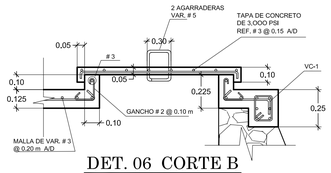
PLANTA DEL TANQUE

ESCALA 1:40



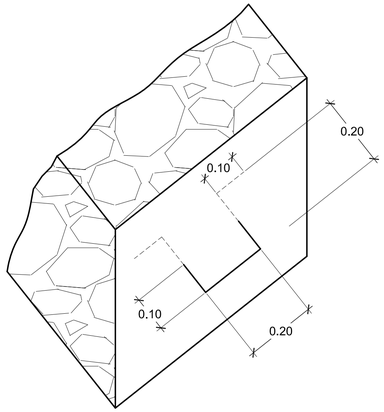
DET.05 REF.BOCA DE INSPECCION

SIN ESCALA



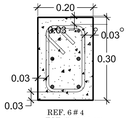
DET. 06 CORTE B

SIN ESCALA



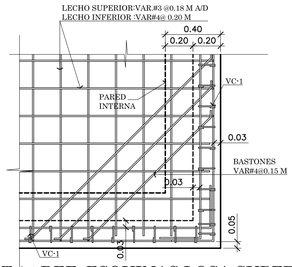
DET. 07 FIJACION DE PELDAÑOS

SIN ESCALA



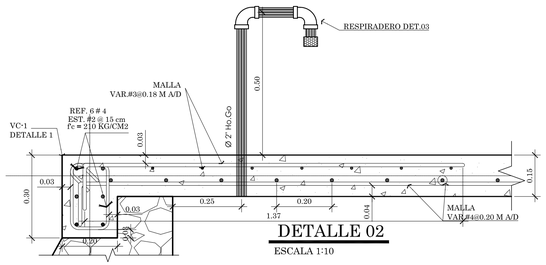
DET.01 VC-1

ESCALA 1:10



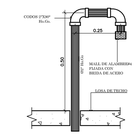
DET.04 REF. ESQUINAS LOSA SUPERIOR

ESCALA 1:20



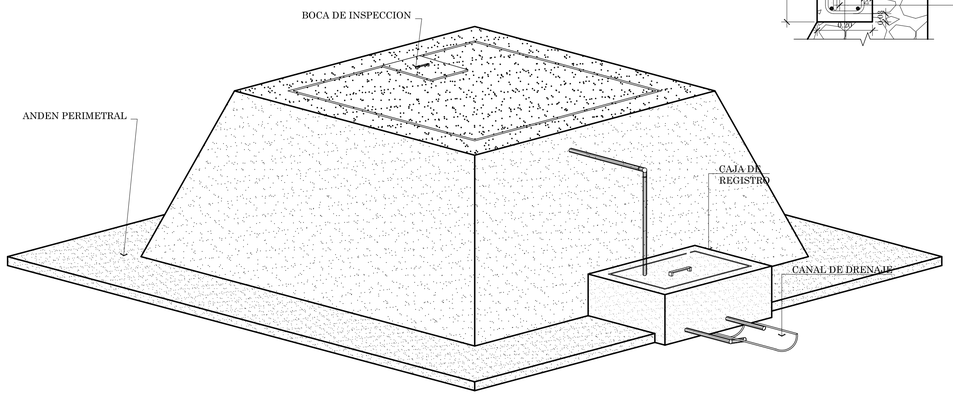
DETALLE 02

ESCALA 1:10



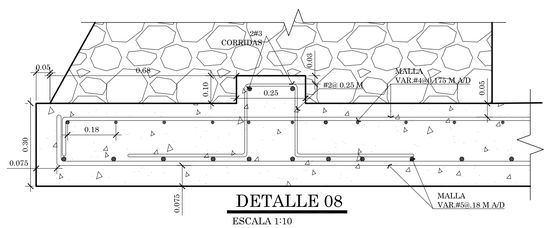
DET. 03 RESPIRADERO

SIN ESCALA



ISOMETRICO

SIN ESCALA



DETALLE 08

ESCALA 1:10

NOTAS GENERALES

ESTAS NOTAS GENERALES DEBERAN COMPLEMENTARSE CON LAS EDICIONES VIGENTES DEL REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCION, EL REGLAMENTO DE CONSTRUCCION DE CONCRETO ESTRUCTURAL (ACI-318) Y EL MANUAL DE CONSTRUCCION DE ACERO (AISC)

1. CONCRETO REFORZADO

A- EL CONCRETO TENDRA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE f´c = 210 kg/cm² (3000 psi) A LOS 28 DIAS.

B- EL CEMENTO A USARSE SERA CEMENTO HIDRAULICO TIPO GU ESPECIFICACION ASTM C 1157 O PORTLAND TIPO 1 ESPECIFICACION ASTM C 150.

C- LOS AGREGADOS ARENA Y GRAVA DEBERAN CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES ASTM C-133 Y DEBERAN ESTAR LIMPIOS DE TIERRA, GRASA O CUALQUIER OTRO MATERIAL QUE PUEDA PERJUDICAR LA CALIDAD DEL CONCRETO.

D- EL COLADO DEL CONCRETO DE HARA DE MANERA QUE NO SE SEGREGUEN SUS COMPONENTES , COMPACTANDOLO POR VIBRACION PARA QUE CUBRA BIEN EL ACERO DE REFUERZO Y NO QUEDEN HUECOS Y RATONERAS.

E- LAS FORMALETAS DEBERAN AJUSTARSE A LAS DIMENSIONES Y FORMA DE LOS ELEMENTOS, SEGUN LOS PLANOS Y DEBERAN SER LO SUFICIENTEMENTE IMPERMEABLES Y RESISTENTES PARA EVITAR DEFORMACIONES EN LAS MISMAS. LAS FORMALETAS Y PUNTALES DE LOSA DE TECHO SE RETIRARAN DESPUES DE LOS 21 DIAS.

F- EL CONCRETO DEBERA SER PROTEGIDO DEL SECADO PREMATURO MANTENIENDOLO HUMEDO POR AL MENOS LOS PRIMEROS 7 DIAS.

2. ACERO DE REFUERZO

A- EL ACERO DE REFUERZO DEBERA CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES ASTM A-615, CON ESFUERZO A LA FLUENCIA DE f´y=2800 kg/cm²

B- DEBERA SER VARILLA CORRUGADA, EXCEPTO LA NUMERO 2 QUE PODRA SER LISA.

C- DEBERA ESTAR LIBRE DE GRASA, LODO, PINTURA, OXIDACION EXCESIVA O CUALQUIER OTRO MATERIAL QUE PERJUDIQUE LA ADHERENCIA AL CONCRETO.

D- DEBERA TENER LOS RECUBRIMIENTOS DE CONCRETO INDICADO EN LOS PLANOS.

E- DEBERA ESTAR COLOCADO Y SOPORTADO PARA EVITAR DESPLAZAMIENTOS PROVOCADOS POR CARGAS DE CONSTRUCCION O DURANTE COLADO DE CONRETO.

F- LOS TRASLAPES Y DOBLADOS SERAN COMO SE INDICAN EN LAS TABLAS Y DETALLES ADJUNTOS A ESTAS NOTAS.

3. MAMPOSTERIA DE PIEDRA

A- LAS PIEDRAS A USAR SERAN SOLIDAS, RESISTENTES Y LIBRES DE SEGREGACIONES, GRIETAS , FRACTURAS Y OTROS DEFECTOS ESTRUCTURALES. LAS PIEDRAS DEBERAN ESTAR EXENTAS DE SUPERFICIES REDONDEADAS O METEORIZADAS.

B- LAS DIMENSIONES DE PIEDRAS SERAN NO MENOR DE 13 cms Y NO MAYOR DE 30 cms.

C- LAS PIEDRAS DEBERAN ESTAR LIBRES DE POLVO, ACEITE Y CUALQUIER OTRA IMPUREZA QUE PERJUDIQUE SU AHDERENCIA CON EL MORTERO.

D- LAS PIEDRAS SE DEBERAN LIMPIAR Y HUMEDECER PARA SU COLOCACION.

E- EL VOLUMEN DE PIEDRA OCUPARA COMO MAXIMO EL 60% DEL VOLUMEN TOTAL DEL MURO.

F- EL MORTERO A USAR PARA UNIR LAS PIEDRAS DEBERA TENER UNA RESISTENCIA A LA COMPRESION NO MENOR DE 120 kg/cm² A LOS 28 DIAS Y SU DOSIFICACION SERA 1 PARTE DE CEMENTO POR 3 DE ARENA.

G. EL TANQUE DEBERA REPELLARSE EN SU EXTERIOR CON MORTERO 1:3, COMO NIMINO 1 CM DE ESPESOR.(REPELLO CORRIENTE)

4. IMPERMEABILIZACION DE SUPERFICIES

A- SE DEBERA IMPERMEABILIZAR LAS SUPERFICIES INTERIORES DEL TANQUE USANDO PRODUCTOS ESPECIFICOS PARA AGUA POTABLE, QUE CUMPLA CON LA CERTIFICACION ANSI/NSF 61.

B- LAS SUPERFICIES DEBEN ESTAR SANAS, LIMPIAS Y SECAS, INMEDIATAMENTE ANTES DE LA APLICACION DEL IMPERMEABILIZANTE. EL CONCRETO DEBERA ESTAR COMPLETAMENTE CURADO.

C- APLICAR EL PRODUCTO SOBRE LAS SUPERFICIES SEGUN RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE.

D- UNA VEZ APLICADO EL IMPERMEABILIZANTE, DEJARLO CURAR POR EL TIEMPO ESPECIFICADO POR EL FABRICANTE, PARA LUEGO PONER EN FUNCIONAMIENTO EL TANQUE, NO ANTES DE LAVAR Y DESINFECTAR LAS SUPERFICIES TRATADAS.

5-SUELOS

LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO DEBERA SER MAYOR A 1.00 kg/cm². SERA OBLIGACION DEL CONSTRUCTOR VERIFICAR DICHA CAPACIDAD MEDIANTE UN ESTUDIO GEOTECNICO, Y/O HACER EL MEJORAMIENTO DEL SUELO SEGUN LAS RECOMENDACIONES PRESENTADAS EN EL ESTUDIO GEOTECNICO. SE DEBERA HACER UNA SUSTITUCION DE SUELOS DE 50 CM DE ESPESOR CON MATERIAL SELECTO, COMPACTADOS EN CAPAS DE 25 CM.

TABLA DE DOBLADOS TIPICOS

VARILLAS	ESTRIBOS		GANCHOS 180		GANCHOS 90	
d	D	A	D	B	D	C
# 2	2,5	6,5				
# 3	4,0	9,5	6,0	6,5	6,0	15
# 4	5,0	12,5	7,5	6,5	7,5	15
# 5			9,5	6,5	9,5	20

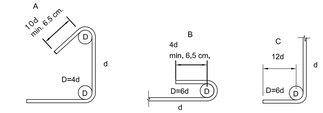
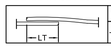


TABLA DE TRASLAPES Y BAYONETADOS



NUMERO	2	3	4	5	6
LONG. DE TRASLAPE	0.30	0.30	0.40	0.50	0.60

A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO LAS UNIDADES ESTÁN EN MILIMETROS. LAS TOLERANCIAS ESTÁN EN:

FRACCIONES | DECIMALES 0.00 | ÁNGULOS

MATERIAL
Los materiales de construcción a utilizar debe cumplir todos los estándares de calidad indicados en el diseño.

FINALIZAR

JUNTO CON | UTILIZADO EN

APLICACIÓN

DIBUJO CON FACTOR DE ESCALA

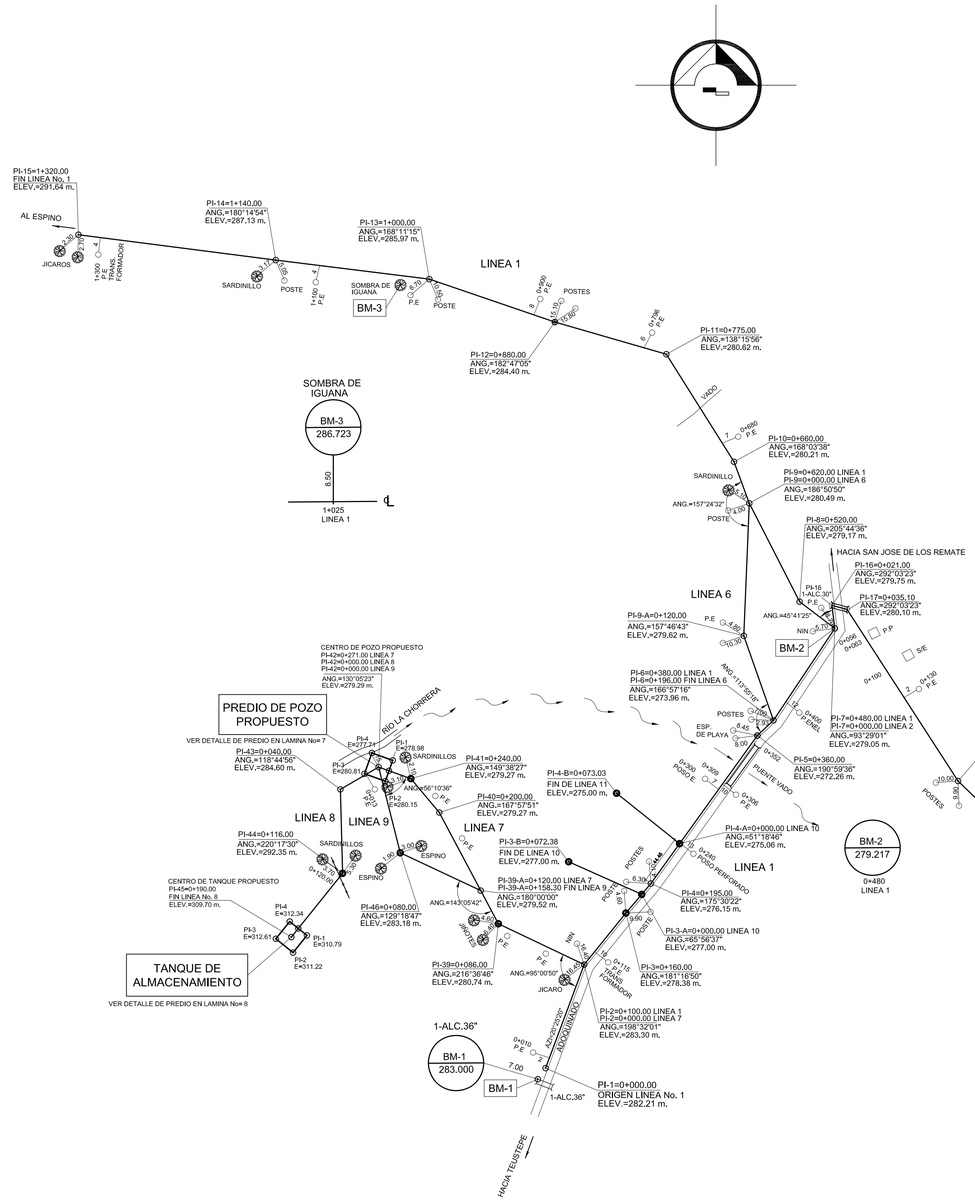
	APROBACIÓN	FECHA
DIBUJO:	Maria José López Oporta	07.09.2022
REVISO:	Ing. Sergio Álvarez García	07.09.2022
APROBO:		
APROBACIÓN ADICIONAL:		

NOMBRE DEL PROPIETARIO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

TÍTULO
DETALLES DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CONCRETO CICLÓPEO, CAP 5000 GLN

TAMAÑO	NORMA	NÚM. DIBUJOS	REV
D	ANSI	012	01
ESCALA	INDICADA	HOJA	11

Anexo XII : Estudio topográfico de la Comunidad de Maderas Negras.



COMUNIDAD MADERAS NEGRAS

PI Inicia	PI Termina	RUMBO	DISTAMCIA (m)	X	Y	ELEVACION (m)
LINEA "No.1"						
1				632755.0000	1383916.0000	282.21
1	2	N 20° 25' 20.000" E	100.00	632789.3600	1384009.7147	283.30
1	3	N 38° 57' 21.000" E	60.00	632827.6168	1384056.3725	278.38
3	4	N 40° 14' 11.000" E	35.00	632850.2248	1384083.0910	276.15
4	5	N 35° 44' 33.000" E	165.00	632946.6085	1384217.0134	272.26
5	6	N 46° 44' 09.000" E	20.00	632961.1725	1384230.7206	273.96
6	7	N 33° 41' 25.000" E	100.00	633016.6428	1384313.9254	279.05
7	8	N 52° 48' 54.000" W	40.00	633984.7753	1384338.1011	279.17
8	9	N 27° 4' 18.000" W	100.00	632939.2648	1384427.1449	280.49
9	10	N 20° 13' 28.000" W	40.00	632925.4369	1384464.6787	280.21
10	11	N 32° 9' 50.000" W	115.00	632864.2175	1384562.0295	280.62
11	12	N 73° 53' 54.000" W	105.00	633763.3365	1384591.1505	284.40
12	13	N 71° 6' 49.000" W	120.00	632649.7970	1384629.9936	285.97
13	14	N 82° 55' 34.000" W	140.00	632510.8627	138467.2345	287.13
14	15	N 82° 40' 40.000" W	180.00	632332.3306	1384670.1754	291.64
		Total =	**1,320.00**			
LINEA "No.2"						
7				633016.6428	1384313.9254	279.05
7	16	N 7° 7' 29.000" W	21.00	633014.0382	1384334.7633	279.75
16	17	S 75° 4' 06.000" E	14.10	633027.6621	1384331.1302	280.10
17	18	S 32° 54' 18.000" E	184.90	633128.1086	1384175.8932	274.63
18	19	S 45° 48' 24.000" E	100.00	633199.8078	1384106.1851	276.28
19	20	S 40° 0' 22.000" E	147.00	633294.3096	1383993.5866	274.74
20	21	S 60° 9' 14.000" E	73.00	633357.6272	1383957.2566	274.91
21	22	S 67° 24' 26.000" E	160.00	633505.3486	1383895.7879	277.40
22	23	S 70° 39' 05.000" E	140.00	633637.4414	1383849.4038	275.47
23	24	N 80° 2' 58.000" E	60.00	633696.5389	1383859.7717	274.03
24	25	N 65° 13' 30.000" E	40.00	633732.8573	1383876.5339	278.50
25	26	S 84° 4' 06.000" E	80.00	633812.4290	1383868.2666	283.77
26	27	S 89° 13' 32.000" E	70.00	633982.4226	1383867.3204	284.30
27	28	S 89° 20' 28.000" E	90.00	633972.4166	1383866.2855	279.47
28	29	S 79° 44' 18.000" E	120.00	634090.4972	1383844.9082	272.73
29	30	N 85° 31' 59.000" E	60.00	634150.3149	1383849.5812	264.86
		Total =	**1,360.00**			
LINEA "No.3"						
27				633882.4226	1383867.3204	284.30
27	31	N 47° 1' 39.000" E	160.00	633999.4915	1383976.3840	287.09
31	32	N 23° 34' 30.000" E	60.00	634023.4885	1384031.3762	284.28
32	33	N 45° 0' 1.000" E	73.00	634075.1075	1384082.9948	283.07
33	34	N 81° 31' 45.000" E	47.00	634121.5948	1384089.5182	281.85
34	35	N 60° 8' 29.000" E	60.00	634173.6302	1384119.7898	277.73
35	36	N 27° 33' 12.000" E	24.00	634184.7320	1384141.0678	276.64
36	37	N 14° 45' 47.000" E	156.00	634224.4842	1384291.9179	282.53
		Total =	**580.00**			
LINEA "No.4"						
33				634075.1075	1384082.9948	283.07
33	36-A	S 83° 4' 51.000" W	80.00	633995.6902	1384073.3573	285.83
36-A	37-A	S 64° 43' 38.000" W	140.00	633869.0902	1384013.5873	287.91
37-A	38	S 40° 43' 56.000" W	160.00	633764.6862	1383892.3445	281.61
38	25	S 63° 35' 5.221" W	39.00	633732.8573	1383876.5339	278.50
		Total =	**419.00**			

PI Inicia	PI Termina	RUMBO	DISTAMCIA (m)	X	Y	ELEVACION (m)
LINEA "No.5"						
35				634173.6302	1384119.7898	277.73
35	40-A	S 83° 2' 47.000" E	124.00	634296.7181	1384104.7777	270.73
		Total =	**124.00**			
LINEA "No.6"						
9				632939.2648	1384427.1449	280.49
9	9-A	S 2° 22' 00.000" W	120.00	632934.3095	1384307.2472	279.62
9-A	6	S 19° 20' 33.032" E	76.00	632961.1725	1384230.7206	273.96
		Total =	**196.00**			
LINEA "No.7"						
2				632789.8936	1384009.7147	283.30
2	39	N 64° 33' 50.000" W	86.00	632712.2300	1384046.6520	280.74
39	39-A	N 27° 57' 04.000" W	34.00	632696.2936	1384076.6859	279.52
39-A	40	N 27° 57' 04.000" W	80.00	632658.7961	1384147.3537	279.27
40	41	N 39° 59' 13.000" W	40.00	632633.0916	1384178.0013	279.27
41	42	N 70° 20' 46.000" W	31.00	632603.8976	1384188.4278	279.29
		Total =	**271.00**			
LINEA "No.8"						
42				632603.8976	1384188.4278	279.29
42	43	S 59° 44' 37.000" W	40.00	632569.3465	1384168.2730	284.60
43	44	S 1° 30' 27.000" E	76.00	632571.3458	1384092.2993	292.35
44	45	S 38° 47' 03.000" W	74.00	632524.9931	309.7000	309.70
		Total =	**190.00**			
LINEA "No.9"						
42				632603.8976	1384188.4278	279.29
42	46	S 14° 10' 10.000" E	80.00	632623.4809	1384110.8617	283.18
42	39-A	S 64° 51' 22.385" E	78.30	632696.2936	1384076.6859	279.52
		Total =	**158.30**			
LINEA "No.10"						
3-A				632841.9327	1384073.2913	277.00
3-A	3-B	N 65° 56' 37.000" W	72.38	632775.8393	1384102.7959	277.00
		Total =	**72.38**			
LINEA "No.11"						
3-A				632876.1950	1384119.1758	275.06
3-A	3-B	N 14° 10' 10.000" W	73.03	632819.1899	1384164.8245	275.00
		Total =	**73.03**			
PREDIO DE POZO PROPUESTO						
1-A				632613.3150	1384185.0644	279.50
1-A	2	S 19° 39' 14.000" W	10.00	632609.9517	1384175.6470	280.15
2	3	N 70° 20' 46.000" W	20.00	632591.1168	1384182.3738	280.81
3	4	N 19° 39' 14.000" E	20.00	632597.8436	1384201.2086	277.71
4	1	S 70° 20' 46.000" E	20.00	632616.6784	1384194.4818	278.98
1	1-A	S 19° 39' 14.000" W	10.00	632613.3150	1384185.0644	279.50
PREDIO DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO						
4-A				632531.2570	1384042.4106	307.71
4-A	1	S 51° 12' 57.000" E	10.00	632539.0521	1384036.1467	310.79
1	2	S 38° 47' 03.000" W	20.00	632526.5243	1384020.5565	311.22
2	3	N 51° 12' 57.000" W	20.00	632510.9341	1384033.0842	312.61
3	4	N 38° 47' 03.000" E	20.00	632523.4619	138.4048.6745	312.34
4	4-A	S 51° 12' 57.000" E	10.00	632531.2570	1384042.4106	307.71

SIMBOLOGÍA	
	CERCO
	CEMENTERIO
	ARBOL
	POSTE
	RÍO

UBICACIÓN DE BM				
BM	UBICACIÓN	ESTACIONAMIENTO	DISTANCIA (M)	ELEVACION (MSNM)
1	1-ALC-36"	-	7.00	283.00
2	LINEA 1	0+480	-	279.217
3	LINEA 1 -SOMBRA DE IGUANA	1+025	8.50	286.723
4	LINEA 2-SANDINILLO	0+521	6.50	274.774
5	LINEA 2	1+020	-	283.107
6	LINEA-3CHAPERNO	0+500	4.00	278.746

A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO LAS UNIDADES ESTÁN EN MILÍMETROS. LAS TOLERANCIAS ESTÁN EN:
FRACCIONES DECIMALES ÁNGULOS 0.00

	APROBACIÓN	FECHA
MATERIAL: Los materiales de construcción a utilizar debe cumplir todos los estándares de calidad indicados en el diseño.	DIBUJO: María José López Oporta	07.09.2022
FINALIZAR	REVISO: Ing. Sergio Álvarez García	07.09.2022
	APROBO:	
	APROBACION ADICIONAL:	

JUNTO CON | UTILIZADO EN

APLICACIÓN | DIBUJO CON FACTOR DE ESCALA

NOMBRE DEL PROPIETARIO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

TÍTULO
PLANO TOPOGRÁFICO

TAMAÑO	NORMA	NÚM. DIBUJOS	REV.
D	ANSI	012	01
ESCALA	INDICADA	HOJA	04

Anexo XIII : Resultados de los análisis hidráulicos y diseño de la red de distribución con el Software EPANET para el Sistema de abastecimiento de la Comunidad de Maderas Negras.

Tabla XIII.1.- Análisis hidráulico dinámico de la red de nodos con CMH en la comunidad Maderas Negras, conforme la variaciones del consumo a las 0:00 horas.

Tramo		Nodo	Distancia, (m)	Elevación, (m)		Altura	Q	D	Velocidad	Presión
Inicia	Termina			inicial	final	msnm	m³/s	pulgadas	m/s	m
Línea 1										
1	2	PI-2	100.00	282.21	283.30	310.16	1.42E-03	2	0.7	26.86
1	3	PI-3	60.00	282.21	278.38	310.16	1.42E-03	2	0.7	31.78
3	4	PI-4	35.00	278.38	276.15	310.15	1.82E-03	2	0.9	34.01
4	5	PI-5	165.00	276.15	272.26	310.15	1.72E-03	2	0.85	37.89
5	6	PI-6	20.00	272.26	273.96	310.15	1.72E-03	2	0.85	36.2
6	7	PI-7	100.00	273.96	279.05	310.15	1.72E-03	2	0.85	31.11
7	8	PI-8	40.00	279.05	279.17	310.15	1.72E-03	2	0.85	29.66
8	9	PI-9	100.00	279.17	280.49	310.15	2.74E-03	2	1.35	29.66
9	10	PI-10	40.00	280.49	280.21	310.15	2.74E-03	2	1.35	29.94
10	11	PI-11	115.00	280.21	280.62	310.15	1.52E-03	2	0.75	29.53
11	12	PI-12	105.00	280.62	284.40	310.15	1.72E-03	2	0.85	25.75
12	13	PI-13	120.00	284.40	285.97	310.15	1.72E-03	2	0.85	24.18
13	14	PI-14	140.00	285.97	287.13	310.15	1.52E-03	2	0.75	23.02
14	15	PI-15	180.00	287.13	291.64	310.15	1.82E-03	2	0.9	18.4
Linea2										
7	16	PI-16	21.00	279.05	279.75	310.14	1.82E-03	2	0.9	30.39
16	17	PI-17	14.10	279.75	280.10	310.14	1.82E-03	2	0.9	30.04
17	18	PI-18	184.90	280.10	274.63	310.14	1.82E-03	2	0.9	35.51
18	19	PI-19	100.00	274.63	276.28	310.14	2.53E-03	2	1.25	33.86
19	20	PI-20	147.00	276.28	274.74	310.14	2.53E-03	2	1.25	35.41
20	21	PI-21	73.00	274.74	274.91	310.14	2.53E-03	2	1.25	35.23

Tramo		Nodo	Distancia, (m)	Elevación, (m)		Altura	Q	D	Velocidad	Presión
Inicia	Termina			inicial	final	msnm	m³/s	pulgadas	m/s	m
21	22	PI-22	160.00	274.91	277.40	310.13	2.53E-03	2	1.25	32.73
22	23	PI-23	140.00	277.40	275.47	310.14	2.53E-03	2	1.25	35.66
23	24	PI-24	60.00	275.47	274.03	310.13	2.53E-03	2	1.25	36.1
24	25	PI-25	40.00	274.03	278.50	310.13	2.53E-03	2	1.25	31.63
25	26	PI-26	80.00	278.50	283.77	310.13	2.53E-03	2	1.25	26.36
26	27	PI-27	70.00	283.77	284.30	310.13	1.52E-03	2	0.75	25.83
27	28	PI-28	90.00	284.30	279.47	310.13	1.52E-03	2	0.75	30.66
28	29	PI-29	120.00	279.47	272.73	310.13	1.72E-03	2	0.85	37.4
29	30	PI-30	60.00	272.73	264.86	315.4	0.00E+00	2	0.85	30.8
Línea 3										
27	31	PI-31	160.00	284.3	287.09	310.13	2.74E-03	2	1.35	23.04
31	32	PI-32	60.00	287.09	284.28	310.13	1.82E-03	2	0.9	25.85
32	33	PI-33	73.00	284.28	283.07	310.13	2.33E-03	2	1.15	27.06
33	34	PI-34	47.00	283.07	281.85	310.13	1.72E-03	2	0.85	28.28
34	35	PI-35	60.00	281.85	277.73	310.13	1.82E-03	2	0.9	32.4
35	36	PI-36	24.00	277.73	276.64	310.13	1.52E-03	2	0.75	33.49
36	37	PI-37	156.00	276.64	282.53	310.13	2.33E-03	2	1.15	27.6
Línea 4										
33	36-A	PI-36A	80.00	283.07	285.83	310.13	2.33E-03	2	1.15	24.3
36-A	37-A	PI-37A	140.00	285.83	287.91	310.13	1.72E-03	2	0.85	22.22
37-A	38	PI-38	160.00	287.91	281.61	310.13	1.72E-03	2	0.85	28.52
38	25		39.00	281.61	278.50	310.13	1.72E-03	2	0.85	31.63
Línea 6										
9	9-A	PI-9-A	120.00	280.49	279.62	310.15	1.72E-03	2	0.85	30.53
9-A	6	PI-6	76.00	279.62	273.96	310.15	1.82E-03	2	0.9	36.19

Tramo		Nodo	Distancia, (m)	Elevación, (m)		Altura	Q	D	Velocidad	Presión
Inicia	Termina			inicial	final	msnm	m³/s	pulgadas	m/s	m
Línea 7										
2	39	PI-39	86.00	283.3	280.74	310.17	2.53E-03	2	1.25	29.43
39	39-A	PI-39A	34.00	280.74	279.52	310.17	1.72E-03	2	0.85	30.65
39-A	40	PI-40	80.00	279.52	279.27	310.17	1.72E-03	2	0.85	30.9
40	41	PI-41	40.00	279.27	279.27	310.18	1.72E-03	2	0.85	30.91
41	42	POZO	31.00	279.27	279.29	315.53	1.72E-03	2	0.85	36.24
Línea 8										
42	43	PI-43	40.00	279.29	284.6	310.18	1.72E-03	2	0.85	25.58
43	44	PI-44	76.00	284.60	292.35	315.19	1.72E-03	2	0.85	22.84
44	45	PI-45	74.00	292.35	309.7	310.2	1.72E-03	2	0.85	15
Línea 9										
42	46	PI-46	80.00	279.29	283.18	310.17	1.82E-03	2	0.9	26.9
42	39-A		78.30	283.18	279.52	310.17	1.82E-03	2	0.9	30.65
Línea 10										
3-A	3-B	PI-3-1	72.38	277	277.00	310.16	3.04E-03	2	1.5	33.16

Presión Mínima: = 15 m

Presión Máxima: = 37.89 m

Vel. Mínima: = 0.7 m/s

Vel. Máxima: = 1.5 m/s

Tabla XIII.2.- Análisis hidráulico dinámico de la red de nodos con CMH en la comunidad Maderas Negras, conforme la variación máxima de consumo a las 10:00 horas.

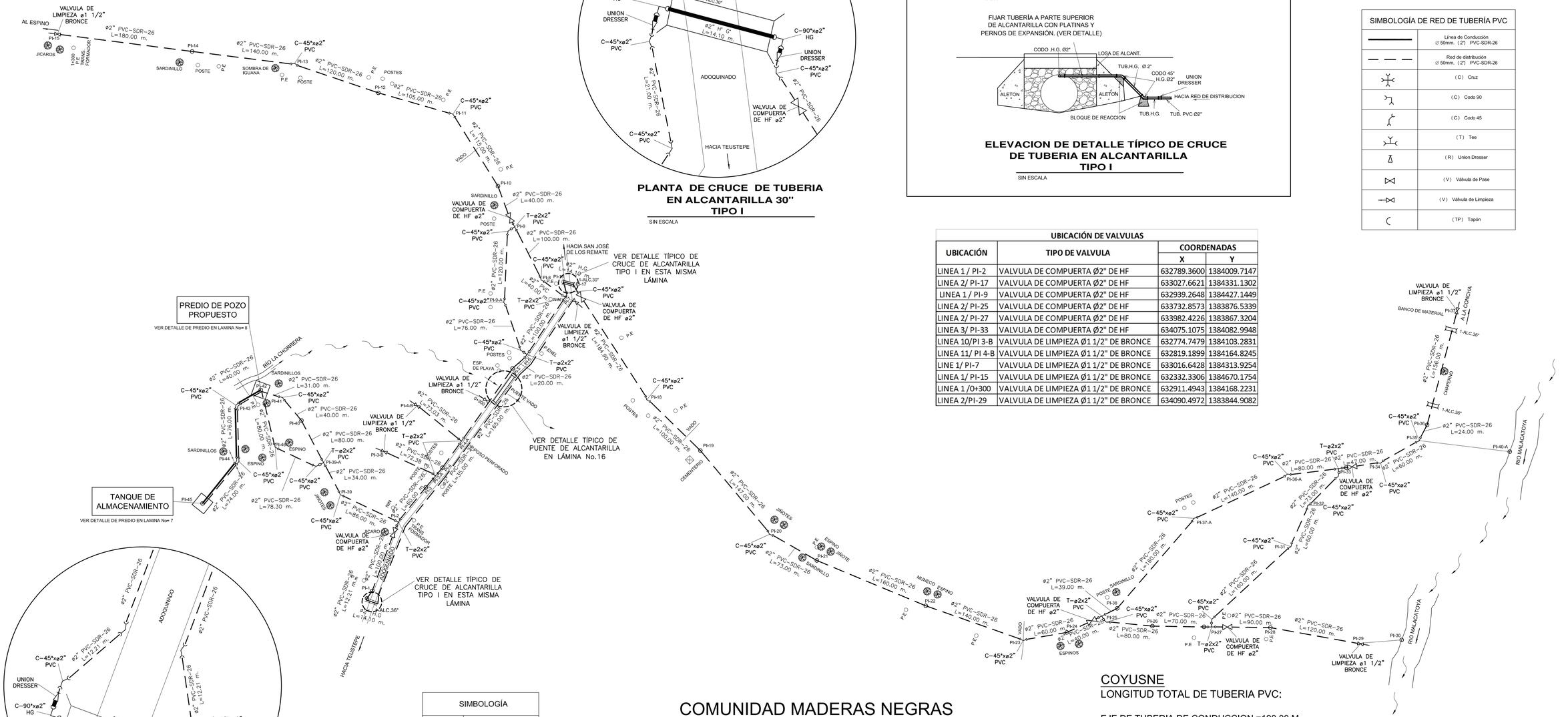
Tramo		Nodo	Distancia, (m)	Elevación, (m)		Altura	Q	D	Velocidad	Presion
Inicia	Termina			inicial	final	msnm	m^3/s	pulgadas	m/s	m
Linea 1										
1	2	PI-2	100.00	282.21	283.30	310.16	2.37E-03	3	0.52	26.25
1	3	PI-3	60.00	282.21	278.38	310.16	2.37E-03	3	0.52	31.2
3	4	PI-4	35.00	278.38	276.15	310.15	3.05E-03	3	0.67	33.85
4	5	PI-5	165.00	276.15	272.26	310.15	2.88E-03	3	0.63	37.2
5	6	PI-6	20.00	272.26	273.96	310.15	2.88E-03	3	0.63	35.95
6	7	PI-7	100.00	273.96	279.05	310.15	2.88E-03	3	0.63	30.85
7	8	PI-8	40.00	279.05	279.17	310.15	2.88E-03	3	0.63	29.1
8	9	PI-9	100.00	279.17	280.49	310.15	4.57E-03	3	1.00	29.1
9	10	PI-10	40.00	280.49	280.21	310.15	4.57E-03	3	1.00	29.25
10	11	PI-11	115.00	280.21	280.62	310.15	2.54E-03	3	0.56	29.01
11	12	PI-12	105.00	280.62	284.40	310.15	2.88E-03	3	0.63	25.15
12	13	PI-13	120.00	284.40	285.97	310.15	2.88E-03	3	0.63	23.89
13	14	PI-14	140.00	285.97	287.13	310.15	2.54E-03	3	0.56	22.95
14	15	PI-15	180.00	287.13	291.64	310.15	3.05E-03	3	0.67	17.69
Linea2										
7	16	PI-16	21.00	279.05	279.75	310.14	3.05E-03	3	0.67	30.39
16	17	PI-17	14.10	279.75	280.10	310.14	3.05E-03	3	0.67	29.65
17	18	PI-18	184.90	280.10	274.63	310.14	3.05E-03	3	0.67	35.1
18	19	PI-19	100.00	274.63	276.28	310.14	4.23E-03	3	0.93	33.45
19	20	PI-20	147.00	276.28	274.74	310.14	4.23E-03	3	0.93	34.95
20	21	PI-21	73.00	274.74	274.91	310.14	4.23E-03	3	0.93	34.85
21	22	PI-22	160.00	274.91	277.40	310.13	4.23E-03	3	0.93	32.25
22	23	PI-23	140.00	277.40	275.47	310.14	4.23E-03	3	0.93	35.12

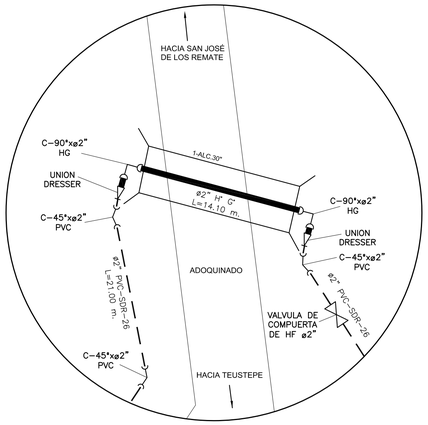
Tramo		Nodo	Distancia, (m)	Elevación, (m)		Altura	Q	D	Velocidad	Presion
Inicia	Termina			inicial	final	msnm	m³/s	pulgadas	m/s	m
23	24	PI-24	60.00	275.47	274.03	310.13	4.23E-03	3	0.93	35.74
24	25	PI-25	40.00	274.03	278.50	310.13	4.23E-03	3	0.93	31.12
25	26	PI-26	80.00	278.50	283.77	310.13	4.23E-03	3	0.93	25.95
26	27	PI-27	70.00	283.77	284.30	310.13	2.54E-03	3	**0.56**	25.45
27	28	PI-28	90.00	284.30	279.47	310.13	2.54E-03	3	**0.56**	29.95
28	29	PI-29	120.00	279.47	272.73	310.13	2.88E-03	3	0.63	36.85
29	30	PI-30	60.00	272.73	264.86	315.4	2.88E-03	3	0.63	30.21
Linea 3										
27	31	PI-31	160.00	284.3	287.09	310.13	4.57E-03	3	1.00	22.65
31	32	PI-32	60.00	287.09	284.28	310.13	3.05E-03	3	0.67	25.4
32	33	PI-33	73.00	284.28	283.07	310.13	3.89E-03	3	0.85	26.75
33	34	PI-34	47.00	283.07	281.85	310.13	2.88E-03	3	0.63	27.85
34	35	PI-35	60.00	281.85	277.73	310.13	3.05E-03	3	0.67	31.98
35	36	PI-36	24.00	277.73	276.64	310.13	2.54E-03	3	0.56	33.02
36	37	PI-37	156.00	276.64	282.53	310.13	3.89E-03	3	0.85	27.15
Linea 4										
33	36-A	PI-36A	80.00	283.07	285.83	310.13	3.89E-03	3	0.85	23.86
36-A	37-A	PI-37A	140.00	285.83	287.91	310.13	2.88E-03	3	0.63	21.85
37-A	38	PI-38	160.00	287.91	281.61	310.13	2.88E-03	3	0.63	28.02
38	25		39.00	281.61	278.50	310.13	2.88E-03	3	0.63	31.05
Linea 6							0.00E+00			
9	9-A	PI-9-A	120.00	280.49	279.62	310.15	2.88E-03	3	0.63	29.95
9-A	6	PI-6	76.00	279.62	273.96	310.15	3.05E-03	3	0.67	35.9
Linea 7										
2	39	PI-39	86.00	283.3	280.74	310.17	4.23E-03	3	0.93	28.95
39	39-A	PI-39A	34.00	280.74	279.52	310.17	2.88E-03	3	0.63	30.2
39-A	40	PI-40	80.00	279.52	279.27	310.17	2.88E-03	3	0.63	30.4

Tramo		Nodo	Distancia, (m)	Elevación, (m)		Altura	Q	D	Velocidad	Presión
Inicia	Termina			inicial	final	msnm	m^3/s	pulgadas	m/s	m
Línea 8										
40	41	PI-41	40.00	279.27	279.27	310.18	2.88E-03	3	0.63	29.95
41	42	POZO	31.00	279.27	279.29	315.53	2.88E-03	3	0.63	35.95
42	43	PI-43	40.00	279.29	284.6	310.18	1.72E-03	2	0.85	25.58
43	44	PI-44	76.00	284.60	292.35	315.19	1.72E-03	2	0.85	22.84
44	45	PI-45	74.00	292.35	309.7	310.2	1.72E-03	2	0.85	15
Línea 9										
42	46	PI-46	80.00	279.29	283.18	310.17	1.82E-03	2	0.9	26.9
42	39-A		78.30	283.18	279.52	310.17	1.82E-03	2	0.9	30.65
Línea 10										
3-A	3-B	PI-3-1	72.38	277	277.00	310.16	3.04E-03	2	1.5	33.16
Presión Mínima: = 15 m										
Presión Máxima: = 37.89 m										
Vel. Mínima: = 0.7 m/s										
Vel. Máxima: = 1.5 m/s										

Anexo XIV: Red del sistema de suministro de agua potable

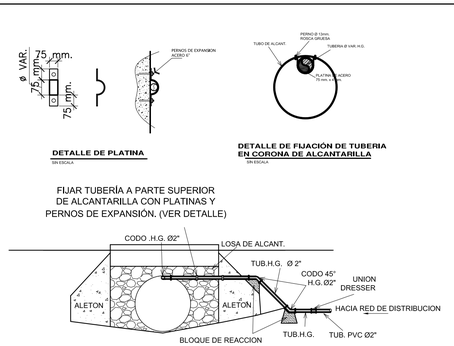
RED DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE





PLANTA DE CRUCE DE TUBERIA EN ALCANTARILLA 30" TIPO I

SIN ESCALA



ELEVACION DE DETALLE TÍPICO DE CRUCE DE TUBERIA EN ALCANTARILLA TIPO I

SIN ESCALA

UBICACIÓN DE VALVULAS			
UBICACIÓN	TIPO DE VALVULA	COORDENADAS	
		X	Y
LINEA 1 / PI-2	VALVULA DE COMPUERTA Ø2" DE HF	632789.3600	1384009.7147
LINEA 2/ PI-17	VALVULA DE COMPUERTA Ø2" DE HF	633027.6621	1384331.1302
LINEA 1 / PI-9	VALVULA DE COMPUERTA Ø2" DE HF	632939.2648	1384427.1449
LINEA 2/ PI-25	VALVULA DE COMPUERTA Ø2" DE HF	633732.8573	1383876.5339
LINEA 2/ PI-27	VALVULA DE COMPUERTA Ø2" DE HF	633982.4226	1383867.3204
LINEA 3/ PI-33	VALVULA DE COMPUERTA Ø2" DE HF	634075.1075	1384082.9948
LINEA 10/PI 3-B	VALVULA DE LIMPIEZA Ø1 1/2" DE BRONCE	632774.7479	1384103.2831
LINEA 11/ PI 4-B	VALVULA DE LIMPIEZA Ø1 1/2" DE BRONCE	632819.1899	1384164.8245
LINE 1/ PI-7	VALVULA DE LIMPIEZA Ø1 1/2" DE BRONCE	633016.6428	1384313.9254
LINEA 1/ PI-15	VALVULA DE LIMPIEZA Ø1 1/2" DE BRONCE	632332.3306	1384670.1754
LINEA 1 /0+300	VALVULA DE LIMPIEZA Ø1 1/2" DE BRONCE	632911.4943	1384168.2231
LINEA 2/PI-29	VALVULA DE LIMPIEZA Ø1 1/2" DE BRONCE	634090.4972	1383844.9082

NOTAS GENERALES

1- LAS TUBERIAS A INSTALAR EN LA LINEA DE CONDUCCION Y RED DE DISTRIBUCION SERA PVC SDR-26 SEGUN NORMAS ASTM-2241-73, LOS ACCESORIOS PVC SERAN CEDULA 40 SEGUN ASTM-2466.

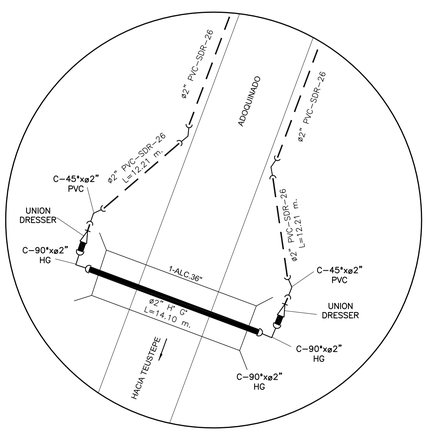
2- LAS TUBERIAS SE DEBERAN INSTALAR CONFORME LA ALINEACION INDICADA Y A UNA PROFUNDIDAD DE 1,20 m COMO MINIMO DE LA RASANTE DEL CAMINO HASTA LA CORONA DEL TUBO, EN LA LINEA DE CONDUCCION ESTA PROFUNDIDAD TAMBIEN SERA DE 1,20 m.

3- LA UBICACION DE LAS TUBERIAS EN CAMINOS SERA: EN LA BANDA SUR EN VIAS CON ORIENTACION PREDOMINANTE ESTE-OESTE, Y EN LA BANDA ESTE EN VIAS CON ORIENTACION NORTE-SUR, EN SERVIDUMBRES DE PASE LA TUBERIA SE UBICARA AL CENTRO DEL MISMO.

4- SE USARAN ADAPTADORES ESPECIALES PARA UNIR TUBERIAS PVC CON H.G. Y/O H.F. SEGUN SE INDICA EN LOS DETALLES.

SIMBOLOGÍA PVC	
———	Línea de Conducción ∅ 50mm. (2") PVC-SDR-26
— — —	Red de distribución ∅ 50mm. (2") PVC-SDR-26
	(C) Cruz
	(C) Codo 90
	(C) Codo 45
	(T) Tee
	(R) Union Dresser
	(V) Válvula de Pase
	(V) Válvula de Limpieza
	(TP) Tapón

SIMBOLOGÍA	
	CERCO
	CEMENTERIO
	ARBOL
	POSTE
	RÍO



PLANTA DE CRUCE DE TUBERIA EN ALCANTARILLA 36" TIPO I

SIN ESCALA

COMUNIDAD MADERAS NEGRAS

COYUSNE

LONGITUD TOTAL DE TUBERIA PVC:

EJE DE TUBERIA DE CONDUCCION =190.00 M.
(TUBERIA D=2" SDR-26)= 190.00 M

EJE DE TUBERIA RED DE DISTRIBUCION = 5,093.23 M.
(TUBERIA D=2" SDR-26)= 4,973.03 M
(CRUCE DE PUENTE D=2" HG)= 92.00 M
(CRUCE DE ALCANTARILLA D=2" HG)= 28.20 M

A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO LAS UNIDADES ESTÁN EN: MILIMETROS. LAS TOLERANCIAS ESTÁN EN:
FRACCIONES DECIMALES ÁNGULOS 0.00

MATERIAL: Los materiales de construcción a utilizar debe cumplir todos los estándares de calidad indicados en el diseño.

FINALIZAR

JUNTO CON | UTILIZADO EN

APLICACIÓN: DIBUJO CON FACTOR DE ESCALA

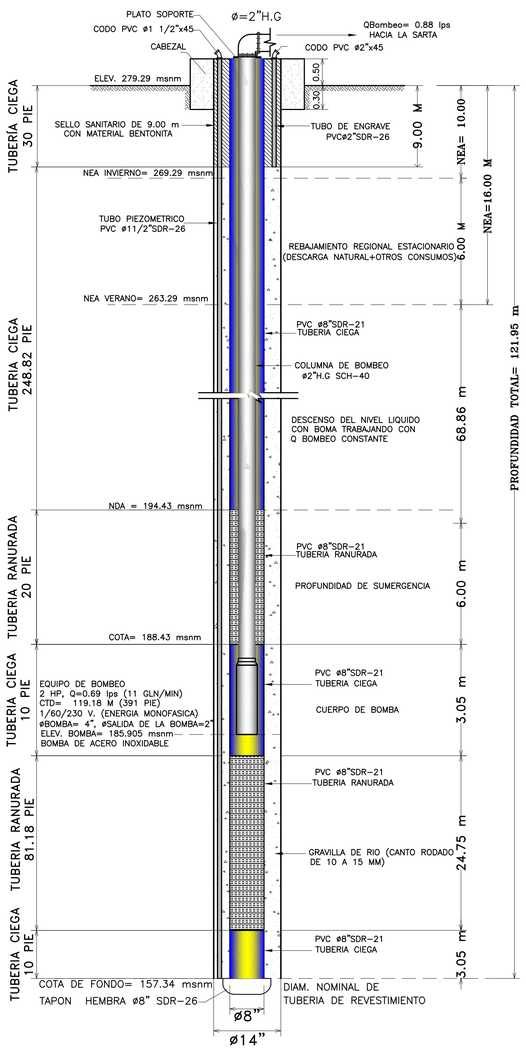
APROBACIÓN | FECHA
DIBUJO: María José López Oporta 07.09.2022
REVISO: Ing. Sergio Álvarez García 07.09.2022
APROBO:
APROBACION ADICIONAL:

NOMBRE DEL PROPIETARIO: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

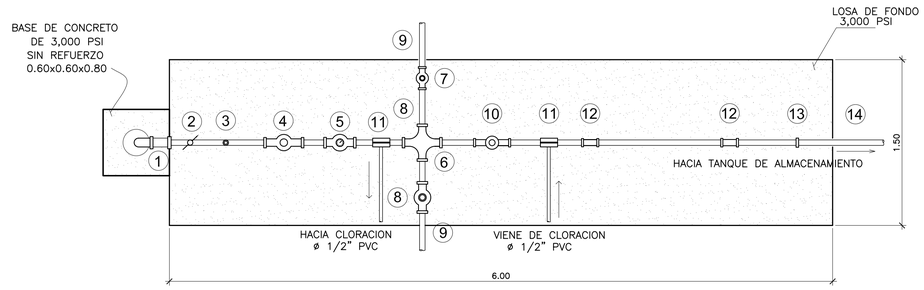
TÍTULO: RED DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE

TAMAÑO	NORMA	NÚM. DIBUJOS	REV.
D	ANSI	012	01
ESCALA: INDICADA		HOJA: 08	

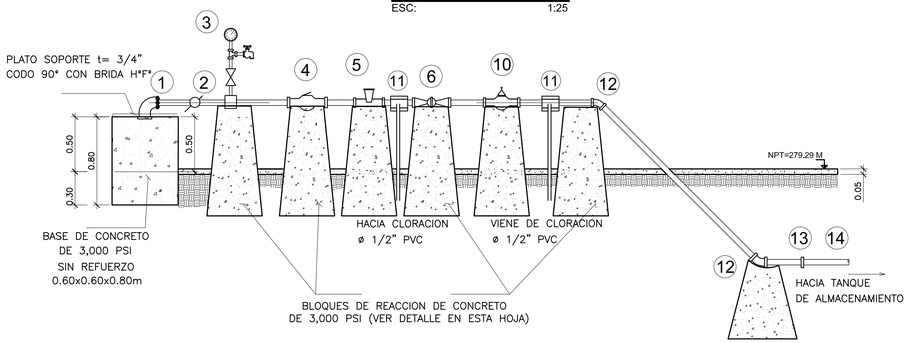
Anexo XV : Conexión de la planta de purificación acoplada al sistema de redes de distribución.



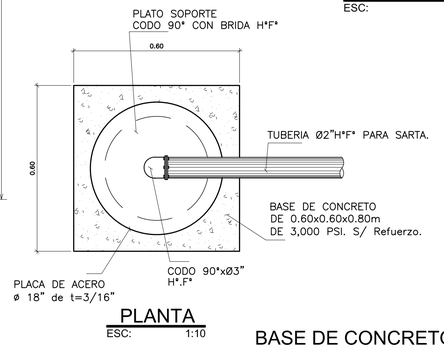
NOTA: EQUIPO DE BOMBEO CALCULADO PARA EL AÑO 10.



PLANTA DE SARTA
ESC: 1:25

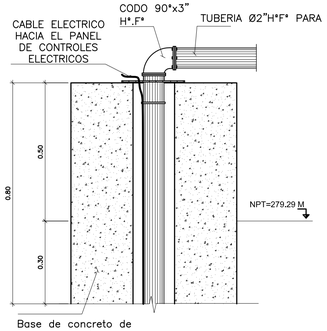


ELEVACION DE SARTA
ESC: 1:25

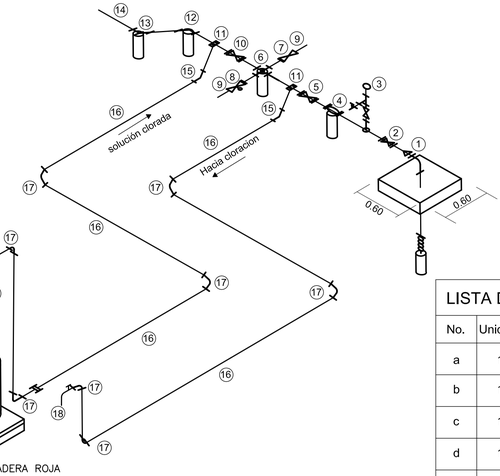


PLANTA
ESC: 1:10

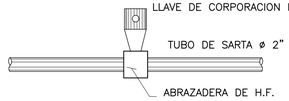
BASE DE CONCRETO



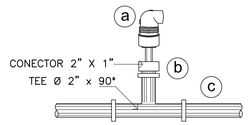
ELEVACION
ESC: 1:10



ISOMÉTRICO
SARTA DE H.F. + VALVULAS Ø2"
SIN ESCALA

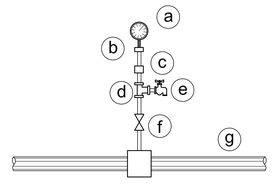


LLAVE DE CORPORACION
SIN ESCALA



DETALLE DE CONEXION DE VALVULA DE AIRE
ESC: 1:10

LISTA DE MATERIALES PARA CONEXION VALVULA DE AIRE		
No.	Unidad	A C C E S O R I O S
a	1	VALVULA DE AIRE Y VACIO Ø 1" H.F.
b	1	NIPLE H.G. CON ROSCA ESTANDARD.
c	1	SARTA DE BOMBA Ø 2" H.G.



CONEXION DE MANOMETRO
ESC: 1:10

LISTA DE MATERIALES PARA CONEXION DE MANOMETRO		
No.	Unidad	A C C E S O R I O S
a	1	MANOMETRO DE 300 PSI
b	1	REDUCTOR BUSHING DE 1/2" x 3/8' H.G.
c	1	UNION UNIVERSAL DE 1/2" DE H.G.
d	1	TEE DE 1/2" x 1/2" x 1/2" H.G. EXTREMOS ROSCADOS
e	1	LLAVE DE CHORRO DE BRONCE DE 1/2" DE BRONCE
f	1	VALVULA DE PASE DE 1/2" DE BRONCE CON ROSCA HEMBRA I.P.
g	1	TUBERIA DE SARTA Ø 2" H.G.
	1	METRO DE TUBO 1/2" H.G. ROSCA ESTANDARD

LISTA DE MATERIALES A UTILIZAR EN SARTA DE Ø 2"		
No.	Unidad	D E S C R I P C I O N
1	1	CODO DE Ø2" X 90° H.G. EXTREMOS ROSCADOS
2	1	VALVULA DE AIRE DE H.F. Ø2" CON ROSCA MACHO
3	1	MANOMETRO HIDRAULICO CON CARCASA DE ACERO160 PSI
4	1	MEDIDOR MAESTRO 2" EXTREMOS BRIDADOS
5	1	VALVULA DE CHECK H.F. Ø 2" EXTREMOS BRIDADOS
6	1	CRUZ DE H.F.Ø 2" x 2" EXTREMOS BRIDADOS
7	1	VALVULA DE ALIVIO 2" DE H.F. EXTREMOS BRIDADOS
8	1	VALVULA DE COMP. Ø 2" DE H.F. EXTREMOS BRIDADOS
9	1	NIPLE H.F. Ø 2" CON FLANGE EN UN EXTREMO L=1.50m
10	1	VALVULA DE PASE Ø 2" DE H.F. EXTREMOS ROSCADOS
11	2	SILLETA Ø 2" X 1/2" PVC
12	1	CODOS DE Ø 2" x 45° H.F. EXTREMOS ROSCADOS
13	1	UNION DRESSER Ø 2" DE PARA TUBO PVC Y H.F.
14	1	TUBERIA PVC Ø 2" SDR-26

MATERIALES EN CONEXION DE HIPOCLORADOR		
No.	Unidad	D E S C R I P C I O N
15	2	CODO PVC DE Ø 1/2" x 45°
16	1	TUBO PVC SDR-13 Ø 1/2"
17	11	CODO PVC DE Ø 1/2" x 90°
18	1	LLAVE DE CHORRO DE BRONCE Ø 1/2"
19	1	BOMBA DOSIFICADORA 6 GLN/ DIA, 150 PSI
20	1	TUBO H.G. CEDULA-40 Ø 1/2"
21	1	MANGUERA PLASTICA Ø 1/2"
22	1	RECIPIENTE PLASTICO CAPACIDAD 40 GLN
23	1	BANCO DE MADERA

NOTAS IMPORTANTES

TODAS LAS TUBERIAS SERAN DE PVC ø 1/2" SDR-13.5

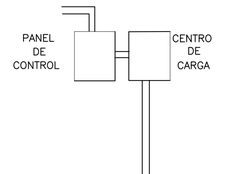
LOS CODOS SERAN DE 90° x 1/2" se deberán suministrar los adaptadores necesarios para unir las tuberías PVC con las mangueras del dosificador.

Las tuberías PVC se deberán fijar a la pared con bridas ø1/2" H°G° con pernos de expansión de 3/4" ó tarugos plásticos expansibles

El tanque se solución será de plástico capacidad de 250 LTS. Montado en Banco de madera

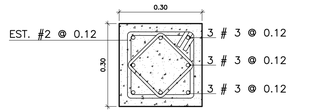
En la solución se deberá instalar un pascón para tubo de 1/2" de PVC

El dosificador se instalara sobre una estructura metálica de acuerdo al detalle mostrado en esta hoja.

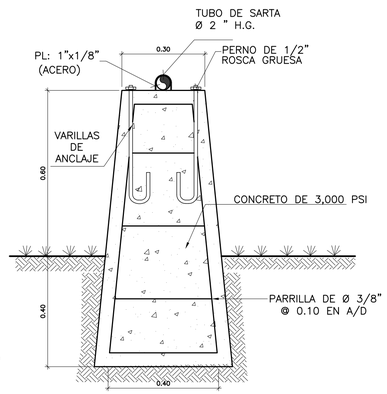


ALIMENTACION AL MOMTOR SUMERGIBLE DE 3 HP

DETALLE DE ENERGIZACION DE BOMBA
SIN ESCALA



SECCION "A"
ESC: 1:10



BLOQUE DE REACCION Y ANCLAJE TIPICO
ESC: 1:10

		A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO LAS UNIDADES ESTÁN EN MILIMETROS. LAS TOLERANCIAS ESTÁN EN: FRACCIONES DECIMALES ÁNGULOS 0.00		NOMBRE DEL PROPIETARIO	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
		MATERIAL Los materiales de construcción a utilizar debe cumplir todos los estándares de calidad indicados en el diseño.	APROBACIÓN	FECHA	TÍTULO DETALLE DE POZO Y SARTA
		FINALIZAR	DIBUJO: María José López Oporta	07.09.2022	
JUNTO CON	UTILIZADO EN		REVISO: Ing. Sergio Álvarez García	07.09.2022	
APLICACIÓN		DIBUJO CON FACTOR DE ESCALA	APROBO: APROBACIÓN ADICIONAL:		TAMAÑO D NORMA ANSI NÚM. DIBUJOS 012 REV. 01 ESCALA INDICADA HOJA 09