

Área de Conocimiento de Ingeniería y Afines

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POR
GRAVEDAD EN LA COMUNIDAD
EL ANZUELO – EL PELÓN DEL
MUNICIPIO DE MATIGUAS,
DEPARTAMENTO DE
MATAGALPA”.**

Trabajo Monográfico para optar al título de
Ingeniero Civil

Elaborado por:

Br. Adán Alberto
González López

Carnet: 2017-0313N.

07 de mayo de 2024
Managua, Nicaragua

Br. Luis Jared
Rodríguez Benavidez

Carnet: 2017-0309N

Tutor:

M. Sc. Juan
Leonardo Chow

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico primeramente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerzas para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis Padres por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy seré. Ha sido un orgullo y privilegio ser su hijo.

A mis hermanos por estar siempre presente, acompañándome, por el apoyo moral e incondicional que me han brindado a lo largo de esta etapa de mi vida.

Al ingeniero Elías Castillo se le agradece todo su apoyo que nos brindó a lo largo de la finalización de este trabajo de tesis.

Br. Adán Alberto González López

DEDICATORA

Le dedico primeramente mi trabajo a Dios quien fue el creador de todas las cosas, el que me ha dado fuerzas para continuar cuando he estado a punto de caer; por ello con toda la humildad de mi corazón.

A mi madre, de igual forma, a mis hermanos a quienes le debo la vida, les agradezco el cariño y su comprensión, a ustedes quienes han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores lo cual me ha ayudado a salir adelante buscando siempre el mejor camino.

A mi novia Sofía Díaz, quien se ha convertido en una de mis motivaciones mas grandes para salir adelante, gracias por estar a mi lado y ser parte de mi proceso de vida.

A los maestros, gracias por el valioso tiempo, por su apoyo incondicional, así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional, en especial a los profesores que nos impartieron clases, por haber guiado en el desarrollo de este trabajo y llegar a la culminación del mismo.

Br. Luis Jared Rodríguez Benavidez

AGRADECIMIENTO

A Dios por habernos permitido la culminación de nuestros estudios, por las fortalezas que nos da día a día y la motivación para seguir cumpliendo nuestros objetivos, por la oportunidad que nos ha dado de desarrollar nuestras capacidades al realizar este estudio y por darnos sabiduría entrega y amor.

A nuestros padres por apoyarnos en todo momento de nuestras vidas por estar siempre a nuestro lado brindándonos confianza y fortaleza, por su comprensión e inspiración en nuestras vidas.

A la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) por brindarnos un espacio para formarnos profesionalmente y su contribución al alcance de nuestras metas.

A todos y cada uno de los docentes que nos impartieron clases por compartir sus valiosos conocimientos en cada momento de nuestras vidas para incidir en la educación integral del estudiantado contribuyendo así al proceso de transformación de nuestra sociedad.

Br. Adán Alberto González López

Br. Luis Jared Rodríguez Benavidez

RESUMEN EJECUTIVO

La finalidad de este presente documento es realizar el diseño de un sistema de agua potable, que brinde un servicio eficiente y continuo durante su periodo de diseño de 20 años, para la comunidad El Anzuelo- El Pelón del municipio de Matiguás, Matagalpa. Los parámetros de diseño se definieron de acuerdo con la información básica obtenida de las siguientes actividades previas realizadas en el área contemplada por el proyecto:

- Encuesta Socioeconómica
- Recopilación de Información
- Levantamiento Topográfico

La comunidad en estudio presenta características de dispersión y concentración de su población, abasteciéndose actualmente de agua de pozos excavados a mano y otros métodos de abastecimiento con altos riesgos de contaminación; por lo que actualmente demanda dicha población un sistema de aprovisionamiento de agua que les garantice la salud de sus habitantes.

De acuerdo con los resultados del estudio socioeconómico que se realizaron casa a casa en la comunidad, cada una de las personas proporcionó la información necesaria para la elaboración de este documento. Otro aspecto importante para la ejecución de dicho proyecto es que sus pobladores están dispuestos a participar en las actividades para su realización y garantizar la sostenibilidad de este una vez ejecutado; así como también fortalecer la participación comunitaria, promoción comunal y educación sanitaria.

Según las características topográficas del sitio y la ubicación de la obra de captación se determinó que la conducción del sistema se realice por gravedad.

El presente documento fue estructurado en los siguientes capítulos:

Capítulo I Aspectos generales

Se dan a conocer los aspectos metodológicos de la investigación como es la introducción a la problemática actual de la zona en estudio, sus antecedentes, la justificación y el planteamiento del problema, los objetivos necesarios para darle solución y las estrategias teóricas para darle salida a los objetivos.

Capítulo II. Descripción del área de estudio

En este capítulo se presentan las generalidades y características del municipio socio económicas, así como también su relieve y climatología.

Capítulo III. Marco Teórico

Contiene información de los estudios fisicoquímicos, bacteriológicos y de caudal, realizados a la fuente de abastecimiento, la proyección geométrica de la población beneficiada y la demanda.

Capítulo IV. Diseño Metodológico

Se describen las metodologías de diseño de cada uno de los elementos hidráulicos para el funcionamiento del sistema, donde se detalla de forma general cada una de las redes, ubicación de la fuente y tanque de almacenamiento.

Capítulo V. Cálculos y Análisis de Resultados

En este capítulo se presentan detalladamente los pasos de los cálculos y resultados obtenidos tanto para los estudios básicos como el diseño hidráulico y los correspondientes planos de la red.

Capítulo VI. Conclusiones y recomendaciones

En este capítulo se detallan los aspectos importantes a considerar con este estudio.

Anexos

Contiene información complementaria de los capítulos anteriores.

ÍNDICE GENERAL

1	GENERALIDADES.....	1
1.1	Introducción.....	1
1.2	Antecedentes	2
1.3	Justificación.....	3
1.4	Objetivos	4
1.4.1	Objetivo general.....	4
1.4.2	Objetivos específicos.....	4
2	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	5
2.1	Características del sitio	5
2.1.1	Macro localización	5
2.1.2	Micro localización	5
2.1.3	Aspectos topográficos	6
3	MARCO TEÓRICO	7
3.1	Estudios previos.....	7
3.1.1	Estudio socioeconómico	7
3.1.2	Estudio topográfico	7
3.1.3	Estudio del agua.....	8
3.2	Análisis hidráulico.....	8
3.2.1	Obra de captación del mini acueducto por gravedad.....	8
3.2.2	Población y consumo.....	9
3.2.3	Línea de conducción.....	10
3.2.4	Diseño del sistema de abastecimiento	11
3.2.5	Presupuesto	12

4	DISEÑO METODOLÓGICO.....	14
4.1	Encuesta socioeconómica.....	14
4.2	Estudio topográfico.....	14
4.2.1	Etapa de campo.....	14
4.2.2	Etapa de gabinete.....	14
4.3	Estudios en la fuente.....	15
4.4	Diseño del acueducto.....	15
4.4.1	Población y demanda	15
4.4.2	Diseño hidráulico del sistema	17
4.5	Presupuesto	21
5	CÁLCULOS Y RESULTADOS	22
5.1	Estudio socioeconómico.....	22
5.2	Levantamiento topográfico	30
5.3	Aforo y calidad de agua de la fuente	30
5.3.1	Aforo de la fuente	30
5.3.2	Calidad del agua.....	31
5.3.3	Proyección de población y determinación del consumo	32
5.4	Diseño del sistema de agua potable	35
5.4.1	Obra de Captación manantial de ladera	35
5.4.2	Diseño de la línea de conducción	39
5.4.3	Dimensionamiento del tanque	45
5.4.4	Tratamiento del cloro	46
5.4.5	Demanda de los nodos.....	46
5.4.6	Análisis en EPANET	49
5.4.7	Evaluación del cloro residual en la red de distribución.	59

5.5	Costo y presupuesto	61
6	CONCLUSIONES	62
7	RECOMENDACIONES	63
8	BIBLIOGRAFÍA	64
9	ANEXOS	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Localización del proyecto	6
Figura 2	Habitantes de la comunidad	22
Figura 3	Viviendas	23
Figura 4	Condiciones de las viviendas(paredes)	23
Figura 5	Condiciones de las viviendas (pisos).....	24
Figura 6	Condiciones de las viviendas (techos).....	25
Figura 7	Estado actual de las viviendas	25
Figura 8	Lugar de trabajo	26
Figura 9	Ingresos mensuales	27
Figura 10	Actividades económicas	28
Figura 11	<i>Cerro el Pelón, cosecha de maíz</i>	28
Figura 12	Recursos y servicios de agua	29
Figura 13	Condiciones del agua	30
Figura 14	Cálculo de ancho de la pantalla.....	36
Figura 15	Orificios de la pantalla	37
Figura 16	Altura de la cámara de humedad.....	38
Figura 17	Diámetros externos y espesores de tuberías pvc.....	41
Figura 18	Consumo Máximo Horario	49
Figura 19	Consumo nulo	55
Figura 20	Simulación de cloro a las 8 horas.....	59
Figura 21	Simulación de cloro a las 16 horas.....	59
Figura 22	Simulación de cloro a las 24 horas.....	60
Figura 23	Comunidad EL Pelón.....	66
Figura 24	Comunidad El Pelón.....	66
Figura 25	Fuente de abastecimiento	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Resultado del aforo de la fuente	31
Tabla 2	Población proyectada y tipos de consumo	33
Tabla 3	Consumo a lo largo del proyecto.....	34
Tabla 4	Cálculos del volumen del tanque	45
Tabla 5	Demanda de nodos	47
Tabla 6	Demanda y Presión de nodos en CMH.....	50
Tabla 7:	Velocidades en tuberías.....	53
Tabla 8:	Presión de nodos en consumo nulo	56

ABREVIATURAS

CAPRE:	Comité coordinador regional de instituciones de agua potable y saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana
ENACAL:	Empresa Nacional de Acueductos y Alcantarillados
FISE:	Fondo de Inversión Social de Emergencia
INAA:	Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados
INAFOR:	Instituto Nacional Forestal
INEC:	Instituto nacional de estadísticas y censos.
INIDE:	instituto Nacional de Información de Desarrollo
INETER:	Instituto Nacional de Estadísticas Territoriales
INIFOM:	Instituto Nicaragüense de Fomento
MAG:	Mini acueducto por Gravedad.
MAGFOR:	Ministerio Agropecuario y Forestal
MARENA:	Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales
MINED:	Ministerio de Educación
MINSA:	Ministerio de Salud
MTI:	Ministerio de Transporte e Infraestructura
OMS:	Organización Mundial de la Salud
As:	Arsénico
Ca:	Calcio
CaCO ₃ :	Carbonato de calcio
CO ₃ :	Carbonatos
Cl:	Cloruros
Fe 2+:	Hierro total
G.p.p.d.:	Galones por persona por día
Ho.Go:	Hierro galvanizado
Ho.Fo:	Hierro fundido
HCO ₃ :	Bicarbonatos
Km:	Kilómetros
lppd:	Litros por persona por día
lps:	Litros por segundo
msnm:	Metros sobre el nivel del mar
m.c.a:	Metros de columna de agua
ml:	Mililitros

mg/l:	Miligramos por litro
m:	Metros
mm:	Milímetros
Mg:	Magnesio
m/s:	Metros por segundo
NMP:	Número más probable
n:	Número de años que comprende el período de diseño
NO ₃ :	Nitratos
NO ₂ :	Nitritos
pH:	Potencial de Hidrógeno
Pt-Co:	Escala de color
P _n :	Población del año “n”
P _o :	Población al inicio del período de diseño
PVC:	Polivinilo de Cloruro
UNT:	Unidades de turbidez
VMA:	Valores Máximos Admisibles

1 GENERALIDADES

1.1 Introducción

En Nicaragua existe una Población Rural de 2,288,170 habitantes que se distribuyen en 7,334 Comunidades Rurales de los cuales el 30.81% tiene cobertura de agua mejorada (SIASAR, 2022).

La comunidad de El Anzuelo – El Pelón no cuenta con sistema de abastecimiento de agua potable, por lo que históricamente los pobladores se han abastecido de fuentes superficiales y sub superficiales como quebradas y manantiales. El agua es acarreada desde la fuente a las viviendas en distancias que superan los 500 metros, trabajo realizado especialmente mujeres y niños. Las fuentes mencionadas carecen de protección sanitaria, están expuestas a la contaminación por el ganado y por la manipulación del agua en el traslado al hogar.

Por estas razones se propone diseñar un mini acueducto por gravedad (MAG). Este utilizará un manantial el cual se conectará a un tanque de almacenamiento para posteriormente distribuir a 68 familias con conexiones domiciliarias.

Por tanto, el presente estudio, incluirá estudio socioeconómico, estudio topográfico, estudio de calidad de agua y aforo, los cuales servirán de base para el diseño de un MAG basado en la norma nacional vigente (NTON 09 007 19), que fue aprobada en el 2019.

1.2 Antecedentes

Según UNICEF (2022), cerca de 1,000 niños mueren todos los días a causa de enfermedades diarreicas asociadas con agua potable contaminada, saneamiento deficiente o malas prácticas de higiene. En total, 748 millones de personas en todo el mundo siguen teniendo serios problemas para acceder al agua. En el caso de las mujeres y las niñas, recoger agua reduce el tiempo que pueden dedicar al cuidado de sus familias y al estudio.

Actualmente, la comunidad de El Anzuelo-El Pelón se abastece de agua para consumo, limpieza y aseo personal, de fuentes superficiales sin ningún tratamiento de potabilización.

Por esta razón, la población y los líderes comunales gestionan un sistema de agua potable desde el año 2017, el cual se ejecutaría según los planes el año 2020, con el financiamiento de la organización Visión Mundial y la alcaldía de Matiguás, con participación de la comunidad con mano de obra. Sin embargo, la alcaldía municipal en los últimos años ha tenido una reducción presupuestaria, lo que ha impedido la ejecución del acueducto en el tiempo previsto.

1.3 Justificación

En la comunidad El Anzuelo-El Pelón, la población se abastece de agua cruda proveniente de manantiales sin protección, el agua es transportada por niños y mujeres hasta sus hogares, para lo cual utilizan baldes de 20 litros y bidones de 3.78 litros. Esta actividad genera un trabajo excesivo en el hogar, así mismo el agua almacenada en las viviendas no garantiza el estado sanitario de las mismas.

Por lo anterior se presentan frecuentemente enfermedades que afectan principalmente a los niños, subrayándose enfermedades intestinales como: diarrea y colera, las cuales representan el 45% de los padecimientos más comunes en los menores. Además, los adultos también padecen enfermedades intestinales alcanzando en ellos el 28% (MINSA, 2021).

Por esta razón, se propone diseñar un mini acueducto por gravedad (MAG) que utilizará un manantial el cual se conectará a un tanque de almacenamiento para posteriormente distribuir el agua tratada a las familias mediante conexiones domiciliarias, esta acción contribuirá al incremento y mejoramiento del acceso a los servicios de agua potable, principalmente de las familias pobres del área rural.

Con el diseño y su posterior ejecución del acueducto se proveerá agua en cantidad y calidad dando cumplimiento a la norma nacional llamada NTON 09 - 007 -19 y la norma regional CAPRE 2000.

Se reducirá el estrés y desgaste físico que sufren los miembros de las familias cuando deben acarrear el agua hasta sus hogares.

Se disminuirán las enfermedades infecciosas que se presentan en la época de lluvias, tales como diarrea, dolores estomacales, parasitosis y hepatitis, productos de agua no tratada.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Diseñar un mini acueducto por gravedad (MAG) para abastecer a las familias de la comunidad el Anzuelo- El Pelón del municipio de Matiguás departamento de Matagalpa.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Realizar una encuesta para determinar las condiciones socioeconómicas, conocer las características demográficas y las demandas de servicios de agua potable, de las familias de la comunidad de “El Pelón”.
2. Hacer un estudio topográfico de la zona donde se realizará el MAG, con el propósito de obtener las características del relieve y datos para el diseño.
3. Realizar aforos de la fuente en el periodo de estiaje con el fin de determinar el caudal mínimo generado en la época más crítica y que se utilizará para el abastecimiento del Mini Acueducto por Gravedad (MAG).
4. Analizar resultados obtenidos de los estudios análisis físico – químico y bacteriológico realizados por la Alcaldía Municipal de Matiguás de la fuente superficial de abastecimiento, con el fin de comprobar un suministro de agua apta para el consumo humano, de acuerdo a la norma CAPRE y lo establecido por el ANA.
5. Realizar el análisis Hidráulico para el diseño de los diferentes componentes como tanque de almacenamiento, línea de conducción y distribución del sistema de agua potable.
6. Elaborar un presupuesto del Mini Acueducto por Gravedad.

2 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1 Características del sitio

2.1.1 Macro localización

El municipio de Matiguás esta subdividido en 88 comunidades, agrupadas en 26 comarcas e integradas a cuatro microrregiones, el proyecto se encuentra en la comarca El Anzuelo-El Pelón. El municipio de Matiguás está ubicado al sureste del departamento de Matagalpa, a una distancia de 164km de la capital por la carretera Managua- Boaco- Muy Muy -Matiguás; y a 207km por la carretera Managua – Matagalpa, El Jobo- Matiguás. Con coordenadas geográficas de 11° 50' latitud norte 85°27' longitud oeste.

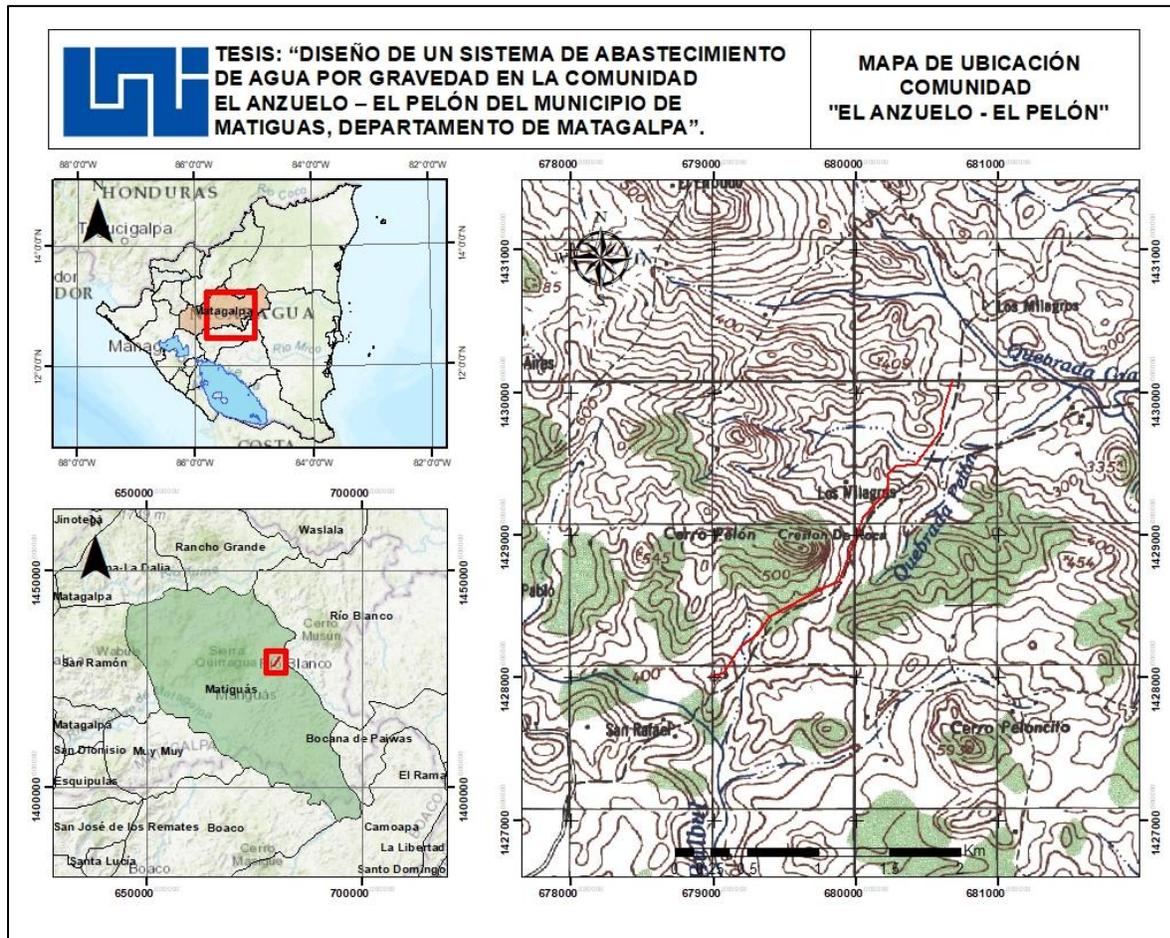
La comunidad de El Anzuelo- El Pelón pertenece al municipio de Matiguás, se localiza a 20km, Al noreste de la cabecera municipal.

2.1.2 Micro localización

El sitio en estudio se encuentra en la comunidad El Anzuelo- El Pelón; en el municipio de Matiguás, Matagalpa. Limita al norte con la comunidad El Consuelo, al sur con la comunidad San Antonio, al este con la comunidad Tierras Blancas y finalmente al oeste con la comunidad El Laureano.

Figura 1

Localización del proyecto



2.1.3 Aspectos topográficos

La comunidad El Anzuelo - El Pelón morfológicamente pertenece a la unidad terrenos del norte, los cuales presentan las elevaciones más altas del país y se caracterizan por poseer un relieve irregular distinguiéndose geformas del tipo montañas escarpadas con vegetación abundante.

3 MARCO TEÓRICO

3.1 Estudios previos

3.1.1 Estudio socioeconómico

El estudio socioeconómico reúne la información necesaria para caracterizar y conocer las condiciones en que viven las familias, el mismo detallará la situación y caracterización de las familias de la población, las necesidades de salud, educación y otros servicios (CENEPRED, 2014, p. 12).

- **Encuesta**

La encuesta es una de las técnicas de investigación social que mediante la entrevista personal es la que genera una mayor calidad de los datos, a través de la interrogación de los sujetos cuya finalidad es la de obtener de manera sistemática medidas sobre los conceptos que se derivan de una problemática de investigación previamente construida (López Roldán & Fachelli S, 2015, p. 6).

- **Entrevista**

La entrevista es una técnica de investigación cualitativa que sirve para recabar información; es una conversación que se propone un fin determinado. Es un instrumento técnico que adopta la forma de diálogo coloquial.

- **Censo poblacional**

Es el conjunto de las operaciones consistentes en recoger, recopilar, evaluar, analizar y publicar o divulgar de alguna otra forma datos demográficos, económicos y sociales relativos a todos los habitantes de un país, o de una parte bien delimitada de un país, en un momento determinado.

3.1.2 Estudio topográfico

Los levantamientos topográficos deben dar una perfecta idea de conjunto y tener detalles suficientes para una ejecución posterior bien ubicada. Se deberá utilizar como punto de partida de cualquier levantamiento topográfico, la Red Geodésica Nacional, tanto en el levantamiento planimétrico como altimétrico y deberá cumplir con las recomendaciones que al respecto indique el INETER. El levantamiento topográfico se deberá amarrar a la Red Geodésica Nacional de por lo menos dos puntos o mojones aprobados por INETER, convenientemente referenciados y

protegidos de tal manera que pueda reconstruirse a partir de ellos el levantamiento de campo realizado, presentándose los resultados en coordenadas UTM (INAA, 2016, p. 18).

3.1.3 Estudio del agua

- **Aforo de fuente**

Aforar es medir los caudales para distribuir el agua. Existen métodos de aforo de río y canales además hay métodos de aforo propios para descarga de equipos de bombeo (CONAGUA-IMTA, 2007, p. 23).

Los datos de aforo, deberán corresponder al final del período seco de la zona y se tomará como base para el caudal de diseño, el mínimo valor obtenido menos el caudal ecológico (NTON 09 007-19, 2021, p. 16).

- **Calidad de agua**

El agua potable es aquella que al consumirla no daña el organismo del ser humano ni daña los materiales del sistema de abastecimiento (Agüero Pittman, 1997, p. 32).

Para proteger la calidad del agua se deben prever las condiciones presentes y futuras, para la preservación de las fuentes de agua evitando contaminaciones del tipo doméstico, agrícola, industrial, o de cualquier otra índole (INAA, 1999, p. 15)

3.2 Análisis hidráulico

3.2.1 Obra de captación del mini acueducto por gravedad

- **Sistema de abastecimiento de agua potable**

Un sistema de suministro de agua es el conjunto de elementos que recoge el líquido desde una fuente de captación, que puede ser superficial o subterránea, y que es distribuida a través de tuberías, a cada una de las viviendas.

- **Mini acueducto por gravedad (MAG)**

Es un sistema de suministro de agua en el cual el vital líquido es captado desde una fuente superficial hasta un tanque de almacenamiento, situado a mayor altura que las viviendas y a menor que la fuente, donde posteriormente por efecto de gravedad se conduce a un tanque de almacenamiento (FISE, 2000, p. 5).

- **Fuente de abastecimiento**

Las fuentes de agua constituyen el elemento primordial en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y antes de dar cualquier paso es necesario definir su ubicación, tipo, cantidad y calidad. De acuerdo a la ubicación y naturaleza de la fuente de abastecimiento, así como la topografía del terreno, se consideran dos tipos de sistema: los de gravedad y los de bombeo (Agüero Pittman, 1997, p. 27).

- **Aguas superficiales**

Están constituidas por cuerpos de agua que discurren naturalmente en la superficie terrestre (Agüero Pittman, 1997, p. 28).

- **Obra de captación**

Elegida la fuente de agua e identificada como el primer punto del sistema de agua potable, en el lugar de afloramiento se construye una estructura de captación que permita recolectar el agua, para que luego pueda ser conducida mediante las tuberías hacia el reservorio (Agüero Pittman, 1997, p. 37).

3.2.2 Población y consumo

- **Población a servir**

El factor población es el determinante de los requerimientos de agua. Se considera que todas las personas utilizarán el sistema de abastecimiento (Agüero Pittman, 1997, p. 19)

En los mini acueductos la población a servir estará en dependencia de las características de la población objeto del estudio, el tipo y configuración de la comunidad, así como, las características tecnológicas de las instalaciones a establecerse. (INAA, 2016, p. 31)

- **Consumo de agua**

Independientemente que la población sea rural o urbana, se debe considerar el consumo doméstico, industrial, comercial, público y las pérdidas. (Agüero Pittman, 1997, p. 23).

- **Dotación**

De acuerdo a (INAA, 2016, p. 31) la dotación de agua es la cantidad de líquido suministrada a cada habitante, este dato es producto del estudio de la necesidad de agua en una población para suplir las demandas inmediatas y futuras.

La dotación de agua depende de los siguientes factores: nivel de servicio adaptado, factores geográficos, factores culturales y uso de agua.

- **Periodo de diseño**

Es la determinación del tiempo real para el cual se considera funcional el sistema. Intervienen una serie de variables que deben ser evaluadas para lograr un proyecto económicamente viable. Por lo tanto, el periodo de diseño puede definirse como el tiempo en el cual el sistema será 100% eficiente, ya sea por capacidad en la conducción del gasto deseado o por la existencia física de las instalaciones (Agüero Pittman, 1997, p. 19).

3.2.3 Línea de conducción

- **Línea de conducción**

Es el conjunto de tuberías, válvulas, accesorios, estructuras y obras de arte encargados de la conducción de agua desde la captación hasta el reservorio, aprovechando la carga estática existente. Se debe utilizar la energía máxima disponible para conducir el gasto deseado (Agüero Pittman, 1997, p. 53).

- **Carga disponible y Línea de gradiente hidráulica**

La carga Es la diferencia de elevaciones entre la obra de captación y almacenamiento (Agüero Pittman, 1997). La línea de gradiente hidráulica Representa la presión de agua a lo largo de la tubería, bajo condiciones de operación, permitiendo identificar una presión residual, que puede ser positiva o negativa, indicando si hay suficiente energía para mover la cantidad de agua deseada. Si la energía no es suficiente (presión negativa) se puede volver a trazar la línea de gradiente hidráulica (L.G.H) usando un diámetro mayor, con la finalidad de tener una presión residual positiva en toda la longitud de la tubería (Agüero Pittman, 1997, p. 56).

- **Pérdidas de carga**

Es el gasto de energía necesario para vencer la resistencia oponente al flujo del agua, de un punto a otro en una sección de tubería (Agüero Pittman, 1997, p. 57).

- **Golpe de ariete.**

Los cambios repentinos de presión o golpes de ariete, son producidos por variaciones en la presión hidrostática de la tubería. Las causas más frecuentes de los golpes de ariete son: apertura y cierre rápido de válvulas, acumulación y movimiento de bolsa de aire dentro de las tuberías. La sobrepresión generada por el golpe de ariete está relacionada con la máxima razón de cambio del flujo; mientras que la razón de movimiento de la onda de presión está

relacionada con la velocidad del sonido dentro de un fluido, modificada para el material de la tubería.

La columna de líquido que se mueve dentro de la tubería posee cierta inercia, proporcional a su peso y a su velocidad. Cuando el flujo se detiene repentinamente, la inercia se convierte en un incremento de presión (AMANCO, 2006, p. 72).

3.2.4 Diseño del sistema de abastecimiento

- **Presiones**

En la línea de conducción, la presión representa la cantidad de energía gravitacional contenida en el agua, en un tramo de tubería operando a tubo lleno (Agüero Pittman, 1997, p. 62).

- **Almacenamiento**

Se deben satisfacer las máximas demandas que se presenten durante la vida útil del sistema y mantener las reservas que garanticen hacer frente, tanto a los casos de interrupciones en el suministro de energía, como en los casos de daños que sufran las líneas de conducción o de cualquier otro elemento (NTON 09 007-19, 2021, p. 53).

Se definen cuatro aspectos a considerar en el almacenamiento que son: La capacidad, la localización, la clase de tanque y el tipo de tanque. La capacidad debe contemplar un volumen para compensar variaciones horarias del consumo igual a 25% del CPD, más caudal de perdida por fuga y un volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación igual a 15% del CPD. Por lo tanto, la capacidad del tanque es equivalente a 40% del CPD (NTON 09 007-19, 2021, p. 53).

La localización debe ser próximo al poblado tomando en cuenta la topografía del terreno para asegurar presiones de servicio aceptables. Las clases de tanque pueden ser de mampostería, hormigón armado y acero. Por último, los tipos de tanque que se han recomendado construir en el país son: tanque sobre el suelo, tanque elevado y cisterna (NTON 09 007-19, 2021, p. 54).

- **Red de distribución**

La red de distribución de agua está conformada por un conjunto de tuberías, accesorios y estructuras, que sirve para conducir el agua hasta las conexiones domiciliarias o hidrantes públicos. A los usuarios de la red, se les deberá proporcionar un servicio constante con cantidad y calidad adecuada con presiones apropiadas (NTON 09 007-19, 2021, p. 45).

En el diseño de la red de distribución el diseñador debe tomar en cuenta lo siguiente: plan regulador del municipio, plano topográfico, con sus calles existentes y futuras, perfiles de las calles y las características topográficas de la localidad, servicios públicos existentes y proyectados (NTON 09-007-19, 2021, p. 45).

En los diseños se aplican los datos específicos siguientes: dotaciones por persona, período de diseño, población futura. Además de factores específicos como: coeficientes de rugosidad, velocidades permisibles, presiones mínimas y máximas, diámetro mínimo, cobertura sobre tubería y resistencia de las tuberías (NTON 09 007-19, 2021, p. 46).

- **Acometidas domiciliarias**

Las acometidas domiciliarias son tomas de agua, pero en ocasiones esporádicas que están sujetas a ciertas condiciones, tales como disponibilidad suficiente de agua, bajo costos de operaciones (sistemas por gravedad), capacidad de pago de la población y número de usuarios del servicio (INAA, 1999, p. 12).

- **Desinfección**

Si la calidad del agua no satisface las normas recomendadas deberá someterse a un proceso de potabilización. Toda agua que se abastece para consumo humano debe someterse a desinfección; incluso la de origen subterráneo para prevenir cualquier contaminación durante su distribución (INAA, 1999, p. 96).

El cloro usado nacionalmente para desinfección del agua puede ser como solución de Hipoclorito de Sodio (líquido) o como cloro gas. En general, el Hipoclorito se recomienda para abastecimiento de pequeñas poblaciones (NTON 09 007-19, 2021, p. 58).

3.2.5 Presupuesto

Es una herramienta que sirve para la planeación y control de actividades que reflejan el comportamiento de indicadores económicos, como las fluctuaciones en los índices de inflación, devaluación y tasas de interés. Así mismo, juega un papel importante en aspectos administrativos, contables y financieros (INIFOM, 2006, p. 10).

Cada obra en particular requiere ser cuidadosamente estudiada y analizada desde todos los puntos de vistas: normas específicas institucionales, métodos constructivos a utilizar, disponibilidad de recursos financieros, materiales y mano de obra, modalidad de contratación, fluctuaciones en el mercado, tiempos de ejecución, pliego de bases del concurso, ajuste de precios, etc. (INIFOM, 2006, p. 10).

El presupuesto debe incluir el análisis del costo de cada elemento que interviene en la construcción de la obra. Presupone el precio de la obra en determinadas circunstancias, por lo que es un valor aproximado, no preciso (INIFOM, 2006, p. 11).

- **Costos directos**

Costo de insumos o actividades que se pueden identificar y cuantificar en un objeto de costos; por ejemplo, el producto. Cuando se habla de materiales directos o de sueldos y salario directos, se dice que se puede determinar e identificar exactamente en el producto.

- **Costos indirectos**

Constituyen el conjunto de gastos que no se puede identificar cuantificar en un objeto de costo (por ejemplo, un producto). son gastos generales que se pueden aplicar particularmente.

4 DISEÑO METODOLÓGICO

Se hizo un estudio descriptivo, utilizando métodos cuantitativos y cualitativos que incluirán encuestas, análisis físico, químico y bacteriológico de agua, mediciones del terreno con sus cotas y cálculos para el diseño de un acueducto.

4.1 Encuesta socioeconómica

Esta actividad se realizó mediante un censo a la población de la comunidad. El formulario del censo se presenta en el anexo III, en el cual se indagaron las siguientes temáticas:

- Cantidad de personas por sexo y edad
- Condición socioeconómica
- Calidad del agua y acceso
- Servicios sanitarios

4.2 Estudio topográfico

El estudio topográfico se realizó con una estación total TRIMBLE modelo C5 y el trabajo se hizo en dos etapas, una de campo y otra de gabinete.

4.2.1 Etapa de campo

Se inicio el levantamiento con dos BM's geodésicos los cuales fueron localizados mediante un receptor GPS de precisión.

Las coordenadas fueron configuradas con la proyección UTM zona 16P con DATUM WGS84.

Se ubicaron las estaciones cada 20 m, y en terrenos más irregulares a cada 10 m a menos según sea necesario. Se tomaron lecturas de la posición y elevación a través de la poligonal abierta que incluye el trazado preliminar de la línea de conducción y red de distribución, así como la localización de la obra de captación y tanque de abastecimiento.

4.2.2 Etapa de gabinete

La etapa de gabinete se realizó mediante dos actividades:

- Descarga de datos de estación total y procesamiento de datos con Excel y Civil 3D.
- Elaboración de planos y perfiles que describan el terreno natural y sirvan de base para el diseño del sistema.

4.3 Estudios en la fuente

Se realizó el aforo de la fuente utilizando el método volumétrico, el cual consiste en tomar el tiempo que se demora en llenar un recipiente de volumen conocido. El procedimiento mencionado se hará 5 veces con un balde de volumen 20 litros tomándose el tiempo en cada repetición de la prueba, para el cálculo se utilizará la ecuación 1.

$$Q = \frac{V}{t} \quad \text{Ecuación 1}$$

Dónde:

Q: Caudal, l/s

V: Volumen, l

t: Tiempo, s

También se tomó muestras de agua, las cuales fueron refrigeradas y se solicitó los análisis recomendados por la norma descritos en el artículo 8, etapas E1 y E2, que incluye los parámetros físico-químicos, bacteriológicos y metales (CAPRE, 1994, p. 7).

Según los resultados del análisis del agua cruda se propuso un sistema de tratamiento con filtros en múltiples etapas (FIME), debido a la fuente es de tipo subsuperficial (manantial).

4.4 Diseño del acueducto

A continuación, se describe el proceso de diseño del MAG, el cual se inició con la población y demanda, seguida los aspectos hidráulicos, de línea de conducción, redes de distribución, almacenamiento y análisis del cloro residual.

4.4.1 Población y demanda

- **Población de diseño**

Para el cálculo de las poblaciones futuras se utilizó el método geométrico expresado en la ecuación 2 (ANA, 2020, p. 8; ANA, 2020).

Se adoptó un período de diseño de 20 años recomendado para capitaciones de manantiales (ANA, 2020, p. 13).

Así mismo la tasa de crecimiento está basada en el censo nacional 2005 para las zonas rurales del departamento de Matagalpa; los resultados se compararán con las tasas mínimas y máximas recomendadas por la norma (ANA, 2020, p. 8).

$$P_n = P_o(1 + r)^n \quad \text{Ecuación 2}$$

Dónde:

Pn: Población del año “n”

Po: 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.

- **Dotación y consumo**

Para sistemas de abastecimiento de agua potable en la zona rural de acuerdo con las normas técnicas de abastecimiento de agua se asignó un caudal de 80 lppd (ANA, 2020, p. 10). El cálculo del consumo doméstico (CD) se hizo con la ecuación 3.

- **Consumo doméstico**

El consumo doméstico se calculó mediante la ecuación número 3.

$$CD = \frac{Dot \times P_f}{86400} \quad \text{Ecuación 3}$$

CD: Consumo doméstico, l/s

Dot: Dotación 80 lppd

Pf: Población futura, hab

- **Factores de la demanda**

Los factores de la demanda incluyen el consumo comercial (CC), consumo público institucional (CPI), consumo industrial (CI). Después de analizar el plan de desarrollo municipal y comunal se observó que únicamente se proyectan servicios de salud y educación por lo que solamente se tomó en cuenta el consumo público o institucional (CPI), para el cálculo se utilizará la ecuación 4.

$$CPI = CD \times \frac{7}{100} \quad \text{Ecuación 4}$$

Dónde:

CPI: Consumo público o institucional, l/s

CD: Consumo doméstico, l/s

- **Consumo promedio diario**

El consumo promedio diario (CPD) se calculó mediante la ecuación 5, donde el CC y CI, tiene el valor de cero, debido a que no se prevé las mencionadas demandas en un horizonte tiempo de 20 años.

$$CPD = CD + CC + CPI + CI \quad \text{Ecuación 5}$$

Dónde:

CPD: Consumo promedio diario, l/s
CD: Consumo doméstico, l/s
CC: Consumo comercial, l/s
CPI: Consumo público o institucional, l/s
CI: Consumo industrial, l/s

- **Pérdidas en el sistema**

Se adoptó un 15 % o 20% del CPD como pérdidas en el sistema, según el número de viviendas que haya en la comunidad.

$$P = CPD \times \frac{15}{100} \quad \text{Ecuación 6}$$

Dónde:

P: Pérdidas en el sistema
CPD: Consumo promedio diario, l/s

- **Variaciones de consumo**

En el 6.2.5 de la norma NTON 09 007 2019 se habla sobre los factores de consumo máximo día y máxima hora, los cuales, al ser en la zona rural corresponden a 1.5 y 2.5 respectivamente para aplicarle al consumo promedio diario del sistema.

El consumo máximo diario se calcula con la ecuación 7, que se describe a continuación.

$$CMD = 1.5 CPD + P \quad \text{Ecuación 7}$$

Dónde:

CMD: Consumo máximo día, l/s
CPD: Consumo promedio diario, l/s
P: Pérdidas en el sistema

El consumo máximo horario se calculó con la ecuación 8.

$$CMH = 2.5 CPD + P \quad \text{Ecuación 8}$$

CMH: Consumo máximo horario, l/s
CPD: Consumo promedio diario, l/s
P: Pérdidas en el sistema

4.4.2 Diseño hidráulico del sistema

El diseño hidráulico del sistema se basó en los criterios de diseño y normas establecidas en el NTON 09 007-19. La línea de conducción será por gravedad, así mismo la red de distribución también será por gravedad con tanque de almacenamiento.

- **Línea de conducción**

El diámetro de la línea de conducción se determinó según la disponibilidad de carga hidráulica (H), la cual será la diferencia de la cota de la fuente y la cota de la descarga del tanque de almacenamiento. Para ello se utilizó la ecuación de Hazen – Williams que se presenta en la ecuación 9, la cual expresa el diámetro en función del caudal, distancia, carga hidráulica y coeficiente de rugosidad.

$$D = \left(\frac{10.679 \times L \times Q^{1.85}}{H \times C^{1.85}} \right)^{\frac{1}{4.87}} \quad \text{Ecuación 9}$$

Dónde:

D: Diámetro, m

Q: Caudal, m³/s

L: Longitud de la tubería, m

H: Carga hidráulica disponible, m

C: Coeficiente de Hazen – Williams, C=150

A partir del diámetro teórico calculado con la ecuación 9, se seleccionó un diámetro comercial, en tubería PVC. Este diámetro no podrá ser menor a un diámetro nominal de 2" y la velocidad de flujo con diámetro seleccionado, deberá estar en un rango de 0,6 m/s a 1.5 m/s. Las velocidades anteriores se consideran adecuadas para minimizar el golpe de ariete en las tuberías y eliminar vibraciones cuando la línea esté en funcionamiento

El cálculo de la velocidad de flujo se hará con la ecuación 10, y tendrá en cuenta el caudal máximo diario (CMD) y el diámetro interno de la tubería comercial seleccionada.

$$v = \frac{Q}{\pi \frac{D^2}{4}} \quad \text{Ecuación 10}$$

Una vez que se haya seleccionado el diámetro también se hará el cálculo de la pérdida de carga por fricción con la ecuación 11 de Hazen – Williams.

$$\frac{h_f}{L} = 10.679 \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}} \quad \text{Ecuacion 11}$$

Con el resultado de la ecuación 11 se trazó la línea de gradiente hidráulica (LGH) o línea piezométrica (LP). Con esta información se comprobó que en los puntos topográficamente elevados la presión mínima sea de 5 m y la presión estática máxima esté en función de las especificaciones técnicas de la clase de tubería a utilizarse. Si fuera necesario se incorporarán en el diseño válvulas reguladoras de presión o cajas rompe presión.

- **Golpe de ariete**

La celeridad se calculó con la ecuación 12 de Allievi.

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \frac{D}{e}}} \quad \text{Ecuación 12}$$

Dónde:

a: Celeridad de la onda de presión, m/s

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

ϵ : 2.81 x 108 Kg/m², para PVC y 2 x1010 Kg/m² para de hierro y acero.

D: Diámetro interno de la tubería, m

e: Espesor de la tubería, m

En una línea de conducción por gravedad el cierre manual de la válvula tipo compuerta en el tanque provocará una onda de presión, no obstante, este es generalmente un cierre lento debido a que la duración del tiempo de cierre es de unos 20 s, o más.

No obstante, en las válvulas de control de nivel en las pilas rompe presión, se presenta un cierre rápido, por lo que tiempo de cierre (T) se calculará con la ecuación 13 de Mendiluce.

El tiempo de parada se calculó con la ecuación 13 de Mendiluce.

$$T = C + \frac{K L v}{g H_m} \quad \text{Ecuación 13}$$

Dónde:

T: Tiempo de parada, s

L: Longitud de la conducción, m

v: Velocidad de flujo, m/s

g: Aceleración de la gravedad, m/s²

H_m: Altura manométrica del cuerpo de bombeo, m

K y C, coeficientes empíricos, (Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de Ciudad Real, 2010, p. 7).

Con el tiempo de parada o el tiempo de cierre y el tiempo del ciclo de la onda de presión, se determinará si hay cierre lento o rápido. Posteriormente, según los resultados del tipo de cierre, se utilizará la ecuación 14 de Michaud o la ecuación 15 de Allievi.

$$\Delta H = \frac{2 L v}{g T} \quad \text{Ecuación 14}$$

Dónde:

ΔH : Sobre presión, m

L: Longitud de la conducción, m

v: Velocidad de flujo, m/s

g: Aceleración de la gravedad, m/s²

T: Tiempo de parada, s

$$\Delta H = \frac{a * v}{g} \quad \text{Ecuación 15}$$

Dónde:

ΔH : Sobre presión, m

v: Velocidad de flujo, m/s

g: Aceleración de la gravedad, m/s²

- **Tanque de almacenamiento**

El dimensionamiento del tanque se hizo considerando un volumen compensador de 25% del CPD, también un volumen de reserva para eventualidades del 15% del CPD más pérdidas, que se recomienda para poblaciones menores de 20,000 habitantes. Para el cálculo se tomará en consideración 16 horas de operación. (ANA, 2020, p. 33-34).

El tanque se localizará en zonas próximas al poblado, tomándose en cuenta la topografía del terreno, de tal manera que brinde presiones de servicios aceptables en los puntos de distribución (ANA, 2020, p. 33-34).

- **Desinfección**

La desinfección de agua se hizo con hipoclorito de sodio que se recomienda para capacidades menores de 1 kg/día y caudales de 8.20 L/s como máximo. La capacidad requerida en la estación de cloración se calculará con la ecuación 16 (INAA, 1999b, pág. 96); Se diluirá la solución concentrada de fábrica (130 gr/L) con agua limpia hasta una concentración máxima de 1% al 3% (INAA, 1999b, p. 98).

$$Ca = \frac{Q C}{1000} \quad \text{Ecuación 16}$$

Dónde:

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

Q: Caudal, m³/día

C: Dosis de cloro mg/L

- **Simulación hidráulica EPANET**

Se hizo una simulación con EPANET del todo acueducto: línea de conducción y red de distribución. Para la simulación de la línea de conducción se tomó el caudal de consumo máximo diario (CMD). Para la simulación de la red de distribución se tomó el caudal del consumo máximo horario (CMH), el cual se distribuirá en nodos de consumo concentrados tomado en cuenta la distribución de las viviendas (ANA, 2020, p. 31).

También se hizo una simulación con demanda cero, con la finalidad de analizar las máximas presiones hidrostáticas en la red (ANA, 2020, p. 30), así mismo se hizo una simulación de cloro para evaluar el cloro residual.

Los parámetros hidráulicos en la simulación deben cumplir velocidades entre 0.6 m/s y 5 m/s, presiones entre 5m y 50 m, y con presiones estáticas hasta 70m (ANA, 2020, p. 29). Los parámetros de cloro deben estar en un rango 0.5 mg/L y 1 mg/L (CAPRE, 1994, p. 13).

4.5 Presupuesto

El presupuesto se hizo basado en las cantidades obra obtenidas de los planos constructivos realizados en el proceso de diseño del acueducto. Se aplico los precios unitarios de acuerdo a la guía de precios maestros del FISE. Los cálculos se hicieron utilizando una hoja de cálculo Excel. Los resultados se presentaron por etapas y subetapas y actividades.

5 CÁLCULOS Y RESULTADOS

5.1 Estudio socioeconómico

A partir de la información primaria recolectada, se obtuvieron los siguientes resultados:

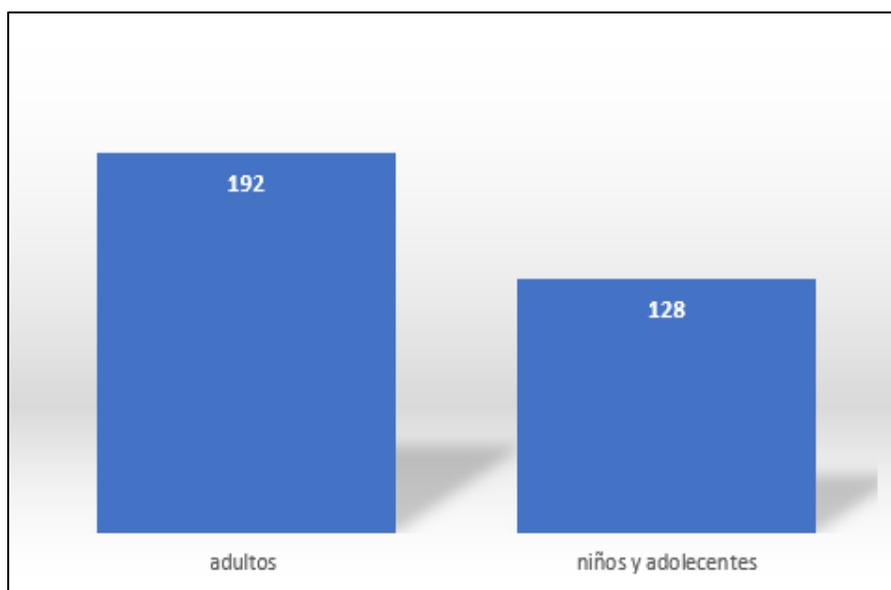
- **Población**

La comunidad el Anzuelo-El Pelón cuenta con una población total de 320 habitantes, 72 familias distribuidas en 72 viviendas.

La población está conformada por 192 adultos y 128 niños y adolescentes esto indica que la población de niños y adolescentes es de 40%.

Figura 2

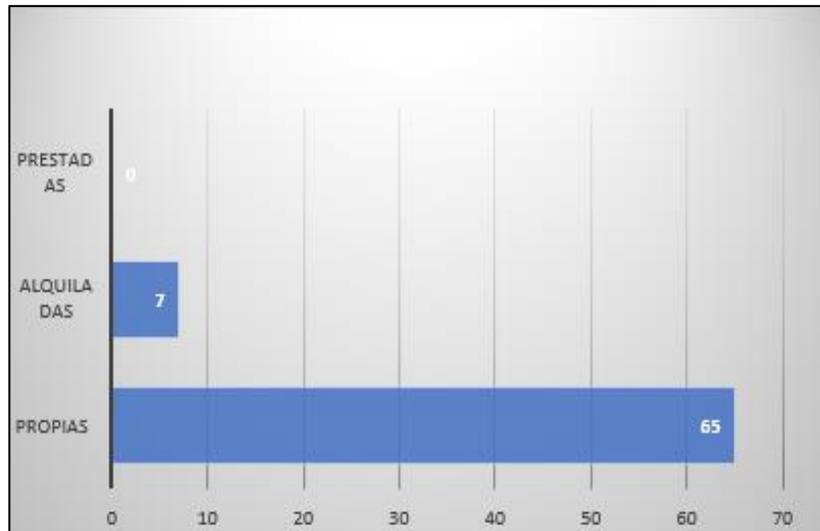
Habitantes de la comunidad



- **Viviendas**

De las 72 viviendas sujetas a estudio, se encontró que la mayoría (90%) son propias. El resto que es el (10%) se refiere a que son alquiladas (Ver figura No. 3).

Figura 3
Viviendas



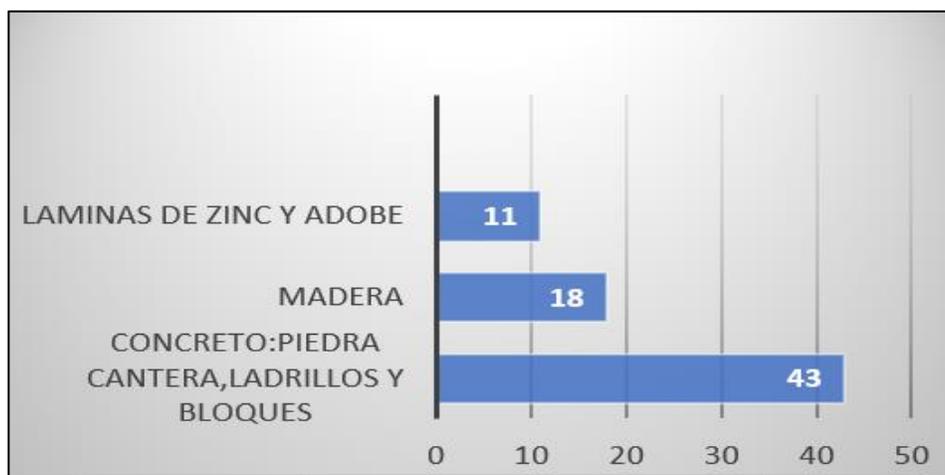
- **Condiciones de las viviendas:**

Paredes

En los materiales utilizados para la construcción de las paredes, se observa en la figura No. 2 que el mayor porcentaje 60% (viviendas) tienen paredes de concreto, un 25 % están construidas de madera y 15% de adobe y paredes de zinc. (Ver figura No. 4).

Figura 4

Condiciones de las viviendas(paredes)

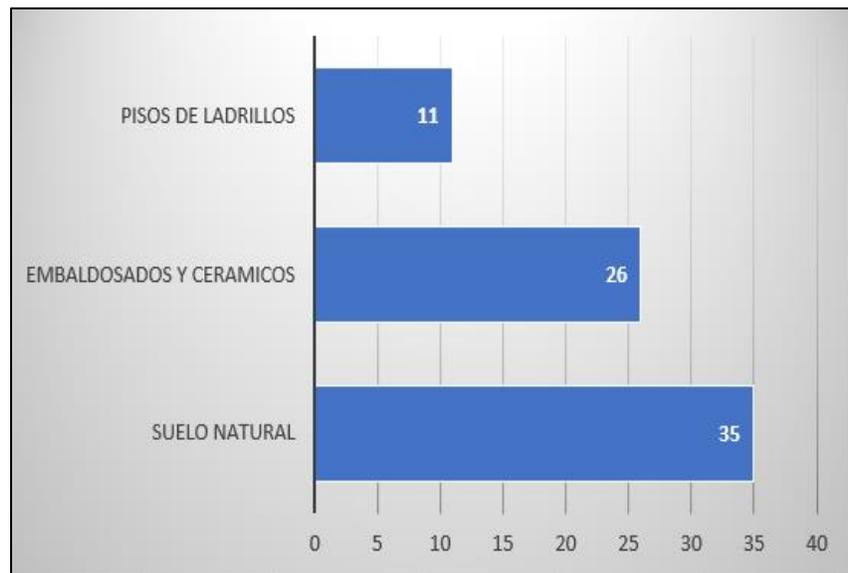


Pisos

Entre los materiales utilizados para los pisos de las viviendas beneficiarias del proyecto, predominan los pisos de suelo natural (48.7 %), el 36 % corresponde a otros, que se refiere a pisos con cascote o embaldosado (Cemento, arena y grava) y en menor porcentaje están los pisos de ladrillo (15.3%).

Figura 5

Condiciones de las viviendas (pisos)

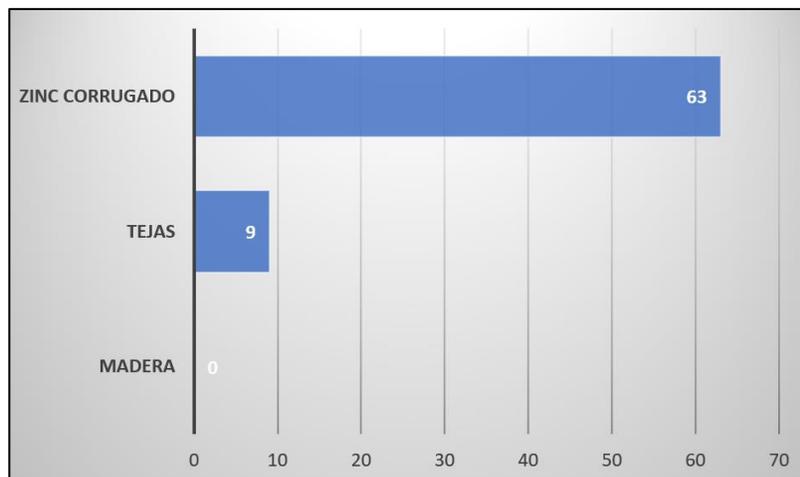


Techos

Dentro de los materiales utilizados para las cubiertas de techo de las viviendas beneficiarias del proyecto, en su mayoría predominan los techos de zinc corrugado (87.5 %), el (12.8%) son de tejados, siendo estos materiales los de mayor uso, debido a la mejor opción para cubrirse ante los agentes climáticos, es importante mencionar que madera, palma y paja no tienen uso en la comunidad.

Figura 6

Condiciones de las viviendas (techos)

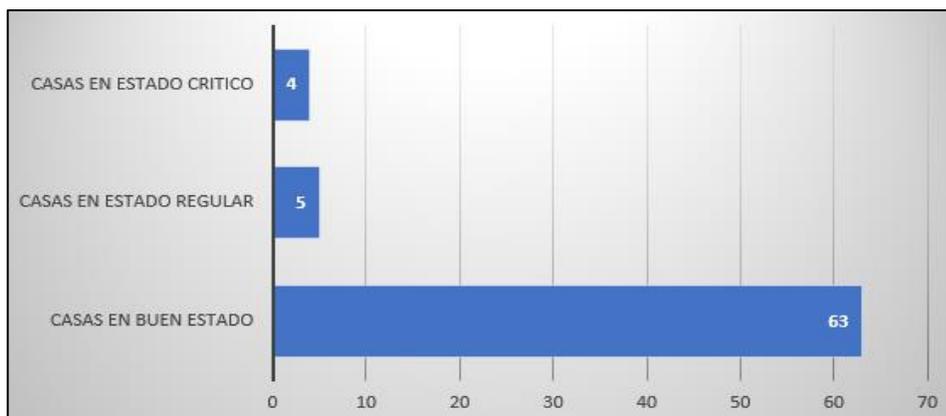


Estado actual de la vivienda

De acuerdo con la información obtenida el estado actual de las viviendas, el (87.5%), que corresponden a la cantidad de (63 viviendas) se puede observar que se encuentran en buen estado, el (7.02%), que corresponde a (5 viviendas), manifiestan que sus viviendas están en regular estado y el 5.26% que corresponde a (4 viviendas), se encuentran en mal estado. (Ver figura No. 7).

Figura 7

Estado actual de las viviendas



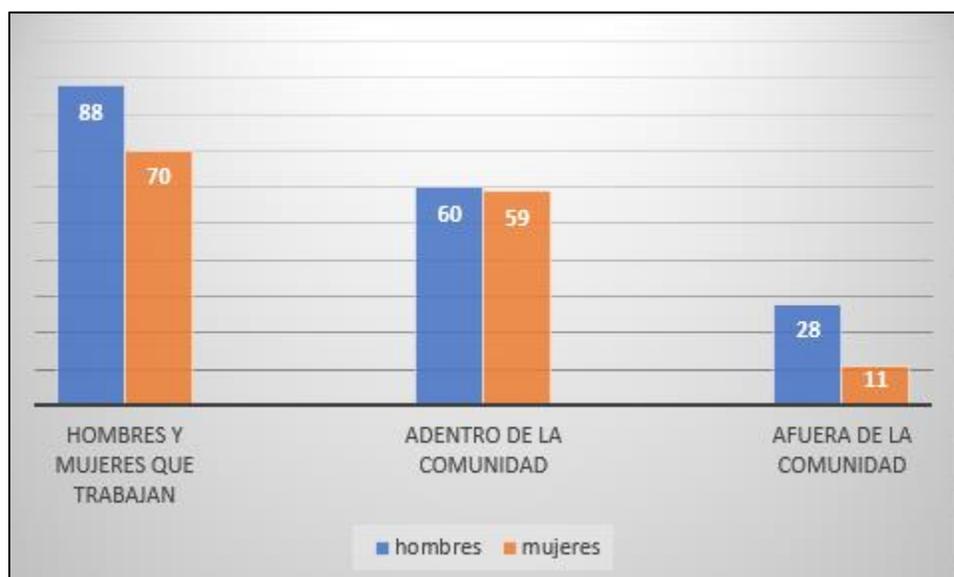
Situación económica de las familias

Lugar de trabajo

De las 320 personas registradas en la encuesta, 158 trabajan, de los cuales 88 son hombres y 70 mujeres. Del total de hombres, 28 trabajan fuera de la comunidad, del total de mujeres, el 11 trabajan fuera de la comunidad. De esto podríamos concluir que del 100% de hombres que trabajan, el 61.6% trabaja en actividades agrícolas en la comunidad y del 100% de mujeres, el 65.45% se dedica a las actividades del hogar.

Figura 8

Lugar de trabajo



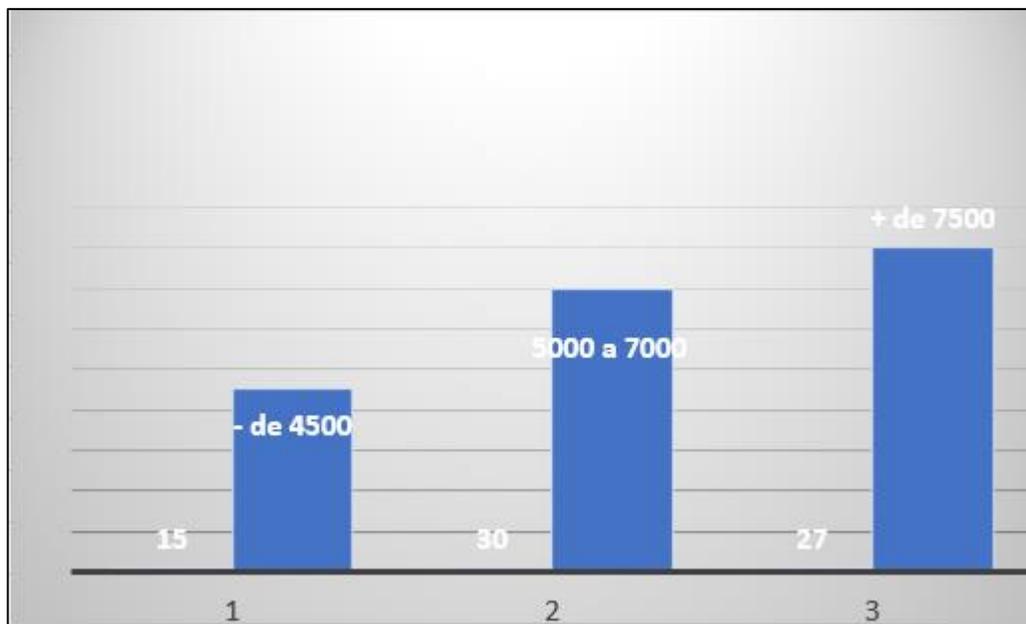
Ingresos mensuales (en córdobas)

De las 72 viviendas encuestadas, se encontró que el 21% de las familias tiene un ingreso mensual en córdobas entre 5,000 - 7,000. El 42% de estas viviendas tiene ingresos mensuales que superan los siete mil quinientos córdobas (C\$7,500.00). Sólo el 35% de sus beneficiarios refiere tener ingresos mensuales por debajo de los dos mil córdobas (C\$4,500.00).

Estos resultados permiten conocer que las comunidades beneficiarias del proyecto son de escasos recursos económicos (Ver figura No. 9).

Figura 9

Ingresos mensuales



Actividad económica de los beneficiarios

Las actividades económicas de las familias beneficiarias son un aspecto de mucha importancia para el desarrollo de la comunidad, siendo la agricultura la de mayor practica la cual corresponde a 46 viviendas y en un menor porcentaje esta la ganadería 17 viviendas y otras 9 familias que trabajan en construcción, maestros etc.

Recalcando a los datos antes mencionados, que la agricultura es la principal actividad desarrollada por los habitantes de la comunidad, (Ver figura No.10), son los cultivos del frijol (46%) y maíz (29%) los más practicados por las familias beneficiarias del proyecto de agua potable. (Ver figura No. 11).

Figura 10

Actividades económicas

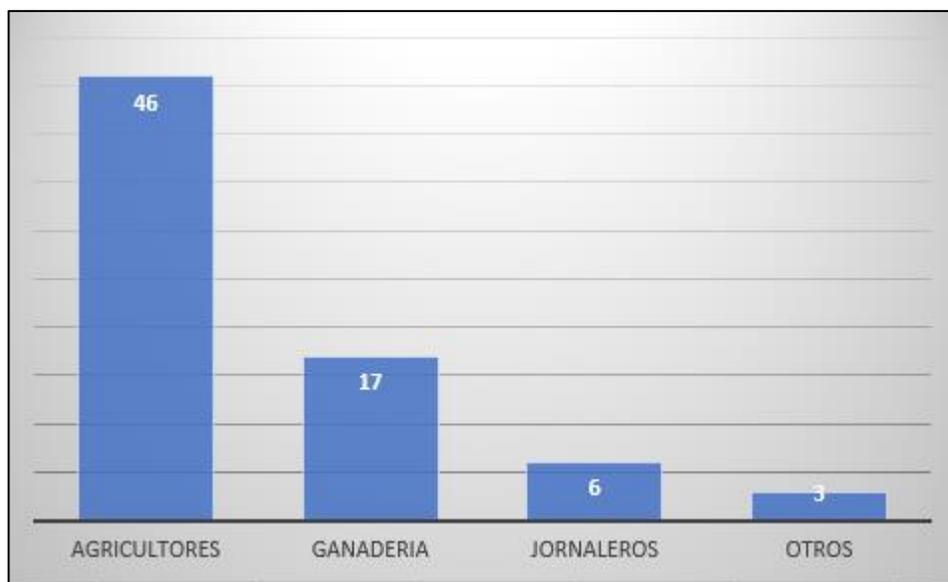
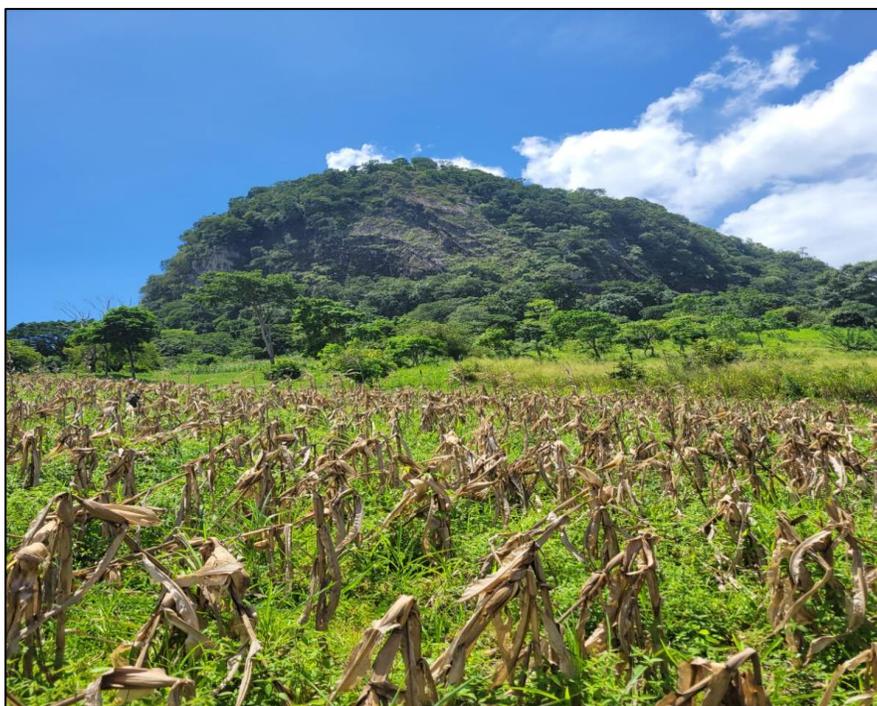


Figura 11

Cerro el Pelón, cosecha de maíz



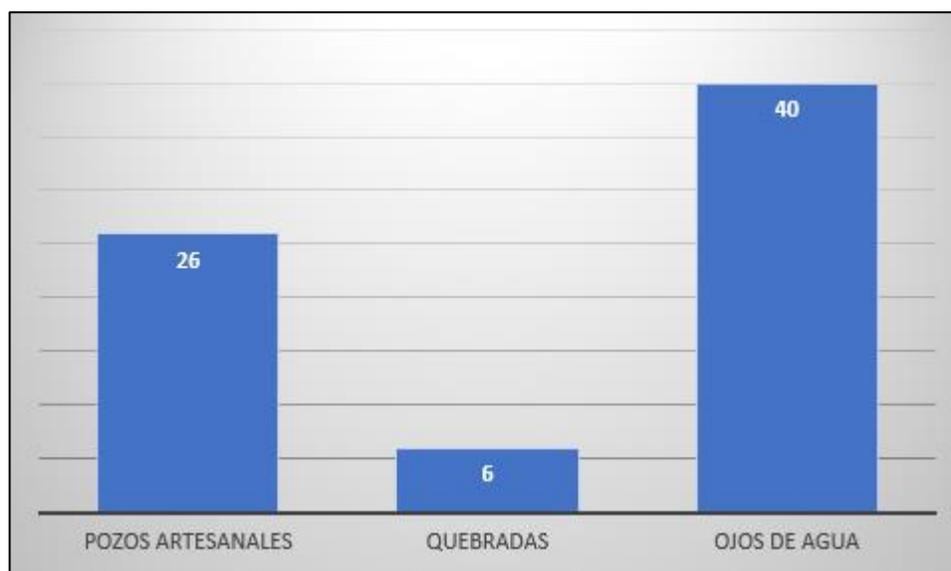
Recursos y servicios de agua

Disponibilidad del servicio de agua potable

De las 72 viviendas seleccionadas, que corresponden al (100%), los habitantes manifiestan que no poseen con un servicio de agua potable como tal, no obstante, el vital líquido lo obtienen la mayoría por medio de pozos artesanales excavados manualmente, quebradas y ojos de aguas que se transportan a través de mangueras negras por sistema de gravedad.

Figura 12

Recursos y servicios de agua

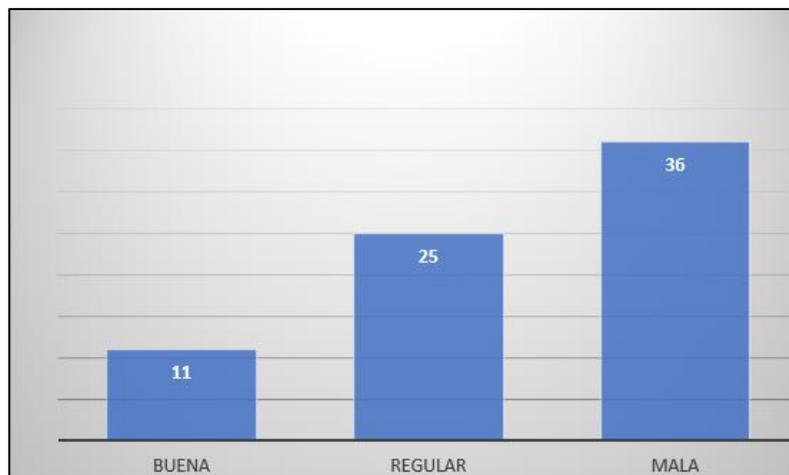


Condiciones del agua que consumen los beneficiarios

Con respecto a las condiciones de calidad del agua para el consumo humano de las familias (34.8%) manifiestan que la calidad es regular, el (15.3%) que es buena y el (49.9%) de los beneficiarios refieren que es de mala calidad. Quienes hacen referencia a la mala y regular calidad del agua, lo hacen en base a sus características relacionadas con el mal sabor y mal color. (Ver figura No. 14).

Figura 13

Condiciones del agua



5.2 Levantamiento topográfico

El trabajo se desarrolló conforme los métodos generalmente establecidos. Se contó con un equipo de tres personas para la lectura de puntos y dirección en general.

Se levantaron puntos con estación total, correspondientes a infraestructura, caminos, derrotero de tuberías. Cada punto tiene información georreferenciada (coordenadas y altura).

En total se midieron 4,527.86 metros de distancia la altura mayor donde estará ubicado la captación es de 555 msnm y el tanque de almacenamiento estará en 457 msnm, los puntos más bajos se encuentran entre los 280 msnm y 300 msnm, las casas se encuentran dispersas. En el levantamiento no se consideraron 7 casas por estar muy alejadas del tramo principal.

5.3 Aforo y calidad de agua de la fuente

5.3.1 Aforo de la fuente

La fuente que se ocupó para abastecer la comunidad es un manantial (Ver figura No. 25 en anexos I).

El aforo fue realizado en periodo de estiaje (verano) del 2023 para determinar la capacidad de la fuente de captación por el método volumétrico en el que se utilizó un recipiente con capacidad de 20 L, cronómetro y un tubo de PVC de 2 pulgadas.

Tabla 1*Resultado del aforo de la fuente*

No.	Volumen de Recipiente	Tiempo de llenado	Caudal aproximado
1	20 litros	20.05 s	1.018 l/s
2	20 litros	20.20 s	1.019 l/s
3	20 litros	20.45 s	1.017 l/s
4	20 litros	20.30 s	1.015 l/s
5	20 litros	19.95 s	1.013 l/s
Resultado		1.016 l/s	

El resultado del aforo indica que la fuente tiene potencial de producir (1.016 l/s) esta oferta de agua es superior a la demanda proyectada para la comunidad (0.906 l/s) esto nos proporciona un margen del 10% de excedente de agua, lo que evita una sobre explotación de la fuente preservando los valores ecológicos.

5.3.2 Calidad del agua

La fuente de agua recomendada para el proyecto se encuentra en la propiedad del señor Ignacio Alvares, ubicada en la coordenada geográfica 678635.72 E y 1429650.96 N 16P, con una elevación estimada de 555msnm. Esta elevación es superior a las elevaciones donde se encuentran las viviendas de la comunidad que van desde los 420msnm a los 380msm.

Análisis de estudio físico químico

Los resultados del análisis físico químico realizados a el manantial Cerro El Pelón, realizados en el mes de septiembre del 2023 indican que todas las concentraciones de los parámetros analizados son inferiores al valor limite permisible, según la norma CAPRE.

Los parámetros de turbidez de 4.00 NTU y color aparente con un valor de 4.00 UC bajos en consideración al valor permisible que son 15 UC Y 5 NTU.

Los resultados los análisis físico-químicos analizados en la muestra cumplen con las normas CAPRE. VER ANEXOS IV.

Análisis de estudio bacteriológico

Además, en el análisis bacteriológico, se encontraron resultados que indican que existe contaminación de coliformes fecales por lo cual será necesario dar tratamiento de desinfección del agua mediante la aplicación del cloro.

Esto es debido que en aguas arriba del manantial existe otro pequeño ojo de agua que escurre hacia esta fuente y que en su recorrido hacia la fuente propuesta se contamina con la escorrentía superficial.

5.3.3 Proyección de población y determinación del consumo

La población inicial es de 320 habitantes, la tasa de crecimiento de 2.5% y el período de diseño es de 20 años, por lo que aplicando la ecuación para el cálculo de la población futura se obtiene:

$$P_f = 320(1 + 0.025)^{20} = 511$$

Para el cálculo del consumo doméstico es el producto de población y dotación, que es 80 lppd. según tabla de NTON para zonas rurales.

$$CD = 511 \text{ habitantes} * 80 \frac{\text{litros}}{\text{habitantes} * \text{día}} = 40899.9 \frac{\text{litros}}{\text{día}}$$

El cálculo de consumo doméstico es utilizado para estimar el consumo institucional, consumo comercial y consumo industrial, los cuales son un porcentaje de este.

$$CPI = 7\% * CD = 7\% * 40899.9 = 2863 \frac{\text{litros}}{\text{día}}$$

$$CC = 7\% * CD = 7\% * 40899.9 = 2863 \frac{\text{litros}}{\text{día}}$$

$$CPI = 2\% * CD = 2\% * 40899.9 = 818 \frac{\text{litros}}{\text{día}}$$

El cálculo del consumo promedio diario es la suma de los caudales anteriormente mencionados: Consumo doméstico, consumo industrial, consumo comercial, y consumo público.

$$CPD = CD + CPI + CC + Cind = 47443 \frac{\text{litros}}{\text{día}}$$

Las pérdidas del sistema en este caso es el 15% del CPD porque es población rural con menos de 500 viviendas. Se calcula el Consumo promedio diario más pérdidas.

$$CPD + \text{Pérdidas} = CPD + 15\%CPD = 0.6311 \text{ lps}$$

Todo esto está en la siguiente tabla:

Tabla 2*Población proyectada y tipos de consumo*

AÑO	POB	DOT Lppd	CD Lpd	CPI Lpd	CC Lpd	C ind lpd
2023	320	80.00	25584.0	1790.9	1790.9	511.7
2024	328	80.00	26223.6	1835.7	1835.7	524.5
2025	336	80.00	26879.2	1881.5	1881.5	537.6
2026	344	80.00	27551.2	1928.6	1928.6	551.0
2027	353	80.00	28239.9	1976.8	1976.8	564.8
2028	362	80.00	28945.9	2026.2	2026.2	578.9
2029	371	80.00	29669.6	2076.9	2076.9	593.4
2030	380	80.00	30411.3	2128.8	2128.8	608.2
2031	390	80.00	31171.6	2182.0	2182.0	623.4
2032	399	80.00	31950.9	2236.6	2236.6	639.0
2033	409	80.00	32749.7	2292.5	2292.5	655.0
2034	420	80.00	33568.4	2349.8	2349.8	671.4
2035	430	80.00	34407.6	2408.5	2408.5	688.2
2036	441	80.00	35267.8	2468.7	2468.7	705.4
2037	452	80.00	36149.5	2530.5	2530.5	723.0
2038	463	80.00	37053.3	2593.7	2593.7	741.1
2039	475	80.00	37979.6	2658.6	2658.6	759.6
2040	487	80.00	38929.1	2725.0	2725.0	778.6
2041	499	80.00	39902.3	2793.2	2793.2	798.0
2042	511	80.00	40899.9	2863.0	2863.0	818.0

Se debe calcular el Consumo Promedio Diario y el Consumo Máxima Hora, los cuales al valor de Consumo Promedio Diario se le debe aplicar el factor correspondiente. En el caso de Consumo Promedio Diario se aplica un 1.5 porque es zona rural, y el factor del Consumo Máxima Hora, se debe calcular aplicando un 2.5 al Consumo Promedio Diario, y en cada caso, se deben adicionar las pérdidas.

Tabla 3*Consumo a lo largo del proyecto*

AÑO	CPD		PÉRD. Lpd	CPD (+P) Lps	CMD (+P) Lps	CMH (+P) lps	TANQ M3/D
	Lpd	Lps					
2023	29677.4	0.34	4451.6	0.395	0.567	0.91	16.3
2024	30419.4	0.35	4562.9	0.405	0.581	0.93	16.7
2025	31179.9	0.36	4677.0	0.415	0.595	0.96	17.1
2026	31959.4	0.37	4793.9	0.425	0.610	0.98	17.6
2027	32758.3	0.38	4913.8	0.436	0.626	1.00	18.0
2028	33577.3	0.39	5036.6	0.447	0.641	1.03	18.5
2029	34416.7	0.40	5162.5	0.458	0.657	1.06	18.9
2030	35277.2	0.41	5291.6	0.470	0.674	1.08	19.4
2031	36159.1	0.42	5423.9	0.481	0.691	1.11	19.9
2032	37063.1	0.43	5559.5	0.493	0.708	1.14	20.4
2033	37989.6	0.44	5698.4	0.506	0.725	1.17	20.9
2034	38939.4	0.45	5840.9	0.518	0.744	1.19	21.4
2035	39912.9	0.46	5986.9	0.531	0.762	1.22	22.0
2036	40910.7	0.47	6136.6	0.545	0.781	1.25	22.5
2037	41933.4	0.49	6290.0	0.558	0.801	1.29	23.1
2038	42981.8	0.50	6447.3	0.572	0.821	1.32	23.6
2039	44056.3	0.51	6608.4	0.586	0.841	1.35	24.2
2040	45157.7	0.52	6773.7	0.601	0.862	1.39	24.8
2041	46286.7	0.54	6943.0	0.616	0.884	1.42	25.5
2042	47443.8	0.55	7116.6	0.631	0.906	1.46	26.1

Se tiene como resultados que el caudal de diseño en CMH es de 0.906 lps y el tanque tiene un volumen de 26.1 metros cúbicos.

5.4 Diseño del sistema de agua potable

5.4.1 Obra de Captación manantial de ladera

El agua será captada mediante una captación de ladera dividido en 3 partes protección de afloramiento, cámara húmeda y cámara seca con un canal de derivación para el caudal ecológico, tomando en cuenta que la fuente propuesta para el proyecto es un manantial. (Aguero, 2004, p. 10).

- **Captación**

a. Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara de humedad:

$$h_f = H - h_0 \text{ ecuación 17}$$

$$h_0 = 1.56 \frac{v^2}{2g} \text{ ecuación 18}$$

H: Carga sobre el centro del orificio (0.40m)

h₀: Perdida de carga en el orificio

H_f: Perdida de carga afloramiento captación

V: velocidad asumida 0.6 m/s

$$h_0 = 1.56 \frac{0.6^2}{2 * 9.81} = 0.03m$$

$$h_f = 0.40 - 0.03 = 0.37m$$

$$h_0 = \frac{Hf}{0.30} = 1.2m$$

b. Cálculo del ancho de la pantalla (b):

Para determinar el ancho de la pantalla es necesario conocer el diámetro y el número de orificios que permitirán fluir el agua desde la zona de afloramiento hacia la cámara húmeda. (Aguero, 2004, p. 13).

Para el cálculo del diámetro de la tubería de entrada (D), se utilizan las siguientes ecuaciones:

Donde:

Q_{max}: Caudal en la fuente (l/s)

C_d: Coeficiente de descarga (0.60 a 0.80)

A: Área (m²)

H: Carga sobre el centro del orificio (0.40-0.50m)

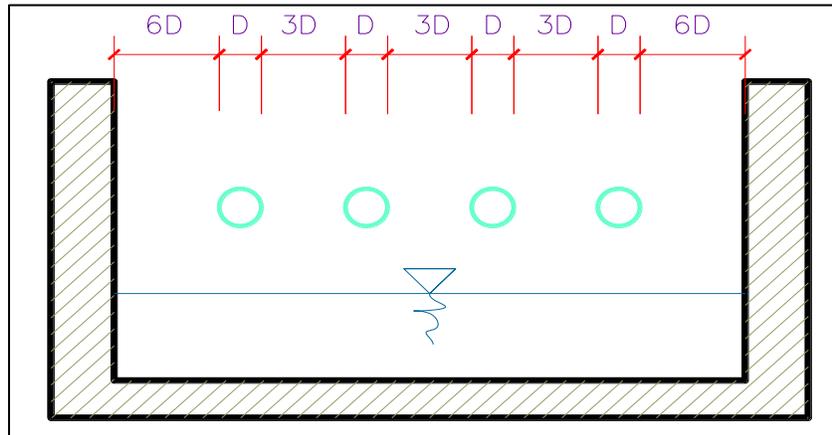
g: aceleración de la gravedad (9.81m/s²)

V: velocidad de paso se asume 0.5 m/s

La capacidad captada en la fuente según aforo es de 1.016 l/s por lo cual se trabajará con el caudal máximo día equivale a 0.906 l/s o 0.00906 m³/s.

Figura 14

Cálculo de ancho de la pantalla



Nota. Adaptado de guía para el diseño y construcción de captación de manantiales (p. 12), Roger Agüero, Lima 2004.

Área requerida para la *descarga*:

$$A = \frac{Q_{max}}{C_d * v} \quad (\text{Aguero, 2004}) \quad \text{ecuación 19}$$

$$A = \frac{0.00906}{0.60 * 0.5} \quad (\text{Aguero, 2004}) = 0.0302 \text{ m}^2$$

Diámetro de la tubería ingreso a la cámara húmeda:

$$D_{calc} = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} \quad \text{ecuación 20}$$

$$D_{calc} = \sqrt{\frac{4 * 0.0302}{3.1416}} = 0.0384 \text{ m} = 1.5''$$

Diámetro comercial asumido $D_a = 2'' = 0.0508 \text{ m}$

c. Determinación del número de orificios en la pantalla:

$$N_{ORIF} = \frac{\text{Área del diámetro teórico}}{\text{Área del diámetro asumido}} + 1 \quad \text{ecuación 21}$$

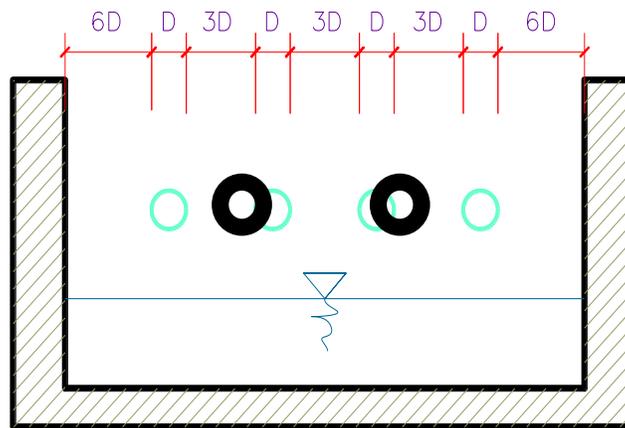
$$N_{ORIF} = \left(\frac{D_t}{D_a}\right)^2 + 1$$

$$N_{ORIF} = \left(\frac{1.5}{2}\right)^2 + 1 = 1.54$$

Tendrá 2 orificios por motivos constructivos y de mantenimiento.

Figura 15

Orificios de la pantalla



Nota. Adaptado de guía para el diseño y construcción de captación de manantiales (p. 12), Roger Agüero, Lima 2004.

Conocidos el número de orificios con sus respectivos diámetros se procedió a determinar el ancho de la pantalla:

$$b = 2(6Da) + N_{orif} * Da + 3Da(N_{orif} - 1) \text{ ecuación 22}$$

$$b = 2(6 * 0.0508) + 2 * 0.0508 + 3 * 0.0508(2 - 1) = 0.4675 \text{ m}$$

La estructura de captación tendrá las siguientes dimensiones 1.00 m de ancho por motivos constructivos y de mantenimiento.

d. Cálculo de la altura de la cámara de humedad:

Donde:

A: Altura mínima para permitir la sedimentación de arenas se considerará 10 cm.

B: Se considera el diámetro de salida

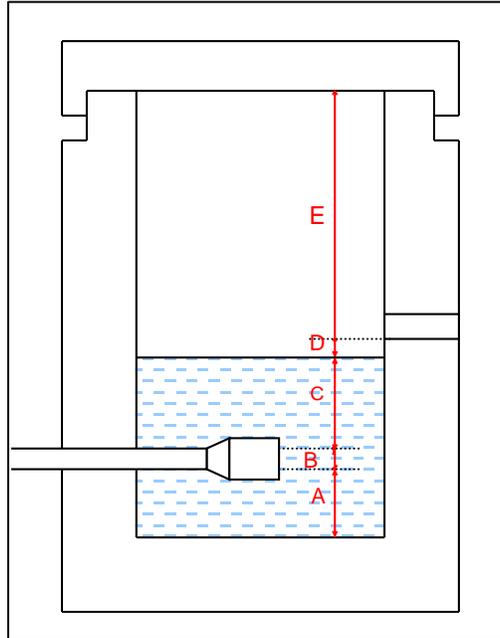
H: Altura de agua sobre la canastilla= 30 cm.

D: Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua de afloramiento y el nivel de agua de la cámara de humedad (mínimo 5 cm).

E: Borde libre (se recomienda mínimo 30 cm).

Figura 16

Altura de la cámara de humedad



Nota. Adaptado de guía para el diseño y construcción de captación de manantiales (p. 13), Roger Agüero, Lima 2004.

Resumen de datos:

A=10cm B=2.50cm H=30cm D=10cm E=40cm

Cálculo de la altura de la cámara de humedad:

$$HT = A + B + H + D + E \quad \text{ecuación 23}$$

$$HT = 10 + 2.5 + 30 + 10 + 40 = 92.5\text{cm}$$

Se asume 1.00 metros por asuntos constructivos.

Cálculo de la tubería de limpieza y de rebose

$$D_{limp} = \frac{0.71 * Q^{0.38}}{h_f^{0.21}} \quad \text{ecuación 24}$$

Q: Caudal de la fuente (l/s)

hf: Perdida de la carga unitaria (0.015m/m) recomendado

Diámetro de la tubería de limpieza calculada= 0.98”

Diámetro de la tubería de limpieza comercial= 1”

Diámetro de la tubería de rebose calculada= 0.98”

Diámetro de la tubería de rebose comercial= 1”

Resumen de cálculos de la estructura:

Caudal de la fuente: 0.906l/s

Ancho de la pantalla=1.00m

Numero de orificios =2” de 2” cada uno

Distancia de afloramiento= 0.6m

Altura de la cámara de humedad (Ht)= 1.00m

Tubería de rebose y salida= 1”

VER PLANO 14

5.4.2 Diseño de la línea de conducción

La línea de conducción propuesta del sistema requiere de aproximadamente una longitud de 502.94, dicha línea trabajará totalmente por gravedad, la cual conducirá el caudal de (0.906 l) para un período de diseño de 20 años.

Selección del diámetro de la línea de conducción calculado mediante la siguiente ecuación y de esta manera despejando el diámetro (D):

D: diámetro de la tubería (m)

Q: Consumo Máximo Diario CMD (m³/s)

L: Longitud de la línea de conducción (m)

H: Pérdidas de carga (m)

$$H = 555 \text{ m} - 457 \text{ m} = \mathbf{98 \text{ m}}$$

$$D = \left(\frac{10.679 \times L \times Q^{1.85}}{H \times C^{1.85}} \right)^{\frac{1}{4.87}} \quad \text{Ecuación 9}$$

$$D = \left(\frac{10.679 \times 502.94 \times 0.000906^{1.85}}{98 \times 150^{1.85}} \right)^{\frac{1}{4.87}} = 0.024 \text{ m}$$

D=0.94" ≈ 1" ≈ 25mm

Diámetro mínimo según norma 2"

No cumple con diámetro mínimo y se adoptará 2" como norma

TABLA: Diámetros externos y espesores de Tuberías PVC

Cálculo del diámetro interior de la tubería (Di)

Di=De-(e)

Ecuación 62

Di: diámetro interior (mm)

De: diámetro exterior (mm)

e: espesor de la tubería (mm)

Basados en la tabla, del catálogo del fabricante Durman:

$$Di = 60.32 - (2.31) = 58.01 \text{ mm} \approx 0.058\text{m} \approx 2.28"$$

Figura 17

Diámetros externos y espesores de tuberías pvc

Durman FT Tubería Tipo SDR		Especificaciones tubería PVC ASTM D 2241					
Diam. Nom.	Diámetro Promedio Externo (mm)	Espesor mínimo de pared (mm) (Tolerancia positiva equivalente al 6% del espesor mínimo)					
		SDR 41	SDR 32,5	SDR 26	SDR 21	SDR17	SDR 13,5
12	21,34±0,10	...	...	...	...	...	1,57+0,09
18	26,67±0,10	...	...	...	1,52+0,09	1,57+0,09	1,98+0,12
25	33,40±0,13	...	...	1,52+0,09	1,60+0,10	1,96+0,12	2,46+0,15
31	42,16±0,13	1,18+0,07	1,52+0,09	1,63+0,10	2,01+0,12	2,49+0,15	3,12+0,19
38	48,26±0,15	1,18+0,07	1,52+0,09	1,85+0,11	2,29+0,14	2,84+0,17	3,58+0,21
50	60,32±0,15	1,47+0,09	1,85+0,11	2,31+0,14	2,87+0,17	3,56+0,21	4,47+0,27
62	73,02±0,18	1,78+0,11	2,24+0,13	2,79+0,17	3,48+0,21	4,29+0,26	5,41+0,32
75	88,90±0,20	2,16+0,13	2,74+0,16	3,43+0,21	4,24+0,25	5,23+0,31	6,58+0,39
100	114,30±0,23	2,79+0,17	3,51+0,21	4,39+0,26	5,44+0,33	6,73+0,40	8,46+0,51
150	168,28±0,28	4,11+0,25	5,18+0,31	6,48+0,39	8,03+0,48	9,91+0,59	12,47+0,75
200	219,08±0,38	5,33+0,32	6,73+0,40	8,43+0,51	10,41+0,62	12,90+0,77	...
250	273,05±0,38	6,65+0,40	8,41+0,50	10,49+0,63	12,98+0,78	16,05+0,96	...
300	323,85±0,38	7,90+0,47	9,96+0,60	12,45+0,75	15,39+0,92	19,05+1,14	...
375	388,62±0,41	9,47+0,57	11,96+0,72	14,94+0,90	18,49+1,11	...	...
450	457,20±0,48	11,15+0,67	14,07+0,84	17,58+1,05	21,77+1,31	26,90+1,61	...

Presión nominal de trabajo a 23 °C

Nota. Adaptado manual técnico de DURMAN (p 26)

Cálculo de velocidad

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

$$V = \frac{4Q}{\pi\phi^2} \text{ Ecuación 10}$$

Ø: diámetro de la tubería (m)

Q: Caudal Máximo Diario CMD (m3)

$$V = \frac{4(0.000906 \frac{m^3}{s})}{\pi(0.058)^2}$$

$$V = 0.34 \text{ m/s}$$

$$0.6 \text{ m/s} \leq 0.34 \text{ m/s} < 5 \text{ m/s}$$

0.34 m/s es un valor de bajo de lo que la norma dictamina como velocidad mínima de 0.6m/s por lo que recomendamos instalar válvulas de limpieza en los tramos con menor altura.

Cálculo golpe de Ariete para la línea de conducción

Primer tramo

Tramo captación hacia Nodo 11

Lc1= 318.3 m

$\Delta H = 550 - 482.2 = 67.8\text{m}$

cálculo de la pérdida de carga por fricción

$$\frac{h_f}{L} = 0.679 \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}} \quad \text{Ecuación 11}$$

$$hf = 0.679 * \left(\frac{0.00906^{1.85}}{150^{1.85} * 0.058^{4.87}} \right) * 67.8 = 0.75 \text{ m}$$

La celeridad se calculará con la ecuación 12 de Allievi.

$$= \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \frac{D}{e}}} \quad \text{Ecuación 12}$$

C: Celeridad en m/s

D: Diámetro interior en mm

e: espesor del tubo en mm.

Ko: Para PVC = 33.3

Diámetro interno y espesor para tubería de 2" SDR 26 ASTM 2241

Ver figura número 18 en Diámetros internos y espesores de tuberías de la marca Durman catálogo de infraestructura 2018.

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 33.3 \frac{0.06032}{0.00231}}}$$

$$C = 326.64 \text{ m/s}$$

Dext: 60.32 mm

e=: 2.31 mm.

Ko: Para PVC = 33.3

Cálculo de la sobre presión

$$ha = \frac{C * V}{g}$$
$$ha = \frac{326.64 \frac{m}{s} * 0.34 m/s}{9.81 m/s^2}$$
$$ha = 11.3 m$$

C: Celeridad en m/s

V: velocidad en m/s

g: aceleración de la gravedad m/s²

Comprobación del cálculo de la tubería

$$\Delta H + h_f + ha = 67.8 + 0.75 + 11.3 = 79.85 m < 88.00 m.$$

Se adoptó una tubería SDR 26, cuya presión de trabajo es 112 m.

80%*(SDR-26)>presión máxima

80%*(112mca)>presión máxima

89.6 m > 79.85m

La tubería propuesta SDR 26 cumple para la presión de 79.85 m.

Cálculo golpe de Ariete para la línea de conducción

Segundo tramo

Tramo nodo 11 hacia Nodo 18

Lc1= 159.54 m

$$\Delta H = 482.2 - 457 = 25.2 m$$

cálculo de la pérdida de carga por fricción

$$\frac{h_f}{L} = 0.679 \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}} \quad \text{Ecuacion 11}$$

$$hf = 0.679 * \left(\frac{0.00906^{1.85}}{150^{1.85} * 0.058^{4.87}} \right) * 25.2 = 0.28 \text{ m}$$

La celeridad se calculará con la ecuación 12 de Alievi.

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \frac{D}{e}}} \quad \text{Ecuación 12}$$

C: Celeridad en m/s

D: Diámetro interior en mm

e: espesor del tubo en mm.

Ko: Para PVC = 33.3

Diámetro interno y espesor para tubería de 2" SDR 26 ASTM 2241

Ver figura 18 en Diámetros internos y espesores de tuberías de la marca Durman catálogo de infraestructura 2018.

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 33.3 \frac{0.06032}{0.00231}}}$$

$$C = 326.64 \text{ m/s}$$

Dext: 60.32 mm

e=: 2.31 mm.

Ko: Para PVC = 33.3

Cálculo de la sobre presión

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

$$ha = \frac{326.64 \frac{m}{s} * 0.34 \text{ m/s}}{9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$ha = 11.3 \text{ m}$$

C: Celeridad en m/s

V: velocidad en m/s

g: aceleración de la gravedad m/s²

Comprobación del cálculo de la tubería

$$\Delta H + h_f + h_a = 25.2 + 0.28 + 11.3 = 36.78 \text{ m} < 88.00 \text{ m.}$$

Se adoptó una tubería SDR 26, cuya presión de trabajo es 112 m

80%*(SDR-26)>presión máxima

80%*(112m)>presión máxima

89.6 m.>36.78m.

La tubería propuesta SDR 26 cumple para la presión de 36.78 m.

5.4.3 Dimensionamiento del tanque

El tanque de almacenamiento estará ubicado en las coordenadas X=679,159.33 Y=1,429,504.098 con una elevación de 457 msnm. Para calcular el almacenamiento de agua demandado por la población, se tomó en cuenta el apartado 6.10.1. de la norma NTON 09 007-19 que nos dice que el volumen mínimo debe estar compuesto por un volumen compensador dividido en volumen de regulación y volumen de reserva.

Tabla 4

Cálculos del volumen del tanque

Consumo promedio diario (CPD)	0.55 $\frac{l}{s}$
15% de pérdidas	0.0825 $\frac{l}{s}$
Sumatoria	0.6325 $\frac{l}{s}$
V. Compensador 25%CPD + PP	19 m^3
Volumen de emergencia 15%CPD	7.12 m^3
Volumen Total del Tanque	26.12 m^3

Dado que las condiciones de acceso hacia el lugar donde se dispondrá para la ubicación de la estructura de almacenamiento son moderadamente óptimas para el traslado de materiales

pesados y que se dispone de material como piedra bolón en la zona y generar un costo menor debido a su transporte al lugar, se propone construir un tanque de concreto ciclópeo. Las dimensiones interiores del tanque serán 3.30 m de altura, 3.00 m de ancho y 3.00 de largo, el nivel mínimo del agua estará a 0.50 m y el máximo a 3.00 m.

5.4.4 Tratamiento del cloro

Desinfección

La desinfección se hará directamente en el tanque de almacenamiento por medio de la solución de hipoclorito de sodio directamente por goteo y por consiguiente se utilizará un clorador de carga constante.

Cálculo de la cantidad de hipoclorito de sodio

$$V_{cloro} = \frac{V_{agua} \times dosis}{Concentracion\ de\ cloro}$$

V cloro: Volumen de cloro que se agregará (litros)

V agua: Volumen de agua a desinfectar (litros)

Dosis: Concentración o dosis aplicada

Concentración: Concentración del producto expresada por el fabricante en % 0 en ppm

Datos:

Para la dosificación se aplicará la solución de cloro 2 mg/l a partir de una solución madre 1% con una concentración de cloro del 12% (12,000):

$$V_{cloro} = \frac{26,120\text{lt}/\text{dia} \times 2\text{gm}/\text{lt}}{120,000\ \text{mg}/\text{lt}}$$

Como resultado se obtiene que para desinfectar 26,120 lt/día que almacena el tanque se utilizará 0.43 lt/día de hipoclorito de sodio.

5.4.5 Demanda de los nodos

La demanda se calculó con el método de caudal por unidad de longitud de tubería, que consiste en el cálculo de un caudal unitario (Qunitario) resultante del cociente del caudal de diseño entre la suma de la longitud total de tuberías efectivas en la red. Teniendo calculado dicho caudal unitario se procede a realizar la multiplicación de la longitud del tramo de estudio con el Qunitario para así conocer la demanda concentrada en el nodo final de ese tramo.

Existe una longitud de 3.4km de red de distribución y un caudal de CMH de 1.46 lps.

Tabla 5*Demanda de nodos*

ID DE NODOS	Longitud m	Caudal LPS
Nodos T-2	30.08	0.0054
Nodos T-3	28.76	0.0109
Nodos T-4	44.68	0.0162
Nodos T-5	48.42	0.0176
Nodos T-6	36.56	0.0133
Nodos T-7	30.25	0.011
Nodos T-8	30.24	0.011
Nodos T-9	31.40	0.0114
Nodos T-10	24.46	0.0089
Nodos T-11	24.09	0.0087
Nodos T-12	25.74	0.0093
Nodos T-13	35.62	0.0129
Nodos T-14	41.92	0.00105
Nodos T-15	37.56	0.0136
Nodos T-16	36.76	0.0128
Nodos T-17	32.65	0.0165
Nodos T-18	45.49	0.0165
Nodos T-19	44.01	0.016
Nodos T-20	46.43	0.0168
Nodos T-21	51.06	0.0185
Nodos T-22	35.11	0.0185
Nodos T-23	36.05	0.0187
Nodos T-24	35.25	0.0131
Nodos T-25	23.36	0.0128
Nodos T-26	21.67	0.0085
Nodos T-27	14.26	0.0131
Nodos T-28	376.00	0.0128
Nodos T-58	103.35	0.0135
Nodos T-57	69.96	0.1364
Nodos T-56	72.00	0.0375
Nodos T-55	77.08	0.0254
Nodos T-54	73.70	0.0261
Nodos T-53	60.26	0.028
Nodos T-52	77.19	0.0267
Nodos T-51	63.21	0.0219
Nodos T-50	62.20	0.028

ID DE NODOS		Longitud m	Caudal LPS
Nodos	T-49	58.29	0.0229
Nodos	T-48	57.04	0.0102
Nodos	T-47	60.19	0.0111
Nodos	T-46	75.25	0.0107
Nodos	T-45	76.27	0.0118
Nodos	T-44	57.71	0.0173
Nodos	T-43	72.44	0.0177
Nodos	T-42	42.24	0.0109
Nodos	T-41	48.62	0.0103
Nodos	T-40	53.53	0.0153
Nodos	T-39	53.26	0.0176
Nodos	T-38	34.42	0.0194
Nodos	T-37	42.62	0.0193
Nodos	T-36	52.89	0.0125
Nodos	T-35	45.20	0.0155
Nodos	T-34	44.20	0.0192
Nodos	T-33	47.27	0.0164
Nodos	T-32	36.15	0.016
Nodos	T-31	56.03	0.0171
Nodos	T-30	46.50	0.0131
Nodos	T-29	17.68	0.0103
Nodos	T-59	48.06	0.0169
Nodos	T-60	40.99	0.0264
Nodos	T-61	48.44	0.0375
Nodos	T-62	53.99	0.0264
Nodos	T-63	48.87	0.0249
Nodos	T-64	36.23	0.0176
Nodos	T-65	48.14	0.0276
Nodos	T-66	50.04	0.0277
Nodos	T-67	54.69	0.0131
Nodos	T-68	56.73	0.0275
Nodos	T-69	79.68	0.0182
Nodos	T-70	50.39	0.0198
Nodos	T-71	28.23	0.0206
Nodos	T-72	42.80	0.0289
Nodos	T-73	49.36	0.0185
Nodos	T-74	45.58	0.0183
Nodos	T-75	60.43	0.0102
Nodos	T-76	70.78	0.0155
Nodos	T-77	57.32	0.0179

ID DE NODOS	Longitud m	Caudal LPS
Nodos T-78	34.53	0.0165
Nodos T-1	15	0.0219

5.4.6 Análisis en EPANET

Se presentará el análisis hidráulico con la condición de CMH, en esta condición de análisis simula a la red de distribución trabajando con los caudales máximos esperados en la red, para conocer las presiones más bajas esperadas y de esta manera garantizar la presión mínima de servicio requerida.

- Consumo máxima hora – CMH

Se presentan los caudales de máxima hora:

Figura 18

Consumo Máximo Horario

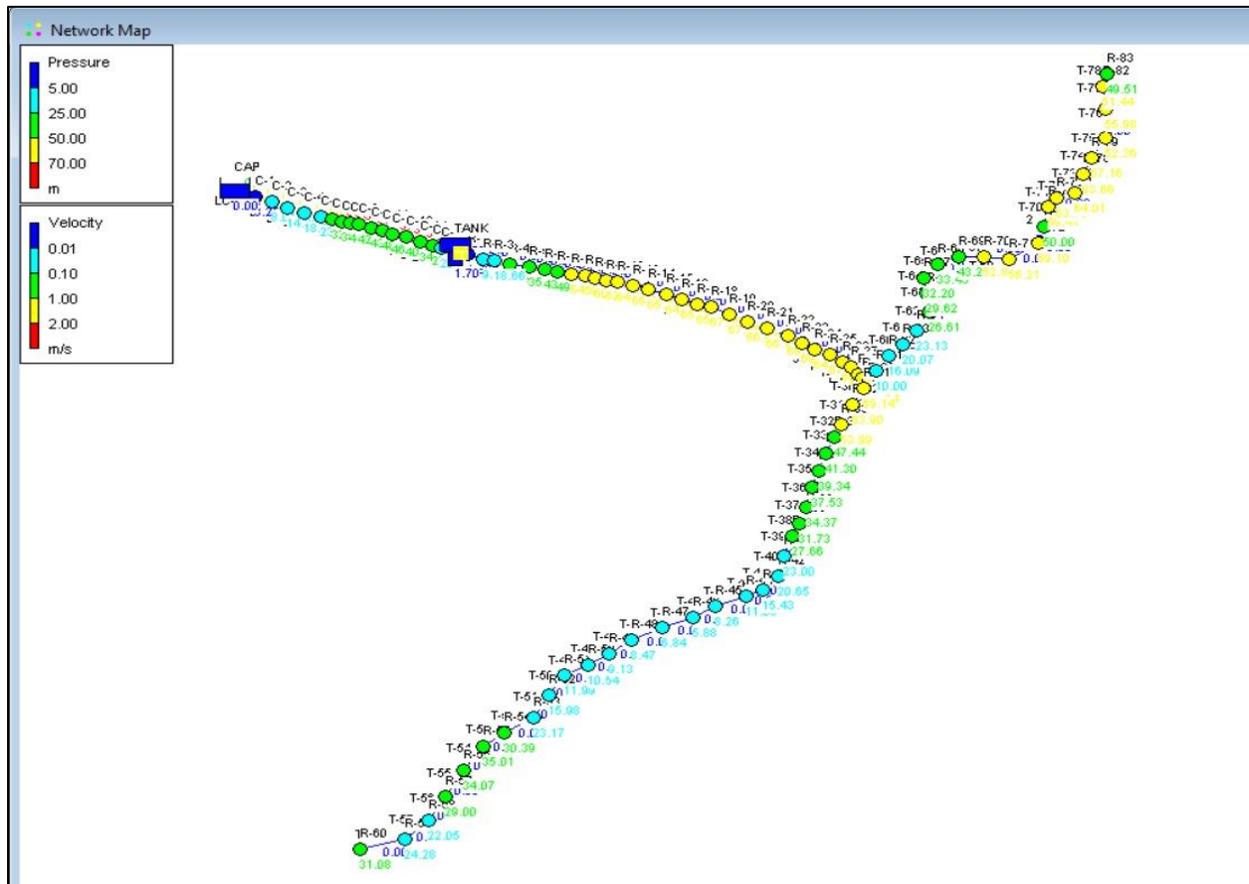


Tabla 6*Demanda y Presión de nodos en CMH*

Nodos ID	Elevación	Demanda Base	Altura	Presión
	m	LPS	m	M
Junc R-2	449.546051	0.0109	458.69	9.13
Junc R-4	432.069489	0.0162	458.67	26.55
Junc R-5	423.371674	0.0176	458.66	35.22
Junc R-6	415.134277	0.0133	458.66	43.44
Junc R-7	409.366455	0.011	458.65	49.19
Junc R-8	404.158051	0.011	458.65	54.38
Junc R-9	399.185455	0.0114	458.64	59.34
Junc R-10	397.725159	0.0089	458.63	60.79
Junc R-11	396.371490	0.0087	458.63	62.13
Junc R-12	394.536591	0.0093	458.63	63.96
Junc R-13	392.038452	0.0129	458.62	66.45
Junc R-14	389.478882	0.00105	454.61	65
Junc R-15	389.679535	0.0136	454.6	64.79
Junc R-16	389.244995	0.0128	454.6	65.22
Junc R-17	389.297638	0.0165	454.59	65.16
Junc R-18	386.782593	0.0165	454.58	67.67
Junc R-19	386.889648	0.016	454.58	67.55
Junc R-20	388.004974	0.0168	454.57	66.43
Junc R-21	387.685699	0.0185	454.56	66.74
Junc R-22	386.223694	0.0185	454.55	68.19
Junc R-23	385.257446	0.0187	454.55	69.15
Junc R-24	382.151123	0.0131	446.28	64
Junc R-25	378.337036	0.0128	446.27	67.8
Junc R-26	377	0.0085	446.27	69.13
Junc R-27	377	0.0131	446.27	69.13
Junc R-28	377	0.0128	446.26	69.12
Junc R-29	377	0.0135	446.26	69.12
Junc R-30	377	0.1364	446.21	69.08
Junc R-60	415.139526	0.0375	446.16	30.96
Junc R-59	421.954651	0.0254	446.16	24.16
Junc R-58	424.190186	0.0261	446.16	21.93
Junc R-57	417.222595	0.028	446.16	28.88
Junc R-56	412.141785	0.0267	446.16	33.95
Junc R-55	411.201996	0.0219	446.17	34.89
Junc R-54	415.830078	0.028	446.17	30.28

Nodos ID	Elevación	Demanda Base	Altura	Presión
	m	LPS	m	M
Junc R-53	423.066315	0.0229	446.17	23.06
Junc R-52	430.271698	0.0102	446.17	15.87
Junc R-51	434.269165	0.0111	446.18	11.88
Junc R-50	435.721375	0.0107	446.18	10.44
Junc R-49	437.126617	0.0118	446.18	9.04
Junc R-48	437.792786	0.0173	446.19	8.38
Junc R-47	439.422882	0.0177	446.19	6.76
Junc R-46	440.388977	0.0109	446.2	5.8
Junc R-45	438.005585	0.0103	446.2	8.18
Junc R-44	435.171509	0.0153	446.2	11.01
Junc R-43	430.821625	0.0176	446.2	15.35
Junc R-42	425.5914	0.0194	446.2	20.57
Junc R-41	423.235687	0.0193	446.2	22.92
Junc R-40	418.567474	0.0125	446.2	27.58
Junc R-39	414.487152	0.0155	446.2	31.65
Junc R-38	411.843201	0.0192	446.2	34.29
Junc R-37	408.677185	0.0164	446.21	37.45
Junc R-36	406.856995	0.016	446.21	39.27
Junc R-35	404.897797	0.0171	446.21	41.23
Junc R-34	398.748718	0.0131	446.21	47.37
Junc R-33	392.177856	0.0103	446.21	53.92
Junc R-32	382.248596	0.0169	446.21	63.84
Junc R-31	377	0.0064	446.21	69.07
Junc R-61	368.219849	0.0375	378.24	10
Junc R-62	362.121552	0.0264	378.23	16.08
Junc R-63	358.126007	0.0149	378.23	20.06
Junc R-64	355.061737	0.0176	378.22	23.12
Junc R-65	351.580231	0.0176	378.22	26.58
Junc R-66	348.558746	0.0177	378.21	29.6
Junc R-67	345.977631	0.0131	378.21	32.17
Junc R-68	344.726471	0.0175	378.21	33.41
Junc R-69	334.871979	0.0182	378.2	43.24
Junc R-70	325.242706	0.0198	378.2	52.85
Junc R-71	321.922058	0.0206	378.2	56.16
Junc R-72	309.000336	0.0289	378.19	69.06
Junc R-73	300.262543	0.0185	350.36	50
Junc R-74	290.837769	0.0183	350.36	59.4
Junc R-75	286.489685	0.0102	350.36	63.74
Junc R-76	286.229156	0.0155	350.36	64

Nodos ID	Elevación	Demanda Base	Altura	Presión
	m	LPS	m	M
Junc R-78	286.579498	0.0179	350.36	63.65
Junc R-79	293.089203	0.0165	350.36	57.16
Junc R-80	297.89624	0.0219	350.36	52.36
Junc R-81	294.269562	0.0257	350.36	55.98
Junc R-82	298.822327	0.0208	350.36	51.43
Junc R-83	300.756836	0.0125	350.36	49.5
Junc R-3	440	0.0104	458.68	18.65

La simulación en Epanet permitió realizar un análisis exhaustivo de las presiones encontrando como un valor mínimo el de 5.8 m cumpliendo con la norma, sin embargo, se encontró varios nodos con presiones de hasta 69 m, eso se debe a que el terreno es irregular o accidentado y no permite la colocación de una caja rompe presión ya que las presiones en nodos alejados sufrirían alteraciones generando presiones negativas.

Por lo tanto, se utilizó tubería PVC SDR 26 de 3 y 2 pulgadas de diámetro que soporta hasta presiones máximas de 112 m.

Se presentan caudales y velocidades en tuberías:

Tabla 7:

Velocidades en tuberías

ID DE LINEAS		Longitud	Diámetro	Rugosidad	Velocidad	Perdida Unitaria
		m	mm		m/s	m/km
Tubería	T-2	30.08	75	150	0.11	0.22
Tubería	T-3	28.76	75	150	0.11	0.21
Tubería	T-4	44.68	75	150	0.11	0.21
Tubería	T-5	48.42	75	150	0.11	0.21
Tubería	T-6	36.56	75	150	0.1	0.2
Tubería	T-7	30.25	75	150	0.1	0.2
Tubería	T-8	30.24	75	150	0.1	0.2
Tubería	T-9	31.40	75	150	0.1	0.19
Tubería	T-10	24.46	75	150	0.1	0.19
Tubería	T-11	24.09	75	150	0.1	0.19
Tubería	T-12	25.74	75	150	0.1	0.19
Tubería	T-13	35.62	75	150	0.1	0.18
Tubería	T-14	41.92	75	150	0.1	0.18
Tubería	T-15	37.56	75	150	0.1	0.17
Tubería	T-16	36.76	75	150	0.1	0.17
Tubería	T-17	32.65	75	150	0.1	0.17
Tubería	T-18	45.49	75	150	0.09	0.16
Tubería	T-19	44.01	75	150	0.09	0.16
Tubería	T-20	46.43	75	150	0.09	0.16
Tubería	T-21	51.06	75	150	0.09	0.15
Tubería	T-22	35.11	75	150	0.09	0.15
Tubería	T-23	36.05	75	150	0.09	0.14
Tubería	T-24	35.25	75	150	0.09	0.14
Tubería	T-25	23.36	75	150	0.08	0.14
Tubería	T-26	21.67	75	150	0.08	0.13
Tubería	T-27	14.26	75	150	0.08	0.13
Tubería	T-28	376.00	75	150	0.08	0.13
Tubería	T-58	103.35	50	150	0.01	0
Tubería	T-57	69.96	50	150	0.01	0
Tubería	T-56	72.00	50	150	0.01	0.01
Tubería	T-55	77.08	50	150	0.02	0.01
Tubería	T-54	73.70	50	150	0.02	0.02
Tubería	T-53	60.26	50	150	0.03	0.03

ID DE LINEAS		Longitud	Diámetro	Rugosidad	Velocidad	Perdida
		m	mm		m/s	Unitaria m/km
Tubería	T-52	77.19	50	150	0.03	0.04
Tubería	T-51	63.21	50	150	0.04	0.05
Tubería	T-50	62.20	50	150	0.04	0.05
Tubería	T-49	58.29	50	150	0.04	0.05
Tubería	T-48	57.04	50	150	0.04	0.06
Tubería	T-47	60.19	50	150	0.04	0.06
Tubería	T-46	75.25	50	150	0.05	0.07
Tubería	T-45	76.27	50	150	0.05	0.08
Tubería	T-44	57.71	75	150	0.02	0.01
Tubería	T-43	72.44	75	150	0.02	0.01
Tubería	T-42	42.24	75	150	0.02	0.01
Tubería	T-41	48.62	75	150	0.03	0.02
Tubería	T-40	53.53	75	150	0.03	0.02
Tubería	T-39	53.26	75	150	0.03	0.02
Tubería	T-38	34.42	75	150	0.03	0.02
Tubería	T-37	42.62	75	150	0.03	0.02
Tubería	T-36	52.89	75	150	0.03	0.02
Tubería	T-35	45.20	75	150	0.03	0.02
Tubería	T-34	44.20	75	150	0.03	0.03
Tubería	T-33	47.27	75	150	0.04	0.03
Tubería	T-32	36.15	75	150	0.04	0.03
Tubería	T-31	56.03	75	150	0.04	0.03
Tubería	T-30	46.50	75	150	0.04	0.03
Tubería	T-29	17.68	75	150	0.04	0.03
Tubería	T-59	48.06	50	150	0.07	0.13
Tubería	T-60	40.99	50	150	0.06	0.12
Tubería	T-61	48.44	50	150	0.06	0.11
Tubería	T-62	53.99	50	150	0.06	0.1
Tubería	T-63	48.87	50	150	0.05	0.09
Tubería	T-64	36.23	50	150	0.05	0.08
Tubería	T-65	48.14	50	150	0.05	0.07
Tubería	T-66	50.04	50	150	0.04	0.07
Tubería	T-67	54.69	50	150	0.04	0.06
Tubería	T-68	56.73	50	150	0.04	0.05
Tubería	T-69	79.68	50	150	0.03	0.04
Tubería	T-70	50.39	50	150	0.03	0.03
Tubería	T-71	28.23	50	150	0.02	0.02
Tubería	T-72	42.80	50	150	0.02	0.02
Tubería	T-73	49.36	50	150	0.02	0.01

ID DE LINEAS		Longitud	Diámetro	Rugosidad	Velocidad	Perdida Unitaria
		m	mm		m/s	m/km
Tubería	T-74	45.58	50	150	0.02	0.01
Tubería	T-75	60.43	50	150	0.01	0.01
Tubería	T-76	70.78	50	150	0.01	0
Tubería	T-77	57.32	50	150	0.01	0
Tubería	T-78	34.53	50	150	0	0
Tubería	T-1	15	75	150	0.11	0.22

Entre los parámetros más importantes a considerar en el diseño de la red esta la velocidad de las tuberías, la cual según la norma debe de estar en el rango de 0.6 m/s a 5 m/s, sin embargo, la mayoría de los tramos no cumplen esto debido a que el diámetro mínimo es de 2 pulgadas y a la poca demanda de caudal que necesita la comunidad.

- **Consumo Nulo – Presiones de Ruptura**

La demanda en los nodos es cero.

Figura 19

Consumo nulo

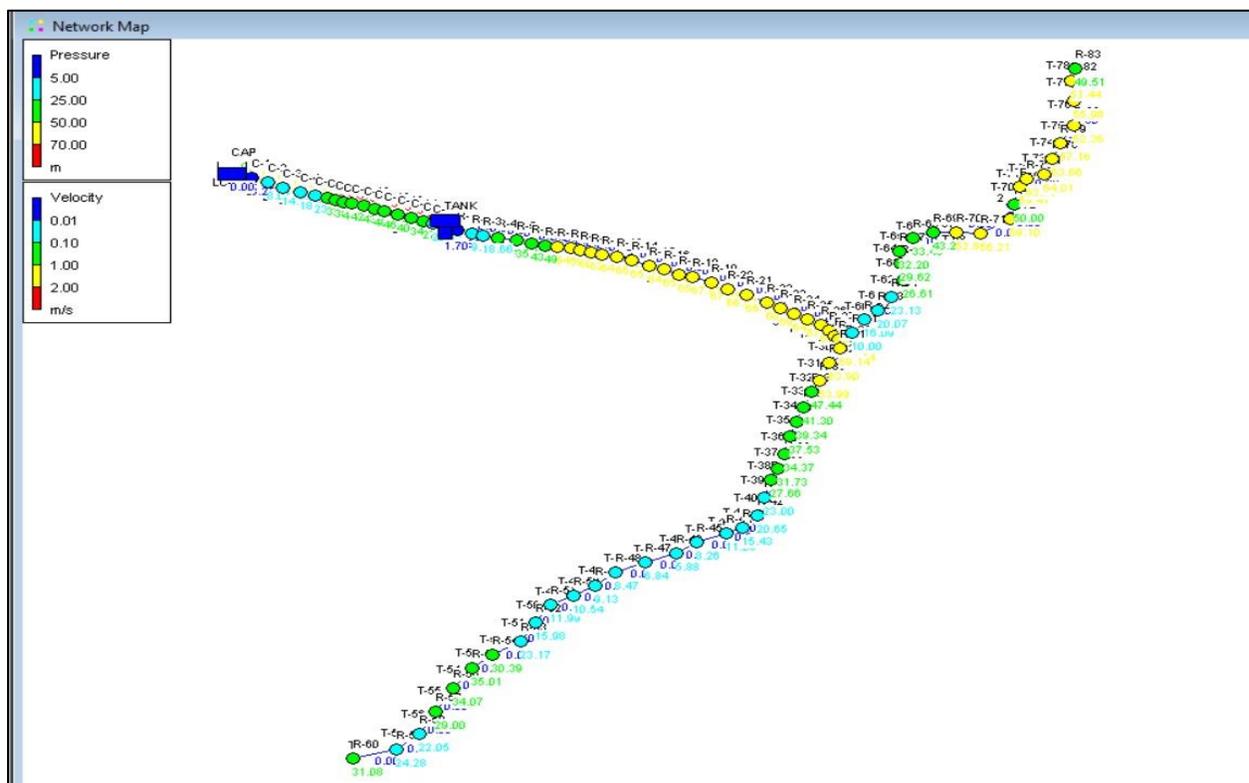


Tabla 8:*Presión de nodos en consumo nulo*

Nodos Nombre	Elevación m	Demanda lps	Presión M
Junc C-2	544.2	0	8.01
Junc C-3	535.9	0	14.09
Junc C-4	529.4	0	18.04
Junc C-5	522.3	0	23.03
Junc C-6	511	0	32.53
Junc C-7	503.4	0	38.89
Junc C-8	496.4	0	41.05
Junc C-9	490.2	0	42.36
Junc C-10	482.3	0	43.54
Junc C-11	475.4	0	48
Junc C-12	471	0	46.26
Junc C-13	469	0	40.55
Junc C-14	467.5	0	34.15
Junc C-15	466.3	0	27.67
Junc C-16	464.7	0	20.11
Junc R-2	449.5	0	9.14
Junc R-3	440	0	18.66
Junc R-4	432.1	0	26.58
Junc R-5	423.4	0	35.26
Junc R-6	415.1	0	43.48
Junc R-7	409.4	0	49.23
Junc R-8	404.2	0	54.43
Junc R-9	399.2	0	59.4
Junc R-10	397.7	0	60.85
Junc R-11	396.4	0	62.2
Junc R-12	394.5	0	64.04
Junc R-13	392	0	66.53
Junc R-14	389.5	0	65
Junc R-15	389.7	0	64.8
Junc R-16	389.2	0	65.23
Junc R-17	389.3	0	65.18
Junc R-18	386.8	0	67.69
Junc R-19	386.9	0	67.58
Junc R-20	388	0	66.47
Junc R-21	387.7	0	66.79
Junc R-22	386.2	0	68.25
Junc R-23	385.3	0	69.21
Junc R-24	382.2	0	64

Nodos Nombre	Elevación m	Demanda lps	Presión M
Junc R-25	378.3	0	67.81
Junc R-26	377	0	69.14
Junc R-27	377	0	69.14
Junc R-28	377	0	69.14
Junc R-29	377	0	69.14
Junc R-30	377	0	69.14
Junc R-60	415.1	0	31.08
Junc R-59	422	0	24.28
Junc R-58	424.2	0	22.05
Junc R-57	417.2	0	29
Junc R-56	412.1	0	34.07
Junc R-55	411.2	0	35.01
Junc R-54	415.8	0	30.39
Junc R-53	423.1	0	23.17
Junc R-52	430.3	0	15.98
Junc R-51	434.3	0	11.99
Junc R-50	435.7	0	10.54
Junc R-49	437.1	0	9.13
Junc R-48	437.8	0	8.47
Junc R-47	439.4	0	6.84
Junc R-46	440.4	0	5.88
Junc R-45	438	0	8.26
Junc R-44	435.2	0	11.09
Junc R-43	430.8	0	15.43
Junc R-42	425.6	0	20.65
Junc R-41	423.2	0	23
Junc R-40	418.6	0	27.66
Junc R-39	414.5	0	31.73
Junc R-38	411.8	0	34.37
Junc R-37	408.7	0	37.53
Junc R-36	406.9	0	39.34
Junc R-35	404.9	0	41.3
Junc R-34	398.7	0	47.44
Junc R-33	392.2	0	53.99
Junc R-32	382.2	0	63.9
Junc R-31	377	0	69.14
Junc R-61	368.2	0	10
Junc R-62	362.1	0	16.09
Junc R-63	358.1	0	20.07
Junc R-64	355.1	0	23.13
Junc R-65	351.6	0	26.61
Junc R-66	348.6	0	29.62

Nodos Nombre	Elevación m	Demanda lps	Presión M
Junc R-67	346	0	32.2
Junc R-68	344.7	0	33.45
Junc R-69	334.9	0	43.28
Junc R-70	325.2	0	52.89
Junc R-71	321.9	0	56.21
Junc R-72	309	0	69.1
Junc R-73	300.3	0	50
Junc R-74	290.8	0	59.41
Junc R-75	286.5	0	63.75
Junc R-76	286.2	0	64.01
Junc R-78	286.6	0	63.66
Junc R-79	293.1	0	57.16
Junc R-80	297.9	0	52.36
Junc R-81	294.3	0	55.98
Junc R-82	298.8	0	51.44
Junc R-83	300.8	0	49.51

Las presiones más bajas se encuentran en la salida del tanque, hasta una distancia de 30 m, a partir de esta distancia se localizan las primeras viviendas que se conectan a la red las cuales reciben presiones mayores de 5 m y con presiones hasta de 70 m esto debido a que el terreno es irregular o accidentado y no permite la colocación de caja rompe presión ya que en los últimos nodos se generaría presiones negativas.

5.4.7 Evaluación del cloro residual en la red de distribución.

Figura 20

Simulación de cloro a las 8 horas

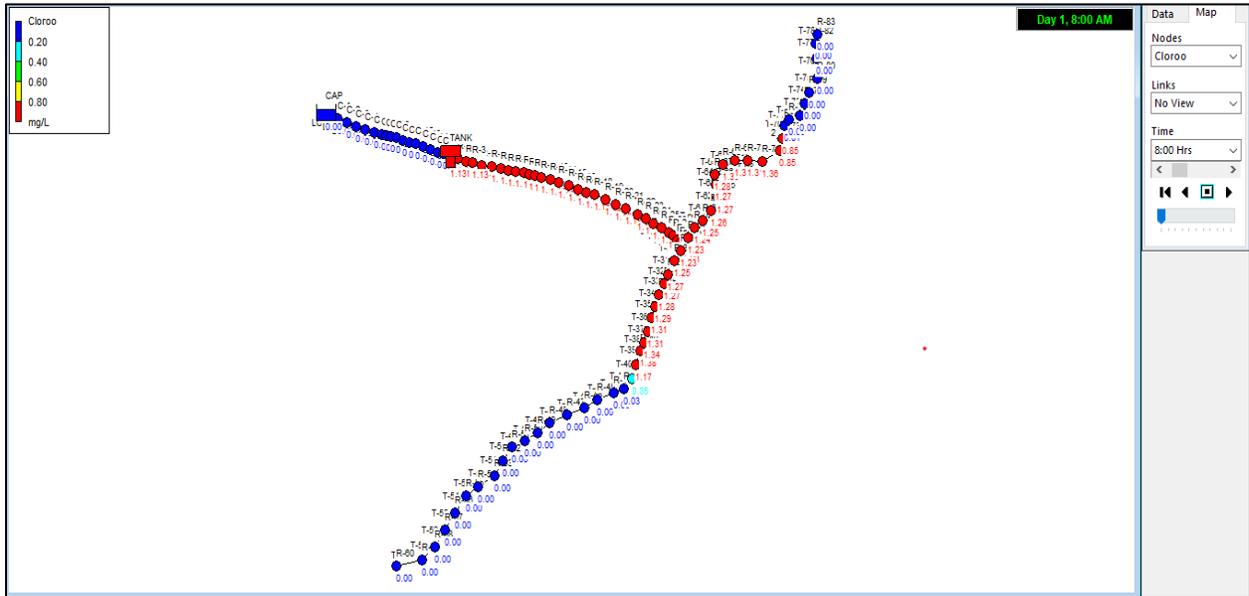


Figura 21

Simulación de cloro a las 16 horas

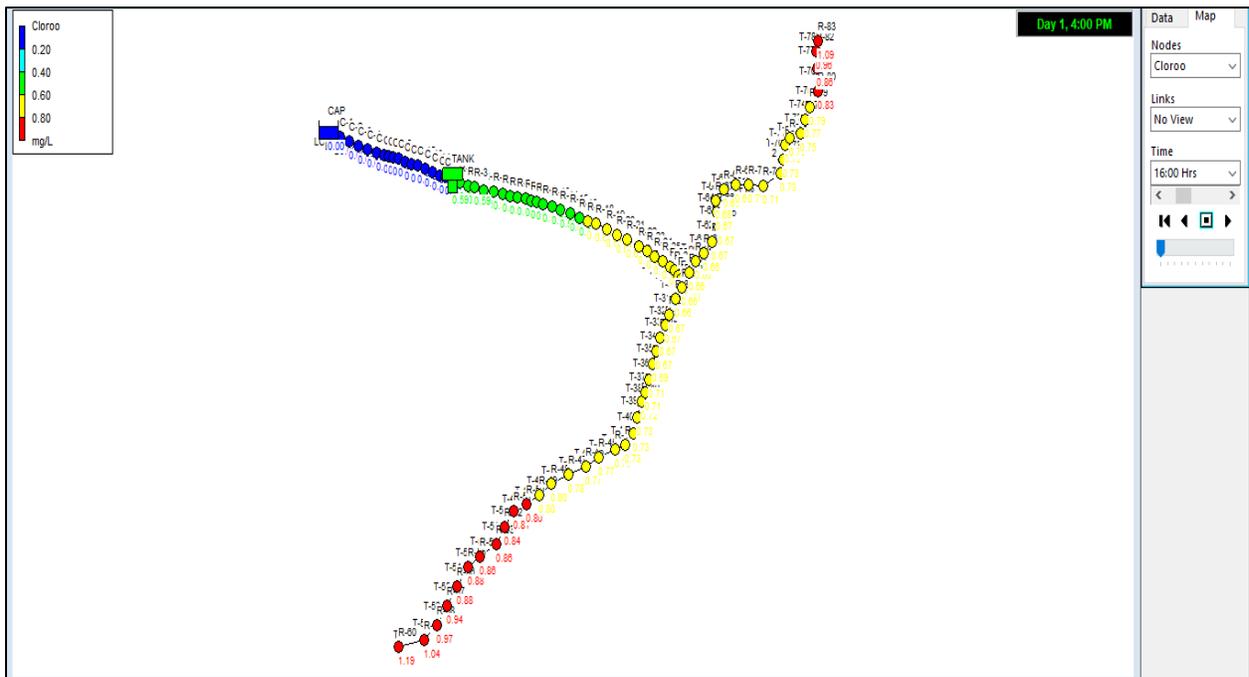
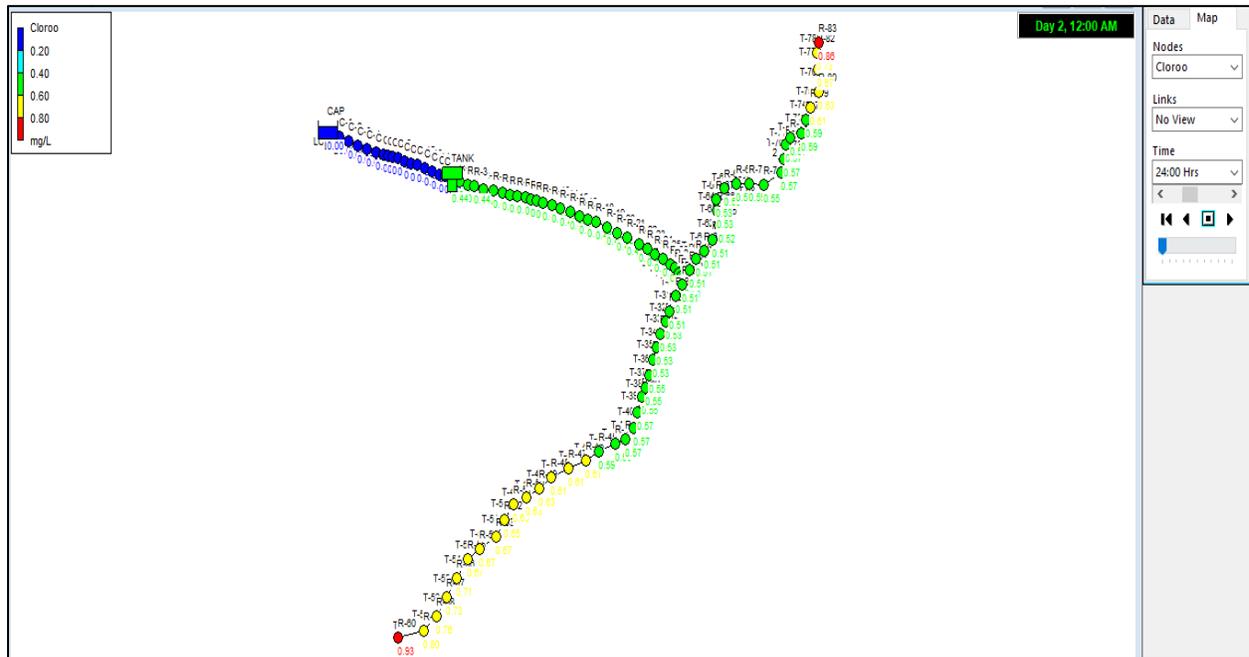


Figura 22

Simulación de cloro a las 24 horas



En la simulación de cloro extendida a 24 horas, se utilizó una dosis de 2 ml/l de hipoclorito de sodio con concentración del 2%, observándose que a las primeras 8 horas el cloro residual alcanzo el 30% de la red y a las 16 horas alcanzo el 100% de la red, y a las 24 horas nos encontramos con valores que están el rango de 0.5 mg/l a 0.1 mg/l, los cuales cumplen con los parámetros de la norma CAPRE.

5.5 Costo y presupuesto

El presupuesto para este proyecto se estima en C\$ **2,606,143.04**, conforme cotizaciones realizadas en el mes de septiembre del 2023. El presupuesto detallado se presenta en anexo II.

Componente	Costo C\$	Costo \$
Captación	291,800.00	7,968.32
Línea de conducción	70,665.00	1,929.68
Tanque de almacenamiento de 27 m3	264,182.50	7,214.16
Línea de distribución	706,418.00	19,290.50
Cerco de alambre para captación	28,914.50	789.5821955
Cruce Aéreo Sobre Rio y Cauce	173,476.50	4,737.21
Pintura de tanque de almacenamiento	28,950.00	790.55
Cercado del predio del tanque	48,000.00	1,310.76
Subtotal de materiales de construcción	1,612,406.50	44,030.76
Mano de obra calificada	993,736.54	27,136.44
TOTAL	2,606,143.04	71,167.20

6 CONCLUSIONES

- **Censo/Encuesta:** La comunidad presenta una población mayoritaria en bajos recursos económicos.
- **Fuente de Abastecimiento:** Se ha determinado que el manantial “El Anzuelo” tiene la capacidad suficiente para satisfacer la demanda de agua, lo que garantiza el acceso a agua potable para la comunidad. Esto contribuye a prevenir enfermedades relacionadas con el consumo de agua de baja calidad.
- **Mejora en Condiciones Higiénicas:** La implementación de un sistema de abastecimiento de agua potable tendría un impacto significativo en las condiciones higiénico-sanitarias de los habitantes. Se enfatiza la mejora en la higiene personal, habitacional y la salud en general.
- **Desafíos Topográficos:** El relieve de la zona presenta una topografía irregular.
- **Calidad del Agua:** Los análisis de las muestras de agua colectadas en la fuente confirman que el agua es apta para el consumo humano. Además, se recomienda el uso de cloro para mejorar aún más su calidad.
- **Hidráulica:** Para las velocidades bajas, hemos implementado una solución mediante la instalación de válvulas de limpieza. Estas válvulas ayudan a mantener el flujo adecuado incluso en condiciones de baja velocidad, garantizando un funcionamiento óptimo del sistema hidráulico.

7 RECOMENDACIONES

- Mantener limpia el área donde se encuentra la captación y enmallar el área para evitar la contaminación por parte de animales.
- A la Alcaldía de Matiguas trabajar en conjunto con los líderes comunitarios para la organización adecuada de la población para la ejecución del proyecto, así también capacitar previamente a la población y prepararlos para que puedan ser capaces de dar mantenimiento, manejar las operaciones del proyecto una vez entre en funcionamiento.
- Brindar capacitación a las familias para mejorar las condiciones higiénico-sanitarias, haciendo énfasis en la adecuada disposición de excretas, basuras, manejo adecuado de animales domésticos y promover la construcción de filtros para la disposición de aguas servidas.
- A ENACAL Matagalpa se recomienda realizar análisis de plaguicidas en la fuente de agua. Así también la realización de análisis generales como el mostrado en este documento al menos una vez cada dos años.
- Considerando que es posible que en un futuro este sea adaptado o modificado a cualquier cambio en la red, por lo que se sugiere actualización de la información básica, parámetros y cálculos en caso de que se amerite.
- Realizar aforos cada 6 meses con el objetivo de llevar un registro histórico y garantizar un caudal mínimo ecológico evitando así una sobre explotación a futuro.
- Realizar análisis físico-químico y bacteriológico dos veces al año como lo establece la norma CAPRE.

8 BIBLIOGRAFÍA

- Agüero Pittman, R. (1997). *Agua potable para poblaciones rurales- sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento*. Lima: Asociación servicios educativos rurales Jr. Pozet y Monel (antes Tupac Amaru) 1870 Lince. Obtenido de <https://www.ircwash.org/sites/default/files/221-16989.pdf>
- Aguero, I. R. (2004). Guía para el diseño y construcción de captación de manantiales. En I. R. Aguero. Lima: OPS/CEPIS/04.
- AMANCO. (2006). *Manual técnico de tubosistemas*. San José Costa Rica: AMANCO.
- CAPRE. (1994). *Normas de calidad de agua del agua para consumo humano*. San José Costa Rica: CAPRE.
- CENEPRED. (2014). *Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales*. Lima: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRED.
- CONAGUA-IMTA. (2007). *Manual de aforos*. Mexico: Sub coordinación editorial IMTA.
- Días Bravo, L., Torruco García, U., Martínez Hernández, M., & Varela Ruiz, M. (Julio - Septiembre de 2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en educación médica, versión On-line ISSN 2007-5057*, 8.
- elementos de diseño para acueductos. (s.f.). En R. L. Cualla.
- Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de Ciudad Real. (2010). *El Golpe de ariete*. Ciudad Real. Obtenido de www.ingenierpiarural.com
- FISE. (2000). *Cartilla de Operación y mantenimiento de mini acueducto por gravedad (MAG)*. Nicaragua.
- INAA. (1999). *Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización de Agua (NTON 09 003-99)*. Nicaragua: INAA.
- INAA. (1999b). *Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua*. Managua: INAA.
- INAA. (2016). *Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistema de tratamiento de aguas residuales*.

- INIFOM. (2006). *Manual de presupuesto de obras municipales*. Managua: INIFOM.
- López Roldán, P., & Fachelli S, S. (2015). *Metodología de la Investigación Social Cuantitativa*. Barcelona: Bellaterra (Cerdanyola del Vallès): Dipòsit Digital de Documents, Universitat Autònoma de Barcelona. 1ª edición. Edición. Obtenido de <https://ddd.uab.cat/record/129382>
- MIFIC. (2020). *DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO. AGUA POTABLE - NTON 09 007-19*. MANAGUA: MINISTERIO DE INDUSTRIA Y COMERCIO.
- MINSA. (2021). *Plan de emergencia sanitario local*. Managua: MINSA.
- moreno, c. i. (2004). especificaciones tecnicas para el diseño de captaciones por gravedad de aguas superficiales. En i. j. moreno, *especificaciones tecnicas para el diseño de captaciones por gravedad de aguas superficiales*. lima.
- NTON 09 007-19. (2021). *Diseño de abastecimiento de agua en el medio rural (NTON 09 007-19)*. Nicaragua: INAA.
- SIASAR. (20 de 03 de 2022). *SIASAR Nicaragua*. Obtenido de SIASAR Nicaragua: <https://siasar.fise.gob.ni/dashApp/#/>

9 ANEXOS

Anexo I Situación actual de la comunidad

Figura 23

Comunidad EL Pelón



Figura 24

Comunidad El Pelón



Situación actual de la fuente

Figura 25

Fuente de abastecimiento



Anexo II Presupuesto detallado

Línea de conducción 502.94 metros						
N°	Material	Unidad de medida	cantidad	Costo unitario	Costo total C\$	Costo total \$
1	Tubo PVC SDR 26 Ø 2"	Unidad	82	580	47,560	1,298.74
2	Codo PVC 45° Ø 2"	Unidad	10	150	1,500	40.96
3	Codo PVC 90° Ø 2"	Unidad	2	150	300	8.19
4	Te de PVC Ø2"	Unidad	1	500	500	13.65
5	Adaptadores Macho de Ø 2"	Unidad	2	250	500	13.65
6	Válvula de compuerta de Ø 2"	Unidad	1	2,000.00	2,000	54.61
	Pila rompe presión	Unidad	1	14,000.00	14,000	382.30
7	Cemento	Bolsa	2	380	760	20.75
8	Arena	m ³	0.15	800	120	3.28
9	Ladrillos	Unidad	165	7	1,155	31.54
10	Tapadera metálica de 0,60 m x 0,60 m con lámina de acero de 1/8", marco de angular de 2"*2"*1/16"	Unidad	1	1,900.00	1,900	51.88
11	Candado para intemperie	Unidad	1	370	370	10.10
SUBTOTAL					70,665.00	1,929.68

Captación						
N°	Material	UM	cantidad	C unitario	Costo total C\$	Costo total \$
1	Excavación en terreno del dique 0.80 X9.00m ²	Unidad	2	2,030.00	4060	110.87
2	Relleno y compactación de piedra bolón	Unidad	1	40,000.00	40000	1092.30
3	Botar material sobrante (mitad del excavado)	servicio	1	42,000.00	42000	1146.91
4	Relleno de piedra bolón en el filtro	m3	1	980	980	26.76
5	Dique de concreto reforzado (2.50 m ²)	Unidad	3	19,200	57600	1572.91
6	Concreto	m3	3	4500	13500	368.65
7	Cemento	bolsa	80	470	37600	1026.76
8	Arena	m3	9	800	7200	196.61
9	Grava ø 1/2"	m3	7	1300	9100	248.50
10	Tabla 1"x12"x5vrs	Unidad	16	650	10400	284.00
11	Cuartón 2"x2"x4vrs.	Unidad	7	450	3150	86.02
12	Regla de Pino 1"x3"x 5 vrs.	Unidad	8	450	3600	98.31
13	Clavos 2 1/2"	Lbs	50	35.00	1750	47.79
14	Caja de captación y caja de válvulas	Unidad	2	16,000.00	32000	873.84
15	Tapa sup y losa (1.20mx1.40mx0.05m) - (0.7mx0.7mx0.05m)	Unidad	2	9,800	19600	535.23
17	Concreto	m3	1	4,600	4600	125.61
18	Cemento	bolsa	8	470	3760	102.68
19	Arena Motastepe	m3	0.5	750	375	10.24
20	Grava de 1/2 "	m3	0.42	1250	525	14.34
SUBTOTAL					291,800.00	7968.32

Red de distribución (4025 metros)						
N°	Material	Unidad de medida	cantidad	Costo unitario	Costo total C\$	Costo total \$
1	Caudalímetros de 1/2 "	c/u	72.00	950	68400	1867.83
2	Relleno y compactación (manual)	M³	753.6	30	22608	617.37
3	Tubería pvc 1/2 conexión domiciliar	c/u	80	120	9600	262.15
4	Explotación de banco manual	M³	753.6	150	113040	3086.84
5	Botar (camión volquete) tierra de excavación.	M³	829	50	41450	1131.90
6	Tubo Ø 2" PVC SDR-26	c/u	670	580	388600	10611.69
7	Tubo Ø 2" H°G 5 metros	M	25	600	15000	409.61
8	Tubo Ø 3/4" H°G 5 metros	M	25	300	7500	204.81
9	Prueba hidrostática tubo pvc menor 1 1/2" a 300m	c/u	13	1500	19500	532.50
10	Válvula limpieza de bronce Ø 2"	c/u	3	2000	6000	163.84
11	Válvula limpieza de bronce Ø 1"	c/u	3	1000	3000	81.92
12	Válvula de aire y vacío de H.G. de 1 "	c/u	1	1800	1800	49.15
13	Válvula de aire y vacío de H.G. de 3/4"	c/u	2	1200	2400	65.54
14	Reductor Ø 2" x 1/2"PVC	c/u	2	45	90	2.46
15	Tee Ø 2"x 2" de PVC	c/u	6	90	540	14.75
16	Tee Ø 1/2"x 1/2" de PVC	c/u	6	15	90	2.46
17	Pega pvc ¼	c/u	14	480	6720	183.51
18	Codo Ø 2"x 45° de PVC	c/u	1	80	80	2.18
SUBTOTAL					706,418.00	19290.497

Cerco de alambre para la fuente o captación						
N°	Material	Unidad de Medida	cantidad	Costo unitario	Costo total C\$	Costo total \$
1	Postes de concreto 3"x 4"X 2.5m	Unidad	24	550	13,200.00	360.46
2	Alambre de púas calibre 13 estándar	Rollos	3	3,500.00	10,500.00	286.73
3	Piedrín 3/4"	m ³	0.83	650	539.5	14.73
4	Arena	m ³	0.7	750	525	14.34
5	Cemento	Bolsa	11	350	3,850.00	105.13
6	Piedra de Ø10cm	m ³	1	300	300	8.19
SUBTOTAL					28,914.50	789.58

Cruce aéreo						
N°	Material	Unidad de cantidad	Costo	Costo total C\$	Costo total \$	
		Medida	unitario			
1	Arena	m ³	2.16	750	1,620.00	44.24
2	Piedrín	m ³	2.61	650	1,696.50	46.33
3	Cemento	Bolsa	34	350	11,900.00	324.96
4	Acero # 4 estándar	Qq	0.5	2,100.00	1,050.00	28.67
5	Acero # 3 estándar	Qq	1.5	2,000.00	3,000.00	81.92
6	Acero # 2 estándar	Qq	0.3	2,000.00	600.00	16.38
7	Guarda cable diámetro de Ø 1/2"	Unidad	8	70	560.00	15.29
8	Mordaza para diámetro de Ø 1/2"	Unidad	16	80	1,280.00	34.95
9	Tensor (0.50 cm de largo)	Unidad	4	350	1,400.00	38.23
10	Cable Tirante acero de Ø 1/2"	M	86	300	25,800.00	704.53
11	Mordaza modificada para amarre de suspensión 1/2"	Unidad	28	50	1,400.00	38.23
12	Cable de suspensión Ø 3/8"	M	36	150	5,400.00	147.46
13	Guarda cable diámetro de Ø 3/8"	Unidad	28	50	1,400.00	38.23
14	Mordaza para diámetro de Ø 3/8"	Unidad	112	70	7,840.00	214.09
15	Varilla de anclaje de long. Ø 1.5m	Unidad	4	120	480.00	13.11
16	Tubo HG 40 Ø 3" con camisa	Unidad	6	11,880.00	71,280.00	1946.48
17	Codos HG, 45° Ø 3"	Unidad	4	2,000.00	8,000.00	218.46
18	Unión HG, Ø 3"	Unidad	6	1,500.00	9,000.00	245.77
19	Adaptador Macho 3"	Unidad	2	1,500.00	3,000.00	81.92
20	Tablas 1x8X7 varas	Unidad	24	400	9,600.00	262.15

Cruce aéreo						
N°	Material	Unidad de medida	cantidad	Costo unitario	Costo total C\$	Costo total \$
21	Reglas 1X3X7varas	Unidad	10	275	2,750.00	75.10
22	Reglón de 2x2X7 varas	Unidad	16	250	4,000.00	109.23
23	Clavos de 3"	Libras	6	35	210.00	5.73
24	Clavos de 2"	Libras	6	35	210.00	5.73
SUBTOTAL					173,476.50	4,737.21

Tanque de almacenamiento 27 m³

N°	Material	Unidad de cantidad Medida	Costo unitario	Costo total C\$	Costo total \$	
1	Piedrín 3/4"	m ³	13	650	8,450.00	230.75
2	Arena	m ³	25	750	18,750.00	512.02
3	Cemento	Bolsas	250	350	87,500.00	2389.40
4	Acero # 2	qq	0.25	1,950.00	487.50	13.31
5	Acero # 3	qq	11	2,070.00	22,770.00	621.79
6	Acero # 4	qq	25	1,980.00	49,500.00	1351.72
7	Alambre de amarre #18	Libras	120	35	4,200.00	114.69
8	Tabla de 1"X12"X10vrs	Unidad	4	400	1,600.00	43.69
9	Tabla de 1"X8"X10vrs	Unidad	28	275	7,700.00	210.27
10	Tabla de 1"X8"X6vrs	Unidad	24	250	6,000.00	163.84
11	Cuartón 2"X2"X7vr	Unidad	30	325	9,750.00	266.25
12	Regla 1"X 3"X 5vrs	Unidad	6	250	1,500.00	40.96
13	Clavos 3"	Libras	18	35	630.00	17.20
14	Clavos 2.5"	Libras	12	35	420.00	11.47
15	Clavos 5"	Libras	5	35	175.00	4.78
16	Ladrillo cuarterón 10" x 5" x 2.5"	Unidad	500	4	2,000.00	54.61
17	Codo H.G Sch-40 de 2"x 90°	Unidad	2	200	400.00	10.92
18	Nipple H.G Sch-40 de 2" Long.=0,50 m	Unidad	1	250	250.00	6.83
19	Nipple H.G Sch-40 de 2" Long=0.25 m	Unidad	1	200	200.00	5.46
20	Codo H.G Sch-40 de 3"x 45°	Unidad	5	1,500.00	7,500.00	204.81

Tanque de almacenamiento 27 m³						
N°	Material	Unidad de cantidad	Costo	Costo total C\$	Costo total \$	
		Medida	unitario			
26	Codo H.G Sch-40 de 3"x 90°	Unidad	3	1,500.00	4,500.00	122.88
21	Nipple H.G Sch-40 de 3" long. =1.9 m	Unidad	2	800	1,600.00	43.69
22	Nipple H.G Sch-40 de 3" long. =0.5 m	Unidad	2	500	1,000.00	27.31
23	Nipple H.G Sch-40 de 3" long. =1.5 m	Unidad	2	750	1,500.00	40.96
24	Nipple H.G Sch-40 de 3" long. = 0.2 m	Unidad	3	350	1,050.00	28.67
25	Nipple H.G Sch-40 de 3" long. = 0.4 m	Unidad	1	450	450.00	12.29
27	Válvula de Compuerta de Bronce de 3"	Unidad	4	3,500.00	14,000.00	382.30
28	Te H.G Sch-40 de 3"	Unidad	1	1,200.00	1,200.00	32.77
29	Teflón	Unidad	10	20	200.00	5.46
30	Adaptadores macho PVC de 3"	Unidad	4	200	800.00	21.85
31	Tubo PVC 3" CD-26	Unidad	1	1,200.00	1,200.00	32.77
32	Tapadera metálica de 0,60 m x 0,60 m con lámina de acero de 1/8", marco de angular de 2"*2"*1/16"	Unidad	3	2,000.00	6,000.00	163.84
33	Candados de intemperie	Unidad	3	300	900.00	24.58
	Mano de obra					
1	Mano de obra calificada construcción de tanque				167,321.88	4,760.22
2	Mano de obra no calificada construcción del tanque				71,709.38	2,040.10
3	Transporte de materiales				71,709.38	2,040.10
SUBTOTAL					310,740.63	8,840.42

Pintura de tanque de almacenamiento						
N°	Material	Unidad de Medida	cantidad	Costo unitario	Costo total C\$	Costo total \$
1	Pintura paredes internas con pintura Epoxica = 54	Kit	7	2,600.00	18,200.00	497.00
2	Sellador para pintura de paredes externas	Galón	4	520	2,080.00	56.80
3	Pintura paredes externas =62 m ²	Cubeta	3	2,750.00	8,250.00	225.29
4	Felpas	Unidad	2	60	120.00	3.28
5	Rodillo	Unidad	2	90	180.00	4.92
6	Bandeja para pintar	Unidad	2	60	120.00	3.28
SUBTOTAL					28,950.00	790.55

Cercado de predio del tanque						
N°	Material	Unidad de Medida	cantidad	Costo unitario	Costo total C\$	Costo total \$
1	Tubos horizontales 1.5" Chapa 14	Unidad	37	500	18,500.00	505.19
2	Tubo de HG, 4", Chapa 14	Unidad	1	4,500.00	4,500.00	122.88
3	Varilla # 2	QQ	1.2	2,000.00	2,400.00	65.54
4	Varilla # 3	QQ	0.21	2,000.00	420.00	11.47
5	Tapón PVC 1.5"	Unidad	26	45	1,170.00	31.95
6	Malla ciclón	Rollo	1	3,500.00	3,500.00	95.58
7	Niple HG Ø 1" Lon=5 cm	Unidad	6	250	1,500.00	40.96
8	Acero de 1/2"	M	1.9	2,000.00	3,800.00	103.77
9	Niple HG de Ø 1", Long=20 cm	Unidad	2	200	400.00	10.92
11	Platina de 8"x8"x1/4"	Unidad	2	120	240.00	6.55
13	Bisagras para portón de 4"	Unidad	4	170	680.00	18.57
14	Camisa de HG 2"	Unidad	2	250	500.00	13.65
15	Piedrín 3/4"	m ³	0.85	650	552.50	15.09
16	Arena	m ³	0.7	750	525.00	14.34
17	Cemento	Bolsas	12	350	4,200.00	114.69
18	Electrodos	Kg	6	200	1,200.00	32.77
	Alambre de púas calibre 13 estándar	Rollo	1	3,500.00	3,500.00	95.58
SUBTOTAL					48,000.00	1,310.76

3. El piso es: a) Madera__ b) Tierra __c) Balastro__ d) Ladrillo__ e) Otros_____

4. El techo es: a) Zinc__ b) Teja__ c) Madera__ d) Palma__ e) Paja__ f) Hoja__ g) Otros_____

5. Cuantas divisiones tiene la vivienda: a) Tres ____ b) Dos____ c) No tiene_____

6. Resumen del estado de la vivienda: a) Buena ____ b) Regular____ c) Mala_____

II. SITUACIÓN ECONOMICA DE LA FAMILIA

7. Cuantas Personas del hogar trabajan?

Dentro de la Comunidad: H ____ M ____ Total_____ Fuera de la comunidad: H ____ M ____ Total_____

Cuál es el ingreso económico del mes, en este Hogar? C\$ _____

8. En que trabajan las personas del hogar?

a) Ganadería____ b) Agricultura____ c) Jornaleros____ Otros_____ Cual?_____

9. Que cultivos realizan? a) Arroz____ b) Frijoles____ c) Maíz____ d) Otros_____

10. Tienen Ganado? No____ Si____ Cuanto: a) Vacuno____ b) Equino____ c) Caprino____

11. Tienen animales Domésticos? No____ Si____ Cuantos: a) Cerdos____ b) Gallinas_____

12. Los animales domésticos están? a) Encerrados____ b) Amarrados____ c) Suelos_____

13. Los animales domésticos se abastecen de agua en? a) El Río____ b) Quebrada____ c) Pozo_____

IV. RECURSOS Y SERVICIOS DE AGUA

20. Cuentan con servicio de agua? a) No____ Como se abastecen: _____

b) Si____ Cual: _____ c) Cuanto pagan de agua al mes?_____

21. Quién busca o acarrea el agua?

a) La mujer_____ b) El hombre_____ c) Los niños/as_____ d) Otros_____

Quien?_____

22. Cuantos viajes realizan diario para buscar el agua que utilizan ?_____

23. En qué almacena el agua? a) Barriles_____ b) Bidones_____ c) Pilas_____

24. Los recipientes en que se almacena el agua los mantienen:

a) Tapados_____ b) Destapados_____ c) Como_____ (verificar)

25. La calidad del agua que consumen en el hogar, la considera: a) Buena____ b) Regular____ c) Mala____

26. Qué condiciones tiene el agua que consumen (se puede marcar varias situaciones)

a) Tiene mal sabor_____ b) Tiene mal olor_____ c) Tiene mal color_____

V. PROGRAMA DE AGUA POTABLE RURAL (PAR)

27. Conoce el Programa de Agua Potable

a) Si_____ b) No____ c) Poco_____ Que sabe?_____

28. Le gustaría tener Servicio de Agua Potable en su hogar?

a) Si_____ b) No____ c) Porque_____

29. Cuanto estaría dispuesto/a en pagar por este servicio? (marcar una)

a) C\$ 20 a 35_____ b) C\$ 36 a 50_____ c) C\$ 51 a mas_____

d) No estaría dispuesto/a_____ Porque?

VI. Organización Comunitaria:

30. Los miembros de este hogar pertenecen a alguna organización?

Si_____ Que tipo? a) Productiva _____ b) Social_____ c) Religiosa_____

d) Otra_____

No_____ Porque?

31. Cuantos miembros del hogar participan en la organización comunitaria?

a) Hombres____ b) Mujeres_____ c) Total_____

32. Las personas de este hogar PARTICIPARIAN de forma organizada, en la construcción de un proyecto de agua Potable y saneamiento para su comunidad.

a) Si _____ b) No _____ c) Porque _____

VII. SITUACION DE SALUD EN LA VIVIENDA

Enfermedades padecidas por los miembros del hogar durante el pasado año (cuantos).

Enfermedades	Grupos de edad				Observaciones
	- 5	6-15	16-25	+ 26	
Diarrea					
Tos					
Resfriados					
Malaria					
Dengue					
Parasitosis					
Infección renal					
Tifoidea					
Hepatitis					
Infecciones dérmicas(piel)					
Otras					

33. Están vacunados los niños y niñas? a) Si _____ b) N o _____
Porque _____

34. Las personas que habitan en esta vivienda practican hábitos de higiene como:

Lavado de manos a) Si _____ b) No _____ c) Porque? _____

Hacer buen uso _____ b) No _____ c)

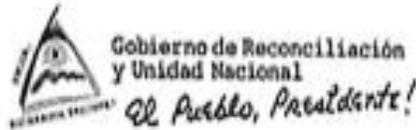
Porque? _____

Hacer buen uso de _____ b) No _____ c)

Porque? _____

Nombre del Encuestador(a) Nombre del Supervisor(a) Fecha:

Anexo IV Resultados de estudios de análisis físico químico y bacteriológico



A: Br. Adán Alberto González López.-Br. Luis Jared Rodríguez Benavides,

DE: Laboratorio VI Región, Delegación Dptal. ENACAL Matagalpa.

REF.: Remisión de Informe de Resultados Manantial-Finca Don Ignacio

FECHA: 26 de Septiembre del 2023.



Adjunto al presente, informe de evaluación de resultados de calidad del agua de muestra recolectada el día 20 de Septiembre del 2023, en Manantial-Finca Don Ignacio.

- * Bacteriológicamente el agua ***no cumple*** con las Normas CAPRE.
- * Los parámetros fisicoquímicos analizados en la muestra ***cumple*** con las Normas CAPRE.

RECOMENDACIONES:

- ✓ Realizar desinfección con dosis adecuada de cloro a la cantidad de agua que se almacene para consumo humano.
- ✓ Mantener limpio el área donde se encuentra el cuerpo de agua.
- ✓ Realizar análisis fisicoquímico y bacteriológico dos veces al año como lo establece la norma CAPRE.

Sin otro particular le saludamos,



Gobierno de Reconciliación
y Unidad Nacional
El Pueblo, Paralelamente!



Laboratorio VI Region - Delegación ENACAL Matagalpa.

Reporte Analítico

Interesado: Br. Adán Alberto González López.-Br. Luis Jared Rodríguez Benavides.

Atención a :Br. Adán Alberto González López.-Br. Luis Jared Rodríguez Benavides.

Datos generales de muestra.

Código de Laboratorio: 035-2023

Fecha de Captación: 20/09/2023

Fecha de Ingreso Laboratorio: 20/09/2023

Fecha de Emisión de Informe: 26/09/2023

Muestra Captada por: Br. Adán Alberto González.

Procedencia de la muestra.

Departamento Procedencia: Matagalpa.

Municipio de Procedencia: Matiguas.

Comunidad/Caserío de Proc.: El anzuelo-El pelón.

Fuente: Manantial-Finca Don Ignacio

Punto de muestreo: Manantial-Finca Don Ignacio

Fuente	Punto de Muestreo	Hora de Muestreo	Resultado UFC X100 ml
Manantial-Finca Don Ignacio	Manantial-Finca Don Ignacio	12:45 PM	16

SM Estándar Método para la examinación de agua y agua residual. Edición 17 y 21 APHA AWWA WEF. (FM)

Observaciones: La muestra de agua analizada presentó contaminación de: ***Col. Fec.*** bacteriológicamente no cumple con las normas CAPRE.

Analista

MSc. Ana Francis Poveda.

Resp. Control de Calidad.
Ing. Hilda M. Espinoza B.

Cc: Archivo.



Laboratorio VI Región - Delegación ENACAL Matagalpa.

Reporte Analítico

Interesado: Br. Adán Alberto González López - Br. Luis Jared Rodríguez Benavides.

Atención a: Br. Adán Alberto González López - Br. Luis Jared Rodríguez Benavides.

Datos generales de muestra.

Código de Laboratorio: 035-2023

Fecha de Captación: 20/09/2023

Fecha de Ingreso Laboratorio: 20/09/2023

Fecha de Emisión de Informe: 26/09/2023

Muestra Captada por: Br. Adán Alberto González.

Procedencia de la muestra.

Departamento Procedencia: Matagalpa.

Municipio de Procedencia: Matiguas.

Comunidad/Caserío de Proc.: El anzuelo-El pelón.

Fuente: Manantial-Finca Don Ignacio

Punto de muestreo: Manantial-Finca Don Ignacio

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Límite de Detección
Apariencia		Claro	Inspección visual	No aplicable
Color Aparente	UC	4.000	Colorimétrico Pt Co	1.44 UC
Turbidez	NTU	4.000	SM 2130 B.	0.292 NTU
Sólidos Disueltos	mg/L	66.100	SM 2540c.	No aplicable
Temperatura	°C	24.200	SM 2550 B.	No aplicable
pH	adim.	7.300	SM 4500 H.M.	No aplicable
Conductividad Eléctrica	µS/cm	62.300	SM 2510 B.	2.547 µS/cm
Alcalinidad Total	mg/L	39.300	SM 2320 B.	5.202 mg/L
Dureza Total	mg/L	30.900	SM 2340 C.	no determinado
Calcio	mg/L	9.500	SM 3500-Ca B.	no determinado
Magnesio	mg/L	1.800	SM 3500-Ma B.	no determinado
Potasio	mg/L	1.000	SM 3500-K B.	0.020 mg/L
Sodio	mg/L	12.000	SM 3500-Na B.	0.020 mg/L
Bicarbonatos	mg/L	47.900	SM 2320 B.	no determinado
Carbonatos	mg/L	0.000	SM 2320 B.	no determinado
Hidroxilos	mg/L	0.000	SM 2320 B.	no determinado
Cloruros	mg/L	10.000	SM 4500-Cl. B.	no determinado
Sulfatos	mg/L	6.000	SM 4500-SO4. E.	6.576 mg/L
Nitratos	mg/L	2.000	SM 4500-NO3. B.	2.8820 mg/L
Nitritos	mg/L	0.001	SM 4500-NO2. B.	0.050 mg/L
Flúor	mg/L	0.170	SM 4500-F B.	0.144 mg/L
Hierro Total	mg/L	0.100	SM 3500-Fe B.	0.032 mg/L
Índice de Saturación	mg/L	-1.150	SM 2330-B.	No Aplicable

SM Estándar Método para la examinación de agua y agua residual. Edición 17 y 21 APHA AWWA WEF.

% Balance Iónico: -2.70

Observación:

Analista

MSc. Ana Francis Poveda.

Resp. Control de Calidad.

Ing. Hilda M. Espinoza B.



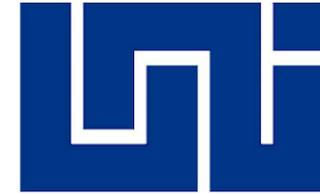
Cc: Archivo.

ANEXO V

PLANOS CONSTRUCTIVOS



REPÚBLICA DE NICARAGUA

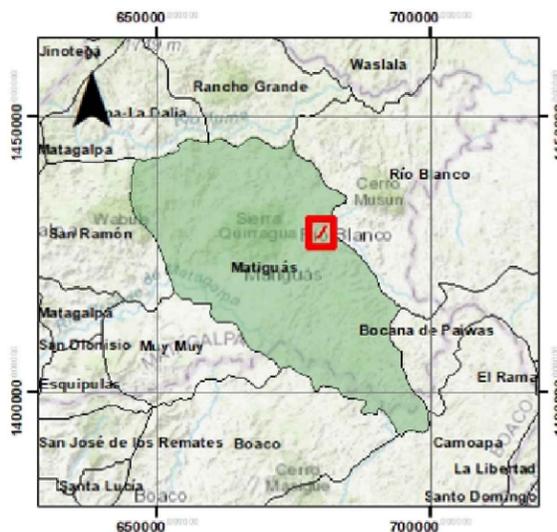


Universidad Nacional
de
Ingeniería

"Sistema de abastecimiento de agua por gravedad:

Comunidad EL ANZUELO-EL PELÓN

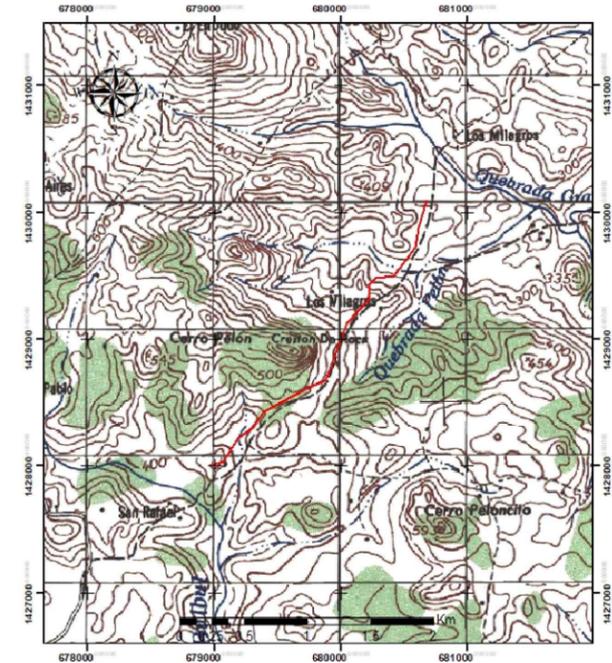
MUNICIPIO DE MATIGUÁS



Plano de localización

ÍNDICE DE PLANOS COMUNIDAD EL ANZUELO - EL PELÓN

CONSECUTIVO	CONTENIDO
1	DE 17 LÍNEA DE CONDUCCIÓN 0+000 A 0+340
2	DE 17 LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y LÍNEA DE DESTRUCCIÓN 0+360 A 0+740
3	DE 17 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 0+760 A 1+040
4	DE 17 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 1+060 A 1+240
5	DE 17 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 1+260 A 1+520
6	DE 17 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 0+000 A 0+340
7	DE 17 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 0+360 A 0+700
8	DE 17 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 0+720 A 1+020
9	DE 17 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 1+040 A 1+400
10	DE 17 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 1+420 A 1+740
11	DE 17 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 1+760 A 2+100
12	DE 17 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 2+120 A 2+440
13	DE 17 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 2+460 A 2+800
14	DE 17 PLANOS CONSTRUCTIVOS DE LA OBRA DE CAPTACION
15	DE 17 SECCIONES DE LA OBRA DE CAPTACION
16	DE 17 PLANOS CONSTRUCTIVOS DEL TANQUE ALMACENAMIENTO
17	DE 17 SECCIONES DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO



Microlocalización



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE INGENIERÍA

PROYECTO: DISEÑO DE UN
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA POR GRAVEDAD
EN LA COMUNIDAD
EL ANZUELO - EL PELÓN
DEL MUNICIPIO DE
MATIGUÁS, DEPTO. DE
MATAGALPA.

CONTENIDO:
PLANTA GENERAL DEL SISTEMA
DE AGUA POTABLE.

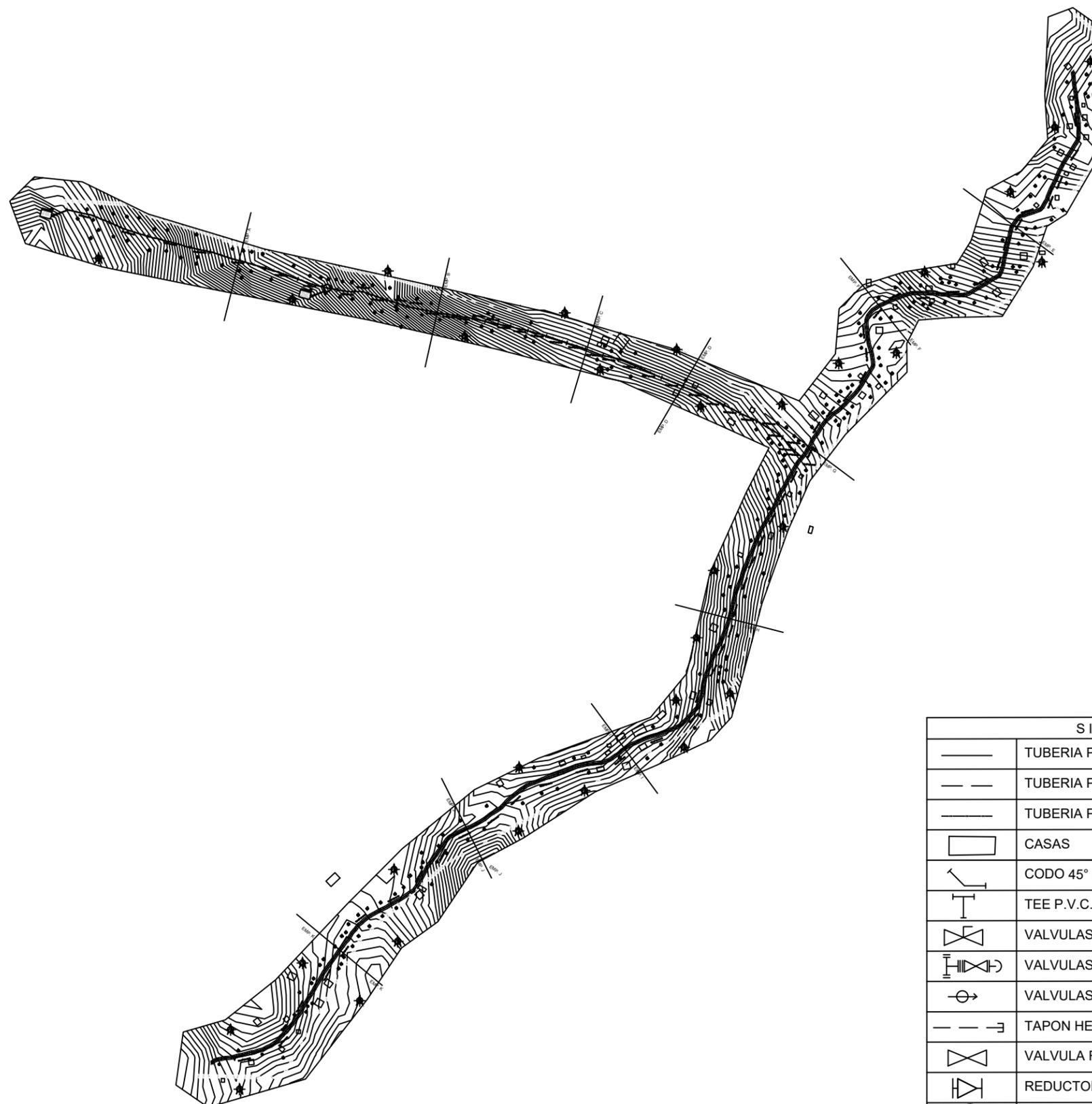
ELABORADO POR:
BR. LUIS JARED RODRÍGUEZ
BENAVIDEZ
BR. ADÁN ALBERTO GONZÁLEZ
LÓPEZ

REVISADO POR:
ING. JUAN LEONARDO CHOW

FECHA:
MAYO 2024

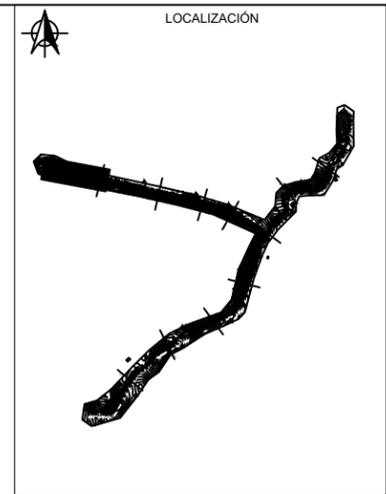
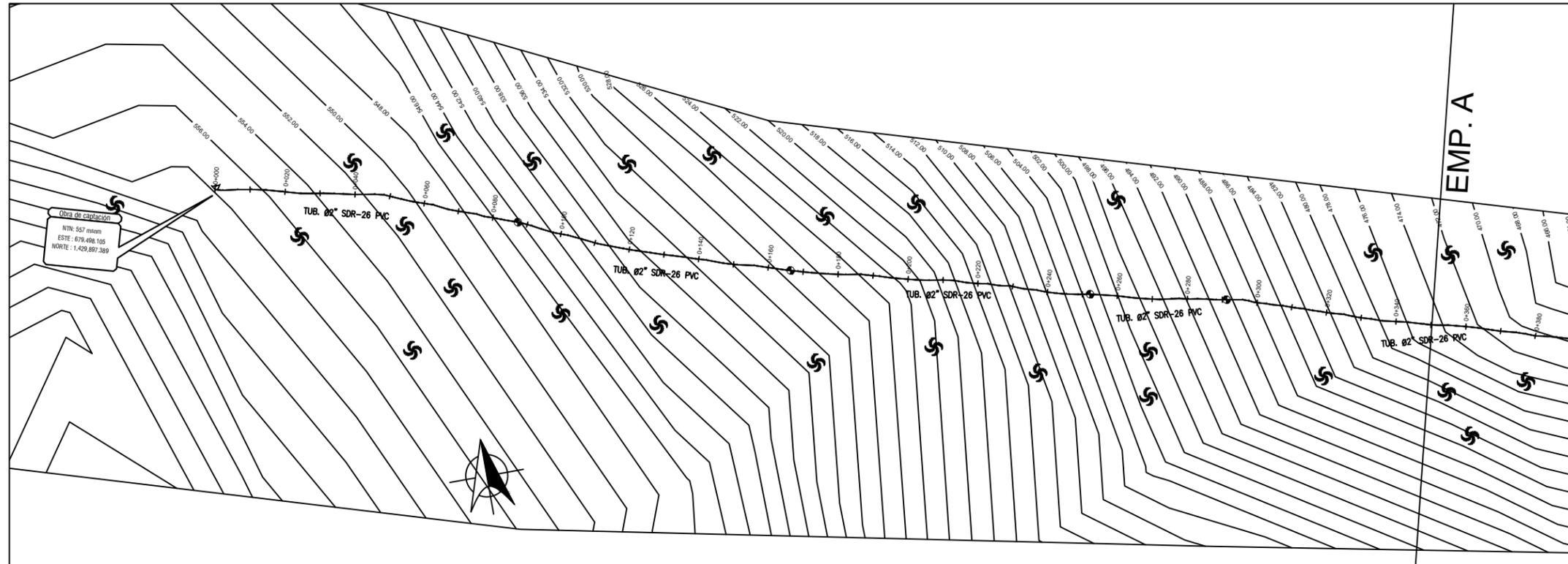
ESCALA:
HZ: 1:1500, V: 1:150

PLANOS:
VISTA

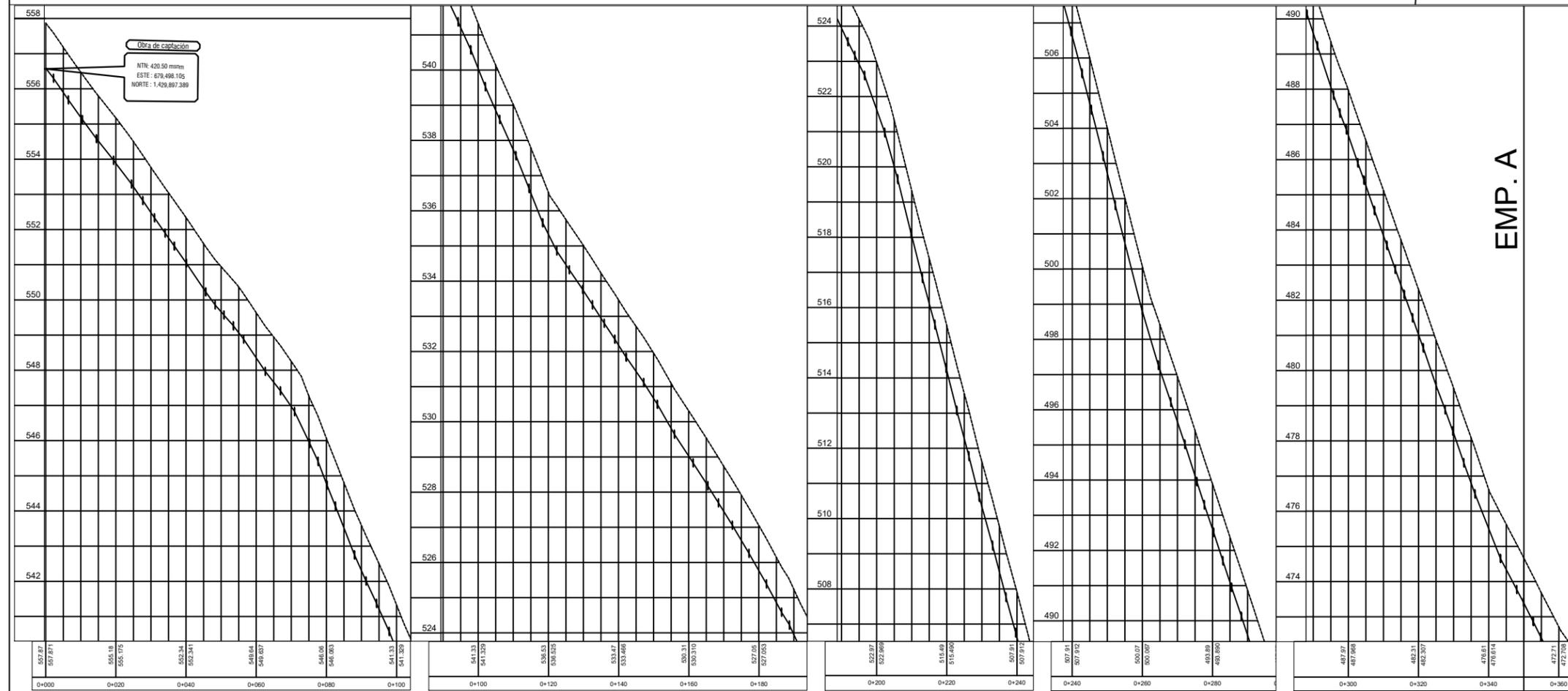


SIMBOLOGIA.

	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 1.5"(38 mm)
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 2"(50 mm)
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 3"(75 mm)
	CASAS
	CODO 45° P.V.C.
	TEE P.V.C.
	VALVULAS DE PASE DE H.F.
	VALVULAS DE LIMPIEZA DE H.F.
	VALVULAS DE AIRE DE H.F DE 3/4".
	TAPON HEMBRA P.V.C.
	VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN (VRP)
	REDUCTOR
	ÁRBOL



SIMBOLOGIA.	
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 1.5"(38 mm)
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 2"(50 mm)
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 3"(75 mm)
	CASAS
	CODO 45° P.V.C.
	TEE P.V.C.
	VALVULAS DE PASE DE H.F.
	VALVULAS DE LIMPIEZA DE H.F.
	VALVULAS DE AIRE DE H.F DE 3/4".
	TAPON HEMBRA P.V.C.
	VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN (VRP)
	REDUCTOR
	ÁRBOL



UNI
UNIVERSIDAD NACIONAL
DE INGENIERÍA

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR GRAVEDAD EN LA COMUNIDAD EL ANZUELO - EL PELÓN DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS, DEPTO. DE MATAGALPA.

CONTENIDO:
LÍNEA DE CONDUCCIÓN EST 0+000 A EST 0+340.

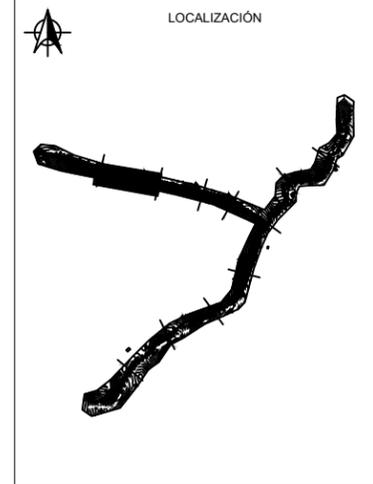
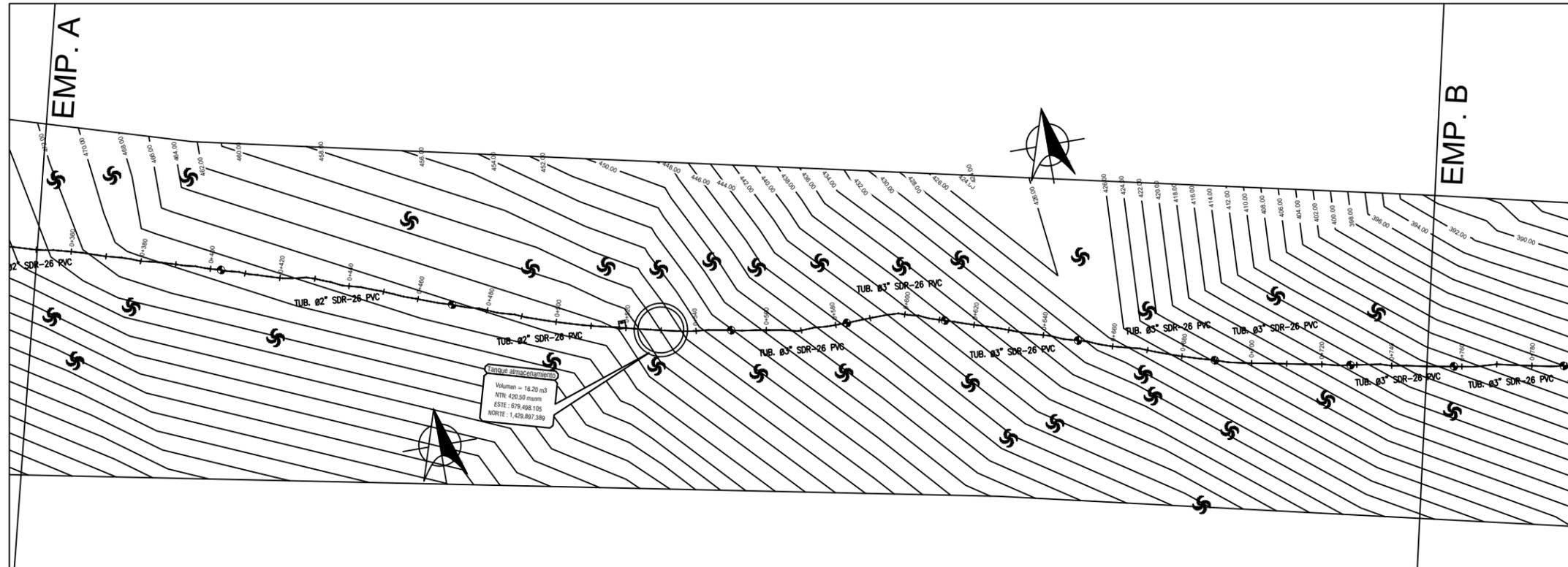
ELABORADO POR:
BR. LUIS JARED RODRÍGUEZ BENAVIDEZ
BR. ADÁN ALBERTO GONZÁLEZ LÓPEZ

REVISADO POR:
ING. JUAN LEONARDO CHOW

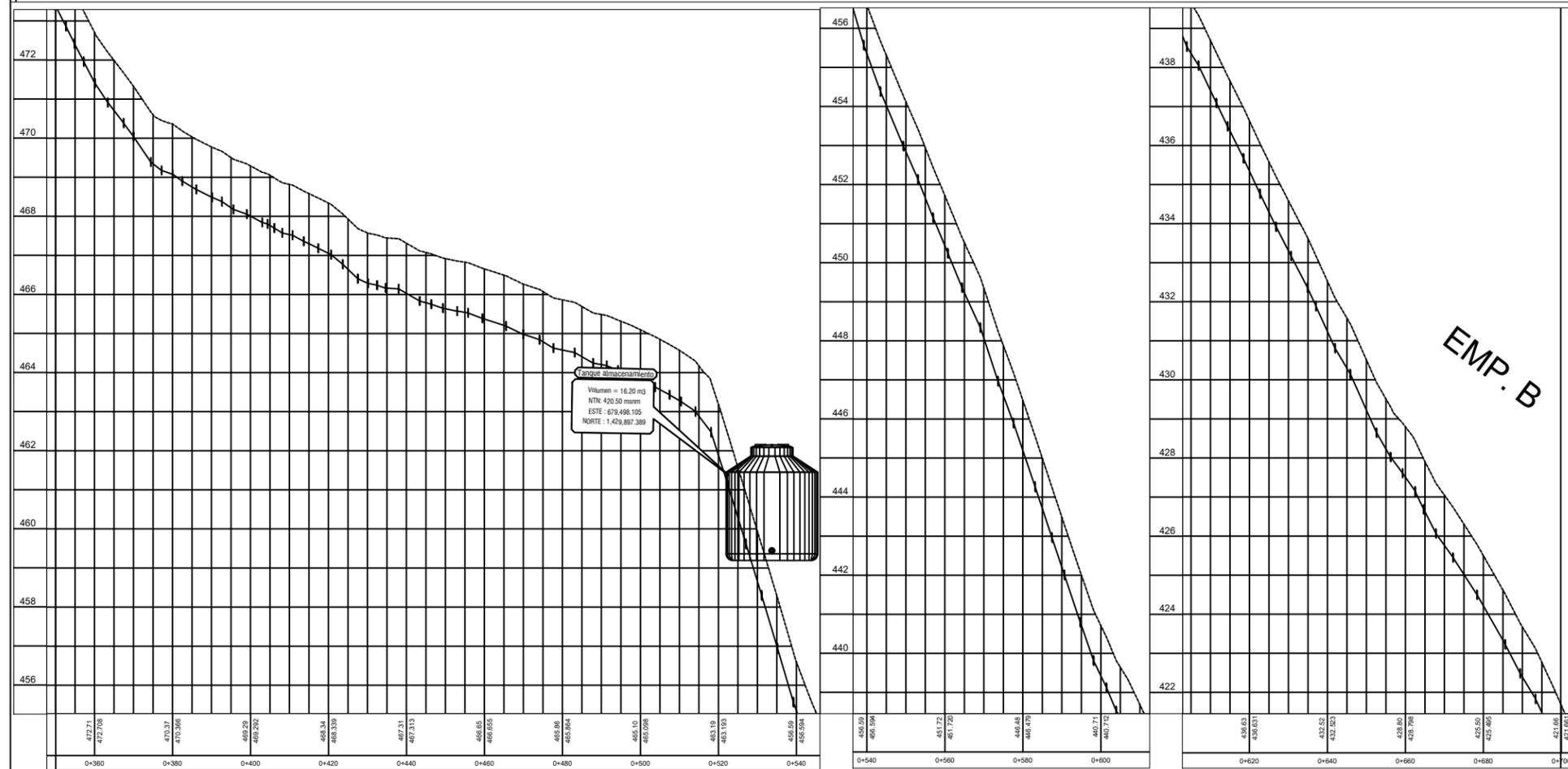
FECHA:
MAYO 2024

ESCALA:
HZ: 1:1500, V: 1:150

PLANOS:
01 DE 17



SIMBOLOGIA.	
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 1.5"(38 mm)
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 2"(50 mm)
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 3"(75 mm)
	CASAS
	CODO 45° P.V.C.
	TEE P.V.C.
	VALVULAS DE PASE DE H.F.
	VALVULAS DE LIMPIEZA DE H.F.
	VALVULAS DE AIRE DE H.F DE 3/4".
	TAPON HEMBRA P.V.C.
	VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN (VRP)
	REDUCTOR
	ÁRBOL





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR GRAVEDAD EN LA COMUNIDAD EL ANZUELO - EL PELÓN DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS, DEPTO. DE MATAGALPA.

CONTENIDO:
LÍNEA DE COND. Y DISTRIB. EST 0+360 A EST 0+740.

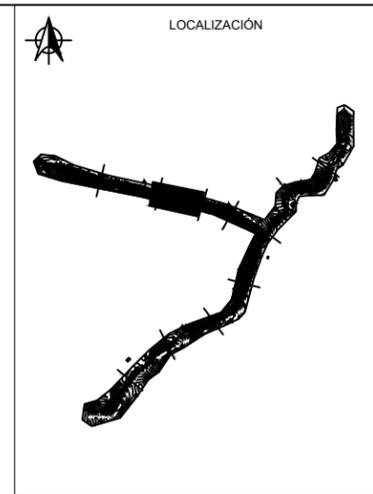
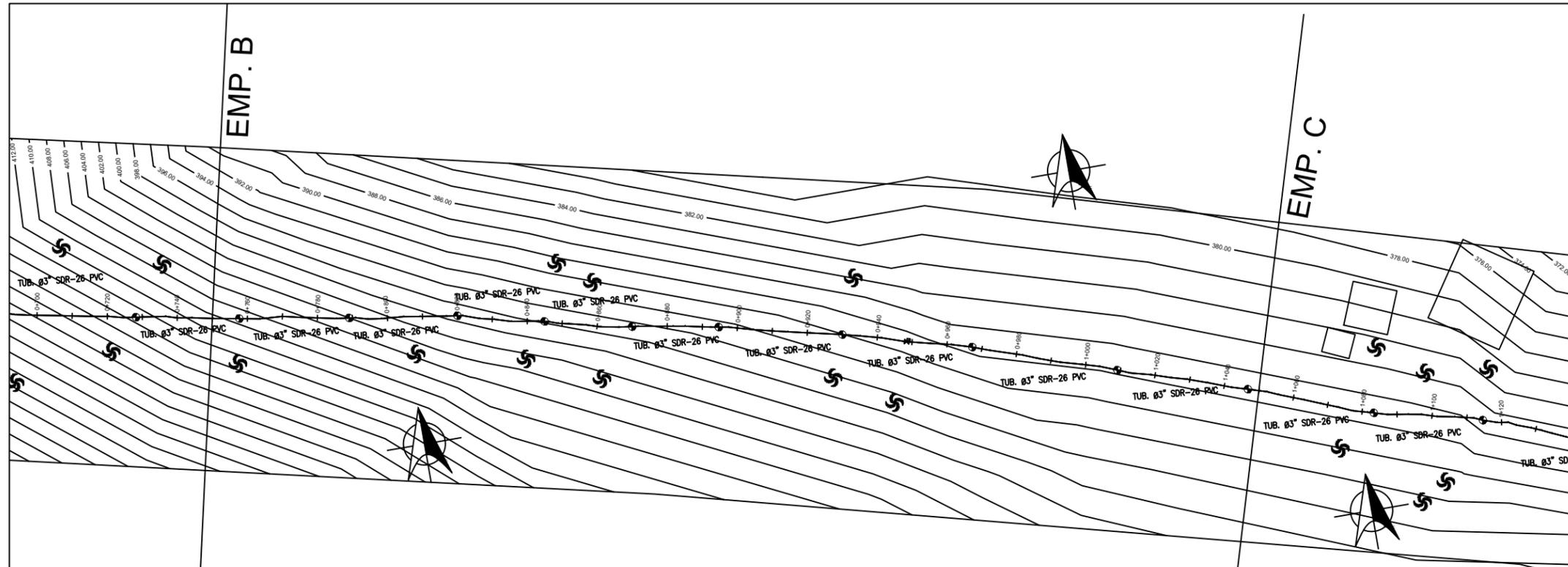
ELABORADO POR:
BR. LUIS JARED RODRÍGUEZ BENAVIDEZ
BR. ADÁN ALBERTO GONZÁLEZ LÓPEZ

REVISADO POR:
ING. JUAN LEONARDO CHOW

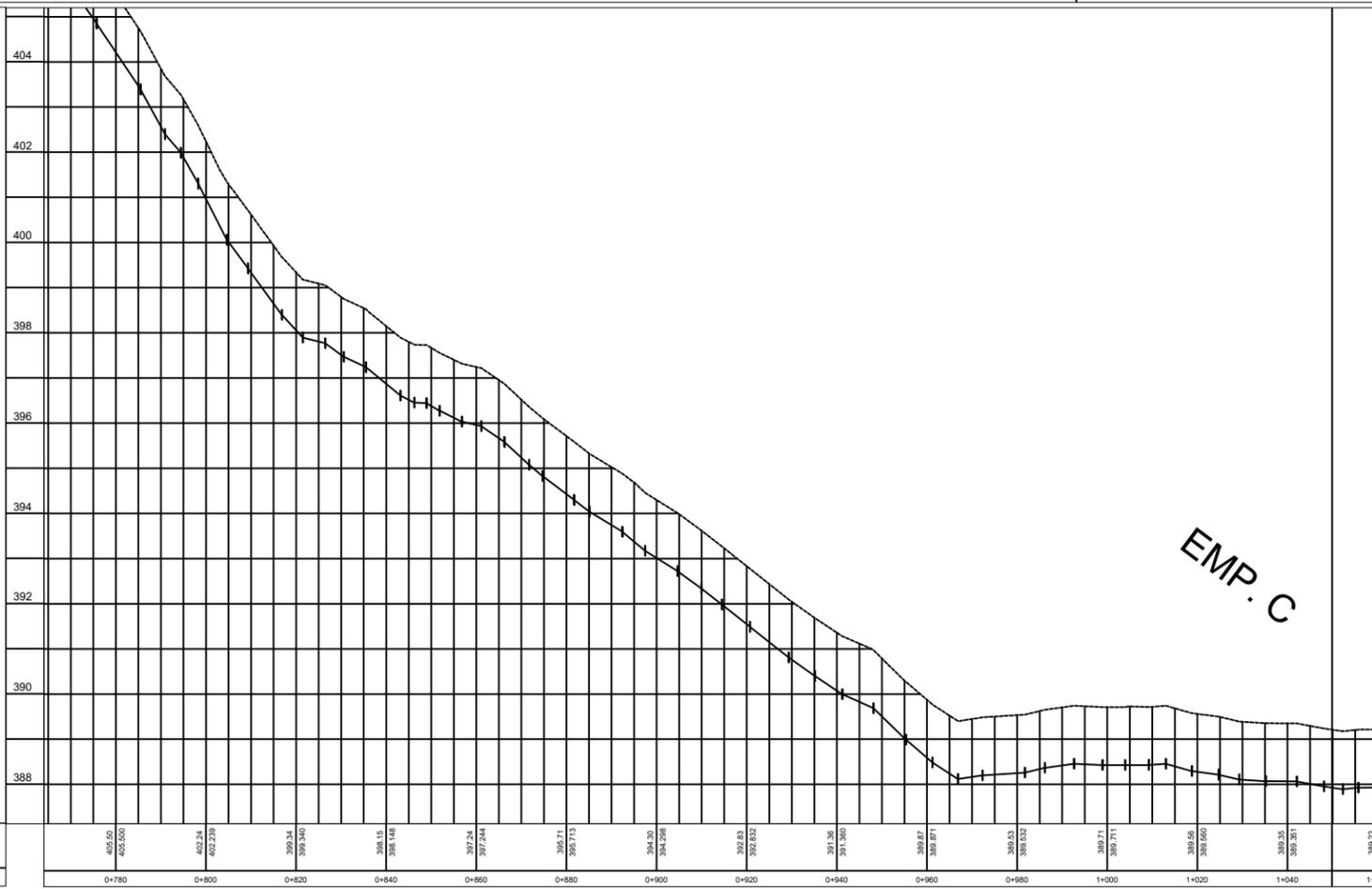
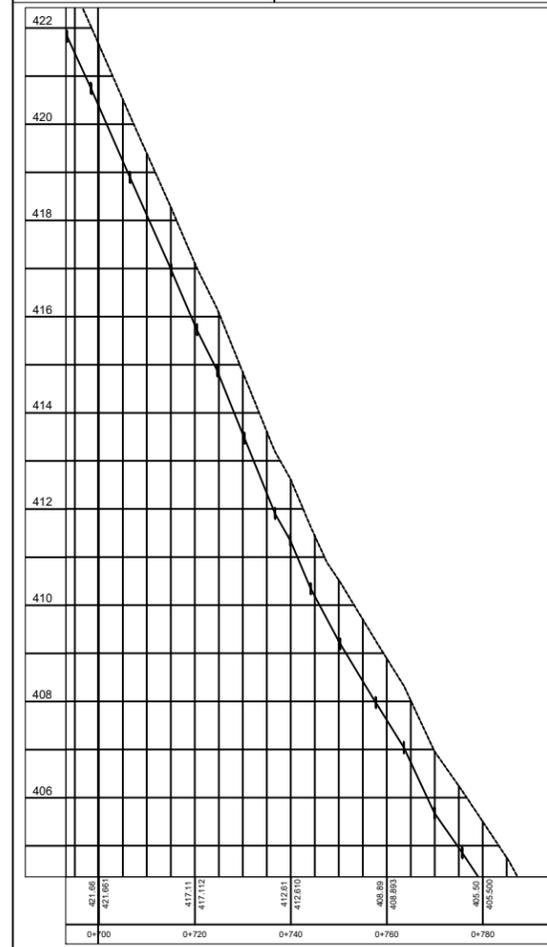
FECHA:
MAYO 2024

ESCALA:
HZ: 1:1500, V: 1:150

PLANOS:
02 DE 17



SIMBOLOGIA.	
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 1.5"(38 mm)
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 2"(50 mm)
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 3"(75 mm)
	CASAS
	CODO 45° P.V.C.
	TEE P.V.C.
	VALVULAS DE PASE DE H.F.
	VALVULAS DE LIMPIEZA DE H.F.
	VALVULAS DE AIRE DE H.F DE 3/4".
	TAPON HEMBRA P.V.C.
	VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN (VRP)
	REDUCTOR
	ÁRBOL





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR GRAVEDAD EN LA COMUNIDAD EL ANZUELO - EL PELÓN DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS, DEPTO. DE MATAGALPA.

CONTENIDO:
LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN EST 0+760 A EST 1+040.

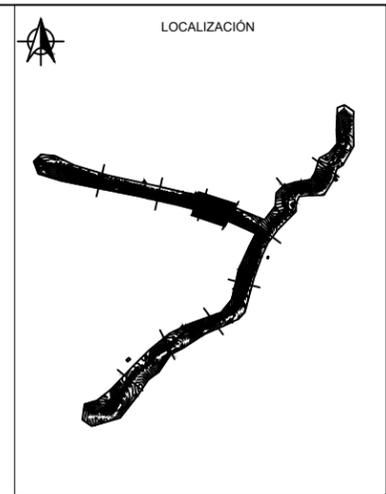
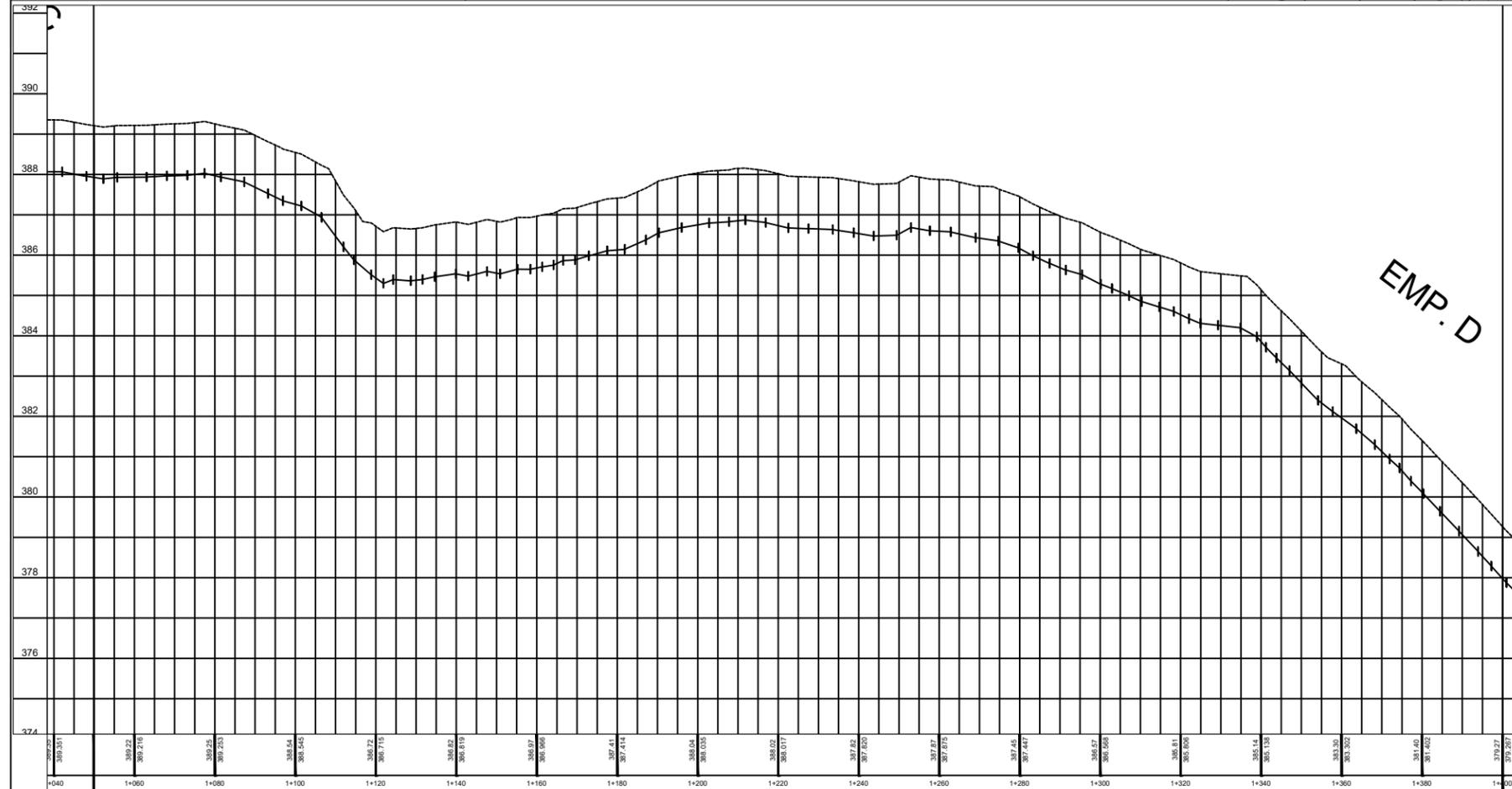
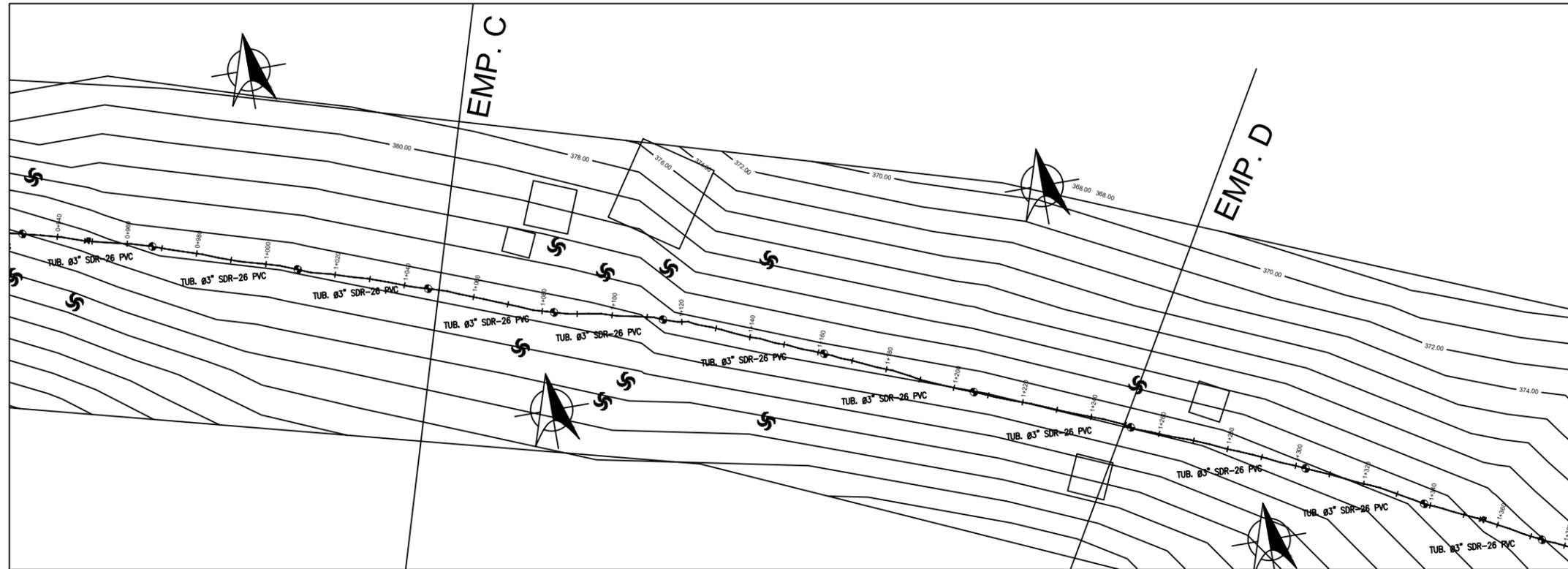
ELABORADO POR:
BR. LUIS JARED RODRÍGUEZ BENAVIDEZ
BR. ADÁN ALBERTO GONZÁLEZ LÓPEZ

REVISADO POR:
ING. JUAN LEONARDO CHOW

FECHA:
MAYO 2024

ESCALA:
HZ: 1:1500, V: 1:150

PLANOS:
03 DE 17



SIMBOLOGIA.	
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 1.5"(38 mm)
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 2"(50 mm)
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 3"(75 mm)
	CASAS
	CODO 45° P.V.C.
	TEE P.V.C.
	VALVULAS DE PASE DE H.F.
	VALVULAS DE LIMPIEZA DE H.F.
	VALVULAS DE AIRE DE H.F DE 3/4".
	TAPON HEMBRA P.V.C.
	VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN (VRP)
	REDUCTOR
	ÁRBOL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR GRAVEDAD EN LA COMUNIDAD EL ANZUELO - EL PELÓN DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS, DEPTO. DE MATAGALPA.

CONTENIDO: LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN EST 1+060 A EST 1+240.

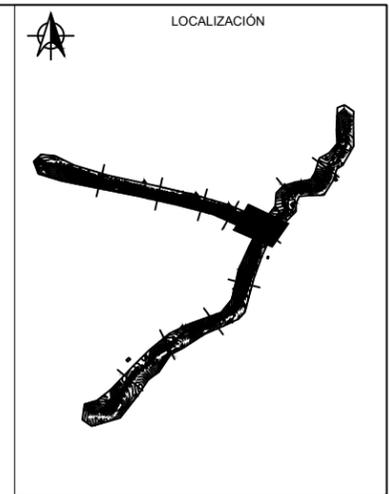
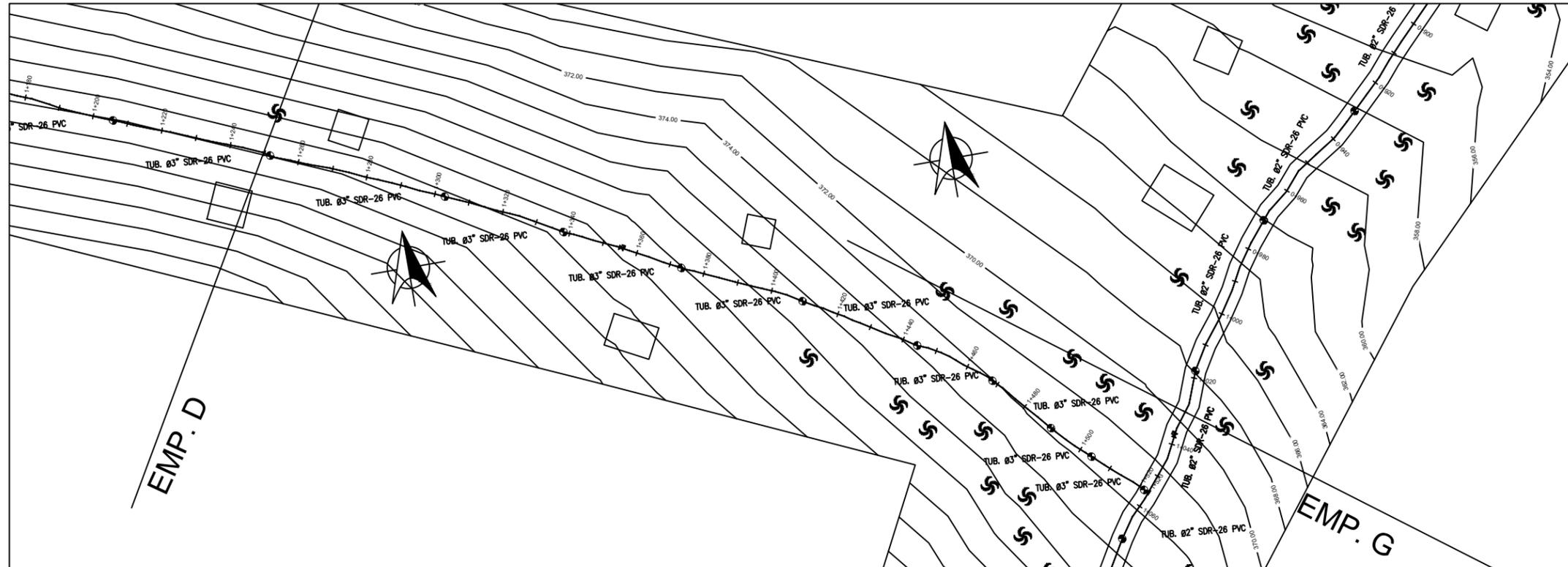
ELABORADO POR:
BR. LUIS JARED RODRÍGUEZ BENAVIDEZ
BR. ADÁN ALBERTO GONZÁLEZ LÓPEZ

REVISADO POR:
ING. JUAN LEONARDO CHOW

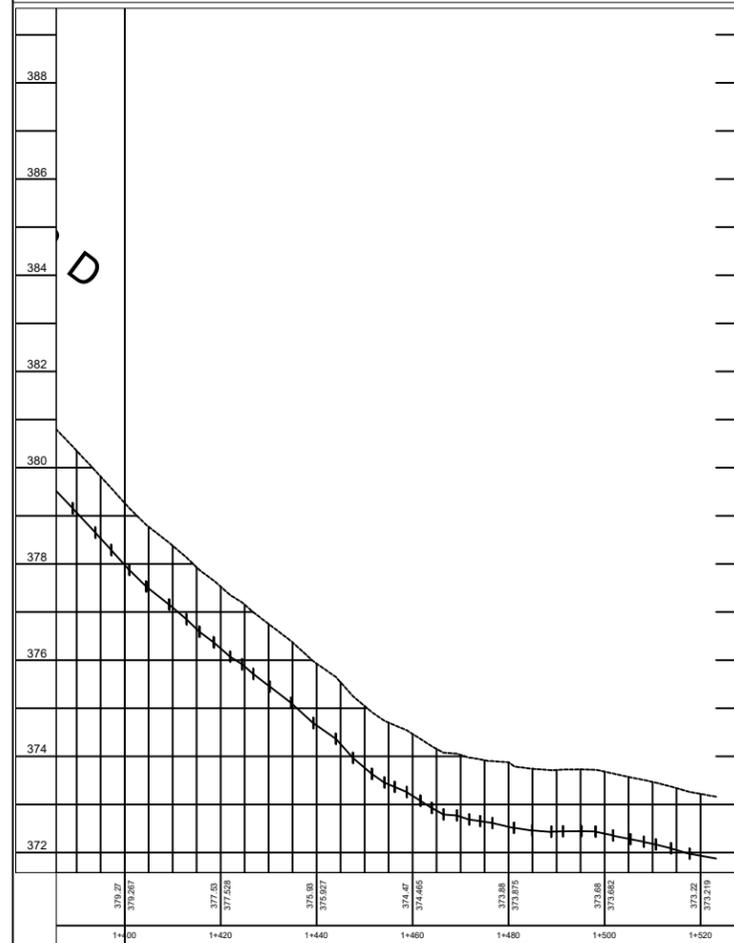
FECHA:
MAYO 2024

ESCALA:
HZ: 1:1500, V: 1:150

PLANOS:
04 DE 17



SIMBOLOGIA.	
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 1.5"(38 mm)
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 2"(50 mm)
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 3"(75 mm)
	CASAS
	CODO 45° P.V.C.
	TEE P.V.C.
	VALVULAS DE PASE DE H.F.
	VALVULAS DE LIMPIEZA DE H.F.
	VALVULAS DE AIRE DE H.F DE 3/4".
	TAPON HEMBRA P.V.C.
	VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN (VRP)
	REDUCTOR
	ÁRBOL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR GRAVEDAD EN LA COMUNIDAD EL ANZUELO - EL PELÓN DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS, DEPTO. DE MATAGALPA.

CONTENIDO:
LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN EST 1+260 A EST 1+520.

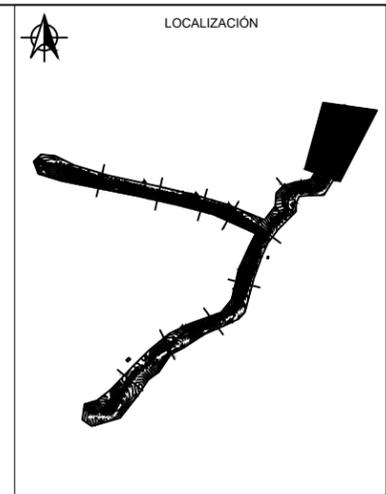
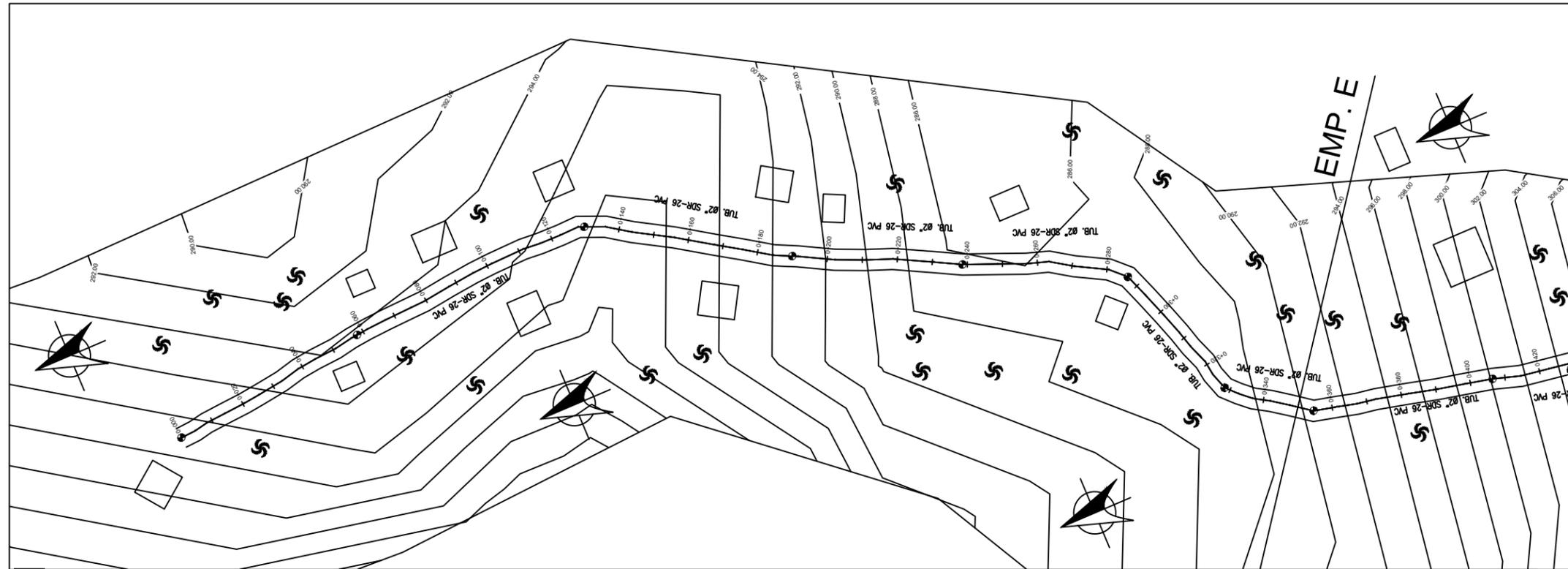
ELABORADO POR:
BR. LUIS JARED RODRÍGUEZ BENAVIDEZ
BR. ADÁN ALBERTO GONZÁLEZ LÓPEZ

REVISADO POR:
ING. JUAN LEONARDO CHOW

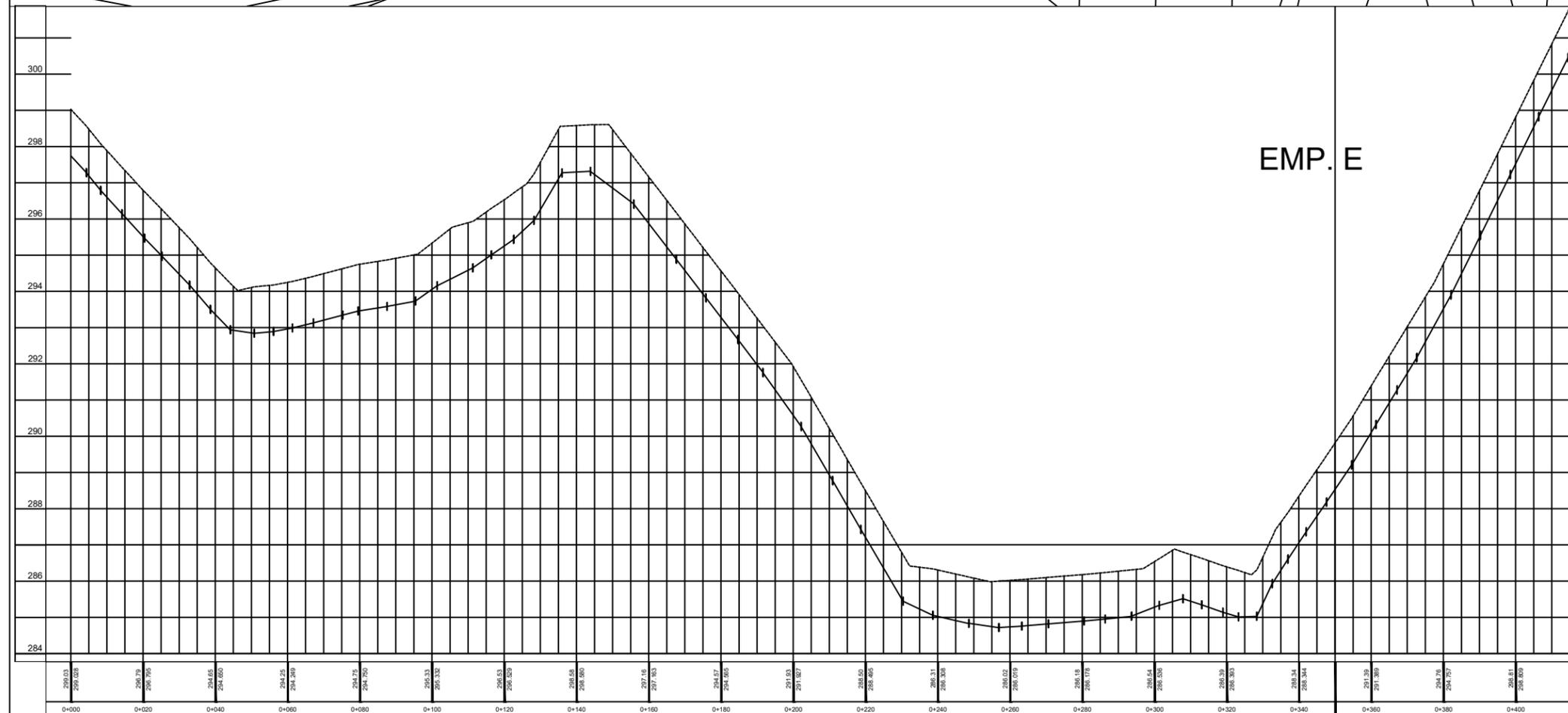
FECHA:
MAYO 2024

ESCALA:
HZ: 1:1500, V: 1:150

PLANOS:
05 DE 17



SIMBOLOGIA.	
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 1.5"(38 mm)
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 2"(50 mm)
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 3"(75 mm)
	CASAS
	CODO 45° P.V.C.
	TEE P.V.C.
	VALVULAS DE PASE DE H.F.
	VALVULAS DE LIMPIEZA DE H.F.
	VALVULAS DE AIRE DE H.F DE 3/4".
	TAPON HEMBRA P.V.C.
	VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN (VRP)
	REDUCTOR
	ÁRBOL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR GRAVEDAD EN LA COMUNIDAD EL ANZUELO - EL PELÓN DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS, DEPTO. DE MATAGALPA.

CONTENIDO:
LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 2 EST 0+000 A EST 0+350.

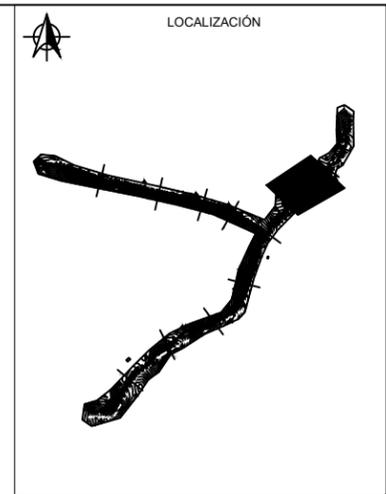
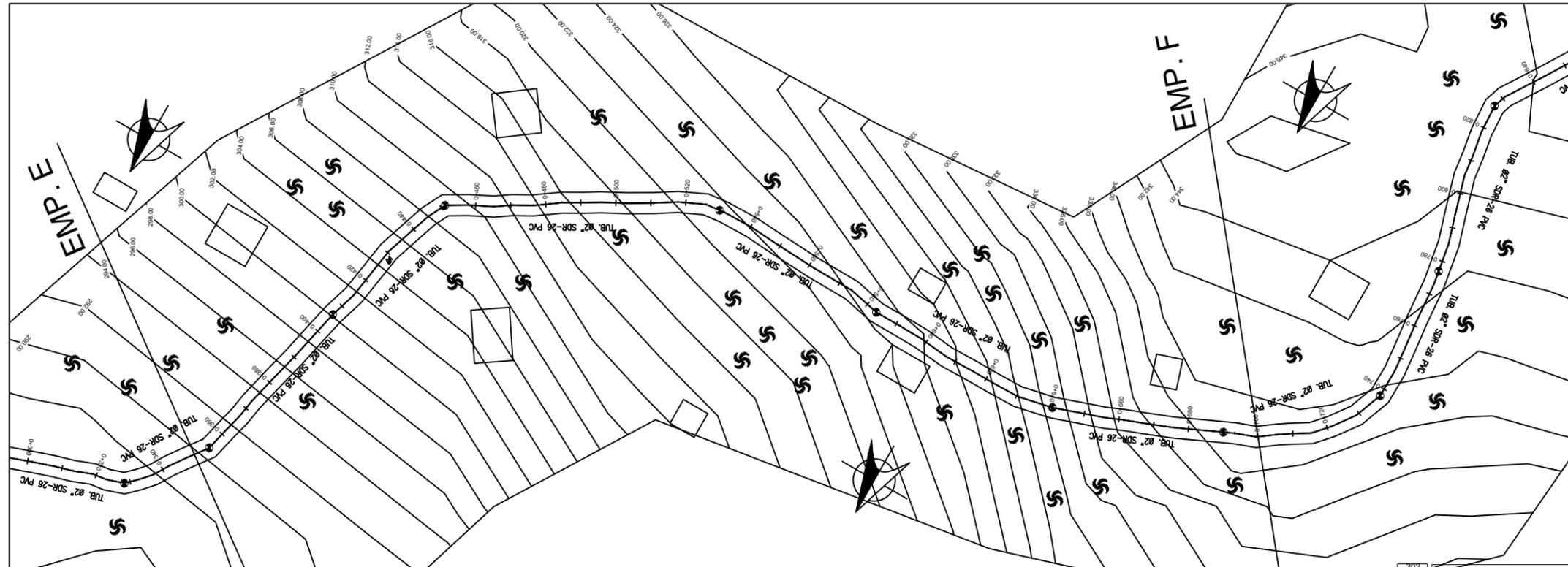
ELABORADO POR:
BR. LUIS JARED RODRÍGUEZ BENAVIDEZ
BR. ADÁN ALBERTO GONZÁLEZ LÓPEZ

REVISADO POR:
ING. JUAN LEONARDO CHOW

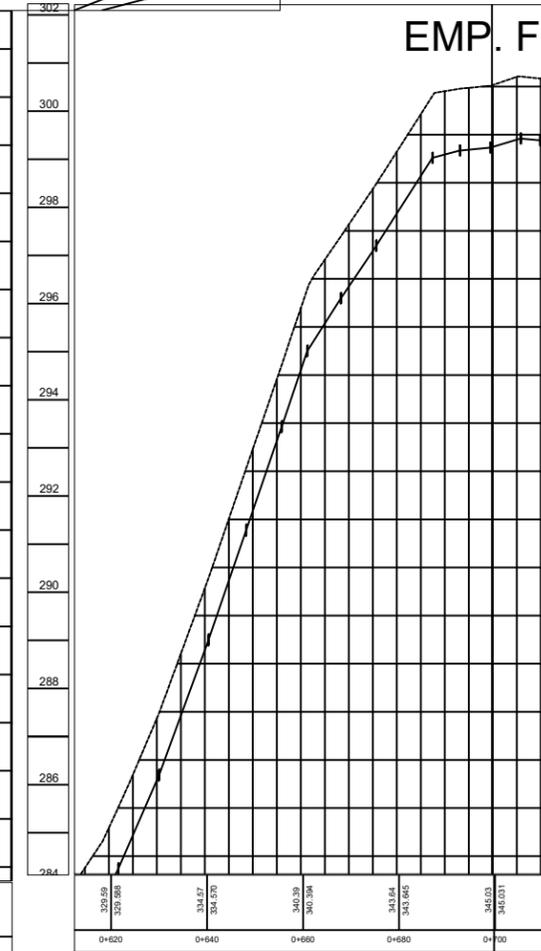
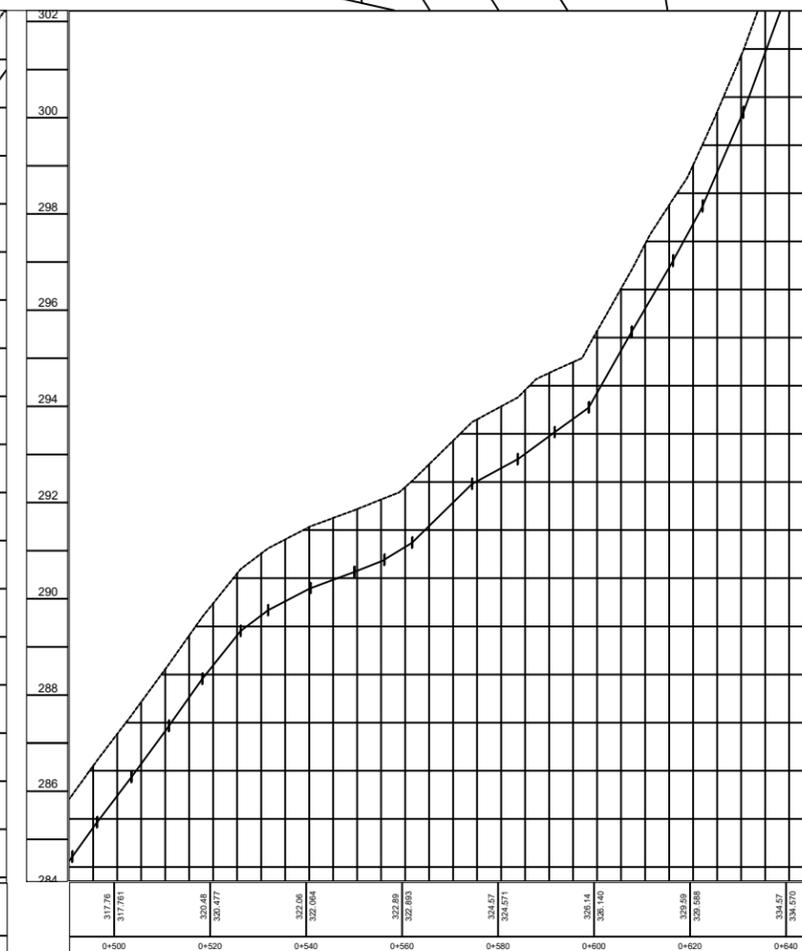
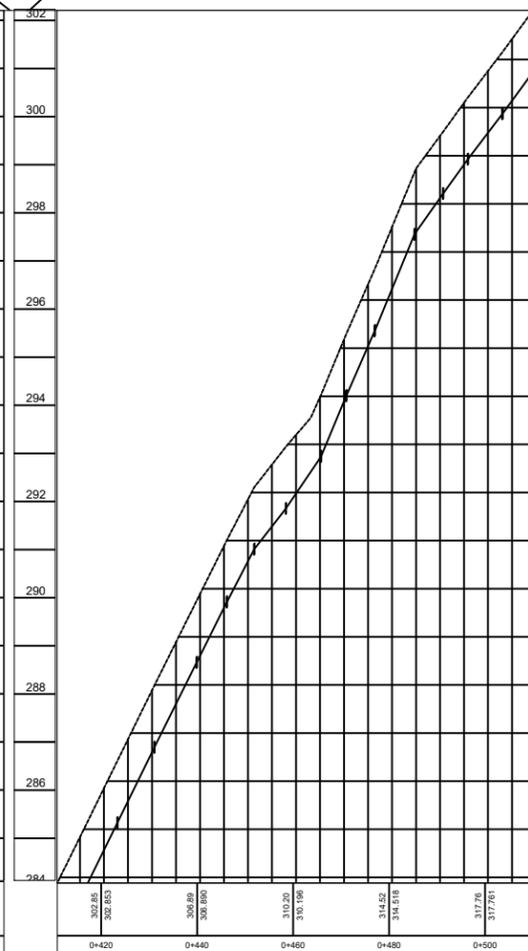
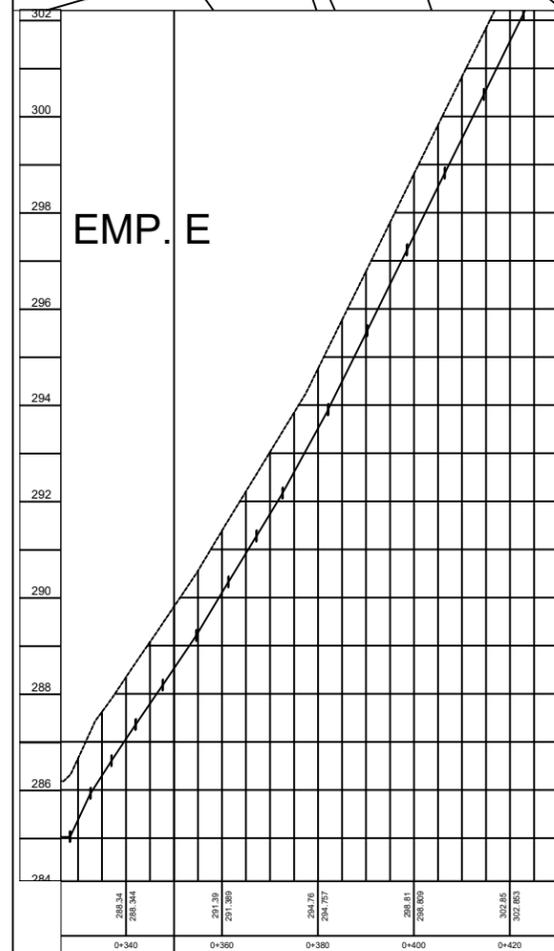
FECHA:
MAYO 2024

ESCALA:
HZ: 1:1500, V: 1:150

PLANOS:
06 DE 17



SIMBOLOGÍA	
	TUBERÍA PROP. PVC SDR-26 DE 1.5" (38 mm)
	TUBERÍA PROP. PVC SDR-26 DE 2" (50 mm)
	TUBERÍA PROP. PVC SDR-26 DE 3" (75 mm)
	CASAS
	CODO 45° P.V.C.
	TEE P.V.C.
	VALVULAS DE AIRE DE H.F. DE 3/4"
	VALVULAS DE LIMPIEZA DE H.F.
	VALVULAS DE PASE DE H.F.
	VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN (VRP)
	REDUCTOR
	ÁRBOL





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR GRAVEDAD EN LA COMUNIDAD EL ANZUELO - EL PELÓN DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS, DEPTO. DE MATAGALPA.

CONTENIDO:
LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 2 EST 0+350 A EST 0+700.

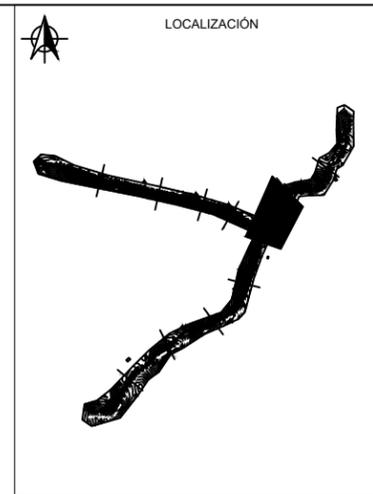
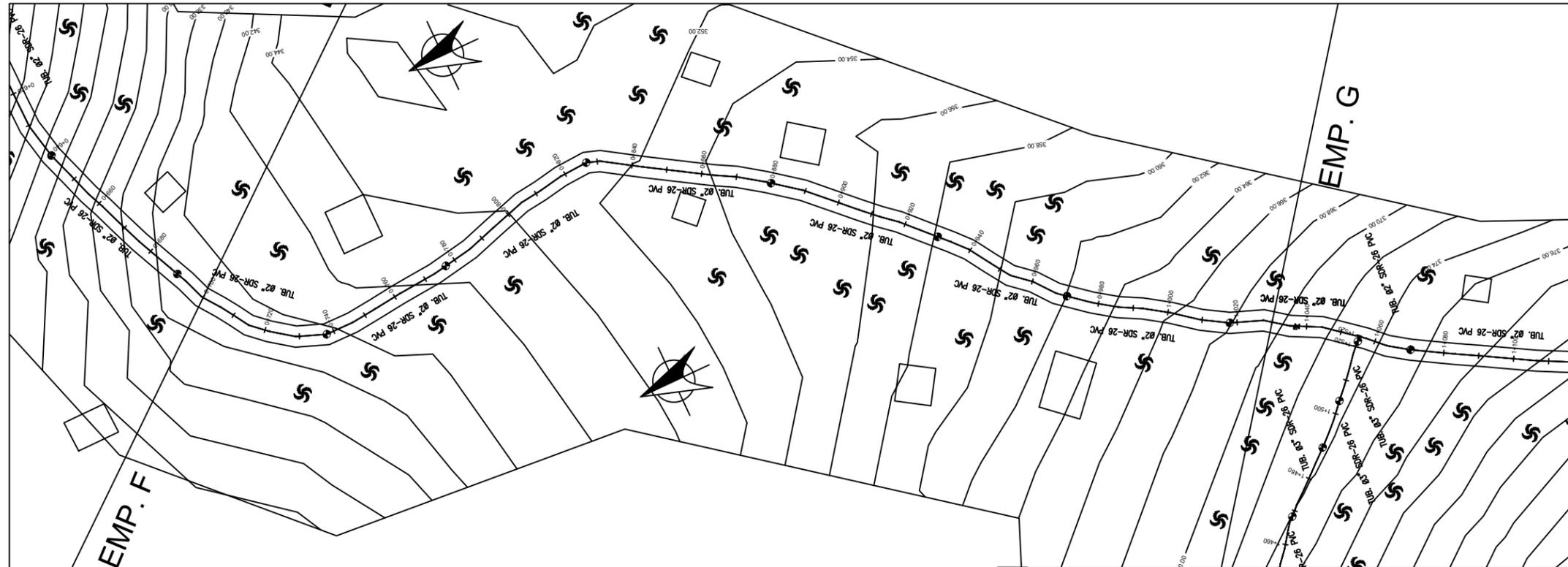
ELABORADO POR:
BR. LUIS JARED RODRÍGUEZ BENAVIDEZ
BR. ADÁN ALBERTO GONZÁLEZ LÓPEZ

REVISADO POR:
ING. JUAN LEONARDO CHOW

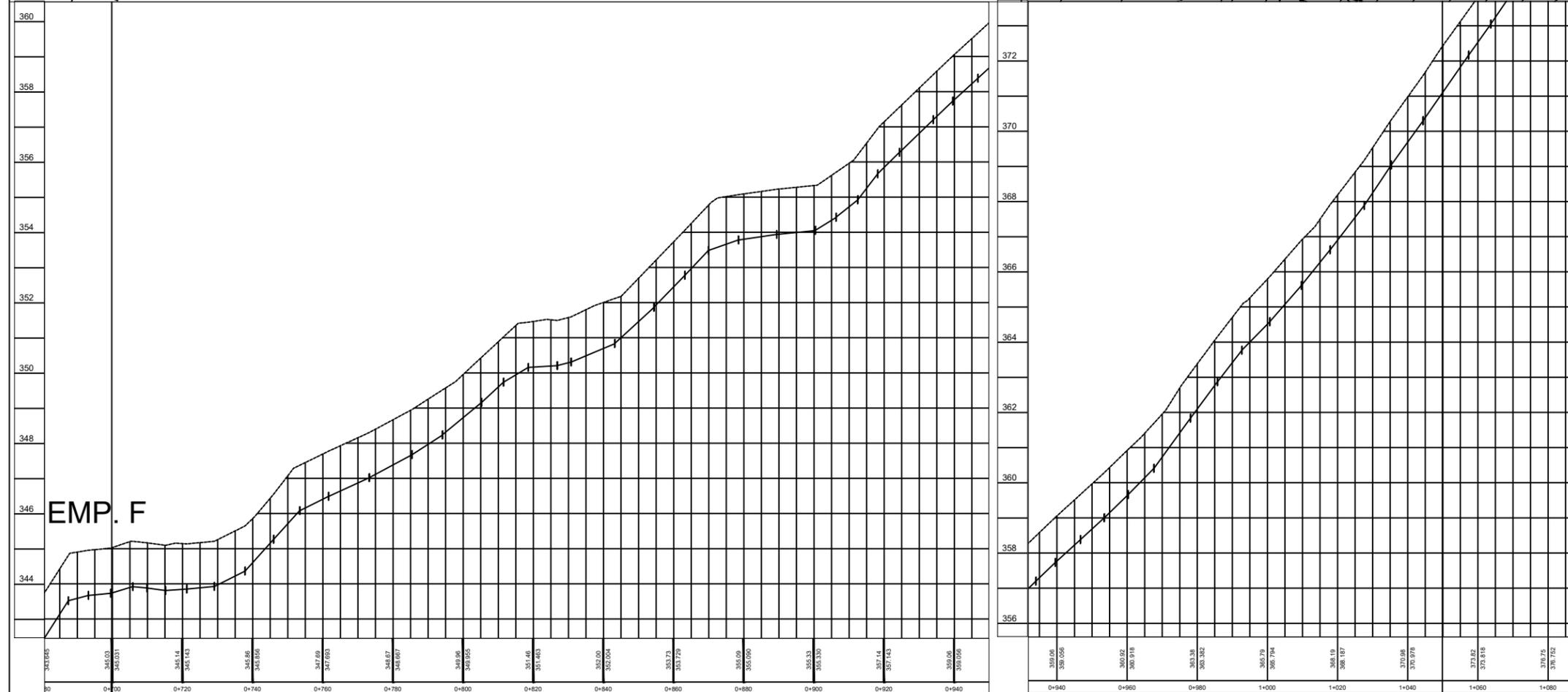
FECHA:
MAYO 2024

ESCALA:
HZ: 1:1500, V: 1:150

PLANOS:
07 DE 17



SIMBOLOGIA	
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 1.5"(38 mm)
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 2"(50 mm)
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 3"(75 mm)
	CASAS
	CODO 45° P.V.C.
	TEE P.V.C.
	VALVULAS DE PASE DE H.F.
	VALVULAS DE LIMPIEZA DE H.F.
	VALVULAS DE AIRE DE H.F DE 3/4"
	TAPON HEMBRA P.V.C.
	VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN (VRP)
	REDUCTOR
	ÁRBOL





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR GRAVEDAD EN LA COMUNIDAD EL ANZUELO - EL PELÓN DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS, DEPTO. DE MATAGALPA.

CONTENIDO:
LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 2 EST 0+720 A EST 1+020.

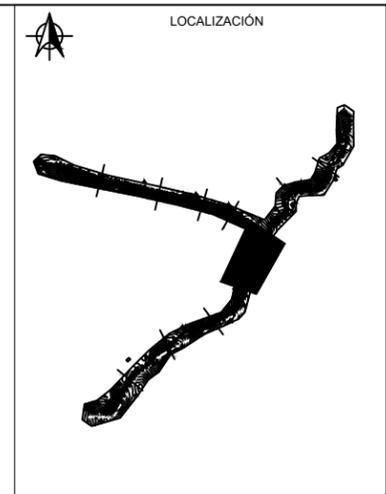
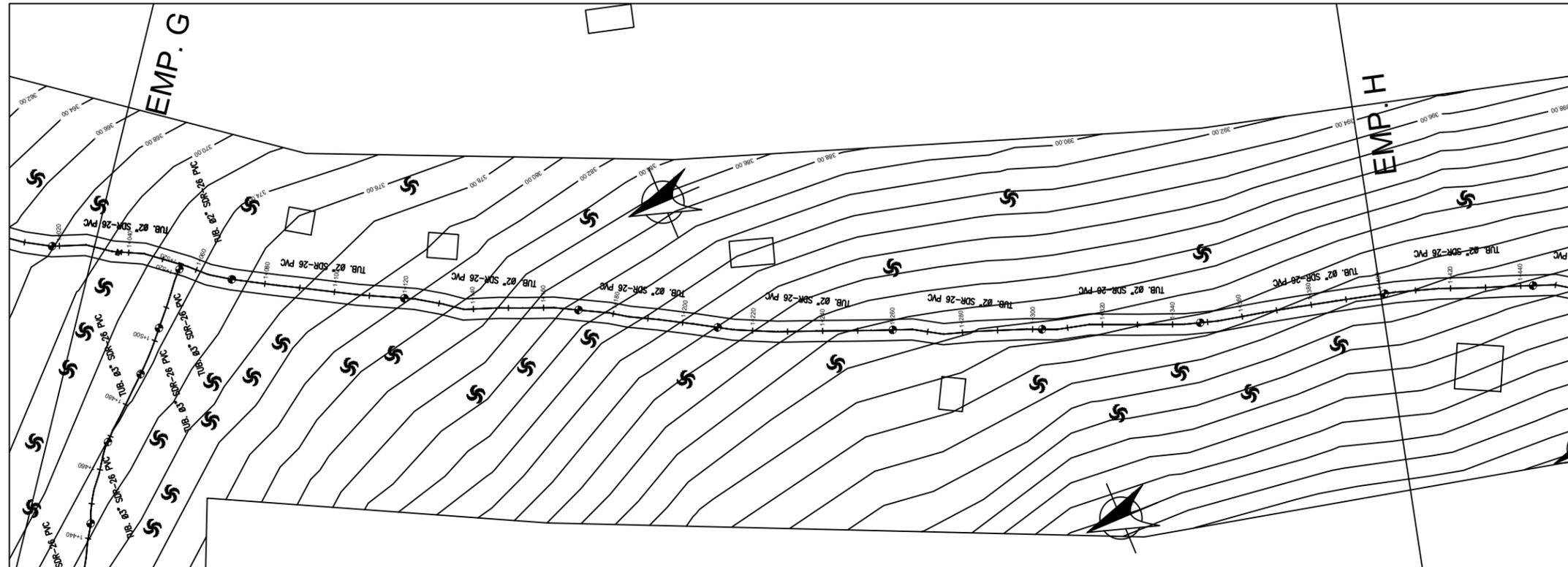
ELABORADO POR:
BR. LUIS JARED RODRÍGUEZ BENAVIDEZ
BR. ADÁN ALBERTO GONZÁLEZ LÓPEZ

REVISADO POR:
ING. JUAN LEONARDO CHOW

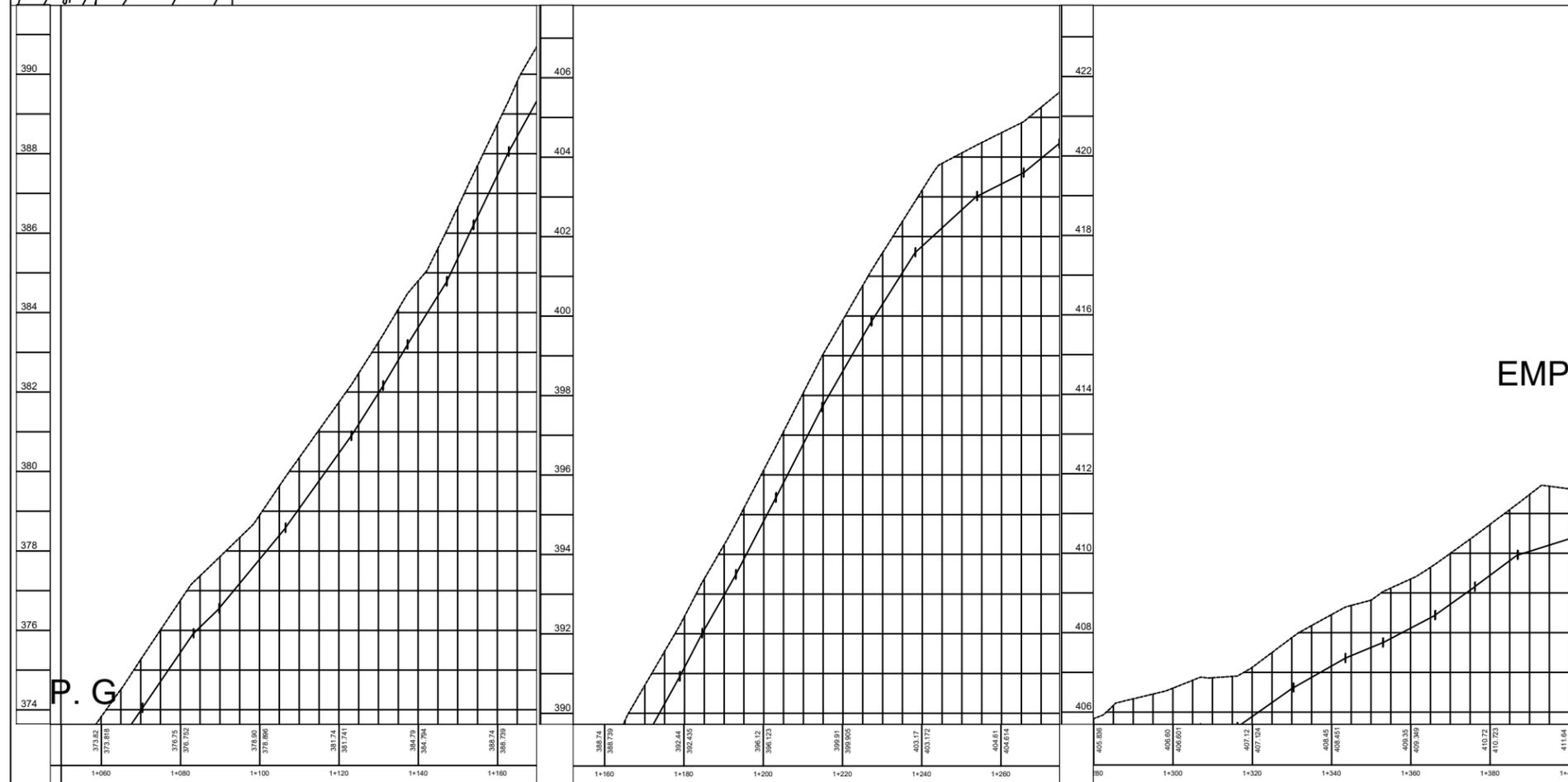
FECHA:
MAYO 2024

ESCALA:
HZ: 1:1500, V: 1:100

PLANOS:
08 DE 17



SIMBOLOGIA.	
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 1.5"(38 mm)
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 2"(50 mm)
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 3"(75 mm)
	CASAS
	CODO 45° P.V.C.
	TEE P.V.C.
	VALVULAS DE PASE DE H.F.
	VALVULAS DE LIMPIEZA DE H.F.
	VALVULAS DE AIRE DE H.F DE 3/4".
	TAPON HEMBRA P.V.C.
	VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN (VRP)
	REDUCTOR
	ÁRBOL





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR GRAVEDAD EN LA COMUNIDAD EL ANZUELO - EL PELÓN DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS, DEPTO. DE MATAGALPA.

CONTENIDO:
LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 2
EST 1+040 A EST 1+400.

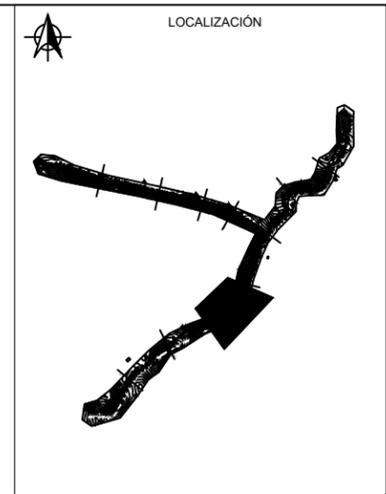
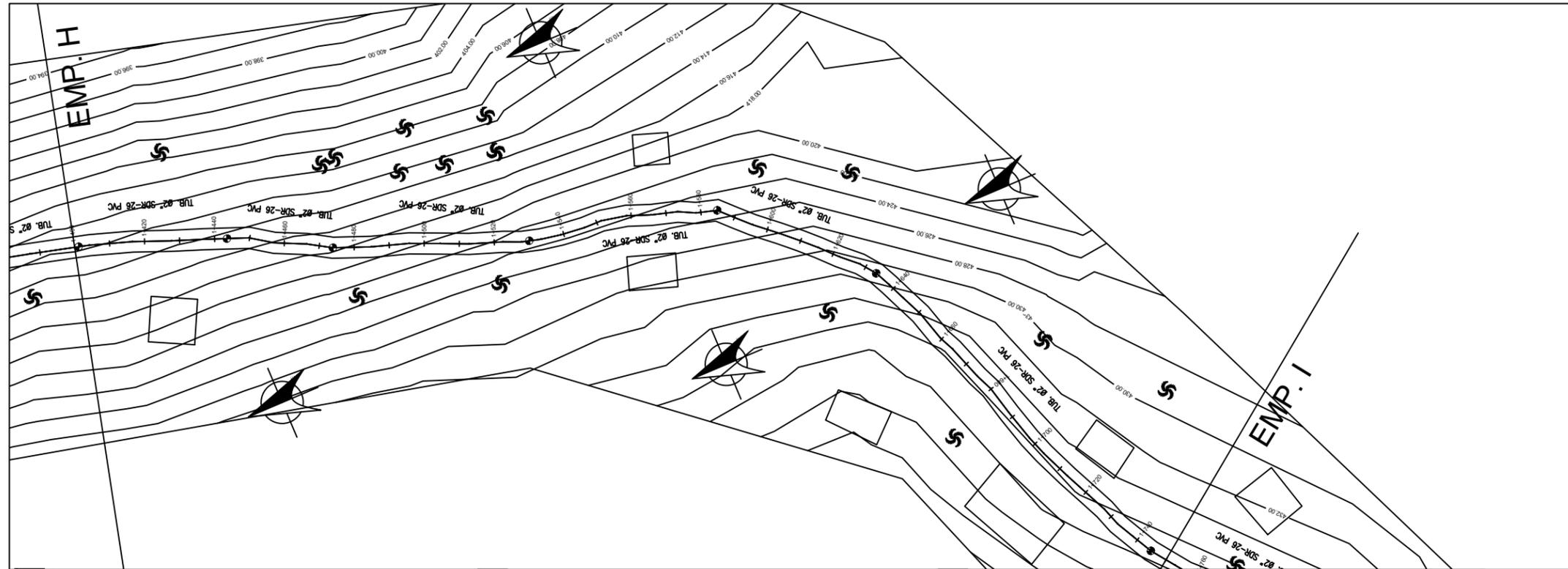
ELABORADO POR:
BR. LUIS JARED RODRÍGUEZ BENAVIDEZ
BR. ADÁN ALBERTO GONZÁLEZ LÓPEZ

REVISADO POR:
ING. JUAN LEONARDO CHOW

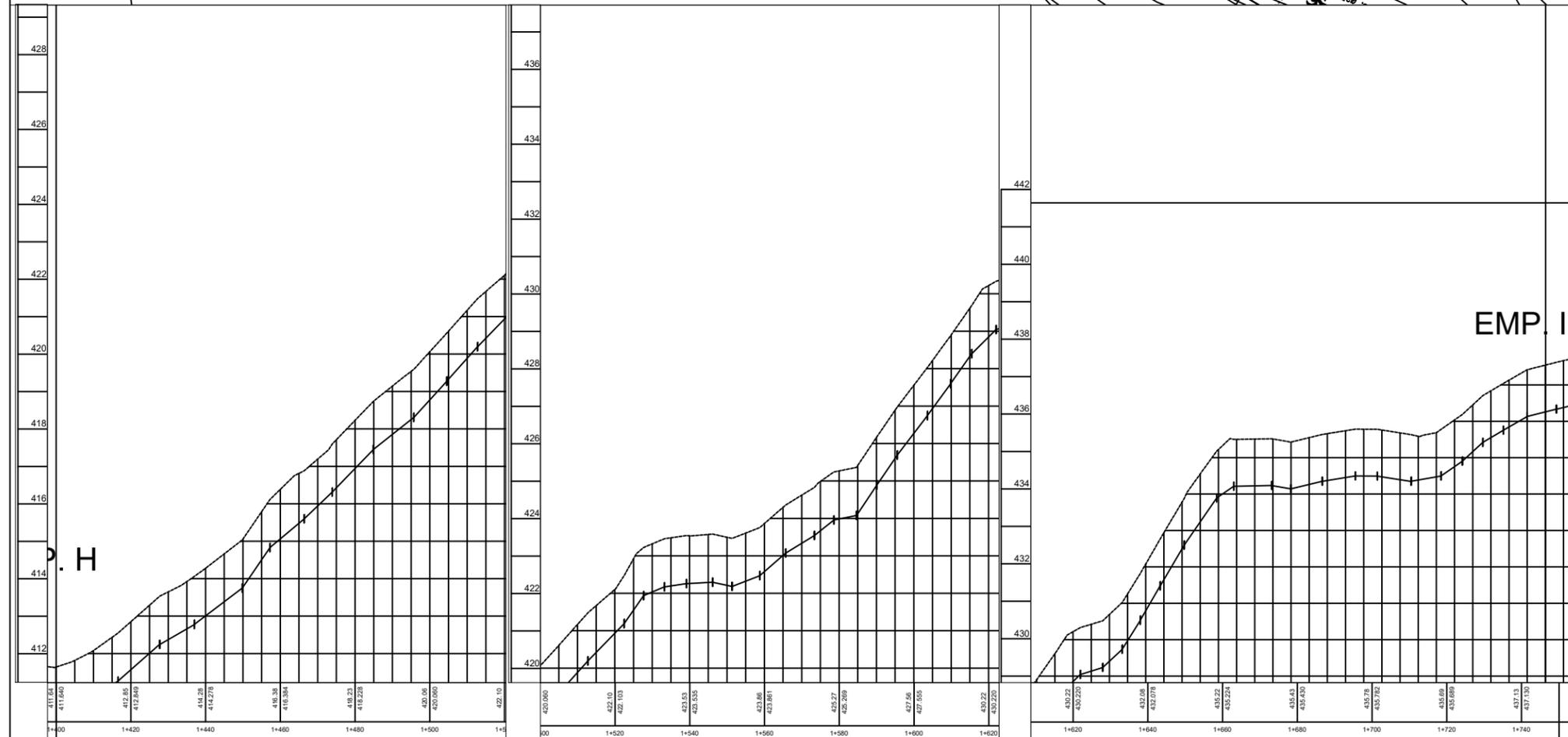
FECHA:
MAYO 2024

ESCALA:
HZ: 1:1500, V: 1:150

PLANOS:
09 DE 17



SIMBOLOGIA.	
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 1.5"(38 mm)
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 2"(50 mm)
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 3"(75 mm)
	CASAS
	CODO 45° P.V.C.
	TEE P.V.C.
	VALVULAS DE PASE DE H.F.
	VALVULAS DE LIMPIEZA DE H.F.
	VALVULAS DE AIRE DE H.F DE 3/4".
	TAPON HEMBRA P.V.C.
	VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN (VRP)
	REDUCTOR
	ARBOL





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR GRAVEDAD EN LA COMUNIDAD EL ANZUELO - EL PELÓN DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS, DEPTO. DE MATAGALPA.

CONTENIDO:
LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 2 EST 1+420 A EST 1+740.

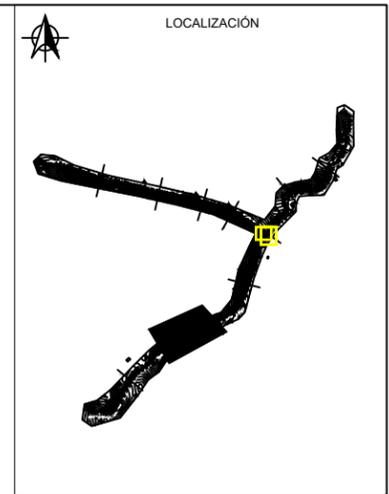
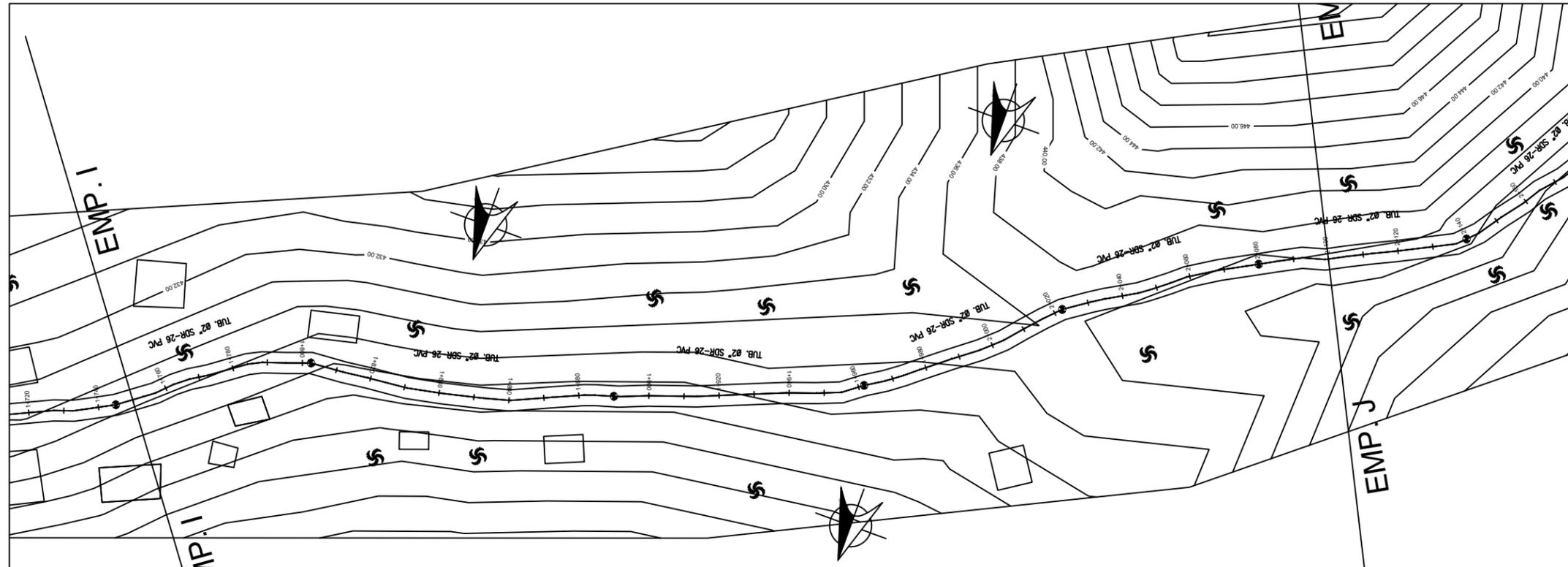
ELABORADO POR:
BR. LUIS JARED RODRÍGUEZ BENAVIDEZ
BR. ADÁN ALBERTO GONZÁLEZ LÓPEZ

REVISADO POR:
ING. JUAN LEONARDO CHOW

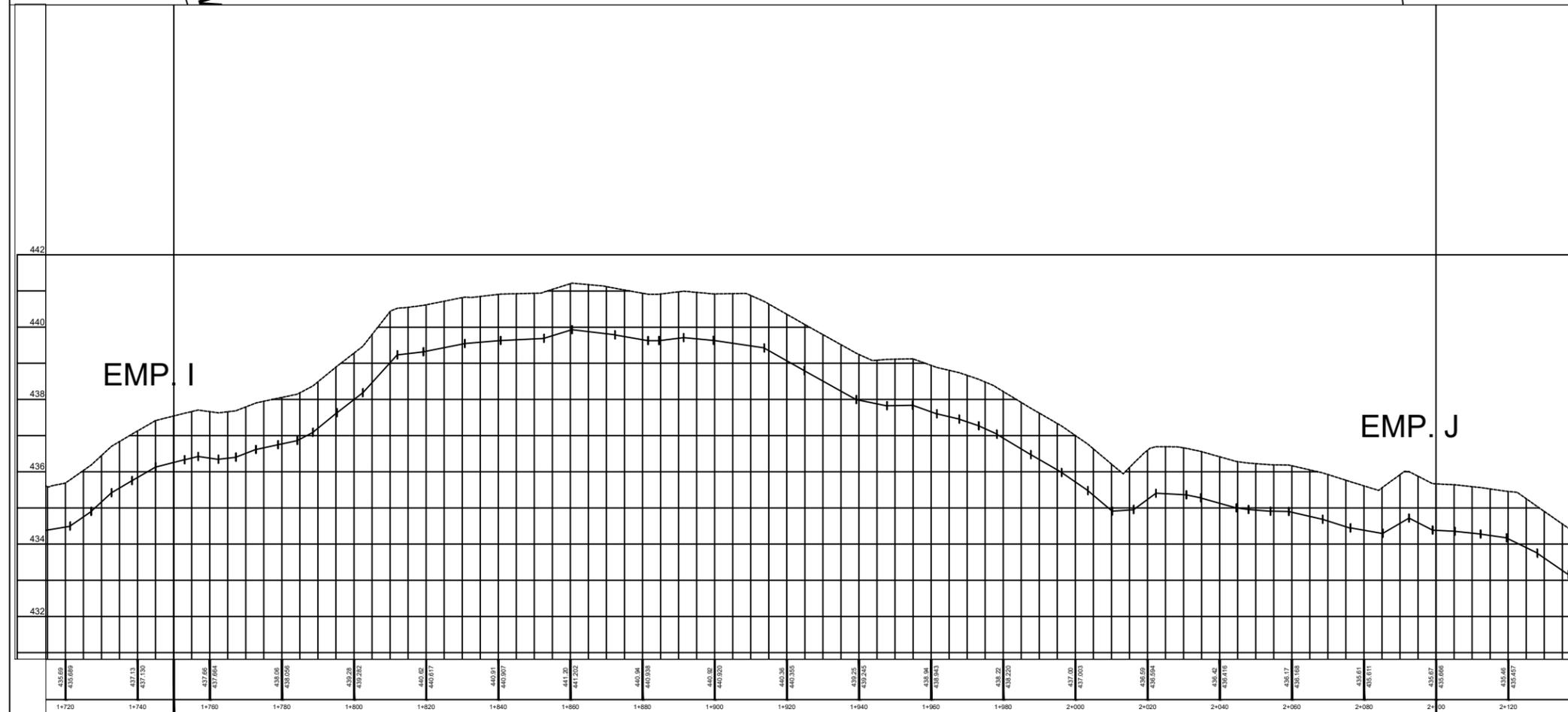
FECHA:
MAYO 2024

ESCALA:
HZ: 1:1500, V: 1:150

PLANOS:
10 DE 17



SIMBOLOGÍA	
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 1.5"(38 mm)
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 2"(50 mm)
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 3"(75 mm)
	CASAS
	CODO 45° P.V.C.
	TEE P.V.C.
	VALVULAS DE PASE DE H.F.
	VALVULAS DE LIMPIEZA DE H.F.
	VALVULAS DE AIRE DE H.F. DE 3/4"
	TAPON HEMBRA P.V.C.
	VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN (VRP)
	REDUCTOR
	ÁRBOL





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR GRAVEDAD EN LA COMUNIDAD EL ANZUELO - EL PELÓN DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS, DEPTO. DE MATAGALPA.

CONTENIDO:
LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 2 EST 1+760 A EST 2+100.

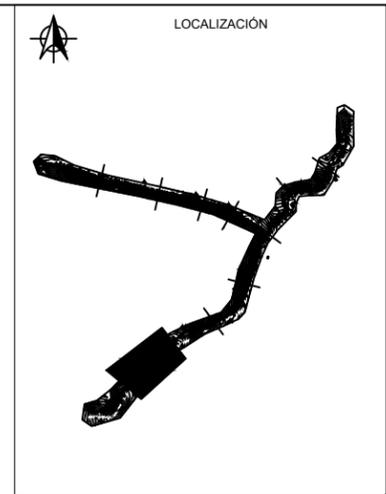
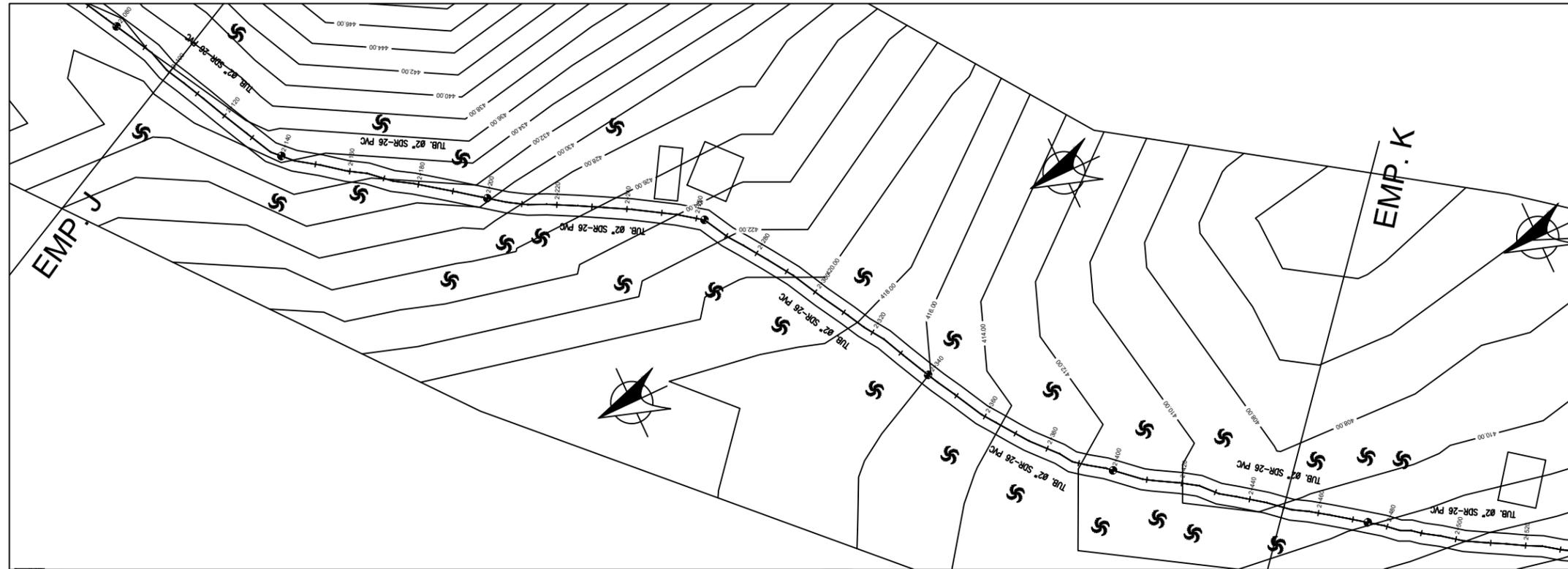
ELABORADO POR:
BR. LUIS JARED RODRÍGUEZ BENAVIDEZ
BR. ADÁN ALBERTO GONZÁLEZ LÓPEZ

REVISADO POR:
ING. JUAN LEONARDO CHOW

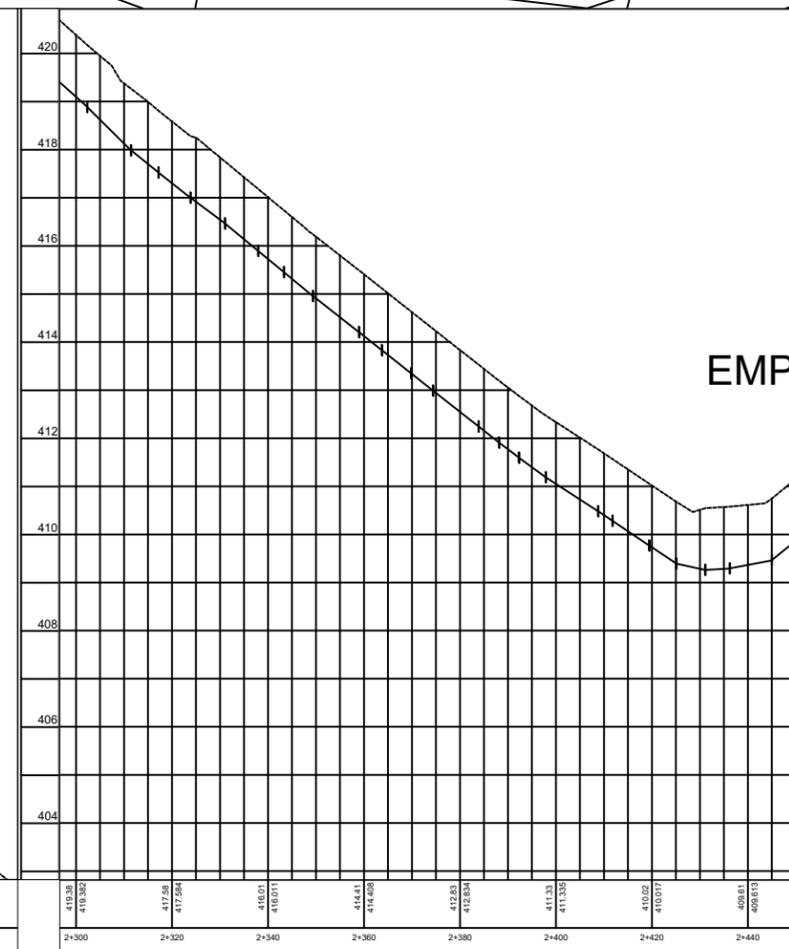
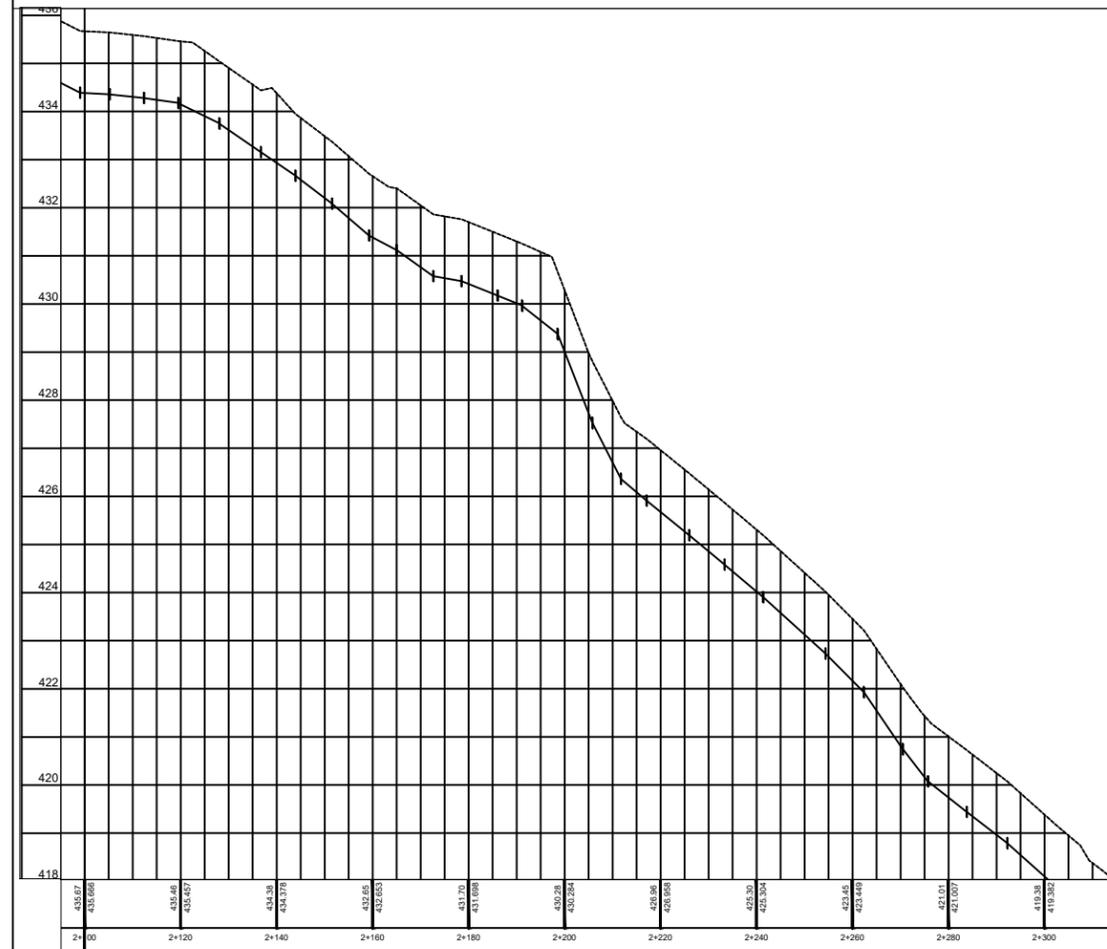
FECHA:
MAYO 2024

ESCALA:
HZ: 1:1500, V: 1:150

PLANOS:
11 DE 17



SIMBOLOGÍA	
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 1.5"(38 mm)
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 2"(50 mm)
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 3"(75 mm)
	CASAS
	CODO 45° P.V.C.
	TEE P.V.C.
	VALVULAS DE PASE DE H.F.
	VALVULAS DE LIMPIEZA DE H.F.
	VALVULAS DE AIRE DE H.F DE 3/4".
	TAPON HEMBRA P.V.C.
	VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN (VRP)
	REDUCTOR
	ÁRBOL





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR GRAVEDAD EN LA COMUNIDAD EL ANZUELO - EL PELÓN DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS, DEPTO. DE MATAGALPA.

CONTENIDO:
LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 2 EST 2+120 A EST 2+440.

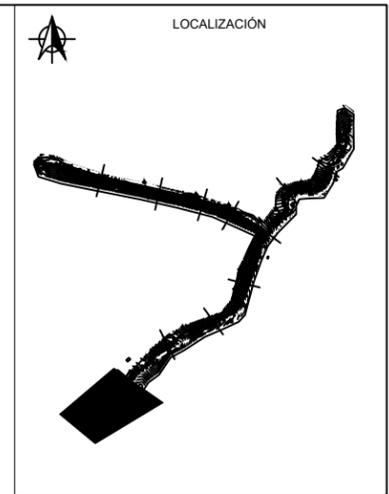
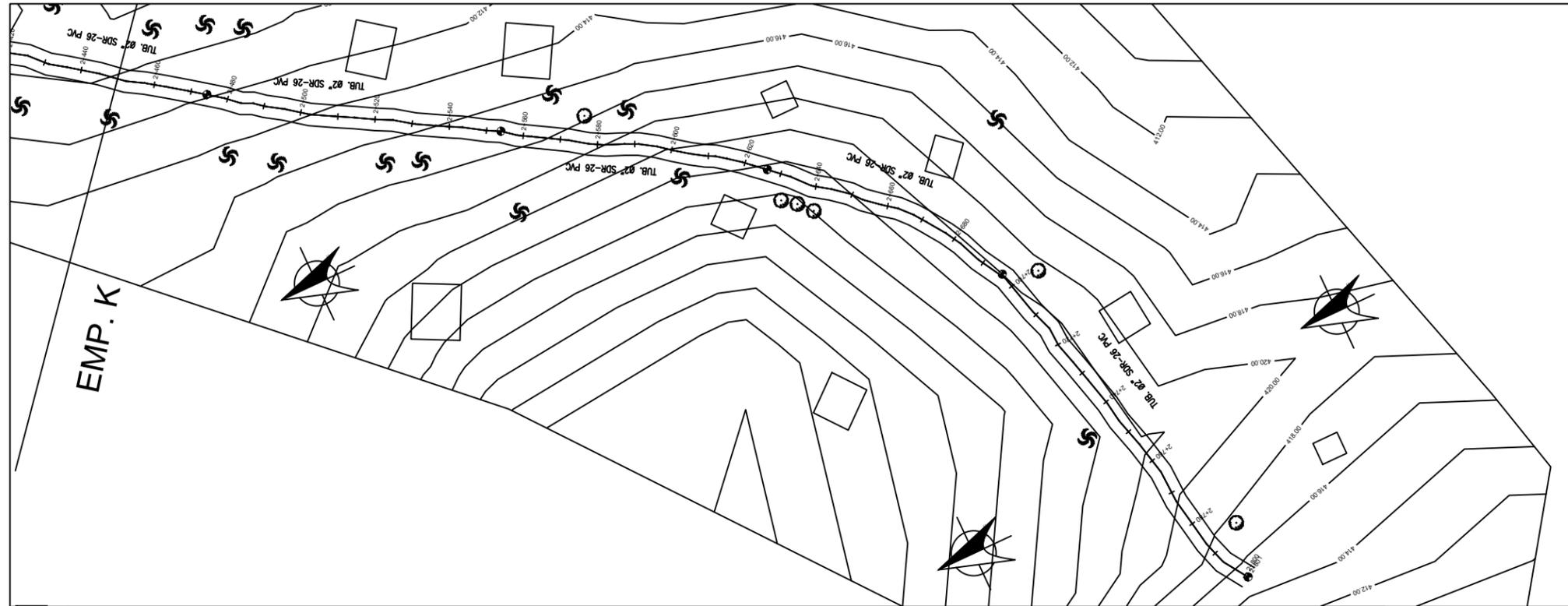
ELABORADO POR:
BR. LUIS JARED RODRÍGUEZ BENAVIDEZ
BR. ADÁN ALBERTO GONZÁLEZ LÓPEZ

REVISADO POR:
ING. JUAN LEONARDO CHOW

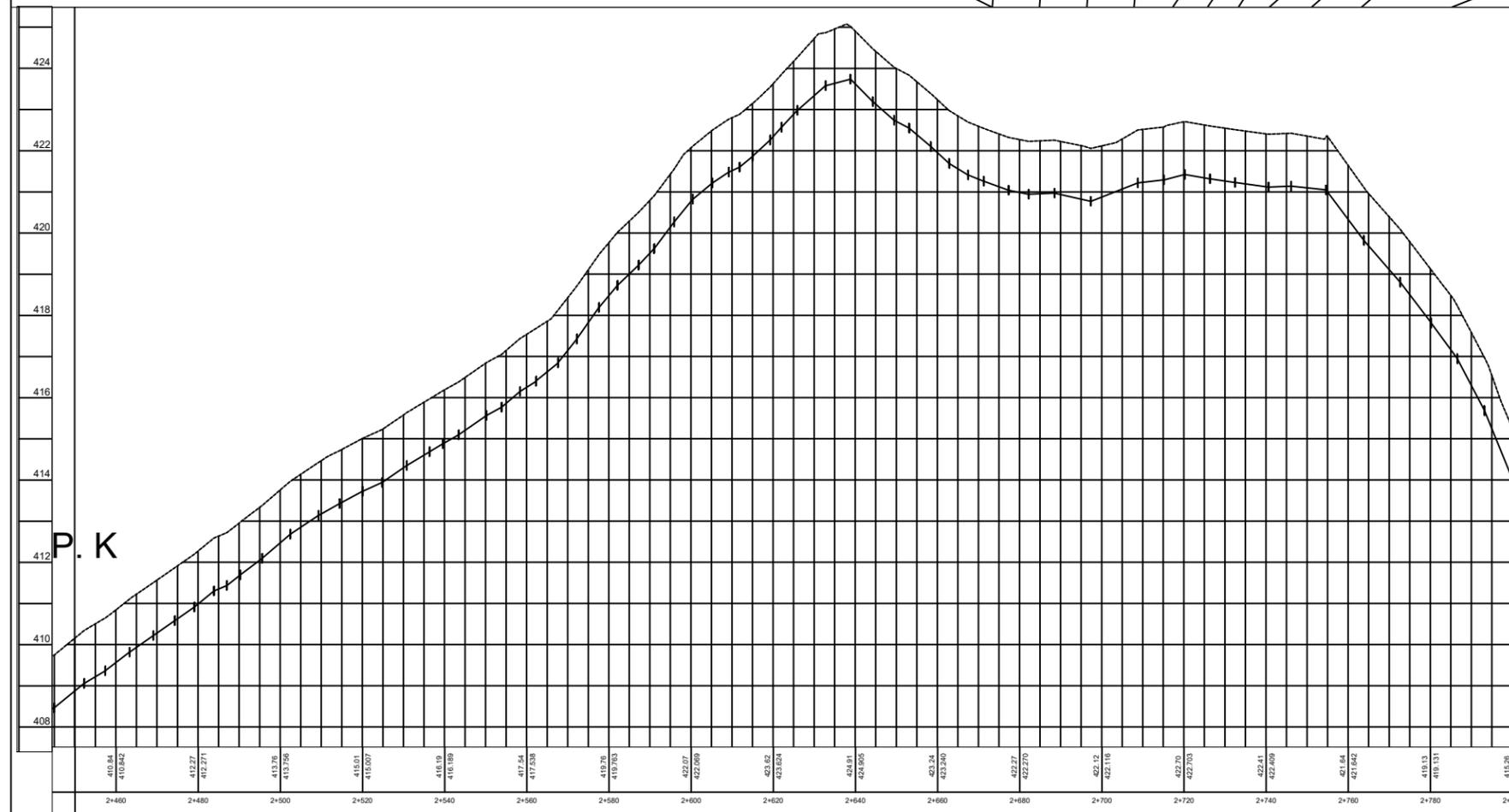
FECHA:
MAYO 2024

ESCALA:
HZ: 1:1500, V: 1:150

PLANOS:
12 DE 17



SIMBOLOGIA.	
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 1.5"(38 mm)
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 2"(50 mm)
	TUBERIA PROP.PVC SDR-26 DE 3"(75 mm)
	CASAS
	CODO 45° P.V.C.
	TEE P.V.C.
	VALVULAS DE PASE DE H.F.
	VALVULAS DE LIMPIEZA DE H.F.
	VALVULAS DE AIRE DE H.F DE 3/4".
	TAPON HEMBRA P.V.C.
	VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN (VRP)
	REDUCTOR
	ÁRBOL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR GRAVEDAD EN LA COMUNIDAD EL ANZUELO - EL PELÓN DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS, DEPTO. DE MATAGALPA.

CONTENIDO: LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 2 EST 2+460 A EST 2+800.

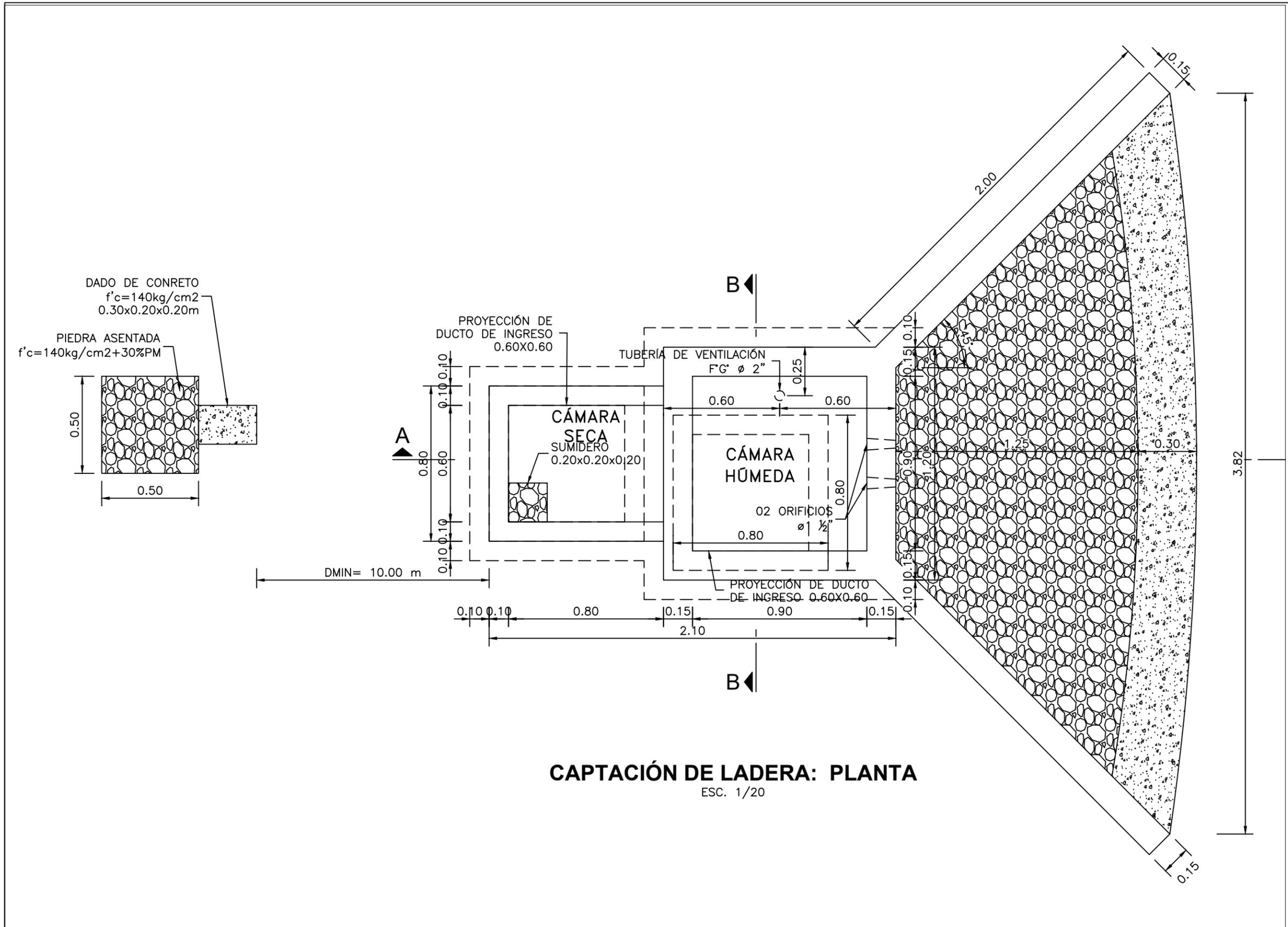
ELABORADO POR:
BR. LUIS JARED RODRÍGUEZ BENAVIDEZ
BR. ADÁN ALBERTO GONZÁLEZ LÓPEZ

REVISADO POR:
ING. JUAN LEONARDO CHOW

FECHA:
MAYO 2024

ESCALA:
HZ: 1:1500, V: 1:150

PLANOS:
13 DE 17



CAPTACIÓN DE LADERA: PLANTA
ESC. 1/20



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR GRAVEDAD EN LA COMUNIDAD EL ANZUELO - EL PELÓN DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS, DEPTO. DE MATAGALPA.

CONTENIDO: PLANTA DE LA ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN.

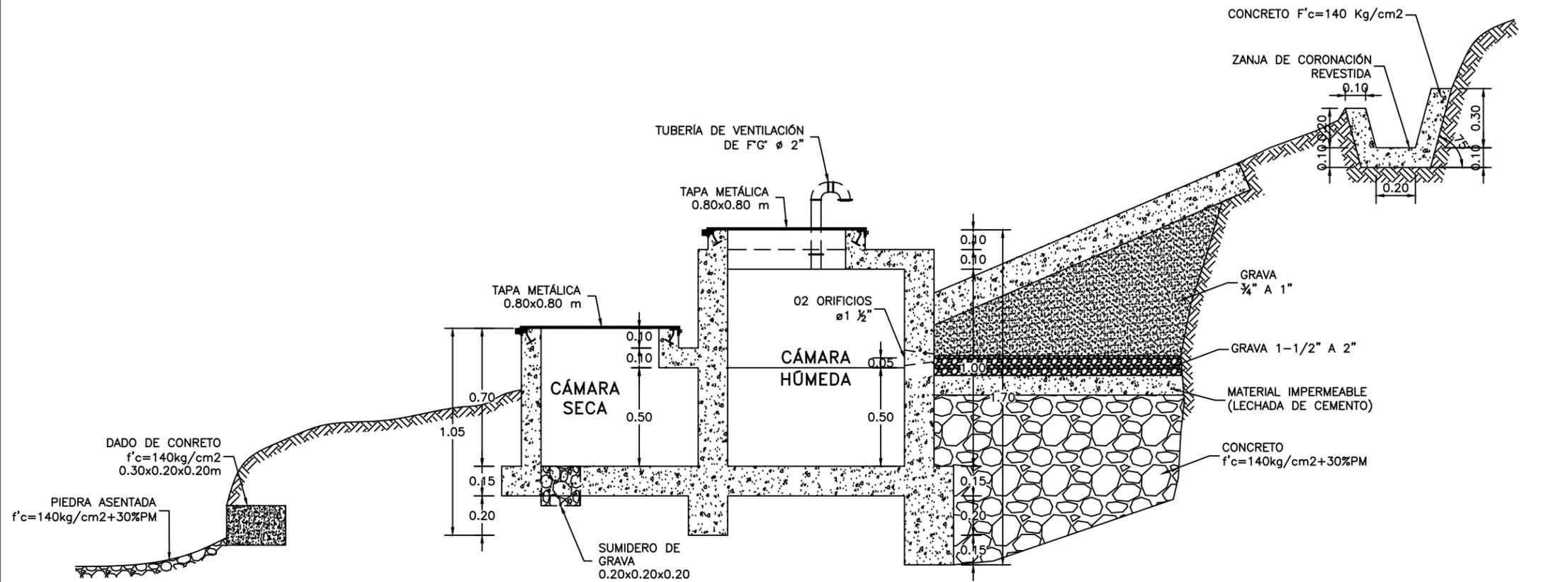
ELABORADO POR:
BR. LUIS JARED RODRÍGUEZ BENAVIDEZ
BR. ADÁN ALBERTO GONZÁLEZ LÓPEZ

REVISADO POR:
ING. JUAN LEONARDO CHOW

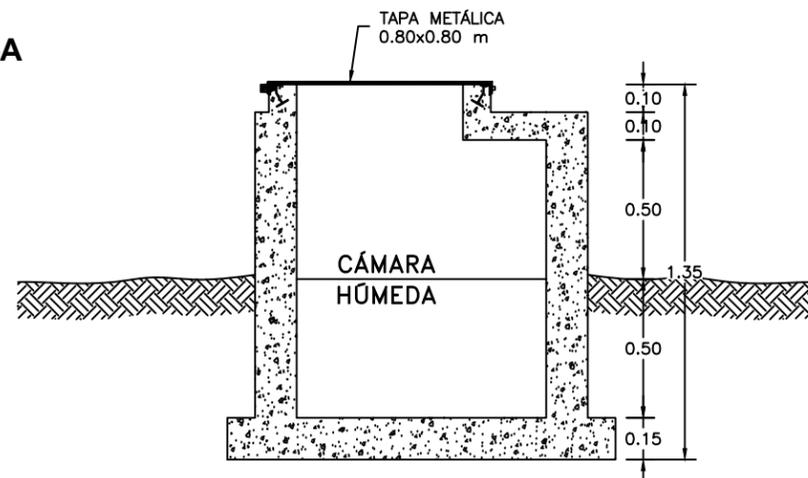
FECHA:
MAYO 2024

ESCALA:
HZ: 1:1500, V: 1:150

PLANOS:
14 DE 17



CAPTACIÓN DE LADERA: CORTE A-A
ESC. 1/20



CAPTACIÓN DE LADERA: CORTE B-B
ESC. 1/20



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE INGENIERÍA

PROYECTO: DISEÑO DE UN
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA POR GRAVEDAD
EN LA COMUNIDAD
EL ANZUELO - EL PELÓN
DEL MUNICIPIO DE
MATIGUÁS, DEPTO. DE
MATAGALPA.

CONTENIDO:
CORTES DE LA ESTRUCTURA DE
CAPTACIÓN.

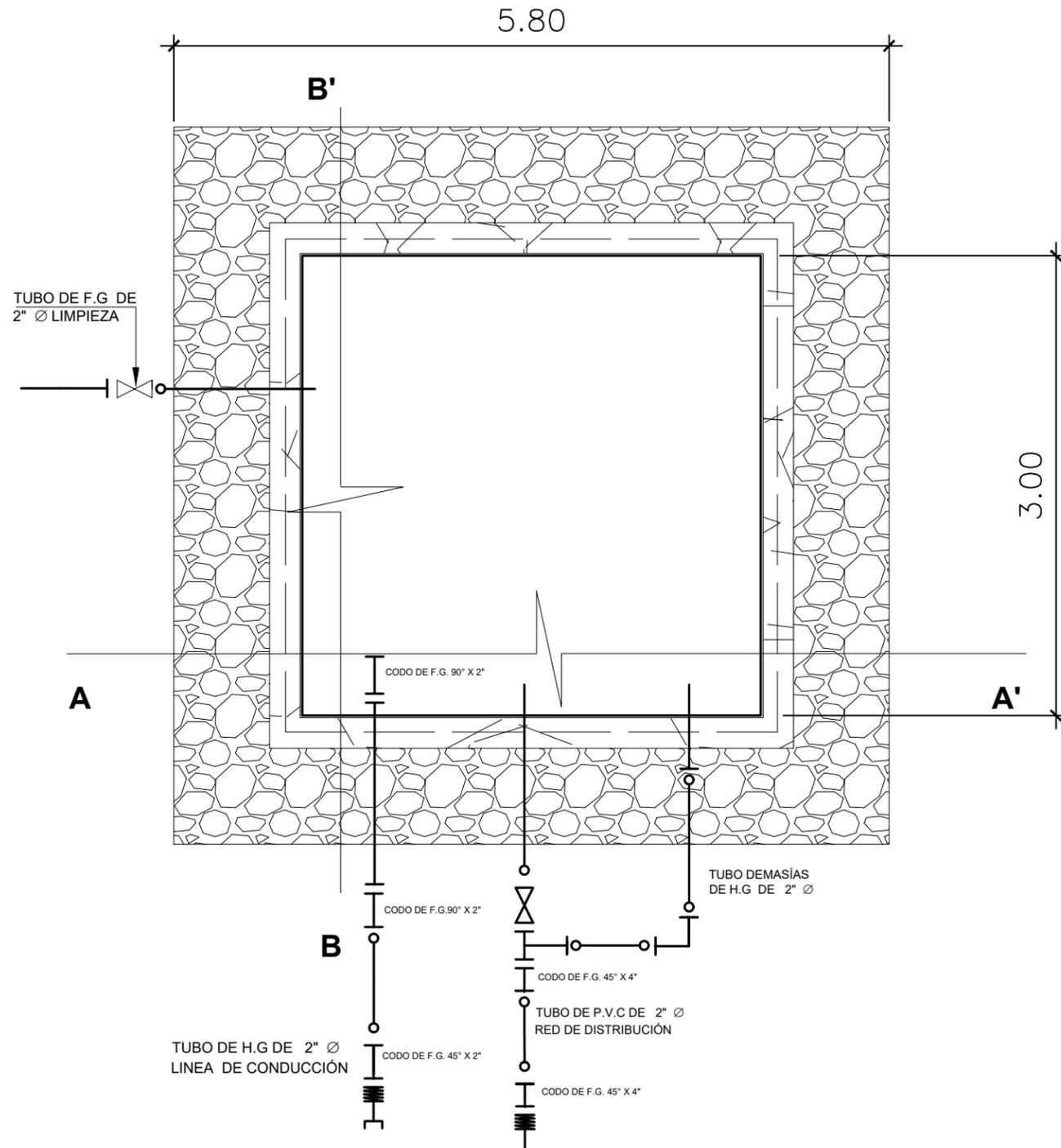
ELABORADO POR:
BR. LUIS JARED RODRÍGUEZ
BENAVIDEZ
BR. ADÁN ALBERTO GONZÁLEZ
LÓPEZ

REVISADO POR:
ING. JUAN LEONARDO CHOW

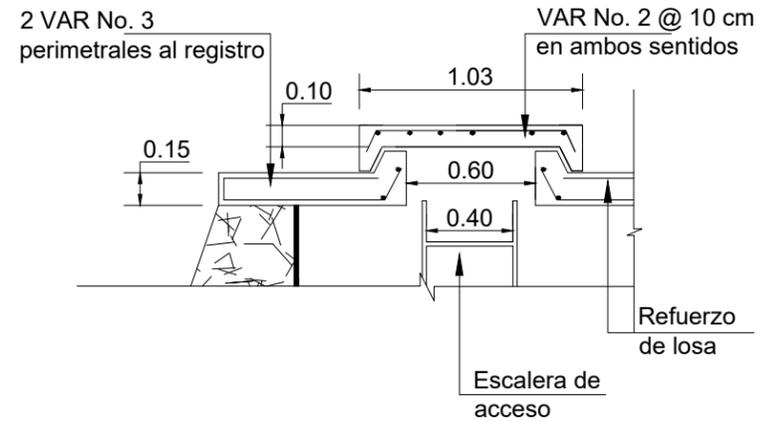
FECHA:
MAYO 2024

ESCALA:
HZ: 1:1500, V: 1:150

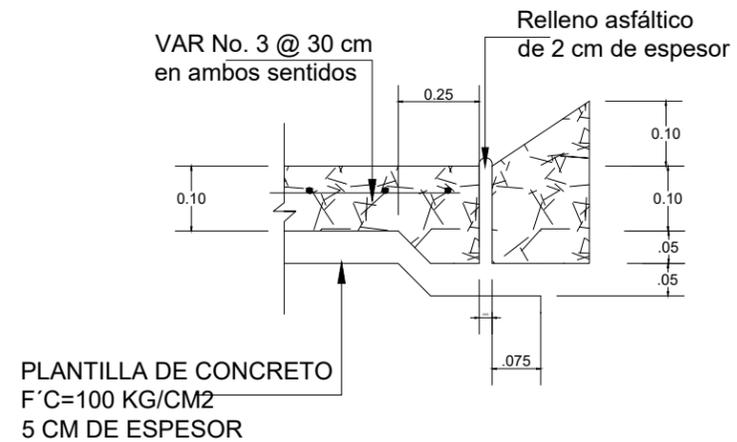
PLANOS:
15 DE 17



CONEXION DE PIEZAS ESPECIALES PLANTA



DETALLE 1



DETALLE 2



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR GRAVEDAD EN LA COMUNIDAD EL ANZUELO - EL PELÓN DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS, DEPTO. DE MATAGALPA.

CONTENIDO: PLANTA ARQUITECTÓNICA Y DETALLES DEL TANQUE.

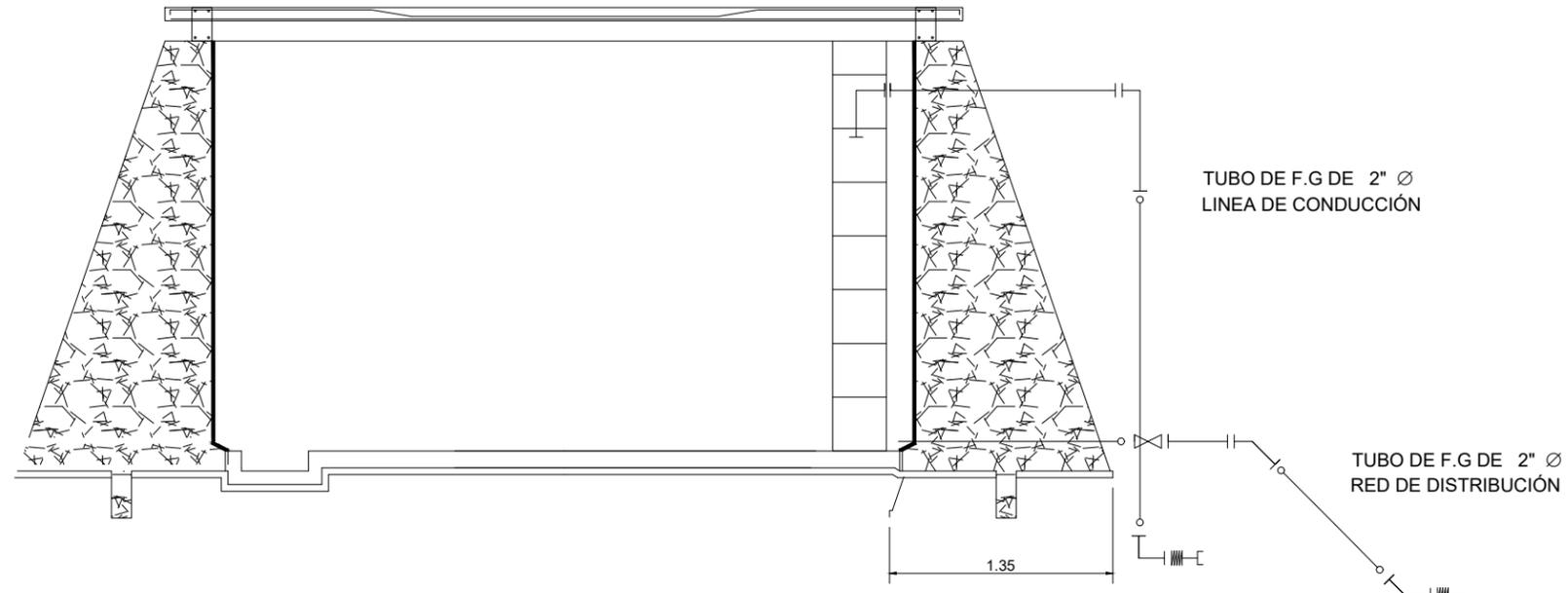
ELABORADO POR:
BR. LUIS JARED RODRÍGUEZ BENAVIDEZ
BR. ADÁN ALBERTO GONZÁLEZ LÓPEZ

REVISADO POR:
ING. JUAN LEONARDO CHOW

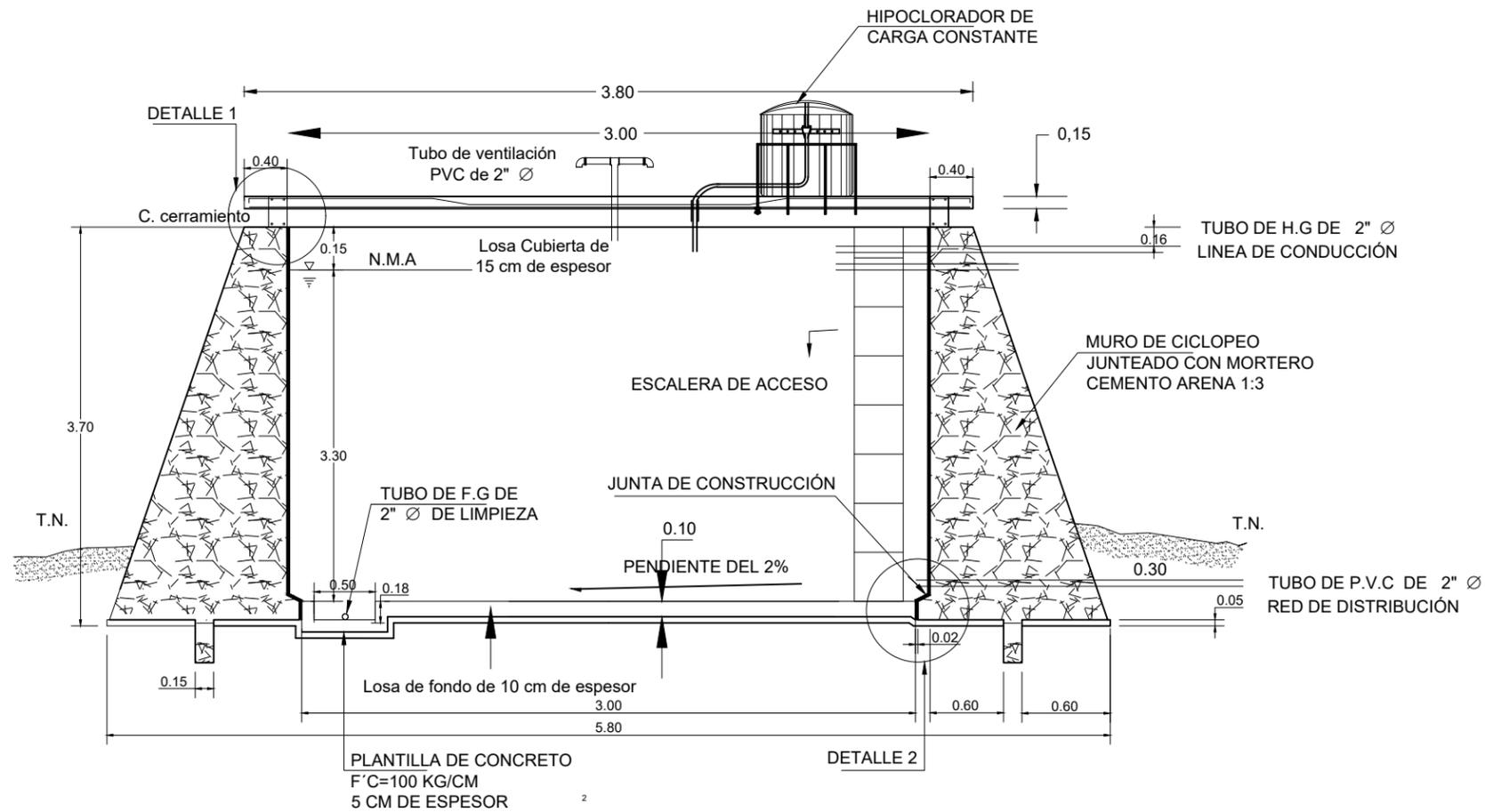
FECHA:
MAYO 2024

ESCALA:
HZ: 1:1500, V: 1:150

PLANOS:
16 DE 17



**CONEXION DE PIEZAS ESPECIALES
CORTE B - B'**



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE INGENIERÍA

PROYECTO: DISEÑO DE UN
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA POR GRAVEDAD
EN LA COMUNIDAD
EL ANZUELO - EL PELÓN
DEL MUNICIPIO DE
MATIGUÁS, DEPTO. DE
MATAGALPA.

CONTENIDO:
SECCIÓN DEL TANQUE CON
ACCESORIOS DE INSTALACIÓN.

ELABORADO POR:
BR. LUIS JARED RODRÍGUEZ
BENAVIDEZ
BR. ADÁN ALBERTO GONZÁLEZ
LÓPEZ

REVISADO POR:
ING. JUAN LEONARDO CHOW

FECHA:
MAYO 2024

ESCALA:
HZ: 1:1500, V: 1:150

PLANOS:
17 DE 17