



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE CUENCA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE  
AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD LA DOLOROSA DE LA PARROQUIA SAN  
JUAN DEL CID, CANTÓN GUALACEO**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
título de Ingeniero Civil

**AUTORES: JAIME ISMAEL SIBRI SIBRI  
BRYAM SANTIAGO COBOS GUAYARA**

**TUTOR: ING. CHRISTIAN PAÚL MERA PARRA MSc.**

Cuenca - Ecuador

2024

## **CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Nosotros, Jaime Ismael Sibri Sibri con documento de identificación N° 0350081352 y Bryam Santiago Cobos Guayara con documento de identificación N° 0106267289; manifestamos que:  
  
Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 15 de julio de 2024

Atentamente



---

Jaime Ismael Sibri Sibri

0350081352



---

Bryam Santiago Cobos Guayara

0106267289

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Jaime Ismael Sibri Sibri con documento de identificación N° 0350081352 y Bryam Santiago Cobos Guayara con documento de identificación N° 0106267289 expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “Diseño de la planta de tratamiento y sistema de distribución de agua potable para la comunidad La Dolorosa de la parroquia San Juan del Cid, cantón Gualaceo”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 15 de julio del 2024

Atentamente,



---

Jaime Ismael Sibri Sibri

0350081352



---

Bryam Santiago Cobos Guayara

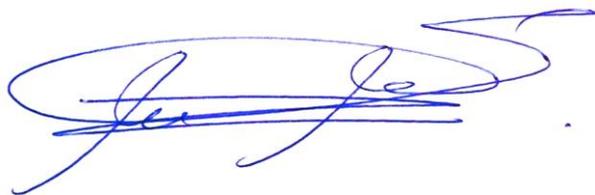
0106267289

**CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Christian Paúl Mera Parra con documento de identificación N° 1804404034, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD LA DOLOROSA DE LA PARROQUIA SAN JUAN DEL CID, CANTÓN GUALACEO, realizado por Jaime Ismael Sibri Sibri con documento de identificación N° 0350081352 y por Bryam Santiago Cobos Guayara con documento de identificación N° 0106267289, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 15 de julio del 2024

Atentamente,



---

Ing. Christian Paúl Mera Parra, Msc.

1804404034

## **Dedicatoria**

A mis queridos padres; Ángel y Felicia, y hermanos; Santiago, Edison y Marcelo, cuyos corazones han sido mi refugio y mi fortaleza a lo largo de este arduo pero gratificante viaje académico. Cada uno de ustedes ha sido un pilar inquebrantable en mi vida, una luz constante que ha iluminado mi camino, incluso en los momentos más oscuros.

Madre y padre, ustedes son mi origen y mi destino. Desde mis primeros pasos, ustedes me enseñaron con paciencia y dedicación, infundiendo en mí los valores de perseverancia y honestidad que han guiado cada decisión en mi carrera. Sus sacrificios han sido la semilla de mis logros, y cada éxito que alcanzo es un tributo a su amor y a su inalterable fe en mí.

Hermanos queridos, compañeros de aventuras y cómplices en los desafíos de la vida. Con ustedes he compartido risas y lágrimas, sueños y realidades. Su apoyo y aliento constante han sido el combustible que ha impulsado mis aspiraciones. En cada obstáculo superado, en cada meta alcanzada, siento su presencia alentadora a mi lado.

A través de las largas noches de estudio y los días de trabajo incansable, su amor ha sido mi motivación más poderosa. Cada ecuación resuelta, cada diseño perfeccionado, lleva impreso el amor y el apoyo que me han brindado.

A toda mi familia que ha sido parte de esta etapa, que me han acompañado en cada paso y por darme todo lo que soy como persona, mis valores, mi empeño, mi perseverancia y coraje para nunca rendirme, este logro los dedico a ustedes por ser base de mi éxito.

**Ismael Sibri**

## **Dedicatoria**

Beatriz Concepción Guayara Marín, mi madre, merece un lugar de honor en esta dedicatoria. Ella es la reina indiscutible de mi vida y la fuerza que me impulsa a superarme día a día.

Con la gracia divina como testigo, dedico este trabajo exclusivamente a mi mamá, pilar inquebrantable que ha sostenido mi camino hasta este momento crucial. Su amor incondicional y apoyo constante han sido la brújula que me ha guiado por el camino del bien y la superación personal.

Compañera fiel a lo largo de mi existencia, con tenacidad y dedicación ha logrado formar, tanto en lo personal como en lo académico, a sus tres hijos. Mi madre es fuente inagotable de admiración, llena de virtudes, un ejemplo a seguir.

Es un privilegio reconocerla como la inspiración principal de este trabajo de titulación, emblema del amor y la confianza que ha depositado en mí para alcanzar esta meta en mi trayectoria académica. Su presencia y afecto durante todo este proceso son tesoros que atesoraré eternamente en mi corazón, pues cada paso dado habría sido imposible sin su invaluable apoyo.

**Santiago Cobos**

## **Agradecimiento**

Agradezco profundamente a mi familia, en especial a mis padres Milton Sibri y Felicia Sibri, quienes con su amor, dedicación y esfuerzo incondicional me han educado y apoyado a lo largo de mi formación profesional. Ellos han sido mi roca, brindándome la fuerza y sabiduría

necesarias para enfrentar los desafíos que he encontrado en este camino.

A mis queridos hermanos, primos y amigos, les agradezco por creer siempre en mí. Sus momentos de alegría compartidos, así como las lágrimas y risas, han sido un constante recordatorio de que no estoy solo en este viaje. Aprecio profundamente su confianza y amistad sincera, que han sido un gran sostén para mí.

Quiero reconocer también a todos los docentes de la carrera, principalmente al Ing. Christian Mera, quienes generosamente compartieron sus experiencias, sabiduría y consejos a lo largo de mi formación académica.

Docentes, gracias a su dedicación y conocimiento, he podido adquirir las herramientas necesarias para culminar mi trabajo de titulación y crecer como profesional.

Estoy eternamente agradecido con cada uno de ustedes por haber sido parte fundamental de esta etapa tan importante en mi vida. Sin su apoyo incondicional, este logro no habría sido posible.

**Ismael Sibri**

## **Agradecimiento**

Con el corazón lleno de gratitud, dedico mi proyecto de titulación:

A mis amados padres, Beatriz y Nicolas, cimientos inquebrantables de mi vida y artífices de este logro. Su amor incondicional, sacrificio constante y apoyo infalible han sido el faro que ha guiado mi camino. Gracias por su fe inquebrantable en mí y por inculcarme el valor del esfuerzo y la perseverancia.

A mis queridas hermanas, Alicia y Valeria, por su afecto sincero y aliento incesante a lo largo de esta travesía académica. Su presencia ha sido indispensable en los momentos difíciles.

A Carol, por su amor incondicional, paciencia infinita y apoyo emocional inquebrantable en cada etapa de este desafiante proceso. Tu comprensión ha sido mi fortaleza.

A mi abuela, que con cariño le digo "Lola", cuya sabiduría y ternura han sido una fuente inagotable de inspiración y consuelo.

Con profundo respeto y gratitud, a mi tutor de tesis, Ing. Christian Mera, por su guía invaluable, dedicación y mentoría en la realización de este trabajo.

A mis compañeros de universidad, cómplices en este viaje de aprendizaje y crecimiento personal, por su amistad sincera y apoyo mutuo en los momentos de adversidad y triunfo.

Y con una mención honorífica, desde lo más profundo de mi ser, a mi padre de corazón y alma, Belizario Cobos "Bito", quien desde el cielo ha sido mi luz guía y guardián eterno. Tu recuerdo imborrable y tus sabias enseñanzas permanecen vivos en cada fibra de mi ser, inspirándome a ser mejor cada día.

A todos ustedes, pilares fundamentales de este logro, les dedico cada página de esta tesis con profundo amor, eterna gratitud y la promesa de honrar sus enseñanzas y sacrificios en cada paso de mi vida futura.

**Santiago Cobos**

## RESUMEN

La tesis propuesta tuvo como objetivo principal realizar el diseño de la planta de tratamiento y sistema de distribución de agua potable para la comunidad la dolorosa de la parroquia San Juan del Cid, Gualaceo, actualmente el sector no cuenta con una planta de tratamiento de agua potable y un sistema de distribución de agua adecuado, lo que ha generado problemas en la salud pública, medio ambiente, y calidad de vida en la comunidad.

Para abordar este problema se realizó una serie de análisis íntegros que permitieron conocer las características topográficas y demográficas, ayudando a generar un modelo de la distribución y densidad del sector así como un modelo digital, de esta manera se determinó que el área de estudio es de 75.21 hectáreas con una población actual de 475 personas, con un promedio de 5 habitantes por vivienda que ayudo con el diseño de la planta de tratamiento de agua potable y su respectiva red de distribución.

Se realizó pruebas de calidad del agua considerando parámetros físicos, químicos y biológicos que ayudaron a la determinación del tipo de tratamiento necesario, que en este proyecto fue: filtro lento, cloración y almacenamiento, de tal forma se garantizó que el suministro de agua cumpla con los estándares de salud y seguridad requeridos.

Se realizó ensayos geotécnicos que proporcionaron información sobre las condiciones del suelo. Ensayos como SPT, granulometría y límites de Atterberg permitieron determinar la capacidad portante de suelo, dando un valor de 2.71 kg/cm<sup>2</sup> lo que nos ayudó a dimensionar las infraestructuras del proyecto, de esta manera se aseguró la estabilidad y durabilidad de las instalaciones planificadas.

Posterior a los análisis mencionados se procedió al diseño tanto de la planta de tratamiento de agua potable como de la red de distribución, ayudándonos de software's como Civil3D, WaterGEMS, Excel, etc.

Se aspira que el diseño de la planta de tratamiento y red de distribución genere una solución integra a la salud y calidad de vida en la comunidad La Dolorosa.

El estudio de esta importante obra generará un adecuado manejo del recurso hídrico, siendo una referencia para posteriores estudios que deseen generar en localidades aledañas con características similares a la comunidad en la cual se realizó el diseño. Ayudando de esta manera al buen desarrollo y bienestar de esta y otras comunidades que deseen contar con agua de calidad y una vida digna.

**Palabras clave:** Planta de tratamiento de agua potable, red de distribución, análisis topográfico, dimensionamiento.

## **ABSTRACT**

The main objective of the proposed thesis was to design a drinking water treatment plant and distribution system for the community of La Dolorosa in the parish of San Juan del Cid, Gualaceo. Currently, the sector does not have a drinking water treatment plant and an adequate water distribution system, which has generated problems in public health, the environment and the quality of life in the community.

To address this problem, a series of comprehensive analyses were carried out to determine the topographic and demographic characteristics, helping to generate a model of the distribution and density of the sector as well as a digital model. In this way, it was determined that the study area is 75.21 hectares with a current population of 475 people, with an average of 5 inhabitants per dwelling, which helped with the design of the drinking water treatment plant and its respective distribution network.

Water quality tests were carried out considering physical, chemical and biological parameters that helped determine the type of treatment required, which in this project was: slow filter, chlorination and storage, thus ensuring that the water supply complies with the required health and safety standards.

Geotechnical testing was carried out to provide information on soil conditions. Tests such as SPT, granulometry and Atterberg limits allowed us to determine the bearing capacity of the soil, giving a value of 2.71 kg/cm<sup>2</sup>, which helped us to dimension the project's infrastructure, thus ensuring the stability and durability of the planned facilities.

After the aforementioned analyses, we proceeded to the design of both the drinking water treatment plant and the distribution network, with the help of programmes such as Civil3D, WaterGEMS, Excel, etc.

It is hoped that the design of the treatment plant and distribution network will generate an integrated solution to the health and quality of life in the community of La Dolorosa.

The study of this important work will generate an adequate management of the water resource, being a reference for subsequent studies that wish to generate in neighbouring localities with similar characteristics to the community in which the design was carried out. Thus helping the good development and welfare of this and other communities that wish to have quality water and a dignified life.

**Key words:** Drinking water treatment plant, distribution network, topographical analysis, sizing.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPITULO 1.....	22
Introducción.....	22
Problemática. ....	23
Antecedentes. ....	24
Delimitación. ....	27
Objetivos.....	28
Objetivo general.....	28
Objetivos específicos.....	28
CAPITULO 2 .....	29
MARCO TEORICO.....	29
1.    Revisión de literatura o fundamentos teórico .....	29
1.1.    Análisis geotécnico.....	29
1.1.1.    Ensayo de penetración estándar (SPT).....	29
1.1.2.    Capacidad portante del suelo.....	29
1.1.3.    Resistencia cortante.....	30
1.1.4.    Granulometría.....	30
1.1.5.    Límites de Atterberg. ....	30
1.2.    Análisis estructural. ....	31
1.2.1.    Cimentaciones.....	31
1.3.    Calidad del agua.....	33
1.3.1.    Agua cruda. ....	33

1.3.2.	Agua para consumo humano. ....	33
1.3.3.	Desinfección.....	33
1.3.4.	Contaminante. ....	33
1.3.5.	Definición Límites.....	33
1.3.6.	Parámetros de control – Agencia de Regulación y Control del Agua. ....	34
1.3.7.	Requisitos de calidad del agua para consumo humano NTE INEN 1108. ...	39
1.4.	Tratamiento del agua.....	40
1.4.1.	Tipos de tratamiento de agua. ....	40
1.4.2.	Plantas de tratamiento de agua potable – PTAP.....	41
1.4.3.	Tecnologías de membranas en el tratamiento de agua. ....	42
1.4.4.	Materiales avanzados en el tratamiento de agua.....	45
1.4.5.	Tecnologías avanzadas para la desinfección.....	45
1.4.6.	Planta de tratamiento convencional. ....	46
1.5.	Bases de diseño. ....	47
1.5.1.	Periodo de diseño.....	47
1.5.2.	Población futura o de diseño .....	47
1.5.3.	Tasas de crecimiento poblacional.....	48
1.5.4.	Clima.....	48
1.5.5.	Nivel de servicio.....	49
1.5.6.	Fugas.....	49
1.5.7.	Dotaciones. ....	50
1.5.8.	Caudales característicos.....	50

1.5.9. Tuberías.....	52
1.5.10. Coeficientes de perdidas.....	52
1.6. Sobrepresión - Golpe de ariete.....	54
1.7. Obras hidráulicas.....	54
1.7.1. Sistema de agua potable.....	54
1.7.2. Tanque de almacenamiento.....	54
1.7.3. Red de distribución.....	55
1.7.4. Conexión domiciliaria.....	56
CAPITULO 3.....	57
MARCO METODOLOGICO.....	57
1. Consulta en campo.....	57
2. Topografía.....	57
3. Procesamiento de datos para la red de distribución.....	59
3.1. Tratamiento de los datos topográficos.....	59
3.2. Creación de MDT (Modelo Digital del Terreno).....	59
4. Parámetros de diseño.....	60
4.1. Periodo de diseño.....	60
4.2. Población futura.....	61
4.3. Tasa de crecimiento poblacional.....	61
4.4. Clima.....	61
4.5. Nivel de servicio.....	62
5. Diseño de la red de distribución.....	62

5.1.	Trazo de la red. ....	62
5.2.	Diámetros y presiones para simulación.....	62
5.3.	Análisis hidráulico .....	62
5.4.	Tanque rompe presiones .....	63
6.	Geotecnia .....	69
6.1.	Ensayo de penetración estándar (SPT).....	69
6.2.	Clasificación de suelo.....	71
6.3.	Capacidad de carga .....	75
7.	Análisis de la calidad Agua. ....	76
7.1.	Toma de muestras.....	76
7.2.	Preservación de muestras. ....	76
7.3.	Ensayos. ....	76
8.	Diseño de planta de tratamiento. ....	76
8.1.	Filtro lento. ....	77
8.2.	Desinfección.....	85
8.3.	Tanque de almacenamiento.....	85
CAPÍTULO 4 .....		98
RESULTADOS .....		98
1.	Consulta en campo.....	98
2.	Topografía.....	98
3.	Estudios geotécnicos.....	101
4.	Análisis de calidad de agua .....	101

5.	Parámetros de diseño (Red de distribución) .....	102
6.	Trazado de la red.....	103
7.	Simulación y optimización de la red.....	105
7.1.	Opciones bases de cálculo.....	105
7.2.	Simulación hidráulica .....	106
7.3.	Tanque reductor de presión.....	107
7.4.	Gradientes hidráulicos.....	108
8.	Planta de tratamiento .....	109
8.1.	Método de tratamiento .....	109
8.1.1.	Criterios de selección de tratamiento .....	110
8.1.2.	Filtro lento. ....	111
8.1.3.	Equipo para cloración.....	112
8.1.4.	Tanque de almacenamiento.....	113
9.	Presupuesto.....	114
	CONCLUSIONES.....	117
	RECOMENDACIONES.....	119
	REFERENCIAS.....	121
	ANEXOS .....	126
1.	Anexo A. Toma de encuestas. ....	126
2.	Anexo B. Levantamiento topográfico. ....	126
3.	Anexo C. Calidad del agua. ....	127
4.	Anexo D. Geotecnia.....	128

5.	Anexo E. Red de distribución. ....	131
6.	Anexo F. Presupuesto – APUS pdf .....	135
7.	Anexo G. Memorias de cálculo (planta de tratamiento).....	135
8.	Anexo H. Planos.....	135

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Parámetros de control obligatorio.....	34
<b>Tabla 2.</b> Parámetros de control básico.....	35
<b>Tabla 3.</b> Parámetros de control complementario. ....	35
<b>Tabla 4.</b> Parámetros I.....	36
<b>Tabla 5.</b> Parámetros II. ....	36
<b>Tabla 6.</b> Parámetros III.....	37
<b>Tabla 7.</b> Concentración de Fluoruros.....	37
<b>Tabla 8.</b> Parámetros IV.....	37
<b>Tabla 9.</b> Parámetros V.....	38
<b>Tabla 10.</b> Requisitos físicos y químicos .....	39
<b>Tabla 11.</b> Requisitos microbiológicos.....	39
<b>Tabla 12.</b> Rango de PH.....	40
<b>Tabla 13.</b> Índice de crecimiento geométrico .....	48
<b>Tabla 14.</b> Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua. ....	49
<b>Tabla 15.</b> Porcentaje de Fuga .....	49
<b>Tabla 16.</b> Dotación media futura por nivel de servicio .....	50
<b>Tabla 17.</b> Coeficiente de Darcy-Weisbach (Ks).....	53
<b>Tabla 18.</b> Vida útil sugerida para los elementos de un sistema de agua potable.....	60
<b>Tabla 19.</b> Alternativas de procesos de tratamiento .....	77
<b>Tabla 20.</b> Tasa de Filtración .....	78
<b>Tabla 21.</b> Altura total del lecho del agua.....	78
<b>Tabla 22.</b> Coeficiente de corte Cs.....	81
<b>Tabla 23.</b> Coeficiente para el cálculo de momentos en paredes (PCA) Mx. ....	83
<b>Tabla 24.</b> Coeficiente para el cálculo de momentos en paredes (PCA) My .....	83
<b>Tabla 25.</b> Presupuesto del proyecto obtenido con el software InterPro.....	115

<b>Tabla 26.</b> Resultado de simulación en tuberías.....	131
<b>Tabla 27.</b> Resultado Simulación Nodos.....	132
<b>Tabla 28.</b> Resultado simulación TRP .....	134
<b>Tabla 29.</b> Resultado simulación Reservorio.....	134

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Figura 1.</b> Mapa de ubicación de la zona de estudio. ....	27
<b>Figura 2.</b> Etapa uno para toma de datos topográficos .....	58
<b>Figura 3.</b> Etapa dos para toma de datos topográficos .....	58
<b>Figura 4.</b> Etapa tres para toma de datos topográficos .....	58
<b>Figura 5.</b> Coeficiente de momentos. ....	82
<b>Figura 6.</b> Diseño de la Cúpula .....	96
<b>Figura 7.</b> Toma de encuestas. ....	98
<b>Figura 8.</b> Distribución de puntos topográficos. (Civil 3D). ....	99
<b>Figura 9.</b> Puntos obtenidos mediante el levantamiento topográfico. (Civil 3D). ....	100
<b>Figura 10.</b> Creación de modelo digital de terreno. (Civil 3D). ....	100
<b>Figura 11.</b> Ensayo SPT .....	101
<b>Figura 12.</b> Resultados del análisis de calidad de agua. ....	102
<b>Figura 13.</b> Traslado de la red de distribución en Civil 3D .....	104
<b>Figura 14.</b> Trazado de la red mediante Water GEMS. ....	104
<b>Figura 15.</b> Polígonos de Thiessen .....	105
<b>Figura 16.</b> Propiedades de opciones de cálculo .....	106
<b>Figura 17.</b> Simulación hidráulica WaterGems. ....	106
<b>Figura 18.</b> Datos hidráulicos posterior a la simulación en WaterGems. ....	107
<b>Figura 19.</b> TRP en la red de distribución luego de la simulación. ....	108
<b>Figura 20.</b> Perfil hidráulico desde la PTAP al nodo-17, exportado de Water Gems. ...	109
<b>Figura 21.</b> Diseño Hidráulico - Filtro Lento. ....	111
<b>Figura 22.</b> Dimensionamiento Hidráulico Tanque de Almacenamiento. ....	113
<b>Figura 23.</b> Detalle Final del Reservorio. ....	114
<b>Figura 24.</b> Toma de encuestas sector La Dolorosa. ....	126
<b>Figura 25.</b> Levantamiento topográfico sector La Dolorosa. ....	126

<b>Figura 26.</b> Toma de muestra de agua.....	127
<b>Figura 27.</b> Ensayo Geotécnico SPT.....	128
<b>Figura 28.</b> Cálculo método de Terzaghi, parte 1. ....	129
<b>Figura 29.</b> Cálculo método de Terzaghi, parte 2. ....	129
<b>Figura 30.</b> Cálculo método de Terzaghi, parte 3. ....	130
<b>Figura 31.</b> Serie de tamices utilizados en laboratorio. ....	130

## CAPITULO 1

### **Introducción.**

El acceso al agua potable es un derecho fundamental y un pilar importante de la salud pública y el desarrollo sostenible de cualquier comunidad. En este contexto, el diseño de una planta de tratamiento de agua potable y su red de distribución es un desafío técnico y una amplia responsabilidad social.

Este proyecto aborda el diseño de la propuesta de planta de tratamiento de agua potable y su red de distribución para satisfacer las necesidades de agua de la comunidad de La Dolorosa. Este proyecto surge como respuesta a la falta de agua potable en la comunidad, lo cual es un problema de salud pública, por lo que el único suministro de agua en la zona es agua de riego, es decir, agua que no es apta para beber o consumo humano.

Este documento explica los criterios de diseño, las tecnologías elegidas, los cálculos realizados y las consideraciones ambientales y económicas que informaron cada decisión del proceso. El objetivo principal es proporcionar una solución eficiente y sostenible adaptada a las características específicas de la fuente de agua y las necesidades de la población beneficiada.

El proyecto abarcará desde los estudios preliminares como determinación de población hasta los detalles técnicos del diseño final, incluyendo:

1. Evaluación de la fuente de agua y estudios de calidad.
2. Diseño de la planta de tratamiento, incluyendo procesos y capacidad.
3. Planificación de la red de distribución, considerando:
  - Topografía y características geográficas del terreno.
  - Modelación hidráulica para optimizar el flujo y la presión.
  - Selección de materiales y dimensionamiento de tuberías.

- Ubicación estratégica de tanques de almacenamiento y tanques rompe presiones.
- Análisis de costos y viabilidad económica del proyecto.

Se presta especial atención a la coordinación entre la planta de tratamiento y la red de distribución, de modo que el proyecto final garantice, además de la producción de agua potable de alta calidad, su efectiva distribución a todos los usuarios del sistema.

Este enfoque integral busca proporcionar una solución completa y coherente que aborde todos los aspectos del suministro de agua potable, desde su tratamiento hasta su entrega al consumidor final.

### **Problemática.**

El sector La Dolorosa enfrenta una crisis significativa en cuanto al acceso y suministro de agua potable segura y confiable. Esta situación plantea serios riesgos para la salud pública y el bienestar general de la comunidad, además de obstaculizar el desarrollo socioeconómico de la zona. Los principales aspectos que componen esta problemática se basan en:

Ausencia de una planta de tratamiento de agua potable: La falta de infraestructura adecuada para el tratamiento del agua resulta en el suministro de agua no apta para el consumo humano, exponiendo a la población a enfermedades transmitidas por el agua.

Red de distribución inexistente: La carencia de un sistema eficiente de distribución impide que el agua llegue a todos los hogares del sector, obligando a muchos residentes a recurrir a fuentes de agua no seguras o a métodos de almacenamiento poco higiénicos.

Impacto en la calidad de vida: La falta de acceso a agua potable afecta negativamente la higiene, la salud y las actividades cotidianas de los habitantes, limitando su desarrollo y oportunidades.

Desafíos técnicos y financieros: La implementación de una solución integral requiere superar obstáculos técnicos en el diseño y construcción de la planta de tratamiento y la red de distribución, así como asegurar la sostenibilidad financiera del proyecto.

Esta problemática justifica la necesidad urgente de diseñar e implementar una planta de tratamiento de agua potable eficiente y una red de distribución adecuada en el sector La Dolorosa, con el fin de garantizar el acceso universal a agua segura y mejorar significativamente la calidad de vida de sus habitantes.

### **Antecedentes.**

En la búsqueda constante de garantizar el acceso a agua potable segura, las plantas tratadoras de agua han desempeñado un papel fundamental a lo largo de la historia (Orozco Lab, 2023).

Disponer de agua potable se ha convertido, en nuestra sociedad, en un hecho cotidiano y que damos por supuesto. Sin embargo, han pasado muchos años desde que sociedades lejanas empezaron a filtrar, hervir o almacenar el agua en vasijas de cobre para mejorar sus características y también para protegerse de posibles enfermedades transmitidas por el necesario líquido (Higiene Ambiental, 2018).

Las grandes civilizaciones clásicas, como la griega o la romana, se caracterizaban por tener grandes infraestructuras como presas, acueductos, sistemas de distribución de agua, baños públicos o alcantarillado (LOCKEN, 2017).

Hace unos 7000 años, en Jericó, se inició la primera evidencia de tratamiento de agua potable. En esta antigua ciudad, se comenzó a aprovechar el agua almacenada en pozos, y se desarrollaron sistemas de transporte y distribución mediante canales y tubos. Los griegos también dejaron su huella al poseer su propia red de distribución de agua (Orozco Lab, 2023).

Entre el año 4.000 y 2.000 a.C. existen registros de métodos de potabilización como; hervir el agua, ponerla al sol, introducir trozos de cobre o plata 7 veces y filtración a través de carbón leña o arena. Para aclarar el agua existen indicios de que los egipcios en el año 1500 a.C. utilizaban la sustancia química Alum. Esta sustancia, también conocida como piedra de alumbre, está compuesta por sulfato de potasio o aluminio que hoy en día se sigue usando para procesos de coagulación en las potabilizadoras modernas (LOCKEN, 2017).

Los primeros métodos de tratamiento del agua trataban principalmente de mejorar sus características; eliminar su turbidez, color, olor o sabor desagradable. Posteriormente, cuando se descubrió una conexión clara entre el agua y ciertas enfermedades, la mayor preocupación fue hacer que el agua estuviera libre de microorganismos nocivos y fuera segura para el consumo humano (Higiene Ambiental, 2018).

Como detalla (Tuset, 2022), a inicios del siglo XIX en el que encontramos el primer sistema de suministro de agua potable para toda una ciudad completa. Fue construido en Paisley, Escocia, alrededor del año 1804 por John Gibb.

En 1806 empieza a funcionar en París la mayor planta de tratamiento de agua conocida hasta el momento. Allí, el agua se sedimentaba durante 12 horas antes de su filtración. Los filtros consistían en arena, carbón y tenían una capacidad de seis horas (Tuset, 2022).

Más adelante, a fines del siglo XIX, se realizan experimentos para la aireación de alcantarillas en el Reino Unido, mientras que los Estados Unidos introducen por primera vez las rejillas de desbaste, implementos que impiden la obstrucción de los conductos por objetos voluminosos (Teamb, 2019).

Según (LOCKEN, 2017), hasta finales del siglo XIX y principios de XX se empezaron a usar tuberías metálicas de manera generalizada en las ciudades y el agua corriente empezó a

llegar a todas las casas. Como ejemplo, a finales del siglo XIX, en Manhattan, las tuberías seguían siendo como en muchas partes del mundo, simples troncos de madera perforados.

El contexto local de cualquier investigación proporciona un marco crucial para comprender la dinámica única de un fenómeno en particular. En el caso de San Juan, una serie de factores históricos, sociales y económicos convergen para influir en el tema de estudio.

Según el artículo "Moderna planta de agua potable para San Juan" publicado en el diario El Mercurio, la Organización Comunitaria de Agua Potable de Defensa Ambiental y Cultural Payguara inauguró una moderna planta de tratamiento y potabilización de agua para el consumo humano. La gestión para cuyo proyecto empezó en marzo de 2012 tras el colapso de la planta convencional de tratamiento de agua potable. La planta consta de equipamiento para cuatro procesos: floculación, sedimentación, filtración y cloración (El Mercurio, 2014).

En antecedentes de la comunidad, moradores detallan que la infraestructura hidráulica de distribución existente en La Dolorosa carece de capacidad para satisfacer la demanda creciente de agua de la población, misma que muestra signos de deterioro y obsolescencia; lo que aumenta el riesgo de fugas, rupturas y pérdida de agua. Se han reportado preocupaciones sobre la calidad del agua suministrada, incluyendo la presencia de contaminantes y la falta de tratamiento adecuado. Además, factores socioeconómicos, como la falta de recursos financieros y técnicos, han limitado la capacidad de la comunidad para abordar adecuadamente estos problemas.

En resumen, es importante comprender el contexto local para la construcción de instalaciones de tratamiento y sistemas de distribución para poder abordar adecuadamente los desafíos y oportunidades que se presentan en este campo. Al analizar la historia, la geografía y las necesidades sociales, creamos una base sólida para nuestra investigación. Estos antecedentes no solo nos brindarán una visión general de la situación actual, sino que también nos ayudara a

anticipar obstáculos potenciales y diseñar soluciones innovadoras que satisfagan las necesidades de la población actual y las futuras.

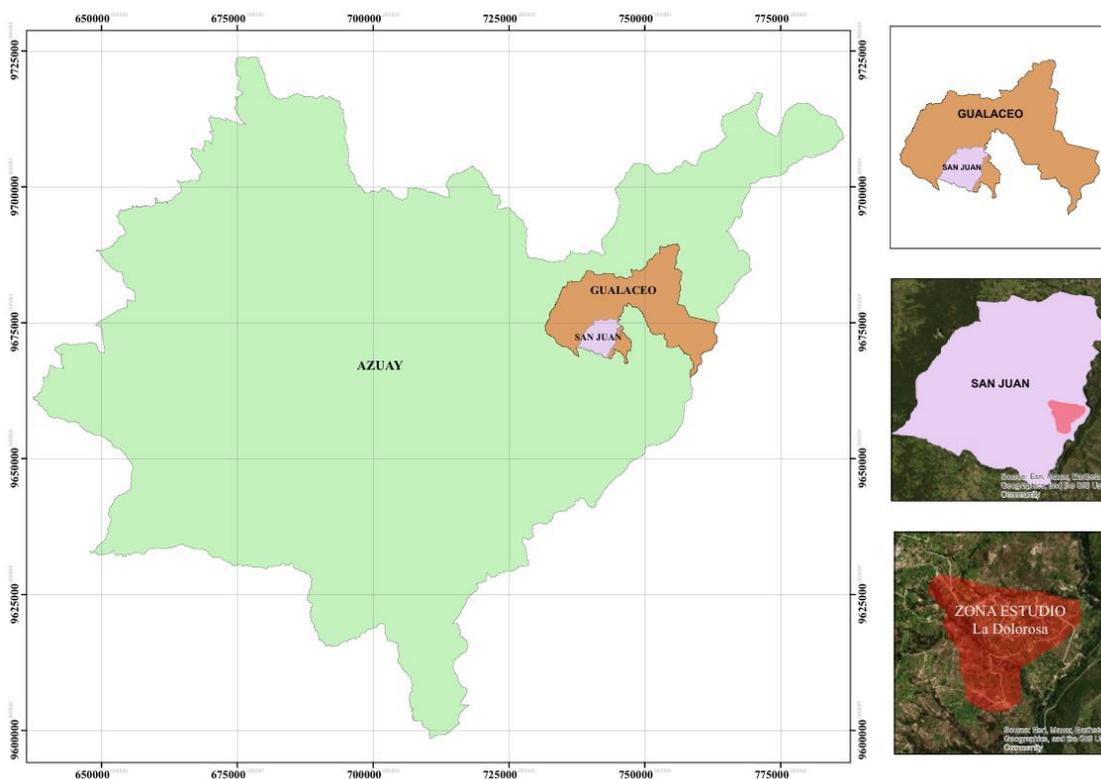
### Delimitación.

Como información general se tiene:

- El área de estudio para la planta de tratamiento y red de distribución de agua potable consta de 75.21 hectáreas donde la comunidad posee un predio específicamente para la construcción de la planta de tratamiento, por tal motivo no se realiza evaluación y selección de sitio. El área de estudio se muestra a continuación.

Ubicación Figura 1:

**Figura 1.** Mapa de ubicación de la zona de estudio.



Fuente. Elaboración Propia

## **Objetivos.**

### **Objetivo general.**

Diseñar la planta de tratamiento y sistema de distribución de agua potable para la comunidad La Dolorosa de la parroquia San Juan del Cid, cantón Gualaceo.

### **Objetivos específicos.**

Evaluar las características físico, químicas y microbiológicas del agua cruda mediante análisis en laboratorio, para establecer los parámetros de diseño de la planta de tratamiento de agua potable.

Diseñar una planta de tratamiento de agua potable que se adapte a sus necesidades específicas y condiciones locales, incorporando consideraciones técnicas y económicas para asegurar un suministro continuo de agua potable de alta calidad.

Desarrollar un sistema de distribución de agua potable que sea eficiente y sostenible, garantizando un suministro continuo y equitativo para todos sus habitantes.

Elaborar un presupuesto detallado y cuantificar las obras necesarias para la implementación del proyecto de tratamiento y distribución de agua potable.

## **CAPITULO 2**

### **MARCO TEORICO**

#### **1. Revisión de literatura o fundamentos teórico**

##### **1.1. Análisis geotécnico.**

Actividades que comprenden el reconocimiento de campo, la investigación del subsuelo, los análisis y recomendaciones de ingeniería necesarios para el diseño y construcción de las obras en contacto con el suelo, de tal forma que se garantice un comportamiento adecuado de las estructuras (superestructura y subestructura) para edificaciones, puentes, torres, silos y demás obras, que preserve la vida humana, así como también evite la afectación o daño a construcciones vecinas (NEC-SE-GC, 2015).

##### **1.1.1. Ensayo de penetración estándar (SPT).**

El ensayo In-situ de penetración al suelo, o ensayo de penetración estándar, es uno de los métodos experimentales en el sitio más utilizado para la medición de los niveles o diferenciación de la capacidad portante de un suelo para construcción o cimentación (Falconez et al., 2021).

El ensayo SPT consiste en la introducción en el fondo de un sondeo geotécnico de una toma muestras normalizado unido a un tren de varillas, mediante el golpe en la cabeza de ellas con una masa de 63,5 kg, cayendo desde una altura de 76 cm. El golpeo se contabiliza en tres o cuatro tramos de 15 cm de avance cada uno, denominándose valor N a la suma de los valores segundo y tercero (Falconez et al., 2021).

##### **1.1.2. Capacidad portante del suelo.**

En la ingeniería geotécnica se denomina capacidad portante a la capacidad del suelo para soportar las cargas aplicadas sobre él. Técnicamente la capacidad portante es la máxima presión media de contacto entre la cimentación y el suelo, tal que no se produzca un fallo por cortante del suelo o un asentamiento diferencial excesivo (Naranjo & Dranichnikov, 2012).

### **1.1.3. Resistencia cortante.**

La resistencia cortante de un suelo es la resistencia interna por unidad de área que la masa de suelo puede ofrecer a la falla y el deslizamiento a lo largo de cualquier plano en su interior (Das, 2015).

### **1.1.4. Granulometría.**

El análisis granulométrico es una técnica ampliamente utilizada para caracterizar la distribución de tamaños de partículas en muestras de suelo, lo cual es esencial para determinar su clasificación, propiedades mecánicas y geotécnicas. Este estudio puede realizarse mediante el método de tamizado o por sedimentación para partículas muy pequeñas (Gutiérrez, 2023).

La distribución granulométrica de los materiales varía de acuerdo con las propiedades físicas, químicas y mecánicas. Para controlar la calidad de los sólidos granulados es de suma importancia conocer la distribución del mineral acorde al tamaño de sus partículas. Para poder determinar la composición granulométrica del material y su clasificación de tamaños se realizan ensayos granulométricos mediante una serie de distintos tamices, los tamices A.S.T.M consideran tamaños que van desde: 2", 2 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 4", 8", 16", 32"; o los tamices INEN: 53 mm, 37.5 mm, 26.5 mm, 26.5 mm, 19 mm, 13.2 mm, 9.5 mm, 4.75 mm, 2.3 mm, 1.18 mm, 0.60 mm, 0.30 mm, 0.075 mm (Cedillo et al., 2022).

### **1.1.5. Límites de Atterberg.**

Los límites de Atterberg [límite plástico inferior o límite plástico (LP) y límite plástico superior o límite líquido (LL)] se definen como un rango en el contenido de humedad en el que el suelo tiene una consistencia plástica. El suelo bajo un contenido de humedad por debajo del LP presenta un comportamiento frágil, mientras que, por encima de un contenido de humedad del LL, el suelo se comporta como un líquido y puede fluir. La diferencia entre el LL y LP se denomina índice de plasticidad (IP). Los límites de Atterberg son necesarios para evaluar los

efectos a largo plazo del uso del suelo y el impacto de la labranza sobre el comportamiento mecánico del suelo (Hernández et al., 2019).

## **1.2. Análisis estructural.**

### **1.2.1. Cimentaciones.**

Elemento de construcción cuya función principal es la transferencia adecuada de las cargas de las edificaciones al subsuelo (NEC-SE-GC, 2015).

Según (NEC-SE-GC, 2015), la cimentación o subestructura debe ubicarse y desplantarse sobre materiales que dispongan de características geomecánicas suficientes para garantizar:

- La resistencia al corte.
- Un idóneo desempeño de la estructura para los asentamientos generados en el subsuelo.
- Que la resistencia se mantenga por debajo de los estados límite de falla (capacidad de carga) y de servicio (asentamientos) en los diseños de cimentaciones.

### **1.2.2. Cargas.**

#### **1.2.2.1. Cargas permanentes (Cargas muertas).**

Las cargas permanentes están constituidas por los pesos de todos los elementos estructurales que actúan en permanencia sobre la estructura. Son elementos tales como: muros, paredes, recubrimientos, instalaciones sanitarias, eléctricas, mecánicas, máquinas y todo artefacto integrado permanentemente a la estructura (NEC-SE-CG, 2015).

#### **1.2.2.2. Cargas vivas.**

La carga viva, también llamada sobrecargas de uso, que se utilizara en el cálculo depende de la ocupación a la que está destinada la edificación y están conformadas por los pesos de personas, muebles, equipos y accesorios móviles o temporales, mercadería en transición, y otras (NEC-SE-CG, 2015).

### **1.2.3. Materiales de construcción.**

Se define como materiales de construcción a todos los elementos o cuerpos que integran las obras de construcción, cualquiera que sea su naturaleza, composición y forma, de tal manera que cumplan con los requisitos mínimos para tal fin.

#### **1.2.3.1. Hormigón.**

Mezcla de cemento portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos (NEC-SE-HM, 2015).

El hormigón es un material compuesto que se puede fabricar en la obra o en planta estacionaria y que tiene múltiples facetas. El propósito al fabricarlo es obtener un material que soporte las exigencias impuestas por el diseñador o calculista. En colaboración con el acero, constituye en la actualidad el más importante material de construcción que, dadas sus numerosas aplicaciones y variantes, requiere de un minucioso control y verificación de las propiedades físicas y mecánicas de todos y cada uno de sus componentes; así como de la mezcla en todas sus fases: diseño, elaboración, transporte, colocación, consolidación, protección y curado, además de un cuidadoso seguimiento en el proceso de fraguado y endurecimiento (NEC-SE-HM, 2015).

#### **1.2.3.2. Acero.**

El acero se define como una composición de hierro y en pequeñas cantidades de carbono, en donde se clasifican en base a su contenido de carbono. A mediados del siglo pasado y en lo que va del presente siglo, el acero con contenido de carbono ha tomado naturaleza en obra civil como en la industria, todo esto gracias a sus propiedades mecánicas y su versatilidad (Velepucha et al., 2023).

### **1.3. Calidad del agua.**

#### **1.3.1. Agua cruda.**

El agua cruda o agua bruta es aquella proveniente de fuentes subterráneas o superficiales, que no ha recibido ningún tratamiento y que no ha sido introducida en la red distribución del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano (ARCA, 2022a).

#### **1.3.2. Agua para consumo humano.**

Agua utilizada para beber, preparar y cocinar alimentos u otros usos domésticos, independiente del origen y suministro, con características físicas, químicas y microbiológicas que garanticen su inocuidad y aceptabilidad para el consumo humano (NTE INEN 1108, 2020).

#### **1.3.3. Desinfección.**

Eliminación de microorganismos patógenos (SENAGUA, 2015).

#### **1.3.4. Contaminante.**

El concepto de contaminante es toda sustancia, compuesto químico o sustancia biológica que altera las condiciones o deteriora la calidad del medioambiente, que puede ser al agua, el aire o la vida en general (Arias et al., 2022).

Cualquier sustancia o elemento de tipo físico, químico, bacteriológico o radiológico presente en el agua en cantidades mayores a las establecidas en la norma (SENAGUA, 2015).

#### **1.3.5. Definición Límites.**

Según (SENAGUA, 2015) tenemos las siguientes definiciones:

##### **1.3.5.1. Límite deseable.**

Concentración de una sustancia o compuesto determinado que no representa peligro alguno para la salud y que se considera el valor más adecuado.

##### **1.3.5.2. Límite tolerable.**

Cantidad o concentración de un compuesto determinado, que sin ser el adecuado no representa peligro alguno para la salud.

### **1.3.5.3. Límite máximo permisible.**

Concentración máxima de un componente presente en el agua que garantiza no representar riesgos en la salud.

### **1.3.6. Parámetros de control – Agencia de Regulación y Control del Agua.**

Características físicas, químicas y microbiológicas que son sometidas a medición para determinar condiciones de calidad e inocuidad en el agua (ARCA, 2022a).

Los parámetros de calidad del agua para consumo humano que deben controlar y monitorear los prestadores del servicio de agua potable se clasifican de acuerdo con la aceptabilidad, riesgo para la salud e inocuidad en los siguientes grupos: Control Obligatorio, Control Básico, Control Complementario y Control Especial (ARCA, 2022b).

#### **1.3.6.1. Parámetros según (ARCA, 2022b).**

##### **- Parámetros de control obligatorio.**

Son aquellos que permiten caracterizar y evaluar la calidad del agua, dando una referencia inicial de su aptitud para consumo humano. Los parámetros Obligatorios se presentan en la siguiente Tabla 1.

**Tabla 1.** *Parámetros de control obligatorio.*

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE PERMITIDO
Color aparente	Pt-Co	15
Cloro libre residual	mg/L	0.3 a 1.5
Coliformes fecales	Número/100 mL	Ausencia (2)
pH (1)	Unidades de pH	6.5 - 8
Turbiedad	NTU	5

(1) Parámetro importante de control operativo.

(2) La ausencia corresponde a < 1,1 NMP/100 mL para el Método de Fermentación de tubos múltiples, o 1 UFC/100 mL para el Método de Filtración por Membrana.

Fuente. (ARCA, 2022b)

##### **- Parámetros de control básico.**

Son los referidos a sustancias consideradas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como prioritarias de control y que constan en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108, ya que representan graves peligros para la salud por la exposición al consumo de agua para consumo humano. Los parámetros Básicos se presentan en la siguiente Tabla 2:

**Tabla 2.** *Parámetros de control básico.*

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE PERMITIDO
Arsénico (1)	mg/L	0.01
Fluoruro	mg/L	1.5
Nitratos	mg/L	50
Nitritos	mg/L	3

(1) El arsénico deberá ser analizado si existe su presencia en la fuente en concentraciones próximas o que superen los valores de referencia o límites máximos permitidos.

Fuente. (ARCA, 2022b)

**- Parámetros de control complementario.**

Son referidos a sustancias que refuerzan la aceptabilidad, la reducción al riesgo para la salud e inocuidad del agua de consumo humano, garantizando que el suministro de agua sea satisfactorio y que no conlleven riesgos significativos en la salud humana. Los parámetros Complementarios son los establecidos en la siguiente Tabla 3:

**Tabla 3.** *Parámetros de control complementario.*

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE PERMITIDO
Cobre	mg/L	2
Cryptosporidium (1)	Número de ooquiste/L	Ausencia
Giardia (1)	Número de quistes/L	Ausencia
Plomo	mg/L	0.01

(1) Si existe sospecha de la presencia de otros microorganismos que puedan causar riesgos a la salud, deberán ser analizados considerando las Guías de la Calidad de Agua para consumo humano de la OMS.

Fuente. (ARCA, 2022b)

**1.3.6.2. Parámetros según SENAGUA – NORMA CO 10.7 – 602 – REVISIÓN.**

Se establece una clasificación de los parámetros relacionados con la calidad del agua potable en diferentes grupos, en función de las prioridades que debe darse a su monitoreo en los programas de vigilancia y control de dicha calidad, los mismos que deberán efectuarse cuando los sistemas entren en servicio (SENAGUA, 2015).

**- Parámetros I.**

Se clasifican como parámetros I, los indicados en la Tabla 4:

**Tabla 4.** *Parámetros I.*

PARAMETRO	UNIDADES	LIMITE DESEABLE	LIMITE MÁXIMO PERMESIBLE
Turbiedad	NTU	5	20
Cloro residual	mg/l	0.5	0.3 - 1.0
Ph	U	7.0 - 8.5	6.5 - 9.5

Fuente. (SENAGUA, 2015)

**- Parámetros II.**

Se clasifican como parámetros II, los indicados en la Tabla 5:

**Tabla 5.** *Parámetros II.*

PARAMETRO	UNIDADES	LIMITE DESEABLE	LIMITE MÁXIMO PERMESIBLE
Coliformes totales	NMP/100 ml	Ausencia	Ausencia
Color	Pt-Co	5	30
Olor		Ausencia	Ausencia
Sabor		Inobjetable	Inobjetable

Fuente. (SENAGUA, 2015)

**- Parámetros III.**

Se clasifican como parámetros III (Químicos), los indicados en la tabla 6:

**Tabla 6. Parámetros III.**

PARAMETRO	UNIDADES	LIMITE DESEABLE	LIMITE MÁXIMO PERMESIBLE
Dureza total	mg/l CaCO <sub>3</sub>	120	300
Sólidos totales disueltos	mg/l	500	1000
Hierro	mg/l	0.2	0.8
Manganeso	mg/l	0.05	0.3
Nitratos, NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	10	40
Sulfatos	mg/l	50	400
Fluoruros	mg/l	Tabla 7	Tabla 7

Fuente. (SENAGUA, 2015)

- Concentración de Fluoruros (mg/l) en la Tabla 7:

**Tabla 7. Concentración de Fluoruros**

PROMEDIO ANUAL DE TEMPERATURA DEL AIRE, °C	LIMITE DESEABLE	LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE
10.0 - 12.0	1.27 - 1.17	1.7
12.1 - 14.6	1.17 - 1.06	1.5
14.7 - 17.6	1.06 - 0.96	1.3
17.7 - 21.4	0.96 - 0.86	1.2
21.5 - 26.2	0.86 - 0.76	0.8
26.3 - 32.6	0.76 - 0.65	0.8

Fuente. (SENAGUA, 2015)

#### - Parámetros IV.

Se clasifican como parámetros IV (Plaguicidas), los indicados en la Tabla 8:

**Tabla 8. Parámetros IV.**

PARAMETRO	LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE (íg/l)
Aldrín	0.03
Dieldrín	0.03
Clordano	0.03

DDT	1
Endrín	0.2
Heptacloroepóxido	0.1
Lindano	3
Metoxicloro	30
Toxafeno	5
Clorofenoxy 2, 4, D	100
2, 4, 5 - TP	10
2, 4, 5 - T	2
Carbaril	100
Diazinón	10
Metil Parathión	7
Parathión	35
- La suma total de plaguicidas en el agua no podrá ser mayor a 0.1 mg/l	

Fuente. (SENAGUA, 2015)

- **Parámetros V.**

Se clasifican como parámetros V (Substancias tóxicas - metales pesados), los indicados en la Tabla 9:

**Tabla 9.** *Parámetros V.*

PARAMETRO	UNIDADES	LIMITE DESEABLE	LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Arsénico	mg/l	0	0.05
Plomo	mg/l	0	0.05
Mercurio	mg/l	0	0
Cromo hexavalente	mg/l	0	0.05
Cadmio	mg/l	0	0.005
Selenio	mg/l	0	0.01
Cianuro	mg/l	0	0
Cloroformo	mg/l	0	0.2

Fuente. (SENAGUA, 2015)

### 1.3.7. Requisitos de calidad del agua para consumo humano NTE INEN

#### 1108.

Esta norma establece los requisitos del agua para consumo humano y aplica al agua proveniente de sistemas de abastecimiento, suministrada a través de sistemas de distribución (NTE INEN 1108, 2020).

El agua para consumo humano debe cumplir los requisitos físicos y químicos, detallados en la Tabla 10:

**Tabla 10.** *Requisitos físicos y químicos*

PARAMETRO	UNIDAD	LIMITE PERMITIDO (b)	METODO DE ENSAYO (c)	
Arsénico	mg/L	0.01	Standard Methods	3114
Cadmio	mg/L	0.003	Standard Methods	3113
Cloro libre residual	mg/L	0.3 a 1.5	Standard Methods	4500 CI
Cobre	mg/L	2	Standard Methods	3111
Color aparente	mg/L	15	Standard Methods	2120
Cromo (cromo total)	Pt-Co	0.05	Standard Methods	3113
Fluoruro	mg/L	1.5	Standard Methods	4500 -F
Mercurio	mg/L	0.006	Standard Methods	3112
Nitrato (como NO <sub>3</sub> )	mg/L	50	Standard Methods	4500 NO <sub>3</sub>
Nitritos (como NO <sub>2</sub> )	mg/L	3	Standard Methods	4500 NO <sub>2</sub>
Plomo	mg/L	0.01	Standard Methods	3113
Turbiedad (a)	NTU	5	Standard Methods	213

a. Se conoce también como Turbidez.

b. Los resultados obtenidos deben expresarse con el mismo número de cifras significativas de los límites permitidos, aplicando las reglas para redondear números indicadas en NTE INEN 52.

c. En el caso de que sean usados métodos de ensayo alternativos a los señalados, estos deben ser normalizados. En el caso de no ser un método normalizado, este debe ser validado.

Fuente: (NTE INEN 1108, 2020)

- El agua para consumo humano debe cumplir los requisitos microbiológicos indicados en la Tabla 11:

**Tabla 11.** *Requisitos microbiológicos.*

PARAMETRO	UNIDAD	LIMITE PERMITIDO	METODO DE ENSAYO (a)	
Coliformes fecales	Número/ 100 mL	Ausencia	Standard Methods	9221 (b)
			Standard Methods	9222 (c)
Cryptosporidium	Número de ooquistes/L	Ausencia	EPA	1623
Giardia	Número de quistes/L	Ausencia	EPA	1623

- 
- a. En el caso de que sean usados métodos de ensayo alternativos a los señalados, estos deben ser normalizados. En el caso de no ser un método normalizado, este debe ser validado.
  - b. La ausencia corresponde a " $< 1,1$  NMP/100 mL".
  - c. La ausencia corresponde a " $< 1$  UFC/100 mL".
- 

Fuente: (NTE INEN 1108, 2020)

- Rango de pH del agua para consumo humano en la Tabla 12:

**Tabla 12.** *Rango de PH.*

Parámetro	Unidad	Rango
pH (a)	unidades del pH	6.5 - 8.0
a. Parámetro de control operativo		

Fuente: (NTE INEN 1108, 2020)

#### **1.4. Tratamiento del agua.**

Proceso que se lleva a cabo sobre cualquier agua para transformarla en agua potable y de esta manera hacerla absolutamente apta para el consumo humano (INEC et al., 2022).

El tratamiento de aguas se conoce como la forma más antigua que el ser humano ha conseguido para eliminar los residuos y mejorar la calidad en cuanto a olor, color, sabor y apariencia (Salamanca, 2016).

Se llama tratamiento al proceso del sistema de agua potable donde se llevan a cabo las diferentes acciones y procesos para mejorar las características fisicoquímicas y bacteriológicas del agua volviéndola potable, es decir apta para el consumo humano (MSP & EPMAPS, 2019).

##### **1.4.1. Tipos de tratamiento de agua.**

###### **1.4.1.1. Tratamiento Químico.**

Son aquellos métodos que dependen de las propiedades químicas del contaminante o reactivo incorporado al agua (Rodríguez, 2020).

###### **1.4.1.2. Tratamiento Físico.**

La característica principal de este proceso es la reducción de los organismos presentes en el agua, disminuyendo significativamente la alteración fisiológica del recurso hídrico. Por otra

parte, este método no implica la generación de nuevas sustancias, sino que se basa en la agrupación y eliminación de los contaminantes existentes mediante la evaporación del agua o la filtración de los sólidos de mayor tamaño (Crespo & Figueroa, 2023).

#### **1.4.2. Plantas de tratamiento de agua potable – PTAP.**

Las plantas de tratamiento de agua potable pueden considerarse como una de las industrias más importantes para la subsistencia de la vida en nuestro planeta, ya que reciben materia prima como el agua cruda con características físico químicas variables y entregan agua potable apta para el consumo humano que cumpla todos los estándares técnicos de calidad (Arias et al., 2022).

La capacidad de la planta de potabilización será de 1.10 veces el caudal máximo diario correspondiente al final del período de diseño. En cualquier tipo de agua se considerará la desinfección como tratamiento mínimo (SENAGUA, 2015).

##### ***1.4.2.1. Procesos o etapas de tratamiento en la planta de agua.***

Las operaciones unitarias que se realicen para potabilizar el agua dependerán de la calidad física, química y microbiológica de la misma, pudiendo ser únicamente sedimentación, filtración y desinfección o un tratamiento completo (coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección) (MSP & EPMAPS, 2019).

##### **- Coagulación.**

Operación mediante la cual se adiciona sustancias químicas al agua llamadas coagulantes, con la finalidad de desestabilizar eléctricamente las partículas presentes en ella y dura fracciones de segundo, los coagulantes más utilizados son el sulfato de aluminio y el policloruro de aluminio (PAC) (MSP & EPMAPS, 2019).

##### **- Floculación.**

Una vez que las partículas presentes en el agua han sido desestabilizadas eléctricamente por efecto de las sustancias coagulantes, empiezan a aglutinarse entre ellas para estabilizar sus

cargas, dando lugar a la formación de una partícula con mayor peso y volumen llamada floc, esta partícula aglomera sustancias causantes del color y turbiedad del agua, a más de microorganismos.

- **Sedimentación.**

Es la operación mediante la cual las partículas formadas (floc) por efecto de la gravedad, precipitan o sedimentan, dejando al agua sobrenadante libre de impurezas. Los tanques de sedimentación generalmente son rectangulares y están distribuidos a lo largo del sistema de tratamiento acorde al diseño de la planta (MSP & EPMAPS, 2019).

- **Filtración.**

Una vez que el agua ha sido liberada de la mayor parte de impurezas a través de la sedimentación, esta es filtrada en una estructura que puede estar conformada por capas de grava, arena, antracita. Según el diseño del sistema de filtración las impurezas que pueden haber pasado del proceso de sedimentación, son retenidas en esta unidad de tratamiento (MSP & EPMAPS, 2019).

- **Desinfección.**

Operación mediante la cual se eliminan o desactivan microorganismos patógenos presentes en el agua, se puede realizar por medios físicos o químicos. El producto más utilizado a nivel mundial en la desinfección de agua es el cloro, las formas de presentación de este producto son: estado sólido (hipoclorito de calcio), líquido (soluciones de hipoclorito de sodio y calcio) y cloro gas (MSP & EPMAPS, 2019).

### **1.4.3. Tecnologías de membranas en el tratamiento de agua.**

La capacidad de diferentes tipos de membranas de separar, concentrar y purificar determinadas sustancias en medios fluidos es un fenómeno conocido desde los siglos XVIII y XIX. Sin embargo, la aplicación de las membranas como agentes de separación a escala industrial se empezó a incrementar a partir de 1960, con el desarrollo de las membranas

sintéticas. En el siguiente avance significativo se obtuvo en los métodos de empaquetado de las membranas (desarrollo de módulos de fibras huecas, enrollamientos en espiral o configuración de placas y marcos, entre otros), consiguiéndose en 1980 la microfiltración (MF), ultrafiltración (UF), ósmosis inversa (OI) y electrodiálisis (ED) estuvieran establecidas como procesos a escala industrial (Teva, 2018).

Los procesos de separación mediante membranas son técnicas no destructivas y los contaminantes quedan confinados en la corriente concentrada o rechazo que abandona la operación de filtración. Esta corriente concentrada es evacuada en ciertas ocasiones a los cauces públicos, lo que supone un riesgo para la salud, pues contiene una concentración elevada de contaminantes. Por lo tanto, la corriente concentrada debe ser sometida a diversos tratamientos, tales como coagulación, absorción sobre carbón activado u oxidación química para reducir la presencia de contaminantes antes de proceder a su vertido (Teva, 2018).

#### **1.4.3.1. Microfiltración (MF).**

En este proceso, la fuerza impulsora es una diferencia de presión de hidrostáticas de hasta 2 bar, a través de membranas micro porosas con radio de poro entre 0.1  $\mu\text{m}$  y 10  $\mu\text{m}$ . Se fabrican con materiales orgánicos (polímeros tales como el teflón (PTFE), fluoruro de polivinilideno (PVDF), polipropileno (PP), etc.) O inorgánicos (cerámicas, metales, vidrios, etc.). Se utilizan principalmente para clarificar agua y separar las partículas de suspensión (Teva, 2018).

#### **1.4.3.2. Ultrafiltración (UF).**

De nuevo la fuerza electromotriz es una diferencia de presiones hidrostáticas de 2 hasta 6 bar. El mecanismo de transporte es el mismo que el de MF, variando únicamente el tamaño de poro de las membranas que ahora se encuentra entre 2 nm 0.1  $\mu\text{m}$ . se utilizan para eliminar partículas (clarificar) y desinfectar el agua. Estas membranas son porosas y eliminan bacterias, virus, solidos en suspensión y partículas de hierro y manganeso, pero en general, no son eficaces

en la eliminación de compuestos orgánicos naturales o sintéticos. La UF es similar a la coagulación y la filtración con arena, en cuanto que se usa como pretratamiento para las aguas potables (Teva, 2018).

#### **1.4.3.3. Nanofiltración (NF).**

Son membranas con un tamaño de poro inferior a 2 nm y las presiones que se les aplica se encuentran entre 5-20 bar. Resulta adecuada para eliminar dureza, metales pesados, materia orgánica natural, partículas y un gran número de compuestos orgánicos e inorgánicos. Presenta una elevada retención de iones divalentes y multivalentes, donde su retención es prácticamente total. Sin embargo, no es una tecnología adecuada para detener iones monovalentes, ofreciendo retenciones NaCl moderadas o bajas, siendo mejores para este propósito las membranas de ósmosis inversa. De este modo, el proceso NF es útil para el tratamiento de aguas subterráneas y superficiales con una elevada concentración de sólidos disueltos, pero con un bajo contenido de NaCl (Teva, 2018).

En definitiva, la NF se utiliza principalmente en el tratamiento de aguas de consumo en pequeñas comunidades, en eliminación de la dureza del agua y como pretratamiento para la obtención de agua ultrapura (UP) (Teva, 2018).

#### **1.4.3.4. Ósmosis inversa.**

En este proceso, la clave se encuentra en la gran diferencia de presiones que se utilizan con valores de hasta 80 bar, en el sentido contrario al que está actuando la presión osmótica. Las membranas de OI deben ser altamente selectivas, con gran afinidad y permeabilidad para el agua y gran tolerancia hacia los agentes oxidantes como el cloro, para permitir que las membranas puedan ser desinfectadas y limpiadas. La OI es utilizada principalmente en la desalación de aguas marinas, salobres y contaminadas. La OI también se utiliza para poder purificar las aguas potables; en dicho caso se trabaja a baja presión (7 bar) y se consigue un 80-90% de rendimiento. Las unidades de OI eliminan contaminantes de diámetro >0.1 nm; esto

incluye bacterias, virus y todos los compuestos orgánicos y de desinfección. Por todo lo anterior, la OI resulta también una técnica altamente eficaz para tratamientos de deshidratación, concentración/separación de sustancias de bajo peso molecular en solución, o tratamiento de desechos (Teva, 2018).

#### **1.4.4. Materiales avanzados en el tratamiento de agua.**

La incorporación de materiales nanoparticulados que presentan una actividad bactericida y fungicida ayuda a evitar la formación de la biopelícula provocada por microorganismos patógenos presentes en el agua, y de esta manera reduce el costo en el proceso de ósmosis inversa y nanofiltración (Noriega et al., 2012).

Según Noriega et al., (2012), tenemos las siguientes definiciones:

- Nanotecnología:

Es el estudio, diseño, creación, síntesis, manipulación y aplicación de materiales, aparatos y sistemas funcionales a través del control de la materia a nanoescala, y la explotación de fenómenos y propiedades de la materia a nanoescala.

- Nanopartícula: es una partícula con una dimensión menor a 100 nm
- Nanocompuestos: son materiales compuestos por dos o más componentes, en los cuales, al que se encuentra en mayor porcentaje, se le llama matriz y al de menor porcentaje, carga. La carga debe tener tamaño nanométrico.

#### **1.4.5. Tecnologías avanzadas para la desinfección.**

##### **1.4.5.1. Oxidación química.**

El proceso de oxidación química es un proceso en el que se utiliza un agente oxidante para eliminar contaminantes del agua. Los agentes oxidantes son sustancias químicas que tienen la capacidad de aceptar electrones de otras sustancias, lo que resulta en su oxidación. En el tratamiento de agua, los agentes oxidantes se utilizan para oxidar y descomponer contaminantes orgánicos e inorgánicos en el agua (Gonzalez, 2023).

Se destaca el uso de procesos fotoquímico-solares para la desinfección de agua y aguas residuales, como la fotocatalisis y el proceso foto-Fenton, que han demostrado ser altamente eficaces en la eliminación de patógenos microbianos y contaminantes emergentes en el agua. Además, se ha demostrado que estos procesos son más eficaces cuando se utilizan en combinación con otros tratamientos, como la cloración (Gonzalez, 2023).

#### **1.4.5.2. Luz ultravioleta (UV).**

La luz UV desinfecta el agua potable sin la necesidad de almacenar o manejar reactivos químicos peligrosos y, por su corto tiempo de contacto (del orden de segundos o minutos), reduce el tamaño de los tanques de tratamiento y con ello el costo. Actualmente, las lámparas de vapor de mercurio de presión media que generan radiación UV se utilizan ampliamente en potencias que van desde 20 W hasta 20 KW, y la longitud de onda que utilizan es 260 nm aproximadamente (Rossel et al., 2020).

#### **1.4.5.3. Ozonificación.**

El uso de ozono en el proceso de potabilización de aguas tiene dos objetivos principales: oxidación y desinfección. En comparación con otros agentes, este gas tiene un alto poder oxidante. El ozono y los radicales hidroxilos ( $\text{OH}^\circ$ ) son los dos componentes involucrados en el proceso de ozonización. El ozono presente en el agua puede reaccionar directamente con sustancias orgánicas e inorgánicas disueltas (por vía molecular) a pH bajo y en una reacción muy selectiva. También puede reaccionar indirectamente debido a su descomposición en radicales  $\text{OH}^\circ$ , que reaccionan inmediatamente con los solutos presentes a pH elevado (Bataller et al., 2010).

#### **1.4.6. Planta de tratamiento convencional.**

Las plantas convencionales de tratamiento de agua potable tienen la capacidad de eliminar diversos elementos no deseados, como turbiedad, sedimentos, microorganismos, dureza, olor y color según el estado del agua cruda. Sin embargo, las variaciones ambientales

pueden afectar considerablemente la calidad del agua de las fuentes de abastecimiento, lo que exige que los procesos de potabilización se adapten a dichas variaciones y mantengan los estándares de calidad para producir agua segura. Estas plantas deben incluir todas las etapas necesarias para obtener agua potable, como la coagulación, mezcla rápida, floculación, sedimentación, clarificación, filtrado y desinfección. Para diseñar estas plantas de tratamiento de agua potable convencionales, es necesario realizar un análisis del agua y seguir un sistema molecular que incorpore las etapas del tratamiento antes mencionadas (Crespo & Figueroa, 2023).

### **1.5. Bases de diseño.**

Conjunto de principios y directrices que orientan el proceso de diseño, construcción y mantenimiento de infraestructuras, asegurando su funcionalidad, seguridad y cumplimiento de normativas específicas.

#### **1.5.1. Periodo de diseño.**

Lapso durante el cual la obra cumple su función satisfactoriamente sin necesidad de ampliaciones (SENAGUA, 2015).

Las obras civiles de los sistemas de agua potable o disposición de residuos líquidos se diseñarán para un período de 20 años. Por otro lado, los equipos se diseñarán para el período de vida útil especificado por los fabricantes. Además, se podrá adoptar un período de diseño diferente en casos justificados, sin embargo, en ningún caso la población futura será mayor que 1.25 veces la población presente (SENAGUA, 2015).

#### **1.5.2. Población futura o de diseño.**

Número de habitantes que se espera tener al final del período de diseño. La población de diseño se calculará a base de la población presente determinada mediante un recuento poblacional. En función de las características de cada comunidad, se determinará la población flotante y la influencia de esta en el sistema a diseñarse.

Según (SENAGUA, 2015), para el cálculo de la población futura se empleará el método geométrico, cuya ecuación es:

$$Pf = Pa * (1 + r)^n$$

En donde:

Pf: Población futura (habitantes)

Pa: Población actual (habitantes)

r: Tasa de crecimiento geométrico de la población expresada como fracción decimal

n: Período de diseño (años)

### 1.5.3. Tasas de crecimiento poblacional.

Para el cálculo de la tasa de crecimiento poblacional, se tomará como base los datos estadísticos proporcionados por los censos nacionales y recuentos sanitarios (SENAGUA, 2015).

A falta de datos, se adoptarán los índices de crecimiento geométrico indicados en la Tabla 13 que se detalla a continuación:

**Tabla 13.** *Índice de crecimiento geométrico*

REGION GEOGRAFICA	r (%)
Sierra	1
Costa, Oriente y Galápagos	1.5

Fuente. (SENAGUA, 2015)

### 1.5.4. Clima.

Es el conjunto de características que definen el estado más frecuente de la atmósfera y la distribución de los fenómenos meteorológicos, a través del año, en un lugar de la superficie de la Tierra (Línés, 2010).

### 1.5.5. Nivel de servicio.

Grado de facilidad y comodidad con el que los usuarios acceden al servicio que les brindan los sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas o residuos líquidos (SENAGUA, 2015)

En la Tabla 14, se presentan los diferentes niveles de servicio aplicables.

**Tabla 14.** Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua.

*Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuos líquidos*

NIVEL	SISTEMA	DESCRIPCION
o	AP - EE	Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo con la disponibilidad técnica, usos previstos del agua preferencia y capacidad económica del usuario
Ia	AP - EE	Grifos públicos. Letrina sin arrastre de agua.
Ib	AP - EE	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño. Letrina sin arrastre de agua.
IIa	AP - EE	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa. Letrinas con o sin arrastre de agua
IIb	AP - ERL	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa. Sistema de alcantarillado sanitario
Simbología utilizada.		

AP: Agua Potable

EE: Eliminación de excretas

ERL: Eliminación de residuos líquidos

Fuente. (SENAGUA, 2015)

### 1.5.6. Fugas.

Cantidad no registrada de agua, perdida por escape del sistema.

Según (SENAGUA, 2015), para el cálculo de los diferentes caudales de diseño, se tomará en cuenta por concepto de fugas los porcentajes indicados en la Tabla 15:

**Tabla 15.** Porcentaje de Fuga

*Porcentajes de fugas a considerarse en el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable*

NIVEL DE SERVICIO	PORCENTAJE DE FUGA
Ia y Ib	10%
IIa y IIb	20%

Fuente. (SENAGUA, 2015)

### **1.5.7. Dotaciones.**

Como se detalla en (SENAGUA, 2015), definiciones de:

#### **1.5.7.1. Dotación media actual.**

Cantidad de agua potable, consumida diariamente, en promedio, por cada habitante, al inicio del período de diseño.

#### **1.5.7.2. Dotación media futura.**

Cantidad de agua potable, consumida diariamente, en promedio, por cada habitante, al final del período de diseño.

En la Tabla 16 se especifican las dotaciones por nivel de servicio.

**Tabla 16.** *Dotación media futura por nivel de servicio*

*Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio.*

NIVEL DE SERVICIO	CLIMA FRIO (l/Hab*día)	CLIMA CALIDO (l/Hab*día)
Ia	25	30
Ib	50	65
IIa	60	85
IIb	75	100

Fuente. (SENAGUA, 2015)

### **1.5.8. Caudales característicos.**

Las siguientes definiciones se describen en (SENAGUA, 2015):

#### **1.5.8.1. Caudal medio.**

Caudal de agua, incluyendo perdidas por fugas, consumido en promedio, por la comunidad.

El caudal medio será calculado mediante la ecuación –

$$Qm = f * \frac{P * D}{86400}$$

En donde:

Qm = Caudal medio (l/s)

f = Factor de fugas

P = Población al final del período de diseño

D = Dotación futura (l/Hab x día)

### **1.5.8.2. Caudal máximo diario.**

Caudal medio consumido por la comunidad en el día de máximo consumo.

El caudal máximo diario, se calculará con la ecuación.

$$QMD = KMD * Qm$$

En donde:

QMD= Caudal máximo diario (l/s)

KMD= Factor de mayoración máximo diario

El factor de mayoración máximo diario (KMD) tiene un valor de 1.25, para todos los niveles de servicio.

### **1.5.8.3. Caudal máximo horario.**

Caudal de agua consumido por la comunidad durante la hora de máximo consumo en un día.

El caudal máximo horario se calculará con la ecuación –

$$QMH = KMH * Qm$$

En donde:

QMH= Caudal máximo horario (l/s)

KMH= Factor de mayoración máximo horario

El factor de mayoración máximo horario (KMH) tiene un valor de 3 para todos los niveles de servicio.

### **1.5.9. Tuberías.**

Una tubería se compone de dos o más tubos ensamblados mediante un sistema de unión que permite la conducción de un fluido. En la selección del material de la tubería intervienen características como: resistencia mecánica, durabilidad, resistencia a la corrosión, capacidad de conducción, economía, facilidad de conexión y reparación, y, especialmente, la conservación de la calidad del agua (CONAGUA, s. f.).

#### **1.5.9.1. Materiales de tuberías.**

##### **○ Plástico.**

- **Tubo de PVC:** Tubo fabricado a partir de compuestos de cloruro de vinilo, con interior liso, utilizado para transportar agua para consumo humano; agua residual doméstica o industrial; aguas lluvias o combinadas; para ventilación, riego, canalizaciones eléctricas y telefónicas (RTE INEN 030, 2013).
- **Tubo de PVCA:** Tubo fabricado a partir de compuestos de cloruro de vinilo, con aditivos no plastificantes que modifican su comportamiento y resistencia para permitir mejorar sus propiedades mecánicas, con interior liso, utilizado para transportar agua para consumo humano (RTE INEN 030, 2013).
- **Tubo de PVCO:** Tubo fabricado a partir de compuestos de cloruro de vinilo, cuyas moléculas están bi-orientadas, con interior liso, utilizado para transportar agua para consumo humano; agua residual doméstica o industrial; aguas lluvias o combinadas; para ventilación, riego, canalizaciones eléctricas y telefónicas (RTE INEN 030, 2013).

### **1.5.10. Coeficientes de pérdidas.**

#### **1.5.10.1. Pérdidas de carga.**

Según detalla Monís (2020), la pérdida de carga en una tubería o canal es la pérdida de presión que ocurre en un fluido debido a la fricción de las partículas del fluido entre sí y contra las paredes de la tubería que conduce. Las pérdidas pueden ser continuas, a lo largo de conductos regulares y localizados, debido a circunstancias particulares, como un estrechamiento, un cambio de dirección, la presencia de válvulas, codos, etc.

#### **1.5.10.2. Pérdida por fricción.**

La pérdida por fricción en una tubería es cuando el flujo o la presión disminuyen debido a la interacción del fluido con las paredes de la tubería. Es posible estimar estas pérdidas utilizando una variedad de ecuaciones, tanto teóricas como prácticas.

##### **- Coeficiente de Darcy-Weisbach.**

Para el cálculo hidráulico y la determinación de las pérdidas por fricción en tuberías a presión se utiliza comúnmente la ecuación de Darcy-Weisbach. Los coeficientes de rugosidad absoluta  $K_s$  recomendado para tuberías matrices y menores de distribución, según el tipo de material se indican a continuación en la Tabla 17:

**Tabla 17.** *Coeficiente de Darcy-Weisbach ( $K_s$ )*

#### *Valores del $K_s$ para diferentes materiales*

Clase de tubería y revestimiento interno	Coeficiente $K_s$ (mm)
PVC	0.12
Polietileno	0.12
GRP	0.12
Acero	0.12
CCP	0.24
Hierro Dúctil	0.24

Fuente. (Monís, 2020)

#### **1.5.10.3. Pérdida por accesorios.**

En la mayor parte de los sistemas de flujo, la pérdida de energía primaria se debe a la fricción del conducto. Los demás tipos de energía generalmente son pequeños en comparación,

y por consiguiente se hace referencia a ellas como pérdidas menores. Las pérdidas menores ocurren cuando hay un cambio en la sección cruzada de la trayectoria de flujo o en la dirección de flujo, o cuando la trayectoria de flujo se encuentra obstruida como sucede con una válvula (Ponce, 2006).

### **1.6. Sobrepresión - Golpe de ariete.**

El golpe de ariete consiste en una alternación de depresiones y sobrepresiones debido al movimiento oscilatorio del agua en el interior de la tubería, producto de variaciones en las velocidades de flujo. El fenómeno se manifiesta como una variación en la presión de la línea de flujo, producida básicamente, tanto en conducciones por gravedad como en sistemas de bombeo presurizado, al forzarse un paro brusco en la inercia del fluido en movimiento dentro de la tubería. El cálculo de las sobrepresiones es importante para determinar las máximas presiones que deberá soportar el tubo; también se debe tomar en cuenta que si las depresiones igualan los valores de tensión del vapor del líquido, se producirá cavitación, incrementando el riesgo de rupturas de la tubería en la fase de sobrepresión (Gregory et al., 2021).

### **1.7. Obras hidráulicas.**

Las estructuras hidráulicas son obras de ingeniería que controlan, almacenan, desvían o transportan agua para diversos fines.

#### **1.7.1. Sistema de agua potable**

Conjunto de obras necesarias para: captar, conducir, potabilizar, almacenar y distribuir agua apta para el consumo humano (SENAGUA, 2015).

#### **1.7.2. Tanque de almacenamiento.**

Depósito cerrado destinado a mantener una cantidad de agua suficiente para cubrir las variaciones horarias de consumo (SENAGUA, 2015).

La capacidad del almacenamiento será el 50% del volumen medio diario futuro. En ningún caso, el volumen de almacenamiento será inferior a 10 m<sup>3</sup> (SENAGUA, 2015).

### **1.7.3. Red de distribución.**

Conjunto de tuberías y accesorios que permiten llevar el agua hasta los consumidores. Por otro lado, cualquiera que sea el nivel de servicio, la red de distribución será diseñada para el caudal máximo horario. Además, la red podrá estar conformada por ramales abiertos, mallas o una combinación de los dos sistemas (SENAGUA, 2015).

En la NORMA CO 10.7 – 602 de (SENAGUA, 2015) se detallan; rangos de presiones en los nodos de descarga y diámetro mínimo nominal de tuberías, mismos que se describen a continuación:

- La presión estática máxima será de 4 kg/cm<sup>2</sup>.
- La presión dinámica máxima será de 3 kg/cm<sup>2</sup>.
- La presión dinámica mínima será de 0.7 kg/cm<sup>2</sup>
- El diámetro nominal mínimo de los conductos de la red será de 19mm (3/4").

La red debe disponer de válvulas que permitan independizar sectores para su operación o mantenimiento, sin necesidad de suspender el servicio en toda la localidad. En ramales aislados y sobre todo en tramos que involucren bombeo, la tubería deberá diseñarse considerando la sobre presión producida por el golpe de ariete (SENAGUA, 2015).

#### **1.7.3.1. Tanque reductor de presión.**

La función de un tanque rompe presión es permitir descargar el caudal de agua a la atmósfera, reduciendo consecuentemente la presión hidrostática a un valor de cero y estableciendo así una nueva línea estática. Asimismo, la colocación estratégica de estos tanques puede minimizar la cantidad de tubería.

Según Vanegas (2016), el tanque rompe presión es usado para reducir la presión cuando la tubería escogida sobrepasa la presión de trabajo. Además, detalla que, según las

recomendaciones de EX – IEOS, los tanques reductores de presión se deben ubicar cada 70m de desnivel en la conducción y 40m en la distribución.

No hay unas dimensiones mínimas que deba tener el tanque rompe presión. La idea es que permita que el agua se drene a la misma velocidad a la que se llena.

#### **1.7.4. Conexión domiciliaria.**

Se realizará una sola conexión por cada vivienda. Cada conexión constará de los elementos necesarios que aseguren un acoplamiento perfecto a la tubería matriz, a la vez que sea económicamente adecuada al medio rural (SENAGUA, 2015).

## **CAPITULO 3**

### **MARCO METODOLOGICO**

#### **1. Consulta en campo.**

Se realizó una visita en campo con el propósito de generar una encuesta a los propietarios de los predios en la zona de estudio con el objetivo de obtener información el cual nos proporcionaría datos económicos, sociales, poblacionales y sobre todo la adquisición del recurso hídrico y su calidad para el consumo humano.

Previo a la visita y con el apoyo de la junta de agua potable del sector la dolorosa se realiza una socialización donde se manifiesta cual es el propósito del estudio, donde se da a conocer que el proyecto a tratar es el diseño hidráulico y estructural de una planta de tratamiento de agua potable y su respectiva red de distribución para dotar de agua apta para consumo humano al sector, la intervención se realizó el día 08 – Abril del 2024. En el cual se evidencio la falta de una planta de tratamiento de agua potable y una inexistencia de la red de distribución de esta.

Posterior a esta visita de campo se realizó el levantamiento topográfico de la zona para poder realizar un análisis de la geología.

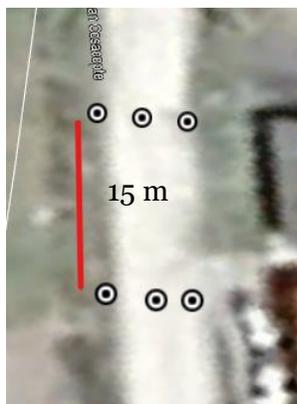
#### **2. Topografía.**

El levantamiento topográfico realizado la 3ra y 4ta semana del mes de abril se ejecutó con los instrumentos otorgados por la universidad, (GPS diferencial, walkie talkie). Para poder intervenir con el levantamiento topográfico, previamente se realizó una visita en campo para determinar un sector estratégico donde se pueda instalar el equipo.

El levantamiento se dividió en etapas las cuales ayudaron a que se realice de una forma ordenada la obtención de datos.

Etapa 1.- Toma de datos de la carretera principal (se tomó datos cada 5m – 10m – 15m - 20m, los cuales se realizaban 3 puntos principales a lo ancho de la carretera.)

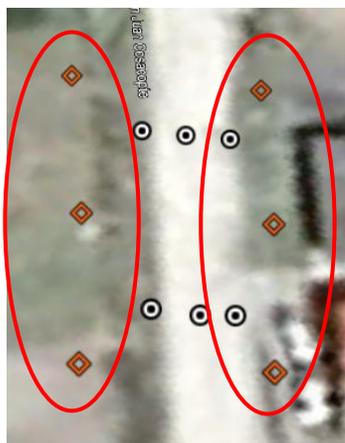
**Figura 2.** *Etapa uno para toma de datos topográficos*



Fuente. Google Earth Pro

Etapa 2.- Toma de datos en los contornos de la carretera.

**Figura 3.** *Etapa dos para toma de datos topográficos*



Fuente. Google Earth Pro

Etapa 3.- Toma de datos de zonas criticas

**Figura 4.** *Etapa tres para toma de datos topográficos*



Fuente. Google Earth Pro

### **3. Procesamiento de datos para la red de distribución.**

Posterior a la toma de datos topográficos se realizó el procesamiento, estos estudios proporcionan información precisa sobre la ubicación y altitud de puntos en la superficie terrestre.

#### **3.1. Tratamiento de los datos topográficos.**

- Descarga y almacenamiento de datos.

Se transfieren los datos desde el dispositivo de recolección al software de procesamiento y se organizan en el sistema de información geográfica.

- Validación y limpieza de datos.

Se eliminan los datos con repeticiones y los errores, se comprueba la precisión de los datos recolectados

#### **3.2. Creación de MDT (Modelo Digital del Terreno)**

Generación de MDT.

Se usa los datos topográficos para generar el MDT con ayuda de herramientas de interpolación para crear una representación continua del terreno, cuyas herramientas nos brinda el software CIVIL 3D

Curvas de nivel y pendientes.

Se genera las curvas de nivel para identificar áreas con distintos grados de pendiente.

#### 4. Parámetros de diseño.

##### 4.1. Periodo de diseño.

La Junta Administradora de Agua Potable "La Dolorosa" y el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) parroquial de San Juan del Cid han requerido un periodo de diseño de 30 años. Esta solicitud se fundamenta en discusiones previas mantenidas con el Ministerio del Ambiente, específicamente con su Secretaría del Agua, donde se ha contemplado la concesión de 1 litro por segundo (l/s) proveniente de la conducción del proyecto Cerro Negro. En consecuencia, la proyección de la población debe ajustarse a este caudal establecido.

Al considerar este horizonte temporal, se garantiza la durabilidad y funcionalidad de las infraestructuras a lo largo del tiempo, por otro lado, los equipos se diseñarán para el período de vida útil especificado por los fabricantes.

**Tabla 18.** *Vida útil sugerida para los elementos de un sistema de agua potable.*

<b>Vida útil sugerida para los elementos de un sistema de agua potable</b>	
Componente	Vida Útil (años)
Diques grandes y Tunes	50 a 100
Obras de captación	25 a 50
Pozos	10 a 25
Conducciones de Hierro dúctil	40 a 50
Conducciones de asbesto cemento o PVC	20 a 30
Tanque de almacenamiento	30 a 40
Planta de tratamiento	30 a 40
Tuberías principales y secundarias de la red	

De Hierro Dúctil	40 a 50
De asbesto cemento o PVC	20 a 25
otros materiales	varía de acuerdo el fabricante

Fuente. (SENAGUA, 2015)

#### 4.2. Población futura.

Luego de haber realizado las encuestas con ayuda de la junta de agua potable del sector La Dolorosa, se ha determinado la población real en el área de interés. Utilizando estos datos como base, se realiza una proyección poblacional considerando el método geométrico cuya ecuación es:

$$Pf = Pa * (1 + r)^n$$

Donde:

Pf: Población futura (habitantes)

Pa: Población actual (habitantes)

r: Tasa de crecimiento geométrico de la población expresada como fracción decimal

n: Período de diseño (años)

#### 4.3. Tasa de crecimiento poblacional.

En este parámetro se considera como base los datos estadísticos proporcionados por los censos nacionales, en caso de no existir información se adopta el índice de crecimiento geométrico indicados en la siguiente tabla. (tabla 13)

#### 4.4. Clima

Para determinar el tipo de clima en el lugar donde se ejecutará una obra, es fundamental considerar la temperatura promedio. Esta temperatura media se obtiene a partir de los registros históricos de temperaturas diarias durante un período significativo.

#### **4.5. Nivel de servicio**

Para poder considerar el nivel de servicio de la comunidad, se debe tomar en cuenta las encuestas realizadas previamente con el fin de distinguir con qué tipo de características cuenta las viviendas de la zona. (Tabla 14)

### **5. Diseño de la red de distribución.**

#### **5.1. Trazo de la red.**

Posterior a la creación de la MDT se realiza el trazo de la red de distribución en planta aplicando accesorios comerciales con ángulos de  $11.25^\circ - 22.5^\circ - 45^\circ - 90^\circ$  cuyo trazado se delimito por las vías principales y caminos vecinales garantizando el suministro de agua para la mayor área posible.

#### **5.2. Diámetros y presiones para simulación**

Para realizar el análisis hidráulico se utiliza los diámetros internos que van desde 22.8 mm a 47.4 mm y presiones nominales de las tuberías que van desde 0.63 MPa a 1.25 MPa con el fin de dimensionar correctamente la red en base a la demanda de la comunidad.

#### **5.3. Análisis hidráulico**

Se realiza el trazado con el fin de generar una simulación utilizando el software WaterGEMS para analizar el comportamiento del flujo en la red, donde cuya simulación se realiza con tuberías comerciales de PVC y PVCO, de esta forma se optimizará los diámetros, para poder garantizar presiones y velocidades del flujo según la normativa.

Para ello, el software WaterGEMS debe contar con especificaciones técnicas que permitan realizar un análisis hidráulico eficiente. Es necesario que el software incluya valores de rugosidad, dimensiones de tuberías, altitudes, caudales y otros parámetros esenciales para el diseño hidráulico de una red de distribución de agua potable

#### 5.4. Tanque rompe presiones

Se instalarán tanques rompe presiones en puntos clave de la red de conducción de agua para proteger la integridad estructural del sistema, controlar sobrepresiones hidráulicas y reducir riesgos de rupturas, fugas y/o golpes de ariete.

El dimensionamiento de estos tanques se basará en el caudal de diseño de la tubería de llegada. Su ubicación y diseño se determinarán mediante un análisis hidráulico detallado, considerando la topografía, características de la tubería y requerimientos de presión; para poder optimizar la eficiencia y seguridad del sistema, prolongar la vida útil de la infraestructura y mejorar la confiabilidad del servicio de agua potable.

Para el dimensionamiento de los tanques rompe presiones se realizó:

##### 5.4.1. Diseño hidráulico

Se debe seguir la siguiente estructura de cálculo.

#### - Cálculo de la Altura de la Cámara Rompe Presión (Ht) – CRP

- Parámetros de entrada

Caudal diseño	Qd
Material de la Tubería	P <sub>N</sub>
Diámetro exterior de la Tubería de Salida a la Red de Distribución	D
Diámetro interior de la Tubería de Salida a la Red de Distribución	D

- Determinamos.

- Área de la Tubería de salida:

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

- Cálculo de Velocidad

$$V = \frac{Q}{A}$$

- Altura de carga requerida para que el caudal de salida pueda fluir

$$H = 1.56 * \frac{V^2}{2 * g}$$

- **Dimensionamiento de la Sección de la base de la Cámara Rompe Presión (a)**  
 – **CRP**

Para el dimensionamiento de la base de la Cámara Rompe Presión se toman en cuenta las siguientes consideraciones:

- El Tiempo de descarga por el orificio. el orificio viene a ser el diámetro calculado de la Red de Distribución que descarga
- El Volumen de almacenamiento máximo de la Cámara Rompe Presión es calculado multiplicando el valor del área de la base.

Cálculo del tiempo de descarga de la altura de agua H

Coefficiente de distribución o de descarga: orificio circular	Cd	adimensional
Lado de la sección Interna de la base (asumido)	a	m
Lado de la sección Interna de la base (asumido)	b	m

Altura de agua almacenado hasta el nivel de la tubería de rebose:

$$HT = A + H$$

Área sección Interna de la base:

$$Ab = a + b$$

Tiempo de descarga a la Red de Distribución:

$$t = \frac{(2 * Ab) * (H^{0.5})}{Cd * Ao * (2g)^{0.5}}$$

donde el Volumen de almacenamiento máximo dado para HT.

$$Vmáx = Ab * HT$$

### - Dimensionamiento de la Canastilla

Se recomienda que el diámetro de la canastilla sea 2 veces el diámetro de la tubería de salida.

$$Dc = 2 * D$$

La longitud de la canastilla (L) debe ser mayor 3D y menor que 6D

$$L1 = 3 * D$$

$$L2 = 6 * D$$

Se asume una longitud que este dentro del rango de L1 y L2

Área de ranuras: se impone el área de los orificios y de acuerdo con los demás parámetros calculados determinamos si cumple o no cumple en caso de que no cumpla consideramos otro valor.

Área transversal de la Tubería de salida:

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

Área total de ranuras

$$At = 2 * As$$

Área de At no debe ser mayor al 50% del área lateral de la granada (Ag)

$$Ag = 0.5 * Dg * L$$

Debemos verificar que

$$0.5 * Ag > At$$

El número de ranuras resulta:

$$N^{\circ} \text{ ranuras} = \frac{\text{Area total de ranuras}}{\text{Area de ranura}}$$

### - Cálculo el diámetro de tubería del Cono de Rebose y Limpieza

El Rebose se instala directamente a la tubería de limpia y para realizar la limpieza y evacuar el agua de la cámara húmeda, se levanta la tubería de Rebose.

La tubería de Rebose y Limpia tienen el mismo diámetro

La tubería de rebose se calcula mediante la ecuación de Hazen Williams.

$Q_{md}$ :	Caudal máximo diario (l/s)
$H_f$ :	Pérdida de carga unitaria (m/m).
$C$ :	Coefficiente de Hazen-Williams (PVC)

Diámetro considerando la tubería de Rebose

$$D = 4.63 * \frac{Q^{0.38}}{C^{0.38} * S^{0.21}}$$

#### 5.4.2. Diseño estructural

##### - Parámetros de diseño y Características de la Estructura

Ancho de la caja		B
Altura de agua		h
Longitud de caja		L
Profundidad de cimentación → desde el nivel superior losa fondo		he
Borde Libre		BL
Altura total de caja		H
Peso específico promedio de agua		gm
Capacidad portante del terreno		st
Resistencia del concreto		f <sub>c</sub>
Esfuerzo de Tracción por Flexión ( $0.85f_c^{0.5}$ )		ft
Esfuerzo de Fluencia del Acero		F <sub>y</sub>
Fatigá de Trabajo	0.4F <sub>y</sub>	fs
Recubrimiento en Muro		r
Recubrimiento en Losa de Fondo		r

##### - Diseño de los Muros

Relación:

$$Relación = \frac{B}{(h - he)}$$

Cálculo de momentos en el muro:

$$M = k * gm * (h - he)^3$$

Espesor de pared:

$$e = \left(6 * \frac{M}{ft}\right)^{0.5}$$

Pared Efectiva:

$$d = e - r$$

Área de Acero Vertical:

$$Asv = \frac{Mx}{fs * j * d}$$

Área de Acero Horizontal:

$$Ash = \frac{My}{fs * j * d}$$

Cuantía mínima:

$$r = 0.7 * \frac{(f'c)^{0.5}}{Fy}$$

Área de Acero mínimo:

$$Asmin = r * 100 * e$$

Chequeo por esfuerzo cortante y adherencia.

Cálculo fuerza cortante máxima:

$$Vc = gm * \frac{(h - he)^2}{2}$$

Cálculo del esfuerzo cortante nominal:

$$nc = Vc \frac{Vc}{j * 100 * d}$$

Cálculo del esfuerzo permisible:

$$n.max = 0.02 * f'c$$

Verificación:

$$n. \max > nc$$

Cálculo de la adherencia:

$$u = \frac{Vc}{So * j * d}$$

Cálculo de adherencia permisible:

$$u. \max = 0.05 * f'c$$

Verificamos:

$$u. \max > uv$$

$$u. \max > uh$$

#### - **Diseño de la losa de fondo**

Considerando la losa de fondo como una placa flexible y empotrada en los bordes

Momento de empotramiento en el extremo:

$$M 1 = \frac{-W * L^2}{192}$$

Momento en el centro:

$$M 2 = \frac{W * L^2}{384}$$

Cálculo de carga W:

$$W = gm * (h) + gc * el$$

Para losas planas rectangulares armadas con armadura en dos direcciones Timoshenko recomienda los siguientes coeficientes

Para un momento en el centro = 0.0513

Para un momento de empotramiento = 0.529

Momento de empotramiento:

$$Me = 0.529 * M(1)$$

Momento en el centro:

$$Mc = 0.0513 * M(2)$$

Espesor de la losa:

$$el = \left( \frac{6 * M}{ft} \right)^{0.5}$$

Peralte efectivo:

$$d = el - r$$

Área de acero calculado:

$$As = \frac{M}{fs * j * d}$$

Área de acero mínimo:

$$Asmin = r * 100 * el$$

## 6. Geotecnia

Al diseñar una planta de tratamiento de agua potable el estudio geotécnico es esencial, ya que proporciona información vital sobre las características del suelo y su comportamiento ante las cargas que podría soportar, para ello se ha realizado varios ensayos para poder delimitar el tipo de estrato en el que se va a realizar la obra civil.

### 6.1. Ensayo de penetración estándar (SPT)

Consisten básicamente en la ejecución de perforaciones mecánicas de suelo en el sitio de implantación del proyecto, el cual se basa en contar el número de golpes (N) que se necesitan para introducir una toma muestras (cuchara partida) dentro un estrato de suelo.

Con base a las observaciones de campo, se estandariza el número de golpes (N) basándose en la energía de conducción de entrada y su disipación en torno a la toma de muestras en el suelo circundante mediante la siguiente fórmula:

$$N_{60} = \frac{N\eta_H\eta_B\eta_S\eta_R}{60}$$

Donde:

- a.  $N_{60}$ : número de penetración estándar corregido para condiciones de campo.
- b.  $N$ : número de golpes o número de penetración medido
- c.  $\eta_H$ : eficiencia del martillo
- d.  $\eta_B$ : corrección para el diámetro de la perforación
- e.  $\eta_S$ : corrección del muestreador
- f.  $\eta_R$ : corrección para la longitud de la varilla

Además, es necesario emplear la siguiente fórmula:

$$(N_1)_{60} = C_N N_{60}$$

Donde:

- g.  $(N_1)_{60}$ : Valor corregido de  $N$  para un valor estándar de  $\sigma'_o$  ( $\approx 100 \text{ kN/m}^3$ )
- h.  $C_N$ : factor de corrección

Emplearemos la relación de Liao y Whitman (1986) ya que puede ser utilizada para todos los casos:

$$C_N = \left[ \frac{1}{\left( \frac{\sigma'_o}{Pa} \right)} \right]^{0.5}$$

Donde:

- i.  $\sigma'_o$ : presión efectiva de sobrecarga o esfuerzo efectivo.
- j.  $Pa$ : presión atmosférica; cuyo valor será  $100.00 \text{ kN/m}^2$

Así mismo se considera:

$$\sigma'_o = \sigma - u$$

Donde:

- k.  $u$ : presión de poros, es decir la presión hidrostática
- l.  $\sigma$ : presión total, que es el producto de la altura de estrato por su respectivo peso específico.

El ángulo de fricción ( $\phi$ ) lo obtenemos de la relación propuesta por Peck et al. (1974) para valores conservadores, puesto que la información sobre el suelo es escasa.

$$\phi = 27 + 0.3(N_1)_{60}$$

y el módulo de elasticidad o módulo de Young,  $E$ , de la fórmula empírica de Kulhawy y Mayne (1990).

$$E = \beta N_{60} \times Pa$$

Donde consideramos:

$\beta =$	5	para arenas con finos y arenas limpias sobre consolidados
$\beta =$	10	para arenas limpias no consolidadas

Consideramos este último valor para  $\beta$  en consideración a las características de suelo.

Considerando los criterios antes mencionados se puede hacer un Cálculo de parámetros geotécnicos según el ensayo SPT.

## 6.2. Clasificación de suelo

### 6.2.1. Granulometría

Para poder determinar la composición granulométrica del material y su clasificación de tamaños se realizan ensayos granulométricos mediante una serie de distintos tamices, No4, No10, No20, No30, No40, No50, No100, No200.

El procedimiento del ensayo se describe a continuación: inicialmente, se procede al pesaje del material a ser analizado. Este material se introduce en una serie de tamices especificados previamente. A continuación, se somete a vibración utilizando una tamizadora. Posteriormente, una vez finalizado el ensayo, se realiza el pesaje del material retenido en cada uno de los tamices. Con los datos obtenidos, se elabora una curva granulométrica que permite determinar las características granulométricas del material ensayado.

Para ello determinados el porcentaje que pasa cada tamiz mediante la siguiente formula.

$$F\% = \frac{\Sigma M - \Sigma M_i}{\Sigma M} \times 100$$

Donde:

- $\Sigma M$ : masa total de la muestra de suelo
- $M_i$ : masa acumulada de suelo retenida por encima de cada tamiz.

Posteriormente se realiza el Cálculo del coeficiente de uniformidad o de Hazen ( $C_u$ ) y coeficiente de curvatura o de gradación ( $C_c$ ) –que son coeficientes adimensionales. Se entiende por uniformidad y curvatura como el rango de participación de las partículas del suelo: a mayor rango, menor uniformidad (mayor valor numérico); a mayor proximidad entre los porcentajes que pasen por un tamiz, mayor curvatura (mayor valor numérico).

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \times D_{60}}$$

Donde:

- $D_i$ : diámetro de la partícula en mm para el cual el porcentaje que pasa es  $i$  (%)
- Saber que  $D_{10}$  es llamado tamaño o diámetro efectivos.

Nota: el cálculo de  $D_i$  se realiza mediante una interpolación con los valores inmediatos.

Podemos emplear, en ese sentido, la siguiente fórmula:

$$D_i = \frac{D_p - D_a}{\log(\%p) - \log(\%a)} \times [\log(\%i) - \log(\%a)] + D_a$$

Donde el subíndice «p» y «a» significa posterior y anterior, respectivamente.

### **6.2.2. Límites de Atterberg**

#### **a. Limite líquido.**

Propiedad medida en laboratorio mediante un procedimiento que consiste en realizar una mezcla de suelo y agua, capaz de ser moldeada, dicha mezcla mencionada debe ser depositada en la Cuchara de Casagrande generando una abertura en la mitad de la mezcla, y se golpea consecutivamente contra la base de la máquina al girar la manivela, hasta que la abertura realizada previamente se cierra en una longitud de 13 mm. Se debe tomar en cuenta que, si el número de golpes para que se cierre la abertura es 25, la humedad del suelo corresponde al límite líquido. Dado que es poco probable que la abertura se cierre en la longitud de 13 mm exactamente con 25 golpes, existen dos métodos para determinar el límite líquido:

- i. Graficar el número de golpes en coordenadas logarítmicas, contra el contenido de humedad correspondiente, en coordenadas normales, e interpolar para la humedad correspondiente a 25 golpes. La humedad obtenida es el Límite Líquido.

- ii. Según el método puntual, multiplicar por un factor (que depende del número de golpes) la humedad obtenida y obtener el límite líquido como el resultado de tal multiplicación.

#### **b. Limite plástico.**

La prueba de límite plástico requiere una muestra de pasta de suelo previamente preparada para el límite líquido; una vez que esta muestra se acerca más al estado plástico, se agrega un poco más de muestra seca hasta que aparezca una consistencia en el estado plástico que no se agriete, pero no se rompa. Se utiliza la pasta preparada para crear cilindros de alrededor de 3 mm de diámetro y 5 centímetros de longitud sobre una lámina de vidrio de superficie lisa. Después de obtener este resultado, se colocan en recipientes y se pesan con una balanza de sensibilidad de 0.1 y se meten a un horno a una temperatura de 100 a 110 °C por un lapso de 24 horas. Después de pasar las 24 horas, se extraen dos muestras y se pesan para determinar el contenido de humedad mediante diferencias de peso.

#### **6.2.3. Sistema ASHTO**

La clasificación de suelos mediante el sistema AASHTO se basa en el análisis granulométrico y la plasticidad del suelo. Para ello se debe realizar un estudio granulométrico para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los tamices No. 10, 40 y 200. De igual forma se determinará los límites de Atterberg (Límite Líquido e Índice de Plasticidad) para la fracción de suelo que pasa el tamiz No. 40. También se debe calcular el Índice de Grupo usando los porcentajes de finos, el Límite Líquido y el Índice de Plasticidad. Posteriormente se debe utilizar estos datos para clasificar el suelo en uno de los siete grupos principales (A-1 a A-7) y sus subgrupos, según la tabla de clasificación AASHTO. Al finalizar se debe interpretar la clasificación donde los grupos A-1, A-2 y A-3 son suelos granulares considerados de buenos a excelentes, mientras que los grupos A-4 a A-7 son suelos finos considerados de regular a muy malos para la construcción.

#### **6.2.4. Sistema SUCS**

El análisis de suelo mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) se realiza tomando en cuenta factores como

- a. Preparación de la muestra: Secar y desmenuzar el suelo.
- b. Análisis granulométrico: Tamizar el suelo usando una serie de tamices estandarizados y Determinar los porcentajes de grava, arena y finos.
- c. Identificación preliminar: Si más del 50% queda retenido en el tamiz No. 200, es suelo de grano grueso caso contrario si más del 50% pasa el tamiz No. 200, es suelo de grano fino.
- d. Para suelos de grano grueso: Calcular coeficientes de uniformidad ( $C_u$ ) y curvatura ( $C_c$ ). De igual manera Clasificar como grava (G) o arena (S) según el porcentaje retenido en el tamiz No. 4 y Determinar si es bien graduado (W) o mal graduado (P).
- e. Para suelos de grano fino: Se debe realizar ensayos de límite líquido (LL) y límite plástico (LP), Calcular el índice de plasticidad (IP) y usar la carta de plasticidad para clasificar como arcilla (C), limo (M) o suelo orgánico (O).
- f. Asignar el símbolo de grupo (dos letras) basado en los resultados.
- g. Determinar el nombre del grupo según la clasificación obtenida.

Este proceso proporciona una descripción detallada de las propiedades del suelo, fundamental para la ingeniería geotécnica y civil.

#### **6.3. Capacidad de carga**

Para poder determinar la capacidad de carga del suelo es decir la máxima presión que puede ser aplicada a un suelo por una cimentación sin causar falla por corte gozamos de varios métodos propuestos por autores como Terzaghi, Meyerhof, Hansen, Vesic. Lo cual genera una

amplia gama de métodos para entender y calcular correctamente la capacidad de carga que es esencial para garantizar la estabilidad y seguridad de cualquier estructura construida sobre el suelo.

## **7. Análisis de la calidad Agua.**

### **7.1. Toma de muestras.**

Para la toma de muestras de agua, se llevó a cabo una visita a la captación de agua del proyecto Cerro Negro, ubicado en el cantón Sígsig. Para realizar la toma de muestras, se utilizaron recipientes esterilizados de 125 ml, recipientes de 2 litros y recipientes de 1 litro de color ámbar. Estos recipientes fueron seleccionados para asegurar el mantenimiento hermético y la conservación adecuada de las muestras de agua hasta su posterior análisis.

### **7.2. Preservación de muestras.**

Las muestras de agua tomadas en campo deben conservarse a una temperatura de 4 grados Celsius. Es imprescindible que se mantengan en recipientes herméticos para asegurar su integridad y evitar cualquier tipo de contaminación, garantizando así que las condiciones iniciales de las muestras se preserven adecuadamente hasta su posterior análisis.

### **7.3. Ensayos.**

Para que el agua cosechada sea apta para consumo humano, debe cumplir con ciertos requisitos, como un sabor y un olor aceptables, así como con los parámetros físicos, químicos, microbiológicos y un rango de pH especificados en las tablas adjuntas. Tabla (10), Tabla (11), Tabla (12)

## **8. Diseño de planta de tratamiento.**

Posterior a los parámetros obtenidos en el análisis de calidad de agua se procede con el dimensionamiento de las unidades hidráulicas necesarias para un tratamiento adecuado del agua captada, para ello debemos considerar:

**Tabla 19. Alternativas de procesos de tratamiento**

<b>Alternativas de procesos de tratamiento como solución de abastecimiento de agua potable para comunidades rurales basados en la calidad de agua cruda</b>					
Alternativas	Enfermedades endémicas de origen hídrico	límites de calidad de agua cruda			
		Coliformes Fecales (uc)	límites de turbidez (ut)		
			90% tiempo	80% tiempo	Esporádicamente
C	NO	≤10	≤25	≤10	≤50
FL + C		≤10000			
PC + C	NO	≤100	≤50	≤20	≤100
PC + FL + C		≤10000	≤100	≤50	≤150
S + PC + FL + C		≤10000	≤150	≤80	≤200
S + PS + FL + C		≤10000	≤300	≤200	≤500
P + S + PS + FL + C		≤10000	≤500	≤200	≤1000

P: Presedimentador

S: Sedimentador

PC: Prefiltros de grava en capas con flujo ascendente

PS: Prefiltración de grava en serie con flujo vertical u horizontal

FL: Filtro lento en arena

C: Clorador

Si el agua posee coliformes fecales y niveles de turbidez que sobrepasan los valores de la tabla se aconseja buscar otra fuente de agua.

En el ingreso a la planta se debe considerar una estructura de medición de caudal mediante vertedero triangular. En este vertedero se dejará marcada con pintura la altura de agua a la que deberá llegar el agua. El operador accionará la válvula de entrada para reproducir el caudal de operación del sistema.

### 8.1. Filtro lento.

El diseño para el filtro lento debe contar con los siguientes criterios hidráulicos.

- Numero de filtros  $\geq 2$
- Velocidad Filtrante

**Tabla 20.** Tasa de Filtración

VF: Tasa de Filtración (caudal/área) (m/h)	
FL	0.1 - 0.2
Sedimentador o Prefiltros + FL	0.15 - 0.3
Sedimentador + Prefiltros + FL	0.3 - 0.5

c. Área de un filtro (A)

$$A = \frac{Q}{n * VF}$$

d. Coeficiente de costo mínimo (K)

$$K = \frac{2n}{(n + 1)}$$

e. Largo del filtro

$$L = \sqrt{area * K}$$

f. Altura total del lecho de grava (m).

**Tabla 21.** Altura total del lecho del agua

Altura del lecho de grava (m)		0.1 - 0.3
Capas	Espesor (m)	Tamaño (mm)
Capa 1 (Grava)	≥0.05	1.5 - 4.0
Capa 2 (Grava)	≥0.05	4.0 - 15.0
Capa 3 (Grava)	≥0.15	10.0 - 40.0

- g. Altura del lecho de arena (m). 0.3 – 0.4
- h. Diámetro efectivo de la arena (D10) (mm). 0.15 – 0.4
- i. Coeficiente de uniformidad (D60/D10). 1.8 – 3
- j. Altura del borde libre (m). 0.2
- k. Altura de capa de agua sobrenadante (m). 1 – 1.5

De igual manera se considerará criterios estructurales como:

### **8.1.1. Muro lateral de filtro lento**

Para el diseño estructural del muro lateral del filtro lento, se deben considerar los siguientes parámetros, fundamentándose en el análisis hidráulico preliminar.

#### Geometría

Ancho Muro	$e_m$
Alto Muro (Inundación)	H
Altura Agua Operación	h
Altura de Suelo	Hs

#### Cargas

Densidad del Suelo	$\gamma_s$
Peso específico del Concreto	$\gamma_c$
Peso específico del agua	$\gamma_a$
Carga viva en techos de concreto	s/c
Carga sísmica Espectro inelástico de pseudo aceleraciones en estructuras hidráulicas	Sa

#### Materiales

Resistencia de concreto	f <sub>c</sub>
Acero de Refuerzo	f <sub>y</sub>
Presión Admisible del suelo	$\sigma$
Ángulo de Fricción Interna	$\Phi$
Coefficiente de fricción concreto-suelo	$\delta = \frac{2}{3} \Phi$

- **Empujes laterales – Coeficiente para paredes**

#### *Cargas Estáticas:*

Presión Hidrostática	Kw = 1
----------------------	--------

Presión Lateral en Reposo  $K_0 = 1 - \text{sen}\phi$

Presión Activa  $K_A = \tan^2 (45 - \phi/2)$

### Acción sísmica

Presión hidrodinámica (sobre muro rígido)  $K_{hd} = 7/8 * S_a$

### Presión lateral activa incluyendo acción sísmica (Monobe-Okabe)

Seudo aceleración horizontal para relleno  $C_h$

Seudo aceleración vertical para relleno  $C_v$

Para suelo seco:  $\theta = \text{Arctan} \left( \frac{C_h}{1 - C_v} \right)$

Ángulo de inclinación del muro con la vertical  $i$

Ángulo del suelo con la horizontal  $\beta$

Ángulo de fricción entre la pared y el suelo  $\delta$

$$k_{AE} = \frac{\cos^2(\phi - \theta - i)}{\cos\theta * \cos^2 i * \cos(\delta + i + \theta) * \left( 1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) * \text{sen}(\phi - \beta - \theta)}{\cos(i + \delta + \theta) * \cos(\beta - i)}} \right)^2}$$

Incremento dinámico de presión activa  $\Delta K_{AE} = K_{AE} - K_A$

- **Empuje de agua**

$$q = K_w * \gamma_a * H$$

Tanto para el muro largo como para el muro corto (b/H).

- **Coefficiente de corte  $C_s$**

De acuerdo con las condiciones de construcción e integridad estructural, los muros se analizarán para las condiciones de frontera de restricciones fijas en sus 3 bordes y una libre en la parte superior del muro de mayores dimensiones.

**Tabla 22.** Coeficiente de corte  $C_s$

<b>b/H</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2.5</b>	<b>2</b>	<b>1.75</b>	<b>1.5</b>	<b>1.25</b>	<b>1</b>	<b>0.75</b>	<b>0.5</b>
Borde inferior - Punto medio	0.5	0.5	0.48	0.45	0.43	0.4	0.36	0.32	0.26	0.19
Borde lateral - máximo	0.38	0.37	0.33	0.27	0.26	0.26	0.25	0.24	0.22	0.17
Borde lateral - Punto medio	0.23	0.24	0.25	0.26	0.26	0.26	0.25	0.23	0.19	0.13

Fuente. PCA

La fuerza cortante actuante máxima en el muro largo actuará en el borde central de este punto más bajo, donde  $C_s$  está en función de  $b/H$

$$\text{Cortante:} \quad V = C_s * q * H$$

Considerando como máxima capacidad de corte en el concreto del muro según ACI 350.

$$V_c = 2 * \sqrt{f'_c} * bw * d$$

$$\text{Cortante ultimo:} \quad V_u = 1.7 * V$$

Luego debe cumplirse que  $\phi V_c \geq V_u$  Entonces  $\rightarrow 2 * \phi * \sqrt{f'_c} * b * d \geq V_u$

Considerando que:

Ancho de análisis siempre para 1 metro o

100 cm

Recubrimiento

Peralte efectivo del muro calculado

Espesor del muro

Entonces peralte efectivo real será

b

r

$$d = \frac{V_u}{2 * \phi * \sqrt{f'_c} * b} \quad d$$

$$t = d + r + \frac{\phi}{2} \quad t$$

d

Se procede similarmente con el cálculo del espesor “t”, del muro para el cortante máximo en el borde central.

Resistencia de concreto:

$$V_c = 2 \left( 1 + \frac{Nu}{500Ag} \right) * \sqrt{f'c} * bw * d$$

Luego debe cumplirse que  $\phi V_c = 2 \left( 1 + \frac{Nu}{500Ag} \right) * \sqrt{f'c} * bw * d \geq Vu$ .

Por lo tanto:

$$\phi V_c > Vu$$

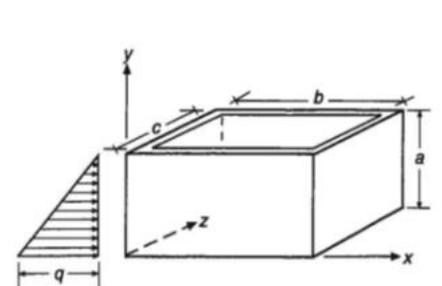
- **Coefficiente de momentos**

De acuerdo con las condiciones de b/a para las paredes del tanque, calcularemos  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_{xy}$ ,  $M_{yz}$

$$\text{Definición} = \frac{Cdqa^4}{1000D}$$

$$D = \frac{Et^3}{12(1 - \mu^3)}$$

**Figura 5.** Coeficiente de momentos.



Fuente. Elaboración propia

Los momentos se determinarán mediante las siguientes fórmulas:

$$M_x = \frac{M_x * Coef * q * H^2}{1000}$$

$$M_y = \frac{M_y * Coef * q * H^2}{1000}$$

- **Momento y Acero Vertical - Horizontal**

De acuerdo con las tablas mostradas, los momentos actuantes en el muro largo se detallan en la tabla adjunta.

**Tabla 23.** Coeficiente para el cálculo de momentos en paredes (PCA)  $M_x$ .

Coeficientes para el cálculo de momentos en paredes (PCA)						
$M_x$	END	0.1b	0.2b	0.3b	0.4b	0.5b
		0.9b	0.8b	0.7b	0.6b	
Sup.	-7	0	0	0	0	0
0.9a	-9	-3	0	2	3	3
0.8a	-9	-3	1	4	6	7
0.7a	-9	-3	3	7	10	11
0.6a	-9	-2	5	10	13	14
0.5a	-9	0	7	12	14	15
0.4a	-8	0	7	11	13	14
0.3a	-6	1	5	7	8	8
0.2a	-4	-1	-1	-2	-4	-5
0.1a	-1	-4	-12	-20	-25	-27
Inf.	0	-13	-32	-48	-57	-61

Fuente. Elaboración Propia.

**Tabla 24.** Coeficiente para el cálculo de momentos en paredes (PCA)  $M_y$

Coeficientes para el cálculo de momentos en paredes (PCA)						
$M_y$	END	0.1b	0.2b	0.3b	0.4b	0.5b
		0.9b	0.8b	0.7b	0.6b	
Sup.	-34	-21	-2	11	19	21
0.9a	-43	-19	-1	11	18	21
0.8a	-44	-18	0	11	18	20
0.7a	-44	-17	1	12	18	20
0.6a	-44	-15	2	12	17	19
0.5a	-43	-13	3	11	15	17
0.4a	-38	-10	4	10	13	13
0.3a	-30	-7	3	7	8	9
0.2a	-19	-4	1	3	3	3
0.1a	-6	-2	-2	-3	-4	-4
Inf.	0	-3	-6	-10	-11	-12

Fuente. Elaboración propia.

Refuerzo mínimo:  $A_{smin} = 0.002 * b * d$

Momento ultimo:  $M_x = \frac{1.7 * S * M_x * Coef * q * H^2}{1000}$

Cálculo de acero de diseño:

$$a = \frac{As * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

$$As = \frac{Mu}{\phi * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

### 8.1.2. Losa de fondo del filtro.

Para el diseño estructural del fondo del filtro, se deben considerar los siguientes parámetros.

Espesor de la losa	e
Alto Muro (Inundación)	H
Ancho de diseño	b
Recubrimiento	r
Peralte efectivo	$d = e - r - \frac{\phi}{2}$
Resistencia concreto	f <sub>c</sub>

Posteriormente se realiza el cálculo del peso de la estructura considerando el tanque lleno de agua a nivel de inundación, de igual manera se realiza el cálculo de las presiones y diseño de la losa de fondo.

Diseño de losa de fondo:

Peso último en muros	$U = 1.3 * (1.4 * D)$
----------------------	-----------------------

Carga ultima	$W_u = \frac{U}{FPL}$
--------------	-----------------------

Momento ultimo +	$M_u = \frac{W_u * L^2}{8}$
------------------	-----------------------------

Momento ultimo -	$M_u = \frac{9W_u * L^2}{128}$
------------------	--------------------------------

Diseño por Flexión (Acero positivo - Negativo)

$$a = \frac{As * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

$$A_s = \frac{Mu}{\phi * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

Diseño por cortante:

$$\text{Cortante último Izquierdo} \quad V_u = \frac{3W_u * L}{8}$$

$$\text{Cortante último Centro} \quad V_u = \frac{5W_u * L}{8}$$

$$\text{Resistencia de concreto a corte} \quad V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} * b * d$$

El diseño cumple siempre y cuando  $\rightarrow \phi V_c > V_u$

## 8.2. Desinfección

Para realizar la desinfección de agua se toma en cuenta los parámetros obtenidos en laboratorio y así seleccionar el método de desinfección adecuado.

## 8.3. Tanque de almacenamiento.

### 8.3.1. Dimensionamiento

Para poder realizar el diseño de tanque de almacenamiento debemos considerar.

Volumen asumido para el diseño		V
Borde libre		a
Altura de la salida de agua		hs
Altura de agua asumiremos		h
Altura del muro	$H = h + a + hs$	H

Posteriormente se necesita determinar el diámetro interior por lo que se debe despejar (di) de la siguiente fórmula para determinar el volumen.

$$V = \frac{\pi * di^2 * h}{4}$$

$$di = \sqrt{\frac{V * 4}{\pi * h}}$$

Y se verifica mediante la siguiente formula;

$$\frac{di}{H}$$

de tal forma que  $\frac{di}{H} > 1.5$  para que cumpla la relación del diámetro altura.

Cálculo de la flecha de la tapa (forma de bóveda):

$$f = \frac{1}{6} * di$$

### **8.3.2. Datos iniciales**

El diseño se realizará con los siguientes criterios y datos iniciales.

El tipo de reservorio a diseñar será superficialmente apoyado, Las paredes del reservorio estarán sometidas al esfuerzo originado por la presión del agua, el techo será una losa de concreto armado, su forma será de bóveda, la misma que se apoyará sobre una viga perimetral, esta viga trabajará como zuncho y estará apoyada directamente sobre las paredes del reservorio.

Losa de fondo, se apoyará sobre una capa de relleno de concreto simple dado que se diseñará una zapata corrida que soportará el peso de los muros e indirectamente el peso del techo y la viga perimetral.

Volumen del reservorio	V =	m <sup>3</sup>
Ancho de análisis	b =	m
Peso específico del agua	γ <sub>a</sub> =	kg/m <sup>3</sup>
Peso específico del suelo	γ <sub>s</sub> =	kg/m <sup>3</sup>
Peso específico de concreto	γ <sub>c</sub> =	kg/m <sup>3</sup>
Ángulo de fricción interna	Ø =	°
Capacidad portante terreno	σ <sub>t</sub> =	kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia del concreto	f'c =	kg/cm <sup>2</sup>
Esfuerzo de fluencia acero	f <sub>y</sub> =	kg/cm <sup>2</sup>

### 8.3.3. Pre-dimensionamiento

#### - Cálculo de Espesor de la pared (ep)

Se calcula considerando los siguientes criterios.

a. Según Company

$$ep \geq \left(7 + \frac{2h}{100}\right) \quad \text{cm.}$$

b. Según Normatividad

$$ep \geq \frac{h}{12} \quad \text{cm.}$$

El valor mínimo para el espesor de pared que cumple con todos los criterios vistos será:

$$ep \geq (a,b)$$

#### - Cálculo de Espesor de la losa del techo.

La cubierta tendrá forma de bóveda, y se asentará sobre las paredes por intermedio de una junta de cartón asfáltico, evitándose así empotramientos que originarían grietas en las paredes por flexión. Asimismo, la viga perimetral se comportará como zuncho y será la que contrarreste al empuje debido a su forma de la cubierta.

Fc = compresión

Ft = tracción

$$Ft = \frac{P}{2 * \pi * \text{Tg}(a)}$$

Se calcularán 2 valores del espesor, teniendo en cuenta el esfuerzo a la compresión y el esfuerzo cortante del concreto para ello será necesario calcular los esfuerzos de compresión y tracción originados por el peso y su forma de la cúpula (Fc y Ft).

Área de la cúpula (casquete esférico)

$$A_{cup} = 2 * \pi * r * f$$

Cálculo esfuerzo de Tracción

$$Ft = \frac{P}{\left(2 * \pi * \text{Tan} \frac{a}{2}\right)}$$

Desarrollo de la línea de Arranque (Longitud de la circunferencia descrita)

$$L_0 = \pi * d_i$$

Presión por metro lineal de circunferencia de arranque es -  $P_c / m_l$ :

$$P_c = \frac{F_c}{L_c}$$

Esfuerzo a la compresión del concreto  $P_c$ :

$$\text{Por seguridad: } P_c = 0.45 * f_c * b * e_{t1}$$

Igualamos esta ecuación al valor de la presión por metro lineal:  $\frac{P_c}{m_l}$  para poder obtener  $e_{t1}$

Esfuerzo cortante por metro lineal en el zuncho (viga perimetral) -  $\frac{V}{m_l}$ :

$$V_u = 0.5 * (f'c^{0.5}) * b * e_{t2}$$

Igualamos la ecuación al valor de la presión por metro lineal para poder obtener  $e_{t2}$  para poder definir si el espesor es eficiente se debe acudir a la normativa la cual especifica un espesor de 5cm para losas, por lo que sí es menor a este espesor se opta por imponer uno que sea adecuado para el diseño.

### **8.3.4. Análisis y diseño del Reservorio.**

Para un análisis de diseño del reservorio se debe tener las siguientes consideraciones:

- a. Cuando el reservorio está Vacío, la estructura se encuentra sometida a la acción del suelo, produciendo un empuje lateral; como un anillo sometido a una carga uniforme, repartida en su perímetro.
- b. Cuando el reservorio está Lleno, la estructura se encuentra sometida a la acción del agua, comportándose como un pórtico invertido siendo la junta de fondo empotrada.

#### **- Diseño de las paredes del reservorio.**

- o Diseño del Reservorio vacío.

Momentos flectores:

$$M = M_0 * M_1 * X_1 = qt * \frac{r^2}{2} (1 - \cos\theta) - qt * r^2 / 6$$

Cálculo del coeficiente de empuje activo (por mecánica de suelos):

$$K_a = \tan^2 \left( 45 + \frac{\theta}{2} \right)$$

Cuando la carga de la sobrecarga es uniforme se tiene que:

$$\frac{W_s}{c} \rightarrow \frac{P_s}{c} = K_a * \frac{W_s}{c}$$

$$\frac{P_s}{c} = \text{Presión de la sobrecarga} = \gamma_s * h = K_a * q_t$$

$$q_t = \frac{\gamma_s}{k_a}$$

- Cálculo de los momentos flectores:

$$\text{Cuando } 0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{3}$$

$$M_u = q_t * \frac{r^2}{2} (1 - \cos \theta) - q_t * r^2 / 6$$

$$\text{Cuando } 0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{6}$$

$$M_u = q_t * \frac{r^2}{2} (1 - \sin \theta) - q_t * r^2 * [1 - \cos(30 - \theta)]$$

- Cálculo de los esfuerzos cortantes:

$$\text{Cuando } 0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{3}$$

$$Q = \left( \frac{1}{r} \right) * \frac{dM}{d\theta} = q_t * r * \frac{\sin \theta}{2}$$

$$\text{Cuando } 0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{6}$$

$$M_u = q_t * r * \left[ -\frac{\cos \theta}{2} + \sin(30 - \theta) \right]$$

- Cálculo de acero horizontal (reservorio vacío):

$$\rho = \frac{w * f'c}{f_y}$$

$$A_s = \rho * b * d$$

- Cálculo de acero horizontal (reservorio vacío):

$$P = qtu * \frac{h}{2}$$

$$Mv = P * \frac{h}{3}$$

$$Mvu = 1.6 * Mv$$

$$\rho = \frac{w * f'c}{fy}$$

$$As = \rho * b * d$$

- **Diseño del reservorio (lleno): La unión de fondo y pared rígida (empotramiento).**

Si se considera el fondo y las paredes empotradas, se estaría originando momentos de flexión en las paredes y en el fondo de la losa, ambas deberán compartir una armadura para evitar el agrietamiento.

Para ello se ha creído conveniente dejar de lado la presión del suelo (si fuera semi enterrado), además se considera el reservorio lleno, para una mayor seguridad en el diseño.

Tanto las paredes y el fondo de la losa se considerarán dos estructuras resistentes a la presión del agua. Para ello se considera lo siguiente:

- Los anillos horizontales que están resistiendo los esfuerzos de tracción.
- Los marcos en "U", que serían las franjas verticales, denominados pórticos invertidos que están sometidos a flexión y además resistirían esfuerzos de tracción en el umbral o pieza de fondo; es decir la presión se supondrá repartida en los anillos (directrices) y en los marcos (generatrices).

Calculando:

$$P = \left( \gamma_a \cdot \frac{H^2}{2} \right) * 1.00m$$

$$Ma = P * \frac{h}{3}$$

$$Mu = 1.55 * Ma$$

Para el momento en el fondo de la losa se desprejará por completo la resistencia del suelo.

Presión en el fondo:

$$W = \gamma_a * H$$

Momento en el fondo:

$$M_o = \frac{W * d_i^2}{8}$$

$$T = \frac{W * d_i}{2}$$

- Cálculo de acero vertical (Reservorio lleno)

$$0.59 * w^2 * w + \frac{M_u}{0.90 * f'c * b * d^2}$$

$$\rho = \frac{w * f'c}{f_y}$$

$$A_s = \rho * b * d$$

Verificación por cortante en las paredes:

Cortante asumido por el concreto en una franja de 1.00

$$V_c = \phi * 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

La tracción en el fondo de la losa  $V_u = T$

$$V_c > V_u$$

- Cálculo de acero horizontal (Reservorio lleno)

Tal como se calculó para el pre-dimensionamiento del espesor de la pared, las tracciones en un anillo se encontrarán considerando las presiones máximas en cada anillo. Ya que los esfuerzos son variables de acuerdo con la profundidad.

$$T = \frac{1000 * h * h_i * d_i}{2}$$

$$T = f_s * A_s$$

$$F_s = 0.5 * F_y$$

- **Diseño y cálculo de acero en la losa de fondo del Reservoirio:**

Peso del agua:

$$\pi * d_i^2 * h * \frac{\gamma_a}{4}$$

Carga unitaria por unidad de longitud:

$$q = H * \frac{\delta a}{\text{Perímetro del círculo}}$$

- o Cálculo del cortante a una distancia "X":

$$q_x = 0.06 * (2.3 - X)$$

Cortante "Vx":

$$V_x = R - P - 0.5 * (q' + q_x) * X$$

Momento "Mx":

$$M_x = -M + (R - P) * X - q_x * \frac{X^2}{2} - (q' - q_x) * \frac{X^2}{3}$$

- o Verificación por cortante en la losa de fondo:

Cortante asumido por el concreto en una franja de 1.00

$$V_c = \emptyset * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

La tracción en el fondo de la losa  $V_u = T$

$$V_c > V_u \quad (\text{Hormigón aguanta el corte})$$

- o Cálculo de acero en la losa de fondo

$$0.59 * w^2 * w + \frac{M_u}{0.90 * f'_c * b * d^2}$$

$$\rho = \frac{w * f'_c}{f_y}$$

$$A_s = \rho * b * d$$

- **Diseño de la Zapata Corrida:**

Según el estudio de suelo indica que

Ancho de zapata corrida (bz):

$$bz = \frac{W \text{ por metro lineal}}{qu}$$

Reacción neta ( $\sigma_n$ ):

$$\sigma_n = \frac{W \text{ por metro lineal}}{bz}$$

$$qu > \sigma_n$$

Cuando **qu** es mayor a  **$\sigma_n$**  indica que el suelo soporta el esfuerzo de la estructura.

Bien se sabe que el cortante crítico o actuante está a una distancia "d" del muro.

$$Vu = 5.88 * (25 - d)/b * d$$

Cortante asumido por el concreto:

$$Vc = \emptyset * 0.53 * \sqrt{f'c}$$

Altura de la zapata:

$$h = d + r + \frac{\emptyset}{2}$$

#### - **Diseño de la Viga perimetral o de arranque**

Se considera que la viga perimetral está sometida a tracción

$$Ft = \frac{P}{(2 * \pi * \tan a)}$$

$$As = \frac{Ft}{fs} = \frac{Ft}{0.5 * fy}$$

#### o Cálculo de acciones internas

- Momento torsionante:

$$MT = \frac{Mt1}{2} - MT2$$

- Momento flexionante:

$$MF = W * \frac{L^2}{2}$$

- Fuerza cortante:

$$Q = W * \frac{L}{2}$$

$$Vu = \frac{Vc}{(\emptyset * b * h)}$$

- **Cálculo de acero**

o **Refuerzo transversal**

- Fuerza cortante; cuando  $Vc > Vu$  no necesita acero por cortante
- Por torsión;

Momento resistente por el concreto:

$$Mc = \Sigma \left[ \frac{b^2 * h * (f'c)^{1/2}}{b^{1/2}} \right]$$

Se sabe que:

$$Ts = MT - Mc$$

Siendo:

$$\emptyset_c = 0.66 + 0.33 * \left( \frac{b1}{d} \right) < 1.50$$

Ancho efectivo:

$$b1 = b - r - \frac{\emptyset}{2}$$

Peralte efectivo:

$$d = h - r - \frac{\emptyset}{2}$$

Área de acero por torsión:

$$\frac{As}{S} = \frac{Ts}{[\emptyset_c * Fy * b1 * d]}$$

- **Refuerzo longitudinal**

- o Por flexión:

$$Z = 0.9 * d$$

$$MF = \frac{W * L^2}{8}$$

Área de acero diseñado

$$As = \frac{MF}{fy * Z}$$

Área de acero min

$$As \text{ min} = 0.002 * b * d$$

- Por torsión

Área de acero 1:

$$A1 = 2 * \left(\frac{As}{S}\right) * (b1 + d)$$

Ahora por reglamento se tiene que la resistencia de la viga reforzada debe ser mucho mayor que la resistencia de la viga sin refuerzo, aplicaremos la siguiente formula:

$$Trs = 0.6 * b^2 * h * \sqrt{f'c}$$

Se tiene que si  $Trs > MT$  el porcentaje total de refuerzo por torsión debe ser menor que el siguiente valor:

$$Pit \leq 6.40 * \left(\frac{F'c}{Fy}\right)^{1/2}$$

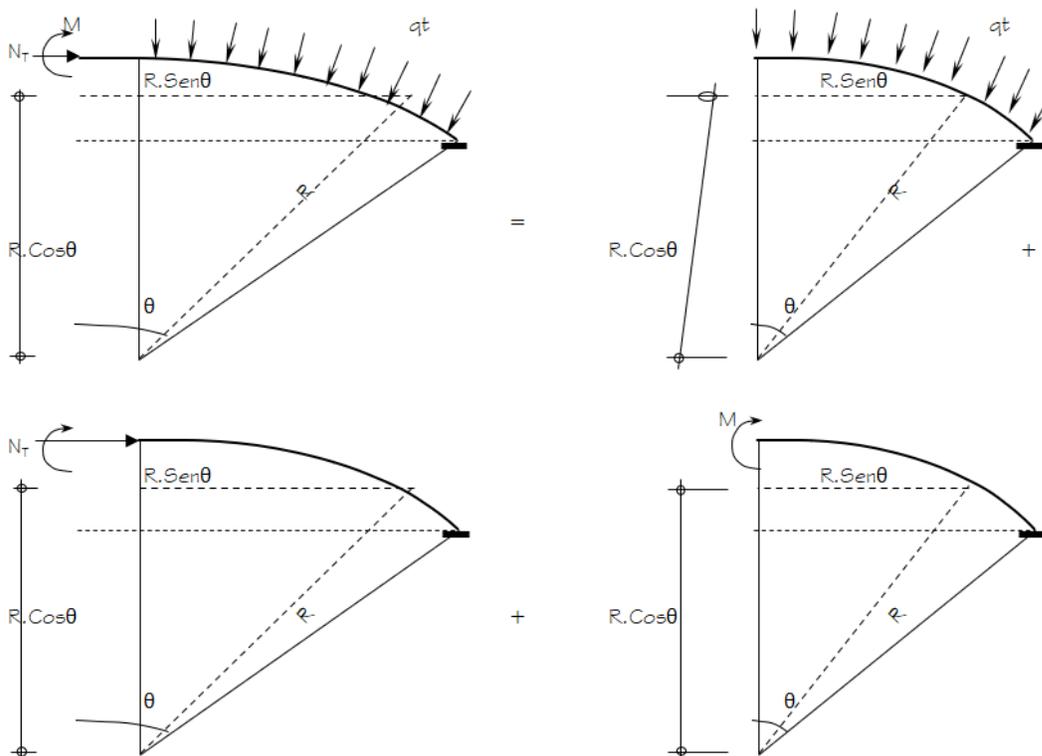
Área de acero final:

$$Aaf = As \text{ flexion} + As \text{ traccion}$$

### - Diseño de la Cúpula

Se cortará por el centro, debido a que es simétrico, lo analizaremos por el método de las fuerzas:

**Figura 6. Diseño de la Cúpula**



Fuente. Elaboración propia

El encuentro entre la cúpula y la viga producen un efecto de excentricidad, debido a la resultante de la cúpula y la fuerza transmitido por las paredes.

$$M = Pt * e$$

$$Pt = \frac{P \text{ cup}}{\text{sen} \left( \frac{a}{2} \right)}$$

$$\text{Carga por metro lineal} = \frac{Pt}{Lc}$$

Cálculo de excentricidad:

$$e = d * \cos \frac{a}{2}$$

El esfuerzo actuante será:

$$NT = qt * R$$

Cálculo de acero en capsula:

- En muro o pared delgada, el acero por metro lineal no debe exceder a:

$$A_s = 30 t * \frac{f'c}{f_y}$$

- Acero por efectos de tensión (At):

$$A_t = \frac{T}{F_s} = \frac{T}{0.5 * F_y}$$

- Acero por efectos de Flexión (Af):

$$A_{s \text{ min}} = 0.002 * b * d$$

- Acero por tenerse en cuenta:

$$A_t + A_f < 15$$

- Acero por efectos de la excentricidad

$$0.59 * w^2 * w + \frac{Mu}{0.90 * f'c * b * d^2}$$

$$\rho = \frac{w * f'c}{f_y}$$

$$A_s = \rho * b * d$$

## CAPÍTULO 4

### RESULTADOS

La presentación de los resultados involucra el diseño completo del estudio, realizado en fundamentos como normativas, artículos y catálogos mencionados previamente.

#### 1. Consulta en campo

A partir de las encuestas realizadas se determinó una población actual de 475 personas y un promedio de 5 habitantes por vivienda.

**Figura 7.** Toma de encuestas.



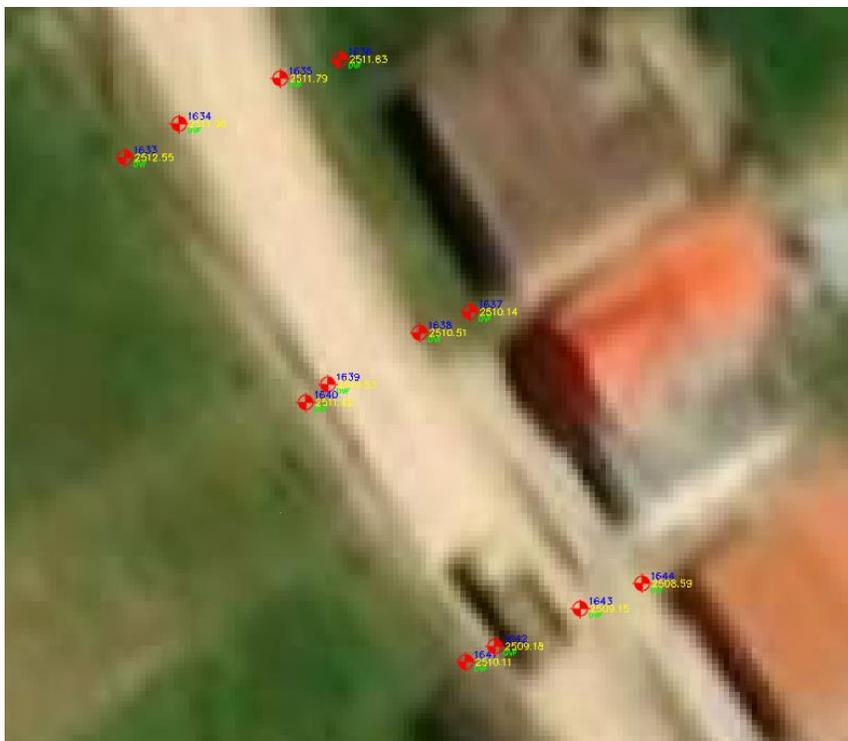
Fuente. Elaboración propia.

#### 2. Topografía

Para el levantamiento topográfico se utilizó un equipo GPS diferencial con módulo RTK. Esta tecnología de alta precisión permitió obtener un total de 2,069 puntos georreferenciados en coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator). Posteriormente, estos datos fueron

procesados utilizando el software Civil 3D, lo que facilitó la generación de un modelo digital preciso de la superficie del área de estudio. Esta representación tridimensional del terreno proporciona una base sólida para el análisis topográfico y el diseño de infraestructuras en la zona.

**Figura 8.** Distribución de puntos topográficos. (Civil 3D).



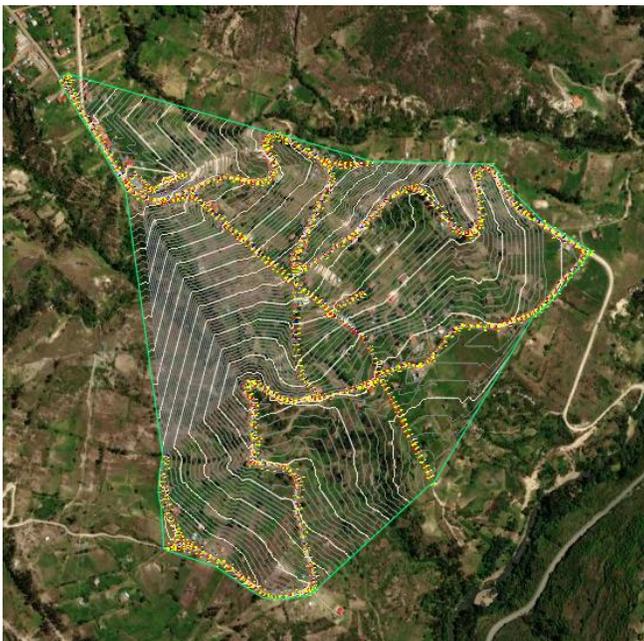
Fuente. Elaboración propia.

**Figura 9.** *Puntos obtenidos mediante el levantamiento topográfico. (Civil 3D).*



Fuente. Elaboración propia.

**Figura 10.** *Creación de modelo digital de terreno. (Civil 3D).*



Fuente. Elaboración propia.

### 3. Estudios geotécnicos

Mediante el ensayo SPT se realizó una perforación hasta una profundidad de 180 cm. Midiendo el primer estrato desde 0 cm a 60 cm, el segundo estrato de 60 a 120 cm y el tercer estrato de 120 a 180 cm.

Posterior a la toma de muestras, por correlaciones y ensayos de laboratorio se determina la capacidad admisible del suelo resultando  $2.71 \text{ kg/cm}^2$ .

**Figura 11.** *Ensayo SPT*



Fuente. Elaboración propia.

### 4. Análisis de calidad de agua

Para un correcto análisis de calidad de agua se midió los siguientes parámetros:

**Figura 12. Resultados del análisis de calidad de agua**

RESULTADO ANALISIS DE AGUA						
AA	Análisis	Método de Referencia / Método Interno	Unidad	MUESTRA		
				Resultados 24-054	Valores máximos permisibles <sup>1</sup>	Límite de cuantificación
	Potencial de Hidrógeno (pH)	APHA 4500 H+B / PE - 16	unidades de pH	7,783	6.5 - 8	4 - 10 unidades de pH
	Turbidez	APHA 2130 B / PE - 21	NTU	2,73	5,0	0.1 - 1000 NTU
	Demanda Bioquímica de oxígeno DBO5	APHA 5210 D / PE - 07	mg O2/l	823	< 2	6 - 4000 mg/l
	Demanda Química de Oxígeno DQO	APHA 5220 D / PE - 08	mg/l	662	< 4	10 - 10000 mg/l
	Sólidos Suspendidos	APHA 2540 F / PE - 19	mg/l	4	N/A	30 - 750 mg/l
	Sólidos Totales	APHA 2540 D / PE - 19	mg/l	34	N/A	150 - 46000 mg/l
	Sólidos Disueltos	APHA 2540 D / PE - 19	mg/l	25	N/A	100 - 3000 mg/l
	Dureza Total	APHA 2340 C / PE - 09	mgCaCO3/l	20	N/A	20 - 1000 mg/l
	Alcalinidad	APHA 2320 B / PE - 23	mg/l	32	N/A	10 - 1000 mg/l
	Conductividad	APHA 4500 H+B / PE - 24	mS/cm	0,11	N/A	10 - 100 000 µS/cm
	Nitratos	APHA 4500 NO2B / PE - 13	mg/l	0,001	50,0	0.01 - 300 mg/l
	Nitritos	APHA 4500 NO2B / PE - 14	mg/l	0,003	3	0.01 - 15 mg/l
	Color	APHA 2120 C / PE - 06	Pt - Co	2	15	1 - 500 unidades Pt-Co
	Coliformes Fecales	APHA 9223 B / PE - 04	NMP/100ml	11	Ausencia	1 - 24200000 NMP/100ml
	Coliformes Totales	APHA 9223 B / PE - 05	NMP/100ml	110	Ausencia	1 - 24200000 NMP/100ml

Fuente: Laboratorio IHTALAB

## 5. Parámetros de diseño (Red de distribución)

La Junta Administradora de Agua Potable "La Dolorosa" y el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) parroquial de San Juan del Cid por concesión y solicitud:

- Periodo de diseño dado: **30 años**
- Caudal que llega a la planta de tratamiento: **1 l/s** (Un litro por segundo)

Los parámetros necesarios para efectuar el diseño son:

- Cálculo de la población futura.
  - Se calcula mediante el Método Geométrico establecido por norma:

$$Pf = Pa * (1 + r)^n$$

Debido a la falta de datos estadísticos de la zona rural y a la zona geográfica se adopta un índice de crecimiento geométrico igual a 1.

$$Pf = 475 * (1 + 1)^{30}$$

$$Pf = 641 \text{ hab}$$

- Cálculo de caudales
  - Caudal medio diario

Para calcular el Qmd se considerará el nivel de servicio IIb obteniendo un valor de 75 l/hab\*día

$$Qm = f * \frac{Pf * d}{86400}$$

$$Qm = f * \frac{641 * 75}{86400}$$

$$Qm = 0.6677 \text{ L/s}$$

- Caudal máximo diario

Para el QMD el factor de mayoración tiene un valor de 1.25

$$QMD = KMD * Qm$$

$$QMD = 1.25 * 0.6677$$

$$QMD = 0.83 \text{ L/s}$$

- Caudal máximo horario

Para el QMH el factor de mayoración es de 3 para todos los niveles de servicio

$$QMD = KMH * Qm$$

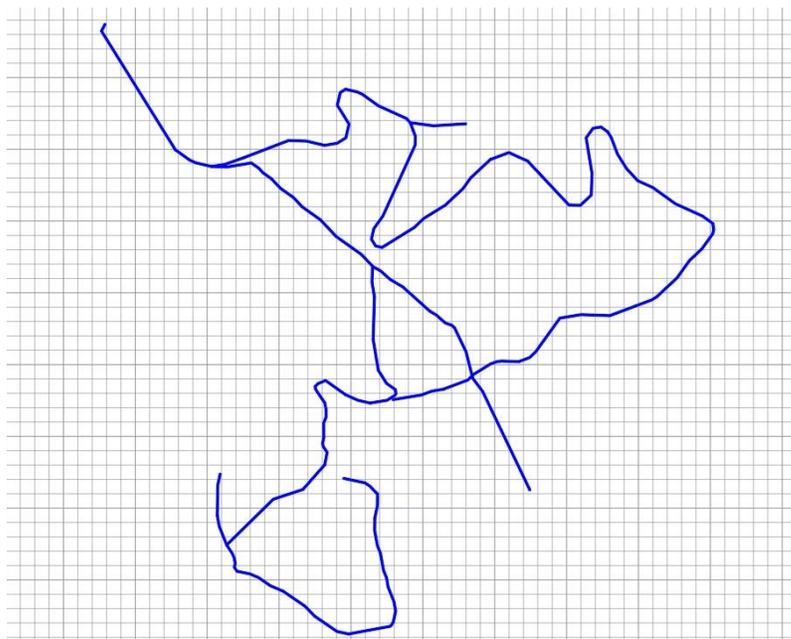
$$QMD = 3 * 0.6677$$

$$QMD = 2.003 \text{ L/s}$$

## 6. Trazado de la red

Posterior al levantamiento topográfico y haber realizado el modelo digital del terreno se ejecuta el trazado de la red mediante el software Civil 3D.

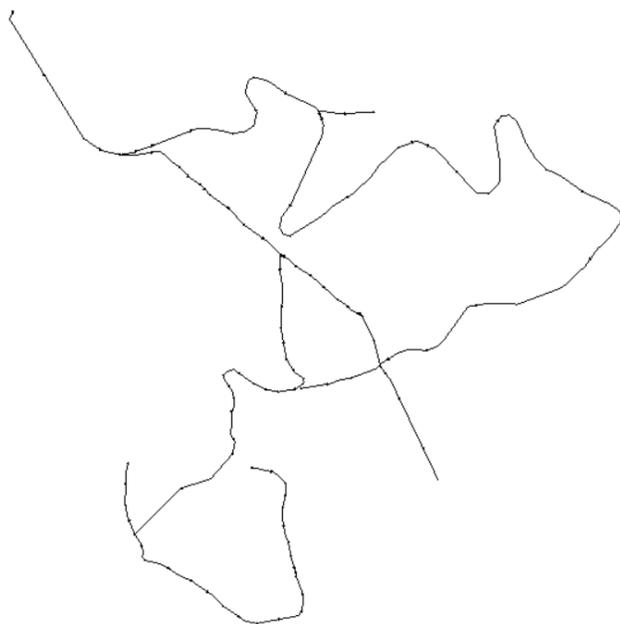
**Figura 13.** *Trasado de la red de distribución en Civil 3D*



Fuente. Elaboración propia.

Posteriormente se exporta dicho modelo al software WaterGEMS.

**Figura 14.** *Trazado de la red mediante WaterGEMS*



Fuente. Elaboración propia.

Se realiza las áreas de aporte mediante los polígonos de Thiessen para determinar el caudal por cada nodo.

**Figura 15.** *Polígonos de Thiessen*



Fuente. Elaboración propia

## **7. Simulación y optimización de la red**

Se simuló la red mediante el software WaterGEMS utilizando diámetros comerciales, de esta manera se garantizará las presiones y velocidades en la red.

### **7.1. Opciones bases de cálculo**

Se configuró las propiedades y opciones de cálculo en el software para el análisis hidráulico.

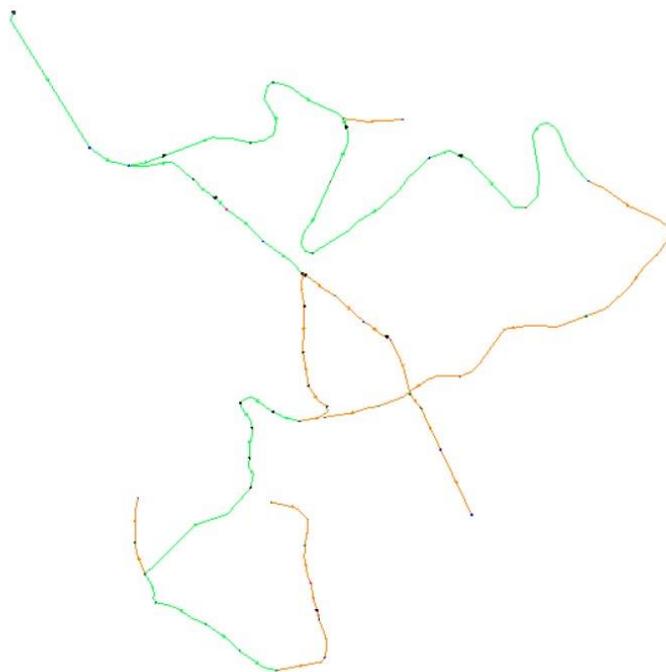
**Figura 16.** *Propiedades de opciones de cálculo*

<b>&lt;General&gt;</b>	
ID	20
Label	Base Calculation Options
Notes	
Friction Method	Darcy-Weisbach
Output Selection Set	<All>
Calculation Type	Hydraulics Only
<b>Adjustments</b>	
Demand Adjustments	None
Unit Demand Adjustments	None
Roughness Adjustments	None
<b>Calculation Flags</b>	
Display Status Messages?	True
Display Calculation Flags?	True
Display Time Step Convergence Info?	True
<b>Calculation Times</b>	
Simulation Start Date	24/5/2024
Time Analysis Type	Steady State
Use simple controls during steady state?	True
Is EPS Snapshot?	False
Start Time	0:00:00

Fuente: Elaboración propia

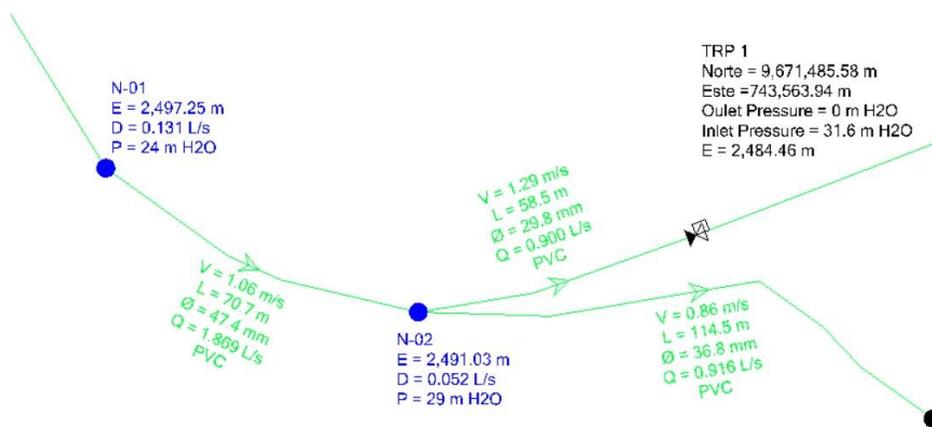
## 7.2. Simulación hidráulica

**Figura 17.** *Simulación hidráulica WaterGEMS*



Fuente. Elaboración propia.

**Figura 18.** Datos hidráulicos posterior a la simulación en WaterGEMS.



Fuente. Elaboración propia.

### 7.3. Tanque reductor de presión

Debido a la topografía de la zona es necesario la colocación de tanques reductores de presión en la red. Se colocaron estratégicamente 7 TRP garantizando y controlando presiones en la red.

- Diseño hidráulico

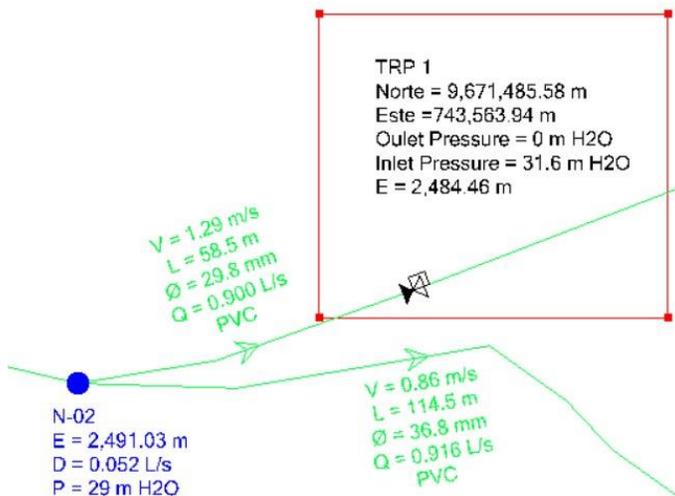
Para el dimensionamiento se tiene como principal dato de entrada el caudal de llega al TRP, el diámetro de la tubería de salida y altura de agua. Las medidas interiores de los 7 tanques son iguales, siendo 0.6m x 0.6m x 0.6m en largo, ancho y altura respectivamente.

- Diseño estructural

Con el detalle interno de los tanques y características de los materiales como el acero, concreto y capacidad el suelo se obtuvo que la distribución de aceros tanto vertical, horizontal y losa es de Ø12 mm cada 0.20 m.

Los detalles de cálculo tanto hidráulico como estructural de cada uno de los 7 tanques se podrá revisar en las respectivas memorias de cálculo detalladas en ANEXOS.

**Figura 19.** TRP en la red de distribución luego de la simulación.

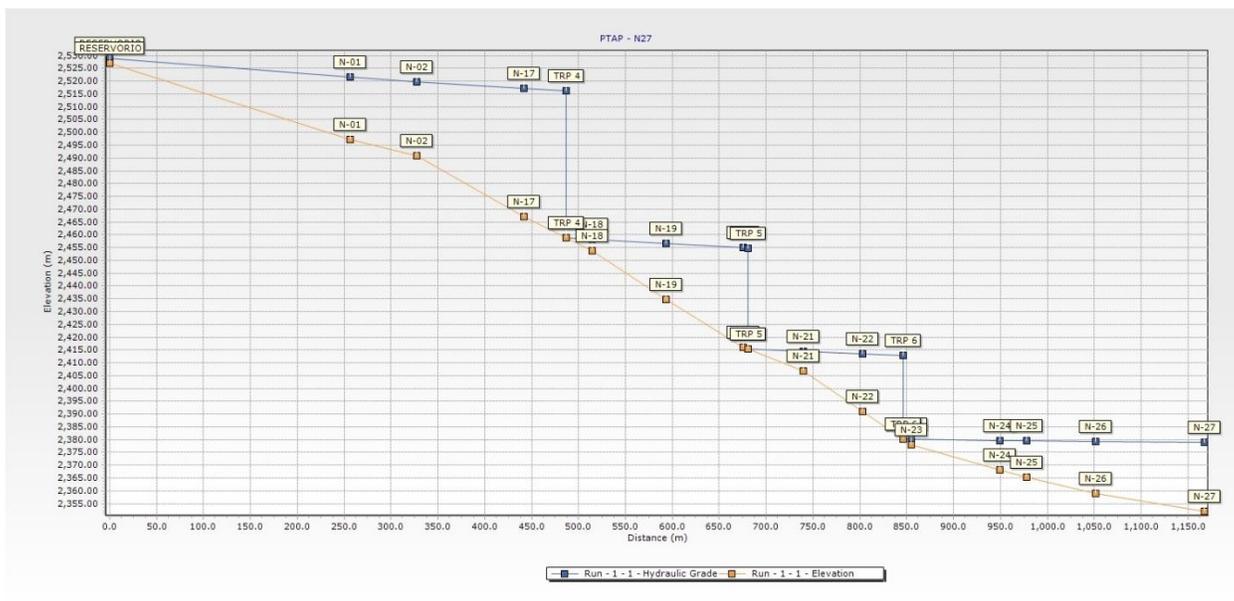


Fuente. Elaboración propia.

#### 7.4. Gradientes hidráulicos

Una vez finalizada la simulación se evidencia el comportamiento del flujo con relación a la presión detallado en perfil el gradiente hidráulico y línea de terreno. En la siguiente figura se presenta el perfil del gradiente hidráulico de una parte de la red, en ANEXOS se presenta los demás perfiles.

**Figura 20.** Perfil hidráulico desde la PTAP al nodo-17, exportado de WaterGEMS.



Fuente. Elaboración propia.

## 8. Planta de tratamiento

### 8.1. Método de tratamiento

La comunidad La Dolorosa, ubicada en la parroquia San Juan del Cid, enfrenta problemas significativos de acceso a agua potable segura y confiable. El suministro disponible proviene de una conducción de riego proyecto Cerro Negro que tiene un tratamiento preliminar en el inicio de la conducción, que no garantiza la calidad necesaria para el consumo humano. Los resultados del análisis de agua indican la presencia de diversos parámetros fisicoquímicos que deben ser tratados para cumplir con las normas de calidad del agua potable. Estos incluyen un pH de 7.783, una turbidez de 2.73 NTU, y niveles elevados de DBO<sub>5</sub> y DQO, entre otros (ver Figura 12.). Para abordar esta problemática, se ha seleccionado un sistema de tratamiento que incluye filtro lento, cloración y almacenamiento previo a la distribución.

### **8.1.1. Criterios de selección de tratamiento**

El sistema de filtro lento es una tecnología adecuada para el tratamiento de agua en comunidades rurales debido a su eficiencia en la remoción de sólidos suspendidos y reducción de turbidez. Según Huisman y Wood (1974), los filtros lentos en arena son efectivos en la eliminación de patógenos y mejoran la calidad del agua a través de procesos biológicos y físicos. Este tipo de filtro opera a tasas de filtración bajas, permitiendo una mayor retención de partículas y microorganismos, lo que resulta en agua de mejor calidad. Se recomienda este tipo de tratamiento cuando se tienen valores de DBO<sub>5</sub> entre 2 y 10 mg/L, y turbidez menor a 10 NTU, ya que permite la remoción efectiva de estos parámetros antes de la desinfección final (Twort et al., 2000).

La cloración es un método ampliamente utilizado para la desinfección del agua potable. Este proceso es esencial para asegurar la eliminación de patógenos que puedan estar presentes después de la filtración. La adición de cloro residual también proporciona una barrera protectora contra la recontaminación en la red de distribución (World Health Organization, 2017). El uso del equipo CLORID L10 en este proyecto permite generar hipoclorito de sodio in situ, lo cual es eficiente y seguro para la operación diaria (Environmental Protection Agency, 2018). Este método es particularmente eficaz cuando la DBO<sub>5</sub> es inferior a 5 mg/L y la turbidez ha sido reducida a niveles menores a 1 NTU, asegurando así una desinfección efectiva.

El almacenamiento adecuado del agua tratada es crucial para mantener la calidad hasta su distribución final. Los tanques de almacenamiento están diseñados para evitar la recontaminación y asegurar que el agua tratada esté disponible de manera continua y segura para el consumo de la comunidad (Twort et al., 2000). Este enfoque integral asegura que el sistema de tratamiento no solo cumple con los estándares de calidad, sino que también es sostenible y adecuado para las condiciones locales.

### 8.1.2. Filtro lento.

#### - Diseño hidráulico

Para el dimensionamiento hidráulico se tiene los siguientes parámetros principales de diseño como caudal de 0.001 m<sup>3</sup>/s, diámetro efectivo de la arena de 0.25 mm, coeficiente de uniformidad de 2 y velocidad de filtración de 0.15 m/h, dando como resultado dos filtros de 3 m de ancho y 4 m de largo, altura de filtro de 2.35 m y coeficiente mínimo de costo de 1.33.

Los detalles de los cálculos se pueden revisar en ANEXOS.

**Figura 21.** Diseño Hidráulico - Filtro Lento.

II. RESULTADOS FILTRO LENTO			
Área lecho	$A = Q / (V * N)$	A =	12.00 m <sup>2</sup>
Coficiente mínimo de costo	$C = 2 * N / (N + 1)$	C =	1.33
Largo unidad	$L = (C * A)^{0.5}$	L =	4.0 m
Ancho unidad	$B = (A / C)^{0.5}$	B =	3.0 m
Volumen depósito de arena	$Vol = e * N_1 * P * A$	Vol =	12 m <sup>3</sup>
Área del depósito	$A_1 = Vol / H$	A <sub>1</sub> =	6.4 m <sup>2</sup>
Hf con la altura mínimo y arena limpia	$H_f = 1/3 * V * h'$	Hf =	0.015 m
Pérdida de carga en el lecho limpio	$H_o = 1/3 * V * H_3$	Ho =	0.020 m
Altura total del filtro	$H_t = H_1 + H_1' + H_2 + H_3 + H_4 + H_5$	Ht =	2.35 m
Altura de agua en el vertedero de salida de cada filtro			0.008 m
Altura de agua en el vertedero de medición del caudal			0.055 m
Altura de agua vertedero de entrada			0.006 m

Fuente. Elaboración propia.

#### - Diseño estructural

Para el dimensionamiento estructural se tiene los siguientes parámetros principales de diseño como la geometría obtenida previamente en diseño hidráulico, cargas y materiales, mismo que nos dio como resultado un espesor de 30 cm para todos los muros y un armado de Ø12 cada 20 cm tanto para acero horizontal como vertical y Ø3/4 cada 20 cm como y Ø5/8 cada 20 cm, para acero positivo y negativo respectivamente en la losa de fondo. Los detalles y verificaciones del cálculo estructural se evidencian en ANEXOS.

### 8.1.3. Equipo para cloración

Debido a las características del agua cruda analizada previamente se determina que el equipo CLORID L10 cumple con el objetivo planteado de suministrar agua potable en los rangos estipulados por normativa.

- Características del equipo clorador.
  - El equipo generador de hipoclorito de sodio tiene la capacidad de producción de 10 litros de cloro al día, lo que es un equivalente a 4,2 litros de cualquier blanqueador que existe en el mercado. El tiempo de producción de este equipo es de 24 horas.
  - El L-10 es un producto de mantenimiento, instalación y operación fácil.
  - La máquina Clorid S.A requiere el uso de solo tres elementos para su producción:  
$$\text{Agua} + \text{Sal} + \text{Energía eléctrica} = \text{Hipoclorito de Sodio in Situ.}$$
  - Solución amigable con el medio ambiente, libre de estabilizadores químicos.
  - La fabricación es extremadamente rentable, con un costo estimado de \$0,0001 por litro.
  - Reduce los peligros operativos. Los componentes base son seguros y fácilmente obtenibles.
  - Su uso, conservación y funcionamiento son sencillos.
  - Este dispositivo puede procesar de 35.000 a 41.000 litros de agua diariamente, aplicando una dosis de 3ppm.
  - Contiene 12.500 ppm de cloro activo con un pH de 7,6, lo que permite una acción más veloz contra virus y bacterias.

### 8.1.4. Tanque de almacenamiento.

#### - Diseño hidráulico.

En lo respecta al diseño hidráulico del tanque de almacenamiento se tiene como principales datos de entrada el volumen por almacenar, altura de agua y bordo libre; que son  $30 \text{ m}^3$ ,  $2 \text{ m}$  y  $0.5 \text{ m}$ , respectivamente.

**Figura 22.** Dimensionamiento Hidráulico Tanque de Almacenamiento.

#### I. Dimensionamiento

Volumen asumido para el diseño  
Borde libre  
Altura de la salida de agua  
Altura de agua asumiremos  
Altura del muro

$$H = h + a + h_s$$

V =	30	m <sup>3</sup>
a =	0.50	m
h <sub>s</sub> =	0	m
h =	2.00	m
H =	2.50	m

Cálculo del diametro interno  $d_i$

$$V = \frac{\pi \cdot d_i^2 \cdot h}{4}$$

$$d_i = 4.37 \text{ m}$$

Optamos por:

$d_i =$	4.50	m
---------	------	---

Verificamos :

$$\frac{d_i}{H}$$

$$= 1.8 > 1.5$$

Cumple

Cálculo flecha de la tapa (forma de bóveda)

$$f = 1/6 \cdot d_i$$

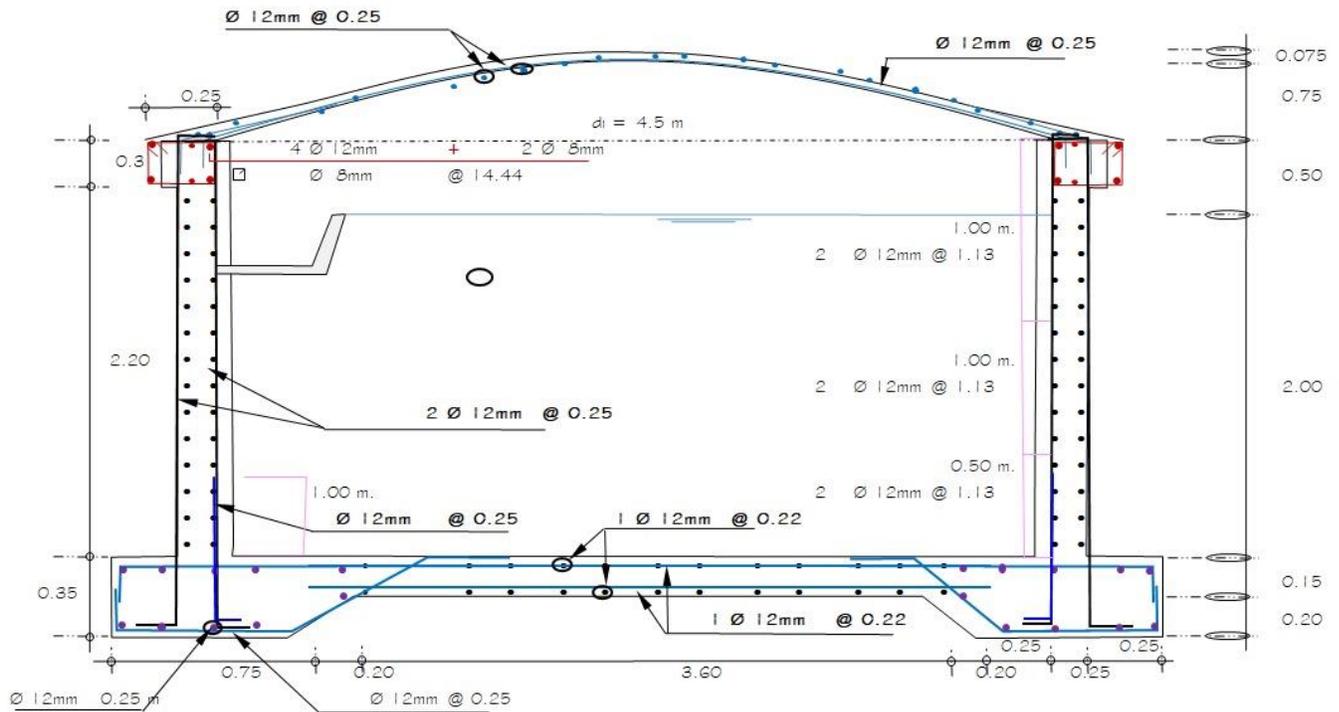
f =	0.75	m
-----	------	---

Fuente. Elaboración propia

#### - Diseño estructural

Con parámetros como  $V = 30 \text{ m}^3$ , diámetro interno de  $4.5 \text{ m}$ , altura de muro de  $2.5 \text{ m}$ , altura de flecha de  $0.75 \text{ m}$  y capacidad de suelo de  $2.71 \text{ kg/cm}^2$  se obtuvo como resultado un espesor de pared de  $0.25 \text{ m}$ , espesor de losa de techo de  $0.075 \text{ m}$ , armado tanto horizontal como vertical en dos capas de  $\varnothing 12 \text{ mm}$  cada  $25 \text{ cm}$  en las paredes y  $\varnothing 12 \text{ mm}$  cada  $20 \text{ cm}$  en la losa de fondo. Los detalles del cálculo y armado de cimentación, viga perimetral y cúpula se podrá evidenciar en la respectiva memoria de cálculo adjuntadas en ANEXOS.

**Figura 23.** Detalle Final del Reservorio.



Fuente: Elaboración propia.

## 9. Presupuesto.

Posterior al dimensionamiento de la planta de tratamiento y red de distribución de agua potable se realiza la cuantificación de los materiales a utilizar en la ejecución del proyecto. Generando una descripción de los rubros, las unidades en las que se trabajará y la cantidad de material a utilizar, de tal forma que otorgará un presupuesto detallado de las cantidades de obra.

El presupuesto y valor de cada rubro considerado se evidencia en la siguiente tabla, además, en ANEXOS se adjuntará el APUS completo para su análisis.

**Tabla 25.** Presupuesto del proyecto obtenido con el software InterPro

<b>Planta de Tratamiento y Sistema de Distribución de Agua Potable</b>						
<b>Oferente: Sibri Ismael - Cobos Santiago</b>						
<b>Ubicación: La Dolorosa - San Juan del Cid</b>						
<b>Fecha: 15/07/2024</b>						
<b>PRESUPUESTO</b>						
<b>Ítem</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>P. Total</b>
<b>1</b>		<b>Panta de Tratamiento</b>				<b>51,417.47</b>
<b>1.1</b>		<b>Obras Preliminares</b>				<b>1,365.36</b>
1.1.1	597002	Limpieza y Desbroce para instalación de tuberías	m2	504.00	1.30	655.20
1.1.2	597021	Replanteo y Nivelación	m2	504.00	0.84	423.36
1.1.3	597015	Bodega y guardianía de madera	m2	10.00	28.68	286.80
<b>1.2</b>		<b>Movimiento de Tierras</b>				<b>1,306.77</b>
1.2.1	592004	Excavación de zanja a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	35.91	20.59	739.39
1.2.2	592013	Excavación Estructural a Mano en suelo sin clasificar	m3	17.96	21.62	388.30
1.2.3	513007	Cargada de material a maquina	m3	26.93	1.22	32.85
1.2.4	513002	Transporte de Material hasta 5 km	m3	26.93	3.73	100.45
1.2.5	598030	Excavación con máquina en suelo conglomerado 0 a 2 m de profundidad	m3	8.98	3.26	29.27
1.2.6	598003	Excavación de zanja con máquina en suelo conglomerado 0 a 2 m de profundidad	m3	3.59	4.60	16.51
<b>1.3</b>		<b>Instalaciones Hidrosanitarias</b>				<b>5,923.24</b>
1.3.1	5A3373	Sum - Ins. Tubería PVC U/E 0.63 Mpa D=63mm	m	57.50	21.97	1,263.28
1.3.2	594021	Sum - Ins. de Tubería de desagüe PVC D=110mm	m	3.50	6.26	21.91
1.3.3	594018	Sum - Ins. de Tubería de desagüe PVC D=200mm	m	58.70	28.64	1,681.17
1.3.4	514019	Accesorios de Distribución a Filtros	Glb	1.00	435.49	435.49
1.3.5	514020	Accesorios de Salida de Filtros	Glb	1.00	717.35	717.35
1.3.6	514012	Sum - Ins. Clorador tipo Clorid	u	1.00	1,148.60	1,148.60
1.3.7	502053	Sum - Ins. Accesorios Caseta de Cloración	u	1.00	202.32	202.32
1.3.8	5A3310	Sum - Ins. Accesorios Tanque de Reserva	Glb	1.00	439.66	439.66
1.3.9	5A9097	Empate a pozo, mortero 1:3	u	1.00	13.46	13.46
<b>1.4</b>		<b>Estructura</b>				<b>39,038.14</b>
1.4.1	5A0001	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 (incluye corte y doblado)	kg	4,324.78	2.47	10,682.21
1.4.2	5A0013	Sum - Ins. Acero Estructural	kg	864.96	3.48	3,010.06
1.4.3	506009	Hormigón Ciclópeo 60% HS y 40% piedra	m3	94.89	129.37	12,275.92
1.4.4	506005	Hormigón Simple 280 kg/cm2	m3	46.75	174.41	8,153.67
1.4.5	5AA002	Sum - Ins. Viga Electrosoldada V8	m	20.00	13.46	269.20
1.4.6	5A2009	Encofrado Metálico de losa	m2	6.00	12.78	76.68
1.4.7	5A2010	Encofrado Metálico para veredas	m	110.84	3.91	433.38
1.4.8	5A2011	Encofrado Metálico para Muros	m2	128.05	13.91	1,781.18
1.4.9	5A2004	Encofrado Cúpula (Ferrocemento)	m2	16.80	18.84	316.51
1.4.10	5A0027	Tapas de tool galvanizado de 2 mm de espesor y reforzadas con ángulo	m2	7.25	66.74	483.87

1.4.11	5AD016	Arena lecho filtrante	m3	9.60	107.18	1,028.93
1.4.12	5AD015	Sum - Colocación Grava para filtro	m3	3.60	75.14	270.50
1.4.13	5AD014	Sum - Colocación Grava 3/4" para filtro	m3	3.60	71.12	256.03
<b>1.5</b>		<b>Albañilería</b>				<b>3,783.96</b>
1.5.1	507005	Enlucido con Mortero 1:2	m2	244.89	11.71	2,867.66
1.5.2	507004	Enlucido Impermeabilizado 1:2	m2	67.03	13.67	916.30
<b>2</b>		<b>Sistema de distribución de Agua Potable</b>				<b>73,672.52</b>
<b>2.1</b>		<b>Obras Preliminares</b>				<b>7,860.74</b>
2.1.1	597004	Replanteo y Nivelación para Red de Agua	m	5,078.00	1.08	5,484.24
2.1.2	597002	Limpieza y Desbroce para Instalación de Tuberías	m2	1,828.08	1.30	2,376.50
<b>2.2</b>		<b>Movimiento de Tierras</b>				<b>43,581.43</b>
2.2.1	598001	Excavación de zanja con máquina en suelo sin clasificar o - 2 m de profundidad	m3	4,570.20	3.66	16,726.93
2.2.2	595002	Relleno Compactado de Zanja con mat. Clasificado en Obra	m3	2,742.12	7.22	19,798.11
2.2.3	592001	Excavación de zanja a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	457.02	15.44	7,056.39
<b>2.3</b>		<b>Instalaciones Hidrosanitarias</b>				<b>13,940.32</b>
2.3.1	5A3299	Sum - Ins. Tubería PVC E/C 1.00 MPA D=25 mm	ml	1,042.84	1.61	1,678.97
2.3.2	5A3298	Sum - Ins. Tubería PVC E/C 1.00 MPA D=32 mm	ml	2,841.85	2.30	6,536.26
2.3.3	5A3297	Sum - Ins. Tubería PVC E/C 1.00 MPA D=40 mm	ml	866.00	2.46	2,130.36
2.3.4	5A3001	Sum - Ins. Tubería PVC E/C 1.00 MPA D=50 mm	ml	327.31	3.26	1,067.03
2.3.5	5A3313	Sum - Ins. Accesorios Entrada y Salida D=40 mm	Gbl	7.00	361.10	2,527.70
<b>2.4</b>		<b>Estructura</b>				<b>7,620.98</b>
2.4.1	5A0001	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 (incluye corte y doblado)	kg	266.67	2.47	658.67
2.4.2	5A0013	Sum - Ins. Acero Estructural	kg	53.33	3.48	185.59
2.4.3	506009	Hormigón Ciclópeo 60% HS y 40% piedra	m3	3.02	129.37	390.70
2.4.4	506005	Hormigón Simple 280 kg/cm2	m3	28.78	174.41	5,019.52
2.4.5	5A2011	Encofrado Metálico para Muros	m2	56.64	13.91	787.86
2.4.6	5A0027	Tapas de tool galvanizado de 2 mm de espesor y reforzadas con ángulo	m2	8.50	66.74	567.29
2.4.7	508006	Replanteo de Hormigón Simple, e=10cm f'c=180kg/cm2	m3	0.20	56.74	11.35
<b>2.5</b>		<b>Albañilería</b>				<b>669.05</b>
2.5.1	507005	Enlucido con Mortero 1:2	m2	33.60	11.71	393.46
2.5.2	507004	Enlucido Impermeabilizado 1:2	m2	20.16	13.67	275.59
<b>SUBTOTAL</b>						<b>125,089.99</b>
<b>IVA</b>						<b>15 % 18,763.50</b>
<b>TOTAL</b>						<b>143,853.49</b>

Son: **CIENTO CUARENTA Y TRES MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y TRES CON 49/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA**

Fuente: Elaboración propia.

## CONCLUSIONES

El estudio demográfico realizado en la comunidad La Dolorosa reveló una población actual de 475 habitantes sin acceso a agua potable. En respuesta a esta problemática, se ha propuesto el diseño de una planta de tratamiento y un sistema de distribución de agua potable para mejorar la calidad de vida de los residentes.

El área beneficiaria del proyecto, determinada mediante estudios topográficos, abarca 75.21 hectáreas. La fuente de abastecimiento será el proyecto Cerro Negro, que proporcionará un caudal de 1 l/s de agua cruda para el tratamiento.

Previo al diseño de la planta, se realizó un análisis fisicoquímico y microbiológico del agua cruda, basándose en estos resultados, se determinó que el método de tratamiento más adecuado es la filtración lenta y cloración.

Para la desinfección del agua se seleccionó un sistema Clorid L10, elegido por su facilidad de instalación y bajo costo operativo, estimado en 0.01 centavos de dólar por litro producido. Este sistema ofrece una efectividad de desinfección del 99.96%.

El tanque de almacenamiento, diseñado tras un análisis exhaustivo, tendrá una capacidad de 30 m<sup>3</sup>, suficiente para garantizar una distribución eficiente y continua de agua de calidad a la comunidad, contribuyendo así a la reducción de enfermedades de origen hídrico.

Para el diseño del sistema de distribución se utilizaron los softwares Civil 3D y WaterGEMS, que permitieron simular la conducción del agua a través de tuberías de PVC, asegurando presiones y velocidades adecuadas, este diseño garantiza una distribución equitativa y constante del agua tratada a todos los habitantes.

El proyecto culmina con la elaboración de un presupuesto detallado y la cuantificación de materiales de obra, proporcionando una visión clara de los recursos requeridos para su exitosa implementación, el valor del proyecto es de \$ 143 853. 49 (CIENTO CUARENTA Y TRES MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y TRES CON 49/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE

AMÉRICA). Esta información facilita la planificación financiera y permite una gestión eficiente de los recursos disponibles.

La implementación de este sistema integral de agua potable mejorará significativamente la salud pública y el bienestar general de la comunidad La Dolorosa.

## RECOMENDACIONES

Dada la urgente necesidad de agua potable para los 475 habitantes de la comunidad La Dolorosa, se recomienda la implementación inmediata del proyecto. Esta acción prioritaria es fundamental para mejorar la calidad de vida y la salud pública de los residentes.

Una vez ejecutado el proyecto, es imperativo desarrollar un plan de operación y mantenimiento preventivo integral. Este plan debe abarcar dos aspectos críticos:

- Sistema de Filtración Lenta:
  - Elaborar protocolos detallados de mantenimiento y limpieza.
  - Implementar un programa de capacitación para el personal local, asegurando su competencia en la operación y mantenimiento del sistema.
- Red de Distribución:
  - Diseñar un plan de mantenimiento preventivo específico para las tuberías de PVC y demás componentes del sistema de distribución.
  - Establecer cronogramas de inspección y mantenimiento regulares.

El monitoreo continuo de la calidad del agua es esencial para garantizar la salud de los consumidores, por lo tanto, se debe:

- Establecer un programa riguroso de muestreo y análisis del agua tratada.
- Realizar controles periódicos para asegurar el cumplimiento de los estándares de calidad establecidos.

Adicionalmente, para asegurar la sostenibilidad a largo plazo del sistema, es crucial fomentar la participación de la comunidad, esto implica:

- Involucrar a los residentes en la gestión y mantenimiento básico del sistema de agua potable.
- Desarrollar programas de educación comunitaria sobre el uso responsable del agua y la importancia del mantenimiento del sistema.

La implementación de estas recomendaciones no solo garantizará el suministro continuo de agua potable de calidad, sino que también promoverá un sentido de responsabilidad y apropiación del proyecto por parte de la comunidad, factores clave para su éxito y durabilidad.

## REFERENCIAS

- ARCA. (2022a). Norma técnica para el control a la Calidad del agua de consumo humano. *Agencia de Regulación y Control del Agua, REGULACIÓN Nro. DIR-ARCA-RG-012-2022*, 1-17.
- ARCA. (2022b). Parámetros y frecuencia de monitoreo para el control a la calidad del agua de consumo humano. *Agencia de Regulación y Control del Agua, RESOLUCIÓN NRO. ARCA-DE-016-2022*, 1-8.
- Arias, E., Araque, M., Vásconez, M., Avilés, E., Cuarán, F., García, D., Álvarez, D., Prehn, C., Borja, X., Valdiviezo, J., & Fernández, G. (2022). Diseño hidráulico de plantas de tratamiento de agua potable. *Editorial Universitaria Abya-Yala*.
- Bataller, M., Fernández, L., & Véliz, E. (2010). EFICIENCIA Y SOSTENIBILIDAD DEL EMPLEO DEL OZONO EN LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS. *Rev. Int. Contam. Ambient*, 26(1), 85-95.
- Cedillo, J., Feijoo, M., & Ordoñez, C. (2022). Caracterización Granulométrica del Rio Upano. *Ciencias Técnicas y Aplicadas Artículo de Investigación*, 7(7), 1054-1061.  
<https://doi.org/10.23857/pc.v7i7>
- CONAGUA. (s. f.). *MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANAMIENTO* (Vol. 12). [www.conagua.gob.mx](http://www.conagua.gob.mx)
- Crespo, H., & Figueroa, D. (2023). *Diseño del nuevo sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Quimzhi, cantón Gualaceo*. [Universidad Católica de Cuenca].  
<https://dspace.ucacue.edu.ec/items/251bf61a-529f-4e2d-8160-3aa6528b4df8>
- Das, B. M. (2015). Fundamentos de ingeniería geotécnica. *Cengage Learning, Cuarta edición*, 1-658. <https://www.geologiaviva.info/wp-content/uploads/2022/01/fundamentos-de-ingenieria-geotecnica-BMD.pdf>
- El Mercurio. (2014, enero 14). Moderna planta de agua potable para San Juan. *El Mercurio*, 1B.  
[https://issuu.com/elmercuriocuenca/docs/edicion\\_14\\_enero\\_2014](https://issuu.com/elmercuriocuenca/docs/edicion_14_enero_2014)

- Falconez, K., Loor, J., & Oleas, M. (2021). CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO CON Y SIN USO DEL MALACATE EN EL ENSAYO SPT. *Revista Científica de Educación Superior y Gobernanza Interuniversitaria Aula* 24, 2(3).
- Gonzalez, J. (2023). Tecnologías avanzadas del tratamiento de agua. *Universidad de la Guajira*, 1-15. <https://www.researchgate.net/publication/372744275>
- Gregory, G., Vargas, A., & Quesada, J. (2021). Prevención del golpe de ariete mediante el control del tiempo de cierre, al usar válvulas hidráulicas automatizadas. *Revista Tecnología en Marcha*. <https://doi.org/10.18845/tm.v34i1.4821>
- Gutiérrez, W. (2023). Ensayo granulométrico de los suelos mediante el método del tamizado. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 6908-6927. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i2.5834](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5834)
- Hernández, J., Figueroa, B., & Martínez, M. (2019). Propiedades físicas del suelo y su relación con la plasticidad en un sistema bajo labranza tradicional y no labranza. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1-9.
- Higiene Ambiental. (2018, marzo 7). *La historia del tratamiento del agua potable: un camino hacia la mejora radical de la salud pública*. <https://higieneambiental.com/aire-agua-y-legionella/la-historia-del-tratamiento-del-agua-potable-un-camino-hacia-la-mejora-radical-de-la-salud-publica>
- INEC, AME, ARCA, & bde. (2022). Operación estadística de Agua Potable y Saneamiento en GAD Municipales. *Gestión de Agua Potable y Saneamiento*, 7, 1-31.
- Linés, A. (2010). Clima y cambio climático. *RAM (Revista del Aficionado a la Meteorología)*, 3(26).
- LOCKEN. (2017, abril 28). *El agua en la historia de la civilización del hombre*. AGUASRESIDUALES.INFO. <https://www.aguasresiduales.info/revista/blog/el-agua-en-la-historia-de-la-civilizacion-del-hombre>

- Monís, J. (2020). *HISTORIA, ANÁLISIS Y EXPRESIÓN GRÁFICA DE LAS FÓRMULAS DE PÉRDIDAS DE CARGA UTILIZADAS EN LA INGENIERÍA HIDRÁULICA* [Universidad de Córdoba]. <https://www.uco.es/ucopress/index.php/es/>
- MSP, & EPMAPS. (2019). GUÍA DE AGUA SEGURA. *Ministerio de Salud Pública*.
- Naranjo, H., & Dranichnikov, T. (2012). Cálculo de capacidad portante basado en geofísica y método convencional. *Universidad Politécnica Salesiana*, 1-201.
- NEC-SE-CG. (2015). CARGAS (NO SÍSMICAS). *Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, CAMICON*, 1-36.
- NEC-SE-GC. (2015). GEOTÉCNIA Y CIMENTACIONES. *Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, CAMICON*, 1-74.
- NEC-SE-HM. (2015). ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO. *Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, CAMICON*, 1-113.
- Noriega, M., Quintero, C., Guajardo, J., Morales, J., & Compeán, M. (2012). Desinfección y purificación de agua mediante nanopartículas metálicas y membranas compósitas. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 3, 87-100.  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=353531980006>
- NTE INEN 1108. (2020). AGUA PARA CONSUMO HUMANO. REQUISITOS. *Servicio Ecuatoriano de Normalización, Sexta revisión*, 1-14.
- Orozco Lab. (2023, octubre 19). *Historia de las Plantas Tratadoras de Agua: Un Viaje a Través del Tiempo*. <https://www.oroicolab.info/historia-de-las-plantas-tratadoras-de-agua>
- Ponce, F. (2006). *MANUAL PARA ENSAYO DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN ACCESORIOS DE TUBERÍA DEL LABORATORIO DE HIDRÁULICA*. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.
- Rodríguez, L. (2020, diciembre 15). *El proceso de tratamiento de aguas residuales y eliminación de contaminantes emergentes*. iagua. <https://www.iagua.es/blogs/lander-rodriguez-jorge/proceso-tratamiento-aguas-residuales-y-eliminacion-contaminantes>

- Rossel, L., Rossel, L., Ferro, F., Ferro, A., & Zapata, R. (2020). Radiación ultravioleta-c para desinfección bacteriana (coliformes totales y termotolerantes) en el tratamiento de agua potable. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 22(1), 68-77.  
<https://doi.org/10.18271/ria.2020.537>
- RTE INEN 030. (2013). TUBOS Y ACCESORIOS PLÁSTICOS. *REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO, Primera Revisión*.
- Salamanca, E. (2016). TRATAMIENTO DE AGUAS PARA EL CONSUMO HUMANO. *Módulo Arquitectura CUC*, 17(1), 29-48.
- SENAGUA. (2015). Norma de Diseño para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Disposición de Excretas y Residuos Líquidos en el Área Rural. *Secretaría del Agua, NORMA CO 10.7-602-REVISIÓN*.
- Teamb. (2019, septiembre 12). *Historia de las Plantas de Agua*.  
<https://teamb.com.mx/historia-de-las-plantas-de-agua/>
- Teva, F. (2018). *Aplicación de tecnologías de filtración mediante membranas en la depuración de aguas residuales urbanas para su reutilización*. Universidad de Extremadura.
- Tuset, S. (2022). *Historia sobre el tratamiento del agua potable*. Condorchem Enviro Solutions.  
<https://condorchem.com/es/blog/historia-sobre-el-tratamiento-del-agua-potable/>
- Vanegas, A. (2016). *Diseño del Sistema de Riego para la Comunidad de San José de Tacapamba, Cantón Paute, Provincia del Azuay* [UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA]. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/1873>
- Velepucha, J., Zambrano, J., Hidrovo, D., Zambrano, M., & Zevallos, J. (2023). Caracterización de los aceros 1018, 1020, y df2 según la norma SAE (Society of Automotive Engineer). *MQRInvestigar*, 7(2), 130-147. <https://doi.org/10.56048/mqr20225.7.2.2023.130-147>
- World Health Organization. (2017). Guidelines for drinking-water quality. WHO.
- Twort, A. C., Law, F. M., Crowley, F. W., & Ratnayaka, D. D. (2000). Water supply. IWA Publishing.

Environmental Protection Agency. (2018). Water treatment manual: Disinfection. EPA.

Huisman, L., & Wood, W. E. (1974). Slow sand filtration. World Health Organization.

## ANEXOS

### 1. Anexo A. Toma de encuestas.

**Figura 24.** *Toma de encuestas sector La Dolorosa*



Fuente. Elaboración Propia,

### 2. Anexo B. Levantamiento topográfico.

**Figura 25.** *Levantamiento topográfico sector La Dolorosa.*



Fuente. Elaboración Propia.

### 3. Anexo C. Calidad del agua.

**Figura 26.** Toma de muestra de agua.



Fuente. Elaboración Propia.

#### 4. Anexo D. Geotecnia.

**Figura 27.** *Ensayo Geotécnico SPT.*



Fuente. Elaboración Propia.

**Figura 28.** Cálculo método de Terzaghi, parte 1.

$$q_u = c N_c s_c + q^* N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma s_\gamma$$

**DATOS**

$\gamma_{suelo}$	20.5	Kn/m <sup>3</sup>	
$\phi$	30.512	°	
C	9.81	Kn/m <sup>2</sup>	
B	1	m	
Df	0.5	m	Profundidad
Fs	3		Factor seguridad
$q = Df * \gamma_{suelo}$	10.25	Kn/m <sup>2</sup>	
<b>Coefficientes de Reduccion</b>			
$\phi' = \tan^{-1}\left(\frac{2}{3} * \tan\phi\right)$	21.45	°	
$C' = \frac{2}{3} * C$	6.54	Kn/m <sup>2</sup>	

Fuente. Elaboración propia.

**Figura 29.** Cálculo método de Terzaghi, parte 2.

**Factores de Capacidad de Carga**

$$N_q = \frac{\alpha^2}{2 \cdot \cos^2(45 + \phi/2)}$$

$$\alpha = e^{(0.75 \pi - \phi/2) \tan \phi}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_\gamma = \frac{\tan \phi}{2} \left( \frac{K_{PY}}{\cos^2 \phi} - 1 \right)$$

	TIPO DE FALLA		a	a'
	GENERAL	LOCAL		
$N_q$	23.86	8.67	3.43	2.34
$N_c$	38.78	19.52		
$N_\gamma$	20.98	4.64		

Factor de forma "s"	Continua	Circular	Cuadrada
$s_c$	1.0	1.3	1.3
$s_\gamma$	1.0	0.6	0.8

Sc y Sy escoger según a la forma de la zapata

Sc	1
Sy	0.8

$$q_u = c N_c s_c + q^* N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma s_\gamma$$

Fuente. Elaboración propia.

**Figura 30.** Cálculo método de Terzaghi, parte 3.

TIPO DE FALLA				
GENERAL	LOCAL	$q_u$	$q_u'$	
		796.99	254.48	KN/m <sup>2</sup>
		$q_{adm}$	$q_{adm}$	
$Q_{adm.} = \frac{q_u}{F_s}$		265.66	84.83	KN/m <sup>2</sup>
				2.71 kg/cm <sup>2</sup>
				0.86 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente. Elaboración propia.

**Figura 31.** Serie de tamices utilizados en laboratorio.



Fuente. Elaboración propia.

## 5. Anexo E. Red de distribución.

- Resultados de la simulación

- **Tuberías.**

**Tabla 26.** Resultado de simulación en tuberías.

Label	Length (m)	Diameter (mm)	Material
T-31	28.52	22.8	PVC
T-56	42.55	28.8	PVC
T-41	44.83	28.8	PVC
T-37	45.57	36.8	PVC
T-39	45.48	28.8	PVC
T-43	50.7	28.8	PVC
T-47	50.82	22.8	PVC
T-42	49.63	28.8	PVC
T-38	56.58	36.8	PVC
T-34	53.64	36.8	PVC
T-45	53.84	22.8	PVC
T-40	63.44	28.8	PVC
T-36	54.51	36.8	PVC
T-55	62.26	28.8	PVC
T-52	63.86	22.8	PVC
T-27	63.38	22.8	PVC
T-57	66.84	28.8	PVC
T-50	67.99	22.8	PVC
T-02	70.66	47.4	PVC
T-49	70.13	22.8	PVC
T-46	72.73	22.8	PVC
T-32	73.87	22.8	PVC
T-35	74.32	36.8	PVC
T-23	79.04	36.8	PVC
T-51	82.44	22.8	PVC
T-24	81.87	36.8	PVC
T-48	88.64	22.8	PVC
T-19	89.25	37.8	PVC
T-30	94.02	22.8	PVC
T-07	96.57	29.8	PVC
T-05	136.93	29.8	PVC
T-20	114.45	36.8	PVC
T-14	276.71	29.8	PVC
T-33	116.02	22.8	PVC

T-10	137.7	29.8	PVC
T-06	128.39	29.8	PVC
T-18	144.27	37.8	PVC
T-15	150.71	29.8	PVC
T-16	205.57	29.8	PVC
T-17	242.55	29.8	PVC
T-11	244.73	29.8	PVC
T-01	256.65	47.4	PVC
T-04	146.45	29.8	PVC
T-03	58.49	29.8	PVC
T-09	95.87	29.8	PVC
T-08	13.97	29.8	PVC
T-13	141.53	29.8	PVC
T-12	53.65	29.8	PVC
T-21	45.21	36.8	PVC
T-22	27.29	36.8	PVC
T-25	5.39	22.8	PVC
T-26	58.75	22.8	PVC
T-28	43.45	22.8	PVC
T-29	8.99	22.8	PVC
T-44	225.39	28.8	PVC
T-53	14.6	28.8	PVC
T-54	46.31	28.8	PVC

Fuente. Elaboración Propia.

- **Nodos.**

En los nodos 23, 47, 18, 07 y 10 se presentan presiones menores a 7 mca debido a que se encuentran muy cercanos a los TRP, por ende, la carga hidráulica es baja.

**Tabla 27.** Resultado Simulación Nodos

Label	Elevacion (m)	Demand (L/s)	Pressure (mH2O)
N-24	2,368.09	0.011	12
N-25	2,365.23	0.012	14
N-50	2,381.23	0.023	17
N-37	2,379.09	0.024	67
N-48	2,387.94	0.024	11
N-49	2,384.98	0.024	14
N-35	2,368.36	0.009	80
N-34	2,364.16	0.02	85
N-31	2,375.61	0.008	77

N-30	2,386.62	0.012	66
N-33	2,369.58	0.009	81
N-32	2,370.90	0.013	81
N-36	2,374.04	0.015	73
N-38	2,429.39	0.022	12
N-41	2,427.36	0.031	12
N-22	2,391.03	0.028	22
N-23	2,378.15	0.043	2
N-28	2,404.11	0.022	50
N-20	2,416.14	0.011	39
N-39	2,423.26	0.022	18
N-29	2,393.84	0.025	60
N-46	2,400.38	0.028	30
N-47	2,393.75	0.031	5
N-45	2,408.62	0.074	22
N-21	2,406.84	0.022	7
N-43	2,420.67	0.037	13
N-44	2,413.05	0.044	19
N-02	2,491.03	0.052	29
N-01	2,497.25	0.131	24
N-42	2,426.72	0.045	9
N-17	2,467.19	0.04	50
N-18	2,453.67	0.034	4
N-40	2,416.92	0.023	24
N-26	2,359.05	0.042	20
N-19	2,434.69	0.036	22
N-16	2,371.08	0.017	15
N-15	2,372.88	0.026	13
N-05	2,445.17	0.033	15
N-06	2,434.59	0.047	26
N-07	2,433.41	0.048	6
N-04	2,454.47	0.035	13
N-03	2,468.03	0.045	7
N-11	2,364.76	0.121	25
N-10	2,391.02	0.094	5
N-27	2,352.00	0.052	27
N-08	2,419.87	0.025	14
N-14	2,368.00	0.077	18
N-12	2,356.39	0.13	31
N-09	2,403.36	0.085	21
N-13	2,369.00	0.118	18

Fuente. Elaboración propia

- **Tanque reductor de presión.**

**Tabla 28.** Resultado simulación TRP

Label	Elevation (m)	Diameter (mm)	Hydraulic Grade (From) (m)	Hydraulic Grade (To) (m)	Headloss (m)
TRP 1	2,484.46	29.8	2,516.15	2,484.46	31.69
TRP 2	2,443.67	29.8	2,459.75	2,443.67	16.08
TRP 3	2,399.97	29.8	2,423.20	2,399.97	23.23
TRP 4	2,458.76	36.8	2,516.13	2,458.76	57.37
TRP 5	2,415.36	22.8	2,454.88	2,415.36	39.52
TRP 6	2,380.36	22.8	2,412.92	2,380.36	32.56
TRP 7	2,398.79	28.8	2,430.22	2,398.79	31.43

Fuente. Elaboración propia.

- Reservorio.

**Tabla 29.** Resultado simulación Reservorio.

Label	Elevation (base) (m)	Elevation (Minimum) (m)	Elevation (Initial) (m)	Elevation (Maximum) (m)	Diameter (m)	Volume (calculated) (m3)	Volume Full (Calculated) (m3)
RESERVORIO	2,526.93	2,526.93	2,528.93	2,529.43	4.5	31.81	39.76

Fuente. Elaboración propia.

## **6. Anexo F. Presupuesto – APUS pdf**



PRESUPUESTO  
PROYECTO\_TESIS.pdf

## **7. Anexo G. Memorias de cálculo (planta de tratamiento).**



MEMORIAS DE  
CALCULO\_TESIS.pdf

## **8. Anexo H. Planos**



PLANOS\_TESIS.pdf

## Planta de Tratamiento y Sistema de Distribución de Agua Potable

Oferente: Sibri Ismael - Cobos Santiago  
 Ubicación: La Dolorosa - San Juan del Cid  
 Fecha: 15/07/2024

PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
<b>1</b>		<b>Panta de Tratamiento</b>				<b>51,417.47</b>
<b>1.1</b>		<b>Obras Preliminares</b>				<b>1,365.36</b>
1.1.1	597002	Limpieza y Desbroce para instalacion de tuberias	m2	504.00	1.30	655.20
1.1.2	597021	Replanteo y Nivelación	m2	504.00	0.84	423.36
1.1.3	597015	Bodega y guardiania de madera	m2	10.00	28.68	286.80
<b>1.2</b>		<b>Movimiento de Tierras</b>				<b>1,306.77</b>
1.2.1	592004	Excavación de zanja a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	35.91	20.59	739.39
1.2.2	592013	Excavación Estructural a Mano en suelo sin clasificar	m3	17.96	21.62	388.30
1.2.3	513007	Cargada de material a maquina	m3	26.93	1.22	32.85
1.2.4	513002	Transporte de Material hasta 5 km	m3	26.93	3.73	100.45
1.2.5	598030	Excavación con máquina en suelo conglomerado 0 a 2 m de profundidad	m3	8.98	3.26	29.27
1.2.6	598003	Excavación de zanja con máquina en suelo conglomerado 0 a 2 m de profundidad	m3	3.59	4.60	16.51
<b>1.3</b>		<b>Instalaciones Hidrosanitarias</b>				<b>5,923.24</b>
1.3.1	5A3373	Sum - Ins. Tubería PVC U/E 0.63 Mpa D=63mm	m	57.50	21.97	1,263.28
1.3.2	594021	Sum - Ins. de Tubería de desagüe PVC D=110mm	m	3.50	6.26	21.91
1.3.3	594018	Sum - Ins. de Tubería de desagüe PVC D=200mm	m	58.70	28.64	1,681.17
1.3.4	514019	Accesorios de Distribución a Filtros	Glb	1.00	435.49	435.49
1.3.5	514020	Accesorios de Salida de Filtros	Glb	1.00	717.35	717.35
1.3.6	514012	Sum - Ins. Clorador tipo Clorid	u	1.00	1,148.60	1,148.60
1.3.7	502053	Sum - Ins. Accesorios Caseta de Cloración	u	1.00	202.32	202.32
1.3.8	5A3310	Sum - Ins. Accesorios Tanque de Reserva	Glb	1.00	439.66	439.66
1.3.9	5A9097	Empate a pozo, mortero 1:3	u	1.00	13.46	13.46
<b>1.4</b>		<b>Estructura</b>				<b>39,038.14</b>
1.4.1	5A0001	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 (incluye corte y doblado)	kg	4,324.78	2.47	10,682.21
1.4.2	5A0013	Sum - Ins. Acero Estructural	kg	864.96	3.48	3,010.06
1.4.3	506009	Hormigón Ciclópeo 60% HS y 40% piedra	m3	94.89	129.37	12,275.92
1.4.4	506005	Hormigón Simple 280 kg/cm2	m3	46.75	174.41	8,153.67
1.4.5	5AA002	Sum - Ins. Viga Electrosoldada V8	m	20.00	13.46	269.20
1.4.6	5A2009	Encofrado Metálico de losa	m2	6.00	12.78	76.68
1.4.7	5A2010	Encofrado Metálico para veredas	m	110.84	3.91	433.38
1.4.8	5A2011	Encofrado Metálico para Muros	m2	128.05	13.91	1,781.18
1.4.9	5A2004	Encofrado Cupula (Ferrocimiento)	m2	16.80	18.84	316.51
1.4.10	5A0027	Tapas de tool galvanizado de 2 mm de espesor y reforzadas con angulo	m2	7.25	66.74	483.87
1.4.11	5AD016	Arena lecho filtrante	m3	9.60	107.18	1,028.93
1.4.12	5AD015	Sum - Colocacion Grava para filtro	m3	3.60	75.14	270.50
1.4.13	5AD014	Sum - Colocacion Grava 3/4" para filtro	m3	3.60	71.12	256.03
<b>1.5</b>		<b>Albañileria</b>				<b>3,783.96</b>
1.5.1	507005	Enlucido con Mortero 1:2	m2	244.89	11.71	2,867.66
1.5.2	507004	Enlucido Impermeabilizado 1:2	m2	67.03	13.67	916.30

<b>2</b>		<b>Sistema de distribución de Agua Potable</b>				<b>73,672.52</b>
<b>2.1</b>		<b>Obras Preliminares</b>				<b>7,860.74</b>
2.1.1	597004	Replanteo y Nivelación para Red de Agua	m	5,078.00	1.08	5,484.24
2.1.2	597002	Limpieza y Desbroce para Instalación de Tuberías	m2	1,828.08	1.30	2,376.50
<b>2.2</b>		<b>Movimiento de Tierras</b>				<b>43,581.43</b>
2.2.1	598001	Excavación de zanja con máquina en suelo sin clasificar 0 - 2 m de profundidad	m3	4,570.20	3.66	16,726.93
2.2.2	595002	Relleno Compactado de Zanja con mat. Clasificado en Obra	m3	2,742.12	7.22	19,798.11
2.2.3	592001	Excavación de zanja a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	457.02	15.44	7,056.39
<b>2.3</b>		<b>Instalaciones Hidrosanitarias</b>				<b>13,940.32</b>
2.3.1	5A3299	Sum - Ins. Tubería PVC E/C 1.00 MPA D=25 mm	ml	1,042.84	1.61	1,678.97
2.3.2	5A3298	Sum - Ins. Tubería PVC E/C 1.00 MPA D=32 mm	ml	2,841.85	2.30	6,536.26
2.3.3	5A3297	Sum - Ins. Tubería PVC E/C 1.00 MPA D=40 mm	ml	866.00	2.46	2,130.36
2.3.4	5A3001	Sum - Ins. Tubería PVC E/C 1.00 MPA D=50 mm	ml	327.31	3.26	1,067.03
2.3.5	5A3313	Sum - Ins. Accesorios Entrada y Salida D=40 mm	Gbl	7.00	361.10	2,527.70
<b>2.4</b>		<b>Estructura</b>				<b>7,620.98</b>
2.4.1	5A0001	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 (incluye corte y doblado)	kg	266.67	2.47	658.67
2.4.2	5A0013	Sum - Ins. Acero Estructural	kg	53.33	3.48	185.59
2.4.3	506009	Hormigón Ciclópeo 60% HS y 40% piedra	m3	3.02	129.37	390.70
2.4.4	506005	Hormigón Simple 280 kg/cm2	m3	28.78	174.41	5,019.52
2.4.5	5A2011	Encofrado Metálico para Muros	m2	56.64	13.91	787.86
2.4.6	5A0027	Tapas de tool galvanizado de 2 mm de espesor y reforzadas con angulo	m2	8.50	66.74	567.29
2.4.7	508006	Replanteo de Hormigón Simple, e=10cm f'c=180kg/cm2	m3	0.20	56.74	11.35
<b>2.5</b>		<b>Albañilería</b>				<b>669.05</b>
2.5.1	507005	Enlucido con Mortero 1:2	m2	33.60	11.71	393.46
2.5.2	507004	Enlucido Impermeabilizado 1:2	m2	20.16	13.67	275.59
<b>SUBTOTAL</b>						<b>125,089.99</b>
<b>IVA</b>					15 %	<b>18,763.50</b>
<b>TOTAL</b>						<b>143,853.49</b>

Son: CIENTO CUARENTA Y TRES MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y TRES CON 49/100 DÓLARES DE LOS EST.

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:**

Limpieza y Desbroce para instalacion de tuberias

**UNIDAD:** m2

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	0.12500	0.04
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.04</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	2.00000	4.14	8.28	0.12500	1.04
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>1.04</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>0.00</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>1.08</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>					<b>0.22</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>1.30</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>1.30</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
 LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:**  
Replanteo y Nivelación

**UNIDAD:** m2

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	0.02000	0.01
Equipo de topografía	1.00000	2.50	2.50	0.02000	0.05
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.06</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	1.00000	4.14	4.14	0.02000	0.08
Topografo 2	1.00000	4.65	4.65	0.02000	0.09
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>0.17</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Tira de eucalipto de 4 cm x 5 cm x 3 m	u	0.06000	1.30	0.08	
Tabla de encofrado	u	0.10000	<b>3.07</b>	0.31	
Clavos 2"	kg	0.03000	<b>2.63</b>	0.08	
Albalux	kg	0.01000	<b>0.22</b>	0.00	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>0.47</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>0.70</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>					<b>0.14</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>0.84</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>0.84</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

Lunes, 15 de julio de 2024

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
 LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

**RUBRO:**

Bodega y guardiania de madera

**UNIDAD:** m2

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	1.00000	0.30
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.30</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	1.00000	4.14	4.14	0.10000	0.41
Estructura Ocupacional D2	2.00000	4.19	8.38	0.10000	0.84
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>1.25</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Tira de eucalipto de 4 cm x 5 cm x 3 m	u	0.20000	1.30	0.26	
Pingos	m	1.30000	<b>2.23</b>	2.90	
Tabla de encofrado	u	1.50000	<b>3.07</b>	4.61	
Clavos 2"	kg	0.30000	<b>2.63</b>	0.79	
Clavos 3"	lb	0.30000	<b>2.08</b>	0.62	
Planchas de cubierta (fibro-cemento) 0.92x2.44m	u	0.50000	<b>15.34</b>	7.67	
Puerta de madera	u	0.10000	<b>55.00</b>	5.50	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>22.35</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>23.90</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>				<b>20 %</b>	<b>4.78</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>28.68</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>28.68</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
 LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:**Excavación de zanja a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 0 y 2 m **UNIDAD:** m3**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	2.00000	0.60
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.60</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	2.00000	4.14	8.28	2.00000	16.56
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>16.56</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>0.00</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>17.16</b>
				<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>	<b>3.43</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>20.59</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>20.59</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

---

**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:**

Excavación Estructural a Mano en suelo sin clasificar

**UNIDAD:** m3**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	2.10000	0.63
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.63</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	2.00000	4.14	8.28	2.10000	17.39
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>17.39</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>0.00</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>18.02</b>
				<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>	<b>3.60</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>21.62</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>21.62</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

Lunes, 15 de julio de 2024

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:**

Cargada de material a maquina

**UNIDAD:** m3

**DETALLE:**

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	0.03000	0.01
Retroexcavadora 60 HP	1.00000	25.00	25.00	0.03000	0.75
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.76</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	1.00000	4.14	4.14	0.03000	0.12
Estructura Ocupacional C1 G1	1.00000	4.65	4.65	0.03000	0.14
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>0.26</b>
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>0.00</b>
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>1.02</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>					<b>0.20</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>1.22</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>1.22</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
 LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:**

Transporte de Material hasta 5 km

**UNIDAD:** m3**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Volquete (4 m3)	1.00000	25.00	25.00	0.10000	2.50
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>2.50</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Chofer Licencia Tipo E C1	1.00000	6.08	6.08	0.10000	0.61
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>0.61</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>0.00</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>3.11</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>				<b>20 %</b>	<b>0.62</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>3.73</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>3.73</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

---

**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:**

Excavación con máquina en suelo conglomerado 0 a 2 m de profundidad

**UNIDAD:** m3

**DETALLE:**

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	0.08000	0.02
Retroexcavadora 60 HP	1.00000	25.00	25.00	0.08000	2.00
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>2.02</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	1.00000	4.14	4.14	0.08000	0.33
Estructura Ocupacional C1 G1	1.00000	4.65	4.65	0.08000	0.37
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>0.70</b>
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>0.00</b>
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>2.72</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>					<b>0.54</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>3.26</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>3.26</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
 LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:**

Excavación de zanja con máquina en suelo conglomerado 0 a 2 m de profundidad

**UNIDAD:** m3

**DETALLE:**

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	0.10000	0.03
Retroexcavadora 60 HP	1.00000	25.00	25.00	0.10000	2.50
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>2.53</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	2.00000	4.14	8.28	0.10000	0.83
Estructura Ocupacional C1 G1	1.00000	4.65	4.65	0.10000	0.47
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>1.30</b>
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>0.00</b>
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>3.83</b>
				<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>	<b>0.77</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>4.60</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>4.60</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
 LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

**RUBRO:**

Sum - Ins. Tubería PVC U/E 0.63 Mpa D=63mm

**UNIDAD:** m

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	0.20000	0.06
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.06</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional D2	1.00000	4.19	4.19	0.20000	0.84
Estructura Ocupacional E2	3.00000	4.14	12.42	0.20000	2.48
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>3.32</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Material Lubricante	lb	0.15000	0.60	0.09	
Tubería PVC U/E 0.63 Mpa D=63mm	m	1.00000	14.84	14.84	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>14.93</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>18.31</b>
				<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>	<b>3.66</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>21.97</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>21.97</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

---

**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

**RUBRO:**

Sum - Ins. de Tubería de desagüe PVC D=110mm

**UNIDAD:** m**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	0.10000	0.03
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.03</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional D2	1.00000	4.19	4.19	0.10000	0.42
Estructura Ocupacional E2	1.00000	4.14	4.14	0.10000	0.41
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>0.83</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Polipega	gl	0.01000	48.84	0.49	
Tubería PVC de desagüe de 4" (110mm)	m	1.00000	3.87	3.87	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>4.36</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>5.22</b>
				<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>	<b>1.04</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>6.26</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>6.26</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

Lunes, 15 de julio de 2024

---

**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

**RUBRO:**

Sum - Ins. de Tubería de desagüe PVC D=200mm

**UNIDAD:** m**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	1.00000	0.30
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.30</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional D2	1.00000	4.19	4.19	1.00000	4.19
Estructura Ocupacional E2	1.00000	4.14	4.14	1.00000	4.14
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>8.33</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Polipega	gl	0.01000	48.84	0.49	
Tubería de desagüe PVC D=200mm	m	1.00000	14.75	14.75	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>15.24</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>23.87</b>
				<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>	<b>4.77</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>28.64</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>28.64</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

Lunes, 15 de julio de 2024

---

**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

**RUBRO:**

Accesorios de Distribución a Filtros

**UNIDAD:** Glb

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	3.00000	0.90
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.90</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	1.00000	4.14	4.14	3.00000	12.42
Estructura Ocupacional D2	1.00000	4.19	4.19	3.00000	12.57
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>24.99</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Tubería de Polietileno 1 1/2"	m	60.40000	0.75	45.30	
Adaptador Flex 1 1/2"	u	2.00000	<b>0.75</b>	1.50	
Tee Flex 1 1/2"	u	2.00000	<b>1.50</b>	3.00	
Abrazadera de Acero Inoxidable	u	8.00000	<b>0.60</b>	4.80	
Reductor PVC 2" a 1 1/2" (Rosca)	u	2.00000	<b>1.20</b>	2.40	
Neplo PVC roscable 2" L=25 cm	u	3.00000	<b>4.50</b>	13.50	
Neplo PVC roscable 2" L=10 cm	u	6.00000	<b>3.45</b>	20.70	
Valvula de Compuerta D = 2" Tipo Red-white Japonesa	u	3.00000	<b>71.26</b>	213.78	
Adaptador PVC 63 x 2" H	u	1.00000	<b>3.03</b>	3.03	
Reductor PVC E/C 63 x 40 mm	u	1.00000	<b>1.49</b>	1.49	
UNION UNIVERSAL PVC-R 2"	u	3.00000	<b>7.38</b>	22.14	
TEE PVC-R 2"	u	1.00000	<b>1.80</b>	1.80	
Teflon	g/lb	2.00000	<b>1.79</b>	3.58	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>337.02</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>362.91</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>					<b>72.58</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>435.49</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>435.49</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

---

**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:**

Accesorios de Salida de Filtros

**UNIDAD:** Glb

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	4.00000	1.20
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>1.20</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	1.00000	4.14	4.14	4.00000	16.56
Estructura Ocupacional D2	1.00000	4.19	4.19	4.00000	16.76
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>33.32</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Neplo PVC roscable 2" L=10 cm	u	7.00000	3.45	24.15	
Neplo PVC roscable 2" L=15 cm	u	1.00000	<b>4.15</b>	4.15	
Neplo PVC roscable 2" L=20 cm	u	1.00000	<b>4.20</b>	4.20	
Neplo PVC roscable 2" L=30 cm	u	5.00000	<b>4.70</b>	23.50	
Neplo PVC roscable 2" L=70 cm	u	1.00000	<b>6.45</b>	6.45	
Neplo PVC roscable 2" L=90 cm	u	1.00000	<b>7.15</b>	7.15	
Neplo PVC roscable 2" L=220 cm	u	1.00000	<b>19.00</b>	19.00	
Adaptador PVC 63 x 2" H	u	2.00000	<b>3.03</b>	6.06	
Tee HG 2"	u	2.00000	<b>3.21</b>	6.42	
Codo HG D=2" 90 grados	u	2.00000	<b>2.46</b>	4.92	
Codo HG D=60.3mm 45 grados	u	1.00000	<b>20.65</b>	20.65	
Codo PVC R2"	u	1.00000	<b>1.45</b>	1.45	
UNION UNIVERSAL PVC-R 2"	u	10.00000	<b>7.38</b>	73.80	
Válvula de Compuerta D = 2" Tipo Red-White Japonesa	u	5.00000	<b>71.26</b>	356.30	
Reductor PVC E/C 63 x 40 mm	u	1.00000	<b>1.49</b>	1.49	
Teflon	glb	2.00000	<b>1.79</b>	3.58	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>563.27</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>597.79</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>				<b>20 %</b>	<b>119.56</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>717.35</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>717.35</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

---

**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

**RUBRO:**

Sum - Ins. Clorador tipo Clorid

**UNIDAD:** u

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	0.25000	0.08
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.08</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	1.00000	4.14	4.14	0.25000	1.04
Estructura Ocupacional D2	1.00000	4.19	4.19	0.25000	1.05
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>2.09</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Clorador tipo Clorid L-30	u	1.00000	955.00	955.00	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>955.00</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>957.17</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>					<b>191.43</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>1,148.60</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>1,148.60</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

---

**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

**RUBRO:**

Sum - Ins. Accesorios Caseta de Cloración

**UNIDAD:** u

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	1.50000	0.45
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.45</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	1.00000	4.14	4.14	1.50000	6.21
Estructura Ocupacional D2	1.00000	4.19	4.19	1.50000	6.29
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>12.50</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Tanque de cloración 500 lt	u	1.00000	125.00	125.00	
Válvula flotadora de 1/2"	u	1.00000	<b>27.66</b>	27.66	
Codo PVC D=1/2"	u	1.00000	<b>0.40</b>	0.40	
Neplo PVC roscable de 1/2" L=20 cm	u	1.00000	<b>2.59</b>	2.59	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>155.65</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>168.60</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>					<b>33.72</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>202.32</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>202.32</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
 LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

**RUBRO:**

Sum - Ins. Accesorios Tanque de Reserva

**UNIDAD:** Glb

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	3.00000	0.90
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.90</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	1.00000	4.14	4.14	3.00000	12.42
Estructura Ocupacional C3	1.00000	4.26	4.26	3.00000	12.78
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>25.20</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Union HG D=2"	u	1.00000	1.72	1.72	
Union Universal HG 1 1/2"	u	2.00000	5.35	10.70	
Válvula de Compuerta D=1 1/2"	u	1.00000	55.00	55.00	
Tramo Corto HG 2" L=15cm	u	1.00000	3.00	3.00	
Tramo Corto HG 2" L=60cm	u	1.00000	12.50	12.50	
Tramo Corto HG 2" L=90cm	u	1.00000	16.00	16.00	
Tramo Corto HG 2" L=20cm	u	1.00000	3.50	3.50	
Codo HG roscable D=60.3mm, 90 grados	U	1.00000	23.30	23.30	
Tramo Corto HG 1 1/2" L=25cm	u	1.00000	4.80	4.80	
Tramo Corto HG 2" L=65cm	u	1.00000	9.00	9.00	
Tramo Corto HG 2" L=2.25cm	u	1.00000	30.00	30.00	
Tramo Corto HG 1 1/2" L=2.05cm	u	1.00000	26.00	26.00	
Tramo Corto HG 2" L=10cm	u	1.00000	2.50	2.50	
Tramo Corto HG 1 1/2" L=20cm	u	1.00000	4.00	4.00	
Tramo Corto HG 1 1/2" L=70cm	u	1.00000	9.50	9.50	
Adaptador PVC HG 40mm	u	1.00000	3.80	3.80	
Tramo Corto HG 1 1/2" L=10cm	u	1.00000	2.20	2.20	
Sum - Ins. valvula de Compuerta D = 2" Tipo RED-WHITE (Japonesa) o similar	u	1.00000	76.43	76.43	
Sum - Ins. Unión Universal HG 2"	u	2.00000	9.67	19.34	
Sum - Ins. Tee HG 2"	u	1.00000	6.38	6.38	
Sum - Ins. Codo HG 2" x 90 grados	u	2.00000	5.26	10.52	
Adaptador Hembra PVC - HG 50mm	u	1.00000	10.09	10.09	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>340.28</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>366.38</b>

<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	<b>20 %</b>	<b>73.28</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>439.66</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>439.66</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

---

**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

**RUBRO:**

Sum - Ins. Válvula de Compuerta D = 2" Tipo RED-WHITE (Japonesa) o similar

**UNIDAD:** u

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	0.60000	0.18
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.18</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional D2	1.00000	4.19	4.19	0.60000	2.51
Estructura Ocupacional E2	1.00000	4.14	4.14	0.60000	2.48
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>4.99</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Válvula de Compuerta D = 2" Tipo Red-White Japonesa	u	1.00000	71.26	71.26	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>71.26</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>76.43</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>				<b>20 %</b>	<b>15.29</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>91.72</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>91.72</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

---

**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

**RUBRO:**

Adaptador Hembra PVC - HG 50mm

**UNIDAD:** u

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	1.00000	0.30
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.30</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional D2	0.20000	4.19	0.84	1.00000	0.84
Estructura Ocupacional E2	0.40000	4.14	1.66	1.00000	1.66
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>2.50</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Teflon	glb	1.00000	1.79	1.79	
Adaptador PVC-HG D=50mm	u	1.00000	5.50	5.50	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>7.29</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>10.09</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>					<b>2.02</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>12.11</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>12.11</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
 LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

**RUBRO:**

Sum - Ins. Codo HG 2" x 90 grados

UNIDAD: u

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	1.00000	0.30
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.30</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional D2	0.20000	4.19	0.84	1.00000	0.84
Estructura Ocupacional E2	0.40000	4.14	1.66	1.00000	1.66
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>2.50</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Codo HG D=2" 90 grados	u	1.00000	2.46	2.46	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>2.46</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>5.26</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>				<b>20 %</b>	<b>1.05</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>6.31</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>6.31</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

---

**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

**RUBRO:**

Sum - Ins. Tee HG 2"

**UNIDAD:** u

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	0.40000	0.12
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.12</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional D2	1.00000	4.19	4.19	0.30000	1.26
Estructura Ocupacional C3	1.00000	4.26	4.26	0.40000	1.70
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>2.96</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Teflon	glb	0.05000	1.79	0.09	
Tee HG 2"	u	1.00000	3.21	3.21	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>3.30</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>6.38</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>					<b>1.28</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>7.66</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>7.66</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

Lunes, 15 de julio de 2024

---

**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

**RUBRO:**

Sum - Ins. Unión Universal HG 2"

UNIDAD: u

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	1.00000	0.30
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.30</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional D2	0.25000	4.19	1.05	1.00000	1.05
Estructura Ocupacional E2	0.50000	4.14	2.07	1.00000	2.07
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>3.12</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Teflon	glb	1.00000	1.79	1.79	
Union Universal HG 2"	u	1.00000	4.46	4.46	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>6.25</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>9.67</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>				<b>20 %</b>	<b>1.93</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>11.60</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>11.60</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

Lunes, 15 de julio de 2024

---

**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:**

Empate a pozo, mortero 1:3

**UNIDAD:** u

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	1.00000	0.30
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.30</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional D2	1.00000	4.19	4.19	1.00000	4.19
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>4.19</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Cemento Portland	kg	0.15000	0.17	0.03	
Agua	m3	0.01000	0.30	0.00	
Arena de Paute	m3	0.25000	26.79	6.70	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>6.73</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>11.22</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>					<b>2.24</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>13.46</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>13.46</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

Lunes, 15 de julio de 2024

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
 LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:**

Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 (incluye corte y doblado)

**UNIDAD:** kg

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	0.03000	0.01
Cortadora de Hierro	1.00000	0.70	0.70	0.03000	0.02
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.03</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	2.00000	4.14	8.28	0.03000	0.25
Estructura Ocupacional D2	1.00000	4.19	4.19	0.03000	0.13
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>0.38</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Acero de Refuerzo	kg	1.10000	1.20	1.32	
Alambre de amarre # 18	kg	0.15000	2.17	0.33	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>1.65</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>2.06</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>					<b>0.41</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>2.47</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>2.47</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
 LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

**RUBRO:**

Sum - Ins. Acero Estructural

**UNIDAD:** kg

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	0.05000	0.02
Soldadora	1.00000	1.00	1.00	0.05000	0.05
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.07</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	2.00000	4.14	8.28	0.05000	0.41
Estructura Ocupacional C1_Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00000	4.65	4.65	0.05000	0.23
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>0.64</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Suelda 60/11	kg	0.01000	3.74	0.04	
Pintura Anticorrosiva	gl	0.00500	10.50	0.05	
Perfil de acero estructural doblado en frío A36	Kg	1.05000	2.00	2.10	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>2.19</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>2.90</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>					<b>0.58</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>3.48</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>3.48</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
 LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:**

Hormigón Ciclópeo 60% HS y 40% piedra

**UNIDAD:** m3

**DETALLE:**

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	1.48000	0.44
Concretera de un Saco	1.00000	2.30	2.30	0.91000	2.09
Vibrador	1.00000	1.38	1.38	0.91000	1.26
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>3.79</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	4.00000	4.14	16.56	1.48000	24.51
Estructura Ocupacional D2	2.00000	4.19	8.38	1.48000	12.40
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>36.91</b>
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Agua	m3	0.17000	0.30	0.05	
Arena de Paute	m3	0.39000	<b>26.79</b>	10.45	
Grava 3/4"	m3	0.39000	<b>20.00</b>	7.80	
Piedra de canto rodado	m3	0.45000	<b>22.50</b>	10.13	
Cemento Portland	kg	227.50000	<b>0.17</b>	38.68	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>67.11</b>
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>107.81</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>					<b>21.56</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>129.37</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>129.37</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE**  
**LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

**RUBRO:**  
Hormigón Simple 280 kg/cm2

**UNIDAD:** m3

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	1.20000	0.36
Concretera de un Saco	1.00000	2.30	2.30	1.20000	2.76
Vibrador	1.00000	1.38	1.38	1.20000	1.66
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>4.78</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	6.00000	4.14	24.84	1.20000	29.81
Estructura Ocupacional D2	2.00000	4.19	8.38	1.20000	10.06
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>39.87</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Agua	m3	0.18000	0.30	0.05	
Arena de Paute	m3	0.61000	<b>26.79</b>	16.34	
Grava 3/4"	m3	0.73000	<b>20.00</b>	14.60	
Cemento Portland	kg	410.00000	<b>0.17</b>	69.70	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>100.69</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>145.34</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>					<b>29.07</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>174.41</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>174.41</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
 LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:**

Sum - Ins. Viga Electrosoldada V8

**UNIDAD:** m

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	1.00000	0.30
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.30</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	1.00000	4.14	4.14	0.05000	0.21
Estructura Ocupacional D2	1.00000	4.19	4.19	0.05000	0.21
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>0.42</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Viga Electrosoldada V8	m	1.00000	10.50	10.50	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>10.50</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>11.22</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>				<b>20 %</b>	<b>2.24</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>13.46</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>13.46</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
 LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

**RUBRO:**  
Encofrado Metálico de losa

**UNIDAD:** m2

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	0.20000	0.06
Cofre metálico 1.20 x 0.60 m	1.50000	0.83	1.25	1.00000	1.25
Puntales para losa L=3.30m	4.00000	0.96	3.84	1.00000	3.84
Vigas para losa	1.00000	3.00	3.00	1.00000	3.00
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>8.15</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	2.00000	4.14	8.28	0.20000	1.66
Estructura Ocupacional D2	1.00000	4.19	4.19	0.20000	0.84
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>2.50</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>0.00</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>10.65</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>					<b>2.13</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>12.78</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>12.78</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
 LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

**RUBRO:**

Encofrado Metálico para veredas

**UNIDAD:** m

**DETALLE:**

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	0.10000	0.03
Encofrado pavimento 20cm	1.00000	0.10	0.10	24.00000	2.40
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>2.43</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional D2	1.00000	4.19	4.19	0.10000	0.42
Estructura Ocupacional E2	1.00000	4.14	4.14	0.10000	0.41
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>0.83</b>
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>0.00</b>
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>3.26</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>					<b>0.65</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>3.91</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>3.91</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
 LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

**RUBRO:**

Encofrado Metálico para Muros

**UNIDAD:** m2

**DETALLE:**

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	0.50000	0.15
Cofre metálico 1.20 x 0.60 m	1.50000	0.83	1.25	0.50000	0.62
Puntales para losa L=3.30m	4.00000	0.96	3.84	0.50000	1.92
Vigas para losa	1.00000	3.00	3.00	0.50000	1.50
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>4.19</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	2.00000	4.14	8.28	0.50000	4.14
Estructura Ocupacional D2	1.00000	4.19	4.19	0.50000	2.10
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>6.24</b>
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Clavos 2" a 4"	kg	0.02000	1.80	0.04	
Pingos	m	0.50000	2.23	1.12	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>1.16</b>
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>11.59</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>					<b>2.32</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>13.91</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>13.91</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

Lunes, 15 de julio de 2024

---

**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

**RUBRO:**

Encofrado Cupula (Ferrocemento)

**UNIDAD:** m2

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	1.00000	0.30
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.30</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	2.00000	4.14	8.28	0.60000	4.97
Estructura Ocupacional D2	1.00000	4.19	4.19	0.60000	2.51
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>7.48</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Tira de eucalipto de 4 cm x 5 cm x 3 m	u	4.00000	1.30	5.20	
Clavos 2"	kg	0.30000	<b>2.63</b>	0.79	
Madera Contrachapada 5.5 mm	u	0.17000	<b>11.34</b>	1.93	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>7.92</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>15.70</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>					<b>3.14</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>18.84</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>18.84</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

---

**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:**

Tapas de tool galvanizado de 2 mm de espesor y reforzadas con angulo

**UNIDAD:** m2

**DETALLE:**

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	3.00000	0.90
Soldadora	1.00000	1.00	1.00	3.00000	3.00
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>3.90</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	1.00000	4.14	4.14	3.00000	12.42
Estructura Ocupacional C3	1.00000	4.26	4.26	3.00000	12.78
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>25.20</b>
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Suelda 60/11	kg	0.20000	3.74	0.75	
Pintura Anticorrosiva	gl	0.12500	<b>10.50</b>	1.31	
Tool	m2	1.00000	<b>12.00</b>	12.00	
Angulo 1*1*1/8*6 (perfil L)	ml	4.00000	<b>1.40</b>	5.60	
bisagras de 1/2"	u	2.00000	<b>3.43</b>	6.86	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>26.52</b>
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>55.62</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>				<b>20 %</b>	<b>11.12</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>66.74</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>66.74</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:**

Arena lecho filtrante

**UNIDAD:** m3

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	0.50000	0.15
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.15</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	1.00000	4.14	4.14	0.50000	2.07
Estructura Ocupacional D2	1.00000	4.19	4.19	0.50000	2.10
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>4.17</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Arena Clasificada	m3	1.00000	85.00	85.00	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>85.00</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>89.32</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>				<b>20 %</b>	<b>17.86</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>107.18</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>107.18</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
 LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:**

Sum - Colocacion Grava para filtro

**UNIDAD:** m3**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	0.50000	0.15
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.15</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	4.00000	4.14	16.56	0.50000	8.28
Estructura Ocupacional D2	1.00000	4.19	4.19	1.00000	4.19
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>12.47</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Grava para filtro	m3	1.00000	50.00	50.00	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>50.00</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>62.62</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>				<b>20 %</b>	<b>12.52</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>75.14</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>75.14</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

---

**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:**

Sum - Colocacion Grava 3/4" para filtro

**UNIDAD:** m3

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	0.50000	0.15
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.15</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	4.00000	4.14	16.56	2.00000	33.12
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>33.12</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Grava 3/4"	m3	1.30000	20.00	26.00	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>26.00</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>59.27</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>					<b>11.85</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>71.12</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>71.12</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
 LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

**RUBRO:**

Enlucido con Mortero 1:2

**UNIDAD:** m2

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	2.00000	0.30	0.60	0.66000	0.40
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.40</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	1.00000	4.14	4.14	0.66000	2.73
Estructura Ocupacional D2	1.00000	4.19	4.19	0.66000	2.77
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>5.50</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Agua	m3	0.00500	0.30	0.00	
Arena de Paute	m3	0.02500	<b>26.79</b>	0.67	
Cemento Portland	kg	18.75000	<b>0.17</b>	3.19	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>3.86</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>9.76</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>					<b>1.95</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>11.71</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>11.71</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
 LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

**RUBRO:**

Enlucido Impermeabilizado 1:2

**UNIDAD:** m2

**DETALLE:**

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	1.00000	0.30
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.30</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	0.30000	4.14	1.24	1.00000	1.24
Estructura Ocupacional D2	0.42000	4.19	1.76	1.00000	1.76
Estructura Ocupacional C2	1.00000	4.42	4.42	0.50000	2.21
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>5.21</b>
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Aditivo impermeabilizante	kg	1.20000	1.00	1.20	
Agua	m3	0.01000	<b>0.30</b>	0.00	
Arena de Paute	m3	0.03500	<b>26.79</b>	0.94	
Cemento Portland	kg	22.00000	<b>0.17</b>	3.74	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>5.88</b>
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>11.39</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>					<b>2.28</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>13.67</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>13.67</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

---

**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

**RUBRO:**

Replanteo y Nivelación para Red de Agua

**UNIDAD:** m

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	0.03000	0.01
Equipo de topografía	1.00000	2.50	2.50	0.03000	0.08
Vehículo liviano	1.00000	3.75	3.75	0.03000	0.11
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.20</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	1.00000	4.14	4.14	0.03000	0.12
Estructura Ocupacional D2	1.00000	4.19	4.19	0.03000	0.13
Topografo 2	1.00000	4.65	4.65	0.03000	0.14
Chofer Licencia Tipo E C1	1.00000	6.08	6.08	0.03000	0.18
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>0.57</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Tira de eucalipto de 4 cm x 5 cm x 3 m	u	0.03000	1.30	0.04	
Clavos 2"	kg	0.03000	2.63	0.08	
Albalux	kg	0.05000	0.22	0.01	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>0.13</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>0.90</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>					<b>0.18</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>1.08</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>1.08</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
 LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:**

Limpieza y Desbroce para Instalación de Tuberías

**UNIDAD:** m2

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	0.12500	0.04
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.04</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	2.00000	4.14	8.28	0.12500	1.04
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>1.04</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>0.00</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>1.08</b>
				<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>	<b>0.22</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>1.30</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>1.30</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
 LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:**

Excavación de zanja con máquina en suelo sin clasificar 0 - 2 m de profundidad

**UNIDAD:** m3

**DETALLE:**

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Retroexcavadora 60 HP	1.00000	25.00	25.00	0.08000	2.00
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	0.08000	0.02
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>2.02</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	2.00000	4.14	8.28	0.08000	0.66
Estructura Ocupacional C1 G1	1.00000	4.65	4.65	0.08000	0.37
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>1.03</b>
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>0.00</b>
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>3.05</b>
				<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>	<b>0.61</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>3.66</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>3.66</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

lunes, 15 de julio de 2024

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
 LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:**

Relleno Compactado de Zanja con mat. Clasificado en Obra

**UNIDAD:** m3

**DETALLE:**

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	0.25000	0.08
Vibro-apisonador	1.00000	3.00	3.00	0.25000	0.75
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.83</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	4.00000	4.14	16.56	0.25000	4.14
Estructura Ocupacional D2	1.00000	4.19	4.19	0.25000	1.05
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>5.19</b>
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>0.00</b>
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>6.02</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>				<b>20 %</b>	<b>1.20</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>7.22</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>7.22</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
 LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:**

Excavación de zanja a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m

**UNIDAD:** m3**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	1.50000	0.45
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.45</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	2.00000	4.14	8.28	1.50000	12.42
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>12.42</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>0.00</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>12.87</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>				<b>20 %</b>	<b>2.57</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>15.44</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>15.44</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

---

**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:**

Sum - Ins. Tubería PVC E/C 1.00 MPA D=25 mm

**UNIDAD:** ml

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	0.01500	0.00
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	2.00000	4.14	8.28	0.01500	0.12
Estructura Ocupacional D2	1.00000	4.19	4.19	0.01500	0.06
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>0.18</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Polipega	gl	0.01000	48.84	0.49	
Tubería PVC E/C 1.00 MPA D=25 mm	m	1.00000	<b>0.67</b>	0.67	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>1.16</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>1.34</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>					<b>0.27</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>1.61</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>1.61</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
 LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:**

Sum - Ins. Tubería PVC E/C 1.00 MPA D=32 mm

**UNIDAD:** ml

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	0.02000	0.01
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.01</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	2.00000	4.14	8.28	0.02000	0.17
Estructura Ocupacional D2	1.00000	4.19	4.19	0.02000	0.08
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>0.25</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Polipega	gl	0.01000	48.84	0.49	
Tubería PVC E/C 1.00 MPA D=32 mm	m	1.00000	1.17	1.17	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>1.66</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>1.92</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>					<b>0.38</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>2.30</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>2.30</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
 LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:**

Sum - Ins. Tubería PVC E/C 1.00 MPA D=40 mm

**UNIDAD:** ml

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	0.02000	0.01
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.01</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	2.00000	4.14	8.28	0.02000	0.17
Estructura Ocupacional D2	1.00000	4.19	4.19	0.02000	0.08
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>0.25</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Polipega	gl	0.01000	48.84	0.49	
Tubería PVC E/C 1.00 MPA D=40 mm	m	1.00000	1.30	1.30	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>1.79</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>2.05</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>				<b>20 %</b>	<b>0.41</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>2.46</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>2.46</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
 LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:**

Sum - Ins. Tubería PVC E/C 1.00 MPA D=50 mm

**UNIDAD:** ml**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	0.02000	0.01
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.01</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	2.00000	4.14	8.28	0.02000	0.17
Estructura Ocupacional D2	1.00000	4.19	4.19	0.02000	0.08
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>0.25</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Tubería PVC E/C 1.00 MPA D = 50mm	m	1.00000	1.97	1.97	
Polipega	gl	0.01000	48.84	0.49	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>2.46</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>2.72</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>				<b>20 %</b>	<b>0.54</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>3.26</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>3.26</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

Lunes, 15 de julio de 2024

---

**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

**RUBRO:**

Sum - Ins. Accesorios Entrada y Salida D=40 mm

**UNIDAD:** Gbl

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	3.00000	0.90
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.90</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	1.00000	4.14	4.14	3.00000	12.42
Estructura Ocupacional C3	1.00000	4.26	4.26	3.00000	12.78
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>25.20</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Union Universal HG 1 1/2"	u	2.00000	5.35	10.70	
Válvula Flotadora 1 1/2"	u	1.00000	<b>80.00</b>	80.00	
Válvula de Compuerta D=1 1/2"	u	1.00000	<b>55.00</b>	55.00	
Tramo Corto HG 1 1/2" L=50cm	U	1.00000	<b>8.00</b>	8.00	
Unión HG 1 1/2"	u	1.00000	<b>1.28</b>	1.28	
Tramo Corto HG 1 1/2" L=20cm	u	1.00000	<b>4.00</b>	4.00	
Adaptador PVC HG 40mm	u	1.00000	<b>3.80</b>	3.80	
Tramo Corto HG 1 1/2" L=10cm	u	1.00000	<b>2.20</b>	2.20	
Tramo Corto HG 1 1/2" L=30cm	u	1.00000	<b>6.00</b>	6.00	
Tramo Corto HG 1 1/2" L=35cm	u	1.00000	<b>6.80</b>	6.80	
Sum - Ins. Válvula de Compuerta D = 2" Tipo RED-WHITE (Japonesa) o similar	u	1.00000	<b>76.43</b>	76.43	
Sum - Ins. Codo HG 2" x 90 grados	u	2.00000	<b>5.26</b>	10.52	
Adaptador Hembra PVC - HG 50mm	u	1.00000	<b>10.09</b>	10.09	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>274.82</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>300.92</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>					<b>60.18</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>361.10</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>361.10</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

---

**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

**RUBRO:**

Sum - Ins. Válvula de Compuerta D = 2" Tipo RED-WHITE (Japonesa) o similar

**UNIDAD:** u

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	0.60000	0.18
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.18</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional D2	1.00000	4.19	4.19	0.60000	2.51
Estructura Ocupacional E2	1.00000	4.14	4.14	0.60000	2.48
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>4.99</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Válvula de Compuerta D = 2" Tipo Red-White Japonesa	u	1.00000	71.26	71.26	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>71.26</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>76.43</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>				<b>20 %</b>	<b>15.29</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>91.72</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>91.72</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

---

**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

**RUBRO:**

Adaptador Hembra PVC - HG 50mm

**UNIDAD:** u

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	1.00000	0.30
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.30</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional D2	0.20000	4.19	0.84	1.00000	0.84
Estructura Ocupacional E2	0.40000	4.14	1.66	1.00000	1.66
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>2.50</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Teflon	glb	1.00000	1.79	1.79	
Adaptador PVC-HG D=50mm	u	1.00000	5.50	5.50	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>7.29</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>10.09</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>					<b>2.02</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>12.11</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>12.11</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
 LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

**RUBRO:**

Sum - Ins. Codo HG 2" x 90 grados

**UNIDAD:** u**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	1.00000	0.30
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.30</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional D2	0.20000	4.19	0.84	1.00000	0.84
Estructura Ocupacional E2	0.40000	4.14	1.66	1.00000	1.66
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>2.50</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Codo HG D=2" 90 grados	u	1.00000	2.46	2.46	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>2.46</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>5.26</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>				<b>20 %</b>	<b>1.05</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>6.31</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>6.31</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

---

**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:**

Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 (incluye corte y doblado)

**UNIDAD:** kg

**DETALLE:**

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	0.03000	0.01
Cortadora de Hierro	1.00000	0.70	0.70	0.03000	0.02
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.03</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	2.00000	4.14	8.28	0.03000	0.25
Estructura Ocupacional D2	1.00000	4.19	4.19	0.03000	0.13
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>0.38</b>
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Acero de Refuerzo	kg	1.10000	1.20	1.32	
Alambre de amarre # 18	kg	0.15000	2.17	0.33	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>1.65</b>
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>2.06</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>					<b>0.41</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>2.47</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>2.47</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE**  
**LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

**RUBRO:**

Sum - Ins. Acero Estructural

**UNIDAD:** kg

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	0.05000	0.02
Soldadora	1.00000	1.00	1.00	0.05000	0.05
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.07</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	2.00000	4.14	8.28	0.05000	0.41
Estructura Ocupacional C1_Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00000	4.65	4.65	0.05000	0.23
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>0.64</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Suelda 60/11	kg	0.01000	3.74	0.04	
Pintura Anticorrosiva	gl	0.00500	10.50	0.05	
Perfil de acero estructural doblado en frío A36	Kg	1.05000	2.00	2.10	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>2.19</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>2.90</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>					<b>0.58</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>3.48</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>3.48</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
 LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:**

Hormigón Ciclópeo 60% HS y 40% piedra

**UNIDAD:** m3

**DETALLE:**

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	1.48000	0.44
Concretera de un Saco	1.00000	2.30	2.30	0.91000	2.09
Vibrador	1.00000	1.38	1.38	0.91000	1.26
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>3.79</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	4.00000	4.14	16.56	1.48000	24.51
Estructura Ocupacional D2	2.00000	4.19	8.38	1.48000	12.40
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>36.91</b>
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Agua	m3	0.17000	0.30	0.05	
Arena de Paute	m3	0.39000	<b>26.79</b>	10.45	
Grava 3/4"	m3	0.39000	<b>20.00</b>	7.80	
Piedra de canto rodado	m3	0.45000	<b>22.50</b>	10.13	
Cemento Portland	kg	227.50000	<b>0.17</b>	38.68	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>67.11</b>
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>107.81</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>					<b>21.56</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>129.37</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>129.37</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE**  
**LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

**RUBRO:**  
Hormigón Simple 280 kg/cm2

**UNIDAD:** m3

**DETALLE:**

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	1.20000	0.36
Concretera de un Saco	1.00000	2.30	2.30	1.20000	2.76
Vibrador	1.00000	1.38	1.38	1.20000	1.66
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>4.78</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	6.00000	4.14	24.84	1.20000	29.81
Estructura Ocupacional D2	2.00000	4.19	8.38	1.20000	10.06
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>39.87</b>
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Agua	m3	0.18000	0.30	0.05	
Arena de Paute	m3	0.61000	<b>26.79</b>	16.34	
Grava 3/4"	m3	0.73000	<b>20.00</b>	14.60	
Cemento Portland	kg	410.00000	<b>0.17</b>	69.70	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>100.69</b>
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>145.34</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>				<b>20 %</b>	<b>29.07</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>174.41</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>174.41</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
 LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

**RUBRO:**

Encofrado Metálico para Muros

**UNIDAD:** m2

**DETALLE:**

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	0.50000	0.15
Cofre metálico 1.20 x 0.60 m	1.50000	0.83	1.25	0.50000	0.62
Puntales para losa L=3.30m	4.00000	0.96	3.84	0.50000	1.92
Vigas para losa	1.00000	3.00	3.00	0.50000	1.50
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>4.19</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	2.00000	4.14	8.28	0.50000	4.14
Estructura Ocupacional D2	1.00000	4.19	4.19	0.50000	2.10
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>6.24</b>
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Clavos 2" a 4"	kg	0.02000	1.80	0.04	
Pingos	m	0.50000	2.23	1.12	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>1.16</b>
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>11.59</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>				<b>20 %</b>	<b>2.32</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>13.91</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>13.91</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

Lunes, 15 de julio de 2024

---

**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:**

Tapas de tool galvanizado de 2 mm de espesor y reforzadas con angulo

**UNIDAD:** m2

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	3.00000	0.90
Soldadora	1.00000	1.00	1.00	3.00000	3.00
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>3.90</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	1.00000	4.14	4.14	3.00000	12.42
Estructura Ocupacional C3	1.00000	4.26	4.26	3.00000	12.78
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>25.20</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Suelda 60/11	kg	0.20000	3.74	0.75	
Pintura Anticorrosiva	gl	0.12500	<b>10.50</b>	1.31	
Tool	m2	1.00000	<b>12.00</b>	12.00	
Angulo 1*1*1/8*6 (perfil L)	ml	4.00000	<b>1.40</b>	5.60	
bisagras de 1/2"	u	2.00000	<b>3.43</b>	6.86	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>26.52</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>55.62</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>				<b>20 %</b>	<b>11.12</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>66.74</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>66.74</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

**RUBRO:**

 Replanteo de Hormigón Simple, e=10cm f"=180kg/cm<sup>2</sup>
**UNIDAD:** m<sup>3</sup>
**DETALLE:**

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	1.20000	0.36
Concretera de un Saco	1.00000	2.30	2.30	1.00000	2.30
Vibrador	1.00000	1.38	1.38	1.00000	1.38
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>4.04</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	6.00000	4.14	24.84	1.20000	29.81
Estructura Ocupacional D2	1.00000	4.19	4.19	1.20000	5.03
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>34.84</b>
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Agua	m <sup>3</sup>	0.01700	0.30	0.01	
Arena de Paute	m <sup>3</sup>	0.05500	<b>26.79</b>	1.47	
Grava 3/4"	m <sup>3</sup>	0.07400	<b>20.00</b>	1.48	
Cemento Portland	kg	32.00000	<b>0.17</b>	5.44	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>8.40</b>
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>47.28</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>				<b>20 %</b>	<b>9.46</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>56.74</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>56.74</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

---

**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

**RUBRO:**

Enlucido con Mortero 1:2

**UNIDAD:** m2

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	2.00000	0.30	0.60	0.66000	0.40
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.40</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	1.00000	4.14	4.14	0.66000	2.73
Estructura Ocupacional D2	1.00000	4.19	4.19	0.66000	2.77
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>5.50</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Agua	m3	0.00500	0.30	0.00	
Arena de Paute	m3	0.02500	<b>26.79</b>	0.67	
Cemento Portland	kg	18.75000	<b>0.17</b>	3.19	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>3.86</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>9.76</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>					<b>1.95</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>11.71</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>11.71</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
 LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

**RUBRO:**

Enlucido Impermeabilizado 1:2

**UNIDAD:** m2

**DETALLE:**

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor	1.00000	0.30	0.30	1.00000	0.30
<b>Subtotal de Equipo:</b>					<b>0.30</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Estructura Ocupacional E2	0.30000	4.14	1.24	1.00000	1.24
Estructura Ocupacional D2	0.42000	4.19	1.76	1.00000	1.76
Estructura Ocupacional C2	1.00000	4.42	4.42	0.50000	2.21
<b>Subtotal de Mano de Obra:</b>					<b>5.21</b>
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Aditivo impermeabilizante	kg	1.20000	1.00	1.20	
Agua	m3	0.01000	<b>0.30</b>	0.00	
Arena de Paute	m3	0.03500	<b>26.79</b>	0.94	
Cemento Portland	kg	22.00000	<b>0.17</b>	3.74	
<b>Subtotal de Materiales:</b>					<b>5.88</b>
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
<b>Subtotal de Transporte:</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>11.39</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20 %</b>					<b>2.28</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>13.67</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>13.67</b>

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

lunes, 15 de julio de 2024

---

**FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE  
LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)**

MEMORIA DE CÁLCULO - FILTRO LENTO			
PROYECTO:	LA DOLOROSA - PLANTA DE TRATAMIENTO	REF.:	Definitivo
UBICACIÓN:	LA DOLOROSA - SAN JUAN DEL CID	FECHA:	15/7/2024
DISEÑO:	ISMAEL SIBRI - SANTIAGO COBOS	CÁLCULO:	Hidraulico - 1

### I. DATOS DE DISEÑO

Caudal de la planta	Q =	<b>0.001</b>	m <sup>3</sup> /s
Caudal de diseño	Q =	<b>3.6</b>	m <sup>3</sup> /h
Velocidad de filtración	V =	<b>0.15</b>	m/h
Número de unidades	N =	<b>2</b>	
Altura canales de drenaje	H <sub>1</sub> =	<b>0.15</b>	m
Altura ladrillos superpuestos	H <sub>1'</sub> =	<b>0.1</b>	m
Altura de la grava	H <sub>2</sub> =	<b>0.3</b>	m
Altura del lecho filtrante - Altura de la capa de arena	H <sub>3</sub> =	<b>0.4</b>	m
Altura mínima de la arena	h' =	<b>0.3</b>	m
Altura de la capa de agua	H <sub>4</sub> =	<b>1</b>	m
Borde Libre	H <sub>5</sub> =	<b>0.4</b>	m
Diámetro efectivo de la arena		<b>0.25</b>	mm
Coefficiente uniformidad		<b>2</b>	
Espesor capa arena extraída por raspado	e =	<b>0.02</b>	m
Número aproximado de raspados por año	N <sub>1</sub> =	<b>6</b>	
Periodo de reposición de la arena	P =	<b>4</b>	años
Altura de apilamiento bolsas de arena	H =	<b>1.8</b>	m
Ancho del vertedero de salida de cada filtro	B' =	<b>0.35</b>	m
Ancho del vertedero de entrada de cada filtro	B'' =	<b>0.5</b>	m

### II. RESULTADOS FILTRO LENTO

Área lecho	$A = Q / (V \cdot N)$	A =	<b>12.00</b>	m <sup>2</sup>
Coefficiente mínimo de costo	$C = 2 \cdot N / (N + 1)$	C =	<b>1.33</b>	
Largo unidad	$L = (C \cdot A)^{0.5}$	L =	<b>4.0</b>	m
Ancho unidad	$B = (A / C)^{0.5}$	B =	<b>3.0</b>	m
Volumen depósito de arena	$Vol = e \cdot N_1 \cdot P \cdot A$	Vol =	<b>12</b>	m <sup>3</sup>
Área del depósito	$A_1 = Vol / H$	A <sub>1</sub> =	<b>6.4</b>	m <sup>2</sup>
Hf con la altura mínimo y arena limpia	$H_f = 1/3 \cdot V \cdot h'$	Hf =	<b>0.015</b>	m
Pérdida de carga en el lecho limpio	$H_o = 1/3 \cdot V \cdot H_3$	Ho =	<b>0.020</b>	m
Altura total del filtro	$H_t = H_1 + H_{1'} + H_2 + H_3 + H_4 + H_5$	Ht =	<b>2.35</b>	m
Altura de agua en el vertedero de salida de cada filtro			<b>0.008</b>	m
Altura de agua en el vertedero de medición del caudal			<b>0.055</b>	m
Altura de agua vertedero de entrada			<b>0.006</b>	m

DISEÑO ESTRUCTURAL - FILTRO LENTO			
PROYECTO:	LA DOLOROSA - PLANTA DE TRATAMIENTO	REF.:	Definitivo
UBICACIÓN:	LA DOLOROSA - SAN JUAN DEL CID	FECHA:	15/7/2024
DISEÑO:	Cálculos Estructurales	CÁLCULO:	Estructural-01

## I. Muro Lateral De Filtro Lento

### 1.1. Datos

#### Geometría

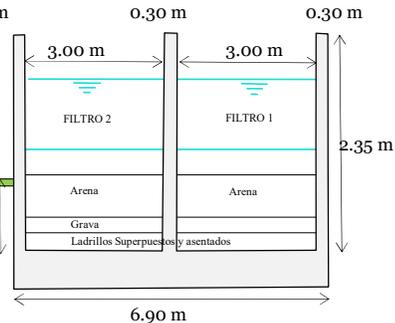
Ancho Muro	$e_m =$	<input type="text" value="0.30"/>	m
Alto Muro (Inundación)	$H =$	<input type="text" value="2.35"/>	m
Altura Agua Operación	$h =$	<input type="text" value="1.95"/>	m
Altura de Suelo	$H_s =$	<input type="text" value="0.50"/>	m

#### Cargas

Densidad del Suelo	$\gamma_s =$	<input type="text" value="1450"/>	Kg/m <sup>3</sup>
Peso específico del Concreto	$\gamma_c =$	<input type="text" value="2400"/>	Kg/m <sup>3</sup>
Peso específico del agua	$\gamma_a =$	<input type="text" value="1000"/>	Kg/m <sup>3</sup>
Carga viva en techos de concreto	s/c	<input type="text" value="200"/>	Kg/m <sup>2</sup>
Carga sísmica Espectro inelástico de pseudo-ace	$S_a =$	<input type="text" value="0.24"/>	g

#### Materiales

Resistencia de concreto	$f'_c =$	<input type="text" value="280"/>	kg/cm <sup>2</sup>
Acero de Refuerzo	$f_y =$	<input type="text" value="4200"/>	kg/cm <sup>2</sup>
Presión Admisible del suelo	$\sigma =$	<input type="text" value="2.71"/>	kg/cm <sup>2</sup>
Ángulo de Fricción Interna	$\Phi =$	<input type="text" value="30.512"/>	°
Coefficiente de fricción concreto-suelo	$\delta = 2/3\Phi =$	<input type="text" value="20.3413"/>	°



$$C_f = \tan(\delta) = \text{input } 0.371$$

### 1.2. Empujes Laterales - Coeficientes para paredes

Del esquema, el caso más desfavorable es el empuje del agua hacia el muro a nivel de inundación y sin relleno exterior (caso de prueba de filtración de agua hacia el terreno exterior antes de rellenar).

#### Cargas Estáticas:

Presión Hidrostática		$K_w =$	<input type="text" value="1.0"/>	@ $1/3 H_{\text{agua}}$
Presión Lateral en Reposo	$K_o = 1 - \sin\theta$	$K_o =$	<input type="text" value="0.49"/>	@ $1/3 H_{\text{suelo}}$
Presión Activa	$K_A = \tan^2(45 - \theta/2)$	$K_A =$	<input type="text" value="0.327"/>	@ $1/3 H_{\text{suelo}}$

#### Acción sísmica:

Presión hidrodinámica (sobre muro rígido)	$K_{hd} = 7/8 * S_a$	$K_{hd} =$	<input type="text" value="0.21"/>	@ $0.4 H_{\text{agua}}$
Presión lateral activa incluyendo acción sísmica	(Monobe-Okabe)			
Seudo aceleración horizontal para relleno		$Ch =$	<input type="text" value="0.20"/>	g
Seudo aceleración vertical para relleno		$Cv =$	<input type="text" value="0.10"/>	g
Para suelo seco:	$\theta = \text{Arc tan}(Ch/(1-Cv))$	$\theta =$	<input type="text" value="12.53"/>	°
Ángulo de inclinación del muro con la vertical		$i =$	<input type="text" value="0"/>	°
Ángulo del suelo con la horizontal		$\beta =$	<input type="text" value="0"/>	°
Ángulo de fricción entre la pared y el suelo		$\delta =$	<input type="text" value="20.3413"/>	°

$$k_{AE} = \frac{\cos^2(\Phi - \theta - i)}{\cos\theta * \cos^2 i * \cos(\delta + i + \theta) * \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\Phi + \delta) * \sin(\Phi - \beta - \theta)}{\cos(i + \delta + \theta) * \cos(\beta - i)}}\right)^2} = \text{input } 0.469$$

$$\text{Incremento dinámico de presión activa} \quad \Delta K_{AE} = K_{AE} - K_A \quad \Delta K_{AE} = \text{input } 0.142 \quad @ \quad 1/3 H_{\text{suelo}}$$

**1.2.1. Empuje del agua**

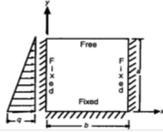
$q = Kw \cdot \gamma_a \cdot H$

- Para el muro largo  $b/H = 4.00 \text{ m} / 2.35 \text{ m}$
- Para el muro corto  $b/H = 3.00 \text{ m} / 2.35 \text{ m}$

$q = 2350 \text{ kg/m}^2$   
 $b/H = 1.702$   
 $b/H = 1.277$

**1.2.2. Coeficientes de corte es**

De acuerdo con las condiciones de construcción e integridad estructural, los muros se analizaran para las condiciones de frontera de restricciones fijas en sus 3 bordes y una libre en la parte superior del muro de mayores dimensiones.



CASO 3

- Coeficiente de corte  $C_s$ , Para el muro largo;
- Coeficiente de corte  $C_s$ , Para el muro corto;

$b/H = 1.702$  1.75  
 $b/H = 1.277$  1.25

b/H	4	3	2.5	2	1.75	1.5	1.25	1	0.75	0.5
Borde inferior - Punto medio	0.5	0.5	0.48	0.45	0.43	0.4	0.36	0.32	0.26	0.19
Borde lateral - máximo	0.38	0.37	0.33	0.27	0.26	0.26	0.25	0.24	0.22	0.17
Borde lateral - Punto medio	0.23	0.24	0.25	0.26	0.26	0.26	0.25	0.23	0.19	0.13

La fuerza cortante actuante máximo en el muro largo actuará en el borde central de este punto más bajo Donde:  $C_s = 0.43$

Cortante  $V = C_s \cdot q \cdot H$  2374.68 kg

Considerando como máxima capacidad de corte en el concreto del muro según ACI 350-6  $V_c = 2\sqrt{f_c} \cdot b \cdot w \cdot d$

De acuerdo al ACI 350-1, el factor de durabilidad medio ambiental  $S=1.3$  para esfuerzo de corte modificado por el factor de resistencia requerida para carga lateral del fluido "F", cuyo factor es igual a 1.7, entonces, el cortante de diseño

Cortante último  $V_u = 1.7 \cdot V$  4036.95 kg

Luego debe cumplirse que  $\phi V_c \geq V_u$  Entonces  $\rightarrow 2\phi\sqrt{f_c} \cdot b \cdot d \geq V_u$

Ancho de análisis siempre para 1 metro o 100 cm  $b = 100 \text{ cm}$   
 Recubrimiento  $r = 5 \text{ cm}$   
 Peralte efectivo del muro calc.  $d = V_u / 2\phi\sqrt{f_c} \cdot b$  1.61 cm  
 Espesor del muro  $t = d + r + \phi/2 = 7.21 \text{ cm}$  30 cm  
 Entonces peralte efectivo real será 24.400 cm

Se procede similarmente con el cálculo del espesor "t", del muro para el cortante máximo en el borde central con  $C_s = 0.26$

Resistencia de concreto  $V_c = 2(1+N_u / 500A_g) \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot w \cdot d$

Cortante  $V = C_s \cdot q \cdot H$  1435.9 kg  
 Cortante último  $V_u = 1.7 \cdot V$  2440.9 kg

Luego debe cumplirse que  $\phi V_c = 2(1+N_u / 500A_g) \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot w \cdot d \geq V_u$

Verif.  $\phi V_c = 4045.02 \text{ Ton} > V_u = 2440.95 \text{ kg}$  ¡Cumple! 60%

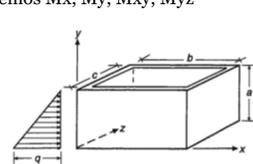
Un procedimiento similar se sigue para el muro de corte cuyo  $C_s$  de cálculo para cortante en el borde central es  $C_s = 0.25$

Cortante  $V = C_s \cdot q \cdot H$  1380.6 kg  
 Cortante último  $V_u = 1.7 \cdot V$  2347.1 kg  
 Peralte efectivo del muro calc.  $d = V_u / 2\phi\sqrt{f_c} \cdot b$  0.94 cm  
 Usaremos conservadoramente para el espesor de muro  $t = 30 \text{ cm}$

**1.2.3. Coeficientes de momentos**

De acuerdo a las condiciones de b/a para las paredes del tanque, calcularemos  $M_x, M_y, M_{xy}, M_{yz}$

$Deflection = \frac{C_d q a^4}{1000 D}$   
 $D = \frac{Et^3}{12(1 - \mu^2)}$



Los momentos se determinarán mediante las siguientes fórmulas:

$$M_x = M_x * \text{Coef} * q * H^2 / 1000 \quad ; \quad M_y = M_y * \text{Coef} * q * H^2 / 1000$$

### 1.3. Momento y Acero Vertical

De acuerdo a las tablas mostradas, los momentos actuantes en el muro largo se detallan en la tabla adjunta.

$$q * H^2 / 1000 = 12.98 \text{ Ton}$$

Aplicando los criterios del ACI 350-1, cuyo factor de seguridad medio ambiental para esfuerzos de flexión es igual a **1.3** y factor de resistencia requerida es igual a **1.7** los momentos de diseño  $M_{ux}$ , serían igual

Coefficientes para el cálculo de momentos en paredes (PCA)

Mx	END	0.1b	0.2b	0.3b	0.4b	0.5b
		0.9b	0.8b	0.7b	0.6b	
Sup.	-7	0	0	0	0	0
0.9a	-9	-3	0	2	3	3
0.8a	-9	-3	1	4	6	7
0.7a	-9	-3	3	7	10	11
0.6a	-9	-2	5	10	13	14
0.5a	-9	0	7	12	14	15
0.4a	-8	0	7	11	13	14
0.3a	-6	1	5	7	8	8
0.2a	-4	-1	-1	-2	-4	-5
0.1a	-1	-4	-12	-20	-25	-27
Inf.	0	-13	-32	-48	-57	-61

Coefficientes para el cálculo de momentos en paredes (PCA)

My	END	0.1b	0.2b	0.3b	0.4b	0.5b
		0.9b	0.8b	0.7b	0.6b	
Sup.	-34	-21	-2	11	19	21
0.9a	-43	-19	-1	11	18	21
0.8a	-44	-18	0	11	18	20
0.7a	-44	-17	1	12	18	20
0.6a	-44	-15	2	12	17	19
0.5a	-43	-13	3	11	15	17
0.4a	-38	-10	4	10	13	13
0.3a	-30	-7	3	7	8	9
0.2a	-19	-4	1	3	3	3
0.1a	-6	-2	-2	-3	-4	-4
Inf.	0	-3	-6	-10	-11	-12

#### 1.3.1. Refuerzo mínimo

Cálculo del Refuerzo mínimo:  $A_{smin} = 0.002 \cdot b \cdot d$   $A_{smin} = 4.88 \text{ cm}^2$

#### 1.3.2. Refuerzo calculado

Momento último:  $M_x = 1.7 \cdot S \cdot M_x \cdot \text{Coef} \cdot q \cdot H^2 / 1000$   $M_x = 1.75 \text{ Tn-m}$

Cálculo Acero de diseño

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

Nº	a (cm)	As(cm2)
1 iter.	2.44	2.00
2 Iter	0.35	1.91
3 Iter	0.34	1.91
4 Iter	0.34	1.91
5 Iter	0.34	1.91
6 Iter	0.34	1.91
7 Iter	0.34	1.91
8 Iter	0.34	1.91

As(cm²)	Distribución del Acero de Refuerzo				
4.88	Ø 3/8"	Ø 1/2"	Ø 12mm	Ø 8mm	Ø 1"
	0.15 m	0.26 m	0.23 m	0.10 m	1.04 m

Varilla a Usar	As(cm²)
Ø 12mm	5.65
@ 0.20 m	

Cada cara

### 1.4. Momento y Acero Horizontal

De acuerdo a las tablas mostradas, los momentos actuantes en el muro largo se detallan en la tabla adjunta.

$$q * H^2 / 1000 = 12.98 \text{ Ton}$$

#### 1.4.1. Refuerzo mínimo

Cálculo del Refuerzo mínimo:  $A_{smin} = 0.002 b*d$   $A_{smin} = 4.88 \text{ cm}^2$

#### 1.4.2. Refuerzo calculado

Momento último:  $My = 1.7 * S * My * Coef * q * H^2 / 1000$   $My = 1.26 \text{ Tn-m}$

Cálculo Acero de diseño

$$a = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b}$$

$$As = \frac{Mu}{\phi * fy * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

Nº	a (cm)	As(cm2)
1 iter.	2.44	1.44
2 Iter	0.25	1.38
3 Iter	0.24	1.38
4 Iter	0.24	1.38
5 Iter	0.24	1.38
6 Iter	0.24	1.38
7 Iter	0.24	1.38
8 Iter	0.24	1.38

As(cm <sup>2</sup> )	Distribución del Acero de Refuerzo				
4.88	Ø 3/8"	Ø 1/2"	Ø 12mm	Ø 8mm	Ø 1"
	0.15 m	0.26 m	0.23 m	0.10 m	1.04 m

Varilla a Usar	As(cm <sup>2</sup> )
Ø 12mm	5.65
@ 0.20 m	

Cada cara

## II. Losa de Fondo

### 3.1. Datos

Espesor de la losa	e =	0.40 m
Alto Muro (Inundación)	H =	2.35 m
Ancho de diseño	b =	100 cm
Recubrimiento	r =	5 cm
Peralte efectivo	d = e - r - Ø/2	34.40 cm
Resistencia concreto	f'c =	280 kg/cm <sup>2</sup>

### 3.2. Cálculo del Peso de la Estructura

Se considerará el tanque lleno de agua a nivel de inundación.

Peso CM

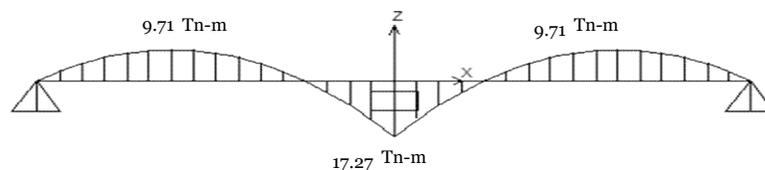
• Muro Vert.	3 x	4.50 x	2.35 x	0.30 x	2.40 =	22.84 Ton
• Muros Horiz.	4 x	3.00 x	2.35 x	0.30 x	2.40 =	20.30 Ton
• Muro Cám. Salida	4 x	1.40 x	2.35 x	0.20 x	2.40 =	6.32 Ton
• Muro Cám. Salida	1 x	3.60 x	2.35 x	0.20 x	2.40 =	4.06 Ton
• Losa techo	1 x	3.60 x	1.65 x	0.15 x	2.40 =	2.14 Ton
• Pasarela medio	1 x	4.00 x	0.90 x	0.15 x	2.40 =	1.30 Ton
• Pasarela	1 x	3.45 x	1.00 x	0.15 x	2.40 =	1.24 Ton
• Losa de fondo		4.50 x	6.90 x	0.40 x	2.40 =	29.81 Ton
• Peso del agua		3.90 x	6.00 x	1.95 x	1.00 =	45.63 Ton
<b>TOTAL</b>					<b>Pt =</b>	<b>133.64 Ton</b>

Cálculo Área de losa fondo	$A_{losa} = 4.50 \times 6.90$	$A_{losa} = 31.05 \text{ m}^2$
Reacción neta del terreno	$Q_{neto} = 1.2 * Pt / A_{losa}$	$Q_{neto} = 5.16 \text{ Ton/m}^2$
Verif. $\sigma =$	$2.71 \text{ kg/cm}^2 > Q_{neto} = 0.516 \text{ kg/cm}^2$	<b>iCumple!</b> ✓ 19%

### 3.3. Cálculo de Presiones y diseño de la losa de fondo

Peso en muros		$P_{cm} = 58.20 \text{ Tn}$
Peso último en muros	$U = 1.3 (1.4D)$	$U = 105.92 \text{ Tn}$
Carga última	$W_u = U / 6.90 \text{ m}$	$W_u = 15.35 \text{ Tn/m}$
Momento último	$M_u = W_u * L^2 / 8$	$M_u = 17.270 \text{ Tn-m}$
Momento último	$M_u = 9W_u * L^2 / 128$	$M_u = 9.714 \text{ Tn-m}$
	Donde: $L = 3.00 \text{ m}$	

Diagrama de momentos



#### 3.3.1. Diseño por flexión (Acero positivo)

Momento último

$$M_u = 17.270 \text{ Tn-m}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

Nº	a (cm)	As(cm <sup>2</sup> )
1 iter.	3.44	13.98
2 Iter	2.47	13.78
3 Iter	2.43	13.77
4 Iter	2.43	13.77
5 Iter	2.43	13.77
6 Iter	2.43	13.77
7 Iter	2.43	13.77
8 Iter	2.43	13.77

Cálculo del Refuerzo mínimo:

$$A_{smin} = 0.002 b * d$$

$$A_{smin} = 6.88 \text{ cm}^2$$

As(cm <sup>2</sup> )	Distribución del Acero de Refuerzo				
13.77	Ø 3/8"	Ø 1/2"	Ø 5/8"	Ø 3/4"	Ø 1"
	0.05 m	0.09 m	0.14 m	0.21 m	0.37 m

Varilla a Usar	As(cm <sup>2</sup> )
Ø 3/4"	14.25
@ 0.20 m	

Cada cara

#### 3.3.2. Diseño por flexión (acero Negativo)

Momento último

$$M_u = 9.71 \text{ Tn-m}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

Nº	a (cm)	As(cm <sup>2</sup> )
1 iter.	3.44	7.86
2 Iter	1.39	7.62
3 Iter	1.35	7.62
4 Iter	1.34	7.62
5 Iter	1.34	7.62
6 Iter	1.34	7.62
7 Iter	1.34	7.62
8 Iter	1.34	7.62

Cálculo del Refuerzo mínimo:

$$A_{smin} = 0.002 b \cdot d$$

$$A_{smin} = 6.88 \text{ cm}^2$$

As(cm <sup>2</sup> )	Distribución del Acero de Refuerzo				
7.62	Ø 3/8"	Ø 1/2"	Ø 5/8"	Ø 3/4"	Ø 1"
	0.09 m	0.17 m	0.26 m	0.37 m	0.66 m

Cada cara

Varilla a Usar	As(cm <sup>2</sup> )
Ø 5/8"	9.90
@ 0.20 m	

### 3.4. Diseño por cortante

Cortante último Izquierdo

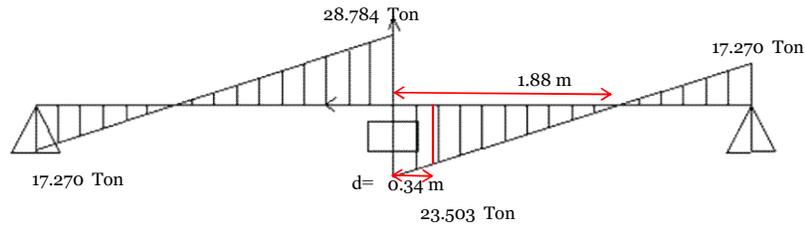
$$V_u = 3W_u \cdot L / 8$$

$$V_u = 17.270 \text{ Tn}$$

Cortante último Centro

$$V_u = 5W_u \cdot L / 8$$

$$V_u = 28.784 \text{ Tn}$$



Cortante último a una distancia "d"

$$V_u = 23.503 \text{ Tn}$$

Resistencia de concreto a corte

$$V_c = 0.53 \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d$$

$$V_c = 30.508 \text{ Tn}$$

Resistencia de concreto a corte reducido

$$\phi V_c = 25.932 \text{ Tn}$$

Verif.  $\phi V_c = 25.93 \text{ Ton} > V_u = 23.50 \text{ Ton}$  **iCumple!** ✓ 91%

**DISEÑO DE RESERVOIRIO CIRCULAR**

<b>PROYECTO:</b>	TANQUE RESERVA - PLANTA DE TRATAMIENTO "LA DOLOROSA"	<b>REFERENCIA:</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	COMUNIDAD LA DOLOROSA - SAN JUAN	<b>FECHA:</b>	15/7/2024
<b>DISEÑO:</b>	ISMAEL SIBRI - SANTIAGO COBOS	<b>CÁLCULO:</b>	TR - 01
Modificar Datos	Cálculos Automáticos	Resultados	

**I. Dimensionamiento**

Volumen asumido para el diseño  
 Borde libre  
 Altura de la salida de agua  
 Altura de agua asumiremos  
 Altura del muro

$$H = h + a + h_s$$

V =	30	m3
a =	0.50	m
h <sub>s</sub> =	0	m
h =	2.00	m
H =	2.50	m

Calculo del diametro interno di

$$V = \frac{\pi \cdot di^2 \cdot h}{4}$$

$$di = 4.37 \text{ m}$$

Optamos por:

$$di = 4.50 \text{ m}$$

Verificamos:

$$\frac{di}{H} = 1.8 > 1.5$$

Cumple

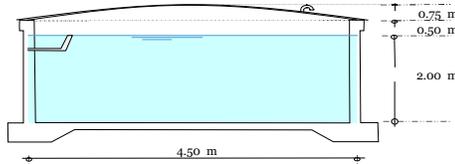
Cálculo flecha de la tapa (forma de bóveda)

$$f = 1/6 \cdot di$$

$$f = 0.75 \text{ m}$$

**II. Datos Iniciales**

Volumen del reservorio	V =	30	m3
Diametro interior del reservorio	di =	4.50	m
Borde libre	a =	0.50	m
Altura del agua	h =	2.00	m
Altura del muro	H =	2.50	m
Flecha de la tapa	f =	0.75	m
Ancho de análisis	b =	1.0	m
Peso específico del agua	γ <sub>a</sub> =	1000.0	kg/m3
Peso específico del suelo	γ <sub>s</sub> =	2087.7	kg/m3
Peso específico de concreto	γ <sub>c</sub> =	2400.0	kg/m3
Ángulo de fricción interna	Ø =	30.5	°
Capacidad portante terreno	σ <sub>t</sub> =	2.7	kg/cm2
Resistencia del concreto	f'c =	280.0	kg/cm2
Esfuerzo de fluencia acero	f <sub>y</sub> =	4200.0	kg/cm2



**CRITERIOS DE DISEÑO**

- El tipo de reservorio a diseñar será superficialmente apoyado.
- Las paredes del reservorio estarán sometidas al esfuerzo originado por la presión del agua.
- El techo será una losa de concreto armado, su forma será de bóveda, la misma que se apoyará sobre una viga perimetral, esta viga trabajará como zuncho y estará apoyada directamente sobre las paredes del reservorio.
- Losa de fondo, se apoyará sobre una capa de relleno de concreto simple, en los planos se indica.
- Se diseñará una zapata corrida que soportará el peso de los muros e indirectamente el peso del techo y la viga perimetral.

**III. Predimensionamiento**

**3.1 Calculo del espesor de la pared (e<sub>p</sub>)**

Se calcula considerando los siguientes criterios

a) Según company:

$$e_p \geq (7 + 2h/100) \text{ cm.}$$

Reemplazando tenemos:

$$e_p \geq 11.00 \text{ cm}$$

b) Según normatividad:

$$e_p \geq h / 12$$

Reemplazando tenemos:

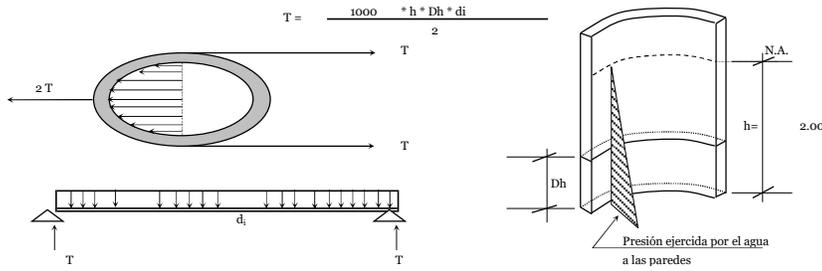
$$e_p \geq 16.67 \text{ cm}$$

c)

Considerando una junta libre de movimiento entre la pared y el fondo, se tiene que sólo en la pared se producen esfuerzos de tracción. La presión sobre un elemento de pared situado a "h" metros por debajo del nivel de agua es de  $\gamma_{agua} \cdot h$  (Kg/cm<sup>2</sup>), y el esfuerzo de tracción de las paredes de un anillo de altura elemental "h" a la profundidad "h" tal como se muestra en el gráfico es:

**DISEÑO DE RESERVOIRIO CIRCULAR**

<b>PROYECTO:</b>	TANQUE RESERVA - PLANTA DE TRATAMIENTO "LA DOLOROSA"	<b>REFERENCIA:</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	COMUNIDAD LA DOLOROSA - SAN JUAN	<b>FECHA:</b>	15/7/2024
<b>DISEÑO:</b>	ISMAEL SIBRI - SANTIAGO COBOS	<b>CÁLCULO:</b>	TR - 01
Modificar Datos	Cálculos Automáticos	Resultados	



Analizando para un

Reemplazando en la fórmula tenemos:

La tracción será máxima cuando el agua llega

Reemplazando en la fórmula tenemos:

Sabemos que la fuerza de Tracción admisible del concreto se estima 10% a 15% de su resistencia a la compresión

$$T_c = f'c * 10\% * b * ep \quad \text{igualando a "T" (obtenido)}$$

$ep \geq$	1.61	cm
-----------	------	----

El valor mínimo para el espesor de pared que cumple con todos los criterios vistos será:

$ep \geq$	16.67	cm
-----------	-------	----

Optamos por 

$ep =$	25	cm
--------	----	----

Cálculo de diametro exterior (de)

$$de = di + 2 * ep$$

$de =$	5.00	m
--------	------	---

Cálculo de diametro central (dc)

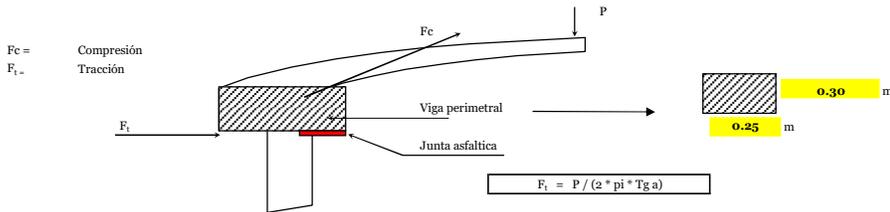
$$dc = di + 2 * ep / 2$$

$dc =$	4.75	m
--------	------	---

**3.2 Cálculo del espesor de la losa del techo (et)**

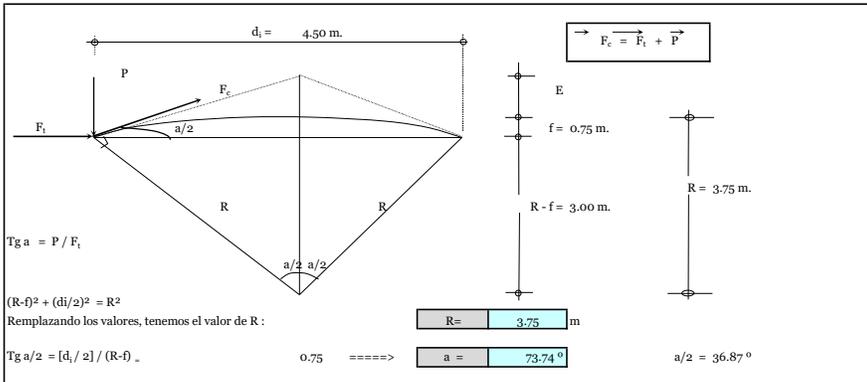
La cubierta tendrá forma de bóveda, y se asentará sobre las paredes por intermedio de una junta de cartón asfáltico, evitándose así empotramientos que originarían grietas en las paredes por flexión.

Asimismo, la viga perimetral se comportará como zuncho y será la que contrarreste al empuje debido a su forma de la cubierta. El empuje horizontal total en una cúpula de revolución es:



Se calcularán 2 valores del espesor, teniendo en cuenta el esfuerzo a la compresión y el esfuerzo cortante del concreto.

Será necesario calcular los esfuerzos de compresión y Tracción originados por el peso y su forma de la cúpula (Fc y Ft).



Del gráfico:

$F_c =$	$P / \text{Seno } a$
---------	----------------------

**DISEÑO DE RESERVOIRIO CIRCULAR**

<b>PROYECTO:</b>	TANQUE RESERVA - PLANTA DE TRATAMIENTO "LA DOLOROSA"	<b>REFERENCIA:</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	COMUNIDAD LA DOLOROSA - SAN JUAN	<b>FECHA:</b>	15/7/2024
<b>DISEÑO:</b>	ISMAEL SIBRI - SANTIAGO COBOS	<b>CÁLCULO:</b>	TR - 01
Modificar Datos	Cálculos Automáticos	Resultados	

<b>Metrado de Cargas:</b>			
Peso propio	=	180	Kg/m <sup>2</sup>
Sobre carga	=	150	Kg/m <sup>2</sup>
Acabados	=	100	Kg/m <sup>2</sup>
Otros	=	50	Kg/m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	=	<b>480.0</b>	<b>Kg/m<sup>2</sup></b>

Area de la cúpula (casquete esférico)  $2 * \pi * r * f$  = 10.60 m<sup>2</sup>

Peso cúpula  $480.0 * \text{Acup}$  = 5089.38 kg

**Cálculo esfuerzo de Tracción**

$$F_t = \frac{P}{(2 * \pi * Tg a/2)} = 1080.0 \text{ kg}$$

**Cálculo esfuerzo de Compresión**

$$F_c = \frac{P}{\text{Seno } a/2} = 8482 \text{ kg}$$

Desarrollo de la línea de Arranque (Longitud de la circunferencia descrita) = Lc:

$Lc = \pi * di$  = 4.50 \* pi = 14.14 m

Presión por metro lineal de circunferencia de arranque es - Pc / ml:

$Pc = Fc / Lc$  = 8482 / 14.14 = 600.0 kg/m

Esfuerzo a la comprensión del concreto Pc:

Por seguridad:

$Pc = 0.45 * f_c * b * et$

Igualemos esta ecuación al valor de la presión por metro lineal: Pc / ml

$0.45 * 280.0 * 1.0 * e_{t1} = 600.0$

Primer espesor:  $e_{t1} = 0.048 \text{ cm}$

Esfuerzo cortante por metro lineal en el zuncho (viga perimetral) - V/ml:

$V = \frac{P}{Lc} = \frac{5089.38 \text{ kg}}{14.14 \text{ m}}$

$V = 360.0 \text{ Kg/m}$

Esfuerzo permisible al corte por el concreto - Vu:

$Vu = 0.5 * (f'c^{1/2}) * b * e_{t2}$

Igualemos la ecuación al valor de la presión por metro lineal

$0.5 * 280^{1/2} * 1.0 * e_{t2} = 360.0$

$e_{t2} = 0.43 \text{ cm}$

Los espesores et1 + et2 son insuficientes. De acuerdo a la normativa, especifica un espesor mínimo de 5cm para losas, por lo que adoptamos un espesor de la losa de techo:

Optamos por  $e_t = 7.50 \text{ cm}$

**IV. Metrado de cargas del reservorio**

Losa del techo:	et : 0.075 m	f : 0.75 m	$(\pi * de * P) * et * \gamma_c =$	2.12 Ton
Viga Perimetral	b : 0.25 m	d : 0.30 m	$\pi * dc * b * d * \gamma_c =$	2.69 Ton
Muros pedestales laterales ep:	0.25 m	h : 2.20 m	$\pi * dc * ep * h * \gamma_c =$	19.70 Ton
Peso de zapata corrida b :	0.75 m	h : 0.20 m	$\pi * dc * b * h * \gamma_c =$	5.37 Ton
Peso de losa de fondo e :	0.15 m		$\pi * di^2 * e * \gamma_c / 4 =$	5.725553 Ton
Peso del agua h :	2.00 m		$\pi * di^2 * h * \gamma_a / 4 =$	31.80863 Ton

**Peso total a considerar: 67.41 Ton**

**DISEÑO DE RESERVOIRIO CIRCULAR**

<b>PROYECTO:</b>	TANQUE RESERVA - PLANTA DE TRATAMIENTO "LA DOLOROSA"	<b>REFERENCIA:</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	COMUNIDAD LA DOLOROSA - SAN JUAN	<b>FECHA:</b>	15/7/2024
<b>DISEÑO:</b>	ISMAEL SIBRI - SANTIAGO COBOS	<b>CÁLCULO:</b>	TR - 01
Modificar Datos	Cálculos Automáticos	Resultados	

**V. Análisis y diseño del Reservoirio**

Teniendo siguientes consideraciones:

- a.- Cuando el reservoirio esta Vacio, la estructura se encuentra sometida a la acción del suelo, produciendo un empuje lateral; como un anillo sometido a una carga uniforme, repartida en su perimetro.
- b.- Cuando el reservoirio esta Lleno, la estructura se encuentra sometida a la acción del agua, comportandose como un portico invertido siendo la junta de fondo empotrada.

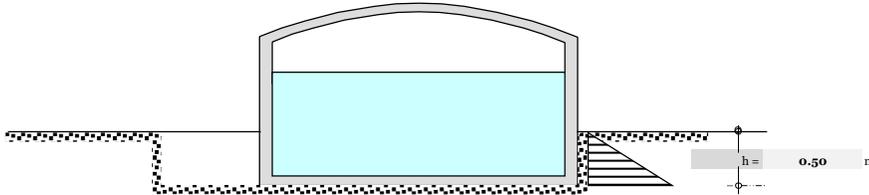
**5.1 Diseño de las paredes del reservoirio**

**a.- Diseño del Reservoirio vacio**

Momentos flectores

$$M = M_0 \cdot M_1 \cdot X_1 = qt \cdot r^2 / 2 (1 - \cos\theta) - qt \cdot r^2 / 6$$

Cálculo del valor de qt:



Vamos a considerar una presión del terreno sobre las paredes del reservoirio de una h = 0.50 m es decir la estructura está enterrado a ésta profundidad.

Cálculo del coeficiente de empuje activo (por mecánica de suelos)

$$K_a = \text{Tang}^2 (45 + \theta/2)$$

**Ka = 3.063**

Cuando la carga de la sobrecarga es uniforme se tiene que

$$W_s/c \implies P_s/c = K_a \cdot W_s/c$$

$$W_s/c = qt$$

$$P_s/c = \text{Presión de la sobrecarga} =$$

$$\gamma_s \cdot h = K_a \cdot qt$$

$$qt = \gamma_s \cdot h / K_a$$

Reemplazado tenemos:

Aplicando el factor de carga útil

$$qt = \frac{\gamma_s \cdot h}{K_a} = \frac{0.34}{3.063} \text{ ton/m}^2$$

$$qt_u = 1.55 \cdot qt = 0.528 \text{ ton/m}^2$$

**Cálculo de los momentos flectores:**

Datos necesarios:

r =	2.50 m	qt u =	0.528 ton/m <sup>2</sup>	L anillo =	15.71 m
-----	--------	--------	--------------------------	------------	---------

Cuando  $0 \leq \theta \leq \pi/3$   
 $M_u = qt \cdot r^2 / 2 (1 - \cos\theta) - qt \cdot r^2 / 6$

Cuando  $0 \leq \theta \leq \pi/6$   
 $M_u = qt \cdot r^2 / 2 (1 - \cos\theta) - qt \cdot r^2 (1 - \cos(30 - \theta))$

θ	Mu (T-m / anillo)	Mu (T-m / m-anillo)
0.00°	-0.550	-0.035
10.00°	-0.525	-0.033
20.00°	-0.451	-0.029
30.00°	-0.329	-0.021
40.00°	-0.164	-0.010
48.15°	-0.001	0.000
60.00°	0.275	0.018

θ	Mu (T-m / anillo)	Mu (T-m / m-anillo)
0.00°	1.209	0.077
5.00°	1.198	0.076
10.00°	1.165	0.074
15.00°	1.111	0.071
20.00°	1.036	0.066
25.00°	0.941	0.060
30.00°	0.825	0.053

**Cálculo de esfuerzos cortantes:**

Cuando  $0 \leq \theta \leq \pi/3$   
 $Q = (1/r) \cdot dM/d\theta = qt_u \cdot r \cdot \text{sen}\theta / 2$

Cuando  $0 \leq \theta \leq \pi/6$   
 $M_u = qt_u \cdot r [-\cos\theta/2 + \text{sen}(30 - \theta)]$

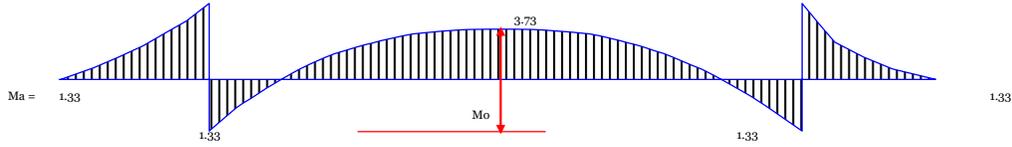
θ	Mu (T-m / anillo)
0.00°	0.000
10.00°	0.115
20.00°	0.226
30.00°	0.330
40.00°	0.424
50.00°	0.506
60.00°	0.572

θ	Mu (T-m / anillo)
0.00°	0.00
5.00°	-0.10
10.00°	-0.20
15.00°	-0.30
20.00°	-0.39
25.00°	-0.48
30.00°	-0.57



**DISEÑO DE RESERVOIRIO CIRCULAR**

<b>PROYECTO:</b>	TANQUE RESERVA - PLANTA DE TRATAMIENTO "LA DOLOROSA"	<b>REFERENCIA:</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	COMUNIDAD LA DOLOROSA - SAN JUAN	<b>FECHA:</b>	15/7/2024
<b>DISEÑO:</b>	ISMAEL SIBRI - SANTIAGO COBOS	<b>CÁLCULO:</b>	TR - 01
Modificar Datos	Cálculos Automáticos	Resultados	



Calculando:

P =	$(\gamma_a \cdot H^2 / 2) \cdot 1.00 \text{ m}$	=	2.00	Ton.
Ma =	$P \cdot h / 3$	=	1.33	Ton-m
Mu =	$1.55 \cdot Ma$	=	2.07	Ton-m

Para el momento en el fondo de la losa se despreciará por completo la resistencia del suelo.

Presión en el fondo

$W = \gamma_a \cdot H = 2.00 \text{ ton/m}$

Momento en el fondo

$Mo = \frac{W \cdot di^2}{8} = 5.0625 \text{ Ton-m}$

La tracción en el fondo será:

$T = \frac{W \cdot di}{2} = 4.50 \text{ Ton}$

**b.1.- Cálculo de Acero vertical (Reservorio lleno)**

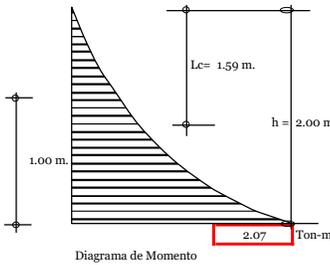
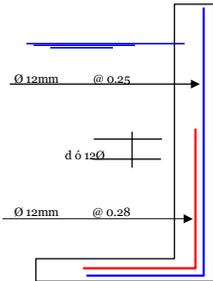
$0.59 \cdot w^2 \cdot w +$

$\frac{Mu}{f'c \cdot b \cdot d^2}$

$w1 = 1.6741584$   
 $w2 = 0.0207568$

$\rho = w \cdot f'c / fy$   
 $As = \rho \cdot b \cdot d$

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	$\rho$	As (cm <sup>2</sup> )	As min	As diseño	Ø	Nº capas	Disposición
2.067	100.00	20.00	0.00138	2.77	4.00	4.00	Ø 12mm	2.00	Ø 12mm @ 0.57 m
									0.25



Ecuación:  $Y = K \cdot X^3$

Cuando  $X = 2.00$   
 $Y = Mau = 2.07$   
 Entonces:  $K = 0.258$   
 $Mau / 2 = K \cdot Lc^3 = 1.033$   
 Entonces:  $Lc = 1.587 \text{ m}$

$d = 20.00 \text{ cm}$   
 $12Ø = 14.40 \text{ cm}$

**Verificación por cortante en las paredes**

Cortante asumido por el concreto en una franja de 1.00

$Vc = 0.53 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b \cdot d$

donde:  $\phi = 0.85$

$Vc = 15.08 \text{ Ton}$

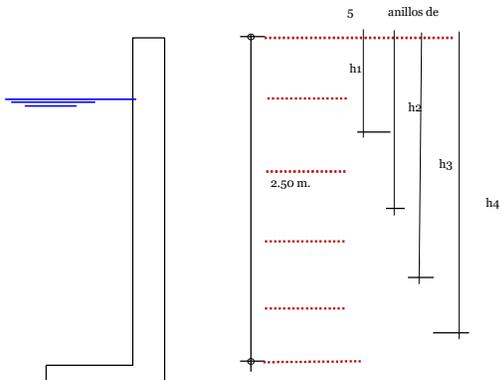
La tracción en el fondo de la losa  $Vu = T$

$Vc = 15.08 \text{ Ton} > Vu = 4.50 \text{ Ton}$  **Cumple**

**b.2.- Cálculo de Acero Horizontal (Reservorio lleno)**

Tal como se calculó para el predimensionamiento del espesor de la pared, Las tracciones en un anillo, se encontrará considerando en las presiones máximas en cada anillo. Ya que

los esfuerzos son variables de acuerdo a la profundidad, el anillo total lo dividimos en:



$T = \frac{1000 \cdot h \cdot hi \cdot di}{2}$

$h = 0.50 \text{ m}$   
 $di = 4.50 \text{ m}$

Los 2 primeros anillos conformarán uno sólo

hi =	Long. (m)
h1 =	0.75
h2 =	1.25
h3 =	1.75
h4 =	2.25

Reemplazando en la ecuación:

Anillo	T (Ton)
1	0.844
2	1.406
3	1.969
4	2.531

$T = Fs \cdot As$   
 $As \text{ min} = 0.002 \cdot 0.500 \cdot 0.20 \text{ m} = 2 \text{ cm}^2$

Separación S max =  $1.5 \cdot e = 0.375 \text{ m}$

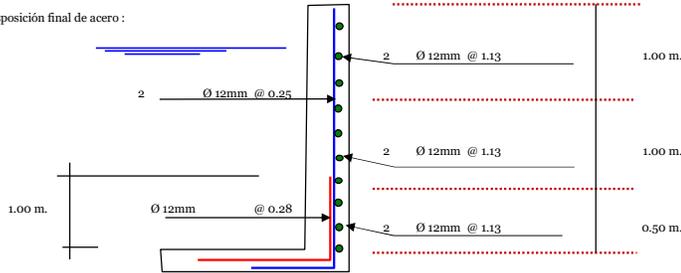
**DISEÑO DE RESERVOIRIO CIRCULAR**

<b>PROYECTO:</b>	TANQUE RESERVA - PLANTA DE TRATAMIENTO "LA DOLOROSA"	<b>REFERENCIA:</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	COMUNIDAD LA DOLOROSA - SAN JUAN	<b>FECHA:</b>	15/7/2024
<b>DISEÑO:</b>	ISMAEL SIBRI - SANTIAGO COBOS	<b>CÁLCULO:</b>	TR - 01
Modificar Datos	Cálculos Automáticos	Resultados	

Por esfuerzo de tracción, tenemos que :

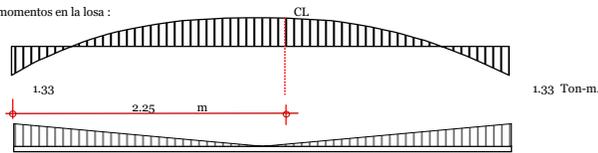
Anillo	T(Kg)	As (cm <sup>2</sup> )	As (usar)	Ø	Nº capas	Disposición		
1	844	0.40	2.00	Ø 12mm	2.00	Ø 12mm	@	1.13 m
2	1406	0.67	2.00	Ø 12mm	2.00	Ø 12mm	@	1.13 m
3	1969	0.94	2.00	Ø 12mm	2.00	Ø 12mm	@	1.13 m
4	2531	1.21	2.00	Ø 12mm	2.00	Ø 12mm	@	1.13 m

Disposición final de acero :

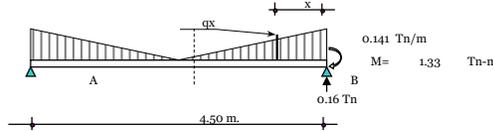


**5.2 Diseño y cálculo de acero en la losa de fondo del Reservoirio:**

Diagrama de momentos en la losa :



Peso del agua  $\pi \times di^2 \times h \times \gamma_a / 4$  = 31.81 Tn.  
 Carga unitaria por unidad de longitud  $q = H \times \delta_a / \text{Perimetro del circulo}$  = 0.141 Tn/m



**Cálculo del cortante a una distancia "X" :**

Se hallará el valor de "qx" en función de "x"  
 Cortante "V<sub>x</sub>" :

$$qx = 0.06 * (2.3 - X)$$

$$Vx = R - P - 0.5 * (q' + q) * X = 0.159 - 0.141 X + 0.031 X^2$$

Momento "Mx" :

$$Mx = -M + (R - P) * X - qx * X^2 / 2 - (q' - qx) * X^2 / 3$$

$$Mx = -1.33 + 0.16 x - 0.071 X^2 + 0.010 X^3$$

Valores :

X (m)	0.00	0.38	0.75	1.13	1.50	1.88	2.25
V (Ton)	0.16	0.22	0.28	0.36	0.44	0.53	0.64
M (Tn-m)	-1.33	-1.28	-1.25	-1.23	-1.22	-1.21	-1.21

**Verificación por cortante en la losa de fondo**

Cortante asumido por el concreto en una franja de 1.00

donde:  $\phi = 0.85$

$$Vc = \phi \times 0.53 \times \sqrt{f'c} \times b \times d = 11.31 \text{ Ton}$$

La tracción en el fondo de la losa  $Vu = T$

$$Vc = 11.31 \text{ Ton} > Vu = 0.64 \text{ Ton} \quad \text{Cumple}$$

**Cálculo de acero en la losa de fondo**

Mau =	1.55 *	1.33	=	2.06667	Tn-m	Espesor losa =	15	cm
p min =	0.0020					recubrim.	4.00	cm

$$0.59 * w^2 - w + \frac{Mu}{0.90 \times f'c \times b \times d^2} = 0$$

$w1 = 1.6241864$        $\rho = w * f'c / fy$   
 $w2 = 0.0707289$        $As = \rho * b * d$

M(Tn-m)	b (cm)	d (cm)	$\rho$	As (cm <sup>2</sup> )	As min	As diseño	Ø	Nº capas	Disposición
2.067	100.00	11.00	0.0047	5.19	2.20	5.19	Ø 12mm	1.00	Ø 12mm @ 0.22 m

**5.3 Diseño de la zapata corrida:**

La zapata corrida soportará una carga lineal uniforme de :

Losa de techo	:	2.12	Ton	Perimetro zapata	L =	14.14	m
Viga perimetral	:	2.69	Ton	Peso	W =	2.11	Ton/ml
Muro de reservorio	:	19.70	Ton				
Peso de zapata	:	5.37	Ton				
		29.88	Ton.				

**DISEÑO DE RESERVOIRIO CIRCULAR**

<b>PROYECTO:</b>	TANQUE RESERVA - PLANTA DE TRATAMIENTO "LA DOLOROSA"	<b>REFERENCIA:</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	COMUNIDAD LA DOLOROSA - SAN JUAN	<b>FECHA:</b>	15/7/2024
<b>DISEÑO:</b>	ISMAEL SIBRI - SANTIAGO COBOS	<b>CÁLCULO:</b>	TR - 01
Modificar Datos	Cálculos Automáticos	Resultados	

Según el estudio de Suelos indica que :

$qu = 2.71$  Kg/cm<sup>2</sup>

Ancho de zapata corrida (bz) = W por metro lineal / qu

$bz = \frac{2.11}{27.1} = 0.08$  m      Asumiremos un  $bz = 0.75$  m

Reacción neta ( $\sigma_n$ ) = W por metro lineal / bz =

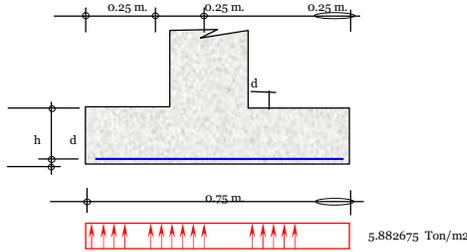
$2.11 / 0.75 = 0.282$  Kg/cm<sup>2</sup>

$qu = 2.71$  Kg/cm<sup>2</sup> >  $\sigma_n = 0.28$  Kg/cm<sup>2</sup>      Cumple

La presión neta de diseño o rotura:

$\sigma_{nd} = \gamma_s * b / Azap. = \gamma_s * \sigma_n = 2.1 * 0.28 = 5.883$  Ton/m<sup>2</sup>

El peralte efectivo de la zapata:



Bien se sabe que el cortante crítico o actuante está a una distancia "d" del muro, del gráfico podemos decir :

$V_u = 5.88 * (0.75 - d) / b * d$        $b = 75$  cm

Cortante asumido por el concreto :

$V_c = \phi * 0.53 * \sqrt{f'c}$ , siendo  $\phi = 0.85$        $f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>

Reemplazando, tenemos  $V_c = 71.11610226$  Tn/m<sup>2</sup>

Igualando a la primera ecuación :  $d = 0.028$  m

Recubrimiento :  $r = 5.00$  cm

Altura de la zapata

$h = d + r + \phi/2 = 8.39$  cm

Altura de la zapata adoptado

$h = 20.0$  cm

Momento actuante en la sección crítica (cara del muro):

$M = 5.883 * 0.25^2 / 2 = 0.183833583$  Tn-m

$p \text{ min} = 0.0020$

$0.59 * w^2 - w +$

$\frac{Mu}{f'c * b * d^2}$

$w1 = 1.6916668$   
 $w2 = 0.0032484$

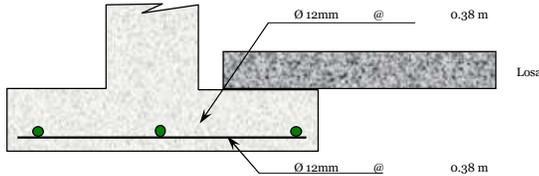
$\rho = w * f'c / fy$   
 $As = \rho * b * d$

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	$\rho$	As (cm <sup>2</sup> )	As min	As diseño	$\phi$	Nº capas	Disposición
0.184	100.00	15.00	0.00022	0.32	3.00	3.00	Ø 12mm	1.00	Ø 12mm @ 0.38 m
									0.25 m

Acero de repartición, Usaremos el As min =

3.00

$\phi$	Nº capas	Disposición
Ø 12mm	1.00	Ø 12mm @ 0.38 m
		0.25



**5.4 Diseño de la Viga perimetral o de arranque:**

**5.4.1. Diseño por tracción:**

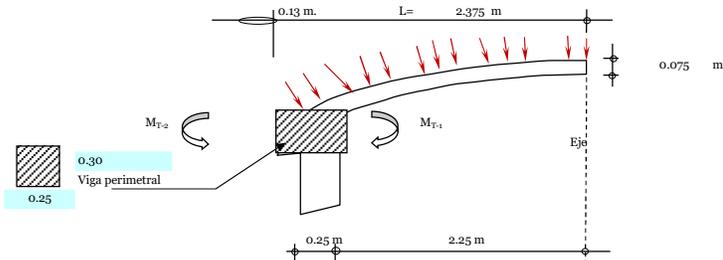
Se considera que la viga perimetral está sometida a tracción:

$P_{cup} = 5089$  kg       $a = 73.74^\circ$

$F_t = \frac{P}{(2 * \pi * Tg a)}$       Reemplazando  $F_t = 236.3$  kg

$As = \frac{F_t}{f_s} = \frac{F_t}{0.5 F_y}$       Reemplazando  $As = 0.11$  cm<sup>2</sup>

**5.4.2. Diseño por torsión:**



**DISEÑO DE RESERVOIRIO CIRCULAR**

<b>PROYECTO:</b>	TANQUE RESERVA - PLANTA DE TRATAMIENTO "LA DOLOROSA"	<b>REFERENCIA:</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	COMUNIDAD LA DOLOROSA - SAN JUAN	<b>FECHA:</b>	15/7/2024
<b>DISEÑO:</b>	ISMAEL SIBRI - SANTIAGO COBOS	<b>CÁLCULO:</b>	TR - 01
Modificar Datos	Cálculos Automáticos	Resultados	

**Metrado de Cargas :**

Peso propio de viga	1.40 x	0.25 x	0.30 x	2.40	=	0.252 Ton/m
Peso propio de losa	1.40 x	0.075 x	2.40		=	0.252 Ton/m <sup>2</sup>
Sobre carga	1.70 x	0.150			=	0.255 Ton/m <sup>2</sup>
Carga Total por m <sup>2</sup> de losa					=	0.507 Ton/m <sup>2</sup>
Carga Total por ml de viga	[ 0.51 x [ 2.25 x	0.25/2]]		+ 0.25	=	<b>1.456 Ton/ml</b>

**Cálculo de acciones internas**

**Momento torsionante:**

$M_{T1} =$		0.507 x	2.3 <sup>2</sup> / 2	$M_{T1} =$	1.283	Tn-m
$M_{T2} =$		0.252 x	0.1 <sup>2</sup> / 2	$M_{T2} =$	0.002	Tn-m
$M_T =$	$M_{T1} / 2 - M_{T2} =$	1.28 / 2	- 0.002	$M_T =$	0.640	Tn-m

**Momento flexionante:**

$M_F =$	$W * L^2 / 2 =$	1.456 x	1.00 <sup>2</sup> / 2	$M_F =$	0.728	Tn-m
---------	-----------------	---------	-----------------------	---------	-------	------

**Fuerza cortante:**

$Q =$	$W * L / 2 =$	1.456 x	1.00 / 2	$Q =$	0.728	Tn/m
-------	---------------	---------	----------	-------	-------	------

$V_u = V_c / (\phi * b * x * h) =$				$V_u =$	11.421	Tn/m <sup>2</sup>
$\phi = 0.85$						

**Cálculo de acero:**

**Refuerzo transversal:**

**Por Fuerza Cortante :**

$V_u =$	11.421	Tn/m <sup>2</sup>
---------	--------	-------------------

Cortante asumido por el concreto :  $0.5 * (F_c)^{1/2}$   
 $V_c =$  83.666 Tn/m<sup>2</sup>  
 $V_c > V_u$  No necesita acero por cortante

**Por Torsión :**

$M_T =$	0.640	Tn-m
---------	-------	------

Momento resistente por el concreto :

$$M_c = \frac{0.25^2 * x * 0.30 * x * 280^{1/2}}{0.25^{1/2}} + \frac{2.25^2 * x * 7.50 * x * 280^{1/2}}{2.25^{1/2}}$$

$M_c =$	62,750	+	423,56	$M_c =$	0.632	Ton-m
---------	--------	---	--------	---------	-------	-------

Se sabe que :  $T_s = M_T - M_c$

$T_s =$	0.008	Ton-m
---------	-------	-------

Siendo :  $\phi_c = 0.66 + 0.33 * (b_1/d) < 1.50$

$\phi_c =$	0.9286	$\phi_c < 1.5 \text{ Ok!}$
------------	--------	----------------------------

Recubrimiento	$r =$	2.50	cm
Ancho efectivo	$b_1 = b - r - \phi/2$	21.87	cm
Peralte efectivo	$d = h - r - \phi/2$	26.87	cm
Área de acero por torsión	$A_s / S = T_s / [\phi_c * F_y * b_1 * d]$	0.0003	cm <sup>2</sup> /cm

As diseño	$\phi$	Disposición de estribos		
0.0003	$\phi$ 8mm	<input checked="" type="checkbox"/>	$\phi$ 8mm @	14.44 m

**Refuerzo Longitudinal:**

**Por Flexión :**

Para  $L = 1.00$  m

$Z =$	0.9	*d =	24.18	cm
$MF =$	$W * L^2 / 8.0$	=	0.182	Tn-m
Área de acero diseño	$A_s = \frac{MF}{f_y * Z}$		0.18	cm <sup>2</sup>
Área de acero mínimo	$0.002 * b * d$		1.34	cm <sup>2</sup>

**Por Torsión**

Área de acero 1	$A_1 = 2 * (A_s / S) * (b_1 + d)$	$A_1 =$	0.03	cm <sup>2</sup>
-----------------	-----------------------------------	---------	------	-----------------

Ahora por reglamento se tiene que la resistencia de la viga reforzada debe ser mucho mayor que la resistencia de la viga sin refuerzo, aplicaremos la siguiente formula :

$$T_{rs} = 0.6 * b^2 * h * \sqrt{f_c}$$

$T_{rs} =$	1.8825	Tn-m/m
------------	--------	--------

Se tiene:  $T_{rs} = 1.882485 \text{ Tn-m/m} > M_t = 0.640 \text{ Tn-m}$

Por lo tanto el porcentaje total de refuerzo por torsión debe ser menor que el siguiente valor:

$$P \text{ it } \leq 6.40 * (F_c / F_y)^{1/2}$$

$$P \text{ it } = A_1 * (1 + 1/\phi_c) / (b * h) \leq 6.4 * (F_c / F_y)^{1/2}$$

0.0001	<	1.6525	<b>OK</b>
--------	---	--------	-----------

Área de acero final =  $A_s \text{ flexión } + A_s \text{ tracción}$

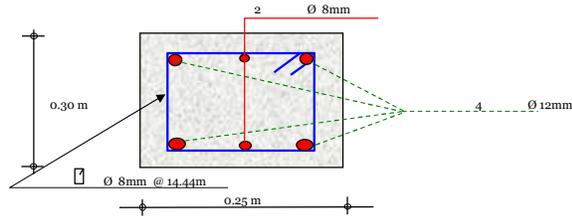
$A_s =$	1.456	cm <sup>2</sup>
---------	-------	-----------------

As diseño	$\phi$	Disposición de estribos		As total	
1.456	1	$\phi$ 8mm	2	$\phi$ 12mm	2.76

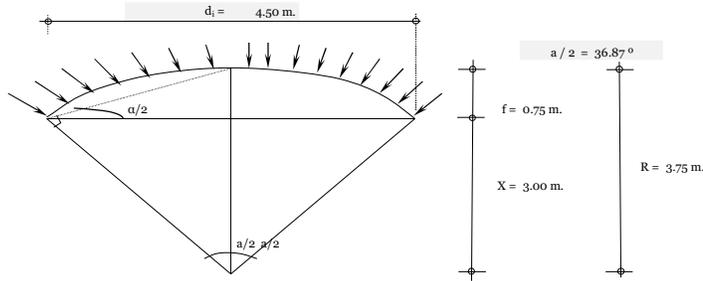
**DISEÑO DE RESERVOIRIO CIRCULAR**

<b>PROYECTO:</b>	TANQUE RESERVA - PLANTA DE TRATAMIENTO "LA DOLOROSA"	<b>REFERENCIA:</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	COMUNIDAD LA DOLOROSA - SAN JUAN	<b>FECHA:</b>	15/7/2024
<b>DISEÑO:</b>	ISMAEL SIBRI - SANTIAGO COBOS	<b>CÁLCULO:</b>	TR - 01
Modificar Datos	Cálculos Automáticos	Resultados	

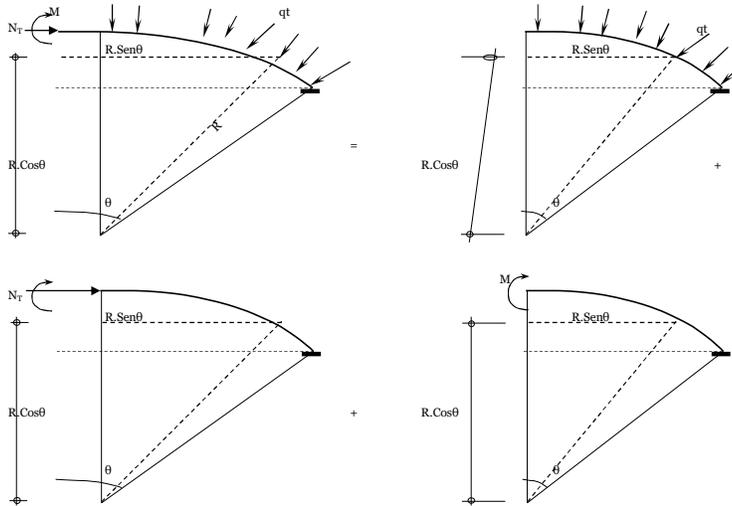
Disposición final de acero en viga:



**5.5 Diseño de la Cúpula**



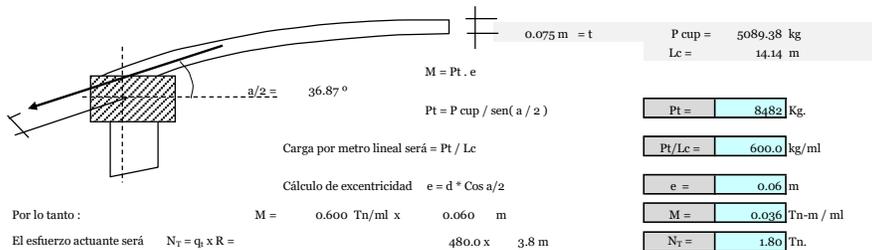
Se cortará por el centro, debido a que es simetrico, lo analizaremos por el método de las fuerzas :



Analizando la estructura se tiene que:

$M = 0$  ;  $N_r = W \cdot r$  , Como se puede apreciar sólo existe esfuerzo normal en la estructura.

El encuentro entre la cúpula y la viga producen un efecto de excentricidad, debido a la resultante de la cúpula y la fuerza transmitido por las paredes. Como podemos apreciar en la gráfica :



**DISEÑO DE RESERVOIRIO CIRCULAR**

<b>PROYECTO:</b>	TANQUE RESERVA - PLANTA DE TRATAMIENTO "LA DOLOROSA"	<b>REFERENCIA:</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	COMUNIDAD LA DOLOROSA - SAN JUAN	<b>FECHA:</b>	15/7/2024
<b>DISEÑO:</b>	ISMAEL SIBRI - SANTIAGO COBOS	<b>CÁLCULO:</b>	TR - 01
Modificar Datos	Cálculos Automáticos	Resultados	

**Cálculo de acero en cúpula:**

\* En muro o pared delgada, el acero por metro lineal no debe exceder a:

$$As = 30 t * f_c / f_y$$

$$As = 15.00 \text{ cm}^2$$

\* Acero por efectos de tensión (At):

$$At = \frac{T}{F_s} = \frac{T}{0.5 * F_y}$$

$$At = 0.857 \text{ cm}^2$$

\* Acero por efectos de Flexión (Af):

$$\text{Acero mínimo: } 0.0020 * b * d$$

$$r = 2.5 \text{ cm}$$

$$Af \text{ min} = 1.00 \text{ cm}^2$$

\* Acero a tenerse en cuenta : At + Af <

15

$$At + Af = 1.86 \text{ cm}^2$$

At + Af < As max. Ok!

As diseño	Ø	Nº capas	Disposición
1.86	Ø 12mm	1	Ø 12mm @ 0.61m

\* Acero por efectos de la excentricidad :

$$p \text{ min} = 0.0020$$

$$0.59 * w^2 - w +$$

$$\frac{Mu}{0.90 f_c * b * d^2}$$

$$w1 = 1.6891816$$

$$\rho = w * f_c / f_y$$

$$w2 = 0.0057337$$

$$As = \rho * b * d$$

M(Tn-m)	b (cm)	d (cm)	ρ	As (cm²)	As min	As diseño	Ø	Nº capas	Disposición
0.036	100.00	5.00	0.0004	0.19	1.00	1.00	Ø 12mm	1	Ø 12mm @ 1.13 m

\* Acero de repartición :

$$0.0020 * b * d$$

$$Asr = 1.00 \text{ cm}^2$$

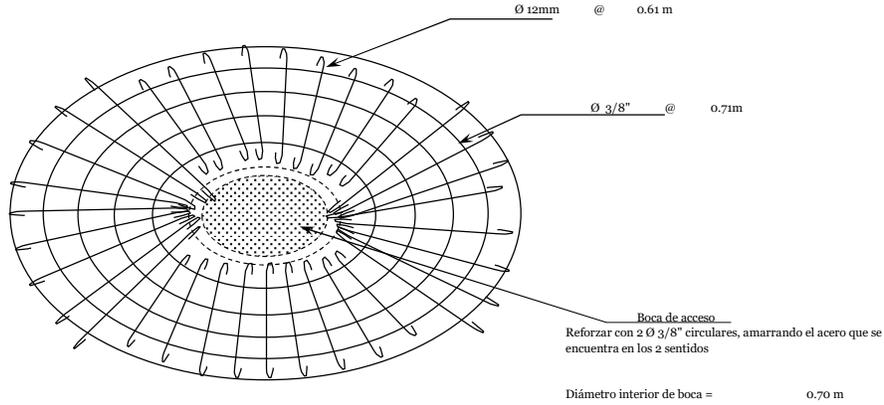
As diseño	Ø	Nº capas	Disposición
1.00	Ø 3/8"	1	Ø 3/8" @ 0.71m

**DISEÑO DE RESERVORIO CIRCULAR**

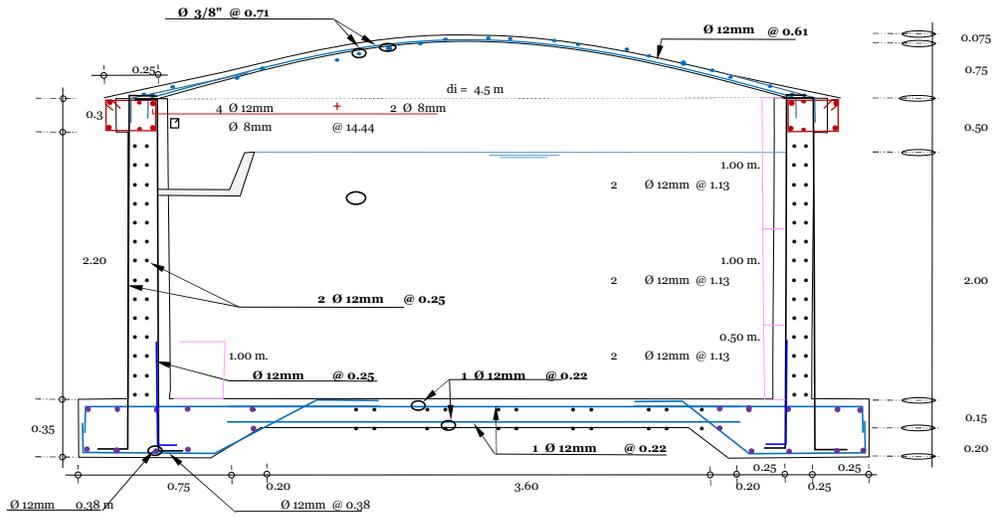
<b>PROYECTO:</b>	TANQUE RESERVA - PLANTA DE TRATAMIENTO "LA DOLOROSA"	<b>REFERENCIA:</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	COMUNIDAD LA DOLOROSA - SAN JUAN	<b>FECHA:</b>	15/7/2024
<b>DISEÑO:</b>	ISMAEL SIBRI - SANTIAGO COBOS	<b>CÁLCULO:</b>	TR - 01
Modificar Datos	Cálculos Automáticos	Resultados	

Disposición final de acero :

En el acero principal se usará el mayor acero entre el At +Af y Acero por excentricidad.



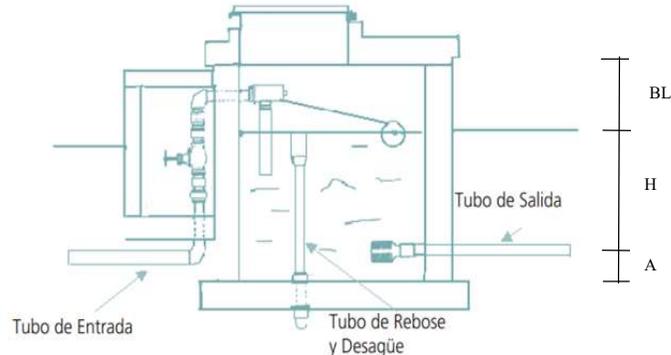
**VI. Detalle final del Reservoirio**



DISEÑO HIDRÁULICO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA CÁMARA ROMPE PRESIÓN TIPO VII			
PROYECTO:	LA DOLOROSA - RED DE DISTRIBUCIÓN	REF.:	TRP - 1
UBICACIÓN:	LA DOLOROSA - SAN JUAN DEL CID	FECHA:	15/7/2024
DISEÑO:	ISMAEL SIBRI - SANTIAGO COBOS	CÁLCULO:	Hidraulico-01

### 1. Cálculo de la Altura de la Cámara Rompe Presión (Ht) - CRP

Caudal diseño		Qd =	<b>0.9</b>	lt/s
Material de la Tubería	PVC	P <sub>N</sub> =	<b>0.8 Mpa</b>	Clase_7.5
Diámetro exterior de la Tubería de Salida a la Red de Distribución		D =	<b>32</b>	mm
Diámetro interior de la Tubería de Salida a la Red de Distribución		D =	<b>29.80</b>	mm



Del gráfico:

Aceleración de la gravedad		g =	<b>9.81</b>	m/s <sup>2</sup>
Altura mínima		A =	<b>10.0 cm</b>	0.10 m
Borde Libre mínimo		B.L. =	<b>20.0 cm</b>	0.20 m
Área de la Tubería de salida	$A = \pi \cdot D^2 / 4$	Ac =	<b>0.000697</b>	m <sup>2</sup>
Cálculo de Velocidad	$V = Q / A$	V =	<b>1.290</b>	m/s
Altura de carga requerida para que el caudal de salida pueda fluir	$H = 1.56 \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$	H =	<b>13 cm</b>	0.13 m
Altura mínima de carga requerida para que el caudal de salida pueda fluir		H =	<b>30 cm</b>	0.30 m
Altura total de diseño		Ht =	<b>0.6</b>	m

### 2. Dimensionamiento de la Sección de la base de la Cámara Rompe Presión (a) - CRP

Para el dimensionamiento de la base de la Cámara Rompe Presión se toman en cuenta las siguientes consideraciones:

\*El Tiempo de descarga por el orificio; el orificio tiene que ser el diámetro calculado de la Red de Distribución que descarga una altura de agua desde el nivel de la tubería de rebose hasta el nivel de la altura del orificio

\*\*El Volumen de almacenamiento máximo de la Cámara Rompe Presión es calculado multiplicando el valor del área de la base por la altura Total de agua, expresado en m<sup>3</sup>

#### 2.1 Cálculo del tiempo de descarga de la altura de agua H

Coefficiente de distribución o de descarga: orificio circular		Cd =	<b>0.8</b>	adimensional
Lado de la sección Interna de la base (asumido)		a =	<b>0.60</b>	m
Lado de la sección Interna de la base (asumido)		b =	<b>0.60</b>	m
Altura de agua almacenado hasta el nivel de la tubería de rebose HT = A+H		HT =	<b>0.4</b>	m
Área sección Interna de la base	$A_b = a \cdot b$	A <sub>b</sub> =	<b>0.36</b>	m <sup>2</sup>
Tiempo de descarga a la Red de Distribución; es el tiempo que se demora en descargar la altura H de agua		t =	<b>159.6</b>	seg
	$t = ((2 \cdot A_b) \cdot (H^{0.5})) / (Cd \cdot A_o \cdot (2g)^{0.5})$	t =	<b>2.66</b>	min
Volumen de almacenamiento máximo dado para HT.	$V_{\text{máx}} = A_b \cdot HT$	V <sub>máx</sub> =	<b>0.144</b>	m <sup>3</sup>

**Medidas interiores de la cámara de Rompe Presión: L.A.H 0.6m x 0.6m x 0.6m**

### 3. Dimensionamiento de la Canastilla

Se recomienda que el diámetro de la canastilla sea 2 veces el diámetro de la tubería de salida

$$D_c = 2 \times D = 64.00 \text{ mm} \quad D_c = \boxed{70} \text{ mm}$$

La longitud de la canastilla (L) debe ser mayor 3D y menor que 6D

$$L = (3 \times D) \quad L = \boxed{9.60} \text{ cm}$$

$$L = (6 \times D) \quad L = \boxed{19.20} \text{ cm}$$

$$\text{Lasumido} = \boxed{15} \text{ cm} \quad \checkmark \quad 1$$

$$\text{Área de ranuras:} \quad A_r = 5 \text{ mm} \times 5 \text{ mm} = 25.00 \text{ mm}^2 \quad A_r = \boxed{0.25} \text{ cm}^2$$

$$\text{Área transversal de la tubería de salida} \quad A_s = \frac{\pi \times D^2}{4} \quad A_s = \boxed{8.04} \text{ cm}^2$$

$$\text{Área total de ranuras} \quad A_t = 2 \times A_s \quad A_t = \boxed{16.08} \text{ cm}^2$$

Área de  $A_t$  no debe ser mayor al 50% del área lateral de la granada ( $A_g$ )

$$A_g = 0.5 \times D_g \times L \quad A_g = \boxed{52.50} \text{ cm}^2$$

$$\text{Verif.} \quad 0.5 \times A_g = 26.25 \text{ cm}^2 > A_t = 16.08 \text{ cm}^2 \quad \text{¡Cumple!} \quad \checkmark \quad 61\%$$

$$\text{El número de ranuras resulta:} \quad N^{\circ} \text{ranuras} = \frac{\text{Área total de ranura}}{\text{Área de ranura}} \quad N^{\circ} \text{ de ranuras} = \boxed{64}$$

### 4. Cálculo el diámetro de tubería del Cono de Rebose y Limpieza

El Rebose se instala directamente a la tubería de limpieza y para realizar la limpieza y evacuar el agua de la cámara húmeda, se levanta la tubería de Rebose. La tubería de Rebose y Limpia tienen el mismo diámetro

La tubería de rebose se calcula mediante la ecuación de Hazen y Williams

Donde:

$Q_{md}$  : Caudal máximo diario (l/s)

$H_f$  : Pérdida de carga unitaria (m/m). 0.015

$C$  : Coeficiente de Hazen-Williams (PVC) 150

$$\text{Diámetro} \quad D = 4.63 \times \frac{Q^{0.38}}{C^{0.38} S^{0.21}}$$

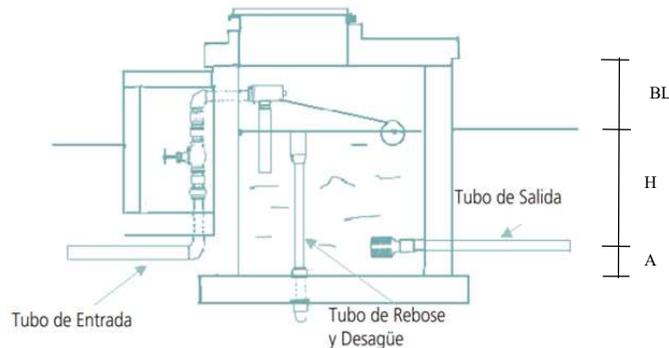
Considerando una tubería de rebose

	pulg	cm
D =	1.60	4
D =	<b>2</b>	<b>5</b>

DISEÑO HIDRÁULICO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA CÁMARA ROMPE PRESIÓN TIPO VII			
PROYECTO:	LA DOLOROSA - RED DE DISTRIBUCIÓN	REF.:	TRP - 2
UBICACIÓN:	LA DOLOROSA - SAN JUAN DEL CID	FECHA:	7/15/2024
DISEÑO:	ISMAEL SIBRI - SANTIAGO COBOS	CÁLCULO:	Hidraulico-01

### 1. Cálculo de la Altura de la Cámara Rompe Presión (Ht) - CRP

Caudal diseño		Qd =	0.74	lt/s
Material de la Tubería	PVC	P <sub>N</sub> =	0.8 Mpa	
Diámetro exterior de la Tubería de Salida a la Red de Distribución		D =	32	mm
Diámetro interior de la Tubería de Salida a la Red de Distribución		D =	29.80	mm



Del gráfico:

Aceleración de la gravedad		g =	9.81	m/s <sup>2</sup>
Altura mínima		A =	10.0 cm	0.10 m
Borde Libre mínimo		B.L =	20.0 cm	0.20 m
Área de la Tubería de salida	$A = \pi * D^2 / 4$	Ac =	0.000697	m <sup>2</sup>
Cálculo de Velocidad	$V = Q / A$	V =	1.061	m/s
Altura de carga requerida para que el caudal de salida pueda fluir	$H = 1.56 * \frac{V^2}{2 * g}$	H =	9 cm	0.09 m
Altura mínima de carga requerida para que el caudal de salida pueda fluir		H =	30 cm	0.30 m
Altura total de diseño		Ht =	0.6	m

### 2. Dimensionamiento de la Sección de la base de la Cámara Rompe Presión (a) - CRP

Para el dimensionamiento de la base de la Cámara Rompe Presión se toman en cuenta las siguientes consideraciones:

\*El Tiempo de descarga por el orificio; el orificio tiene a ser el diámetro calculado de la Red de Distribución que descarga una altura de agua desde el nivel de la tubería de rebose hasta el nivel de la altura del orificio

\*\*El Volumen de almacenamiento máximo de la Cámara Rompe Presión es calculado multiplicando el valor del area de la base por la altura Total de agua, expresado en m<sup>3</sup>

#### 2.1 Cálculo del tiempo de descarga de la altura de agua H

Coefficiente de distribución o de descarga: orificio circular		Cd =	0.8	adimensional
Lado de la sección Interna de la base (asumido)		a =	0.60	m
Lado de la sección Interna de la base (asumido)		b =	0.60	m

Altura de agua almacenado hasta el nivel de la tubería de rebose HT = A+H		HT =	0.4	m
Área sección Interna de la base	$A_b = a * b$	A <sub>b</sub> =	0.36	m <sup>2</sup>

Tiempo de descarga a la Red de Distribución; es el tiempo que se demora en descargar la altura H de agua

$$t = ((2 * A_b) * (H^{0.5})) / (Cd * A_o * (2g)^{0.5})$$

t =	159.6	seg
-----	-------	-----

t =	2.66	min
-----	------	-----

Volumen de almacenamiento máximo dado para HT.	$V_{m\acute{a}x} = A_b * HT$	V <sub>máx</sub> =	0.144	m <sup>3</sup>
--	------------------------------	--------------------	-------	----------------

**Medidas interiores de la cámara de Rompe Presión: L.A.H 0.6m x 0.6m x 0.6m**

### 3. Dimensionamiento de la Canastilla

Se recomienda que el diámetro de la canastilla sea 2 veces el diámetro de la tubería de salida

$$D_c = 2 \times D = 64.00 \text{ mm} \quad D_c = \boxed{70} \text{ mm}$$

La longitud de la canastilla (L) debe ser mayor 3D y menor que 6D

$$L = (3 \times D) \quad L = \boxed{9.60} \text{ cm}$$

$$L = (6 \times D) \quad L = \boxed{19.20} \text{ cm}$$

$$\text{Lasumido} = \boxed{15} \text{ cm} \quad \checkmark$$

Área de ranuras:  $Ar = 5 \text{ mm} \times 5 \text{ mm} = 25.00 \text{ mm}^2$   $Ar = \boxed{0.25} \text{ cm}^2$

Área transversal de la tubería de salida  $A_s = \frac{\pi * D^2}{4}$   $As = \boxed{8.04} \text{ cm}^2$

Área total de ranuras  $At = 2 As$   $At = \boxed{16.08} \text{ cm}^2$

Área de At no debe ser mayor al 50% del área lateral de la granada (Ag)  $A_g = 0.5 \times D_g \times L$   $Ag = \boxed{52.50} \text{ cm}^2$

Verif.  $0.5 * Ag = 26.25 \text{ cm}^2 > At = 16.08 \text{ cm}^2$  **iCumple!**  $\checkmark$

El número de ranuras resulta:  $N^{\circ} \text{ranuras} = \frac{\text{Área total de ranura}}{\text{Área de ranura}}$   $N^{\circ} \text{ de ranuras} = \boxed{64}$

### 4. Cálculo el diámetro de tubería del Cono de Rebose y Limpieza

El Rebose se instala directamente a la tubería de limpieza y para realizar la limpieza y evacuar el agua de la cámara húmeda, se levanta la tubería de Rebose. La tubería de Rebose y Limpia tienen el mismo diámetro

La tubería de rebose se calcula mediante la ecuación de Hazen y Williams

Donde:

$Q_{md}$  : Caudal máximo diario (l/s)

$H_f$  : Pérdida de carga unitaria (m/m). **0.015**

$C$  : Coeficiente de Hazen-Williams (PVC) **150**

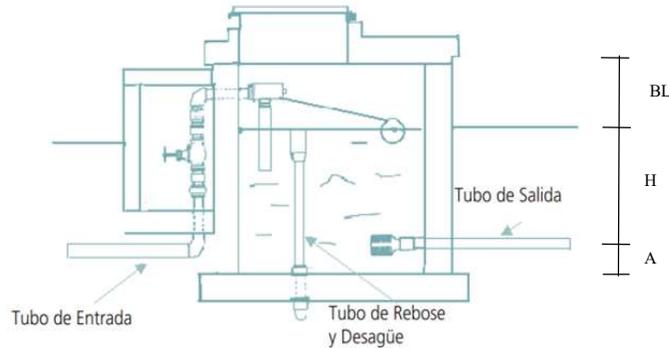
Diámetro  $D = 4.63 * \frac{Q^{0.38}}{C^{0.38} S^{0.21}}$   $D = \begin{matrix} \text{pulg} & \text{cm} \\ \boxed{1.49} & \boxed{4} \\ \boxed{2} & \boxed{5} \end{matrix}$

Considerando una tubería de rebose

DISEÑO HIDRÁULICO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA CÁMARA ROMPE PRESIÓN TIPO VII			
PROYECTO:	LA DOLOROSA - RED DE DISTRIBUCIÓN	REF.:	TRP - 3
UBICACIÓN:	LA DOLOROSA - SAN JUAN DEL CID	FECHA:	7/15/2024
DISEÑO:	ISMAEL SIBRI - SANTIAGO COBOS	CÁLCULO:	Hidraulico-01

### 1. Cálculo de la Altura de la Cámara Rompe Presión (Ht) - CRP

Caudal diseño		Qd =	0.582	lt/s
Material de la Tubería	PVC	P <sub>N</sub> =	0.8 Mpa	
Diámetro exterior de la Tubería de Salida a la Red de Distribución		D =	32	mm
Diámetro interior de la Tubería de Salida a la Red de Distribución		D =	29.80	mm



Del gráfico:

Aceleración de la gravedad		g =	9.81	m/s <sup>2</sup>
Altura mínima		A =	10.0 cm	0.10 m
Borde Libre mínimo		B.L =	20.0 cm	0.20 m
Área de la Tubería de salida	$A = \pi * D^2 / 4$	Ac =	0.000697	m <sup>2</sup>
Cálculo de Velocidad	$V = Q / A$	V =	0.834	m/s
Altura de carga requerida para que el caudal de salida pueda fluir	$H = 1.56 * \frac{V^2}{2 * g}$	H =	6 cm	0.06 m
Altura mínima de carga requerida para que el caudal de salida pueda fluir		H =	30 cm	0.30 m
Altura total de diseño		Ht =	0.6	m

### 2. Dimensionamiento de la Sección de la base de la Cámara Rompe Presión (a) - CRP

Para el dimensionamiento de la base de la Cámara Rompe Presión se toman en cuenta las siguientes consideraciones:

\*El Tiempo de descarga por el orificio; el orificio tiene que ser el diámetro calculado de la Red de Distribución que descarga una altura de agua desde el nivel de la tubería de rebose hasta el nivel de la altura del orificio

\*\*El Volumen de almacenamiento máximo de la Cámara Rompe Presión es calculado multiplicando el valor del área de la base por la altura Total de agua, expresado en m<sup>3</sup>

#### 2.1 Cálculo del tiempo de descarga de la altura de agua H

Coefficiente de distribución o de descarga: orificio circular		Cd =	0.8	adimensional
Lado de la sección Interna de la base (asumido)		a =	0.60	m
Lado de la sección Interna de la base (asumido)		b =	0.60	m

Altura de agua almacenado hasta el nivel de la tubería de rebose HT = A+H		HT =	0.4	m
Área sección Interna de la base	$A_b = a * b$	A <sub>b</sub> =	0.36	m <sup>2</sup>

Tiempo de descarga a la Red de Distribución; es el tiempo que se demora en descargar la altura H de agua

$$t = ((2 * A_b) * (H^{0.5})) / (Cd * A_o * (2g)^{0.5})$$

t =	159.6	seg
-----	-------	-----

t =	2.66	min
-----	------	-----

Volumen de almacenamiento máximo dado para HT.	$V_{m\acute{a}x} = A_b * HT$	V <sub>máx</sub> =	0.144	m <sup>3</sup>
--	------------------------------	--------------------	-------	----------------

**Medidas interiores de la cámara de Rompe Presión: L.A.H 0.6m x 0.6m x 0.6m**

### 3. Dimensionamiento de la Canastilla

Se recomienda que el diámetro de la canastilla sea 2 veces el diámetro de la tubería de salida

$$D_c = 2 \times D = 64.00 \text{ mm} \quad D_c = \boxed{70} \text{ mm}$$

La longitud de la canastilla (L) debe ser mayor 3D y menor que 6D

$$L = (3 \times D) \quad L = \boxed{9.60} \text{ cm}$$

$$L = (6 \times D) \quad L = \boxed{19.20} \text{ cm}$$

$$\text{Lasumido} = \boxed{15} \text{ cm} \quad \checkmark$$

$$\text{Área de ranuras:} \quad A_r = 5 \text{ mm} \times 5 \text{ mm} = 25.00 \text{ mm}^2 \quad A_r = \boxed{0.25} \text{ cm}^2$$

$$\text{Área transversal de la tubería de salida} \quad A_s = \frac{\pi \times D^2}{4} \quad A_s = \boxed{8.04} \text{ cm}^2$$

$$\text{Área total de ranuras} \quad A_t = 2 A_s \quad A_t = \boxed{16.08} \text{ cm}^2$$

Área de  $A_t$  no debe ser mayor al 50% del área lateral de la granada ( $A_g$ )

$$A_g = 0.5 \times D_g \times L \quad A_g = \boxed{52.50} \text{ cm}^2$$

$$\text{Verif.} \quad 0.5 \times A_g = 26.25 \text{ cm}^2 > A_t = 16.08 \text{ cm}^2 \quad \text{iCumple!} \quad \checkmark$$

$$\text{El número de ranuras resulta:} \quad N^{\circ} \text{ranuras} = \frac{\text{Área total de ranura}}{\text{Área de ranura}} \quad N^{\circ} \text{ de ranuras} = \boxed{64}$$

### 4. Cálculo el diámetro de tubería del Cono de Rebose y Limpieza

El Rebose se instala directamente a la tubería de limpieza y para realizar la limpieza y evacuar el agua de la cámara húmeda, se levanta la tubería de Rebose. La tubería de Rebose y Limpia tienen el mismo diámetro

La tubería de rebose se calcula mediante la ecuación de Hazen y Williams

Donde:

$Q_{md}$  : Caudal máximo diario (l/s)

$H_f$  : Pérdida de carga unitaria (m/m). **0.015**

$C$  : Coeficiente de Hazen-Williams (PVC) **150**

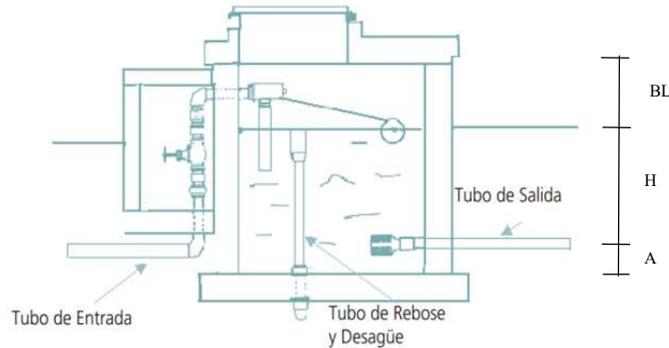
$$\text{Diámetro} \quad D = 4.63 \times \frac{Q^{0.38}}{C^{0.38} S^{0.21}} \quad \begin{array}{|c|c|} \hline & \text{pulg} & \text{cm} \\ \hline D = & \boxed{1.36} & \boxed{3} \\ \hline D = & \boxed{1.5} & \boxed{3.8} \\ \hline \end{array}$$

Considerando una tubería de rebose

DISEÑO HIDRÁULICO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA CÁMARA ROMPE PRESIÓN TIPO VII			
PROYECTO:	LA DOLOROSA - RED DE DISTRIBUCIÓN	REF.:	TRP - 4
UBICACIÓN:	LA DOLOROSA - SAN JUAN DEL CID	FECHA:	7/15/2024
DISEÑO:	ISMAEL SIBRI - SANTIAGO COBOS	CÁLCULO:	Hidraulico-01

### 1. Cálculo de la Altura de la Cámara Rompe Presión (Ht) - CRP

Caudal diseño		Qd =	0.876	lt/s
Material de la Tubería	PVC	P <sub>N</sub> =	1 Mpa	
Diámetro exterior de la Tubería de Salida a la Red de Distribución		D =	40	mm
Diámetro interior de la Tubería de Salida a la Red de Distribución		D =	36.80	mm



Del gráfico:

Aceleración de la gravedad		g =	9.81	m/s <sup>2</sup>
Altura mínima		A =	10.0 cm	0.10 m
Borde Libre mínimo		B.L =	20.0 cm	0.20 m
Área de la Tubería de salida	$A = \pi * D^2 / 4$	Ac =	0.001064	m <sup>2</sup>
Cálculo de Velocidad	$V = Q / A$	V =	0.824	m/s
Altura de carga requerida para que el caudal de salida pueda fluir	$H = 1.56 * \frac{V^2}{2 * g}$	H =	5 cm	0.05 m
Altura mínima de carga requerida para que el caudal de salida pueda fluir		H =	30 cm	0.30 m
Altura total de diseño		Ht =	0.6	m

### 2. Dimensionamiento de la Sección de la base de la Cámara Rompe Presión (a) - CRP

Para el dimensionamiento de la base de la Cámara Rompe Presión se toman en cuenta las siguientes consideraciones:

\*El Tiempo de descarga por el orificio; el orificio tiene que ser el diámetro calculado de la Red de Distribución que descarga una altura de agua desde el nivel de la tubería de rebose hasta el nivel de la altura del orificio

\*\*El Volumen de almacenamiento máximo de la Cámara Rompe Presión es calculado multiplicando el valor del área de la base por la altura Total de agua, expresado en m<sup>3</sup>

#### 2.1 Cálculo del tiempo de descarga de la altura de agua H

Coefficiente de distribución o de descarga: orificio circular		Cd =	0.8	adimensional
Lado de la sección Interna de la base (asumido)		a =	0.60	m
Lado de la sección Interna de la base (asumido)		b =	0.60	m

Altura de agua almacenado hasta el nivel de la tubería de rebose HT = A+H		HT =	0.4	m
Área sección Interna de la base	$A_b = a * b$	A <sub>b</sub> =	0.36	m <sup>2</sup>

Tiempo de descarga a la Red de Distribución; es el tiempo que se demora en descargar la altura H de agua

$$t = ((2 * A_b) * (H^{0.5})) / (Cd * A_o * (2g)^{0.5})$$

t =	104.6	seg
-----	-------	-----

t =	1.74	min
-----	------	-----

Volumen de almacenamiento máximo dado para HT.	$V_{m\acute{a}x} = A_b * HT$	V <sub>máx</sub> =	0.144	m <sup>3</sup>
--	------------------------------	--------------------	-------	----------------

**Medidas interiores de la cámara de Rompe Presión: L.A.H 0.6m x 0.6m x 0.6m**

### 3. Dimensionamiento de la Canastilla

Se recomienda que el diámetro de la canastilla sea 2 veces el diámetro de la tubería de salida

$$D_c = 2 \times D = 80.00 \text{ mm} \quad D_c = \boxed{70} \text{ mm}$$

La longitud de la canastilla (L) debe ser mayor 3D y menor que 6D

$$L = (3 \times D) \quad L = \boxed{12.00} \text{ cm}$$

$$L = (6 \times D) \quad L = \boxed{24.00} \text{ cm}$$

$$\text{Lasumido} = \boxed{17} \text{ cm} \quad \checkmark$$

$$\text{Área de ranuras:} \quad A_r = 5 \text{ mm} \times 5 \text{ mm} = 25.00 \text{ mm}^2 \quad A_r = \boxed{0.25} \text{ cm}^2$$

$$\text{Área transversal de la tubería de salida} \quad A_s = \frac{\pi * D^2}{4} \quad A_s = \boxed{12.57} \text{ cm}^2$$

$$\text{Área total de ranuras} \quad A_t = 2 A_s \quad A_t = \boxed{25.13} \text{ cm}^2$$

Área de At no debe ser mayor al 50% del área lateral de la granada (Ag)

$$A_g = 0.5 \times D_g \times L \quad A_g = \boxed{59.50} \text{ cm}^2$$

$$\text{Verif.} \quad 0.5 \times A_g = 29.75 \text{ cm}^2 > A_t = 25.13 \text{ cm}^2 \quad \text{iCumple!} \quad \checkmark$$

$$\text{El número de ranuras resulta:} \quad N^{\circ} \text{ranuras} = \frac{\text{Área total de ranura}}{\text{Área de ranura}} \quad N^{\circ} \text{ de ranuras} = \boxed{101}$$

### 4. Cálculo el diámetro de tubería del Cono de Rebose y Limpieza

El Rebose se instala directamente a la tubería de limpieza y para realizar la limpieza y evacuar el agua de la cámara húmeda, se levanta la tubería de Rebose. La tubería de Rebose y Limpia tienen el mismo diámetro

La tubería de rebose se calcula mediante la ecuación de Hazen y Williams

Donde:

$Q_{md}$  : Caudal máximo diario (l/s)

$H_f$  : Pérdida de carga unitaria (m/m). **0.015**

$C$  : Coeficiente de Hazen-Williams (PVC) **150**

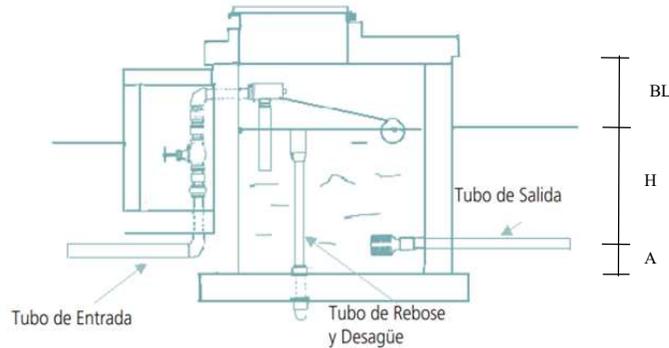
$$\text{Diámetro} \quad D = 4.63 * \frac{Q^{0.38}}{C^{0.38} S^{0.21}} \quad \begin{array}{|c|c|} \hline & \text{pulg} & \text{cm} \\ \hline D = & 1.58 & 4 \\ \hline D = & \mathbf{2} & \mathbf{5} \\ \hline \end{array}$$

Considerando una tubería de rebose

DISEÑO HIDRÁULICO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA CÁMARA ROMPE PRESIÓN TIPO VII			
PROYECTO:	LA DOLOROSA - RED DE DISTRIBUCIÓN	REF.:	TRP - 5
UBICACIÓN:	LA DOLOROSA - SAN JUAN DEL CID	FECHA:	7/15/2024
DISEÑO:	ISMAEL SIBRI - SANTIAGO COBOS	CÁLCULO:	Hidraulico-01

### 1. Cálculo de la Altura de la Cámara Rompe Presión (Ht) - CRP

Caudal diseño		Qd =	0.21	lt/s
Material de la Tubería	PVC	P <sub>N</sub> =	1 Mpa	
Diámetro exterior de la Tubería de Salida a la Red de Distribución		D =	25	mm
Diámetro interior de la Tubería de Salida a la Red de Distribución		D =	22.80	mm



Del gráfico:

Aceleración de la gravedad		g =	9.81	m/s <sup>2</sup>
Altura mínima		A =	10.0 cm	0.10 m
Borde Libre mínimo		B.L =	20.0 cm	0.20 m
Área de la Tubería de salida	$A = \pi * D^2 / 4$	Ac =	0.000408	m <sup>2</sup>
Cálculo de Velocidad	$V = Q / A$	V =	0.514	m/s
Altura de carga requerida para que el caudal de salida pueda fluir	$H = 1.56 * \frac{V^2}{2 * g}$	H =	2 cm	0.02 m
Altura mínima de carga requerida para que el caudal de salida pueda fluir		H =	30 cm	0.30 m
Altura total de diseño		Ht =	0.6	m

### 2. Dimensionamiento de la Sección de la base de la Cámara Rompe Presión (a) - CRP

Para el dimensionamiento de la base de la Cámara Rompe Presión se toman en cuenta las siguientes consideraciones:

\*El Tiempo de descarga por el orificio; el orificio tiene a ser el diámetro calculado de la Red de Distribución que descarga una altura de agua desde el nivel de la tubería de rebose hasta el nivel de la altura del orificio

\*\*El Volumen de almacenamiento máximo de la Cámara Rompe Presión es calculado multiplicando el valor del area de la base por la altura Total de agua, expresado en m<sup>3</sup>

#### 2.1 Cálculo del tiempo de descarga de la altura de agua H

Coefficiente de distribución o de descarga: orificio circular		Cd =	0.8	adimensional
Lado de la sección Interna de la base (asumido)		a =	0.60	m
Lado de la sección Interna de la base (asumido)		b =	0.60	m

Altura de agua almacenado hasta el nivel de la tubería de rebose HT = A+H		HT =	0.4	m
Área sección Interna de la base	$A_b = a * b$	A <sub>b</sub> =	0.36	m <sup>2</sup>

Tiempo de descarga a la Red de Distribución; es el tiempo que se demora en descargar la altura H de agua

$$t = ((2 * A_b) * (H^{0.5})) / (Cd * A_o * (2g)^{0.5})$$

t =	272.6	seg
-----	-------	-----

t =	4.54	min
-----	------	-----

Volumen de almacenamiento máximo dado para HT.  $V_{m\acute{a}x} = A_b * HT$

V <sub>máx</sub> =	0.144	m <sup>3</sup>
--------------------	-------	----------------

**Medidas interiores de la cámara de Rompe Presión: L.A.H 0.6m x 0.6m x 0.6m**

### 3. Dimensionamiento de la Canastilla

Se recomienda que el diámetro de la canastilla sea 2 veces el diámetro de la tubería de salida

$$D_c = 2 \times D = 50.00 \text{ mm} \quad D_c = \boxed{70} \text{ mm}$$

La longitud de la canastilla (L) debe ser mayor 3D y menor que 6D

$$L = (3 \times D) \quad L = \boxed{7.50} \text{ cm}$$

$$L = (6 \times D) \quad L = \boxed{15.00} \text{ cm}$$

$$\text{Lasumido} = \boxed{12} \text{ cm} \quad \checkmark$$

$$\text{Área de ranuras:} \quad A_r = 5 \text{ mm} \times 5 \text{ mm} = 25.00 \text{ mm}^2 \quad A_r = \boxed{0.25} \text{ cm}^2$$

$$\text{Área transversal de la tubería de salida} \quad A_s = \frac{\pi * D^2}{4} \quad A_s = \boxed{4.91} \text{ cm}^2$$

$$\text{Área total de ranuras} \quad A_t = 2 A_s \quad A_t = \boxed{9.82} \text{ cm}^2$$

Área de At no debe ser mayor al 50% del área lateral de la granada (Ag)

$$A_g = 0.5 \times D_g \times L \quad A_g = \boxed{42.00} \text{ cm}^2$$

$$\text{Verif.} \quad 0.5 \times A_g = 21.00 \text{ cm}^2 > A_t = 9.82 \text{ cm}^2 \quad \text{iCumple!} \quad \checkmark$$

$$\text{El número de ranuras resulta:} \quad N^{\circ} \text{ranuras} = \frac{\text{Área total de ranura}}{\text{Área de ranura}} \quad N^{\circ} \text{ de ranuras} = \boxed{39}$$

### 4. Cálculo el diámetro de tubería del Cono de Rebose y Limpieza

El Rebose se instala directamente a la tubería de limpieza y para realizar la limpieza y evacuar el agua de la cámara húmeda, se levanta la tubería de Rebose. La tubería de Rebose y Limpia tienen el mismo diámetro

La tubería de rebose se calcula mediante la ecuación de Hazen y Williams

Donde:

$Q_{md}$  : Caudal máximo diario (l/s)

$H_f$  : Pérdida de carga unitaria (m/m). 0.015

$C$  : Coeficiente de Hazen-Williams (PVC) 150

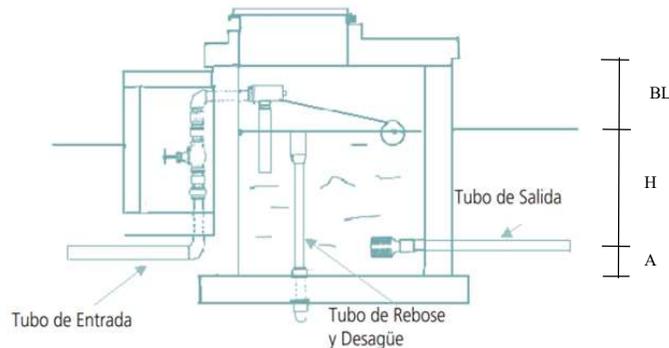
$$\text{Diámetro} \quad D = 4.63 * \frac{Q^{0.38}}{C^{0.38} S^{0.21}} \quad \begin{array}{|c|c|} \hline & \text{pulg} & \text{cm} \\ \hline D = & \boxed{0.92} & \boxed{2} \\ \hline D = & \boxed{1} & \boxed{2.54} \\ \hline \end{array}$$

Considerando una tubería de rebose

DISEÑO HIDRÁULICO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA CÁMARA ROMPE PRESIÓN TIPO VII			
PROYECTO:	LA DOLOROSA - RED DE DISTRIBUCIÓN	REF.:	TRP - 6
UBICACIÓN:	LA DOLOROSA - SAN JUAN DEL CID	FECHA:	7/15/2024
DISEÑO:	ISMAEL SIBRI - SANTIAGO COBOS	CÁLCULO:	Hidraulico-01

### 1. Cálculo de la Altura de la Cámara Rompe Presión (Ht) - CRP

Caudal diseño		Qd =	0.16	lt/s
Material de la Tubería	PVC	P <sub>N</sub> =	1 Mpa	
Diámetro exterior de la Tubería de Salida a la Red de Distribución		D =	25	mm
Diámetro interior de la Tubería de Salida a la Red de Distribución		D =	22.80	mm



Del gráfico:

Aceleración de la gravedad		g =	9.81	m/s <sup>2</sup>
Altura mínima		A =	10.0 cm	0.10 m
Borde Libre mínimo		B.L =	20.0 cm	0.20 m
Área de la Tubería de salida	$A = \pi * D^2 / 4$	Ac =	0.000408	m <sup>2</sup>
Cálculo de Velocidad	$V = Q / A$	V =	0.392	m/s
Altura de carga requerida para que el caudal de salida pueda fluir	$H = 1.56 * \frac{V^2}{2 * g}$	H =	1 cm	0.01 m
Altura mínima de carga requerida para que el caudal de salida pueda fluir		H =	30 cm	0.30 m
Altura total de diseño		Ht =	0.6	m

### 2. Dimensionamiento de la Sección de la base de la Cámara Rompe Presión (a) - CRP

Para el dimensionamiento de la base de la Cámara Rompe Presión se toman en cuenta las siguientes consideraciones:

\*El Tiempo de descarga por el orificio; el orificio tiene a ser el diámetro calculado de la Red de Distribución que descarga una altura de agua desde el nivel de la tubería de rebose hasta el nivel de la altura del orificio

\*\*El Volumen de almacenamiento máximo de la Cámara Rompe Presión es calculado multiplicando el valor del area de la base por la altura Total de agua, expresado en m<sup>3</sup>

#### 2.1 Cálculo del tiempo de descarga de la altura de agua H

Coefficiente de distribución o de descarga: orificio circular		Cd =	0.8	adimensional
Lado de la sección Interna de la base (asumido)		a =	0.60	m
Lado de la sección Interna de la base (asumido)		b =	0.60	m

Altura de agua almacenado hasta el nivel de la tubería de rebose HT = A+H		HT =	0.4	m
Área sección Interna de la base	$A_b = a * b$	A <sub>b</sub> =	0.36	m <sup>2</sup>

Tiempo de descarga a la Red de Distribución; es el tiempo que se demora en descargar la altura H de agua

$$t = ((2 * A_b) * (H^{0.5})) / (Cd * A_o * (2g)^{0.5})$$

t =	272.6	seg
-----	-------	-----

t =	4.54	min
-----	------	-----

Volumen de almacenamiento máximo dado para HT.	$V_{m\acute{a}x} = A_b * HT$	V <sub>máx</sub> =	0.144	m <sup>3</sup>
--	------------------------------	--------------------	-------	----------------

**Medidas interiores de la cámara de Rompe Presión: L.A.H 0.6m x 0.6m x 0.6m**

### 3. Dimensionamiento de la Canastilla

Se recomienda que el diámetro de la canastilla sea 2 veces el diámetro de la tubería de salida

$$D_c = 2 \times D = 50.00 \text{ mm} \quad D_c = \boxed{70} \text{ mm}$$

La longitud de la canastilla (L) debe ser mayor 3D y menor que 6D

$$L = (3 \times D) \quad L = \boxed{7.50} \text{ cm}$$

$$L = (6 \times D) \quad L = \boxed{15.00} \text{ cm}$$

$$\text{Lasumido} = \boxed{12} \text{ cm} \quad \checkmark$$

Área de ranuras:  $Ar = 5 \text{ mm} \times 5 \text{ mm} = 25.00 \text{ mm}^2$   $Ar = \boxed{0.25} \text{ cm}^2$

Área transversal de la tubería de salida  $A_s = \frac{\pi * D^2}{4}$   $As = \boxed{4.91} \text{ cm}^2$

Área total de ranuras  $At = 2 As$   $At = \boxed{9.82} \text{ cm}^2$

Área de At no debe ser mayor al 50% del área lateral de la granada (Ag)  $A_g = 0.5 \times D_g \times L$   $Ag = \boxed{42.00} \text{ cm}^2$

Verif.  $0.5 * Ag = 21.00 \text{ cm}^2 > At = 9.82 \text{ cm}^2$  **iCumple!**  $\checkmark$

El número de ranuras resulta:  $N^{\circ} \text{ranuras} = \frac{\text{Área total de ranura}}{\text{Área de ranura}}$   $N^{\circ} \text{ de ranuras} = \boxed{39}$

### 4. Cálculo el diámetro de tubería del Cono de Rebose y Limpieza

El Rebose se instala directamente a la tubería de limpieza y para realizar la limpieza y evacuar el agua de la cámara húmeda, se levanta la tubería de Rebose. La tubería de Rebose y Limpia tienen el mismo diámetro

La tubería de rebose se calcula mediante la ecuación de Hazen y Williams

Donde:

$Q_{md}$  : Caudal máximo diario (l/s)

$H_f$  : Pérdida de carga unitaria (m/m). **0.015**

$C$  : Coeficiente de Hazen-Williams (PVC) **150**

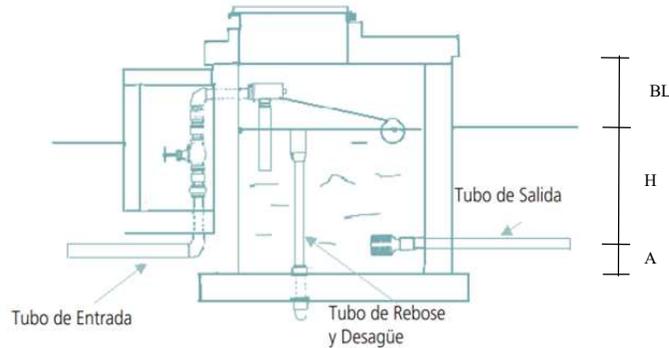
Diámetro  $D = 4.63 * \frac{Q^{0.38}}{C^{0.38} S^{0.21}}$   $D = \begin{matrix} \text{pulg} & \text{cm} \\ \boxed{0.83} & \boxed{2} \\ \boxed{1} & \boxed{2.54} \end{matrix}$

Considerando una tubería de rebose

DISEÑO HIDRÁULICO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA CÁMARA ROMPE PRESIÓN TIPO VII			
PROYECTO:	LA DOLOROSA - RED DE DISTRIBUCIÓN	REF.:	TRP - 7
UBICACIÓN:	LA DOLOROSA - SAN JUAN DEL CID	FECHA:	7/15/2024
DISEÑO:	ISMAEL SIBRI - SANTIAGO COBOS	CÁLCULO:	Hidraulico-01

### 1. Cálculo de la Altura de la Cámara Rompe Presión (Ht) - CRP

Caudal diseño		Qd =	0.101	lt/s
Material de la Tubería	PVC	P <sub>N</sub> =	1.25 Mpa	
Diámetro exterior de la Tubería de Salida a la Red de Distribución		D =	32	mm
Diámetro interior de la Tubería de Salida a la Red de Distribución		D =	28.80	mm



Del gráfico:

Aceleración de la gravedad		g =	9.81	m/s <sup>2</sup>
Altura mínima		A =	10.0 cm	0.10 m
Borde Libre mínimo		B.L =	20.0 cm	0.20 m
Área de la Tubería de salida	$A = \pi * D^2 / 4$	Ac =	0.000651	m <sup>2</sup>
Cálculo de Velocidad	$V = Q / A$	V =	0.155	m/s
Altura de carga requerida para que el caudal de salida pueda fluir	$H = 1.56 * \frac{V^2}{2 * g}$	H =	0.19 cm	0.0019 m
Altura mínima de carga requerida para que el caudal de salida pueda fluir		H =	30 cm	0.30 m
Altura total de diseño		Ht =	0.6	m

### 2. Dimensionamiento de la Sección de la base de la Cámara Rompe Presión (a) - CRP

Para el dimensionamiento de la base de la Cámara Rompe Presión se toman en cuenta las siguientes consideraciones:

\*El Tiempo de descarga por el orificio; el orificio tiene que ser el diámetro calculado de la Red de Distribución que descarga una altura de agua desde el nivel de la tubería de rebose hasta el nivel de la altura del orificio

\*\*El Volumen de almacenamiento máximo de la Cámara Rompe Presión es calculado multiplicando el valor del area de la base por la altura Total de agua, expresado en m<sup>3</sup>

#### 2.1 Cálculo del tiempo de descarga de la altura de agua H

Coefficiente de distribución o de descarga: orificio circular		Cd =	0.8	adimensional
Lado de la sección Interna de la base (asumido)		a =	0.60	m
Lado de la sección Interna de la base (asumido)		b =	0.60	m

Altura de agua almacenado hasta el nivel de la tubería de rebose HT = A+H		HT =	0.4	m
Área sección Interna de la base	$A_b = a * b$	A <sub>b</sub> =	0.36	m <sup>2</sup>

Tiempo de descarga a la Red de Distribución; es el tiempo que se demora en descargar la altura H de agua

$$t = ((2 * A_b) * (H^{0.5})) / (Cd * A_o * (2g)^{0.5})$$

t =	170.8	seg
-----	-------	-----

t =	2.85	min
-----	------	-----

Volumen de almacenamiento máximo dado para HT.  $V_{m\acute{a}x} = A_b * HT$

V <sub>máx</sub> =	0.144	m <sup>3</sup>
--------------------	-------	----------------

**Medidas interiores de la cámara de Rompe Presión: L.A.H 0.6m x 0.6m x 0.6m**

### 3. Dimensionamiento de la Canastilla

Se recomienda que el diámetro de la canastilla sea 2 veces el diámetro de la tubería de salida

$$D_c = 2 \times D = 64.00 \text{ mm} \quad D_c = \boxed{70} \text{ mm}$$

La longitud de la canastilla (L) debe ser mayor 3D y menor que 6D

$$L = (3 \times D) \quad L = \boxed{9.60} \text{ cm}$$

$$L = (6 \times D) \quad L = \boxed{19.20} \text{ cm}$$

$$\text{Lasumido} = \boxed{15} \text{ cm} \quad \checkmark$$

Área de ranuras:  $Ar = 5 \text{ mm} \times 5 \text{ mm} = 25.00 \text{ mm}^2$   $Ar = \boxed{0.25} \text{ cm}^2$

Área transversal de la tubería de salida  $A_s = \frac{\pi * D^2}{4}$   $As = \boxed{8.04} \text{ cm}^2$

Área total de ranuras  $At = 2 As$   $At = \boxed{16.08} \text{ cm}^2$

Área de At no debe ser mayor al 50% del área lateral de la granada (Ag)  $A_g = 0.5 \times D_g \times L$   $Ag = \boxed{52.50} \text{ cm}^2$

Verif.  $0.5 * Ag = 26.25 \text{ cm}^2 > At = 16.08 \text{ cm}^2$  **iCumple!**  $\checkmark$

El número de ranuras resulta:  $N^{\circ} \text{ranuras} = \frac{\text{Área total de ranura}}{\text{Área de ranura}}$   $N^{\circ} \text{ de ranuras} = \boxed{64}$

### 4. Cálculo el diámetro de tubería del Cono de Rebose y Limpieza

El Rebose se instala directamente a la tubería de limpia y para realizar la limpieza y evacuar el agua de la cámara húmeda, se levanta la tubería de Rebose. La tubería de Rebose y Limpia tienen el mismo diámetro

La tubería de rebose se calcula mediante la ecuación de Hazen y Williams

Donde:

$Q_{md}$  : Caudal máximo diario (l/s)

$H_f$  : Pérdida de carga unitaria (m/m). **0.015**

$C$  : Coeficiente de Hazen-Williams (PVC) **150**

Diámetro  $D = 4.63 * \frac{Q^{0.38}}{C^{0.38} S^{0.21}}$

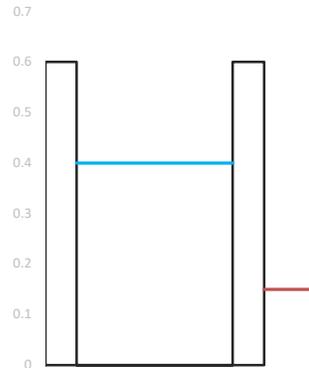
	pulg	cm
D =	0.70	2
D =	<b>1</b>	<b>2.54</b>

Considerando una tubería de rebose

DISEÑO ESTRUCTURAL DE CÁMARA ROMPE PRESIÓN TIPO VII			
PROYECTO:	LA DOLOROSA - RED DE DISTRIBUCIÓN	REF.:	TODOS LOS TRP 1-7
UBICACIÓN:	LA DOLOROSA - SAN JUAN DEL CID	FECHA:	15/7/2024
DISEÑO:	ISMAEL SIBRI - SANTIAGO COBOS	CÁLCULO:	Estructural-01

### I. Características de la Estructura

Ancho de la caja	B =	0.70	m
Altura de agua	h =	0.40	m
Logitud de caja	L =	0.70	m
Profundidad de cimentación → desde el nivel s	he =	0.15	m
Borde Libre	BL =	0.20	m
Altura total de caja	H =	0.60	m
Peso específico promedio de agua	gm =	1000	kg/m <sup>3</sup>
Capacidad portante del terreno	st =	2.71	kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia del concreto	fc =	280	kg/cm <sup>2</sup>
Esfuerzo de Tracción por Flexión (0.85fc <sup>0.5</sup> )	ft =	14.22	kg/cm <sup>2</sup>
Esfuerzo de Fluencia del Acero	Fy =	4200	kg/cm <sup>2</sup>
Fátiga de Trabajo 0.4Fy	fs =	1,680.00	kg/cm <sup>2</sup>
Recubrimiento en Muro	r =	5	cm
Recubrimiento en Losa de Fondo	r =	5	cm



### II. Diseño de los Muros

<b>Relación</b>	B/(h-he)	0.5 <= B/(h-he) <= 3	
	2.80	Tomamos	<input type="text" value="3"/> <input checked="" type="checkbox"/> 1

### Momentos en los muros

$$M = k * gm * (h-he)^3 = gm * (h-he)^3 = 15.63 \text{ kg}$$

B/(h-he)	x/(h-he)	y = 0		y = B/4		y = B/2	
		Mx (kg-m)	My (kg-m)	Mx (kg-m)	My (kg-m)	Mx (kg-m)	My (kg-m)
3.00	0	0.000	0.391	0.000	0.219	0.000	-1.281
	1/4	0.156	0.297	0.109	0.203	-0.219	-1.109
	1/2	0.078	0.156	0.125	0.156	-0.172	-0.859
	3/4	-5.156	-0.063	-0.281	0.000	-0.094	-0.438
	1	-1.969	-0.391	-1.438	-0.281	0.000	0.000

Máximo momento absoluto		M =	5.156	kg-m
Espesor de Pared	$e = (6 * M / (ft))^{0.5}$	e =	1.47	cm
Para el diseño usamos un espesor		e =	10.00	cm
Máximo momento armadura vertical		Mx =	5.16	kg-m
Máximo momento armadura horizontal		My =	1.28	kg-m
Peralte efectivo	$d = e - r$	d =	5.00	cm
Área de acero vertical	$Asv = Mx / (fs * j * d)$	Asv =	0.07	cm <sup>2</sup>
Área de acero horizontal	$Ash = My / (fs * j * d)$	Ash =	0.02	cm <sup>2</sup>
	$k = 1 / (1 + fs / (n * fc))$	k =	0.36	
	$j = 1 - (k / 3)$	j =	0.88	
	$n = 2100000 / (15000 * (fc)^{0.5})$	n =	8.37	
	$fc = 0.4 * fc$	fc =	112.00	kg/cm <sup>2</sup>
Cuantía mínimo	$r = 0.7 * (fc)^{0.5} / Fy$	r =	0.0028	
Área de acero mínimo	$Asmin = r * 100 * e$	Asmin =	2.79	cm <sup>2</sup>

### Selección de acero

	Diámetro	Área por varilla	Área de acero considerado
Vertical	<input type="text" value="Ø 12mm"/>	Av = 1.13 cm <sup>2</sup>	Asv <sub>consid</sub> = <input type="text" value="3.39"/> cm <sup>2</sup>
Horizontal	<input type="text" value="Ø 12mm"/>	Av = 1.13 cm <sup>2</sup>	Ash <sub>consid</sub> = <input type="text" value="3.39"/> cm <sup>2</sup>

### Espaciamiento del acero

espav = 0.333 m	Adoptamos	<input type="text" value="0.20"/> m	<b>Ref. Vert. Ø 12mm @ 0.20m</b>
espah = 0.333 m	Adoptamos	<input type="text" value="0.20"/> m	<b>Ref. Horz. Ø 12mm @ 0.20m</b>

### Chequeo por Esfuerzo Cortante y Adherencia

#### Cálculo fuerza cortante máxima

Cálculo del esfuerzo cortante nominal

Cálculo del esfuerzo permisible

Verif.  $n_{max} = 5.60 \text{ kg/cm}^2$

$$V_c = gm*(h-h_e)^{2/2}$$

$$n_c = V_c/(j*100*d)$$

$$n_{max} = 0.02*f_c$$

>  $n_c = 0.07 \text{ kg/cm}^2$

$$V_c = 31.25 \text{ kg}$$

$$n_c = 0.07 \text{ kg/cm}^2$$

$$n_{max} = 5.60 \text{ kg/cm}^2$$

**iCumple!** 1%

#### Cálculo de la adherencia

$$u = V_c/(So*j*d)$$

$$Sov = 18.85$$

$$Soh = 18.85$$

$$u_v = 0.377 \text{ kg/cm}^2$$

$$u_h = 0.377 \text{ kg/cm}^2$$

#### Cálculo de la adherencia permisible

$$u_{max} = 0.05*f_c$$

$$u_{max} = 14 \text{ kg/cm}^2$$

Verif.  $u_{max} = 14.00 \text{ kg/cm}^2$

>  $u_v = 0.38 \text{ kg/cm}^2$

**iCumple!** 3%

Verif.  $u_{max} = 14.00 \text{ kg/cm}^2$

>  $u_h = 0.38 \text{ kg/cm}^2$

**iCumple!** 3%

### III. Diseño de la losa de fondo

Considerando la losa de fondo como una placa flexible y empotrada en los bordes

Momento de empotramiento en el extremo

$$M_{(1)} = -W(L)^2/192$$

$$M_{(1)} = -1.63 \text{ kg-m}$$

Momento en el centro

$$M_{(2)} = W(L)^2/384$$

$$M_{(2)} = 0.82 \text{ kg-m}$$

Espesor asumido de la losa de fondo

$$el = 0.10 \text{ m}$$

Peso específico del concreto

$$gc = 2.400 \text{ kg/m}^3$$

Cálculo de carga W

$$W = gm*(h)+gc*el$$

$$W = 640.00 \text{ kg/m}^2$$

Para losas planas rectangulares armadas con armadura en dos direcciones Timoshenko recomienda los siguientes coeficientes

-Para un momento en el centro 0.0513

-Para un momento de empotramiento 0.529

Momento de empotramiento

$$Me = 0.529*M_{(1)}$$

$$Me = -0.86 \text{ kg-m}$$

Momento en el centro

$$Mc = 0.0513*M_{(2)}$$

$$Mc = 0.04 \text{ kg-m}$$

#### Chequeo del espesor

Máximo momento absoluto

$$M = 0.86 \text{ kg-m}$$

Espesor de la losa

$$el = (6*M/(ft))^{0.5}$$

$$el = 0.60 \text{ cm}$$

Para el diseño asumimos un peralte efectivo

$$el = 10 \text{ cm}$$

Peralte efectivo

$$d = el - r$$

$$d = 5.00 \text{ cm}$$

Área de acero calculado

$$As = M/(fs*j*d)$$

$$As = 0.012 \text{ cm}^2$$

Área de acero mínimo

$$Asmin = r*100*el$$

$$Asmin = 1.394 \text{ cm}^2$$

#### Selección de acero

Diámetro

$$\text{Ø } 12\text{mm}$$

Área por varilla

$$Av = 1.13 \text{ cm}^2$$

Área de acero considerado

$$Asv_{consid} = 2.262 \text{ cm}^2$$

#### Espaciamiento del acero

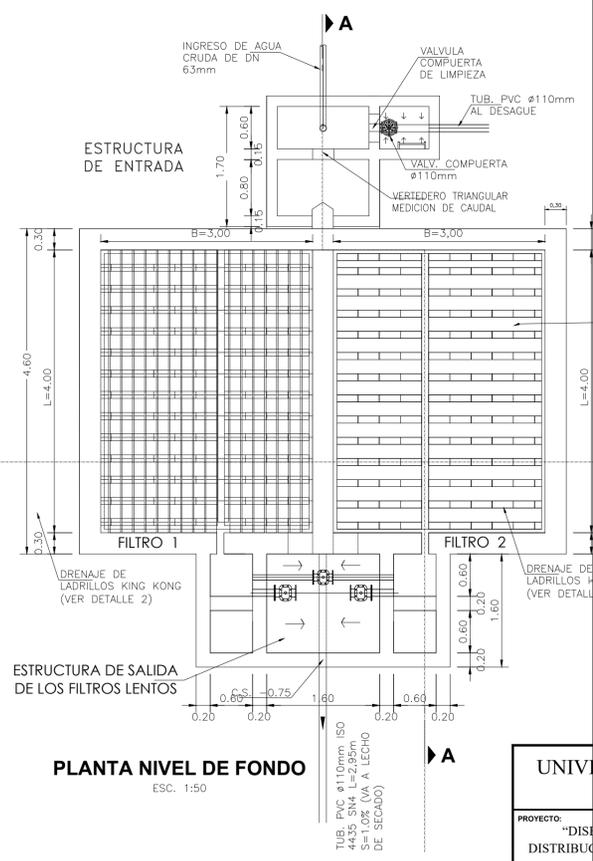
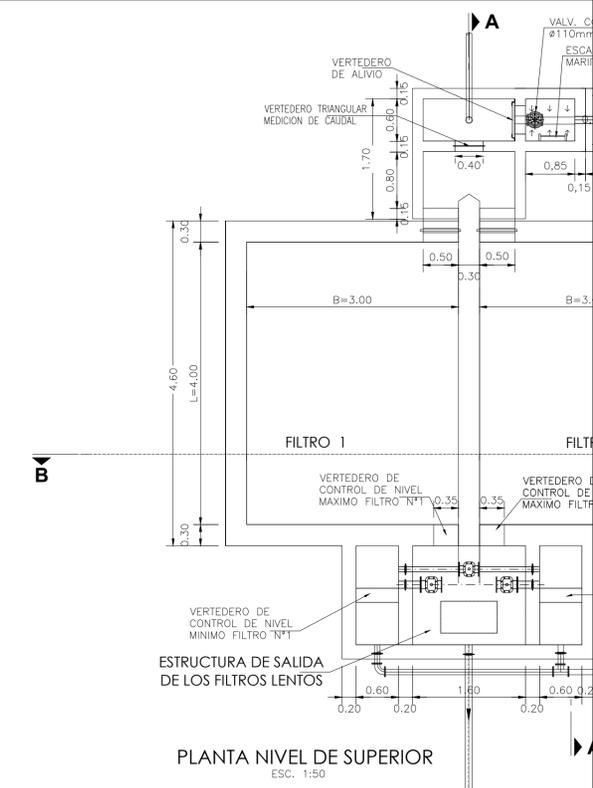
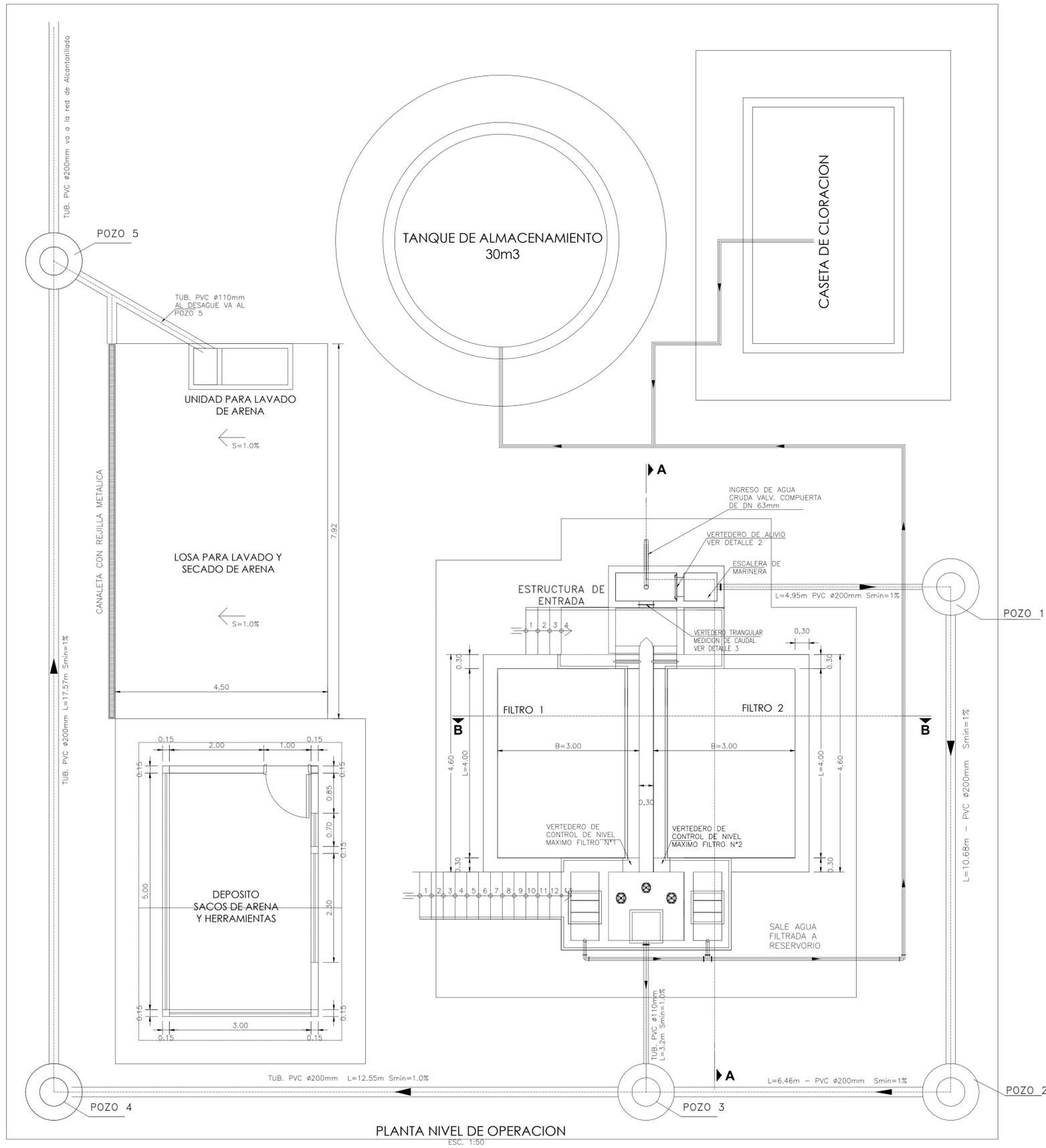
espav = 0.50 m

Adoptamos 0.20 m

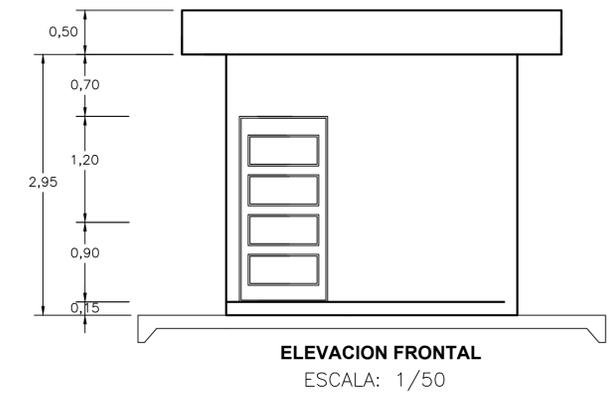
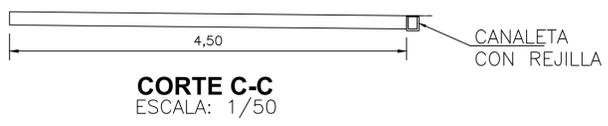
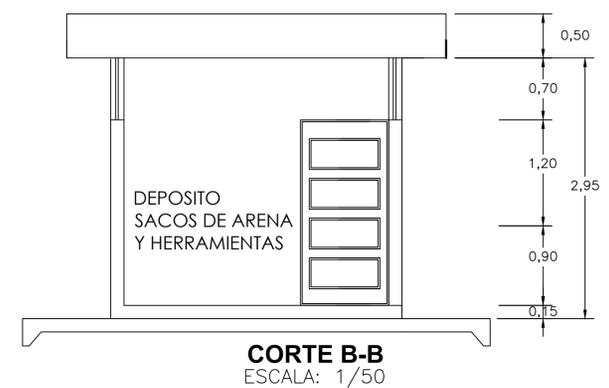
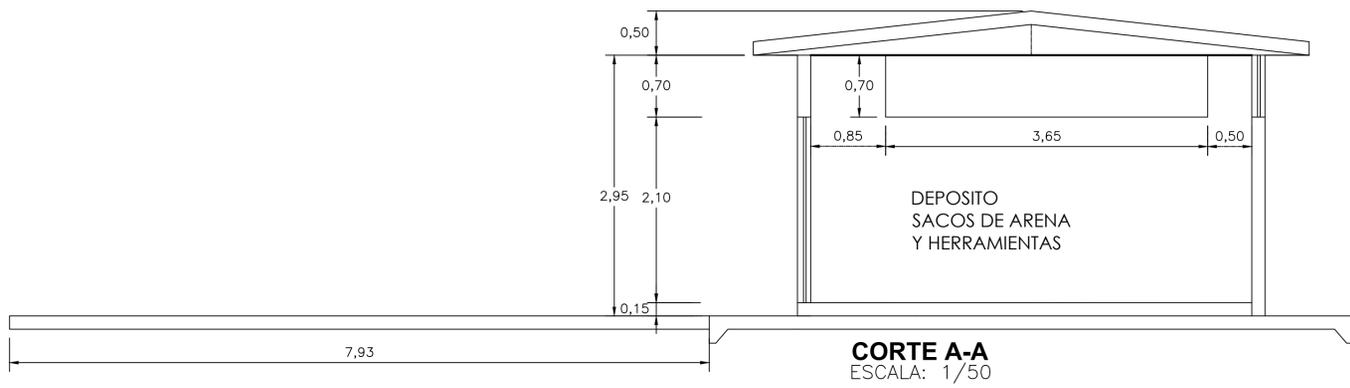
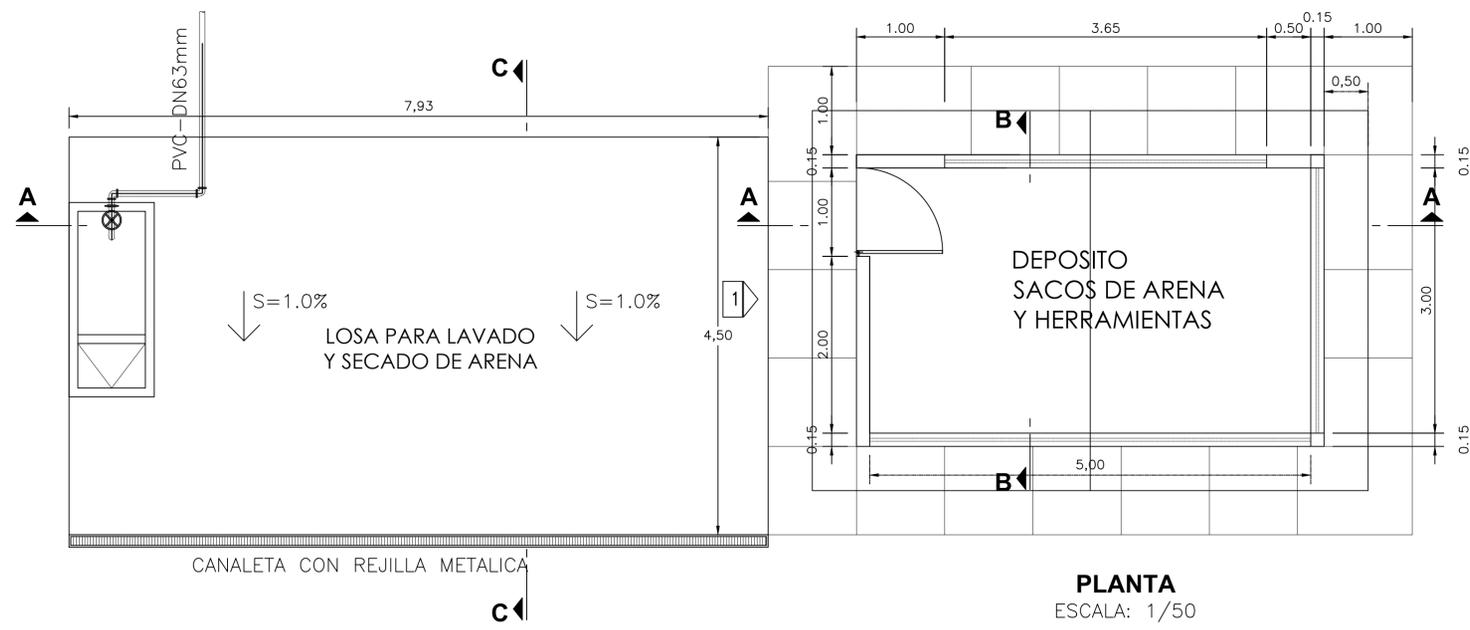
**Ref. Losa Ø 12mm @ 0.20m**

### RESUMEN DE RESULTADOS

Resultados	Varilla	Espaciamiento
Refuerzo de acero vertical en muros	Ø 12mm @	0.20 m
Refuerzo de acero horizontal en muros	Ø 12mm @	0.20 m
Refuerzo de acero en losa	Ø 12mm @	0.20 m



UNIVERSIDAD
PROYECTO: "DISPOSITIVO DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE"
CONTIENE:
DISEÑO:
Est. Ism
Cédula No. 035008135-2
APROBADO:
Ing.
Nombre del arch
FECHA DE ELABORACION



UNIV

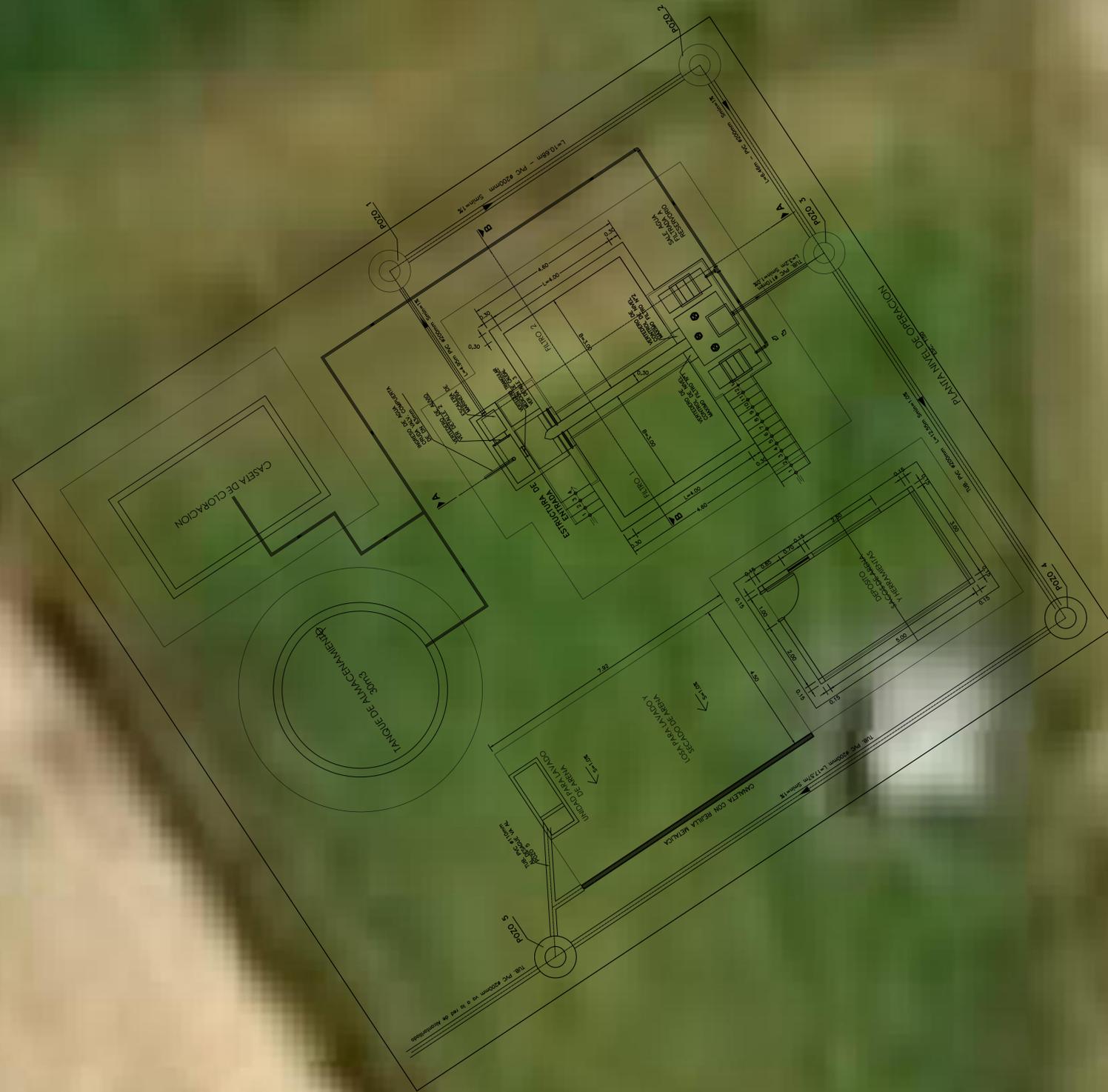
PROYECTO: "DIS  
DISTRIBUC

CONTIENE:

DISENO:

Est. Ism  
Cédula No.  
035003135-2

APROBADO:  
Ing.  
Nombre del arch



UNIV

PROYECTO: "DIS  
DISTRIBUC

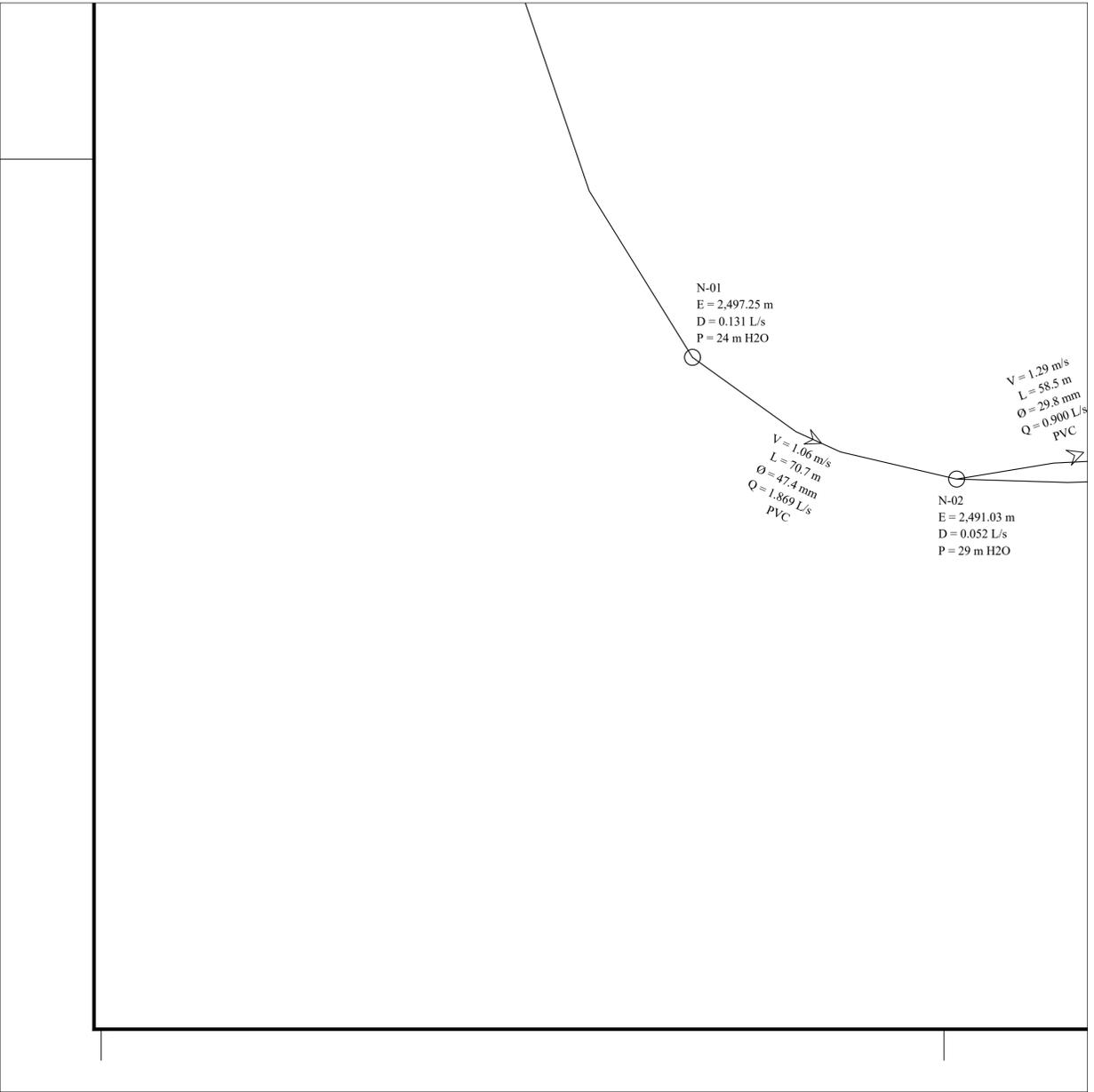
CONTIENE:

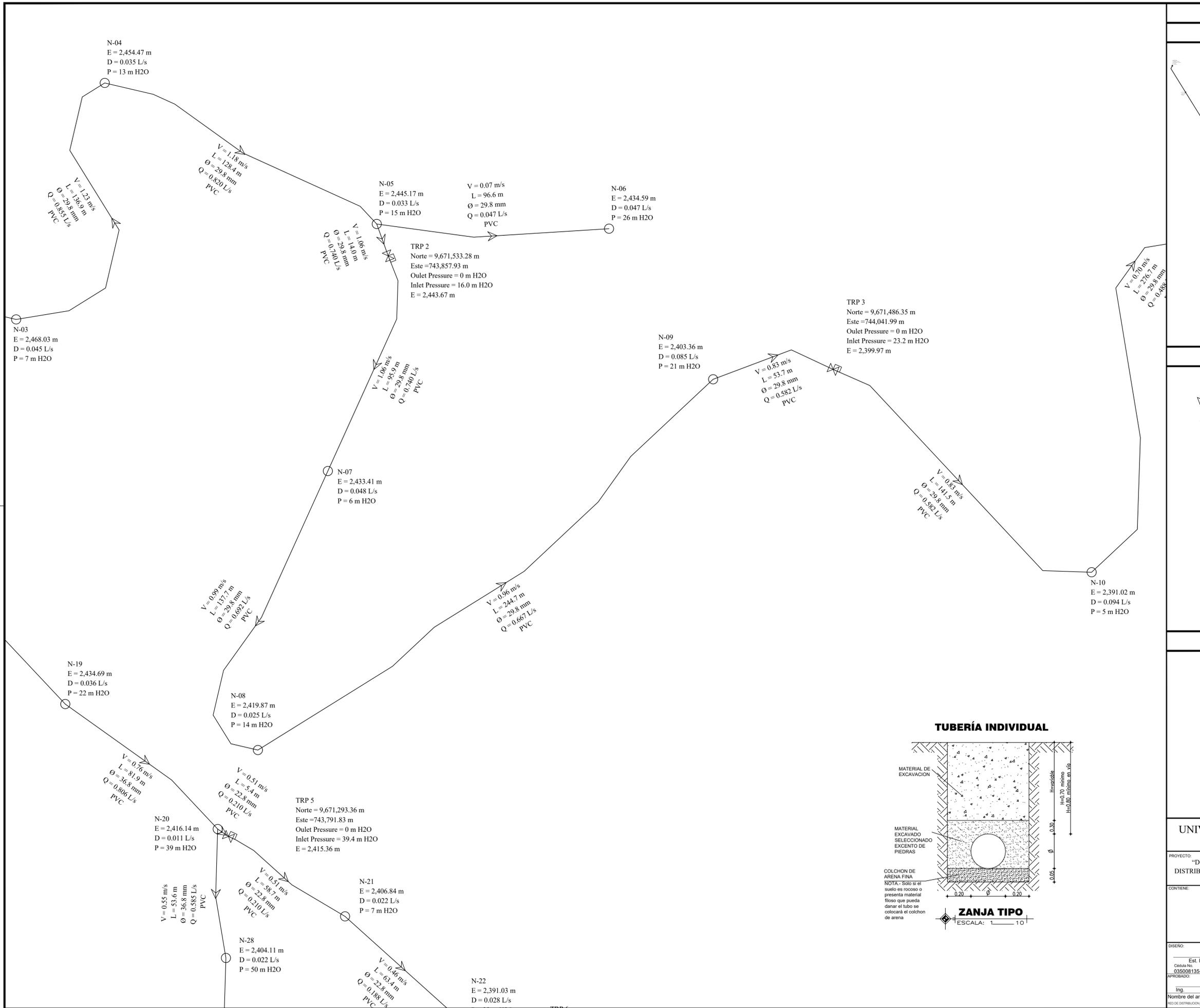
DISEÑO:

Est. Ism  
Cédula No.  
035008135-2

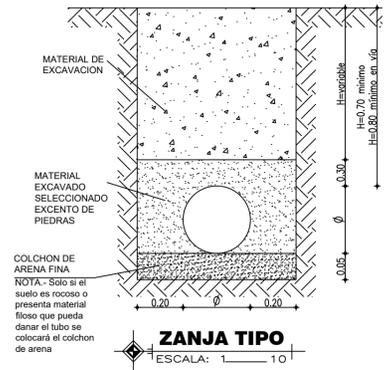
APROBADO:

Ing.  
Nombre del arch  
AUTOR: [illegible]





**TUBERÍA INDIVIDUAL**



UNIV

PROYECTO: "DIS...  
DISTRIBUC

CONTIENE:

DISENO:  
Est. Ism  
Cédula No.  
035008135-2  
APROBADO:  
Ing.  
Nombre del archi  
Módulo de DISTRIBUCION

N-06  
E = 2,434.59 m  
D = 0.047 L/s  
P = 26 m H2O

N-09  
E = 2,403.36 m  
D = 0.085 L/s  
P = 21 m H2O

TRP 3  
Norte = 9,671,486.35 m  
Este = 744,041.99 m  
Outlet Pressure = 0 m H2O  
Inlet Pressure = 23.2 m H2O  
E = 2,399.97 m

V = 0.70 m/s  
L = 270.7 m  
Ø = 29.8 mm  
Q = 0.488 L/s  
PVC

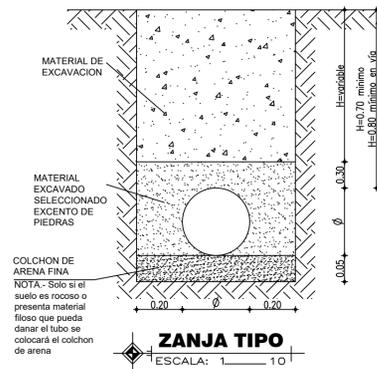
N-11  
E = 2,364.76 m  
D = 0.121 L/s  
P = 25 m H2O

N-10  
E = 2,391.02 m  
D = 0.094 L/s  
P = 5 m H2O

V = 0.53 m/s  
L = 150.7 m  
Ø = 29.8 mm  
Q = 0.367 L/s  
PVC

N-12  
E = 2,356.39 m  
D = 0.130 L/s  
P = 31 m H2O

**TUBERÍA INDIVIDUAL**



9,671,194.22 m  
43,923.00 m  
ressure = 0 m H2O  
ssure = 32.5 m H2O  
0.36 m

N-23  
E = 2,378.15 m  
D = 0.043 L/s  
P = 2 m H2O

N-13  
E = 2,369.00 m  
D = 0.118 L/s  
P = 18 m H2O

V = 0.17 m/s  
L = 242.6 m  
Ø = 29.8 mm  
Q = 0.120 L/s  
PVC

V = 0.34 m/s  
L = 205.6 m  
Ø = 29.8 mm  
Q = 0.238 L/s  
PVC

UNIV

PROYECTO: "DIS  
DISTRIBUC

CONTIENE:

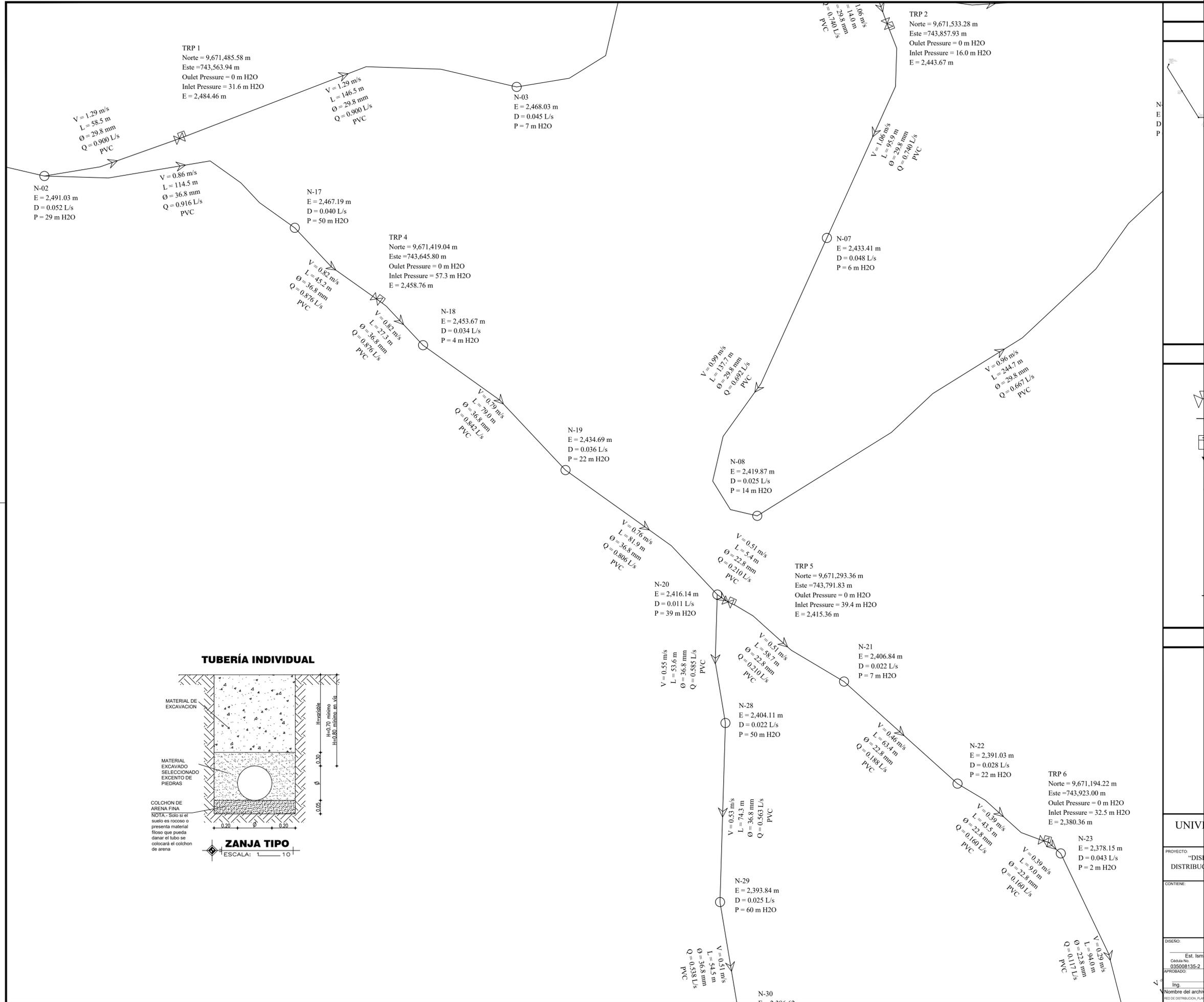
DISEÑO:

Est. Ism  
Cédula No.  
035008135-2

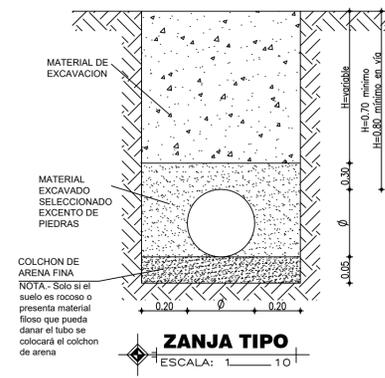
APROBADO:

Ing.

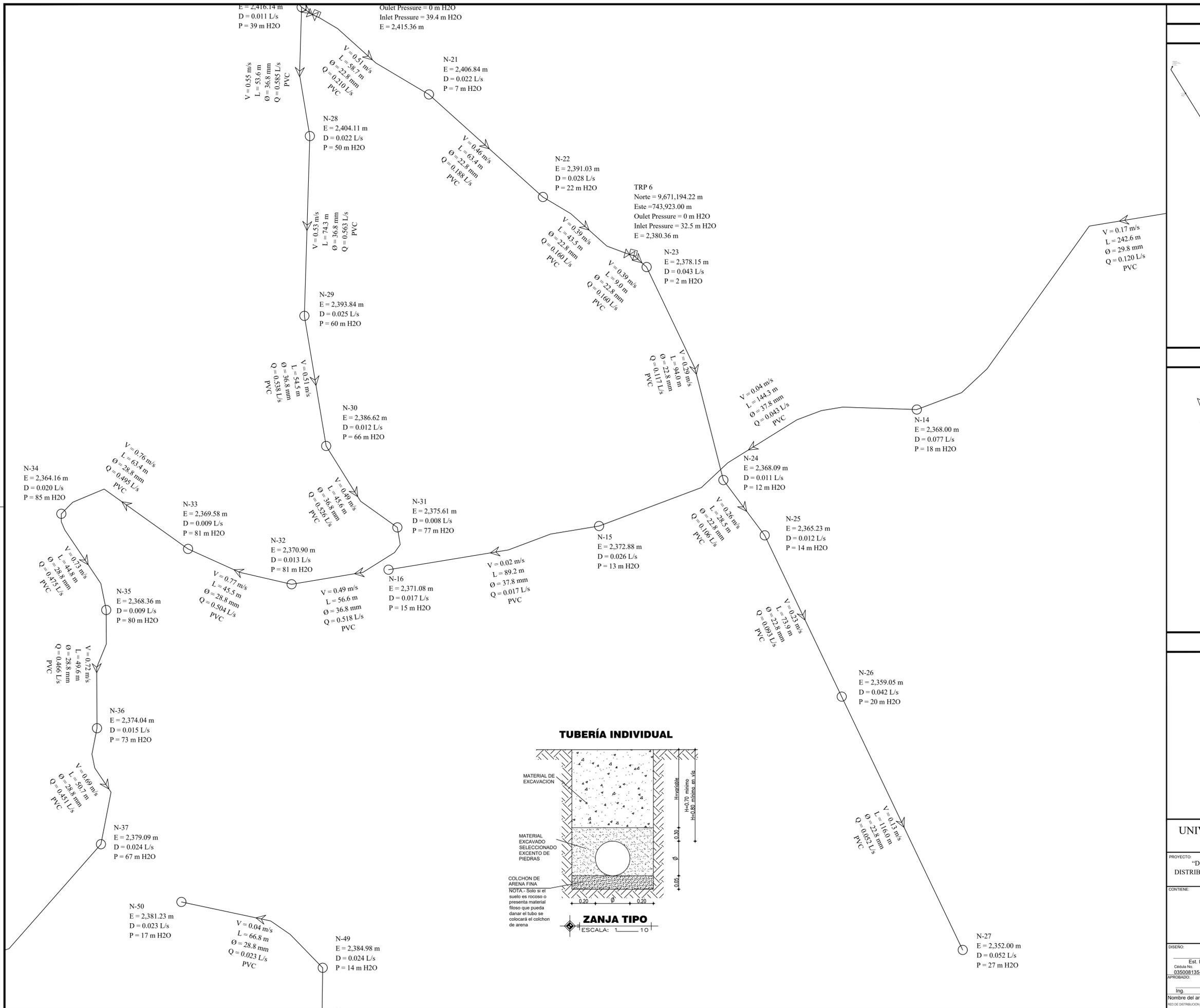
Nombre del archi  
MÓDULO DE DISTRIBUCIÓN



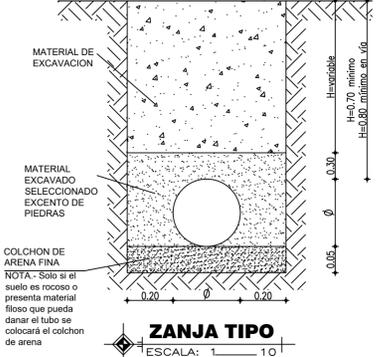
**TUBERÍA INDIVIDUAL**



UNIV
PROYECTO: "DIS" DISTRIBUC
CONTIENE:
DISEÑO: Est. Ism
Órbita No. 035008135-2
APROBADO:
Ing.
Nombre del archi
MO DE DISTRIBUCION



**TUBERÍA INDIVIDUAL**



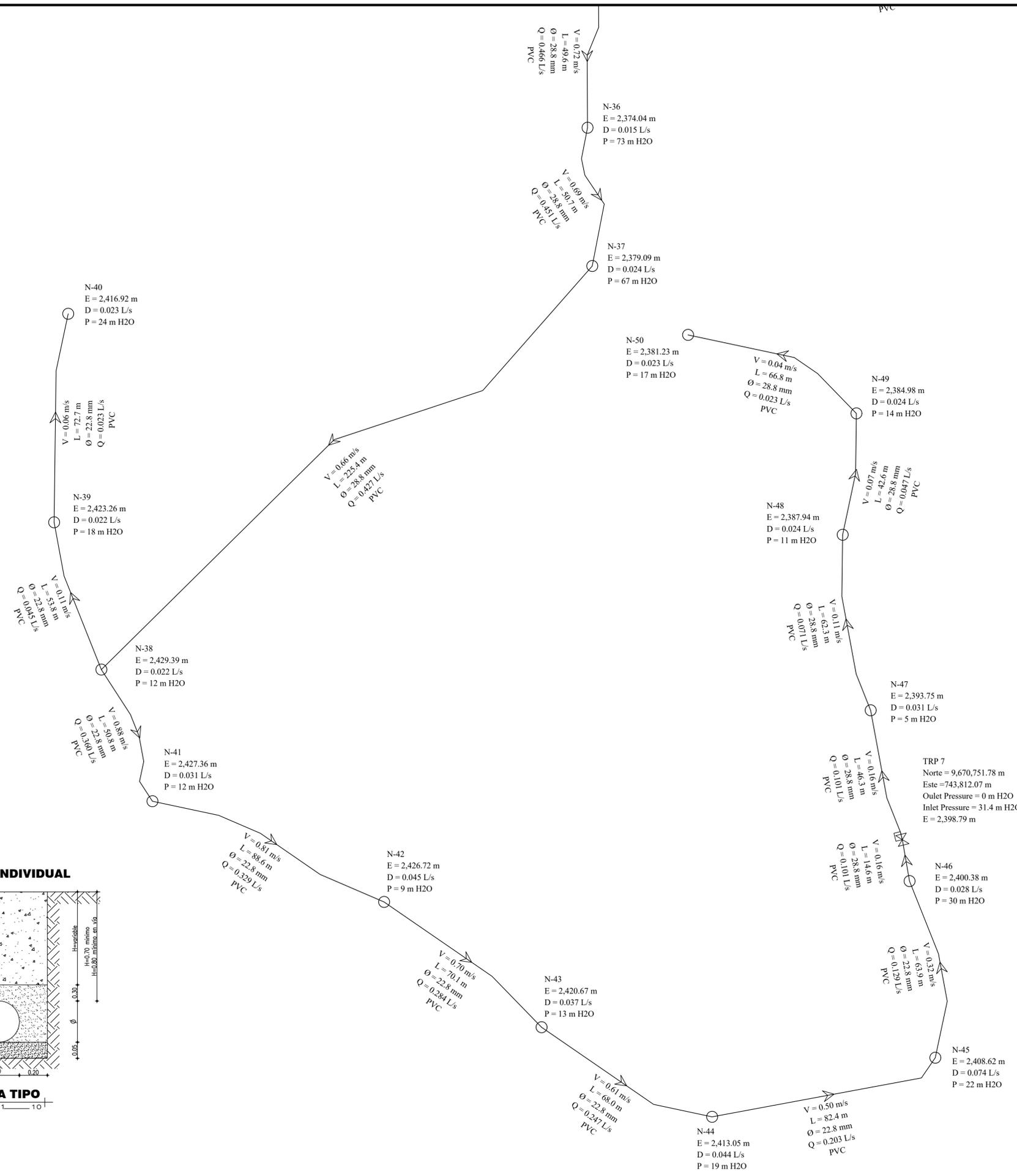
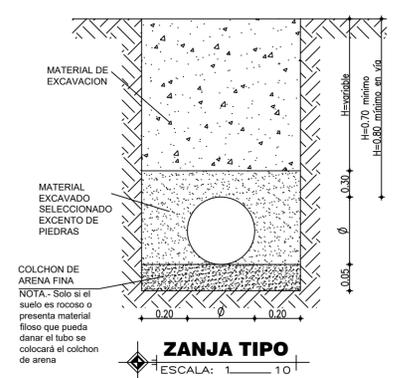
UNIV

PROYECTO: "DIS  
DISTRIBUC

CONTIENE:

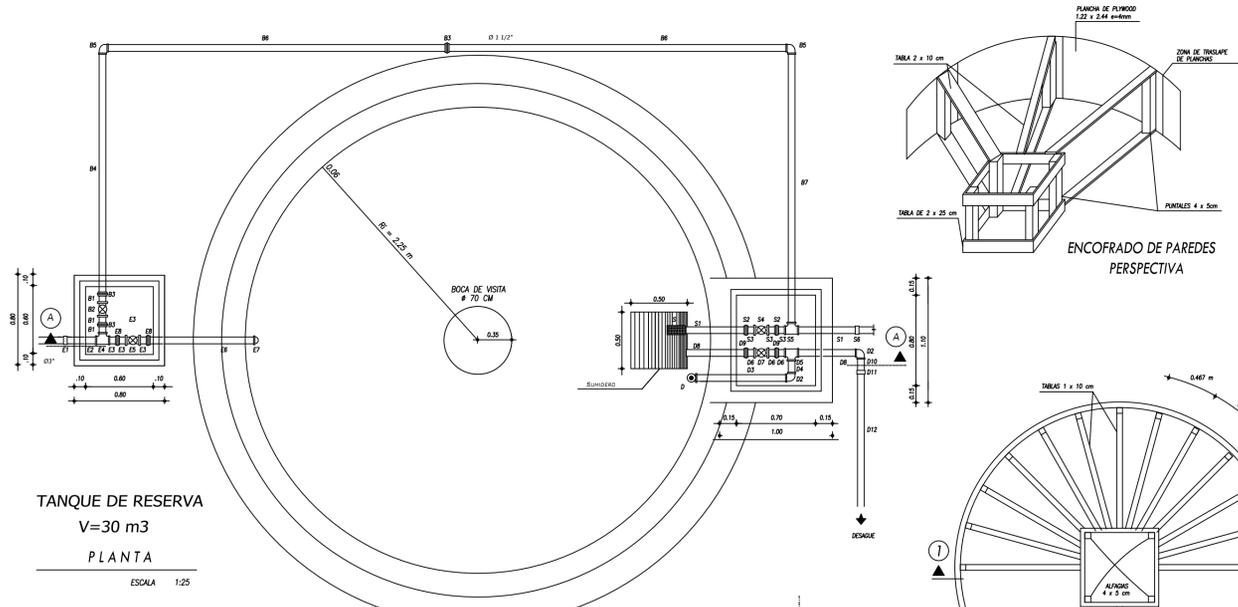
DISEÑO:  
Est. Ism  
Cédula No.  
035008135-2  
APROBADO:  
Ing.  
Nombre del archi  
Módulo de distribución

**TUBERÍA INDIVIDUAL**



UNIV

PROYECTO:	"DISI DISTRIBUCI
CONTIENE:	
DISEÑO:	Est. Ism Cédula No. 035008135-2 APROBADO:
	Ing.
	Nombre del archi NO DE DISTRIBUCION



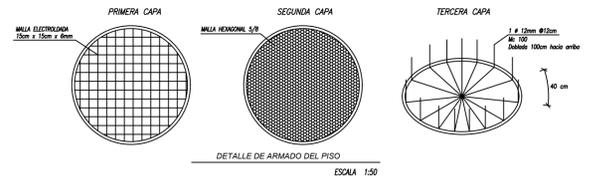
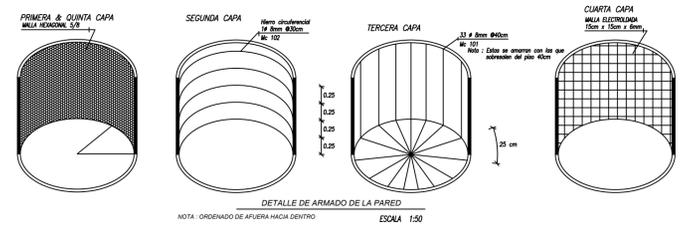
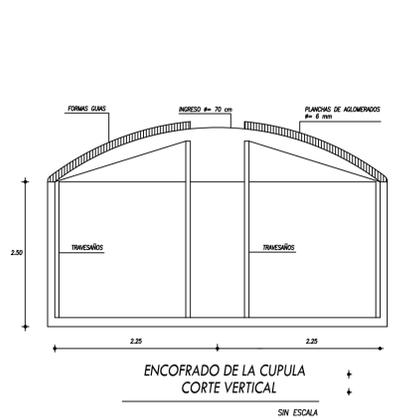
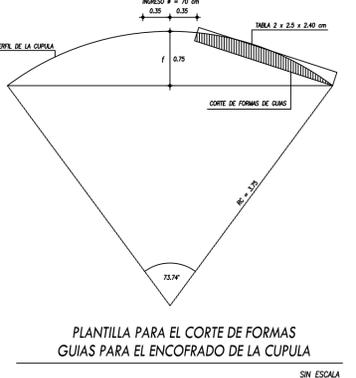
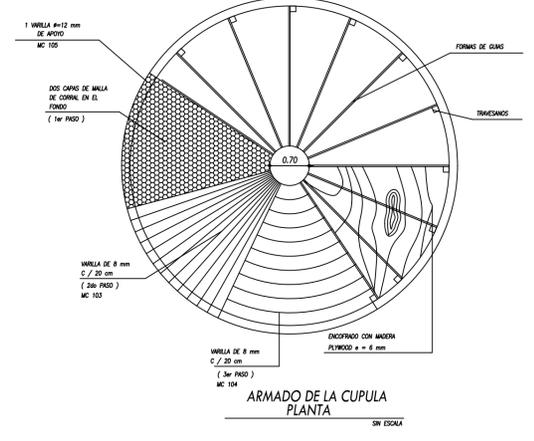
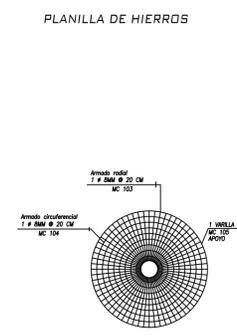
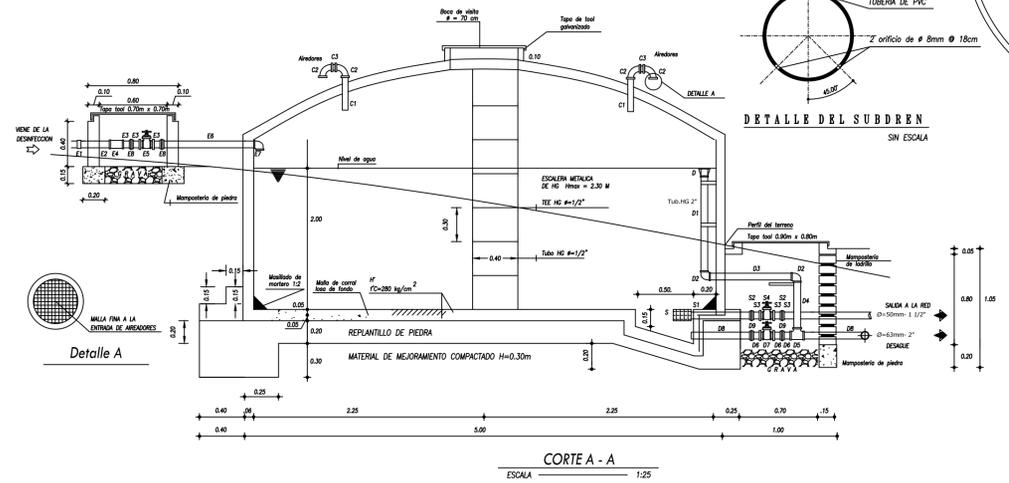
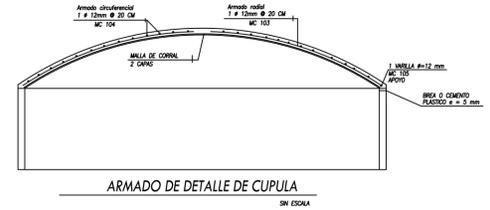
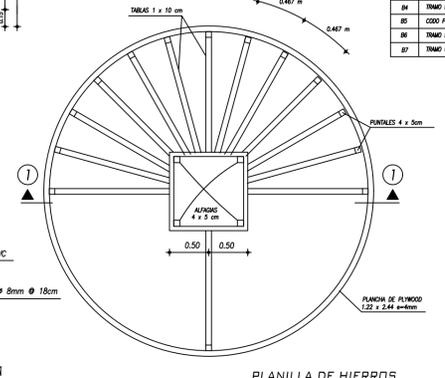
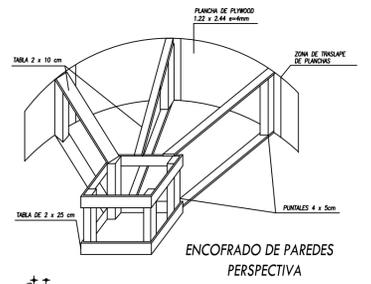
LISTA DE ACCESORIOS DE TANQUE DE RESERVA 20.00 M<sup>3</sup> DE CAPACIDAD

COD.	DESCRIPCION	Ø	LONGIT. (m)	CANT.
ENTRADA				
E1	ADAPTADOR HEMBRA PVC	1 1/2"		1
E2	TRAMO CORTO PVC/PASADABLE JR.	1 1/2"	0.25	1
E3	NEUDO PERFORADO PVC/PASADABLE L=0.05 M	1 1/2"		3
E4	TEE PVC	1 1/2"		1
E5	VALVULA DE COMPRESION Y VOLANTE DE BRONCE	1 1/2"		1
E6	TRAMO CORTO PVC/PASADABLE JR.	1 1/2"	0.30	1
E7	COUDO PVC 90°	1 1/2"		1
E8	UNIVERSAL	1 1/2"		2
SALIDA A LA RED				
S1	CONEXION DE ALUMINO	1 1/2"		1
S2	TRAMO CORTO PVC/PASADABLE JR.	1 1/2"	0.50	2
S3	UNIVERSAL	1 1/2"		2
S4	NEUDO PERFORADO PVC/PASADABLE L=0.05 M	1 1/2"		3
S5	VALVULA DE COMPRESION Y VOLANTE DE BRONCE	1 1/2"		1
S6	TRAMO CORTO PVC/PASADABLE JR.	1 1/2"	0.50	2
S7	TEE PVC	1 1/2"		1
S8	ADAPTADOR H/C/R/P/E/C	1 1/2"	0.05m	1
BY PASS				
B1	NEUDO PERFORADO PVC/PASADABLE L=0.05 M	1 1/2"		3
B2	VALVULA DE COMPRESION Y VOLANTE DE BRONCE	1 1/2"		1
B3	UNIVERSAL	1 1/2"		2
B4	TRAMO CORTO PVC/PASADABLE JR.	1 1/2"	2.10	1
B5	COUDO PVC 90°	1 1/2"		2
B6	TRAMO LARGO PVC/PASADABLE JR.	1 1/2"	2.88	2
B7	TRAMO CORTO PVC/PASADABLE JR.	1 1/2"	2.37	1

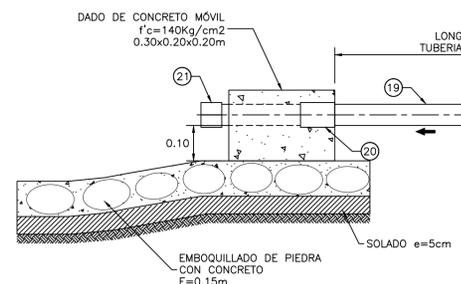
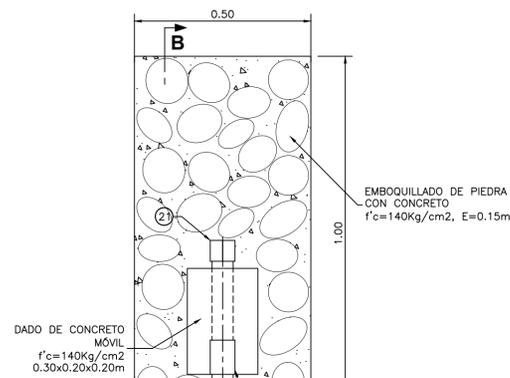
LISTA DE ACCESORIOS DE TANQUE DE RESERVA 20.00 M<sup>3</sup> DE CAPACIDAD

COD.	DESCRIPCION	Ø	LONGIT. (m)	CANT.
AERADORES				
A1	TRAMO DE TUBERIA HELIX	2"	0.30	2
A2	COUDO DE 90° HC	2"		4
A3	NEUDO PERFORADO L=0.05 M	2"		2
DESAGUE Y DESBORDE				
D1	BOCA CAMARIN DE ALUMINO	2"		1
D2	TRAMO CORTO PVC/PASADABLE JR.	2"	0.80	1
D3	COUDO PVC 90°	2"		3
D4	TRAMO CORTO PVC/PASADABLE JR.	2"	0.70	1
D5	TRAMO CORTO PVC/PASADABLE JR.	2"	0.40	1
D6	TEE PVC	2"		1
D7	NEUDO PERFORADO PVC/PASADABLE L=0.05 M	2"		3
D8	VALVULA DE COMPRESION Y VOLANTE DE BRONCE	2"		1
D9	TRAMO CORTO PVC/PASADABLE JR.	2"	0.50	2
D10	UNIVERSAL	2"		2
D11	NEUDO PVC/PASADABLE JR.	2"	0.10	1
D12	TUBERIA H/C/R/P/E/C	2"	0.30m	1
D13	TUBERIA PVC/H/C/R/P/E/C	2"	5.50	1
D14	BOCA CAMARIN (STANDARD)	Ø 150		1

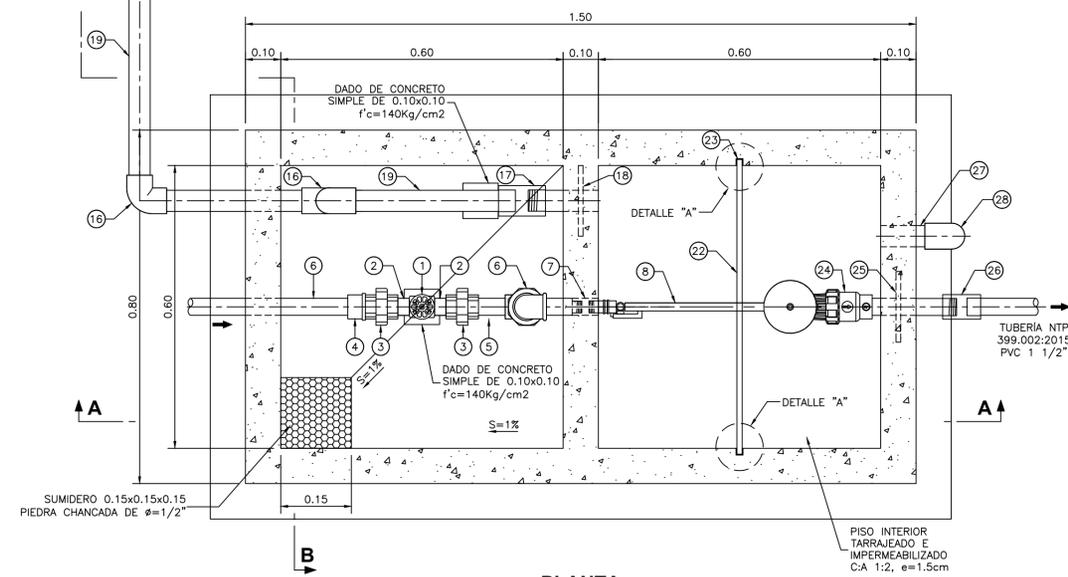
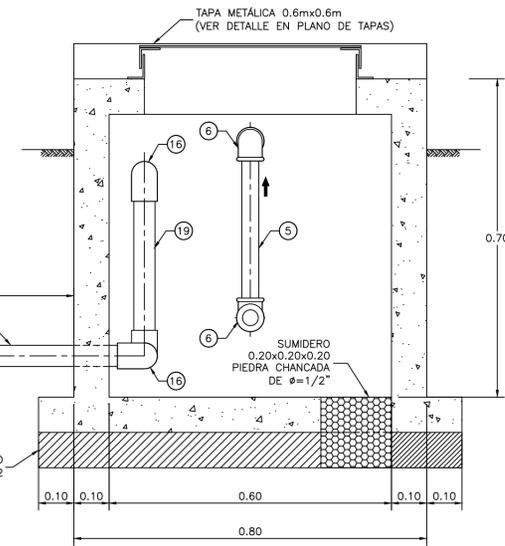
NOTA: LAS LONGITUDES DE LOS TRAMOS DE TUBERIA A EMPLEARSE DEBEN SER CONCORDANTES EN OBRAS.



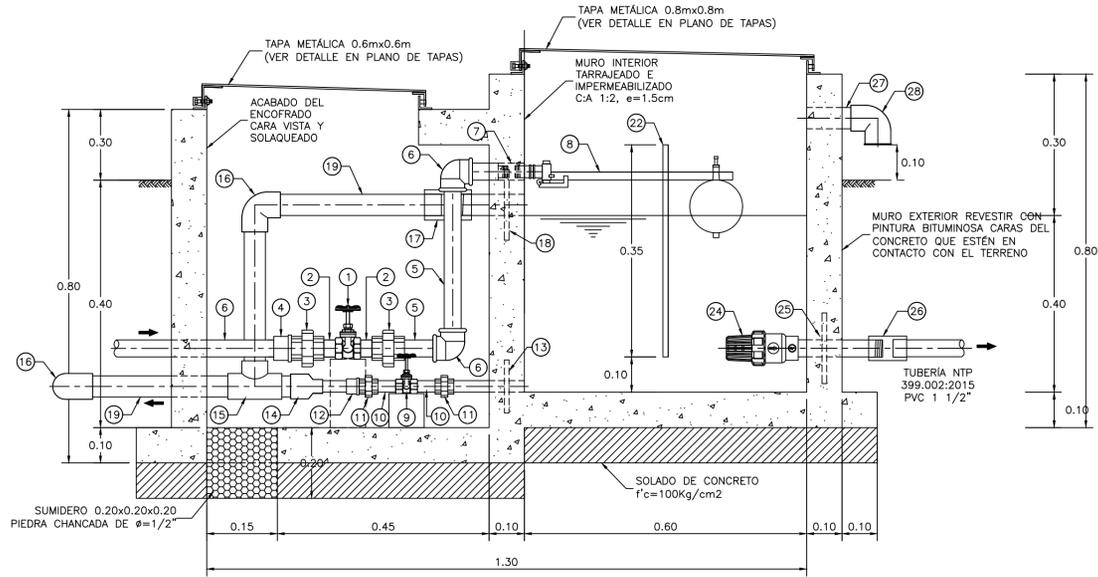
UNIV...  
PROYECTO: "DIS...  
DISTRIBUC...  
CONTIENE:  
DISEÑO:  
Est. Ism  
Cédula No.  
035008135-2  
APROBADO:  
Ing.  
Nombre del archi...  
INSTITUCION



**CORTE B-B**  
1:10



**PLANTA**  
1:10



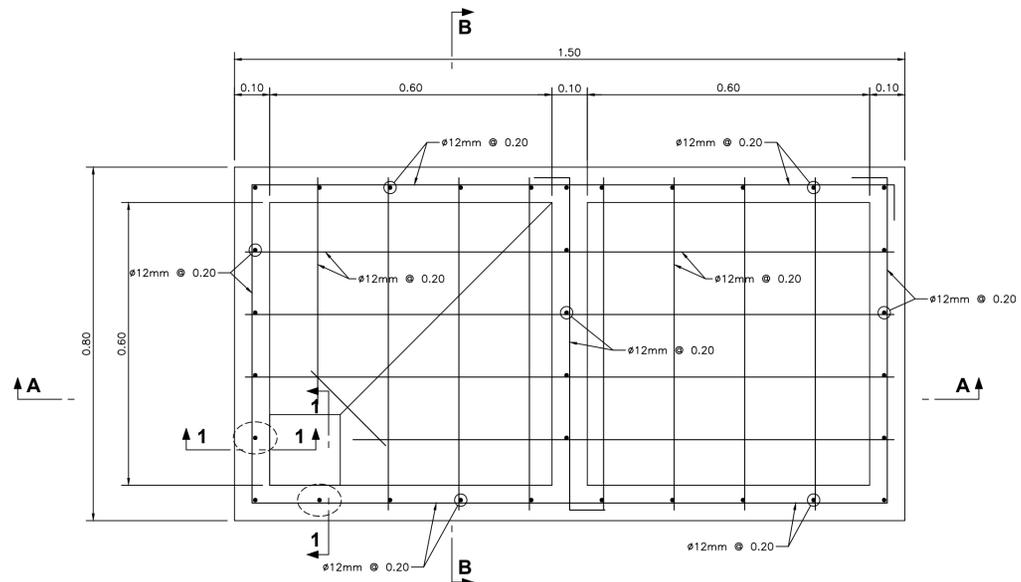
**CORTE A-A**  
1:10

LISTADO DE ACCESORIOS		
INGRESO		
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	VÁLVULA COMPUERTA DE BRONCE 1 1/2", 250 lbs	1 UND.
2	NIPLE CON ROSCA PVC 1 1/2" x 2"	2 UND.
3	UNIÓN UNIVERSAL CON ROSCA PVC, 1 1/2"	2 UND.
4	ADAPTADOR UPR PVC 1 1/2"	1 UND.
5	TUBERIA PVC CLASE 10 DE 1 1/2" PARA ROSCA, NTP 399.166:2008	1.00 ml.
6	CODO ROSCADO PVC 1 1/2" x 90°	2 UND.
7	UNIÓN DE ROSCA INTERNA DE BRONCE 1 1/2"	1 UND.
8	VÁLVULA FLOTADORA TIPO BARRA DE BRONCE 1 1/2"	1 UND.
LIMPIA Y REBOSE		
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.
9	VÁLVULA COMPUERTA DE BRONCE 1", 250 lbs	1 UND.
10	NIPLE CON ROSCA PVC 1" x 4"	2 UND.
11	UNIÓN UNIVERSAL CON ROSCA PVC 1"	2 UND.
12	ADAPTADOR UPR PVC 1"	1 UND.
13	BRIDA ROMPE AGUA DE F'G' 1", NIPLE F'G' (L=0.20 m) CON ROSCA A UN LADO, ISO - 65 Serie I (Standart)	1 UND.
14	REDUCCIÓN SP PVC 2" x 1"	1 UND.
15	TEE SP PVC 2"	1 UND.
16	CODO SP PVC 2" x 90°	2 UND.
17	UNIÓN SOQUET PVC 2"	1 UND.
18	BRIDA ROMPE AGUA DE F'G' 2", NIPLE F'G' (L=0.20 m) CON ROSCA A UN LADO, ISO - 65 Serie I (Standart)	1 UND.
19	TUBERIA PVC CLASE 10 Ó 7.5 DE 2", NTP 399.002:2015 (VER NOTA 3)	4.60 ml.
20	UNIÓN SP PVC 2"	1 UND.
21	TAPÓN SP PVC 2" CON PERFORACION DE 3/16"	1 UND.
SALIDA		
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.
22	PLANCHA DE PVC DE 0.84x0.70m ESPESOR=15mm	1 UND.
23	PERFIL EN "U" DE ALUMINIO, L=0.90m	1 UND.
24	CANASTILLA DE PVC 1 1/2"	1 UND.
25	BRIDA ROMPE AGUA DE F'G' 1 1/2", NIPLE F'G' (L=0.30 m) CON ROSCA AMBOS LADOS, ISO - 65 Serie I (Standart)	1 UND.
26	UNIÓN SOQUET PVC 1 1/2"	1 UND.
VENTILACIÓN		
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.
27	NIPLE F'G' (L=0.20 m) DE 2" CON ROSCA A UN LADO, ISO - 65 Serie I (Standart)	0.20 ml.
28	CODO 90° F'G' 2" CON MALLA SOLDADA, NTP ISO 49:1997	1 UND.

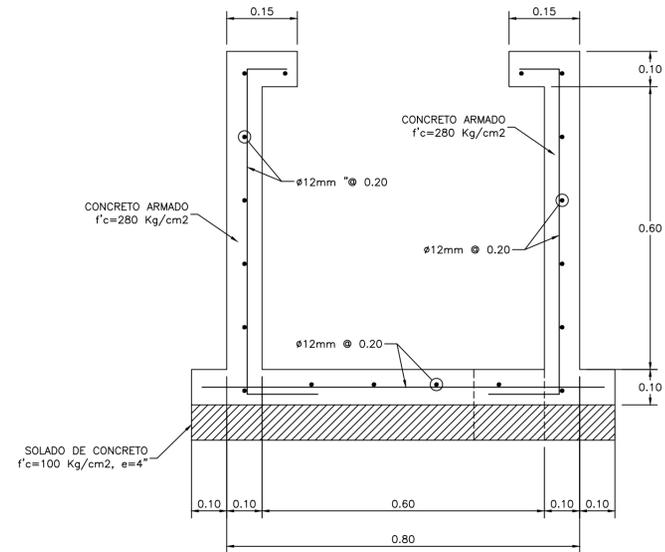
CONC  
SOLADO  
CONC  
EN GEN  
CEME  
EN GEN  
ACER  
EN GEN  
RECU  
CIMENTA  
MURO  
LOSA  
REVE  
EXTERIO  
INTERIO  
IMPERM  
CONTACT  
INTERIO  
(C-A, 1  
EXTERIO  
MANOS  
EXTERIO  
ESTÉN

UNIV

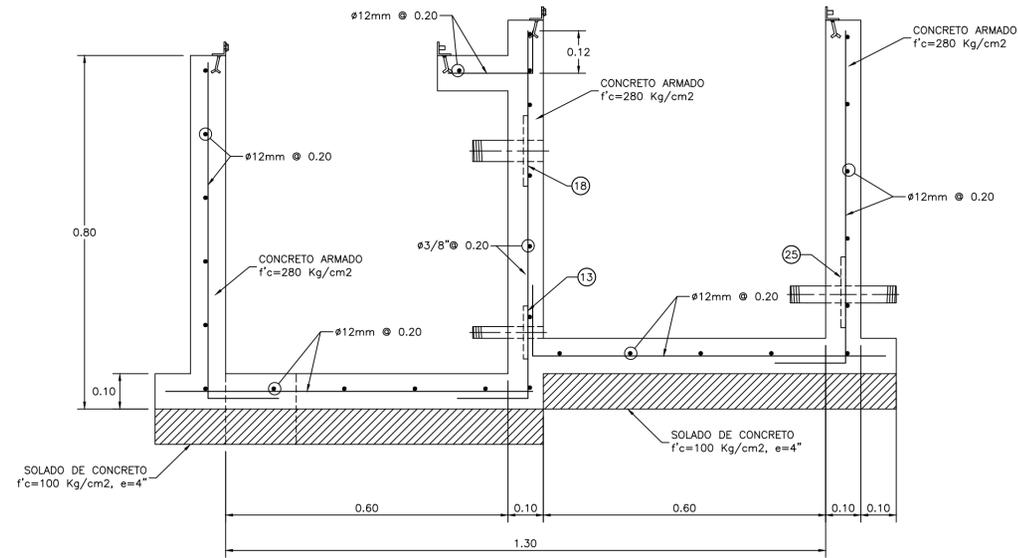
PROYECTO: "DIS  
DISTRIBUC  
CONTIENE:  
DISEÑO:  
Est. Ism  
Cédula No.  
035008135-2  
APROBADO:  
Ing.  
Nombre del arch  
No. 10001000



**ESTRUCTURAS PLANTA**  
1:10



**ESTRUCTURAS CORTE B-B**  
1:10



**ESTRUCTURAS CORTE A-A**  
1:10

**LONGITUDES MÍNIMAS DE EMPALMES POR TRASLAPE:**

BARRA	
3/8 "	300 mm
1/2 "	400 mm
5/8 "	500 mm
3/4 "	600 mm

GANCHO ESTANDAR:	
DIÁMETRO DE LA BARRA (d)	DIÁMETRO MÍNIMO DE DOBLADO (D)
3/8 "	60 mm
1/2 "	80 mm
5/8 "	100 mm
3/4 "	115 mm

GANCHO ESTANDAR:	
DIÁMETRO DE LA BARRA (d)	LONGITUD MÍNIMO DE DOBLEZ (L)
3/8 "	90" 180"
1/2 "	60 mm 65 mm
5/8 "	80 mm 65 mm
3/4 "	100 mm 65 mm
3/4 "	115 mm 80 mm



**NOTAS:**  
1. DIMENS  
2. LA ESC

UNIV

PROYECTO: "DIS  
DISTRIBU

CONTIENE:

DISEÑO:

Est. Isr  
Cédula No.  
035008135-2

APROBADO:

Ing.  
Nombre del arch  
No. 70000000