

**Escuela Superior Politécnica del Litoral**

**Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

Desarrollo del sistema hidrosanitario de una finca en la comunidad “San  
Joaquín” de El Triunfo

INGE-2665

**Proyecto Integrador**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero Civil**

Presentado por:

Zorrilla Gudiño Bruno Sebastián

Pozo Gonzabay Richard Joao

Guayaquil - Ecuador

II PAO 2024

## Dedicatoria

---

Le dedico este logro a Dios por haberme permitido llegar aquí tanto con mi esfuerzo y dedicación como con ayuda de todos los implicados en este proyecto.

A mis padres que siempre me estuvieron apoyando y animándome para que siga adelante, mis hermanos que estuvieron detrás de mí y mis otros familiares como mis tíos, mis primos, mi abuelita.

Al ingeniero Estéfano Loaiza y David Márquez quienes me brindaron todo su conocimiento y su tiempo durante mis prácticas.

A mis amigos por los buenos momentos pasados durante este proceso de titulación. A mis profesores por haberme dado el conocimiento necesario y en especial a mi compañero de tesis y amigo, pues gracias a nuestro esfuerzo pudimos cumplir esta meta.

**Bruno Sebastián Zorrilla Gudiño**

## Dedicatoria

---

A mi madre Susana Gonzabay, quien es mi fuente de inspiración y fortaleza.

Gracias por enseñarme con tu ejemplo que la perseverancia y el amor por lo que hacemos son el camino hacia nuestros sueños. Por cada consejo, cada sacrificio y cada palabra de aliento que me ayudó a llegar hasta aquí, este logro es tan tuyo como mío.

Con todo mi cariño y gratitud eterna.

**Richard Joao Pozo Gonzabay**

## Agradecimientos

---

A Dios, por haberme brindado la oportunidad de estudiar y haberme dado vida para este momento muy importante. A mi madre María Gudiño y mi padre Luis Zorrilla por haber estado conmigo todo momento, por darme todo lo necesario siempre y ser los mejores padres que jamás pude tener.

A mis hermanos, Carlos Zorrilla, Luis Zorrilla, Robert Franco, por tratarme con mucho cariño y respeto, mis primos, en especial a Leonardo Zorrilla, Gabriel Burgos y Alexander Burgos, por todos los momentos compartidos juntos, las risas, bromas, los momentos serios y tristes que pasamos.

A mis amigos hechos a lo largo de este camino, mis amigos del colegio, de la universidad, de la iglesia y otras academias.

A mi compañero de tesis Richard Pozo, por haberlo dado todo de sí para cumplir esta meta. Mis profesores, en especial mi tutora MSc. Ingrid Orta y mi profesor MSc. Lenin Dender, por haber dado su tiempo y esfuerzo para lograr este objetivo.

**Bruno Sebastián Zorrilla Gudiño**

## Agradecimientos

---

Agradezco a mi madre Susana, por brindarme las mejores oportunidades, tus sacrificios han sido mi motor para seguir adelante.

A mi hermano Luis Fernando, por darme siempre su apoyo en todo momento, eres un gran padre, hermano y amigo.

A Susan, Flor y Maelys, por darme una razón de no rendirme, desde que llegaron a mi vida sus ocurrencias me han alegrado en mis peores momentos.

A Roberto Armando, por cuidar de mi desde pequeño, sus enseñanzas me han permitido superar cada desafío.

A mis padrinos Glenda y Pedro, quienes siempre están pendientes de mi, sus consejos constantes me han permitido mejorar cada día.

A las familias Tomalá Ramírez, Pozo Malvé y Gonzabay Méndez, por siempre brindarme un plato de comida y momentos de felicidad, su guía, cariño y enseñanzas han dejado una huella profunda en mi vida.

A mis amigos, por su comprensión y apoyo, son personas de alto valor que me han ayudado a pasar mis malos ratos.

A mis tutores MSc. Ingrid Orta, MSc. Lenin Dender, a mi compañero y amigo Bruno Zorrilla, que sin ellos este proyecto no hubiera sido posible.

**Richard Joao Pozo Gonzabay**

## Declaración Expresa

---

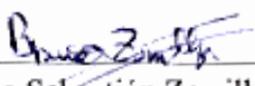
Nosotros Bruno Sebastián Zorrilla Gudiño y Richard Joao Pozo Gonzabay acordamos y reconocemos que:

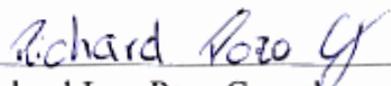
La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique a los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 11 de octubre del 2024.

  
\_\_\_\_\_  
Bruno Sebastián Zorrilla Gudiño

  
\_\_\_\_\_  
Richard Joao Pozo Gonzabay

## **Evaluadores**

---

---

**MSc. Lenin Alexander Dender Aguilar**

Profesor de Materia

---

**MSc. Ingrid Tatiana Orta Zambrano**

Tutora de proyecto

## Resumen

Este proyecto busca diseñar un sistema hidrosanitario para una zona rural de El Triunfo que abarca un sistema de conducción y distribución de agua potable, depuración eficiente de aguas residuales junto con reúso y, optimizar el manejo de aguas lluvias. Dentro de los procesos se busca impedir la nitrificación en la zona de captación procedente de las quebradas, permitir un correcto abastecimiento y distribución de agua potable, depurar las aguas residuales y darles una utilidad a las aguas grises y a los desechos orgánicos luego de su tratamiento, además de la recarga de acuíferos con el sistema de aguas lluvias. Para lograr esto se implementó un pozo séptico para tratar las aguas grises, una cisterna para la retención de aguas grises tratadas, y tanque biodigestor para tratar las aguas negras, cada uno respetando la sostenibilidad de los materiales y normativas utilizadas promoviendo la sostenibilidad hídrica durante todo el proceso, aparte de nuevas tecnologías como las celdas Aquacell de Plastigama Wavin. Se concluye que las soluciones propuestas garantizan sostenibilidad hídrica, eficiencia en la gestión de recursos y contribuyen a la economía circular, sirviendo como modelo replicable para proyectos similares.

**Palabras Clave:** Agua, Saneamiento, Optimización, Reutilización, Sostenibilidad.

### **Abstract**

This project aims to design a hydrosanitary system for a rural area in El Triunfo, encompassing a system for the conveyance and distribution of potable water, efficient wastewater treatment with reuse, and optimization of rainwater management. The processes aim to prevent nitrification in the intake area fed by streams, ensure proper supply and distribution of potable water, treat wastewater, and repurpose graywater and organic waste after treatment, as well as recharge aquifers through the rainwater management system. To achieve this, a septic tank was implemented to treat graywater, a cistern for the retention of treated graywater, and a biodigester tank for the treatment of blackwater. All components comply with material sustainability and regulatory standards, promoting water sustainability throughout the process, in addition to incorporating innovative technologies such as Aquacell cells by Plastigama Wavin. It is concluded that the proposed solutions ensure water sustainability, resource management efficiency, and contribute to the circular economy, serving as a replicable model for similar projects.

**Keywords:** Water, Sanitation, Optimization, Reuse, Sustainability.

## Índice general

Resumen .....	I
Abstract .....	II
Índice general .....	III
Abreviaturas .....	IX
Simbología .....	X
Índice de figuras .....	XI
Índice de tablas .....	XII
ÍNDICE DE PLANOS .....	XVI
Capítulo 1 .....	1
1. Introducción .....	2
1.1 Antecedentes .....	2
1.2 Descripción del Problema .....	3
1.3 Justificación del Problema .....	4
1.4 Objetivos .....	5
1.4.1 Objetivo general .....	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	6
Capítulo 2 .....	7
2. MATERIALES Y MÉTODOS .....	8
2.1 Revisión de literatura .....	8
2.1.1 Estado del arte .....	8

2.1.2	Bases teóricas .....	9
2.2	Área de estudio.....	15
2.3	Trabajo de campo y laboratorio.....	17
2.3.1	Visita de campo .....	17
2.3.2	Topografía .....	18
2.3.3	Estudio de suelo .....	18
2.3.4	Estudio de calidad del agua .....	20
2.4	Análisis de datos.....	21
2.4.1	Patologías del sistema de agua para consumo existente.....	21
2.4.2	Patologías del sistema de aguas servidas existente .....	22
2.4.3	Análisis Topográfico .....	23
2.4.4	Análisis de Suelo .....	24
2.4.5	Análisis de calidad de agua .....	26
2.4.6	Determinación de intensidad de lluvias.....	26
2.5	Análisis de alternativas.....	29
2.5.1	Descripción de alternativas .....	29
2.5.2	Metodología de evaluación de alternativas .....	39
2.5.3	Evaluación de alternativas.....	44
Capítulo 3	.....	48
3.	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES .....	45
3.1	Diseños .....	45
3.1.1	Diseño de sistema de abastecimiento de agua segura .....	45

3.1.2	Diseño de sistema de alcantarillado sanitario .....	81
3.1.3	Diseño de sistema de alcantarillado pluvial .....	128
3.2	Especificaciones Técnicas.....	146
3.2.1	TRAZADO Y REPLANTEO.....	146
3.2.2	REMOCION DE VEGETACIÓN SUPERFICIAL .....	147
3.2.3	EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA PESADA .....	149
3.2.4	RELLENO CON MATERIAL DE SITIO (MANUAL).....	150
3.2.5	DESALOJO DE MATERIAL.....	151
3.2.6	TRANSPORTE DE MATERIAL A LA OBRA.....	153
3.2.7	ZONA DE CAPTACIÓN DE HORMIGÓN ARMADO F'C= 210 KG/CM2 (INCLUYE SISTEMA).....	154
3.2.8	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE PVC DE 1PLG PARA LA RED DE CONDUCCIÓN (INC. ARENA).....	159
3.2.9	CISTERNA DE AGUA SEGURA DE HORMIGÓN ARMADO F'C=240 KG/CM2 (INCLUYE SISTEMA).....	161
3.2.10	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LAS TUBERÍAS DE PVC DE ½ PLG PARA LA RED DE DISTRIBUCIÓN (INC. ARENA).....	167
3.2.11	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LAS TUBERÍAS DE PVC DE ¾ PLG PARA LA RED DE DISTRIBUCIÓN (INC. ARENA).....	170
3.2.12	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBO PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA (De=125MM; Di=110MM) PARA AGUAS GRISES	173
3.2.13	POZO DE INSPECCIÓN DE AGUAS GRISES (INC TAPA).....	176

3.2.14	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBO PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA (De=125MM; Di=110MM) PARA AGUAS NEGRAS	181
3.2.15	POZO DE INSPECCIÓN DE AGUAS NEGRAS (INC TAPA)	183
3.2.16	POZO SEPTICO DE HORMIGÓN ARMADO F'C=240 KG/CM2	188
3.2.17	SUMINISTRO E INSTALACION DE POZO BIODIGESTOR 3000 L	193
3.2.18	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBO PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA (De=125MM; Di=110MM) PARA AGUAS LLUVIAS	195
3.2.19	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBO PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA (De=175MM; Di=160MM) PARA AGUAS LLUVIAS	197
3.2.20	POZO DE INSPECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS (INC TAPA)	200
3.2.21	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CELDAS AQUACELL DE PLASTIGAMA WAVIN	205
3.2.22	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE PVC DE 1PLG PARA LA RED DE BOMBEO DE AGUAS REUTILIZADAS (INC. ARENA)	206
3.2.23	CAMARA DE AGUA REUTILIZADA DE HORMIGÓN ARMADO F'C=240KG/CM2(INCLUYE SISTEMA)	209
3.2.24	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SISTEMA DE BOMBEO	215
3.2.25	AGUA PARA CONTROL DE POLVO	217
3.2.26	LIMPIEZA FINAL	217
	Capítulo 4	219

4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL .....	220
4.1 Descripción del proyecto.....	220
4.2 Línea base ambiental.....	221
4.2.1 Medio físico.....	221
4.2.2 Medio biológico .....	221
4.2.3 Medio socioeconómico .....	222
4.3 Actividades del proyecto.....	222
4.4 Identificación de impactos ambientales .....	223
4.5 Valoración de impactos ambientales.....	226
4.6 Medidas de prevención/mitigación .....	233
Capítulo 5.....	234
5. PRESUPUESTO .....	235
5.1 Estructura Desglosada de Trabajo .....	235
5.2 Rubros y análisis de precios unitarios .....	236
5.3 Descripción de cantidades de obra .....	238
5.4 Valoración integral del costo del proyecto.....	241
5.5 Cronograma de obra .....	245
Capítulo 6.....	249
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	250
6.1 Conclusiones .....	250
6.2 Recomendaciones.....	253
Referencias .....	255

ANEXO A: ANÁLIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU) .....	261
ANEXO B: CÁLCULO DE LA VALORACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO .....	288
ANEXO C: CÁLCULO DE MATERIALES.....	290
ANEXO D: FOTOGRAFÍAS .....	300
ANEXO E: PLANOS.....	303

## Abreviaturas

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ASTM	American Society for Testing and Materials
NACE	National Association of Corrosion Engineer
SSC	Electrodo de Plata Cloruro de Plata
CSE	Electrodo de Cobre Sulfato de Cobre
HWL	High Water Level
LWL	Low Water Level
CIS	Inspección pasó a paso, medición de potenciales de encendido
AAPP	Agua potable
AASS	Aguas servidas
AALL	Aguas lluvias
AAGG	Aguas grises
AANN	Aguas negras

## Simbología

mg	Miligramo
pH	Potencial de Hidrógeno
m	Metro
Qmed	Caudal medio, l/s
F	Factor de fugas
P	Población, hab
D	Dotación, l/hab*día
Qmáx.día	Caudal máximo diario
Qmáx.hor	Caudal máximo horario
Qmed	Caudal medio, l/s
Kmáx.día	Coefficiente de variación del consumo máximo diario
Kmáx.hor	Coefficiente de variación del consumo máximo horario
Hab	Habitantes
L	Litros
s	Segundos

## Índice de figuras

Figura 1 <i>Ubicación de San Joaquín - El Triunfo - Guayas</i> .....	16
Figura 2 <i>Zona del proyecto</i> .....	17
Figura 3 <i>Levantamiento topográfico</i> .....	18
Figura 4 <i>Ubicación de los estudios de suelo</i> .....	19
Figura 5 <i>Zona de captación con presencia de algas</i> .....	21
Figura 6 <i>Plano topográfico de la finca</i> .....	24
Figura 7 <i>Perfil Estratigráfico en el puente sobre el estero "Evia"</i> .....	25
Figura 8 <i>Estaciones pluviométricas del Ecuador</i> .....	27
Figura 9 <i>Estaciones pluviométricas cerca de la zona de estudio</i> .....	28
Figura 10 <i>Distribución de los orificios - Pantalla frontal</i> .....	51
Figura 11 <i>Altura total de la cámara húmeda</i> .....	53
Figura 12 <i>Canastilla de salida</i> .....	55
Figura 13 <i>Modelo hidráulico de la red de conducción</i> .....	76
Figura 14. <i>Perfil longitudinal del sistema de conducción</i> .....	78
Figura 15 <i>Modelo hidráulico de la red de distribución</i> .....	79
Figura 16: <i>Celdas Aquacell de Plastigama Wavin</i> .....	141
Figura 17: <i>Pérdida por fricción para tuberías de 1plg</i> .....	142
Figura 18: <i>Pérdidas provocadas en codos de 90°</i> .....	143
Figura 19 <i>Curvas características de bombas de impulsión de agua</i> .....	145
Figura 20: <i>Potencia de las bombas ofertadas</i> .....	146
Figura 21 <i>Gráfica de Impacto ambiental</i> .....	224
Figura 22 <i>Estructura Desglosada de Trabajo</i> .....	236

## Índice de tablas

Tabla 1 <i>Coordenadas de las zonas de estudio</i> .....	19
Tabla 2 <i>Estudio de calidad del agua proveniente de la quebrada de la funca</i> .....	20
Tabla 3 <i>Ecuaciones IDF para la estación M0037 de Milagro</i> .....	28
Tabla 4 <i>Escala general de los criterios</i> .....	39
Tabla 5 <i>Escala Likert para el sistema de abastecimiento de agua segura</i> .....	39
Tabla 6 <i>Escala Likert para el sistema de alcantarillado sanitario</i> .....	41
Tabla 7 <i>Escala Likert para el sistema de recolección de aguas lluvias</i> .....	42
Tabla 8 <i>Evaluación de alternativas del sistema de abastecimiento de agua segura</i> .....	44
Tabla 9 <i>Evaluación de alternativas del sistema de alcantarillado sanitario</i> .....	45
Tabla 10 <i>Evaluación de alternativas del sistema de recolección de aguas lluvias</i> .....	46
Tabla 11 <i>Niveles deservicio para sistemas de abastecimiento de agua</i> .....	45
Tabla 12 <i>Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio</i> .....	46
Tabla 13 <i>Dotaciones para edificaciones de uso específico</i> .....	46
Tabla 14 <i>Porcentaje de fugas a considerarse en el diseño de sistemas</i> .....	47
Tabla 15 <i>Caudales de diseños para los elementos de un sistema de agua potable</i> .....	49
Tabla 16 <i>Dimensiones de la canastilla</i> .....	54
Tabla 17 <i>Datos para el diseño estructural de la cámara húmeda</i> .....	56
Tabla 18 <i>Datos para el diseño de acero horizontal en la cámara húmeda</i> .....	59
Tabla 19 <i>Datos para el diseño estructural de la cámara seca</i> .....	63
Tabla 20 <i>Datos para el diseño de acero horizontal y vertical en la cámara húmeda</i> .....	64
Tabla 21 <i>Datos para el diseño de acero de la losa de fondo</i> .....	66
Tabla 22 <i>Peso total de la estructura</i> .....	67
Tabla 23 <i>Dimensiones de la cisterna</i> .....	68
Tabla 24 <i>Parámetros para el diseño de losas y muros de la cisterna</i> .....	69

Tabla 25 Armado estructural de la cisterna de agua segura .....	75
Tabla 26 Cotas, demanda y presiones en los nodos de la red de conducción .....	76
Tabla 27 Longitudes, diámetros y velocidades en las tuberías de la red de conducción .	77
Tabla 28 Requisitos para la red de captación.....	77
Tabla 29 Cotas, demanda y presiones en los nodos de la red de distribución .....	79
Tabla 30 Longitudes, diámetros y velocidades en las tuberías de la red de distribución.	80
Tabla 31 Requisitos para la red de distribución .....	80
Tabla 32 Datos de longitud de tuberías, áreas de aportación y poblaciones para aguas grises .....	81
Tabla 33 Cotas de los pozos de inspección para aguas grises .....	81
Tabla 34 Datos de longitud de tuberías, áreas de aportación y poblaciones para aguas negras .....	82
Tabla 35 Cotas de los pozos de inspección para aguas negras .....	82
Tabla 36 Coeficiente de variación de Harmond .....	85
Tabla 37 Cálculo del caudal de diseño de aguas grises .....	86
Tabla 38 Cálculo del caudal de diseño de aguas negras .....	87
Tabla 39 Catálogo de tuberías de PVC de pared estructurada .....	89
Tabla 40 Cálculo del diámetro de diseño de aguas grises.....	91
Tabla 41 Cálculo del diámetro de diseño de aguas negras .....	92
Tabla 42 Relaciones hidráulicas de Manning .....	93
Tabla 43 Tipo de régimen de acuerdo con el número de Froude .....	100
Tabla 44 Validación de parámetros de diseño para aguas grises .....	101
Tabla 45 Validación de parámetros de diseño para aguas negras .....	102
Tabla 46 Pérdida de energía por cambio de dirección.....	104
Tabla 47 Tipos de empate.....	106

Tabla 48 <i>Cálculo del salto para régimen subcrítico de aguas grises</i> .....	107
Tabla 49 <i>Cálculo del salto para régimen subcrítico de aguas negras</i> .....	108
Tabla 50 <i>Parámetros para calcular teta crítico</i> .....	110
Tabla 51 <i>Coefficiente k en pozos de unión con caída</i> .....	112
Tabla 52 <i>Cálculo del salto para régimen supercrítico de aguas grises</i> .....	113
Tabla 53 <i>Cálculo del salto para régimen supercrítico de aguas negras</i> .....	114
Tabla 54 <i>Cálculo de cotas y profundidades de aguas grises</i> .....	118
<b>Tabla 55</b> <i>Cálculo de cotas y profundidades de aguas negras</i> .....	119
Tabla 56 <i>Cálculo de volúmenes de obra para aguas grises</i> .....	121
Tabla 57 <i>Cálculo de volúmenes de obra para aguas negras</i> .....	121
Tabla 58 <i>Parámetros para el diseño de pozo séptico</i> .....	122
Tabla 59 <i>Distribución de acero de pozo séptico</i> .....	126
Tabla 60 <i>Datos para el diseño del biodigestor</i> .....	127
Tabla 61 <i>Catálogo de pozos biodigestores</i> .....	128
Tabla 62 <i>Datos de longitud de tuberías, áreas de aportación para aguas lluvias</i> .....	129
Tabla 63 <i>Cotas de los pozos de inspección para aguas lluvias</i> .....	129
Tabla 64 <i>Coefficientes de escorrentía por tipo de zonas</i> .....	130
Tabla 65 <i>Diseño de la red de aguas lluvias - Parte 1</i> .....	133
Tabla 66 <i>Diseño de la red de aguas lluvias - Parte 2</i> .....	134
Tabla 67 <i>Diseño de la red de aguas lluvias - Parte 3</i> .....	135
Tabla 68 <i>Diseño de la red de aguas lluvias - Parte 4</i> .....	136
Tabla 69 <i>Diseño de la red de aguas lluvias - Parte 5</i> .....	137
Tabla 70 <i>Diseño de la red de aguas lluvias - Parte 6</i> .....	138
Tabla 71 <i>Diseño de la red de aguas lluvias - Parte 8</i> .....	139
Tabla 72 <i>Datos utilizados para el diseño de la red</i> .....	143

Tabla 73 <i>Cálculo de la pérdida de accesorios</i> .....	144
Tabla 74 <i>Cálculo de la pérdida total de la red</i> .....	144
Tabla 75 <i>Actividades realizadas en cada fase del proyecto</i> .....	222
Tabla 76 <i>Descripciones de impactos ambientales en las actividades del proyecto</i> .....	224
Tabla 77 <i>Escala de valoración de importancia de los impactos ambientales</i> .....	227
Tabla 78 <i>Análisis cuantitativo del nivel de importancia</i> .....	228
Tabla 79 <i>Matriz de Leopold</i> .....	230
Tabla 80 <i>Matriz de valoración de impactos ambientales</i> .....	231
Tabla 81 <i>Categorización de los valores de impactos calculados en la matriz de Leopold</i> .....	231
Tabla 82 <i>Valoración cualitativa de los impactos ambientales del proyecto</i> .....	232
Tabla 83 <i>Estrategias de mitigación de impactos ambientales</i> .....	233
Tabla 84 <i>Análisis de precios unitarios</i> .....	236
Tabla 85 <i>Cantidades de obra</i> .....	239
Tabla 86 <i>Valoración del proyecto por m<sup>3</sup> de agua</i> .....	241
Tabla 87 <i>Presupuesto referencial del proyecto</i> .....	242
Tabla 88 <i>Cronograma de Obra</i> .....	245

**ÍNDICE DE PLANOS**

- PLANO 1 Área de implantación
- PLANO 2 Vistas em planta y perfil de la red de conducción
- PLANO 3 Vistas transversales de la red de conducción
- PLANO 4 Vista en planta de la red de distribución
- PLANO 5 Vistas de perfil de la red de distribución
- PLANO 6 Vistas transversales de la red de distribución
- PLANO 7 Vista en planta de la red de aguas grises
- PLANO 8 Perfiles de la red de aguas grises
- PLANO 9 Vista en planta de la red de aguas negras
- PLANO 10 Perfiles de la red de aguas negras
- PLANO 11 Vista en planta de la red de aguas lluvias
- PLANO 12 Perfiles de la red de aguas lluvias
- PLANO 13 Vista en planta de la red de aguas lluvias reutilizadas
- PLANO 14 Perfiles de la red de aguas grises reutilizadas
- PLANO 15 Vistas y cortes de la zona de captación
- PLANO 16 Armado de la zona de captación
- PLANO 17 Vistas y cortes de la cisterna de agua segura
- PLANO 18 Vistas del pozo séptico y cámara de aguas grises
- PLANO 19 Cortes del pozo séptico y cámara de aguas grises
- PLANO 20 Vistas y cortes del tanque biodigestor
- PLANO 21 Vistas y cortes de las celdas Aquacell

# Capítulo 1

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Antecedentes

A nivel mundial a pesar de los avances entre 2015 y 2022, 2200 millones de personas aún carecen de acceso a agua potable segura, y para 2020, 3000 millones vivían en zonas donde se desconoce la calidad del agua, adicionalmente, 3500 millones carecen de sistemas de saneamiento (Naciones Unidas, 2023). Es importante hoy en día pensar a corto, mediano y largo plazo el cómo mantener el agua para tener un futuro prometedor garantizando un consumo sustentable, es decir consumir el agua necesaria y sin desperdicios para mantener los recursos en la actualidad y para el futuro, sin afectar el ciclo de esta o de los ecosistemas (Ortiz et al., 2018a).

La principal fuente de agua consumida en el país son las superficiales, las cuales, muchas veces no están bien tratadas y se puede encontrar materia bacteriana e inclusive restos fecales (León et al., 2018). La contaminación del recurso incrementa el riesgo de exposición a diversas enfermedades infecciosas y parasitarias, por lo que garantizar el acceso a agua limpia y a instalaciones sanitarias adecuadas es fundamental para controlar las enfermedades transmitidas por el agua (Singh, 2024).

Factores como el cambio climático, las sequías intensas, el crecimiento poblacional y la creciente demanda del agua, junto con una gestión inadecuada en las últimas décadas, han ejercido una mayor presión sobre los limitados recursos de agua dulce en todo el mundo, causando una grave escasez en diversas regiones del mundo (Salehi, 2022).

En ciudades como Cuenca se ha demostrado cómo es posible reducir el consumo de agua potable hasta en un 30%, con un control de consumo, control de fugas, uso de dispositivos ahorradores y la reutilización de aguas lluvias, para esta última, las personas están dispuestas a

utilizar estas aguas para el aseo de viviendas, lavado de vehículos, riego y en equipos sanitarios (Ortiz et al., 2018b).

Bajo este contexto, la familia Jara adquirió una propiedad en el recinto San Joaquín perteneciente al cantón El Triunfo, con el objetivo de transformarla en un destino turístico sostenible. Cuenta con una variedad de recursos naturales y paisajes únicos, que los hacen ideales para quienes están interesados en el turismo de naturaleza, sin embargo, su comunidad se encuentra dispersa y poco conectada con las virtudes que ofrece el lugar. (Quiñonez Katherine, 2020).

En el año 2022, el cantón El Triunfo alcanzó ingresos económicos totales de \$193,512.29, donde los sectores de comercio y agricultura fueron los principales beneficiarios, generando \$87,995.94 y \$78,957.21 respectivamente, lo que representa aproximadamente el 86% del total de ingresos para ese año (INEC, 2022).

La finca cuenta con fuentes hídricas provenientes de quebradas y con la gestión del dueño se realizaron estudios de la calidad del agua, donde se indica que esta es apta para el consumo humano, y de manera empírica se han realizado instalaciones de tuberías para conducir el agua desde la fuente de captación hasta los grifos de las estructuras existentes; así como la descarga de sus efluentes.

La propiedad se ha trabajado aprovechando la tierra de alrededor para la producción de alimentos, un espacio para la construcción de una suite, y caminos hacia la montaña que se desbrozaron con ayuda de maquinaria pesada. Tanto para el senderismo y el acceso a zonas importantes como la captación de agua cruda y el tendido de la tubería de conducción.

## **1.2 Descripción del Problema**

La familia Jara posee una propiedad en San Joaquín con acceso a agua provenientes de quebradas naturales, carece de un sistema para recolectar aguas lluvias y de un sistema de

alcantarillado sanitario eficiente. Se tiene que en las zonas rurales el 26.6% no cuenta con acceso a agua potable y en provincias como Los Ríos se encontró que solo el 55.2% de personas tienen acceso a agua por tuberías (Del Pozo Franco et al., 2009).

En Quevedo, Guayas, se demostró que el 59.4 % de los hogares tiene acceso a agua potable, aunque un 36.5 % percibe mal sabor y un 16.7 % mal olor en el agua. Además, el 55.9 % de los hogares reportó síntomas de diarrea por su consumo, seguidos de vómitos, cólicos y dolores abdominales en menores porcentajes (Cadme Arévalo et al., 2021).

El clima de la finca propicia lluvias que provocan erosión en el suelo debido a la falta de un sistema de recolección de aguas lluvias. Actualmente se cuenta con un sistema de recolección de aguas residuales domésticas que se depositan en un pozo séptico, sin embargo, al no utilizar criterios de ingeniería y sostenibilidad, no se evaluó el impacto económico ni ambiental.

Esto genera la necesidad de desarrollar un sistema hidrosanitario que abarque la captación, conducción y uso de agua, la captación y conducción de aguas lluvias, así como la recolección y depuración de aguas residuales, aplicando principios de sostenibilidad y consumo responsable.

En septiembre de 2024, la zona de captación creada presenta inconvenientes por la acumulación de algas e incluso presencia de vida acuática, que esto se debe al ligero estancamiento del agua en la zona provocando su nitrificación. Esto afecta negativamente a la salud humana provocando problemas como diarrea, cólera, fiebre, entre otras (Hernández Avilés et al., 2020). El proyecto se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 6 (Agua limpia y saneamiento) y 12 (Producción y consumo responsables).

### **1.3 Justificación del Problema**

El proyecto en la finca de San Joaquín se justifica por la necesidad de asegurar el acceso a agua limpia y segura, debido a la dependencia de fuentes locales como quebradas y a la

creciente preocupación por la sostenibilidad del recurso hídrico. La falta de un sistema hidrosanitario eficiente puede generar problemas de salud, contaminación ambiental y desperdicio del agua, para lograr esto se debe mejorar el sistema de captación y por consiguiente la calidad de agua de esta.

La finca tiene fines turísticos por lo que los beneficiarios directos serán dueños, turistas y trabajadores de la finca, quienes obtendrán agua segura y un entorno más saludable; y los beneficiarios indirectos serán aquellos dueños de fincas quienes tengan como fuente de abastecimiento de agua a las quebradas y requieran replicar un proyecto similar.

El valor de la propiedad se verá incrementado debido a la mejora de la infraestructura y al garantizar un suministro de agua eficiente. Además, al prevenir la erosión y gestionar adecuadamente las aguas residuales, se reducirán los costos de mantenimiento a largo plazo. Al incorporar prácticas sostenibles, se logrará una gestión integral del agua que podría mejorar la productividad y atraer a clientes o inversores interesados en prácticas sostenibles, alineándose con tendencias de consumo responsable.

Para lograr los objetivos se deben tomar criterios ingenieriles y diferentes cálculos para estimar caudales de llegada y salida de las tuberías aparte de otros parámetros de diseño tanto para agua segura, aguas servidas y aguas lluvias, así como calidad de agua, dimensionamiento la de cisterna entre otros.

## **1.4 Objetivos**

### ***1.4.1 Objetivo general***

Diseñar un sistema hidrosanitario de una finca en la comunidad de San Joaquín, cantón El Triunfo, que incluya la captación y distribución de agua segura, reutilización de aguas lluvias, así como la depuración eficiente de los efluentes, mediante criterios de ingeniería y

sostenibilidad, garantizando la disponibilidad de agua limpia y promoviendo el manejo responsable de los recursos hídricos.

#### ***1.4.2 Objetivos específicos***

1. Diseñar un sistema hidrosanitario eficiente que garantice el acceso a agua limpia para consumo mediante un sistema de captación y distribución proveniente de las quebradas del sector.
2. Proponer un manejo adecuado de las aguas lluvias mediante el diseño de su conducción y captación que prevenga la erosión del suelo en la propiedad y permita su infiltración para favorecer la recarga de acuíferos.
3. Proponer el diseño de un sistema de recolección y depuración de aguas residuales domésticas que cumpla con la normativa y garantice un saneamiento eficiente.

## **Capítulo 2**

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Revisión de literatura

#### 2.1.1 *Estado del arte*

El artículo sobre “Modelado hidráulico y predicción del desempeño de un sistema de suministro de agua potable hacia el logro de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS)” resalta que el modelado hidráulico es una herramienta de apoyo eficiente para la gestión eficaz de los sistemas de agua y saneamiento. Como resultado menciona el número de perforaciones que se necesitan para satisfacer la demanda y alcanzar varios ODS (Dadebo et al., 2023).

El estudio sobre “Caracterización de Depósitos Modulares para Redes de Drenaje Urbano mediante Técnicas CFD” resalta el potencial de los tanques de tormenta, que son una solución cada vez más utilizada para controlar las inundaciones provocadas por el aumento de caudales de escorrentía debido a las lluvias. El principal objetivo de esta investigación es analizar el comportamiento y la disipación de energía de los módulos, en particular el módulo Aquacell de la empresa Wavin, con el fin de extrapolar sus resultados a tanques de retención de mayor envergadura. La conclusión principal es que los modelos de dinámica de fluidos computacional (CFD) son herramientas efectivas para estudiar estas estructuras y permiten entender mejor su funcionamiento, lo que es crucial para mitigar el impacto de las inundaciones (Sánchez-Beltrán et al., 2017).

El estudio titulado “El Modelo de Hidrograma Unitario para Alcantarillado Sanitario: Una Herramienta Integral para el Modelado de Flujos de Aguas Residuales y Simulaciones de Infiltración y Entrada” resalta la importancia de los sistemas de alcantarillado como infraestructuras clave para la salud pública y ambiental. Su objetivo es desarrollar un modelo inspirado en el Hidrograma Unitario Instantáneo de Función de Ancho, aplicado a un sistema en Virginia del Norte. Este modelo proporciona predicciones precisas de los componentes del flujo

sanitario y se compara favorablemente con el modelo SWMM. Además, facilita la evaluación de la dinámica del flujo y apoya el monitoreo de desbordamientos, lo que es esencial para la gestión del agua (Perez et al., 2024).

### **2.1.2 Bases teóricas**

**2.1.2.1 Ecodiseño:** El ecodiseño busca reducir el impacto ambiental de los productos durante todo su ciclo de vida, promoviendo el modularidad para facilitar la sustitución de componentes sin desechar el producto completo y la durabilidad para prolongar su uso, lo cual disminuye la necesidad de producir nuevos bienes (Bocken et al., 2016).

**2.1.2.2 Economía circular:** Este modelo a largo plazo integra el desarrollo sostenible, el crecimiento económico y la equidad social, sustituyendo el "fin de vida" de productos por prácticas de reducción, reutilización, reciclaje y recuperación. A nivel micro, meso y macro, busca promover la calidad ambiental, la prosperidad económica y el bienestar de las generaciones actuales y futuras (Kirchherr et al., 2017).

**2.1.2.3 Ciclo de vida de los productos:** El ciclo de vida de un producto describe las fases que atraviesan sus ventas, cada una con oportunidades y desafíos en cuanto a estrategias y beneficios, reconocer este ciclo implica aceptar que el producto tiene una duración limitada, sus ventas varían en cada etapa, sus utilidades fluctúan a lo largo del tiempo, y que se requieren diferentes estrategias de marketing, finanzas, producción y personal en cada fase para optimizar su éxito comercial (Barrio E, 2017). El diseño hidrosanitario propuesto será ecológico y se evaluará que todos los componentes del sistema sean amigables con el medio ambiente. Además, se buscará que los subproductos o desechos generados puedan ser aprovechados por el cliente u otros usuarios que los requieran.

**2.1.2.4 Agua de infiltración:** Acorde a Pérez (2015), el agua de infiltración es aquella que proviene del exterior y entra en los conductos a través de fisuras, porosidad o juntas defectuosas. Su origen puede ser el nivel freático o el drenaje superficial, y su estimación depende del tipo de suelo y su uso.

1. **Agua residual:** son los desechos líquidos producto de las actividades humanas.
2. **Agua residual doméstica:** son producto de la actividad doméstica residencial, tanto en casas como en, edificios, instituciones y establecimientos comerciales. Se divide en aguas negras y aguas grises.
3. **Aguas grises:** son producto de los lavamanos, tinas, duchas, lavaplatos, lavaderos, lavadoras y artefactos que no descarguen materia fecal.

**2.1.2.5 Red de distribución:** Es el sistema de tuberías encargado de suministrar agua potable a los puntos de consumo. Está compuesta por tuberías principales y secundarias. Las tuberías principales distribuyen el agua a las distintas zonas de un proyecto, mientras que las tuberías secundarias o de relleno se encargan de realizar las conexiones domiciliarias para los diferentes puntos de uso (López, 2003).

**2.1.2.6 Sistemas de alcantarillado:** Como señala López, (2003), los sistemas de alcantarillado se clasifican según el tipo de agua que transportan:

1. **Alcantarillado sanitario:** Sistema destinado a la recolección y conducción de aguas residuales domésticas e industriales.
2. **Alcantarillado pluvial:** Sistema encargado de evacuar la escorrentía superficial generada por las lluvias
3. **Alcantarillado combinado:** Sistema que transporta simultáneamente tanto las aguas residuales como las aguas pluviales

**2.1.2.7 Uso del agua:** Según el autor (Quiroz S et al., 2019), las características y propiedades requeridas para el consumo del agua dependen del uso que se le dará, ya que no se requiere la misma calidad para diferentes fines; se pueden distinguir varios tipos de agua según su propósito:

1. **Agua potable:** Es el agua destinada al consumo humano, que debe cumplir con los estándares de calidad para ser segura de beber, como lo indica la norma INEN 1108.
2. **Agua de proceso:** Se utiliza como materia prima en la producción de ciertos productos, incorporándose directamente en los procesos industriales.
3. **Agua de operación:** Es el agua utilizada en servicios auxiliares, como la producción de vapor para calefacción, refrigeración, limpieza de instalaciones o riego.
4. **Agua residual:** Es el agua resultante de la manipulación del agua "limpia". Esta agua de desecho ha sido alterada por sustancias que la hacen no apta para su uso original, perdiendo sus características y valor de utilidad.

**2.1.2.8 Tipos de abastecimiento:** Citando a Arnalich S (2008), los tipos de abastecimiento se clasifican en:

1. **Directo:** Los sistemas de abastecimiento de agua directo o por gravedad funcionan mediante el flujo natural del agua desde una fuente elevada hacia puntos de consumo ubicados a menor altitud, utilizando la energía potencial del agua generada por su altura para el desplazamiento.
2. **Indirecto:** Un sistema de abastecimiento indirecto emplea un tanque de almacenamiento o cisterna que se llena desde la red principal, desde el cual se distribuye el agua a los puntos de consumo. Este sistema proporciona un

suministro más estable, ya que permite almacenar agua para periodos de alta demanda o cortes temporales en el suministro.

**2.1.2.9 Pozo séptico:** Este sistema de tratamiento individual está diseñado para procesar las aguas residuales generadas por familias en áreas residenciales de baja densidad, especialmente en localidades sin acceso a sistemas colectivos de saneamiento. Es adecuado para lugares que cuentan con un suministro de agua constante y suficiente a través de cañerías, ya que puede recibir tanto aguas residuales con excrementos humanos como aguas usadas de cocinas y baños. Su efectividad depende de que el tanque sedimentador retenga adecuadamente los sólidos pesados y las grasas (Rosales-Escalante, 2005).

En antiguos proyectos y en algunas zonas rurales existía la costumbre de infiltrar las aguas residuales domésticas en el suelo. Sin embargo, actualmente el Acuerdo Ministerial 097 (2015), en el libro VI anexo 2, sección de prevención de la contaminación del recurso del suelo, prohíbe la descarga, infiltración o inyección en el suelo o subsuelo de los efluentes tratados o no, que alteren la calidad del recurso. Según algunos autores los porcentajes de remoción del pozo séptico para DBO van desde 70% hasta 80%, DQO de 62 a 74% y sólidos suspendidos de 71 a 91% (Campos, 2022). Los pozos sépticos tienen una vida útil de alrededor de 30 años, con un mantenimiento anual, lo cual permite contar con suficientes periodos para hacerlos rentables, logrando así un beneficio social positivo en ese tiempo (Rodríguez I & García J, 2023).

**2.1.2.10 Pozo biodigestor:** Es un sistema de tratamiento anaerobio individual para aguas residuales domésticas, adecuado para viviendas, escuelas rurales, campamentos y asentamientos temporales donde no hay acceso a alcantarillado público.

Este sistema reduce la contaminación en un 80%, disminuyendo las concentraciones de DBO, DQO y sólidos en el efluente final. Los lodos generados durante el proceso son inertes, lo

que permite su reutilización en actividades agrícolas el tiempo de mantenimiento varía entre 1 y 4 años dependiendo del tamaño del pozo y la cantidad de personas (Plastigama, 2017).

**2.1.2.11 *Tanques de almacenamiento:*** Los tanques de almacenamiento de agua están diseñados para almacenar agua de manera segura y eficiente. Están fabricados en polietileno de alta densidad, lo que les proporciona una gran resistencia a impactos y a los rayos UV, evitando el crecimiento de microorganismos y la degradación del material con el tiempo. Su estructura ligera facilita el transporte e instalación, mientras que sus capacidades varían para adaptarse a diferentes necesidades, desde almacenamiento doméstico hasta uso en sistemas de abastecimiento de agua en construcciones y áreas rurales. Estos tanques son herméticos, lo que previene fugas y asegura la conservación del agua almacenada (Plastigama, 2022).

**2.1.2.12 *Las Celdas Wavin AquaCell® Nueva Generación (NG):*** Son sistemas modulares que permiten construir tanques subterráneos para gestionar escurrimientos pluviales, mitigando inundaciones y evitando la saturación de drenajes. Su objetivo es ofrecer una solución eficiente para la gestión de aguas pluviales, adaptándose a diversas condiciones del suelo y promoviendo la reutilización del agua. Al estar fabricadas con plástico 100% reciclado, estas celdas son esenciales para la sostenibilidad, ya que mejoran la gestión del agua de lluvia, reducen el riesgo de inundaciones y contribuyen a la economía circular (Plastigama Wavin, 2023a).

El día 14 de noviembre del 2024 se realizó una entrevista con un experto técnico de Plastigama Wavin llamado Carlos Valenzuela el cual nos dio una inducción acerca del funcionamiento, instalación, consideraciones, costos, entre otros aspectos para implementar el dispositivo. Se deben tomar aspectos como la colocación de geomembranas y geotextiles en caso de suelos arcillosos, que cuenta con problemas de infiltración, caso contrario solo será necesario el uso de geotextiles.

Al colocarse el tanque bajo tierra en caso de ser necesario se usará ripio, colocándolo justo encima del tanque para mejorar la infiltración del agua en época de lluvias, también se pueden usar desarenadores para controlar los sedimentos u mejorar la limpieza y mantenimiento. En zonas urbanas puede utilizarse debajo de pavimentos permeables permitiendo una descarga controlable siempre y cuando se tome en cuenta las recomendaciones mismas de ese pavimento como el tráfico no tan pesado o limpieza por posibles obstrucciones.

Algunas ventajas de estos sistemas mencionados por el experto técnico fueron: Una baja tasa de evapotranspiración, no existe límite en las dimensiones pues al ser por módulos, se pueden acoplar unos con otros, solo se debe tomar en cuenta que no se deben colocar más de 8 filas de módulos y debe tener un recubrimiento de 30 centímetros independientemente de la carga.

Dentro de las especificaciones técnicas se tiene que cada celta tiene 1.2X0.6X40 m y pueden almacenar hasta 275 litros. Se debe colocar un punto de ventilación del sistema cada 100 metros. Los costos van desde los 260\$ a 270\$ dólares, por metro cubico de instalación, este puede escalar hasta los 320\$ tomando en cuenta costos de excavación, compactación y relleno. El experto técnico mencionó que los materiales como geotextiles y geomembranas no las proporcionan ellos, sino que se obtienen aparte con un proveedor.

**2.1.2.13 Reutilización de agua tratada para riego de áreas verdes:** El uso de aguas residuales tratadas para riego es una opción viable para abordar los retos de la gestión hídrica, la crisis climática y las sequías recurrentes, proporcionando más agua disponible para los cultivos y permitiendo el reciclaje de nutrientes (Miller Gil & Fábrega Duque, 2021).

El acuerdo ministerial 097 (2015), libro VI, anexo 1, define al agua para riego a aquella que se utiliza para irrigar cultivos, esta misma norma permite la reutilización del agua residual

tratada con la condición de que cumpla con los criterios de calidad admisibles mostrados en su tabla 6.

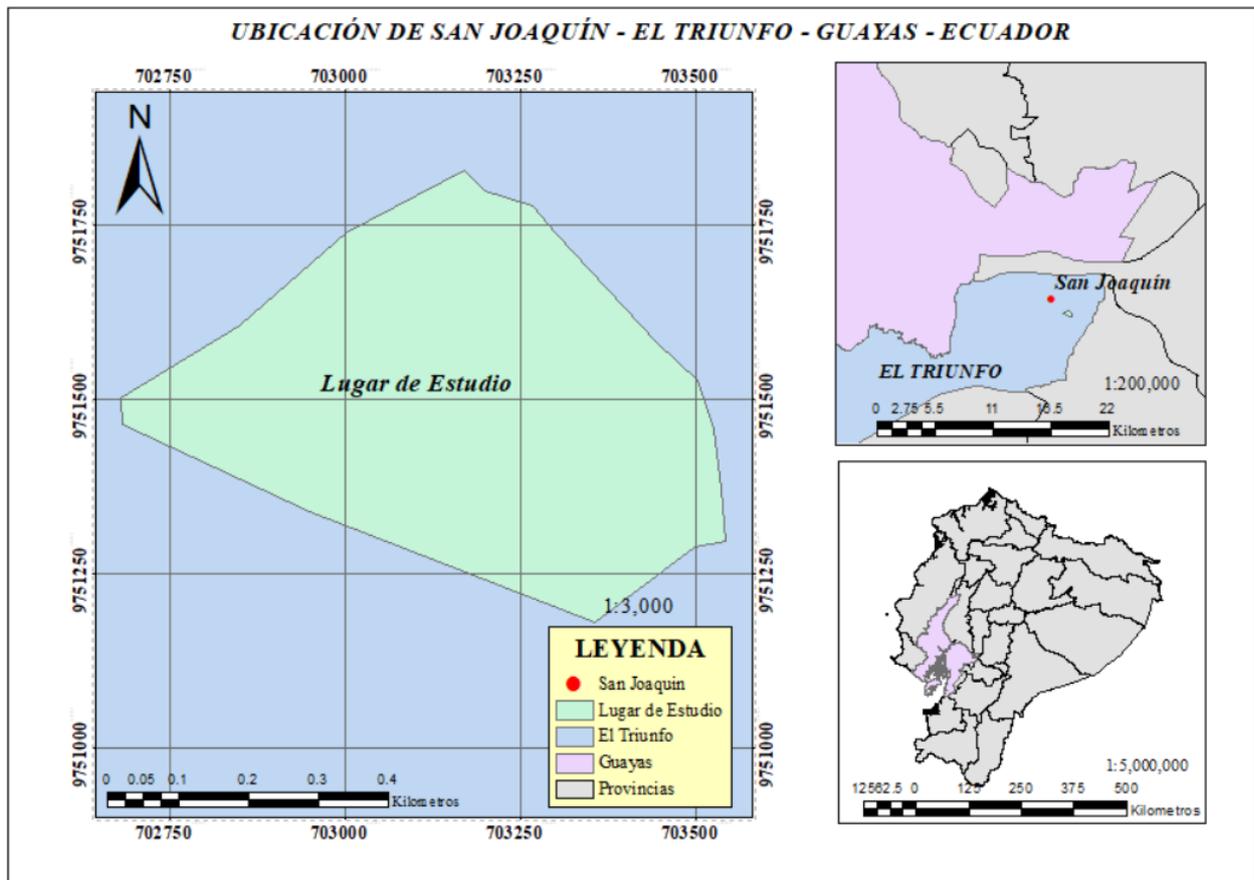
## **2.2 Área de estudio**

El presente proyecto abarca las áreas de la ingeniería civil relacionada con la parte de hidráulica y sanitaria para los sistemas de agua potable, aguas servidas y aguas lluvias de la propiedad, la cual está ubicada en el cantón El Triunfo en la provincia del Guayas. Limita con los cantones de Yaguachi y Marcelino Maridueña en el Norte, Naranjal y la Troncal al sur y Yaguachi y Naranjal al oeste.

Esta cuenta con 41000 habitantes en la zona urbana y 19500 habitantes en la zona rural, en esta última solo el 37.1% cuenta con sistema de agua pública y el 0.8% con un sistema de alcantarillado. Actualmente cuenta con una humedad relativa de 65% y una temperatura máxima de 32 grados centígrados, velocidades de viento de 0.5 m/s y cuenta con un clima lluvioso tropical.

**Figura 1**

*Ubicación de San Joaquín - El Triunfo - Guayas*



La finca dispone de un área aproximada de 31.60 hectáreas y un perímetro de 2.27 kilómetros, cuenta con una pequeña suite con cocina, baño, sala de estar y varios anaqueles, aparte de pequeñas zonas de cultivos que sirven para mejorar el paisajismo del sector y para consumo. La propiedad cuenta con pasajes para hacer senderismo alrededor de las montañas, visita a las cascadas, miradores, flora y fauna, etc. En la Figura 2 se muestra una fotografía del paisajismo de la finca.

## Figura 2

### *Zona del proyecto*



*Nota.* Imagen captada por el cliente.

## 2.3 Trabajo de campo y laboratorio

### 2.3.1 *Visita de campo*

El día 28 de septiembre de 2024, se realizó una visita de campo a la propiedad del proyecto para una reunión inicial con el cliente, donde se identificó la información disponible, topografía, calidad del agua y caudales. Además de un reconocimiento preliminar del área de estudio donde se identificaron problemas en la zona de captación de agua y en la recolección de aguas servidas, así como en la falta de un sistema de recolección de aguas lluvias.

Durante esta visita también se escuchó las peticiones del cliente, manifestando así el deseo de diseñar el sistema de abastecimiento de agua de toda la finca de modo que asegure su acceso en las edificaciones existentes y en las futuras; también se mostró interés en el diseño del sistema de recolección de aguas residuales domésticas y en la evaluación de la actual zona de descarga de los efluentes; finalmente el cliente tiene la intención de conservar el agua proveniente de las quebradas, por lo que propone la reutilización de las aguas lluvias, que serán captadas mediante un sistema de alcantarillado pluvial.

### 2.3.2 Topografía

Para el presente proyecto la topografía de la propiedad fue realizada por el cliente, como se muestra en la Figura 3, tuvo como objetivo obtener una representación precisa del terreno y sus características físicas como cotas, distancias y ángulos, abarcando senderos, pendientes, áreas planas y quebradas.

### Figura 3

#### *Levantamiento topográfico*



*Nota.* Fotografía facilitada por el cliente.

### 2.3.3 Estudio de suelo

Actualmente el cliente no ha realizado estudios de suelo dentro de la finca, sin embargo, de la información pública de la prefectura del Guayas se tuvo acceso al “estudio de factibilidad y diseños definitivos de obras hidráulicas de arte mayor requeridas en varios sectores de la provincia del Guayas”, realizado la consultora (DIGECONTRUC, 2022). Documento en el cual constan los resultados del estudio de suelo en los esteros “Las Flores” y “Evia”, los cuales se

encuentran en la vía de acceso a la finca a una distancia aproximada de 1.6 y 1.3 km respectivamente. La Tabla 1 muestra las coordenadas de ubicación junto del estudio de suelo y de la finca.

**Tabla 1**

*Coordenadas de las zonas de estudio*

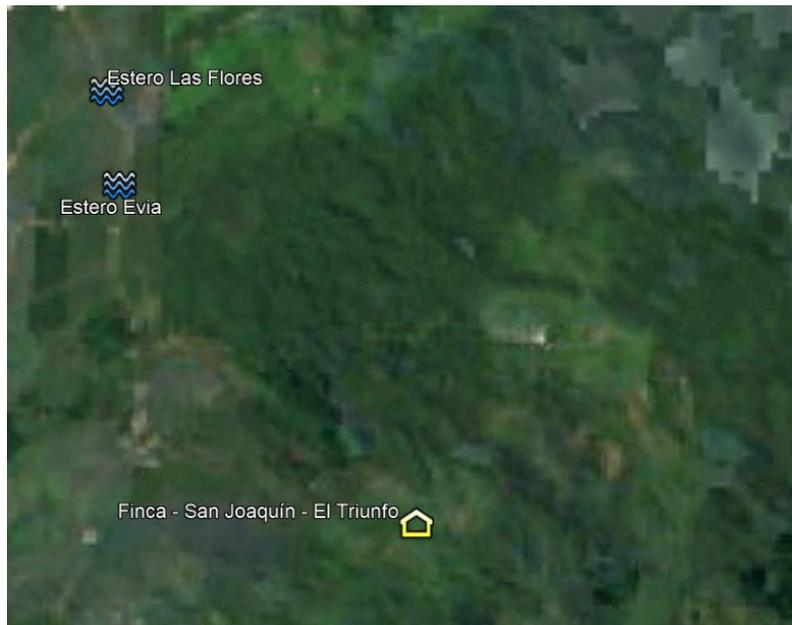
<b>Zonas de estudio</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>
<b>Estero “Las Flores”</b>	702,129.911	9,752,772.647
<b>Estero “Evia”</b>	702,170.613	9,752,496.488
<b>Ubicación de la finca</b>	703,054.41	9,751,510.01

*Nota.* Coordenadas obtenidas del estudio realizado por la consultora DIGECONTRUC (2022).

Con esta información se seleccionará el estudio de suelo correspondiente al Estero “Evia”, ya que como se muestra en la Figura 4, es la zona más cercana a la finca.

**Figura 4**

*Ubicación de los estudios de suelo*



*Nota.* Imagen obtenida de Google Earth Pro

### 2.3.4 Estudio de calidad del agua

Los estudios de calidad del agua propuestos por el cliente fueron realizados el 28 de octubre de 2021 por el laboratorio de análisis de alimentos y ambiente PROTAL, rigiéndose del Libro VI texto unificado de legislación secundaria de ministerio del ambiente: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso del agua. Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico. En este estudio se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 2, donde se concluye que el agua proveniente de la quebrada es apta para consumo.

**Tabla 2**

*Estudio de calidad del agua proveniente de la quebrada de la funca*

<b>Análisis Microbiológicos</b>				
<b>Ensayos realizados</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>	<b>Requisitos</b>	<b>Métodos/Ref.</b>
<b>Coliformes fecales</b>	NMP/100ml	<1.8	Max 1.1	Standard Methods 23rd 9221 ABCE (ME19-PG20-PO02-7.2 M)
<b>Análisis Físico - Químicos</b>				
<b>Ensayos realizados</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>	<b>Requisitos</b>	<b>Métodos/Ref.</b>
<b>Potencial Hidrógeno</b>	-	7.81 ± 0.16	Min: 6.5 – Máx: 8	Standard Methods 23rd Edition 4500-H+B (ME-PG20-PO02-7.2 FQ)
<b>Turbiedad</b>	NTU	0.35	Máx: 5.0	NTE INEN-ISO 7027 (Turbidímetro)*

*Nota.* El laboratorio descarga la responsabilidad sobre la información proporcionada por el cliente que pueda afectar a la validez de sus resultados. Los resultados emitidos aplican

exclusivamente a la(s) muestra(s) recibida(s) en las condiciones entregadas por el cliente. Datos obtenidos del análisis del agua de PROTAL (2021).

## 2.4 Análisis de datos

### 2.4.1 Patologías del sistema de agua para consumo existente

**2.4.1.1 Captación:** En la zona de captación, el cliente reporta que la quebrada presenta un caudal aproximado de  $4 \text{ m}^3/\text{min}$  en temporadas de lluvias, y para las temporadas secas es de  $0.25 \text{ m}^3/\text{min}$ . Aunque el agua pasa naturalmente a través de la filtración del lecho de la quebrada, se ha construido un pequeño reservorio para facilitar su ingreso en la red de distribución. Sin embargo, el diseño actual de captación presenta limitaciones, ya que el flujo del agua tiende a estancarse en el reservorio, lo que ha propiciado la proliferación de algas en el área de captación, como se muestra en la Figura 5. Esta situación sugiere que el sistema requiere mejoras para garantizar un flujo adecuado para evitar el estancamiento y la consecuente formación de algas, lo que podría comprometer la calidad del agua.

### Figura 5

*Zona de captación con presencia de algas*



**2.4.1.2 Distribución:** En cuanto a la distribución, las tuberías que transportan el agua recorren los senderos de la propiedad que conducen hacia las quebradas. Esta disposición expone a las tuberías a riesgos geológicos, ya que se encuentran en zonas susceptibles a deslizamientos de tierra. La presencia de estos deslizamientos podría afectar la integridad de las tuberías, ocasionando roturas o desplazamientos comprometerían la funcionalidad del sistema de abastecimiento.

**2.4.1.3 Almacenamiento:** En lo referente al almacenamiento, actualmente no existe una infraestructura que permita garantizar tanto la continuidad como la presión adecuada en la distribución de agua hacia las distintas áreas de la propiedad. La ausencia de un sistema de almacenamiento intermedio limita la capacidad del sistema para responder a demandas variables de agua y mantener una presión constante en la red de distribución.

## **2.4.2 Patologías del sistema de aguas servidas existente**

**2.4.2.1 Recolección:** En el aspecto de recolección de efluentes, actualmente solo se cuenta con un único punto que aporta al sistema. Sin embargo, en vista de la futura construcción de una casa de campo con capacidad para aproximadamente 45 personas, el sistema de recolección podría requerir una ampliación significativa. Esta expansión permitiría gestionar adecuadamente el aumento de carga de aguas residuales y asegurar que el sistema sea capaz de satisfacer las demandas proyectadas sin comprometer su funcionamiento.

**2.4.2.2 Tratamiento:** En cuanto al tratamiento de los efluentes, se emplea un pozo séptico que actualmente se encuentra en buen estado de conservación. Cuenta con una capacidad de 4 m<sup>3</sup>, el cliente plantea que el pozo séptico está sobredimensionado para las demandas actuales, debido al poco uso, sin embargo, con el futuro incremento en la demanda del sistema debido a la construcción planificada de la casa de campo, será necesario evaluar si estas dimensiones son

suficientes para garantizar un funcionamiento óptimo. En el Ecuador no existe una normativa de diseño para los pozos sépticos, por lo que el diseño actual será evaluado bajo los criterios de la Norma Técnica I.S. 020 Tanques Sépticos, del Ministerio Peruano de Vivienda (2012), y complementado por la Norma Oficial Mexicana NOM-006-CNA (1997).

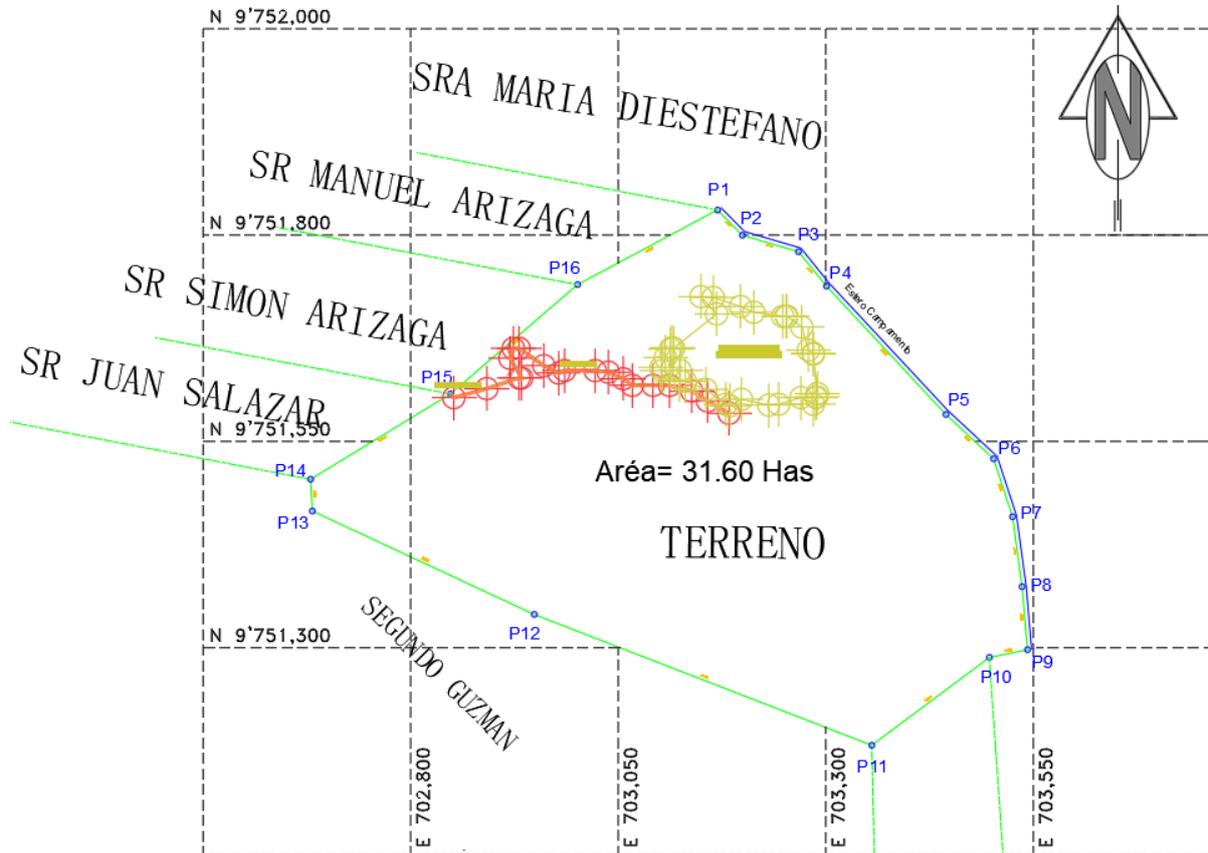
**2.4.2.3 Descarga:** En la etapa de descarga, el efluente tratado es liberado en una plantación de caña guadúa. Si bien este sistema puede aportar beneficios a la plantación, es fundamental evaluar la calidad del agua tratada para garantizar que cumple con los límites máximos permitidos por la normativa local, esta evaluación permitirá determinar si la descarga es segura para el medio ambiente.

### **2.4.3 Análisis Topográfico**

Como resultado del levantamiento topográfico se obtuvo una representación de los límites del terreno, como se muestra en la Figura 6. Con esta información se pudo conocer que la propiedad consta con un área de 31.60 Has y un perímetro de 2.28 km. El proyecto utilizará una porción de la información topográfica del terreno que será destinada para el diseño de los sistemas de abastecimiento de agua proveniente de quebradas, recolección y tratamiento de aguas residuales domésticas, junto con la recolección y reutilización de aguas lluvias, esta área ha sido preseleccionada por el sendero que existe desde la vivienda existente hasta el punto de captación.

**Figura 6**

*Plano topográfico de la finca*



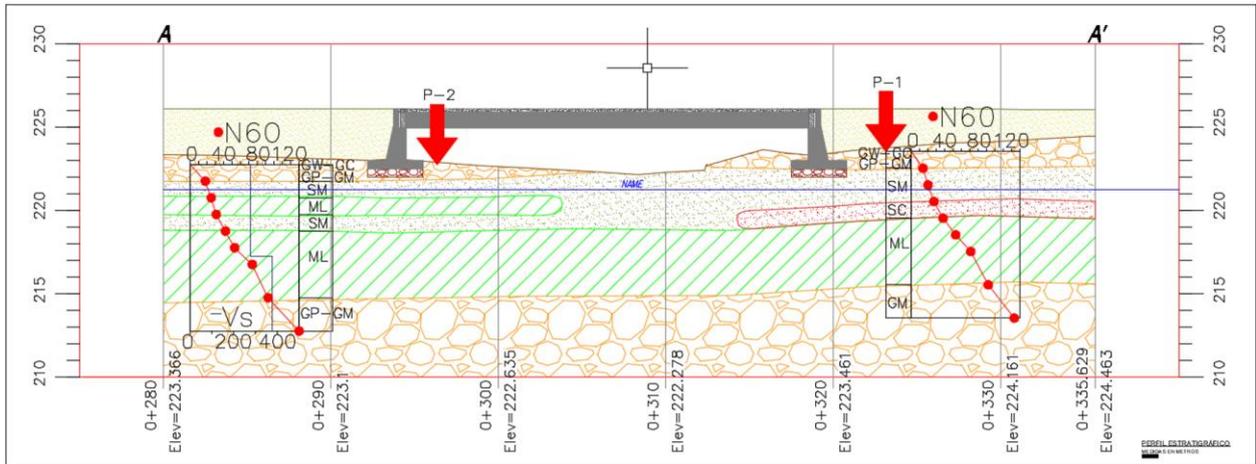
*Nota.* Topografía proporcionada por el cliente.

#### 2.4.4 Análisis de Suelo

El estudio de suelo realizado por la consultora DIGECONTRUC se basó en 2 perforaciones a percusión, con extracción de muestras mediante la técnica del ensayo de penetración estándar (SPT) para muestras alteradas, y mediante tubos shelby para muestras inalteradas. Para el análisis del suelo, se realizó una caracterización del subsuelo mediante perforaciones, ensayos de laboratorio y la construcción de un perfil estratigráfico. A continuación, se presenta un resumen de los resultados obtenidos y de forma gráfica en la Figura 7:

**Figura 7**

*Perfil Estratigráfico en el puente sobre el estero "Evia"*



*Nota.* Perfil estratigráfico obtenido del estudio realizado por la consultora DIGECONTRUC (2022).

En la superficie se encontró un material granular de 1 metro de espesor clasificado como grava limosa mal gradada, con una densidad relativa del 60%, un número de golpes SPT de 22, y un contenido de finos del 5%. A 5 metros de profundidad, se identificó un estrato de limo con baja plasticidad, que contiene intercalaciones de arena limosa y arcilla en cada margen. La arena limosa tiene un espesor de 1 metro, un número de golpes SPT de 29, una densidad relativa del 70% y un contenido de finos del 47%. La arcilla limosa, también de 1 metro, presenta un contenido de finos del 55%, una humedad del 35%, y una resistencia al corte de 136 KPa.

El estrato de limo tiene un espesor de 7 metros, con un número de golpes SPT de 30, una humedad natural del 35%, y una resistencia al corte no drenado de 150 KPa. Este limo está sobreconsolidado con un OCR de 6. A una profundidad de 10 metros, se encuentra una capa de grava limosa de 2 metros de espesor, con un número de golpes SPT de 75 y un contenido de finos del 41%. Finalmente, en el fondo del sondeo se encontró un limo de baja plasticidad con un

número de golpes SPT de 128, una humedad del 42%, y una resistencia al corte de 512 KPa. Este estrato también está sobreconsolidado, con un OCR de 10.

#### **2.4.5 *Análisis de calidad de agua***

En esta sección se presenta un análisis de la calidad del agua de la quebrada, en el cual se contrastan los datos obtenidos de las pruebas realizadas por el cliente, con los límites máximos permitidos establecidos por la normativa NTE INEN 1108 (2020). Para el análisis físico químico el estudio cuenta con el ensayo del potencial de hidrógeno o pH, dentro de la normativa este valor debería estar entre 6.5 y 8, por lo que cumple, con respecto a la turbiedad, según el estudio tiene un valor de 0.35 NTU, cumpliendo con el límite impuesta por la INEN 1108 de 5.

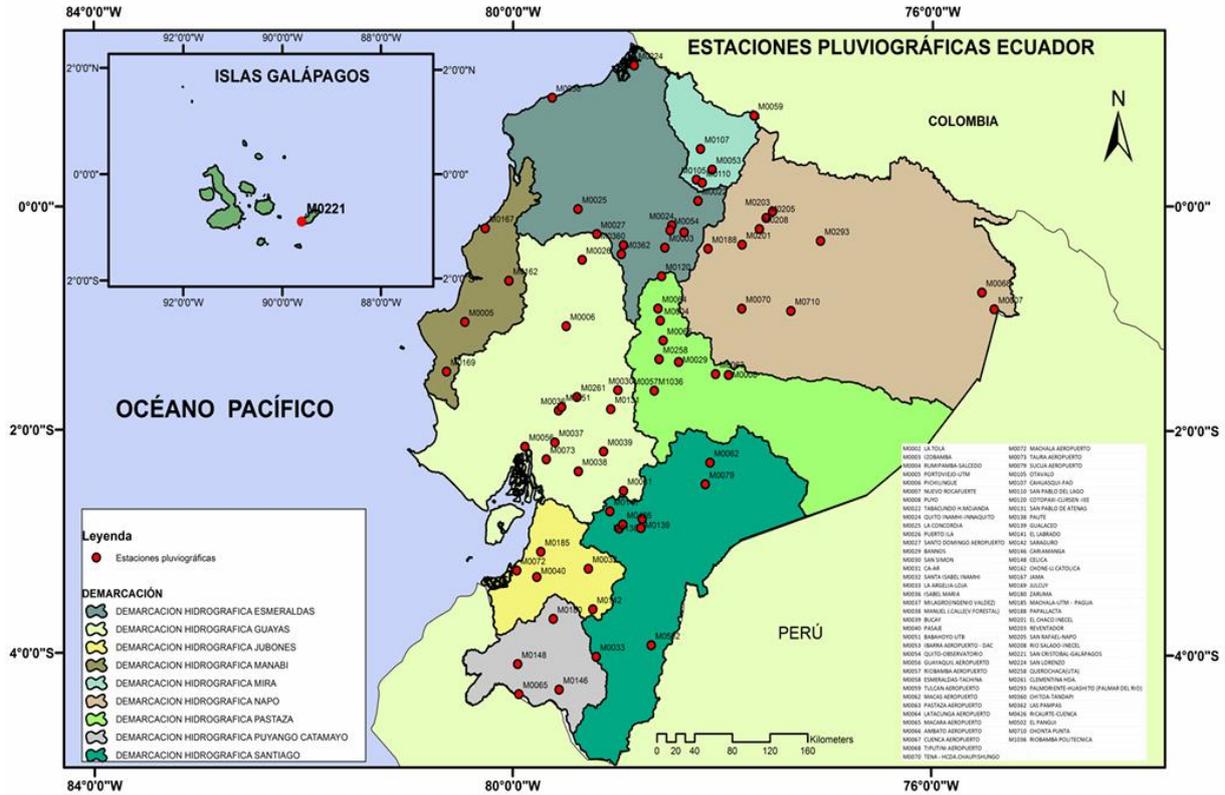
Para el análisis microbiológico, el estudio realizó el ensayo de coliformes fecales, con un resultado menor a 1.8 NMP/100 ml, el laboratorio indica que este resultado puede ser considerado en ausencia, sin embargo, en la INEN se considera en ausencia para resultados menores a 1.1 NMP/100 ml. Tomando como referencia la CPE INEN 5 9-1 (1992), este parámetro requiere solo tratamiento de desinfección, al encontrarse entre los límites de 0 a 50 NMP/100ml.

#### **2.4.6 *Determinación de intensidad de lluvias***

Para la determinación de la intensidad de lluvia el INAMHI (2019) cuenta con una gran cantidad de estaciones pluviométricas repartidas por el terreno ecuatoriano, las que se presentan en la Figura 8.

Figura 8

Estaciones pluviométricas del Ecuador

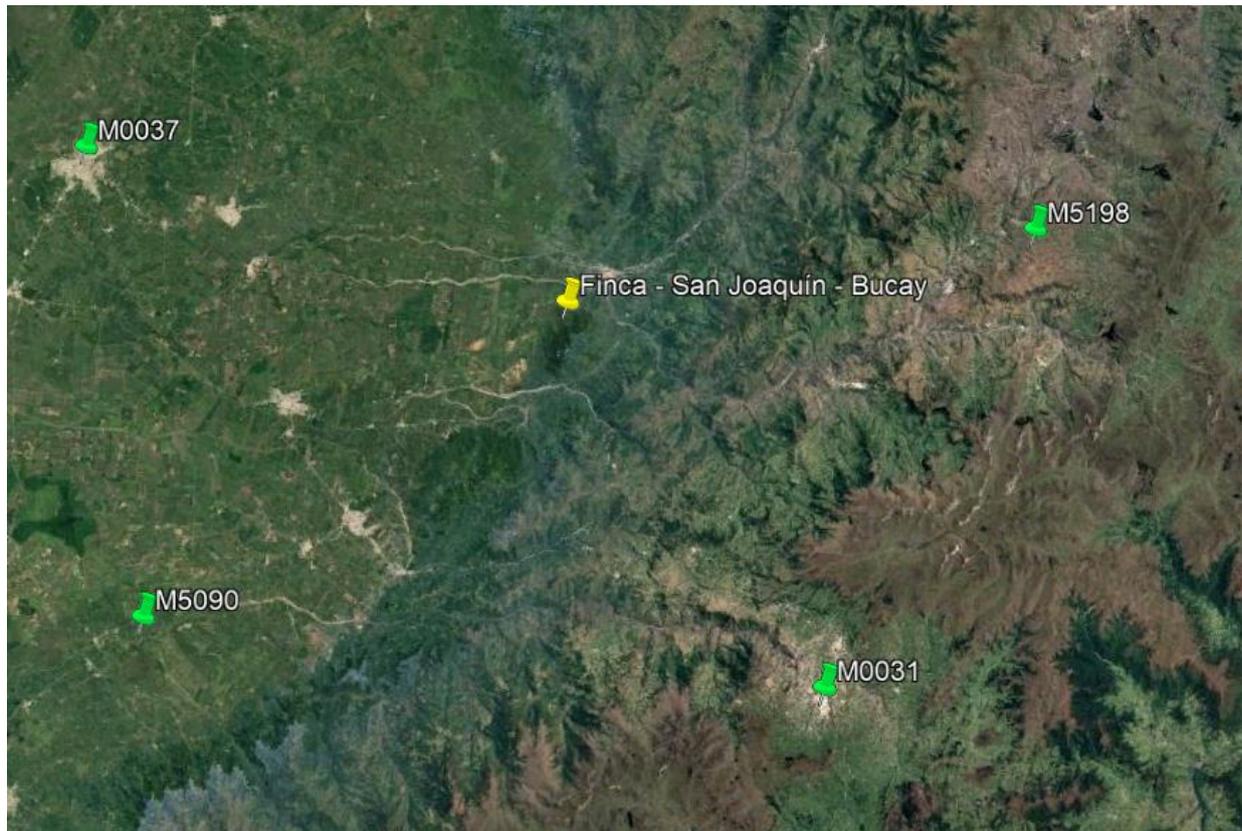


Nota. Figura obtenida del INAMHI (2019).

Las estaciones pluviométricas más cercanas a la zona de estudio son las que se muestran en la Figura 9, donde la estación M0037 es la más cerca, correspondiente a la estación de Milagro.

### Figura 9

*Estaciones pluviométricas cerca de la zona de estudio*



*Nota.* Imagen obtenida de Google Earth Pro

Seleccionada la estación se puede conocer las siguientes ecuaciones IDF mostrada en la Tabla 3.

**Tabla 3**

*Ecuaciones IDF para la estación M0037 de Milagro*

ESTACIÓN		INTERVALOS DE TIEMPO	ECUACIONES	R	R <sup>2</sup>
CÓDIGO	NOMBRE	(minutos)			
M0037	MILAGRO	5<120	$i = 204.065 * T^{0.2064} * t^{-0.3730}$	0.9796	0.9595
		120<1440	$i = 1777.308 * T^{0.2045} * t^{-0.8442}$	0.9976	0.9951

*Nota.* Tabla obtenida del INAMHI (2019).

## **2.5 Análisis de alternativas**

### **2.5.1 Descripción de alternativas**

#### **2.5.1.1 Sistema de abastecimiento de agua segura**

**2.5.1.1.1 Alternativa A1 – Suministro a gravedad con almacenamiento:** Mejorar la zona de captación y la red de distribución existente con suministro indirecto, es decir, el agua va directamente desde la quebrada hasta un almacenamiento intermedio que servirá para darle un tratamiento al agua, esto implica la instalación de tuberías desde la fuente hasta la cisterna y hacia los puntos de consumo.

**Consideraciones económicas:** Dentro de los costos vinculados a esta alternativa entra el diseño de un nuevo dique para la zona de captación, con la geometría necesaria para evitar comprometer la calidad del agua, este costo es bajo debido a las dimensiones de la zona de captación. Al tratarse de un sistema a gravedad que no requiere almacenamiento ni equipos de bombeo los costos serán bajos. La inversión para la implementación es baja debido a que no se necesitaría destinar un presupuesto elevado para materiales, mano de obra, maquinarias o movimientos de tierra.

Los costos de operación del sistema son muy bajos debido que no depende de personal o equipos externos para su funcionamiento, por otro lado, el mantenimiento debe ser periódico para prevenir obstrucciones en la red de distribución que perjudiquen la continuidad del servicio, e incluir un presupuesto para el monitoreo de la calidad del agua para verificar que la calidad del agua sea apta para consumo.

**Consideraciones ambientales:** Requiere una intervención moderada en la vegetación cercana a la captación y a lo largo del trazado de la red hacia las edificaciones existentes. Esta alternativa no requiere de maquinarias pesadas por lo que no se realizarían daños en el sendero de acceso a la finca.

**Consideraciones sociales:** Actualmente la finca cuenta con un sistema de abastecimiento directo del agua, y el cliente asegura no tener inconvenientes con aspectos técnicos como presión, caudal y continuidad del agua. Con la nula utilización de maquinarias pesadas la comodidad de los vecinos de la finca no se vería afectada, ya que no existiría interferencia en los senderos de acceso, ruido o daños en sus predios.

**Consideraciones técnicas:** Esta alternativa funciona bajo gravedad, reduciendo la necesidad de sistemas de bombeo y almacenamiento, asegura presión, caudal y continuidad para los puntos de consumo de la suite y futura casa de campo, es susceptible a variaciones en el caudal de la quebrada y a posibles problemas en la calidad del agua.

**2.5.1.1.2 Alternativa A2 – Suministro a bombeo con almacenamiento:** Mejorar la captación existente, construir una cisterna que almacenará el agua e implementar una bomba que conducirá el suministro a los diferentes depósitos elevados.

**Consideraciones económicas:** Esta alternativa considera rediseñar la zona de captación para evitar nitrificación en el agua, y dado las dimensiones de dicha zona los costos asociados son bajos. Se deberá diseñar y construir una cisterna que abastezca la demanda actual y futura, para este fin la inversión será alta debido a materiales, mano de obra, maquinarias y movimientos de tierra, adicional a la adquisición de bombas que permita la conducción del agua desde la cisterna hasta los tanques elevados.

Para la operación y mantenimiento del sistema se requiere automatizar los tiempos de funcionamiento de las bombas y darle el tratamiento adecuado al agua almacenada por la cisterna para mantener su calidad, para este proceso los tiempos de mantenimiento pueden ser menores al de abastecimiento directo, debido al tratamiento que recibirá el agua en la cisterna. De ser el caso que la red de distribución se encuentre obstruida la continuidad no se vería perjudicada debido al almacenamiento.

**Consideraciones ambientales:** Involucra una mayor modificación en la cobertura vegetal debido a la construcción de la cisterna, que podría requerir desbroce adicional en el área destinada al almacenamiento. La construcción de la cisterna y el trazado de las tuberías pueden implicar un mayor movimiento de tierra, con riesgos de erosión en áreas con pendientes. Si agentes externos intervienen en la zona de captación, las alteraciones en la calidad del agua se verían minimizadas debido al tratamiento del agua que se realiza en la cisterna. El uso de maquinarias pesadas puede incurrir en daños en el sendero de acceso hacia la finca alterando la estabilidad del suelo.

**Consideraciones sociales:** En la reunión inicial con el cliente mostró interés en esta alternativa debido a que se aseguran aspectos técnicos como la presión, caudal y continuidad del agua para la nueva construcción de la casa de campo. Esta alternativa beneficia a los residentes de la finca debido a que con el uso de la cisterna para tratar el agua se garantiza su calidad. La utilización de maquinarias pesadas puede interferir en la comodidad de los vecinos de la finca, como interferencia en los senderos de acceso, ruido y daños en sus predios.

**Consideraciones técnicas:** Esta alternativa es ideal en épocas de sequía o poco flujo de agua, de modo que, a pesar de las condiciones de ese momento, la presión, caudal y continuidad no se verían afectadas y se mantendrían constantes. Los problemas con la calidad del agua serían bajos debido al tratamiento que se da en la cisterna, se tiene una alta dependencia a equipos de bombeo para la extracción de agua desde la cisterna hacia los puntos de consumo.

**2.5.1.1.3 Alternativa A3 – Otro punto de captación:** Esta alternativa presenta soluciones en la captación, proponiendo una nueva zona de captación que mejore el funcionamiento de la actual zona de captación.

**Consideraciones económicas:** La inversión para esta alternativa será alta debido a que el sistema funcionaría a gravedad, no requerirá de almacenamiento ni equipos de bombeo, pero

requiere costo extra para la exploración de la zona, movimientos de tierra, longitudes de tuberías, mano de obra y maquinarias. La nueva zona de captación requerirá un diseño adaptado a la zona que impida la nitrificación en el agua, este costo será moderado debido a que no se requiere una amplia dimensión para la captación.

Los costos operativos del sistema son bajos, ya que su funcionamiento no requiere de personal o equipos externos. Sin embargo, es fundamental realizar un mantenimiento regular para evitar bloqueos en la red de distribución que puedan interrumpir el suministro. Además, se debe contemplar un presupuesto destinado al monitoreo periódico de la calidad del agua, asegurando que esta cumpla con los estándares necesarios para su consumo seguro.

**Consideraciones ambientales:** Requiere una intervención muy alta en la vegetación del sector debido a la exploración, construcción de una zona de captación y a lo largo del trazado de la tubería debido a la lejanía de los puntos de consumo. Si se mantiene un mismo diseño para el punto de captación esta tendría los mismos riesgos de afectación en la calidad del agua por agentes externos o desbordamiento del suelo. Esta alternativa no requiere de maquinarias pesadas que afecten los senderos de acceso a la finca, pero existiría moderada modificación en el suelo desde el nuevo punto de captación hacia los puntos de consumo.

**Consideraciones sociales:** Alternativa propuesta por el cliente, afirma que esta alternativa requiere exploración aguas arriba ya que existe incertidumbre de que, si existe o no la posibilidad de recrear una zona de captación similar a la existente que mejore los aspectos técnicos como presión, caudal, y continuidad de agua, incluso para la nueva construcción de la casa de campo. Esta alternativa tendría el mismo afecto a los residentes de la finca con respecto a la calidad del agua, poniendo en riesgo su salud y estancia. Al no requerir maquinarias pesadas la comodidad de los vecinos no se vería afectada.

**Consideraciones técnicas:** Esta alternativa funcionaría bajo gravedad, es decir, no requiere equipos de bombeo ni almacenamiento, aseguraría presión, caudal y continuidad para todos los puntos de consumo, debido que el punto de captación se encontraría en cotas superiores a las de la nueva edificación, es susceptible a variaciones en el caudal de la quebrada y a posibles problemas en la calidad del agua.

### **2.5.1.2 Sistema de alcantarillado sanitario**

**2.5.1.2.1 Alternativa B1 – Pozo séptico existente:** Revisar la capacidad del pozo séptico actual para evaluar el cumplimiento de la demanda de la nueva edificación a construir en la finca.

**Consideraciones económicas:** Los costos de inversión para la implementación del pozo séptico son muy bajos, debido a que esta infraestructura ya está construida, pero debe evaluarse si por el incremento de la demanda requiere ampliación, las instalaciones sanitarias en las estructuras existentes se mantendrían. Tiene costos muy elevados para el mantenimiento debido que los lodos deben sacarse con un camión con cisterna en caso de contar o manualmente, también contar con una tubería de drenaje de lodos, ubicada por debajo del tanque en caso de que el terreno lo permita y si es posible dirigirlo hacia el lecho de secado.

**Consideraciones ambientales:** La implementación de este sistema de depuración tiene un porcentaje de remoción de DBO, DQO y SST que varía entre el 60% y 70% (Campos, 2022). Esta alternativa presenta una difícil complejidad para obtener los lodos, debido a su proceso de extracción, mencionados en las consideraciones económicas, la obtención del efluente tratado no presenta ninguna complejidad.

**Consideraciones sociales:** Actualmente la finca dispone de este sistema para el tratamiento de las aguas residuales domésticas, y no representa una molestia de insalubridad, sin

embargo, desea que se evalúe si la capacidad actual del pozo séptico es suficiente para suplir las nuevas demandas.

**Consideraciones técnicas:** Esta alternativa tiene una muy compleja forma de dar mantenimiento al sistema, pues requiere maquinarias especiales para este fin. No cuenta con una buena capacidad de expansión debido a que la estructura ya está construida, y de caso ser requerida, se deberá adaptar otro pozo séptico que aumentaría las dificultades de instalación y mantenimiento. Sin embargo, la ventaja que maneja este sistema es que en las edificaciones existentes no se requerirá rediseñar el trazado de las tuberías sanitarias.

**2.5.1.2.2 Alternativa B2 – Tanque biodigestor más trampa de grasas:** Reemplazar el pozo séptico existente para utilizar un tanque biodigestor para las aguas negras y trampa de grasas para las aguas grises.

**Consideraciones económicas:** Requiere de una inversión elevada para la instalación correcta del tanque biodigestor, que debe ser diseñado para la demanda futura, pues se requiere de la modificación de los sistemas existentes para separar las aguas negras y grises. Tiene costos de mantenimiento bajos debido la facilidad con la que se puede extraer los lodos y no se requiere de equipos especiales.

**Consideraciones ambientales:** Este sistema depurador de aguas residuales tiene un porcentaje de remoción de DBO, DQO y SST alrededor de 80% (Plastigama, 2017). Para la extracción de lodos y de los efluentes tratados no representa mucha complejidad debido al diseño del tanque biodigestor.

**Consideraciones sociales:** Esta alternativa es una de las propuestas para el diseño sostenible de la finca, por lo que el cliente tiene deseos de que sea implementada, pero muestra rechazo dejar inutilizado el pozo séptico existente.

**Consideraciones técnicas:** La instalación del tanque biodigestor no requiere mucho conocimiento y representa la misma complejidad de movimientos de tierra que instalar un nuevo pozo séptico. Tiene una buena capacidad de expansión, debido a que la instalación es sencilla pueden instalarse módulos que permitan la repartición de efluentes. El mantenimiento para este tipo de depuradores no es muy complejo, debido a su diseño no requiere de maquinarias especiales para limpiarlo. Sin embargo, una gran desventaja es la separación de aguas negras y grises, lo que requiere rediseñar el trazado de tuberías de desagüe para las edificaciones existentes, y tener esta consideración para el diseño de la nueva casa de campo.

**2.5.1.2.3 Alternativa B3 – Tanque biodigestor con pozo séptico existente:** La alternativa de combinar un pozo séptico con un tanque biodigestor es una opción eficiente para el tratamiento de aguas residuales domiciliarias, especialmente en zonas que ya cuentan con un pozo séptico. En este sistema, las aguas negras, provenientes de inodoros, se dirigen al biodigestor, mientras que el pozo séptico trata las aguas grises, de lavamanos y otros equipos sanitarios.

**Consideraciones económicas:** La inversión para implementar esta alternativa es menos costosa que a la alternativa anterior, porque evita la instalación de una trampa de grasas siendo reemplazada por el pozo séptico existente, se deberá rediseñar el trazado de tuberías de desagüe de las edificaciones existentes. Tiene costos de mantenimiento medios, pues a pesar de la facilidad de darle mantenimiento al pozo biodigestor se deberá darle mantenimiento al pozo séptico, pero con menor frecuencia, debido a que el mantenimiento serviría para remover las grasas.

**Consideraciones ambientales:** Al separar las aguas negras de las aguas grises en el biodigestor y pozo séptico respectivamente, el porcentaje de remoción de DBO, DQO y SST está

asociado al tipo de sistema. Para la extracción de lodos y los efluentes no representa complejidad alguna debido al diseño de pozo séptico y tanque biodigestor.

**Consideraciones sociales:** Esta alternativa nace por el deseo del cliente de no desperdiciar la utilidad del pozo séptico y conseguir un porcentaje de remoción alto.

**Consideraciones técnicas:** La instalación de la combinación de estos sistemas es similar a la segunda alternativa con la diferencia de que el pozo séptico recibirá las aguas grises, la capacidad del pozo séptico podría ser suficiente para la demanda proyectada y reducir el tamaño del biodigestor, dado el caso de no ser suficiente. El mantenimiento sería moderado debido a la facilidad de dar mantenimiento al biodigestor, pero sumado a la complejidad de dar mantenimiento del pozo séptico. Mantiene la misma desventaja de rediseñar el trazado de tuberías de desagüe para las edificaciones existentes, y tener esta consideración para el diseño de la nueva casa de campo.

### **2.5.1.3 Sistema de recolección de aguas lluvias**

**2.5.1.3.1 Alternativa C1 – Almacenamiento en tanques superficiales:** Las aguas lluvias son captadas mediante las cubiertas de las edificaciones y conducidas a través de un sistema de canaletas y bajantes hacia un tanque superficial de almacenamiento.

**Consideraciones económicas:** La inversión para la captación y conducción de aguas lluvias es similar para las 3 alternativas, las variaciones son para el almacenamiento, para esta alternativa los costos de implementación son moderados. Los costos de operación y mantenimiento son bajos dado que no se requieren equipos o personal capacitado para lograr este fin.

**Consideraciones ambientales:** La recolección de aguas lluvias ayuda a evitar la erosión del suelo al reducir la escorrentía en su superficie. El sistema permite almacenar agua para su

reutilización en usos no potables, pero se ve limitada por la dependencia del área de los techos, y no permite la infiltración en el suelo para recargar acuíferos.

**Consideraciones sociales:** El cliente de acuerdo con la reutilización de aguas lluvias, y esta alternativa le parece económica y no es compleja de instalar, sin embargo, no le parece una solución sostenible. Al evitar la erosión del suelo, los vecinos que se encuentren en la zona más bajas no tendrán acumulación de sedimentos en sus predios.

**Consideraciones técnicas:** Los tanques de almacenamiento superficiales ocupan demasiado espacio si se requiere almacenar grandes cantidades de agua, su mantenimiento no es muy complejo y para lograr reutilizarla en equipos sanitarios tiene una alta dependencia en equipos de bombeo.

2.5.1.3.2 **Alternativa C2 – Almacenamiento en celdas Aquacell:** Las aguas lluvias se recolectan de las edificaciones y son conducidas por canaletas y bajantes hacia las celdas Aquacell, que tienen el extra para captar aguas lluvias que se infiltra en el suelo.

**Consideraciones económicas:** Esta alternativa mantiene un costo similar para la captación y recolección de aguas lluvias, sin embargo, la inversión de instalación de las celdas Aquacell y la bomba para exfiltración del agua son altas. Los costos de operación se mantienen igual a la alternativa 1, la diferencia es por mantenimiento, pues requiere de personal capacitado para hacerlo de forma correcta.

**Consideraciones ambientales:** Las celdas Aquacell permiten el almacenamiento de aguas lluvias y de infiltración, evitando la erosión del suelo. Esta alternativa permite almacenar un volumen de agua mayor, es decir, existe mayor cantidad de agua que puede ser reutilizada, con una característica clave que permite la infiltración del agua en el suelo para la recarga de acuíferos.

**Consideraciones sociales:** El cliente desea que su finca tenga fines turísticos y una de las estrategias que desea aplicar es que se diseñe con criterios de sostenibilidad, y una de esas estrategias es la utilización de las celdas Aquacell. Los terrenos de los vecinos no se verán afectados al evitar la erosión por aguas lluvias.

**Consideraciones técnicas:** Las celdas Aquacell se instalan bajo tierra y no ocupan espacio en la superficie del terreno, su mantenimiento es complejo, la finalidad que se le dará al agua almacenada será para recarga de acuíferos, por lo que no se requieren equipos de bombeo.

#### **2.5.1.3.3 Alternativa C3 – Conducción de aguas lluvias por escorrentía:**

Aprovechar la topografía para evacuar las aguas lluvias, se refiere a utilizar las pendientes naturales del terreno para desfogar las aguas lluvias y eviten la acumulación de estas cerca de la vivienda, pudiendo generar problemas a mediano y largo plazo.

**Consideraciones económicas:** La inversión para el sistema de captación y conducción de aguas lluvias es baja, debido a que no requiere de almacenamiento, los costos de operación y mantenimiento son muy bajos, debido a que no requieren equipos o personal capacitado.

**Consideraciones ambientales:** Esta alternativa al desfogar agua por escorrentía puede ocasionar erosión en el suelo, este sistema no permite la reutilización de aguas lluvias y no se estaría aprovechando este preciado recurso, sin embargo, la recarga de los acuíferos se daría de forma natural en los terrenos, pero esta infiltración no sería controlada.

**Consideraciones sociales:** Para el cliente esta no es una opción viable puesto que estaría desaprovechando una estrategia clave para lograr que su finca sea diseñada bajo criterios sostenibles. Los vecinos pueden resultar afectados por el arrastre de sedimentos de las aguas lluvias teniendo acumulación de estos en sus terrenos.

**Consideraciones técnicas:** Esta opción no requerirá de almacenamiento, por lo que estos no ocuparían espacio en el predio del cliente, el mantenimiento no es muy complejo y no requiere de equipos de bombeo.

### 2.5.2 Metodología de evaluación de alternativas

El presente proyecto se basa en la metodología Design Thinking, y como resultado de investigar la problemática, empatizar con el cliente y definir criterios y restricciones, surgen las alternativas del proyecto, y para poder evaluar cualitativa y cuantitativamente se ha establecido una escala de Likert, donde la escala general de los criterios se basa en la Tabla 4, donde 1 es muy desfavorable y 5 muy favorable.

**Tabla 4**

*Escala general de los criterios*

Escala General de los Criterios				
1	2	3	4	5
Muy desfavorable	Desfavorable	Medio	Favorable	Muy favorable

A continuación, se presenta la escala de Likert para cada uno de los sistemas propuestos.

**Tabla 5**

*Escala Likert para el sistema de abastecimiento de agua segura*

Sistema de abastecimiento de agua segura					
Aspecto	1	2	3	4	5
<b>Económico</b>					
<b>CAPEX</b>	Tiene costos muy elevados	Tiene costos elevados	Tiene costos moderados	Tiene costos bajos	Tiene costos muy bajos
<b>OPEX</b>	Tiene costos muy elevados	Tiene costos elevados	Tiene costos moderados	Tiene costos bajos	Tiene costos muy bajos
<b>Ambiental</b>					

<b>Sistema de abastecimiento de agua segura</b>					
<b>Aspecto</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Modificaciones en la cobertura vegetal</b>	Muy alta modificación de la cobertura vegetal	Alta modificación de la cobertura vegetal	Moderada modificación de la cobertura vegetal	Baja modificación de la cobertura vegetal	Muy baja modificación de la cobertura vegetal
<b>Modificaciones en la calidad del agua</b>	Muy alta modificación en la calidad del agua	Alta modificación en la calidad del agua	Moderada modificación en la calidad del agua	Baja modificación en la calidad del agua	Muy baja modificación en la calidad del agua
<b>Alteración del suelo</b>	Muy alto impacto en el ecosistema	Alto impacto en el ecosistema	Moderado impacto en el ecosistema	Bajo impacto en el ecosistema	Muy bajo impacto en el ecosistema
<b>Social</b>					
<b>Aceptación del cliente</b>	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<b>Afectaciones a la comunidad</b>	Muy alta afectación en la comunidad	Alta afectación en la comunidad	Afectación moderada en la comunidad	Baja afectación en la comunidad	Sin afectación en la comunidad
<b>Técnico</b>					
<b>Presión</b>	No se garantiza presión en los dispositivos	Garantiza presión en menos del 50% de los dispositivos	Garantiza presión en el 50% de los dispositivos	Garantiza presión en la mayoría de los dispositivos	Garantiza presión en todos los dispositivos
<b>Caudal</b>	No garantiza buen caudal	Garantiza buen caudal en menos del 50% de los dispositivos	Garantiza buen caudal en el 50% de los dispositivos	Garantiza buen caudal en la mayoría de los dispositivos	Garantiza buen caudal en todos los dispositivos
<b>Continuidad</b>	No se garantiza	Garantiza continuidad	Garantiza continuidad	Garantiza continuidad	Garantiza continuidad

<b>Sistema de abastecimiento de agua segura</b>					
<b>Aspecto</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
	continuidad en los dispositivos	en menos del 50% de los dispositivos	en el 50% de los dispositivos	en la mayoría de los dispositivos	en todos los dispositivos
<b>Calidad</b>	Garantiza muy baja calidad del agua	Garantiza baja calidad del agua	Garantiza moderada calidad del agua	Garantiza alta calidad del agua	Garantiza muy alta calidad del agua
<b>Equipos de bombeo</b>	Muy alta dependencia de bombeo	Alta dependencia de equipos de bombeo	Moderada dependencia de equipos de bombeo	Baja dependencia de equipos de bombeo	Nula dependencia de equipos de bombeo

**Tabla 6**

*Escala Likert para el sistema de alcantarillado sanitario*

<b>Sistema de alcantarillado sanitario</b>					
<b>Aspecto</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Económico</b>					
<b>CAPEX</b>	Tiene costos muy elevados	Tiene costos elevados	Tiene costos moderados	Tiene costos bajos	Tiene costos muy bajos
<b>OPEX</b>	Tiene costos muy elevados	Tiene costos elevados	Tiene costos moderados	Tiene costos bajos	Tiene costos muy bajos
<b>Ambiental</b>					
<b>Porcentaje de remoción DBO, DQO, SST</b>	Menos del 50% de remoción	Más del 50% de remoción	Más del 60% de remoción	Más del 70% de remoción	Más del 80% de remoción
<b>Facilidad de obtención de recursos</b>	Muy difícil obtención de recursos	Difícil obtención de recursos	Moderada dificultad para la obtención de recursos	Sencilla obtención de recursos	Muy sencilla obtención de recursos
<b>Social</b>					

<b>Sistema de alcantarillado sanitario</b>					
<b>Aspecto</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Aceptación del cliente</b>	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<b>Técnico</b>					
<b>Facilidad de mantenimiento</b>	Mantenimient o muy complejo	Mantenimient o complejo	Mantenimient o moderado	Mantenimient o sencillo	Mantenimient o muy sencillo
<b>Capacidad de ampliación</b>	Muy baja capacidad de ampliación	Baja capacidad de ampliación	Moderada complejidad de ampliación	Alta capacidad de expansión	Muy alta capacidad de expansión
<b>Rediseño de trazado de tuberías en estructuras existente</b>	Todas las tuberías deben ser rediseñadas	Gran parte de las tuberías deben ser rediseñadas	El 50% de las tuberías deben ser rediseñadas	Menos del 50% de las tuberías deben ser rediseñadas	Ninguna tubería debe ser rediseñada
<b>Facilidad de instalación</b>	Muy alta complejidad de instalación	Alta complejidad de instalación	Moderada complejidad de instalación	Baja complejidad de instalación	Muy baja complejidad de instalación

**Tabla 7**

*Escala Likert para el sistema de recolección de aguas lluvias*

<b>Sistema de recolección de aguas lluvias</b>					
<b>Aspecto</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Económico</b>					
<b>CAPEX</b>	Tiene costos muy elevados	Tiene costos elevados	Tiene costos moderados	Tiene costos bajos	Tiene costos muy bajos
<b>OPEX</b>	Tiene costos muy elevados	Tiene costos elevados	Tiene costos moderados	Tiene costos bajos	Tiene costos muy bajos
<b>Ambiental</b>					
<b>Impacto en el suelo</b>	Muy alto impacto en el suelo	Alto impacto en el suelo	Moderado impacto en el suelo	Bajo impacto en el suelo	Muy bajo impacto en el suelo

<b>Sistema de recolección de aguas lluvias</b>					
<b>Aspecto</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Generación de recursos</b>	No genera recursos	Genera muy pocos recursos	Genera moderada cantidad de recursos	Genera alta cantidad de recursos	Genera muy alta cantidad de recursos
<b>Recarga de acuíferos</b>	No permite la recarga de acuíferos	Permite poca recarga de acuíferos de forma no controlada	Permite moderada recarga de acuíferos de forma medianamente controlada	Permite alta recarga de acuíferos de forma medianamente controlada	Permite muy alta recarga de acuíferos de forma controlada
<b>Social</b>					
<b>Aceptación del cliente</b>	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<b>Afectaciones a la comunidad</b>	Muy alta afectación en la comunidad	Alta afectación en la comunidad	Afectación moderada en la comunidad	Baja afectación en la comunidad	Sin afectación en la comunidad
<b>Técnico</b>					
<b>Ocupación de espacios</b>	Muy alta ocupación de espacios	Alta ocupación de espacios	Moderada ocupación de espacios	Baja ocupación de espacios	Muy baja ocupación de espacios
<b>Facilidad de mantenimiento</b>	Mantenimiento o muy complejo	Mantenimiento o complejo	Mantenimiento o moderado	Mantenimiento o sencillo	Mantenimiento o muy sencillo
<b>Equipos de bombeo</b>	Altamente dependiente de equipos de bombeo	Alta dependencia de equipos de bombeo	Dependencia moderada de equipos de bombeo	Baja dependencia de equipos de bombeo	Sin necesidad de equipos de bombeo

### 2.5.3 Evaluación de alternativas

En base a las alternativas descritas con las consideraciones económicas, ambientales, sociales y técnicas, aplicando la metodología de evaluación de establecidas se presenta a continuación las matrices de evaluación para los diferentes sistemas.

**Tabla 8**

*Evaluación de alternativas del sistema de abastecimiento de agua segura*

Abastecimiento de agua		Alternativa A1		Alternativa A2		Alternativa A3	
Aspecto	Valoración	Evaluación	Ponderado	Evaluación	Ponderado	Evaluación	Ponderado
<b>Económico</b>	<b>30.0%</b>		<b>24%</b>		<b>12%</b>		<b>15%</b>
CAPEX	15.0%	4	12%	2	6%	1	3%
OPEX	15.0%	4	12%	2	6%	4	12%
<b>Ambiental</b>	<b>20.0%</b>		<b>15%</b>		<b>11%</b>		<b>7%</b>
Modificaciones							
en la cobertura vegetal	10.0%	3	6%	2	4%	1	2%
Modificaciones							
en la calidad del agua	5.0%	5	5%	5	5%	2	2%
Alteración del suelo	5.0%	4	4%	2	2%	3	3%
<b>Social</b>	<b>20.0%</b>		<b>18%</b>		<b>16%</b>		<b>14%</b>
Aceptación del cliente	10.0%	5	10%	5	10%	3	6%
Afectaciones a la comunidad	10.0%	4	8%	3	6%	4	8%
<b>Técnico</b>	<b>30.0%</b>		<b>28%</b>		<b>26%</b>		<b>26%</b>
Presión	5.0%	5	5%	5	5%	5	5%
Caudal	5.0%	5	5%	5	5%	5	5%
Continuidad	5.0%	5	5%	5	5%	5	5%
Calidad	10.0%	4	8%	5	10%	3	6%

<b>Abastecimiento de agua</b>	<b>Alternativa A1</b>		<b>Alternativa A2</b>		<b>Alternativa A3</b>		
<b>Aspecto</b>	<b>Valoración</b>	<b>Evaluación</b>	<b>Ponderado</b>	<b>Evaluación</b>	<b>Ponderado</b>	<b>Evaluación</b>	<b>Ponderado</b>
Equipos de bombeo	5.0%	5	5%	1	1%	5	5%
<b>Resultado</b>	<b>100.0%</b>		<b>85%</b>		<b>65%</b>		<b>62%</b>

*Nota.* A1: Suministro directo con almacenamiento. A2: Suministro indirecto con almacenamiento. A3: Otro punto de captación.

**Tabla 9**

*Evaluación de alternativas del sistema de alcantarillado sanitario*

<b>Sistema de alcantarillado sanitario</b>	<b>Alternativa B1</b>		<b>Alternativa B2</b>		<b>Alternativa B3</b>		
<b>Aspecto</b>	<b>Valoración</b>	<b>Evaluación</b>	<b>Ponderado</b>	<b>Evaluación</b>	<b>Ponderado</b>	<b>Evaluación</b>	<b>Ponderado</b>
<b>Económico</b>	<b>30.0%</b>		<b>18%</b>		<b>18%</b>		<b>18%</b>
APEX	15.0%	5	15%	2	6%	3	9%
OPEX	15.0%	1	3%	4	12%	3	9%
<b>Ambiental</b>	<b>30.0%</b>		<b>10%</b>		<b>20%</b>		<b>20%</b>
Porcentaje de remoción DBO, DQO, SST	10.0%	3	6%	5	10%	5	10%
Facilidad de obtención de recursos	10.0%	2	4%	5	10%	5	10%
<b>Social</b>	<b>10.0%</b>		<b>6%</b>		<b>6%</b>		<b>8%</b>
Aceptación del cliente	10.0%	3	6%	3	6%	4	8%
<b>Técnico</b>	<b>30.0%</b>		<b>21%</b>		<b>22%</b>		<b>22%</b>
Facilidad de mantenimiento	10.0%	2	4%	5	10%	4	8%
Capacidad de ampliación	5.0%	2	2%	3	3%	5	5%

<b>Sistema de alcantarillado sanitario</b>		<b>Alternativa B1</b>		<b>Alternativa B2</b>		<b>Alternativa B3</b>	
<b>Aspecto</b>	<b>Valoración</b>	<b>Evaluación</b>	<b>Ponderado</b>	<b>Evaluación</b>	<b>Ponderado</b>	<b>Evaluación</b>	<b>Ponderado</b>
Rediseño de trazado de tuberías en estructuras existente	5.0%	5	5%	1	1%	1	1%
Facilidad de instalación	10.0%	5	10%	4	8%	4	8%
<b>Resultado</b>	<b>100.0%</b>		<b>55.0%</b>		<b>66.0%</b>		<b>68.0%</b>

*Nota.* B1: Pozo séptico existente. B2: Tanque biodigestor más trampa de grasas. B3: Tanque biodigestor con pozo séptico existente.

**Tabla 10**

*Evaluación de alternativas del sistema de recolección de aguas lluvias*

<b>Sistema de recolección de aguas lluvias</b>		<b>Alternativa C1</b>		<b>Alternativa C2</b>		<b>Alternativa C3</b>	
<b>Aspecto</b>	<b>Valoración</b>	<b>Evaluación</b>	<b>Ponderado</b>	<b>Evaluación</b>	<b>Ponderado</b>	<b>Evaluación</b>	<b>Ponderado</b>
<b>Económico</b>	<b>20.0%</b>		<b>18%</b>		<b>10%</b>		<b>20%</b>
APEX	10.0%	4	8%	2	4%	5	10%
OPEX	10.0%	5	10%	3	6%	5	10%
<b>Ambiental</b>	<b>20.0%</b>		<b>10%</b>		<b>20%</b>		<b>7%</b>
Impacto en el suelo	6.00%	4	5%	5	6%	1	1%
Generación de recursos	7.00%	3	4%	5	7%	1	1%
Recarga de acuíferos	7.00%	1	1%	5	7%	3	4%
<b>Social</b>	<b>30.0%</b>		<b>18%</b>		<b>24%</b>		<b>10%</b>
Aceptación del cliente	20.0%	3	12%	4	16%	1	4%

Sistema de recolección de aguas lluvias		Alternativa C1		Alternativa C2		Alternativa C3	
Aspecto	Valoración	Evaluación	Ponderado	Evaluación	Ponderado	Evaluación	Ponderado
Afectaciones a la comunidad	10.00%	3	6%	4	8%	3	6%
<b>Técnico</b>	<b>30.00%</b>		<b>18%</b>		<b>26%</b>		<b>30%</b>
Ocupación de espacios	10.00%	1	2%	5	10%	5	10%
Facilidad de mantenimiento	10.00%	5	10%	3	6%	5	10%
Equipos de bombeo	10.00%	3	6%	5	10%	5	10%
<b>Resultado</b>	<b>100.0%</b>		<b>64.4%</b>		<b>80.0%</b>		<b>66.8%</b>

*Nota.* C1: Almacenamiento en tanques superficiales. C2: Almacenamiento en celdas Aquacell. C3: Conducción de aguas lluvias por escorrentía.

En virtud de lo mostrado en la Tabla 8, la **Alternativa A1 – Suministro directo con almacenamiento** es la mejor opción dado la alta valoración obtenida en los aspectos ambientales, sociales y técnicos. En la Tabla 9, la **Alternativa B3 – Tanque biodigestor con pozo séptico existente** es la alternativa mejor valorada en todos los aspectos, debido a que combina los beneficios de las otras 2 alternativas propuestas. Finalmente, en la Tabla 10, la alternativa seleccionada es la **Alternativa C2 – Almacenamiento en celdas Aquacell** dado que es una propuesta que permite cumplir uno de los objetivos del proyecto, el cual es la recarga de acuíferos mediante la captación de aguas lluvias.

## **Capítulo 3**

### 3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

#### 3.1 Diseños

Para los diseños hidrosanitarios se tomará como referencia al Código de Práctica Ecuatoriano impuesto por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (CPE INEN 5 9), que impondrá los criterios ingenieriles para garantizar el correcto funcionamiento de los sistemas.

##### 3.1.1 Diseño de sistema de abastecimiento de agua segura

##### 3.1.1.1 Dotación y caudales

##### 3.1.1.1.1 Niveles de servicio

**Tabla 11**

*Niveles deservicio para sistemas de abastecimiento de agua*

NIVEL	SISTEMA	DESCRIPCIÓN
0	AP	Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo a las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua, preferencias y económicas del usuario.
	DE	
Ia	AP	Grifos públicos.
	DE	Letrinas sin arrastre de agua.
Ib	AP	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño.
	DE	Letrinas con o sin arrastre de agua.
IIa	AP	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa.
	DE	Letrinas con o sin arrastre de agua.
IIb	AP	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa.
	DRL	Sistema al alcantarillo sanitario.

Simbología utilizada:

AP: agua potable

NIVEL	SISTEMA	DESCRIPCIÓN
		DE: disposiciones de excretas
		DRL: disposición de residuos líquidos.

*Nota.* Tabla obtenida de (CPE INEN 5 9-2, 1997)

### 3.1.1.2 Dotaciones

**Tabla 12**

*Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio*

NIVEL DE SERVICIO	CLIMA FRÍO (L/hab*día)	CLIMA CÁLIDO (L/hab*día)
Ia	25	30
Ib	50	65
IIa	60	85
IIb	75	100

*Nota.* Tabla obtenida de (CPE INEN 5 9-2, 1997)

**Tabla 13**

*Dotaciones para edificaciones de uso específico*

TIPO DE EDIFICACIÓN	UNIDAD	DOTACIÓN
Bloques de viviendas	L/habitante/día	200 a 350
Bares, cafeterías y restaurantes	L/m <sup>2</sup> área útil /día	40 a 60
Camales y planta de faenamiento	L/cabeza	150 a 300
Cementerios y mausoleos	L/visitante/día	3 a 5
Centro comercial	L/m <sup>2</sup> área útil /día	15 a 25
Cines, templos y auditorios	L/concurrente/día	5 a 10
Consultorios médicos y clínicas con hospitalización	L/ocupante/día	500 a 1000
Cuarteles	L/persona/día	150 a 350
Escuelas y colegios	L/estudiante/día	20 a 50
Hospitales	L/cama/día	800 a 1300
Hoteles hasta 3 estrellas	L/ocupante/día	150 a 400
Hoteles de 4 estrellas en adelante	L/ocupante/día	350 a 800
Internados, hogar de ancianos y niños	L/ocupante/día	200 a 300

TIPO DE EDIFICACIÓN	UNIDAD	DOTACIÓN
Jardines y ornamentación con recirculación	L/m <sup>2</sup> /día	2 a 8
Lavanderías y tintorerías	L/kg de ropa	30 a 50
Mercados	L/puesto/día	100 a 500
Oficinas	L/persona/día	50 a 90
Piscinas	L/m <sup>2</sup> área útil /día	15 a 30
Prisiones	L/persona/día	350 a 600
Salas de fiesta y casinos	L/ m <sup>2</sup> área útil /día	20 a 40
Servicios sanitarios públicos	L/mueble sanitario/día	300
Talleres, industrias y agencias	L/trabajador/jornada	80 a 120
Terminales de autobuses	L/pasajero/día	10 a 15
Universidades	L/estudiante/día	40 a 60
Zonas industriales, agropecuarias y fábricas	L/s/Ha	1 a 2

Nota. Tabla obtenida de (NEC 16, 2011)

### 3.1.1.2.1 *Porcentajes de fuga*

**Tabla 14**

*Porcentaje de fugas a considerarse en el diseño de sistemas*

NIVEL DE SERVICIO	PORCENTAJE DE FUGAS
la y lb	<b>10%</b>
IIa y IIb	<b>20%</b>

Nota. Tabla obtenida de (CPE INEN 5 9-2, 1997)

### 3.1.1.2.2 *Caudales de diseño*

#### **Caudal medio**

El caudal medio es calculado mediante siguiente ecuación

$$Q_{med} = f * \frac{P * D}{86400} \quad (3-1)$$

Donde:

Q<sub>med</sub>: Caudal medio, l/s

f: Factor de fugas

P: Población, hab

D: Dotación, l/hab\*día

Para el caudal medio se considera una población de 45 personas, una dotación de 150 l/ocupante\*día, como lo indica la (NEC 16, 2011) para hoteles menores a 3 estrellas. El porcentaje de fugas se obtiene con el nivel de servicio IIb correspondiente a un 20%. Con estos datos se obtiene un caudal medio de 0.09 l/s.

### **Caudal máximo diario y horario**

$$Q_{m\acute{a}x.hor} = K_{m\acute{a}x.hor} \times Q_{med} \quad (3-2)$$

$$Q_{m\acute{a}x.d\acute{a}a} = K_{m\acute{a}x.d\acute{a}a} \times Q_{med} \quad (3-3)$$

Donde:

$Q_{m\acute{a}x.d\acute{a}a}$ : Caudal máximo diario, l/s

$Q_{m\acute{a}x.hor}$ : Caudal máximo horario, l/s

$Q_{med}$ : Caudal medio, l/s

$K_{m\acute{a}x.d\acute{a}a}$ : Coeficiente de variación del consumo máximo diario, 1.3 – 1.5

$K_{m\acute{a}x.hor}$ : Coeficiente de variación del consumo máximo horario, 2.0 – 2.3

Para el cálculo del caudal máximo diario, ecuación 3.2, se estima un coeficiente de variación del consumo máximo diario de 1.4, obteniendo un resultado de 0.13 l/s. Para la obtención del caudal máximo horario, ecuación 3.3, se estima un coeficiente de variación de consumo horario de 2.2, obteniendo así 0.21 l/s.

### **Caudales de diseño**

La CPE INEN 5 9-2 impone criterios para los caudales que se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 15**

*Caudales de diseños para los elementos de un sistema de agua potable*

<b>CAUDALES DE DISEÑO</b>			
<b>TIPO</b>	<b>CRITERIO</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDAD</b>
Fuente de abastecimiento	$2 * Q_{\text{máx.día}}$	0.26	l/s
Captación	$1.2 * Q_{\text{máx.día}}$	0.16	l/s
Conducción	$1.1 * Q_{\text{máx.día}}$	0.14	l/s
Tratamiento	$1.1 * Q_{\text{máx.día}}$	0.14	l/s
Distribución	$Q_{\text{máx.hor}}$	0.21	l/s

*Nota.* Criterios obtenidos de (CPE INEN 5 9-2, 1997)

La fuente de captación tiene un caudal variable, donde el máximo registrado es de 66.67 l/s y el mínimo 4.17 l/s, por lo que esta es capaz de suplir la demanda requerida por la población.

**3.1.1.3 Diseño hidráulico de la zona de captación:** El diseño hidráulico y estructural para la zona de captación se basa en el libro “**Agua potable para poblaciones rurales – Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento**”, publicado por Agüero R. (2003). El dimensionamiento de la captación requiere conocer el caudal máximo de la fuente para calcular el área de los orificios, para ello se hará uso de la información brindada por el cliente, quien midió los caudales de la fuente en épocas secas y de lluvia, el caudal máximo es de 4 m<sup>3</sup>/min, y el mínimo de 0.25 m<sup>3</sup>/min, es decir, 66.67 y 4.17 l/s respectivamente, sin embargo, se diseñará la zona para retener un caudal máximo de 0.26 l/s y de 0.14 l/s para suplir la demanda de los habitantes de la finca.

**3.1.1.3.1 Determinación del ancho de la pantalla:** El ancho de la pantalla se determina según el diámetro y número de orificios que permitirán el flujo de agua hacia la cámara húmeda. El diámetro de la tubería se halla mediante las siguientes ecuaciones:

$$Q_{\text{max}} = v * A * Cd \quad (3-4)$$

Despejando:

$$A = \frac{Q_{max}}{v * Cd} \quad (3-5)$$

Donde:

$Q_{m\acute{a}x}$ : Caudal máximo requerido, 0.26 l/s

Cd: Coeficiente de descarga, 0.6 a 0.8

v: Velocidad de paso asumida, máx 0.6 m/s en la entrada

A: rea requerida para descarga

$$A = \frac{0.26 \frac{l}{s}}{0.60 \text{ m/s} \times 0.8} = 0.00054 \text{ m}^2$$

Conociendo el área de la tubería se procede a calcular el diámetro (D)

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} \quad (3-6)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 0.00054 \text{ m}^2}{\pi}} = 0.026 \text{ m} = 1.03 \text{ plg}$$

Con este valor se procede a seleccionar un diámetro de 1 plg debido a que este es uno comercial, al ser esta una tubería con un diámetro y área menor a las requeridas se procede a estimar la cantidad de tuberías de 4 plg necesarias, para ello se emplea:

$$N_{ori} = \frac{A_r}{A_e} + 1 \quad (3-7)$$

Donde:

$A_r$ : rea requerida, 0.00054 m<sup>2</sup>

$A_e$ : rea de la tubería comercial seleccionada, 0.00051 m<sup>2</sup>

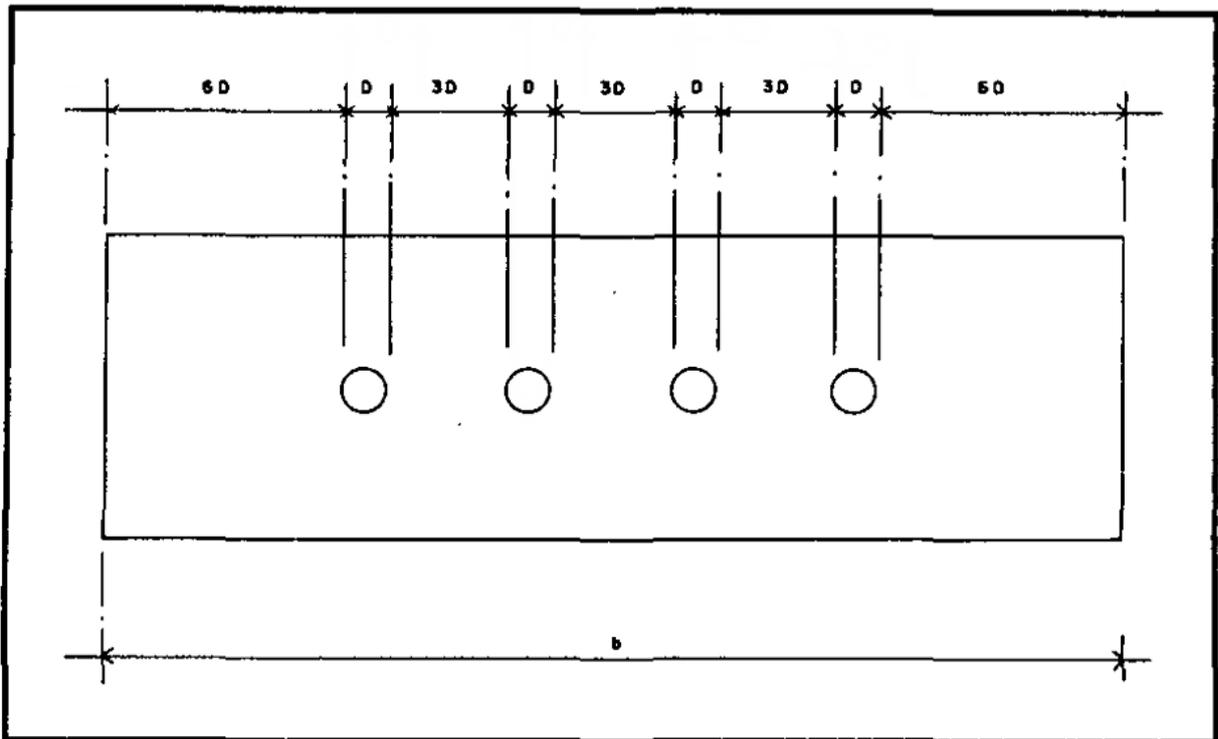
$N_{ori}$ : Número de orificios

$$N_{ori} = \frac{0.00054 \text{ m}^2}{0.00051 \text{ m}^2} + 1 = 2 \text{ orificios}$$

El cálculo del ancho de la pantalla considera que los orificios deben ubicarse estratégicamente, como se muestra en la figura, para garantizar una distribución uniforme del agua.

**Figura 10**

*Distribución de los orificios - Pantalla frontal*



*Nota.* Figura obtenida de Agüero R (2003)

El ancho de la pantalla se calcula utilizando la siguiente ecuación, una vez que se conoce el número de orificios y el diámetro de la tubería de entrada.

$$b = 2(6D) + (N_{ori} \times D) + (3D(N_{ori} - 1)) \quad (3-8)$$

Donde:

D: Diámetro de la tubería, 0.0254 m

Nori: Número de orificios, 2

b: Ancho de la pantalla, m

$$b = 2 \times (6 \times 0.0254m) + (2 \times 0.0254m) + (3 \times 0.0254m(2 - 1)) = 0.43m \approx 0.5m$$

### 3.1.1.3.2 Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara

#### *húmeda*

Es necesario estimar la pérdida de carga en los orificios de entrada que permite la velocidad de paso, esta se estima mediante:

$$h_o = 1.56 \frac{v^2}{2g} \quad (3-9)$$

Donde:

v: Velocidad de paso asumida, máx 0.6 m/s en la entrada

g: Aceleración de la gravedad, 9.81 m/s<sup>2</sup>

$$h_o = 1.56 \frac{(0.6 \text{ m/s})^2}{2 \times 9.81 \text{ m/s}^2} = 0.03 \text{ m}$$

La pérdida de carga de carga en el punto de afloramiento ( $H_f$ ) es la resta entre la carga sobre el centro del orificio y la pérdida de carga en el orificio, es decir:

$$H_f = h - h_o \quad (3-10)$$

$$H_f = 0.4 \text{ m} - 0.03 \text{ m} = 0.37 \text{ m}$$

Esta pérdida de carga permitirá calcular la longitud entre el punto de afloramiento y la estructura de captación (L) mediante:

$$L = \frac{H_f}{0.3} \quad (3-11)$$

$$L = \frac{0.37 \text{ m}}{0.3} = 1.24 \text{ m}$$

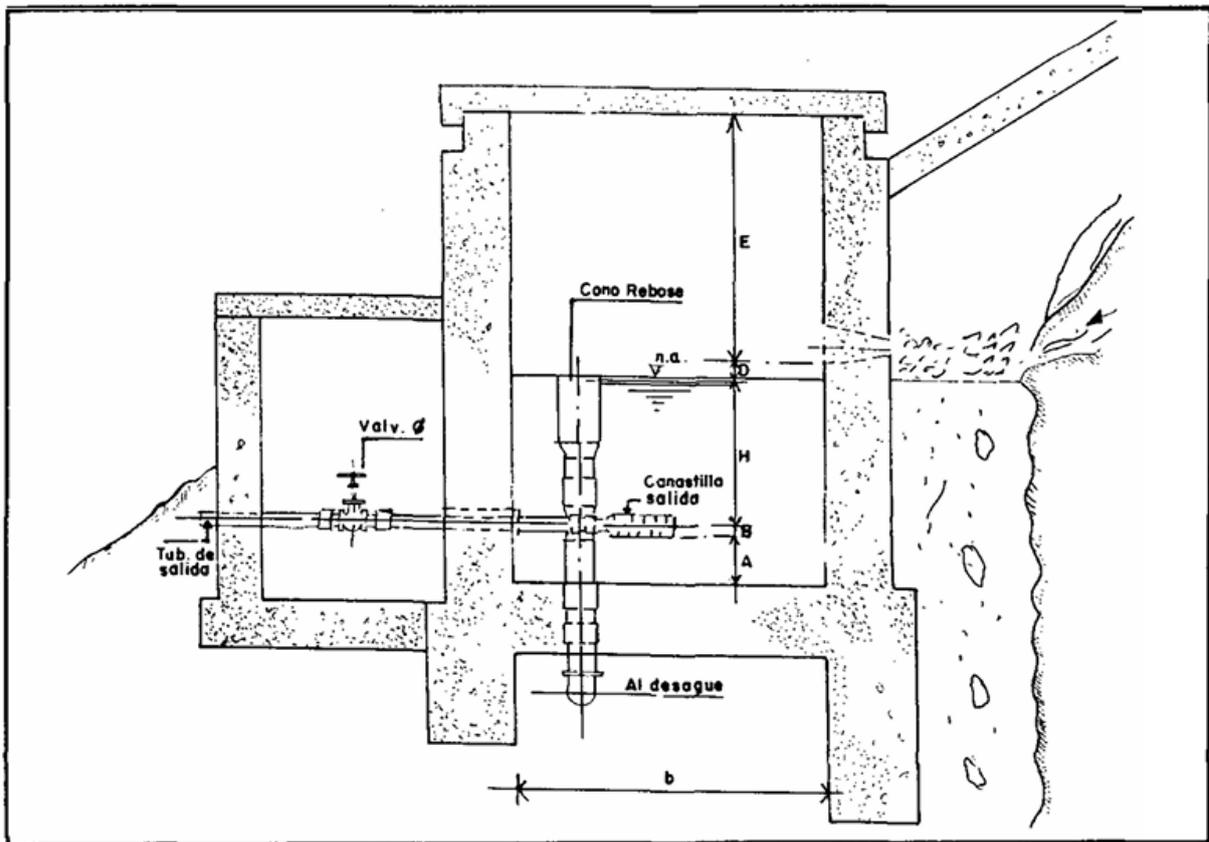
Se escogerá una distancia de 1.25 m para facilitar la construcción.

**3.1.1.3.3 Determinación de la altura de la cámara húmeda:** La altura total de la cámara húmeda se determina utilizando la siguiente ecuación, basada en los elementos mostrados en la figura.

$$H_T = A + B + H + D + E \quad (3-12)$$

**Figura 11**

*Altura total de la cámara húmeda*



Nota. Figura obtenida de Agüero R (2003)

Donde:

A: Altura mínima para permitir la sedimentación de arenas, mínimo 10 cm

B: Diámetro de la canastilla de salida, 5.08 cm

D: Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua de afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda, mínimo 5 cm

E: Borde libre, entre 10 a 30 cm

H: Altura de captación, mínimo 30 cm

La altura de la captación se calcula con base en la carga necesaria para que el caudal de salida fluya adecuadamente por la tubería de conducción. Esta carga se determina mediante la siguiente ecuación.

$$H = 1.56 \frac{Q_{m\acute{a}x}^2}{2Ag} \quad (3-13)$$

Donde:

$Q_{m\acute{a}x}$ : Caudal máximo requerido, 0.00026 m<sup>3</sup>/s

A: Área de la tubería de salida, D=1in, A=0.00051m<sup>2</sup>

g: aceleración de la gravedad, 9.81 m/s<sup>2</sup>

$$H = 1.56 \frac{0.00026 \text{ m}^3/\text{s}}{2 \times 9.81 \text{ m/s}^2} = 0.00001 \text{ m}$$

La altura mínima de captación es de 30 cm, por lo que al ser mayor que la calculada se escogerá está. Finalmente, mediante la ecuación (3-12) se estima una altura de 0.9 m.

**3.1.1.3.4 Dimensionamiento de la canastilla:** El dimensionamiento considera que el diámetro de la canastilla debe ser el doble del diámetro de la tubería de salida (Dc), que el área total de las ranuras (At) sea el doble del área de la tubería de conducción, y que la longitud de la canastilla (L) esté entre 3Dc y 6Dc. Los resultados de estas consideraciones se observan en la siguiente tabla.

**Tabla 16**

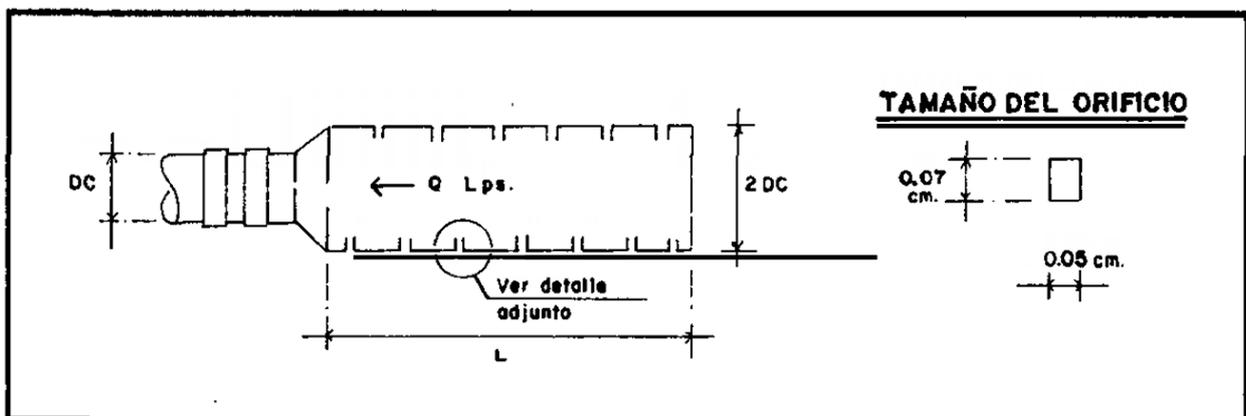
*Dimensiones de la canastilla*

GEOMETRÍA	VALOR	UNIDAD
Diámetro de la línea de conducción	1.00	in

GEOMETRÍA	VALOR	UNIDAD
Área de la línea de conducción	506.71	mm <sup>2</sup>
<b>Diámetro de la canastilla</b>	<b>2.00</b>	<b>in</b>
<b>Longitud de la canastilla</b>	<b>10.00</b>	<b>cm</b>
Ancho de ranura recomendada	5	mm
Largo de ranura recomendada	7	mm
Área de la ranura recomendada	35	mm <sup>2</sup>
Área total de las ranuras	1013.41	mm <sup>2</sup>
Mitad del área de la canastilla	79.79	mm <sup>2</sup>
<b>Cantidad de ranuras</b>	<b>28</b>	<b>ranuras</b>

**Figura 12**

*Canastilla de salida*



*Nota.* Figura obtenida de Agüero R (2003)

**3.1.1.3.5 Diseño de la tubería de rebose y limpieza:** Para las tuberías de rebose y limpieza, se recomienda una pendiente entre 1% y 1,5%. El diámetro se calcula con la ecuación de Hazen y Williams, considerando un coeficiente  $C=140$  y el caudal máximo de aforo.

$$D = \frac{0.71 \times Q^{0.38}}{h_f^{0.21}} \quad (3-14)$$

Donde:

Q: caudal máximo de la fuente, 0.26 l/s

Hf: Pérdida de carga unitario, 0.015 m/m

D: Diámetro de la tubería de rebose y limpieza, plg

$$D = \frac{0.71 \times (0.26l/s)^{0.38}}{(0.015m/m)^{0.21}} = 1.02 \text{ plg} \approx 2\text{plg}$$

### 3.1.1.3.6 Diseño estructural del muro de la cámara húmeda

**Tabla 17**

*Datos para el diseño estructural de la cámara húmeda*

PARÁMETRO	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
Altura de la cámara húmeda	$H_p$	1.00	m
Altura del suelo	$H_s$	0.60	m
Ancho de pantalla libre	b	0.50	m
Espesor de muro	$e_m$	0.20	m
Peso específico del suelo	$\gamma_s$	2160.00	kg/m <sup>3</sup>
Ángulo de rozamiento interno del suelo	$\theta$	30.00	°
Coeficiente de fricción	$\mu_1$	0.50	
Peso específico del concreto	$\gamma_c$	2400.00	kg/m <sup>3</sup>
Capacidad de carga del suelo	$Q_t$	4.40	kg/cm <sup>2</sup>

*Nota.* Los parámetros correspondientes al suelo son obtenidos de DIGECONTRUC (2022)

#### **Empuje del suelo sobre el muro (P):**

$$P = \frac{C_{ah} * \gamma_s * H_s^2}{2} \quad (3-15)$$

Donde  $C_{ah}$  es el coeficiente de empuje y se calcula mediante:

$$C_{ah} = \frac{1 - \sin(\theta)}{1 + \sin(\theta)} = 0.33 \quad (3-16)$$

$$P = \frac{0.33 \times 2160.00 \text{ kg/m}^3 \times (0.60\text{m})^2}{2} = 129.60 \text{ kg}$$

**Momento de volteo (Mo):**

$$M_o = P \times \frac{Hs}{3} \quad (3-17)$$

$$M_o = 129.60kg \times \frac{0.60m}{3} = 25.92 kg - m$$

**Momento de estabilización (Mr):**

$$M_r = W \times X \quad (3-18)$$

Donde:

W: Peso de la estructura, kg

$$W = e_m \times H_p \times \gamma_c \quad (3-19)$$

$$W = 0.20m \times 1.00m \times 2400kg/m^3 = 480 kg$$

X: Distancia al centro de gravedad, m

$$X = \frac{b}{2} + \frac{e_m}{2} \quad (3-20)$$

$$X = \frac{0.50m}{2} + \frac{0.20m}{2} = 0.35m$$

$$M_r = 480 kg \times 0.35 m = 168.00 kg - m$$

Para comprobar si el momento resultante se encuentra dentro del tercio central, se utiliza la siguiente fórmula.

$$a = \frac{M_r - M_o}{W} \quad (3-21)$$

$$a = \frac{168.00 kg \cdot m - 25.92 kg \cdot m}{480kg} = 0.30 m$$

**Chequeo por volteo:**

$$C_{dv} = \frac{M_r}{M_o} > 1.6 \quad (3-22)$$

$$C_{dv} = \frac{168kg - m}{25.92 kg - m} = 6.48 > 1.6$$

**Chequeo por deslizamiento:**

$$F = \mu_1 \times W \quad (3-23)$$

$$F = 0.50 \times 480.00 \text{ kg} = 240.00 \text{ kg}$$

$$C_{dd} = \frac{F}{P} \quad (3-24)$$

$$C_{dd} = \frac{240.00 \text{ kg}}{129.60 \text{ kg}} = 1.85 > 1.6$$

**Chequeo para la máxima carga unitaria**

Se deberá escoger el valor mayor que resulte de  $P_1$ , y este deberá ser menor o igual a la capacidad de carga del terreno

$$P_1 = (4L - 6a) \frac{W}{L^2} \quad (3-25)$$

$$P_1 = (6a - 2L) \frac{W}{L^2} \quad (3-26)$$

Donde:

L: Ancho de pantalla repartido más el espesor del muro

$$L = \frac{b}{2} + e_m \quad (3-27)$$

$$L = \frac{0.5 \text{ m}}{2} + 0.2 \text{ m} = 0.45 \text{ m}$$

De modo que se obtiene:

$$P_1 = (4 \times 0.450 \text{ m} - 6 \times 0.296 \text{ m}) \times \frac{480 \text{ kg}}{(0.450 \text{ m})^2} \times \frac{1 \text{ m}^2}{10000 \text{ cm}^2} = 0.0057 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_1 = (6 \times 0.296 \text{ m} - 2 \times 0.450 \text{ m}) \frac{480 \text{ kg}}{(0.450 \text{ m})^2} = 0.2076 \text{ kg/cm}^2$$

Verificación:

$$Q_t > P_1 \quad (3-28)$$

$$4.40 \text{ kg/cm}^2 > 0.21 \text{ kg/cm}^2$$

### Datos para la colocación de acero horizontal en muros:

**Tabla 18**

*Datos para el diseño de acero horizontal en la cámara húmeda*

PARÁMETRO	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
Altura de la cámara húmeda	$H_p$	1.00	m
Peso específico del suelo	$\gamma_s$	2.16	ton/m <sup>3</sup>
Resistencia del concreto	$f_c$	210.00	kg/cm <sup>2</sup>
Fluencia del acero	$f_y$	4200.00	kg/cm <sup>2</sup>
Capacidad de carga del suelo	$Q_t$	4.40	kg/cm <sup>2</sup>
Ángulo de rozamiento interno del suelo	$\theta$	30.00	°
Luz libre	$L_L$	0.50	m
Recubrimiento	$r$	5.00	cm
Diámetro de acero	$\emptyset$	10.00	mm
Peralte	$d$	14.50	cm

*Nota.* Los parámetros correspondientes al suelo son obtenidos de DIGECONTRUC (2022)

#### **Peso último:**

$$P_u = 1.0E + 1.6H \quad (3-29)$$

Donde:

H: Empuje del terreno, ton/m<sup>2</sup>

$$H = P_t = (7/8) \times H_p \times K_a \times \gamma_s \quad (3-30)$$

Ka: coeficiente de presión horizontal activa

$$k_a = \tan\left(45^\circ - \frac{\theta}{2}\right)^2 = 0.33 \quad (3-31)$$

$$H = (7/8) \times 1.00m \times 0.33 \times 2.16ton/m^3 = 0.63ton/m^2$$

E: Empuje sísmico, ton/m<sup>2</sup>

$$E = 0.75 \times 0.63ton/m^2 = 0.47ton/m^2 \quad (3-32)$$

$$P_u = 1.0 \times \frac{0.47ton}{m^2} + 1.6 \times \frac{0.63ton}{m^2} = 1.48 ton/m^2$$

**Momentos de diseño:**

Momento positivo:

$$M_{(+)} = P_u \times L^2/16 \quad (3-33)$$

$$M_{(+)} = 1.48ton/m^2 \times \frac{(0.50m)^2}{16} = 0.02ton - m$$

Momento negativo:

$$M_{(-)} = P_u \times L^2/12 \quad (3-34)$$

$$M_{(-)} = 1.48ton/m^2 \times \frac{0.50m^2}{12} = 0.03ton - m$$

**Acero mínimo:**

$$A_{S_{min}} = 0.0018 \times b \times d \quad (3-35)$$

$$A_{S_{min}} = 0.0018 \times 100cm \times 14.50cm = 2.61cm^2$$

**Acero requerido:**

$$A_{S_{req}} = \frac{30 \times M_u}{d} \quad (3-36)$$

$$A_{S_{req}} = \frac{30 \times 0.03ton - m}{14.50cm} = 0.06cm^2$$

**Acero colocado y espaciamiento:**

$$A_{S_{col}} = N^\circ_{col} \times A_{col} \quad (3-37)$$

Donde:

$N^{\circ}_{col}$ : Número de varillas colocadas trasnversalmente

$$N^{\circ}_{col} = \frac{\max(A_{s_{min}}; A_{s_{req}})}{A_{col}} \quad (3-38)$$

$A_{col}$ : Área del acero colocado,  $D=10m$ ;  $A=0.79cm^2$

$$N^{\circ}_{col} = \frac{2.61cm^2}{0.79cm^2} = 3.32varillas \approx 4varillas$$

$S_{máx}$ : Espaciamiento máximo posible un 1 m de ancho

$$S_{máx} = \frac{100cm}{N^{\circ}_{col}} = 25.00cm \quad (3-39)$$

$$A_{s_{col}} = 4varillas \times 0.79cm^2 = 3.14cm^2$$

### Verificación de cuantía

$\rho$ : Cuantía

$$\rho = \frac{2 \times A_{col}}{(e_m \times S_{máx})} \times 100 \quad (3-40)$$

$$\rho = \frac{2 \times 0.79cm^2}{(20cm \times 25cm)} \times 100 = 0.31$$

$$\rho > 0.25 =; Cumple! \quad (3-41)$$

### Datos para la colocación de acero vertical en muros:

Los datos utilizados serán los mismos que de la Tabla 18

### Momentos de diseño:

Momento negativo:

Para el cálculo del momento negativo se emplea la siguiente ecuación que incluye la carga del sismo al 75% de la carga de empuje del terreno

$$M_{(-)} = 1.7 \times 0.03 \times (K_a \times \gamma_s) \times H_p^2 \times L_L \times 1.75 \quad (3-42)$$

$$M_{(-)} = 1.7 \times 0.03 \times (0.33 \times 2.16ton/m^3) \times (1.00m)^2 \times 0.50m = 0.03ton - m$$

Momento positivo:

$$M_{(+)} = M_{(-)}/4 \quad (3-43)$$

$$M_{(+)} = 0.03ton - m/4 = 0.01ton - m$$

**Acero mínimo:**

$$A_{S_{min}} = 0.0018 \times b \times d \quad (3-44)$$

$$A_{S_{min}} = 0.0018 \times 100cm \times 14.50cm = 2.61cm^2$$

**Acero requerido:**

$$A_{S_{req}} = \frac{30 \times M_u}{d} \quad (3-45)$$

$$A_{S_{req}} = \frac{30 \times 0.03ton - m}{14.50cm} = 0.07cm^2$$

**Acero colocado y espaciamiento:**

$$A_{S_{col}} = N^{\circ}_{col} \times A_{col} \quad (3-46)$$

Donde:

$N^{\circ}_{col}$ : Número de varillas colocadas trasnversalmente

$$N^{\circ}_{col} = \frac{\max(A_{S_{min}}; A_{S_{req}})}{A_{col}} \quad (3-47)$$

$A_{col}$ : Área del acero colocado,  $D=10m$ ;  $A=0.79cm^2$

$$N^{\circ}_{col} = \frac{2.61cm^2}{0.79cm^2} = 3.32varillas \approx 4varillas$$

$S_{máx}$ : Espaciamiento máximo posible un 1 m de ancho

$$S_{máx} = \frac{100cm}{N^{\circ}_{col}} = 25.00cm \quad (3-48)$$

$$A_{S_{col}} = 4varillas \times 0.79cm^2 = 3.14cm^2$$

**Verificación de cuantía**

$\rho$ : Cuantía

$$\rho = \frac{2 \times A_{col}}{(e_m \times S_{m\acute{a}x})} \times 100 \quad (3-49)$$

$$\rho = \frac{2 \times 0.79cm^2}{(20cm \times 25cm)} \times 100 = 0.31$$

$$\rho > 0.25 =; \text{Cumple!} \quad (3-50)$$

### 3.1.1.3.7 *Diseño estructural del muro de la cámara seca*

**Tabla 19**

*Datos para el diseño estructural de la cámara seca*

PARÁMETRO	SÍMBOLO	VALOR	UNIDAD
Altura de la cámara seca	H <sub>p</sub>	0.50	m
Altura del suelo	H <sub>s</sub>	0.30	m
Ancho de pantalla libre	b	0.50	m
Espesor de muro	e <sub>m</sub>	0.10	m
Peso específico del suelo	Y <sub>s</sub>	2160.00	kg/m <sup>3</sup>
Ángulo de rozamiento interno del suelo	θ	30.00	°
Coefficiente de fricción	μ <sub>1</sub>	0.50	
Peso específico del concreto	Y <sub>c</sub>	2400.00	kg/m <sup>3</sup>
Capacidad de carga del suelo	Q <sub>t</sub>	4.40	kg/cm <sup>2</sup>

*Nota.* Los parámetros correspondientes al suelo son obtenidos de DIGECONTRUC (2022)

El diseño para la cámara seca es similar que el del muro de la cámara húmeda, por lo que se presenta a continuación un resumen de los resultados obtenidos:

#### **Empuje del suelo sobre el muro (P):**

$$P = \frac{0.33 \times 2160kg/m^3 \times (0.30m)^2}{2} = 32.4kg$$

**Momento de volteo (Mo):**

$$M_o = 32.4kg \times \frac{0.30}{3} = 3.24kg - m$$

**Momento de estabilización (Mr)**

$$M_r = 120kg \times 0.3m = 36kg - m$$

**Chequeo por volteo:**

$$C_{dv} = \frac{36kg - m}{3.24kg - m} = 11.11 > 1.6 =_i \text{ Cumple!}$$

**Chequeo por deslizamiento:**

$$C_{da} = \frac{60kg}{32.4kg} = 1.85 > 1.6 =_i \text{ Cumple!}$$

Chequeo por la máxima carga unitaria:

$$P = 0.09kg/cm^2$$

$$4.40kg/cm^2 > 0.09kg/cm^2 =_i \text{ Cumple!}$$

**Datos para la colocación de acero en muros:****Tabla 20**

*Datos para el diseño de acero horizontal y vertical en la cámara húmeda*

PARÁMETRO	SÍMBOLO	VALOR	UNIDAD
Altura de la cámara seca	H <sub>p</sub>	0.50	m
Peso específico del suelo	γ <sub>s</sub>	2.16	ton/m <sup>3</sup>
Resistencia del concreto	f <sub>c</sub>	210.00	kg/cm <sup>2</sup>
Fluencia del acero	f <sub>y</sub>	4200.00	kg/cm <sup>2</sup>

PARÁMETRO	SÍMBOLO	VALOR	UNIDAD
Capacidad de carga del suelo	$Q_t$	4.40	kg/cm <sup>2</sup>
Ángulo de rozamiento interno del suelo	$\theta$	30.00	°
Luz libre	$L_L$	0.50	m
Recubrimiento	r	5.00	cm
Diámetro de acero	$\emptyset$	10.00	mm
Peralte	d	4.50	cm

*Nota.* Los parámetros correspondientes al suelo son obtenidos de DIGECONTRUC (2022)

### **Peso último (Pu)**

$$P_u = 1.0 \times 0.24 \text{ton/m}^2 + 1.6 \times 0.32 \text{ton/m}^2 = 0.74 \text{ton/m}^2$$

### **Momentos de diseño:**

Para acero horizontal:

$$M_{uh} = 0.74 \text{ton/m}^2 \times \frac{(0.5 \text{m})^2}{12} = 0.02 \text{ton} - \text{m}$$

Para acero vertical:

$$M_{uv} = 1.7 \times 0.03 \times (0.33 \times 2.16 \text{ton/m}^3) \times (0.5 \text{m})^2 \times 0.5 \text{m} \times 1.75 = 0.008$$

### **Acero requerido:**

Para acero horizontal:

$$A_{s_{reqh}} = \frac{30 \times 0.02 \text{ton} - \text{m}}{4.50 \text{cm}} = 0.10 \text{cm}^2$$

Para acero vertical:

$$A_{s_{reqv}} = \frac{30 \times 0.01 \text{ton} - \text{m}}{4.50 \text{cm}} = 0.05 \text{cm}^2$$

### **Acero mínimo:**

$$A_{s_{min}} = 0.0018 \times 100 \text{cm} \times 4.50 \text{cm} = 0.81 \text{cm}^2$$

**Acero colocado y espaciamiento:**

$$N^{\circ}_{col} = \frac{0.81cm^2}{0.79cm^2} = 1.03 \text{ varillas} \approx 2 \text{ varillas}$$

$$S_{m\acute{a}x} = \frac{100cm}{2 \text{ varillas}} = 50.00cm$$

Se selecciona un espaciamiento de 25cm para mantener el mismo armado de la cámara húmeda, es decir varillas de 10mm separadas a cada 25cm en horizontal y vertical.

**Verificación de cuantía**

$\rho$ : Cuantía

$$\rho = \frac{2 \times 0.79cm^2}{(10cm \times 25cm)} \times 100 = 0.63$$

$$\rho > 0.25 =_i \text{ Cumple!}$$

**3.1.1.3.8 Diseño de armado para losa de fondo****Tabla 21**

*Datos para el diseño de acero de la losa de fondo*

PARÁMETRO	SÍMBOLO	VALOR	UNIDAD
Espesor de losa de fondo	H	0.15	m
Espesor de losa de techo	H <sub>2</sub>	0.10	m
Ancho	A	1.10	m
Largo	L	1.50	m
Peso específico del concreto	$\Upsilon_c$	2.40	ton/m <sup>3</sup>
Peso específico del agua	$\Upsilon_a$	1.00	ton/m <sup>3</sup>
Altura del agua	H <sub>a</sub>	0.60	m

PARÁMETRO	SÍMBOLO	VALOR	UNIDAD
Capacidad de carga del suelo	$Q_t$	4.40	kg/cm <sup>2</sup>
Longitud de muros	$L_{lin}$	4.50	m
Espesor del muro	$e_m$	0.20	m
Recubrimiento	R	7.50	cm
Diámetro de varilla	$\emptyset$	10.00	mm
Peralte	d	7.00	cm

*Nota.* Los parámetros correspondientes al suelo son obtenidos de DIGECONTRUC (2022)

**Tabla 22**

*Peso total de la estructura*

Elementos	Fórmula	Valor [ton]
Losa de fondo	$L \times A \times H \times \gamma_c$	0.59
Muros	$L_{lin} \times H_t \times e_m \times \gamma_c$	1.94
Agua	$L_{libre} \times A_{libre} \times H_a \times \gamma_a$	0.70
Losa de techo	$L \times A \times H_2 \times \gamma_c$	0.40
$P_t$		3.64

**Reacción neta del terreno:**

$$Q_{neto} = 1.2P_t/A_{losa} \quad (3-51)$$

$$Q_{neto} = \frac{1.2 \times 3.64 \text{ ton}}{1.10 \text{ m} \times 1.50 \text{ m}} = 2.65 \text{ ton/m}^2 = 0.26 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q_t > Q_{neto} = ¡ Cumple! \quad (3-52)$$

**Acero mínimo**

Al cumplir con la desigualdad de la ecuación (3-52), se debe colocar el acero mínimo con la ecuación (3-44)

$$A_{s_{min}} = 0.0018 \times 100 \text{ cm} \times 7 \text{ cm} = 1.26 \text{ cm}^2$$

**Cantidad de acero requerido:**

$$A_{s_{req}} = \frac{1.26cm^2}{0.79cm^2} = 1.60varillas \approx 2varillas$$

**Espaciamiento máximo:**

$$S_{m\acute{a}x} = \frac{100cm}{2varillas} = 50cm$$

Se colocarán varillas de 10mm cada 25 mm para mantener concordancia con la distribución de acero de los muros.

**Verificación de cuantía**

$$\rho = \frac{2 \times 0.79cm^2}{(15cm \times 25cm)} \times 100 = 0.42$$

$$\rho > 0.25 = ¡Cumple!$$

**3.1.1.4 Volumen y dimensiones de la cisterna:** La capacidad de la cisterna será el 50% del volumen medio diario, sin embargo, la capacidad de esta no debe ser menor a  $10m^3$ . De este criterio se estima un volumen de  $2.7 m^3$ , de modo se tomará el volumen mínimo de la normativa CPE INEN 5 9-2. De modo que se obtienen las dimensiones de la cisterna las mostradas en la siguiente tabla:

**Tabla 23**

*Dimensiones de la cisterna*

<b>DIMENSIONES DE LA CISTERNA</b>		
<b>DIMENSIONES</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDAD</b>
Ancho	2.4	m
Largo	2.4	m
Alto	1.8	m
Volumen de agua	10.37	m <sup>3</sup>
Borde libre	0.2	m
Altura total	2.0	m

Según la norma I.S. 010, (2012) los espesores de losa de fondo y las paredes de 20 cm deben tener una cuantía mínima de 0.28%. Para el diseño de muros se debe tomar en cuenta el empuje generado por el suelo, para estos datos se toman en cuenta datos como el peso específico del suelo, altura, espesor, coeficiente de movimiento activo.

**3.1.1.4.1 Espesor mínimo de muro:** Los muros deben cumplir con la norma establecida por la ACI respecto a los espesores mínimos, los cuales para las paredes de los muros como las losas es de 15 centímetros mínimo, el cual se va a respetar para todo el diseño.

**3.1.1.4.2 Diseño del armado en muros y losas:** Se debe tomar en cuenta los valores de empuje en los muros tanto de la tierra retenida fuera del tanque como generada por el agua que puede llegar a ser almacenada. Dentro de esos criterios se busca la opción más desfavorable y se diseña el armado. Para el lado opuesto del muro se toma en cuenta la contracción generada por temperatura y se compara con el acero mínimo.

Para el diseño de losas se toma en cuenta el peso propio, la carga del agua y la carga sobre impuesta en caso de la losa superior. De igual forma en el lado opuesto se coloca el acero por contracción de temperatura y se compara con el mínimo.

Se inicia con los datos iniciales a considerar en la cisterna tales como los siguientes:

**Tabla 24**

*Parámetros para el diseño de losas y muros de la cisterna*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Resistencia a la compresión del concreto, $f'_c$	240.00	kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia a la fluencia del acero, $f_y$	4200.00	kg/cm <sup>2</sup>
Volumen, V	10.37	m <sup>3</sup>
Ancho, b	2.40	m

Parámetro	Valor	Unidad
Largo, L	2.40	m
Altura, h	1.80	m
Borde libre, BL	0.20	m
Ángulo de fricción del suelo, $\phi_{\text{suelo}}$	30.00	°
Recubrimiento	40.00	mm
Diámetro de la varilla, $\phi_{\text{varilla}}$	20.00	mm
Peso específico del suelo, $\gamma_{\text{suelo}}$	2160.00	kg/cm <sup>3</sup>
Peso específico del agua, $\gamma_{\text{agua}}$	1000.00	kg/cm <sup>3</sup>
Peso específico del concreto, $\gamma_{\text{concreto}}$	2400.00	kg/cm <sup>3</sup>
Espesor de losa, $e_{\text{losas}}$	15.00	cm
Espesor de muros, $e_{\text{muros}}$	15.00	cm

Nota. Los datos correspondientes al suelo fueron obtenidos de (DIGECONTRUC, 2022)

#### 3.1.1.4.3 Cálculo del peralte efectivo

$$d = \text{espesor} - \text{rec} - 0.5 * \phi_{\text{varilla}} \quad (3-53)$$

Tomando en cuenta el espesor tanto de las losas como de muros.

**3.1.1.4.4 Pesos:** En los muros se toma en cuenta los pesos tanto generado por el suelo como por la masa de agua, para el suelo primero se hace el cálculo del empuje activo el cual viene dado por la siguiente fórmula.

$$k_a = \left( \tan\left(45 - \frac{\phi_{\text{suelo}}}{2}\right) \right)^2 \quad (3-54)$$

Donde:

$k_a =$  coeficiente de empuje activo del suelo

$\phi_{\text{suelo}} =$  Ángulo de fricción del suelo

El empuje activo del suelo es

$$E = \gamma_{suelo} * \frac{H^2}{2} * k_a \quad (3-55)$$

Donde:

$E =$  Empuje activo del suelo

$H =$  Altura de empuje del suelo sobre el muro

Con estos valores podemos calcular el momento flector

$$Mf = E * b_p \quad (3-56)$$

Donde:

$Mf =$  Momento flector

$b_p =$  Distancia vertical de centroide por empuje del suelo

Siendo  $b_p$  el centroide en donde se acumula la fuerza de empuje del suelo en el eje Y, expresado en este caso:

$$b_p = (H_{total} + 2 * espesor)/3 - espesor = 0.617 \quad (3-57)$$

Finalmente se calcula el momento último

$$Mf = E * b_p = 0.979 \text{ ton} \quad (3-58)$$

$$Mu = 1.3 * (1.3 * Mf) = 1.654 \text{ ton} * m \quad (3-59)$$

Donde:

$Mu =$  Momento último

Se calcula el cortante con la siguiente ecuación

$$Vu = 1.3 * (1.3 E) = 2.683 \text{ ton} \quad (3-60)$$

Donde:

$Vu =$  Cortante último

Y con ello se calcula el cortante actuante  $V_{act}$  y se comprueba el  $R_u$ .

$$V_{act} = \frac{Vu}{d * 0.75 * 100} = 3.245 \frac{kg}{cm^2} \quad (3-61)$$

$$Ru = \frac{Mu}{0.9 * 100 * d^2} = 16.675 \frac{kg}{cm^2} \quad (3-62)$$

Donde:

$V_{act}$  = Fuerza cortante actuante

$Ru$  = Momento actuante

Con esto se saca la cuantía de acero longitudinal

$$\rho_s = 0.85 * \frac{f'_c}{f_y} * \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Ru}{0.85 * 0.9 * f'_c}} \right) = 0.005 \quad (3-63)$$

Donde:

$\rho_s$  = Cuantía de acero longitudinal

$f'_c$  = Resistencia a la compresión

$f_y$  = Fluencia del acero

Esta se compara con la cuantía generada por el empuje del agua y la mínima, y se elige la mayor. La cuantía del acero por la fuerza de empuje del agua se saca de la misma manera y la cuantía de acero mínimo se da por la siguiente ecuación.

$$\rho_{min} = \frac{14}{f_y \left( \frac{kg}{cm^2} \right)} = 0.003 \quad (3-64)$$

$$\rho_{s_{agua}} = 0.007$$

Donde:

$\rho_s$  = Cuantía de acero longitudinal ocasionado por el empuje del agua

$f'_c$  = Resistencia a la compresión

Dado que la cuantía por el empuje del agua salió la mayor es la que se usa para el diseño del armado de muros, y debido a que la cisterna es cuadrada esta se reflejará en todos los muros.

Para el armado se debe considerar el tamaño de las varillas y el espaciamiento. Primero tomamos en cuenta el área de acero con la cuantía ya calculada.

$$A_s = \rho * b * d = 17.16 \text{ cm}^2 \quad (3-65)$$

Donde:

$A_s = \text{Área de acero colocado}$

$b = \text{Ancho}$

$d = \text{peralte efectivo}$

Tomaremos varillas de 14 mm y veremos cuantas varillas y el espaciamiento de estas

$$N_{o\text{varillas}} = \frac{A_s}{A_{\text{varilla}}} = 11.14 \approx 12 \text{ varillas} \quad (3-66)$$

$$\text{Separación} = \frac{\text{Largo o ancho}}{N_{o\text{varillas}}} = 20 \text{ cm} \quad (3-67)$$

Para el diseño de losas superior e inferior de debe tomar en cuenta el peso sobrepuesto. En la losa superior se tomará en cuenta como carga muerta el peso propio de la losa más el peso de posibles acabados.

$$\begin{aligned} W_d &= P_{\text{propio}} + P_{\text{acabados}} = \gamma_{\text{concreto}} * b * e_{\text{losa}} + 100 \\ &= 964 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \end{aligned} \quad (3-68)$$

Para la carga viva se tomará en cuenta el peso de sobrecarga, que lo tomaremos fijo como 500 kg/m.

Finalmente se usan factores de mayoración para ambas cargas

$$W_u = 1.4 * W_d + 1.7 * W_l \quad (3-69)$$

$$W_u = 2.2 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

Al ser la cisterna un solo elemento las losas están empotradas a los muros, por lo que podemos encontrar el momento máximo que soporta la losa.

$$M_{max} = \frac{W_u * L}{12} \quad (3-70)$$

Con el momento último se calcula el factor R con la ecuación (3-62) y la cuantía de acero con la ecuación (3-63), de modo que se calcula de la misma forma los acero quedándonos los siguientes valores.

$$M_{max} = 1.056 \text{ ton} * m$$

$$R_{losa} = 1.056 \text{ ton} * m$$

$$\rho = 0.001$$

Como el valor de la cuantía mínima es mayor a la calculada, se tomará la cuantía mínima para los cálculos

$$A_s = 8 \text{ cm}^2$$

$$\phi_{varilla} = 10 \text{ mm}$$

$$N_{o_{varillas}} = 10.18 \approx 11 \text{ varillas}$$

$$\text{Separación} = 21.818 \approx 20 \text{ cm}$$

La losa inferior sigue los mismos criterios de diseño, el único cambio radica en la cantidad de peso que esta va a soportar, la cual es muy superior a la otra losa.

$$W_u = 8.79 \frac{\text{ton}}{m}$$

$$R_{losa} = 4.073 \text{ ton} * m$$

$$\rho = 0.012$$

$$A_s = 29.62 \text{ cm}^2$$

$$No_{varillas} = 11.64 \approx 12 \text{ varillas}$$

$$Separación = 30 \text{ cm}$$

Finalmente, para el acero transversal se tomará en cuenta criterios de acero por temperatura.

$$\rho_{min} = 0.003$$

$$As = 8 \text{ cm}^2$$

$$\phi_{varilla} = 12 \text{ mm}$$

$$No_{varillas} = 7.074 \approx 8 \text{ varillas}$$

$$Separación = 30 \text{ cm}$$

Se muestra una tabla resumen del armado.

**Tabla 25**

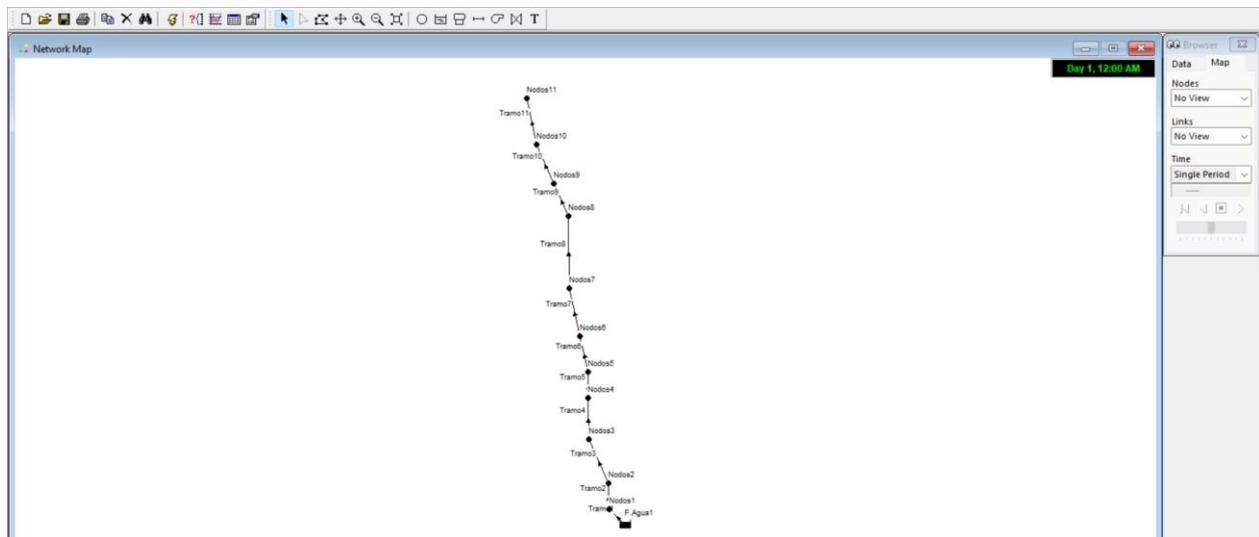
*Armado estructural de la cisterna de agua segura*

<b>Elemento estructural</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Diámetro [mm]</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Separación [cm]</b>
<b>Losa de techo</b>	As principal	10	11	20
	As transversal	12	9	30
<b>Paredes</b>	As principal	12	9	20
	As transversal	12	10	30
<b>Losa de piso</b>	As principal	18	12	20
	As transversal	12	9	30

**3.1.1.5 Red de conducción:** Para estimar las velocidades y presiones se utilizó un software de modelación hidráulica, para ingresar los datos correspondientes a longitudes de tuberías y cotas se hizo uso de la topografía brindada por el cliente, donde se realizó un trazado preliminar de la red de conducción. El software utilizó como base para determinar diámetros, caudales, velocidades y presiones la ecuación de Darcy Weisbach, la red quedó compuesta por 11 nodos y 11 tramos de tuberías, como se muestra en la Figura 13, y los resultados se detallan en la Tabla 26 y Tabla 27.

**Figura 13**

*Modelo hidráulico de la red de conducción*



**Tabla 26**

*Cotas, demanda y presiones en los nodos de la red de conducción*

Nodo	Cota [m]	Demanda base [l/s]	Presión [mca]
Captación	392.80	-	0.00
1	392.09	0.00	0.68
2	391.68	0.00	1.05
3	390.52	0.00	2.14
4	390.42	0.00	2.18

<b>Nodo</b>	<b>Cota [m]</b>	<b>Demanda base [l/s]</b>	<b>Presión [mca]</b>
5	390.63	0.00	1.93
6	390.53	0.00	1.97
7	390.40	0.00	2.03
8	390.26	0.00	2.06
9	390.51	0.00	1.76
10	390.79	0.00	1.41
11	390.60	0.14	1.53

**Tabla 27**

*Longitudes, diámetros y velocidades en las tuberías de la red de conducción*

<b>Tubería</b>	<b>Longitud [m]</b>	<b>Diámetro [mm]</b>	<b>Velocidad [mca]</b>
1	6.25	25.4	0.28
2	7.12	25.4	0.28
3	13.67	25.4	0.28
4	11.56	25.4	0.28
5	7.32	25.4	0.28
6	10.53	25.4	0.28
7	13.92	25.4	0.28
8	20.37	25.4	0.28
9	10.23	25.4	0.28
10	11.85	25.4	0.28
11	13.47	25.4	0.28

**Tabla 28**

*Requisitos para la red de captación*

<b>Parámetro</b>	<b>Criterio</b>
Velocidad	$0.3 \text{ m/s} < v < 1.5 \text{ m/s}$
Presión	$P > 5.0 \text{ mca}$

*Notas.* Requisitos obtenidos de la (CPE INEN 5 9-2, 1997)

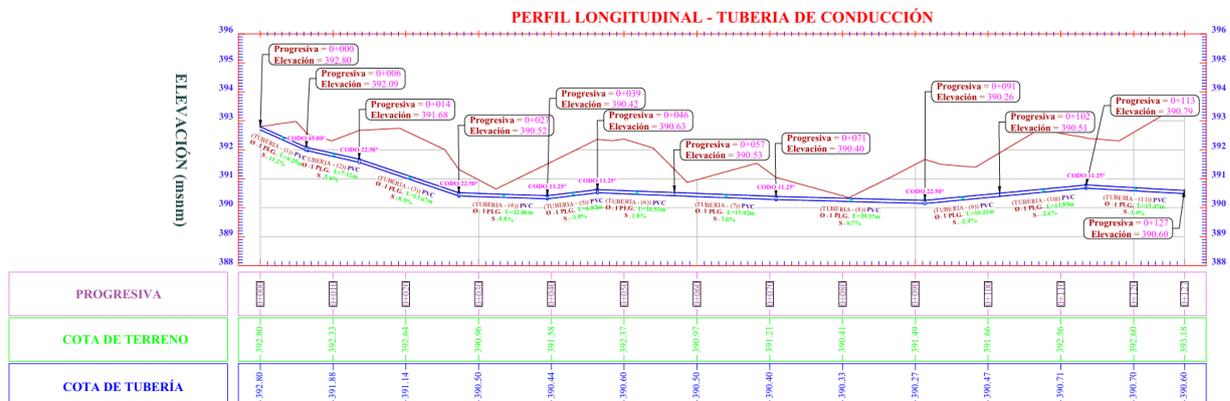
El análisis del sistema de conducción que transporta agua desde la zona de captación hasta la cisterna revela la existencia de presiones y velocidades bajas, lo cual limita su eficiencia hidráulica. La velocidad se ve afectada por el poco caudal que es transportado, ya que, si se disminuye el diámetro de la tubería para aumentar la velocidad se produce cavitación. La baja velocidad puede provocar sedimentación en la tubería, para evitar este problema se recomienda realizar monitoreo permanente con un mantenimiento regular en las tuberías, o realizar un estudio de exploración para identificar una zona de captación con cotas superior a la actual.

Con respecto a las presiones bajas se recomienda diseñar una bomba de ariete hidráulico, esta mejorará la presión en la red de captación sin depender de la energía eléctrica, reduciendo así el tiempo de mantenimiento en la red (Montenegro J., 2023).

Dentro de otras consideraciones se debe analizar la excavación necesaria para esta zona. El trazado comprende en promedio a excavaciones de 1.25 metros de profundidad y una excavación máxima de 2.61 metros, esto consecutivo a la topografía del sector, para evitar problemas de cavitación y uso de bombas que aumentarían más el costo del proyecto.

**Figura 14.**

*Perfil longitudinal del sistema de conducción*

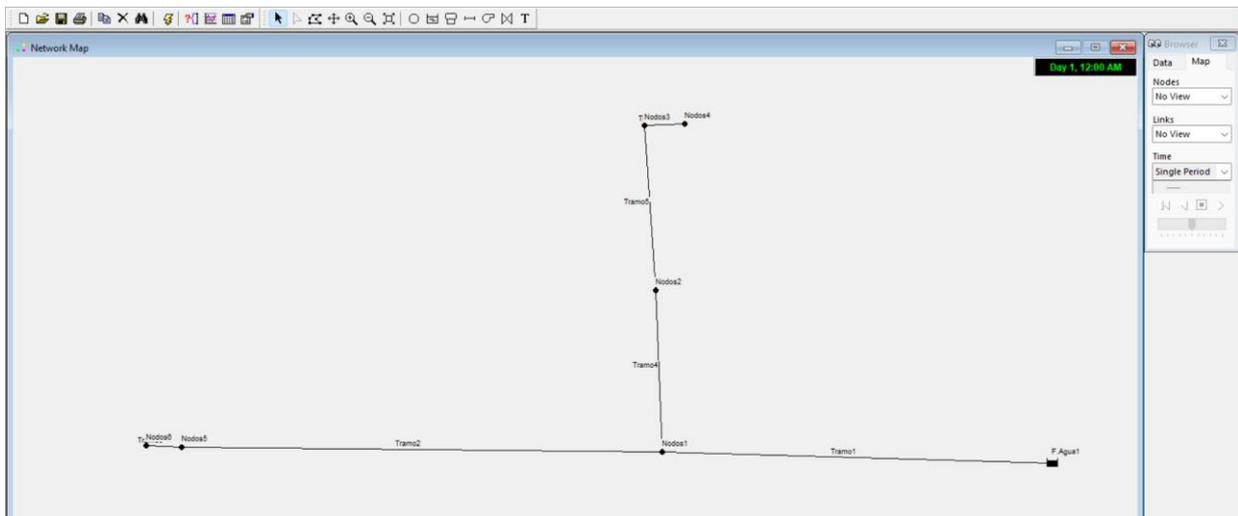


**3.1.1.6 Red de distribución:** Al igual que la red de conducción se hizo uso del software de modelación hidráulica, la red está compuesta por 6 tramos, 6 nodos y la cisterna, sin embargo, sólo existirán 2 puntos con demanda de agua, siendo el nodo 6 la suite existente y el nodo 4 la casa de campo a construir, como se muestra en la Figura 15, y los resultados se muestran en la Tabla 29 y Tabla 30.

Por otro lado, la profundidad de excavación en promedio de la red de distribución es de 1.13 m. Adicionalmente para esta red se debe tener en cuenta colocar un cable tensado desde el nodo hasta la cubierta de la futura casa de campo, de este modo la tubería puede mantener el trazado diseñado.

**Figura 15**

*Modelo hidráulico de la red de distribución*



**Tabla 29**

*Cotas, demanda y presiones en los nodos de la red de distribución*

Nodo	Cota [m]	Demanda base [l/s]	Presión [mca]
Cisterna	390.60	-	0.00
1	387.10	0.00	2.97
2	387.00	0.00	2.79

3	387.00	0.00	2.49
4	387.00	0.15	2.47
5	381.00	0.00	8.85
6	381.00	0.06	8.85

**Tabla 30**

*Longitudes, diámetros y velocidades en las tuberías de la red de distribución*

<b>Tubería</b>	<b>Longitud [m]</b>	<b>Diámetro [mm]</b>	<b>Caudal [l/s]</b>	<b>Velocidad [mca]</b>
<b>1</b>	15.30	19.05	0.21	0.74
<b>2</b>	23.11	12.70	0.06	0.47
<b>3</b>	1.00	12.70	0.06	0.47
<b>4</b>	7.74	19.05	0.15	0.53
<b>5</b>	12.88	19.05	0.15	0.53
<b>6</b>	1.00	19.05	0.15	0.53

**Tabla 31**

*Requisitos para la red de distribución*

<b>Parámetro</b>	<b>Criterio</b>
Velocidad	$0.3 \text{ m/s} < v < 1.5 \text{ m/s}$
Presión	$7.0 \text{ mca} < P < 30.0 \text{ mca}$

*Notas.* Requisitos obtenidos de la (CPE INEN 5 9-2, 1997)

El análisis hidráulico de la red de distribución muestra que las velocidades del flujo cumplen con el criterio mínimo de 0.3 m/s, garantizando un transporte eficiente del agua sin riesgo de sedimentación en las tuberías. En cuanto a las presiones, el sistema cumple con los valores normativos para la suite, asegurando un suministro adecuado. Sin embargo, aunque las presiones en la red que abastece a la casa de campo no cumplen directamente con los valores normativos, esto no representa un problema práctico, ya que el agua llega directamente al tanque elevado de la vivienda.

Este tanque, al funcionar como un sistema de almacenamiento y regulación, garantiza que la presión de suministro en los puntos de consumo dentro de la casa de campo sea suficiente, al depender exclusivamente de la altura del tanque y no de las presiones de la red de distribución.

### 3.1.2 Diseño de sistema de alcantarillado sanitario

El diseño de alcantarillado sanitario de aguas negras y grises fue realizado mediante una hoja de cálculo donde se requiere de datos iniciales como la longitud de tuberías, áreas de aportación, población, y las cotas de pozos, como se muestran en las tablas, así como otros parámetros que serán explicados a continuación:

**Tabla 32**

*Datos de longitud de tuberías, áreas de aportación y poblaciones para aguas grises*

<b>Tubería</b>	<b>Longitud [m]</b>	<b>Área Residencial [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Población Propia [hab]</b>
<b>T1</b>	8.80	499.40	32.00
<b>T2</b>	14.71		
<b>T3</b>	13.85		
<b>T4</b>	19.86		
<b>T5</b>	3.75		
<b>T6</b>	2.95	106.10	13.00

**Tabla 33**

*Cotas de los pozos de inspección para aguas grises*

<b>POZOS</b>	<b>COTAS [m]</b>
<b>P1</b>	381.000
<b>P2</b>	381.000
<b>P3</b>	381.000
<b>P4</b>	380.053

<b>POZOS</b>	<b>COTAS [m]</b>
<b>P5</b>	379.339
<b>P6</b>	380.450
<b>Biodigestor</b>	379.400

**Tabla 34**

*Datos de longitud de tuberías, áreas de aportación y poblaciones para aguas negras*

<b>TUBERÍA</b>	<b>LONGITUD (m)</b>	<b>ÁREA RESIDENCIAL (m2)</b>	<b>POBLACIÓN PROPIA [hab]</b>
<b>T1</b>	13.98	499.40	32.00
<b>T2</b>	10.7		
<b>T3</b>	15.42		
<b>T4</b>	16.71		
<b>T5</b>	5.69		
<b>T6</b>	5.77	91.10	13.00

**Tabla 35**

*Cotas de los pozos de inspección para aguas negras*

<b>Pozos</b>	<b>Cotas</b>
<b>P1</b>	381.00
<b>P2</b>	381.00
<b>P3</b>	381.00
<b>P4</b>	379.23
<b>P5</b>	378.65
<b>P6</b>	378.65
<b>P7</b>	380.03

### 3.1.2.1 Caudal de diseño

#### Columna 1: Tubería

Se coloca una etiqueta de las tuberías de la red de alcantarillado a diseñar

Ejemplo: T1

#### Columna 2: Pozo inicial

Se coloca una etiqueta al pozo de donde inicia la tubería

Ejemplo: P1

#### Columna 3: Pozo final

Se coloca una etiqueta al pozo donde termina la tubería

Ejemplo: P2

#### Columna 4: Área propia [Ha]

En esta columna se registra el área específica de aporte que contribuye al caudal que ingresa a un pozo de inspección y posteriormente a la tubería.

Ejemplo: 0.05 Ha

#### Columna 5: Área tributaria [Ha]

Esta columna registra el área acumulada que llega desde los tramos de arriba del pozo de inspección o tramo de tubería

Ejemplo: 0.00 Ha

#### Columna 6: Área acumulada [Ha]

Es la suma del área propia con el área tributaria

$$\text{Área acumulada} = \text{Área propia} + \text{Área tributaria} \quad (3-71)$$

$$\text{Área acumulada} = 0.05 \text{ Ha} + 0.00 \text{ Ha} = 0.05 \text{ Ha}$$

#### Columna 7: Población propia [hab]

En esta columna se consigna la cantidad de habitantes o usuarios asociados exclusivamente al área propia que descarga al pozo de inspección o tramo de tubería en análisis.

Ejemplo: 32.00 *Ha*

**Columna 8: Población tributaria [hab]**

Es la población que proviene aguas arriba

Ejemplo: 0.00 *Ha*

**Columna 9: Población acumulada [hab]**

Es la suma de la población propia con la población tributaria:

$$P_{acumulada} = P_{propia} + P_{tributaria} \quad (3-72)$$

$$P_{acumulada} = 32.00 \text{ Hab} + 0.00 \text{ Hab} = 32.00 \text{ Hab}$$

**Columna 10: Caudal medio [l/s]**

$$Q_m = \frac{Cr \times D \times Pf \times \%AAGG}{86400} \quad (3-73)$$

Donde:

Cr: Coeficiente de retorno, 0.8

D:Dotación, 150 l/s/hab

Pf: Población futura, 32 Hab

Qm: Caudal medio

%AAGG: Porcentaje de aportación de aguas grises, 61%

%AANN: Porcentaje de aportaciones de aguas negras, 39%

$$Q_m = \frac{0.8 \times 150 \text{ l/s/hab} \times 32 \text{ hab} \times 61\%}{86400} = 0.03 \text{ l/s}$$

**Columna 11: Caudal máximo instantáneo [l/s]**

$$Q_{m\acute{a}x} = M \times Q_m \quad (3-74)$$

Donde:

M: Coeficiente de variación Harmond, según el tamaño de población

**Tabla 36**

*Coeficiente de variación de Harmond*

Población	Coeficiente de variación
< 1000	3.8
1001 - 63500	$M = \left(1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}\right)$ P en miles de habitantes
> 63500	2.17

Notas. Coeficientes obtenidos de López R. (1995)

$$Q_{m\acute{a}x} = 3.8 \times 0.03 \text{ l/s} = 0.10 \text{ l/s}$$

**Columna 12: Caudal infiltración [l/s]**

En esta columna se detalla el caudal adicional que ingresa al sistema de alcantarillado debido a la infiltración de aguas subterráneas a través de juntas, fisuras u otros puntos del sistema.

$$Q_{inf} = \text{Área propia} \times \text{Infiltración} \quad (3-75)$$

Donde:

Infiltración: Aporte por infiltración, 0.05 l/s/Ha

$$Q_{inf} = 0.005 \text{ Ha} \times 0.05 \text{ l/s/Ha} = 0.002 \text{ l/s}$$

**Columna 13: Calculado [l/s]**

Es el caudal calculado con la suma del caudal medio con el caudal de infiltración

$$Q_{calculado} = Q_m + Q_{inf} \quad (3-76)$$

$$Q_{calculado} = 0.100 \text{ l/s} + 0.002 \text{ l/s} = 0.102 \text{ l/s}$$

**Columna 14: Máximo adoptado [l/s]**

Corresponde al caudal promedio de descarga de inodoros, por lo que se considera un mínimo de 1.5 l/s

**Tabla 37***Cálculo del caudal de diseño de aguas grises*

TUBERIA	POZO INICIAL	POZO FINAL	Área Propia [Ha]	Área Tributaria [Ha]	Área Acumulada [Ha]	CAUDAL DE DISEÑO							
						RESIDENCIAL				Caudal Máximo Instantáneo [l/s]	Caudal Infiltración [l/s]	CAUDAL DE DISEÑO	
						Población Propia [hab]	Población Tributaria [hab]	Población Acumulada [hab]	Caudal medio [l/s]			Calculado [l/s]	Máximo Adoptado [l/s]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
T1	P1	P2	0.05		0.05	32		32	0.03	0.10	0.002	0.10	1.50
T2	P2	P3	0.00	0.05	0.05	0	32	32	0.03	0.10	0.000	0.10	1.50
T3	P3	P4	0.00	0.05	0.05	0	32	32	0.03	0.10	0.000	0.10	1.50
T4	P4	P5	0.00	0.05	0.05	0	32	32	0.03	0.10	0.000	0.10	1.50
T5	P5	Biodigestor	0.00	0.05	0.05	0	45	45	0.04	0.14	0.000	0.24	1.50
T6	P6	P5	0.01	0.00	0.01	13		13	0.01	0.04	0.001	0.04	1.50

Tabla 38

Cálculo del caudal de diseño de aguas negras

TUBERIA	POZO INICIAL	POZO FINAL	Área Propia [Ha]	Área Tributaria [Ha]	Área Acumulada [Ha]	CAUDAL DE DISEÑO							
						RESIDENCIAL				Caudal Máximo Instantáneo [l/s]	Caudal Infiltración [l/s]	CAUDAL DE DISEÑO	
						Población Propia [hab]	Población Tributaria [hab]	Población Acumulada [hab]	Caudal medio [l/s]			Calculado [l/s]	Máximo Adoptado [l/s]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
T1	P1	P2	0.05		0.05	32		32	0.02	0.07	0.002	0.07	1.50
T2	P2	P3	0.00	0.05	0.05	0	32	32	0.02	0.07	0.000	0.07	1.50
T3	P3	P4	0.00	0.05	0.05	0	32	32	0.02	0.07	0.000	0.07	1.50
T4	P4	P5	0.00	0.05	0.05	0	32	32	0.02	0.07	0.000	0.07	1.50
T5	P5	P6	0.00	0.05	0.05	0	45	45	0.02	0.09	0.000	0.09	1.50
T6	P7	P5	0.01	0.00	0.01	13	0	13	0.01	0.03	0.001	0.03	1.50

### 3.1.2.2 Diámetro de diseño

#### Columna 15: Longitud [m]

Corresponde a la longitud de la tubería etiquetada en la columna 1

Ejemplo:  $Longitud = 8.80m$

#### Columna 16: Cota rasante – Inicial [msnm]

Indica la elevación del terreno, está asociada a la etiqueta de la columna 2

Ejemplo:  $Cota\ inicial = 381.00m$

#### Columna 17: Cota rasante – Final [msnm]

Indica la elevación del terreno, está asociada a la etiqueta de la columna 3

Ejemplo:  $Cota\ final = 381.00m$

#### Columna 18: Pendiente – S terreno [%]

Es la pendiente del terreno natural

$$S_{terreno} = \frac{Cota\ inicial - Cota\ final}{Longitud} \times 100 \quad (3-77)$$

$$S_{terreno} = \frac{381.00\ m - 381.00\ m}{8.80\ m} \times 100 = 0.00\%$$

#### Columna 19: Pendiente – S escogida [%]

Corresponde a la pendiente escogida para mejorar el diseño o simplificar el proceso constructivo

Ejemplo:  $S_{escogida} = 1.00\%$

#### Columna 20: Diámetro – Calculado [m]

En esta columna se registra el diámetro requerido para la tubería, calculado en función del caudal de diseño, la pendiente del terreno, y la rugosidad de la tubería. El valor se obtiene aplicando la ecuación de Manning.

$$D = \left( \frac{3.21 \frac{Q_{diseño}}{1000} \times n}{\frac{S}{100}^{0.5}} \right)^{3/8} \times 1000 \quad (3-78)$$

Donde:

Qdiseño: Caudal de diseño, 1.50 l/s

S: Pendiente, 1%

n: Coeficiente de rugosidad de Manning, 0.011

D: Diámetro calculado, mm

$$D = \left( \frac{3.21 \times \frac{1.50 \frac{l}{s}}{1000} \times 0.011}{\frac{1}{100}^{0.5}} \right)^{3/8} \times 1000 = 59.09 \text{ mm}$$

### Columna 21: Diámetro – Comercial adoptado [mm]

En esta columna se registra el diámetro estándar de tubería seleccionado para el diseño, el cual corresponde al diámetro calculado redondeado al valor más cercano dentro de las dimensiones comerciales disponibles en el mercado.

### Tabla 39

#### Catálogo de tuberías de PVC de pared estructurada

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS TUBERÍAS DE PVC PARED ESTRUCTURADA		
NOVAFORT PLUS		
DIÁMETRO NOMINAL (mm)	DIÁMETRO INTERIOR (mm)	ESPELOR (mm)
125	110	7.5
175	160	7.5
220	200	10
280	250	15
335	300	17.5
400	364	18
440	400	20

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS TUBERÍAS DE PVC PARED ESTRUCTURADA NOVAFORT PLUS		
DIÁMETRO NOMINAL (mm)	DIÁMETRO INTERIOR (mm)	ESPESOR (mm)
540	500	20
650	600	25
760	700	30
875	800	37.5
975	900	37.5

*Nota.* Catálogo extraído de Novafort Plus

Ejemplo:  $D_{comercial} = 125mm$

**Columna 22: Diámetro – Interno [mm]**

Ejemplo:  $D_{interno} = 110mm$

**Columna 23: Diámetro – Espesor [mm]**

Ejemplo:  $E_{comercial} = 7.5mm$

**Tabla 40***Cálculo del diámetro de diseño de aguas grises*

DIÁMETRO DE DISEÑO								
LONGITUD [m]	COTA RASANTE		PENDIENTE		DIÁMETRO			
	INICIAL [msnm]	FINAL [msnm]	S terreno [%]	S escogida [%]	Calculado [mm]	Comercial adoptado [mm]	Interno [mm]	Espesor [mm]
15	16	17	18	19	20	21	22	23
8.80	381	381	0.0	1	59.09	125	110	7.5
14.71	381	381	0.0	1	59.09	125	110	7.5
13.85	381	380.053	6.8	4	45.56	125	110	7.5
19.86	380.053	379.339	3.6	3	48.09	125	110	7.5
3.75	379.339	379.34	0.0	1	59.09	125	110	7.5
2.95	380.45	379.339	37.7	5	43.70	125	110	7.5

**Tabla 41***Cálculo del diámetro de diseño de aguas negras*

DIÁMETRO DE DISEÑO								
LONGITUD [m]	COTA RASANTE		PENDIENTE		DIÁMETRO			
	INICIAL [msnm]	FINAL [msnm]	S terreno [%]	S escogida [%]	Calculado [mm]	Comercial adoptado [mm]	Interno [mm]	Espesor [mm]
15	16	17	18	19	20	21	22	23
13.98	381	381	0.0	1	59.09	125	110	7.5
10.70	381	381	0.0	1	59.09	125	110	7.5
15.42	381	379.229	11.5	9	39.14	125	110	7.5
16.71	379.229	378.651	3.5	3	48.09	125	110	7.5
5.69	378.651	378.649	0.0	1	59.09	125	110	7.5
5.77	380.031	378.651	23.9	5	43.70	125	110	7.5

### 3.1.2.3 Validación de parámetros de diseño: Para validar el diseño de la tubería

se debe comprobar las condiciones máximas y mínimas, siendo estas condiciones la velocidad, tirante y fuerza tractiva, para ellos se hace uso de la tabla de relaciones hidráulicas de Manning, con un coeficiente de rugosidad de 0.011, a continuación, se muestra un fragmento de la tabla mencionada.

**Tabla 42**

#### *Relaciones hidráulicas de Manning*

d/D	teta	A	R	V	q	q/Q	v/V
0.001	7.248615	0.000042	0.000666	0.069355	0.000003	0.000001	0.019224
0.002	10.252800	0.000119	0.001332	0.110060	0.000013	0.000005	0.030507
0.003	12.559161	0.000219	0.001997	0.144174	0.000032	0.000011	0.039963
0.004	14.504494	0.000337	0.002662	0.174600	0.000059	0.000021	0.048396
0.005	16.219229	0.000471	0.003326	0.202543	0.000095	0.000034	0.056141
0.006	17.770249	0.000619	0.003989	0.228648	0.000141	0.000050	0.063377
0.007	19.197277	0.000779	0.004651	0.253317	0.000197	0.000070	0.070215
0.008	20.526192	0.000952	0.005313	0.276815	0.000263	0.000093	0.076728
0.009	21.774966	0.001135	0.005975	0.299333	0.000340	0.000120	0.082970
0.010	22.956682	0.001329	0.006636	0.321014	0.000427	0.000151	0.088980
0.011	24.081215	0.001533	0.007296	0.341966	0.000524	0.000185	0.094787
0.012	25.156237	0.001746	0.007955	0.362276	0.000633	0.000223	0.100417
0.013	26.187847	0.001969	0.008614	0.382013	0.000752	0.000265	0.105887
0.014	27.180988	0.002199	0.009272	0.401234	0.000882	0.000311	0.111215
0.015	28.139735	0.002438	0.009930	0.419988	0.001024	0.000361	0.116413
0.016	29.067494	0.002685	0.010587	0.438315	0.001177	0.000415	0.121493
0.017	29.967142	0.002940	0.011243	0.456249	0.001341	0.000473	0.126464
0.018	30.841142	0.003202	0.011899	0.473821	0.001517	0.000536	0.131335
0.019	31.691615	0.003472	0.012554	0.491057	0.001705	0.000602	0.136112
0.020	32.520409	0.003749	0.013209	0.507979	0.001904	0.000672	0.140803
0.021	33.329143	0.004032	0.013862	0.524608	0.002115	0.000746	0.145412
0.022	34.119243	0.004322	0.014516	0.540962	0.002338	0.000825	0.149945
0.023	34.891975	0.004619	0.015168	0.557057	0.002573	0.000908	0.154406
0.024	35.648472	0.004922	0.015820	0.572907	0.002820	0.000995	0.158800
0.025	36.389745	0.005231	0.016472	0.588527	0.003078	0.001086	0.163129
0.026	37.116707	0.005546	0.017122	0.603926	0.003349	0.001182	0.167398
0.027	37.830186	0.005867	0.017773	0.619118	0.003633	0.001282	0.171609

d/D	teta	A	R	V	q	q/Q	v/V
0.028	38.530929	0.006194	0.018422	0.634111	0.003928	0.001386	0.175765
0.029	39.219621	0.006527	0.019071	0.648914	0.004236	0.001495	0.179868
0.030	39.896887	0.006866	0.019719	0.663537	0.004556	0.001608	0.183921
0.031	40.563300	0.007209	0.020367	0.677986	0.004888	0.001725	0.187926
0.032	41.219386	0.007559	0.021014	0.692269	0.005233	0.001847	0.191885
0.033	41.865632	0.007913	0.021660	0.706392	0.005590	0.001973	0.195800
0.034	42.502488	0.008273	0.022306	0.720362	0.005960	0.002103	0.199672
0.035	43.130370	0.008638	0.022951	0.734184	0.006342	0.002238	0.203503
0.036	43.749665	0.009008	0.023595	0.747865	0.006737	0.002378	0.207295
0.037	44.360734	0.009383	0.024239	0.761408	0.007145	0.002521	0.211049
0.038	44.963913	0.009763	0.024882	0.774818	0.007565	0.002670	0.214766
0.039	45.559516	0.010148	0.025525	0.788101	0.007998	0.002823	0.218448
0.040	46.147836	0.010538	0.026167	0.801259	0.008443	0.002980	0.222095
0.041	46.729150	0.010932	0.026808	0.814298	0.008902	0.003142	0.225709
0.042	47.303716	0.011331	0.027449	0.827220	0.009373	0.003308	0.229291
0.043	47.871779	0.011734	0.028089	0.840030	0.009857	0.003479	0.232842
0.044	48.433567	0.012142	0.028728	0.852730	0.010354	0.003654	0.236362
0.045	48.989297	0.012555	0.029367	0.865324	0.010864	0.003834	0.239853
0.046	49.539174	0.012971	0.030005	0.877815	0.011387	0.004019	0.243315
0.047	50.083390	0.013393	0.030642	0.890205	0.011922	0.004208	0.246749
0.048	50.622130	0.013818	0.031279	0.902498	0.012471	0.004401	0.250157
0.049	51.155567	0.014248	0.031916	0.914695	0.013032	0.004599	0.253537
0.050	51.683866	0.014681	0.032551	0.926799	0.013607	0.004802	0.256893

Nota. Autor: Ing. Pérez Carmona (2013)

### Columna 24: $Q_o$ [l/s]

Caudal a tubería llena

$$Q_o = \frac{0.312 \frac{D^{8/3}}{1000} \frac{S^{1/2}}{100}}{n} \times 1000 \quad (3-79)$$

D: Diámetro interno comercial, 110mm

S: Pendiente escogida, 1%

n: Coeficiente de rugosidad de Manning, 0.011

$$Q_o = \frac{0.312 \times \frac{110\text{mm}^{8/3}}{1000} \times \frac{1^{1/2}}{100}}{0.11} \times 1000 = 7.88 \text{ l/s}$$

**Columna 25:  $V_o$  [m/s]**

Velocidad de la tubería llena

$$V_o = \frac{4 \times \frac{Q_o}{1000}}{\pi \times \frac{D}{1000}} \quad (3-80)$$

$$V_o = \frac{4 \times \frac{7.88l/s}{1000}}{\pi \times \frac{110mm^2}{1000}} = 0.83m/s$$

**Columna 26: Relaciones hidráulicas -  $q_{m\acute{a}x}/Q_o$** 

Relación del caudal a tubería llena entre el caudal a tubería parcialmente llena en condiciones máximas

$$\frac{q_{m\acute{a}x}}{Q_o} = \frac{1.5l/s}{7.88l/s} = 0.190 \quad (3-81)$$

Con esta relación y acorde a la Tabla 42 se obtienen los datos de las columnas 27 y 28

**Columna 27: Relaciones hidráulicas -  $v_{m\acute{a}x}/V_o$** 

Relación de la velocidad del flujo a tubería llena entre la velocidad a tubería parcialmente llena en condiciones máximas

$$\text{Ejemplo: } \frac{v_{m\acute{a}x}}{V_o} = 0.769$$

**Columna 28: Relaciones hidráulicas -  $d_{m\acute{a}x}/D$** 

Relación del tirante a tubería llena entre el tirante a tubería parcialmente llena en condiciones máximas

$$\text{Ejemplo: } \frac{d_{m\acute{a}x}}{D_o} = 0.295$$

**Columna 29: Relaciones hidráulicas -  $q_{min}/Q_o$**

El caudal mínimo se utiliza cuando el caudal de diseño sea superior a 1.5 l/s, al tratarse de un proyecto pequeño este límite no se vio superado, por lo que se obtiene el mismo resultado que la ecuación (3-81), es decir 0.190

**Columna 30: Relaciones hidráulicas -  $v_{min}/V_o$**

Relación de la velocidad del flujo a tubería llena entre la velocidad a tubería parcialmente llena en condiciones máximas

$$\text{Ejemplo: } \frac{v_{min}}{V_o} = 0.769$$

**Columna 31: Relaciones hidráulicas -  $d_{min}/D$**

Relación del tirante a tubería llena entre el tirante a tubería parcialmente llena en condiciones máximas

$$\text{Ejemplo: } \frac{d_{min}}{D_o} = 0.295$$

**Columna 32: Condiciones máxima –  $V_{máx}$  [m/s]**

La velocidad a tubería parcialmente llena se calcula mediante la relación de la columna

27

$$V_{máx} = V_o \times \frac{V_{máx}}{V_o} \quad (3-82)$$

$$V_{máx} = \frac{0.83m}{s} \times 0.769 = 0.64m/s$$

**Columna 33: Condiciones máximas - ¿Cumple velocidad?**

Esta columna sirve para identificar si la velocidad a tubería parcialmente llena es superior a 5 m/s, lo que podría causar daños en la tubería.

$$V_{máx} < 5m/s = ¡ Cumple! \quad (3-83)$$

**Columna 34: Condiciones máximas –  $d_{máx}$  [mm]**

El tirante a tubería parcialmente llena se calcula mediante la relación de la columna 28

$$d_{m\acute{a}x} = D \times \frac{d_{m\acute{a}x}}{D} \quad (3-84)$$

$$d_{m\acute{a}x} = 110mm \times 0.295 = 32.45 \text{ mm}$$

### Columna 35: Condiciones maximas - Cumple tirante?

Esta columna sirve para identificar si el tirante de la tubería parcialmente llena es superior al 85% del tirante a tubería llena. Si la tubería sobrepasara ese límite no se aseguraría una correcta contención de los gases.

$$d_{m\acute{a}x} < 0.85D =; \text{Cumple!} \quad (3-85)$$

### Columna 36: Condiciones mínimas – $V_{min}$ [m/s]

La velocidad a tubería parcialmente llena se calcula mediante la relación de la columna

30

$$V_{min} = V_o \times \frac{V_{min}}{V_o} \quad (3-86)$$

$$V_{min} = \frac{0.83m}{s} \times 0.769 = 0.64m/s$$

### Columna 37: Condiciones maximas - Cumple velocidad?

Esta columna sirve para identificar si la velocidad a tubería parcialmente llena es inferior a 0.45 m/s, lo que podría causar sedimentación.

$$V_{min} > 0.45m/s =; \text{Cumple!} \quad (3-87)$$

### Columna 38: Condiciones maximas – $d_{min}$ [mm]

El tirante a tubería parcialmente llena se calcula mediante la relación de la columna 31

$$d_{m\acute{a}x} = D \times \frac{d_{m\acute{a}x}}{D} \quad (3-88)$$

$$d_{m\acute{a}x} = 110mm \times 0.295 = 32.45 \text{ mm}$$

### Columna 39: Condiciones maximas - Cumple tirante?

Esta columna sirve para identificar si el tirante de la tubería parcialmente llena es inferior a 15 mm. Si la tubería no supera ese límite podría surgir problemas de sedimentación y estancamiento.

$$d_{min} > 15mm =_i \text{Cumple!} \quad (3-89)$$

**Columna 40: Fuerza tractiva –  $R_{Ho}$  [m]**

El radio hidráulico a tubería llena representa la relación entre el diámetro interno de la tubería entre 4000.

$$R_{Ho} = \frac{D}{4000} \quad (3-90)$$

Donde D es el diámetro interno de la tubería a utilizar, mm

$$R_{Ho} = \frac{110mm}{4000} = 0.028m$$

**Columna 41: Fuerza tractiva –  $\theta$  [radianes]**

Para estimar este valor se utiliza las relaciones hidráulicas con la relación obtenida en la columna 26.

$$\text{Ejemplo: } \theta = 131.59$$

**Columna 42: Fuerza tractiva –  $R_H$  [m]**

El radio hidráulico a tubería parcialmente llena se halla mediante:

$$R_H = \frac{D}{4000} \times \frac{1 - \sin(\theta)}{\theta} \quad (3-91)$$

$$R_H = \frac{110mm}{4000} \times \frac{1 - \sin(131.59)}{131.59} = 0.019 m$$

**Columna 43: Fuerza tractiva –  $V_c$  [m/s]**

La velocidad crítica deberá ser mayor a la velocidad máxima, de este modo se evita un salto hidráulico y provoque daños en la tubería, la expresión de la velocidad crítica es la siguiente:

$$V_c = 6 \times \sqrt{g \times R_H} \quad (3-92)$$

$$V_c = 6 \times \sqrt{9.81 \text{ m/s}^2 \times 0.019 \text{ m}} = 2.56 \text{ m/s} > V_{\text{máx}}$$

**Columna 44: Fuerza tractiva –  $\tau$  [N/m<sup>2</sup>]**

$$\tau = \frac{\frac{S}{100} \times \gamma_w \times \frac{D}{1000}}{4} \times \frac{1 - \sin(\theta)}{\sin(\theta)} \quad (3-93)$$

Donde:

$\tau$ : Fuerza tractiva, N/m<sup>2</sup>

$\gamma_w$ : Peso específico del agua, 9810 N/m<sup>3</sup>

D: Diámetro interno de la tubería, 110 mm

S: Pendiente escogida, 1%

$$\tau = \frac{\frac{1}{100} \times 9810 \text{ N/m}^3 \times \frac{110 \text{ mm}}{1000}}{4} \times \frac{1 - \sin(131.59)}{131.59} = 1.82 \text{ N/m}^2$$

**Columna 45: Fuerza tractiva - ¿Cumple fuerza tractiva?**

Esta columna sirve como indicador de que la fuerza tractiva sea superior a 1.2 N/m<sup>2</sup>, de modo que permita el arrastre de los sólidos y que estos no se sedimenten.

$$\tau > 1.2 \text{ N/m}^2 = \text{¡ Cumple!} \quad (3-94)$$

**Columna 46: Número de Froude – Profundidad hidráulica [m]**

$$H = \frac{D}{8000} \times \frac{\theta - \sin(\theta)}{\sin(\theta/2)} \quad (3-95)$$

$$H = \frac{110 \text{ mm}}{8000} \times \frac{131.59 - \sin(131.59)}{\sin(131.59/2)} = 0.023 \text{ m}$$

**Columna 47: Número de Froude – NF**

$$NF = \frac{V_{m\acute{a}x}}{\sqrt{g \times H}} \quad (3-96)$$

$$NF = \frac{1.33m/s}{\sqrt{9.81m/s^2 \times 0.023m}} = 1.33$$

**Columna 48: Número de Froude - Régimen****Tabla 43**

*Tipo de régimen de acuerdo con el número de Froude*

<b>Criterio</b>	<b>Régimen</b>
NF<0.9	Subcrítico
0.9<NF<1.1	Transición*
NF>1.1	Supercrítico

*Nota.* El régimen en transición se lo considerará como supercrítico. Obtenido de EMAAP-Q

(2009)

Tabla 44

Validación de parámetros de diseño para aguas grises

VALIDACIÓN DE PARÁMETROS DE DISEÑO																										
RELACIONES HIDRÁULICAS						CONDICIONES MÁXIMAS			CONDICIONES MÍNIMAS			FUERZA TRACTIVA				ENERGÍA			Número de Frode							
Qo [l/s]	Vo [m/s]	qmáx/Qo	vmáx/Vo	dmáx/D	qmin/Qo	vmin/Vo	dmin/D	Vmáx [m/s]	Cumple velocidad?	d máx [mm]	Cumple tirante?	Vmin [m/s]	Cumple velocidad?	d min [mm]	Cumple tirante?	R <sub>bio</sub> [m]	θ	R <sub>f</sub> [m]	Vc [m/s]	τ [N/m <sup>2</sup> ]	Cumple fuerza tractiva?	v <sup>2</sup> /2g	LÍNEA DE ENERGÍA [m]	Profundidad Hidráulica [m]	NF	Regimen
24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
7.88	0.8	0.1	0.76	0.29	0.1903	0.76	0.29	0.6	Cump	32.4	Cump	0.6	Cump	32.4	Cump	0.02	131.5	0.01	2.5	1.8	Cump	0.0	0.05	0.02	1.3	supercritico
	3	9	9	5	77	9	5	4	le	5	le	4	le	5	le	8	9	9	6	2	le	2	3	3	3	co
7.88	0.8	0.1	0.76	0.29	0.1903	0.76	0.29	0.6	Cump	32.4	Cump	0.6	Cump	32.4	Cump	0.02	131.5	0.01	2.5	1.8	Cump	0.0	0.05	0.02	1.3	supercritico
	3	9	9	5	77	9	5	4	le	5	le	4	le	5	le	8	9	9	6	2	le	2	3	3	3	co
15.7	1.6	0.1	0.63	0.20	0.0951	0.63	0.20	1.0	Cump	22.8	Cump	1.0	Cump	22.8	Cump	0.02	108.5	0.01	2.2	5.3	Cump	0.0	0.07	0.01	2.6	supercritico
	6	6	0	0	89	0	8	4	le	8	le	4	le	8	le	8	4	4	0	9	le	6	8	6	3	co
13.6	1.4	0.1	0.65	0.22	0.1099	0.65	0.22	0.9	Cump	24.5	Cump	0.9	Cump	24.5	Cump	0.02	112.7	0.01	2.2	4.3	Cump	0.0	0.07	0.01	2.2	supercritico
	5	4	1	6	3	14	6	3	4	le	3	le	4	le	3	le	8	2	5	7	0	5	0	7	9	co

<b>7.88</b>	0.8	0.1	0.76	0.29	0.1903	0.76	0.29	0.6	Cump	32.4	Cump	0.6	Cump	32.4	Cump	0.02	131.5	0.01	2.5	1.8	Cump	0.0	0.05	0.02	1.3	supercriti
	3	9	9	5	77	9	5	4	le	5	le	4	le	5	le	8	9	9	6	2	le	2	3	3	3	co
<b>17.6</b>	1.8	0.0	0.61	0.19	0.0851	0.61	0.19	1.1	Cump	21.6	Cump	1.1	Cump	21.6	Cump	0.02	105.4	0.01	2.1	6.4	Cump	0.0	0.08	0.01	2.9	supercriti
	2	5	9	0	7	39	0	7	3	le	7	le	3	le	7	le	8	0	3	5	2	le	7	7	5	3

**Tabla 45**

*Validación de parámetros de diseño para aguas negras*

VALIDACIÓN DE PARÁMETROS DE DISEÑO																										
RELACIONES HIDRÁULICAS						CONDICIONES MÁXIMAS				CONDICIONES MÍNIMAS				FUERZA TRACTIVA				ENERGÍA		Número de Frode						
Qo [l/s]	Vo [m/s]	qmáx/Qo	vmáx/Vo	dmáx/D	qmin/Qo	vmin/Vo	dmin/D	Vmáx [m/s]	Cumple velocidad?	d máx [mm]	Cumple tirante?	Vmin [m/s]	Cumple velocidad?	d min [mm]	Cumple tirante?	R <sub>H0</sub> [m]	θ	R <sub>H</sub> [m]	Vc [m/s]	τ [N/m2]	Cumple fuerza tractiva?	v <sup>2</sup> /2g	LÍNEA DE ENERGÍA [m]	Profundidad Hidráulica [m]	NF	Regimen
24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50

<b>7.88</b>	0.8	0.1	0.76	0.29	0.1903	0.76	0.29	0.6	Cump	32.4	Cump	0.6	Cump	32.4	Cump	0.02	131.5	0.01	2.5	1.82	Cump	0.0	0.05	0.02	1.3	supercriti co
	3	9	9	5	77	9	5	4	le	5	le	4	le	5	le	8	9	9	6		le	2	3	3	3	
<b>7.88</b>	0.8	0.1	0.76	0.29	0.1903	0.76	0.29	0.6	Cump	32.4	Cump	0.6	Cump	32.4	Cump	0.02	131.5	0.01	2.5	1.82	Cump	0.0	0.05	0.02	1.3	supercriti co
	3	9	9	5	77	9	5	4	le	5	le	4	le	5	le	8	9	9	6		le	2	3	3	3	
<b>23.6</b> <b>4</b>	2.4	0.0	0.55	0.17	0.0634	0.55	0.17	1.3	Cump	18.7	Cump	1.3	Cump	18.7	Cump	0.02	97.40	0.01	2.0	10.1	Cump	0.1	0.11	0.01	3.8	supercriti co
	9	6	8		59	8		9	le		le	9	le		le	8		1	1		2	le	0	7	3	
<b>13.6</b> <b>5</b>	1.4	0.1	0.65	0.22	0.1099	0.65	0.22	0.9	Cump	24.5	Cump	0.9	Cump	24.5	Cump	0.02	112.7	0.01	2.2	4.30	Cump	0.0	0.07	0.01	2.2	supercriti co
	4	1	6	3	14	6	3	4	le	3	le	4	le	3	le	8	2	5	7		le	5	0	7	9	
<b>7.88</b>	0.8	0.1	0.76	0.29	0.1903	0.76	0.29	0.6	Cump	32.4	Cump	0.6	Cump	32.4	Cump	0.02	131.5	0.01	2.5	1.82	Cump	0.0	0.05	0.02	1.3	supercriti co
	3	9	9	5	77	9	5	4	le	5	le	4	le	5	le	8	9	9	6		le	2	3	3	3	
<b>17.6</b> <b>2</b>	1.8	0.0	0.61	0.19	0.0851	0.61	0.19	1.1	Cump	21.6	Cump	1.1	Cump	21.6	Cump	0.02	105.4	0.01	2.1	6.42	Cump	0.0	0.08	0.01	2.9	supercriti co
	5	9	0	7	39	0	7	3	le	7	le	3	le	7	le	8	0	3	5		le	7	7	5	3	

### 3.1.2.4 Salto

#### Columna 49: Diámetro del pozo [m]

El diámetro del pozo de inspección es de 1.2 m para ambos sistemas de alcantarillado.

$$\text{Ejemplo: } D_p = 1.2m$$

#### Columna 50: Radio de curvatura [m]

Se expresa como el diámetro del pozo entre 2.

$$r_c = \frac{D_p}{2} = 0.60m \quad (3-97)$$

#### Columna 51: $r_c/D_s$

Corresponde a la relación entre el radio de curvatura con el diámetro interno de la tubería

$$\frac{r_c}{D_s} = \frac{0.6m}{110mm \times 1000} = 5.45 \quad (3-98)$$

#### Columna 52: $A:A*v^2/2g$

Esta columna contiene el factor para calcular la pérdida de energía por cambio de dirección.

**Tabla 46**

*Pérdida de energía por cambio de dirección*

Régimen del flujo	$r_c/D_s$	$\Delta H_d$
Subcrítico	1.0 – 1.5	$0.40 V^2/2g$
	1.5 – 3.0	$0.20 V^2/2g$
	>3.0	$0.05 V^2/2g$
Supercrítico	6.0 – 8.0	$0.40 V^2/2g$
	8.0 – 10.0	$0.20 V^2/2g$
	>10.0	$0.05 V^2/2g$

*Nota.* Tabla obtenida de EMAAP-Q (2009)

**Columna 53: v entrada [m/s]**

La velocidad de entrada colocada en esta columna es el promedio de todas las velocidades de la tubería de ingreso. Para este caso con la tubería T2 se deberá colocar la velocidad de la tubería T1.

$$\text{Ejemplo: } v_{\text{entrada}} = 0.61\text{m/s}$$

**Columna 54: Pérdida de energía por cambio de dirección [m]**

En esta columna se registra la pérdida de energía hidráulica ocasionada por las variaciones en la trayectoria del flujo dentro del sistema de alcantarillado, como ocurre con los pozos de inspección.

$$\Delta H_d = A \times \frac{v^2}{2g} \quad (3-99)$$

$$\Delta H_d = 0.4 \times \frac{(0.64\text{m/s})^2}{2 \times 9.81\text{m/s}^2} = 0.008\text{m}$$

**Columna 55: k**

Para estimar el coeficiente de velocidad promedio se debe regir bajo 2 criterios.

$$V_{\text{entrada}} \geq V_{\text{salida}}; k = 0.2 \quad (3-100)$$

$$V_{\text{entrada}} < V_{\text{salida}}; k = 0.1 \quad (3-101)$$

$$0.64\text{m/s} \geq 0.64\text{m/s}; k = 0.2$$

**Columna 56: Pérdida por unión de tuberías [m]**

En esta columna se detalla la pérdida de energía hidráulica que ocurre en los puntos donde dos tuberías se conectan, en el caso de la tubería T3 se tiene:

$$\Delta H_t = k \times \left| \frac{V_{\text{salida}}^2}{2g} - \frac{V_{\text{entrada}}^2}{2g} \right| \quad (3-102)$$

$$\Delta H_t = 0.2 \times \left| \frac{(0.64\text{m/s})^2}{2 \times 9.81\text{m/s}^2} - \frac{(0.64\text{m/s})^2}{2 \times 9.81\text{m/s}^2} \right| = 0.00\text{m}$$

**Columna 57: Tipo de empate**

En esta celda se deberá colocar un número según corresponda el caso, para poder estimar la pérdida de energía que mejor se adapta al caso. Por esta razón para la tubería T2 este valor es igual a 1.

**Tabla 47***Tipos de empate*

Tipo de empate	Caso
1	Cambio de dirección y transición
2	Cambio de dirección
3	Transición

**Columna 58: Pérdida de energía [m]**

Para calcular las pérdidas para el caso 1, se lo hace con la suma de las pérdidas de cambio por cambio de dirección y por unión de tuberías.

$$\Delta H_e = \Delta H_d + \Delta H_t \quad (3-103)$$

$$\Delta H_e = 0.08m + 0.000m = 0.008m$$

**Columna 59: Energía de entrada [m]**

$$E_1 = \frac{d_{entrada}}{1000} + \frac{V_{entrada}^2}{2g} \quad (3-104)$$

$$E_1 = \frac{32.45mm}{1000} \times \frac{0.64m/s^2}{2 \times 9.81m/s^2} = 0.053m$$

**Columna 60: Energía de salida [m]**

$$E_2 = \frac{d_{salida}}{1000} + \frac{V_{salida}^2}{2g} \quad (3-105)$$

$$E_2 = \frac{32.45mm}{1000} \times \frac{0.64m/s^2}{2 \times 9.81m/s^2} = 0.053m$$

**Columna 61: Salto subcrítico Z1 – Z2[m]**

$$\begin{aligned} \text{Salto}_{Z1-Z2} &= E_2 - E_1 + \Delta H_e \\ \text{Salto}_{Z1-Z2} &= 0.008m - 0.053m + 0.053m = 0.008m \end{aligned} \quad (3-106)$$





**Columna 62: Sumergida o no sumergida [m]**

Para estimar si la entrada es sumergida o no sumergida se necesita del siguiente parámetro

$$H_{tubería} = \frac{\frac{Q_{diseño}}{1000}}{\left(\frac{D_{interno}}{1000}\right)^2} \times \sqrt{g \times \frac{D_{interno}}{1000}} \quad (3-107)$$

$$H_{tubería} = \frac{\frac{1.5l/s}{1000}}{\left(\frac{110mm}{1000}\right)^2} \times \sqrt{9.81m/s^2 \times \frac{110mm}{1000}} = 0.119m$$

**Columna 63: Estado**

En esta columna se impone el criterio para identificar su el estado de la tubería es sumergida o no sumergida, el valor de la columna 62 debe ser menor a 0.62m.

$$H_{tubería} < 0.62m =_i \text{Cumple!} \quad (3-108)$$

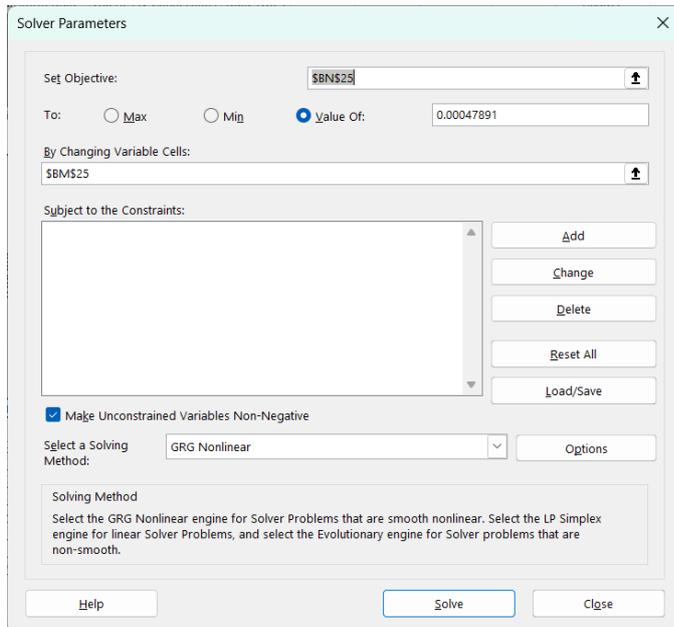
**Columna 64:  $Q/g^{0.5}$** 

Es la relación del caudal de diseño con la raíz de la gravedad

$$\text{Ejemplo: } \frac{Q_{diseño}/1000}{\sqrt{g}} = \frac{1.15l/s/1000}{\sqrt{9.81m/s^2}} = 0.00047891$$

**Columna 65: Teta crítico [radianes]**

Con el valor hallado en la columna 64 y 65, se procede a utilizar un proceso iterativo para hallar el valor de teta crítico

**Tabla 50***Parámetros para calcular teta crítico***Columna 66:  $A \cdot H^{0.5}$** 

Valor que servirá como parámetro para hallar teta crítico, su expresión para ser calculada es:

$$\frac{\sqrt{2}}{32} \times \frac{(\theta_c - \sin(\theta_c))^{1.5}}{(\sin(\frac{\theta_c}{2}))^{0.5}} \times \left(\frac{D_{interno}}{1000}\right)^2 \quad (3-109)$$

$$\frac{\sqrt{2}}{32} \times \frac{(1.83 - \sin(1.83))^{1.5}}{(\sin(\frac{1.83}{2}))^{0.5}} \times \left(\frac{110mm}{1000}\right)^2 = 0.00047882$$

**Columna 67: Tirante crítico [m]**

$$Y_c = \frac{D_{interno}}{2000} \times 1 - \cos(\theta_c/2) \quad (3-110)$$

$$Y_c = \frac{110mm}{2000} \times 1 - \cos(1.83/2) = 0.00631m$$

**Columna 68: Área crítica [m<sup>2</sup>]**

$$A_c = \frac{\left(\frac{D_{interno}}{1000}\right)^2}{8} \times (\theta_c - \sin(\theta_c)) \quad (3-111)$$

$$A_c = \frac{\left(\frac{110mm}{1000}\right)^2}{8} \times (1.83 - \sin(1.83)) = 0.0013m^2$$

**Columna 69: Velocidad crítica [m/s]**

$$V_c = \frac{Q_{diseño}}{1000A_c} \quad (3-112)$$

$$V_c = \frac{1.5l/s}{1000 \times 0.0013m^2} = 1.15m/s$$

**Columna 70: H crítico [m]**

$$H_c = Y_c + \frac{V_c^2}{2g} \quad (3-113)$$

$$H_c = 0.00631m + \frac{(1.15m/s)^2}{2 \times 9.81m/s^2} = 0.07m$$

**Columna 71: H esperado [m]**

$$H_e = 0.58 \times \frac{D_{interno}}{1000} \times \left( \frac{Q_{diseño}}{\frac{D_{interno}}{1000}} \times \sqrt{g \times \left(\frac{D_{interno}}{1000}\right)} \right)^{2.67} \quad (3-114)$$

$$H_e = 0.58 \times \frac{110mm}{1000} \times \left( \frac{\frac{1.5l/s}{1000}}{\frac{110mm}{1000}} \times \sqrt{9.81m/s^2 \times \left(\frac{110mm}{1000}\right)} \right)^{2.67} = 6.03 \times 10^{-7}$$

**Columna 72: D<sub>p</sub>/D<sub>s</sub>**

Relación entre el diámetro del pozo de inspección con el diámetro interno de la tubería

$$\frac{D_p}{D_s} = \frac{1.2m}{\frac{110mm}{1000}} = 10.91 \quad (3-115)$$

**Columna 73: K**

Coefficiente en pozos de unión con caída, para identificar este valor se debe guiar con la siguiente tabla. Con la relación obtenida de la columna 72 si tiene un valor de  $K=1.2$

**Tabla 51**

*Coeficiente k en pozos de unión con caída*

<b>Dp/Ds</b>	<b>K</b>
<b>&gt; 2.0</b>	1.2
<b>1.6 – 2.0</b>	1.3
<b>1.3 – 1.6</b>	1.4
<b>&lt; 1.3</b>	1.5

*Nota.* Tabla obtenida de EMAAP-Q (2009)

**Columna 74: Caída en el pozo [m]**

$$H_w = K \times (H_c + H_e) \quad (3-116)$$

$$H_w = 1.2 \times (0.074 + 0.000) = 0.089m$$

**Columna 75: Salto supercrítico**

Es la diferencia entre el tirante crítico y la caída del pozo

$$S_{supercritico} = H_w - Y_c \quad (3-117)$$

$$S_{supercritico} = 0.089m - 0.006m = 0.083m$$

**Columna 76: Salto**

Esta columna elige entre el salto subcrítico (Columna 61) y el salto supercrítico (Columna 75) según sea el caso

$$\text{Ejemplo: Salto} = 0.083m$$

**Columna 77: Salto seleccionado**

En esta columna se propone un salto para facilidad en los procesos constructivos, para este caso se escogió un valor de 0.1m

**Tabla 52**

*Cálculo del salto para régimen supercrítico de aguas grises*

Régimen supercrítico NF >0.9															
Sumergido o no sumergido	Estado	No sumergido											Salto supercrítico	SALTO [m]	Salto seleccionado. [m]
		Q/raiz(g)	Teta crítico, $\theta_c$ , (rad)	A*raiz(H)	Tirante crítico $Y_c$ [m]	Área crítica $A_c$ [m <sup>2</sup> ]	Velocidad crítica $V_c$ [m/s]	$H_c$ [m]	$H_e$ [m]	Dp/Ds	K	Caída en el pozo $H_w$ [m]			
62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
0.119	No Sumergida	0.00047891	1.826781	0.00047882	0.00631	0.0013	1.154031	0.07419	0.0000006	10.91	1.2	0.089	0.083	0.083	0.1
0.119	No Sumergida	0.00047891	1.826781	0.00047882	0.00445	0.0013	1.154031	0.072328	0.0000006	10.91	1.2	0.087	0.082	0.082	0.1
0.119	No Sumergida	0.00047891	1.826781	0.00047882	0.00477	0.0013	1.154031	0.072649	0.0000006	10.91	1.2	0.087	0.082	0.082	0.1
0.119	No Sumergida	0.00047891	1.826781	0.00047882	0.00631	0.0013	1.154031	0.07419	0.0000006	10.91	1.2	0.089	0.083	0.083	0.1

Tabla 53

Cálculo del salto para régimen supercrítico de aguas negras

Régimen supercrítico $NF > 0.9$																
Sumergido o no sumergido	Estado	No sumergido											Salto supercrítico	SALTO [m]	Salto seleccionado. [m]	
		Q/raiz(g)	Teta crítico, $\theta_c$ , (rad)	A <sup>3</sup> raiz(H)	Tirante crítico $Y_c$ [m]	Área crítica $A_c$ [m <sup>2</sup> ]	Velocidad crítica $V_c$ [m/s]	$H_c$ [m]	$H_e$ [m]	Dp/Ds	K	Caída en el pozo $H_w$ [m]				
62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	
0.119	No Sumergida	0.00047891	1.826781	0.00047882	0.015866	0.0013	1.154031	0.083745	0.0000006	10.91	1.2	0.100	0.085	0.0846	0.1	
0.119	No Sumergida	0.00047891	1.826781	0.00047882	0.009143	0.0013	1.154031	0.077022	0.0000006	10.91	1.2	0.092	0.083	0.0833	0.1	
0.119	No Sumergida	0.00047891	1.826781	0.00047882	0.011994	0.0013	1.154031	0.079873	0.0000006	10.91	1.2	0.096	0.084	0.0839	0.1	
0.119	No Sumergida	0.00047891	1.826781	0.00047882	0.015866	0.0013	1.154031	0.083745	0.0000006	10.91	1.2	0.100	0.085	0.0846	0.1	

### 3.1.2.5 Cotas y profundidades

#### Columna 78: Desnivel

$$Desnivel = Longitud \times \frac{Pendiente}{100} \quad (3-118)$$

$$Desnivel = 14.71m \times \frac{1}{100} = 0.147m$$

#### Columna 79: Diferencia de cota de terreno inicial y lomo de tubería inicial [m]

$$Cota\ terreno - Cota\ lomo_{inicial} \quad (3-119)$$

$$381.000m - 379.612m = 1.200m$$

#### Columna 80: Diferencia de cota de terreno inicial y lomo de tubería final [m]

$$Cota\ terreno - Cota\ lomo_{final} \quad (3-120)$$

$$381.000m - 379.465m = 1.535m$$

#### Columna 81: Cota terreno – Inicio [m]

$$\text{Ejemplo: } Cota\ terreno_{inicio} = 381.000m$$

#### Columna 82: Cota terreno – Final [m]

$$\text{Ejemplo: } Cota\ terreno_{final} = 381.000m$$

#### Columna 83: Cota lomo – Inicio [m]

$$Cota\ lomo_{inicio} = Cota\ lomo_{final} - Salto \quad (3-121)$$

$$Cota\ lomo_{inicio} = 379.712m - 0.1m = 379.612$$

#### Columna 84: Cota lomo – Final [m]

$$Cota\ lomo_{final} = Cota\ lomo_{inicio} - Desnivel \quad (3-122)$$

$$Cota\ lomo_{final} = 379.612m - 0.147m = 379.465$$

#### Columna 85: Cota invert – Inicio [m]

$$Cota\ invert_{inicio} = Cota\ lomo_{inicio} - \frac{D_{interior}}{1000} - \frac{espesor}{1000} \quad (3-123)$$

$$Cota\ invert_{inicio} = 379.612m - \frac{110mm}{1000} - \frac{7.5mm}{1000} = 379.495m$$

**Columna 86: Cota invert – Final [m]**

$$Cota\ invert_{final} = Cota\ lomo_{final} - \frac{D_{interior}}{1000} - \frac{espesor}{1000} \quad (3-124)$$

$$Cota\ invert_{final} = 379.465m - \frac{110mm}{1000} - \frac{7.5mm}{1000} = 379.347m$$

**Columna 87: Cota lámina de agua- Inicio [m]**

$$Cota\ agua_{inicio} = Cota\ invert_{inicio} + d_{m\acute{a}x} \quad (3-125)$$

$$Cota\ agua_{inicio} = 379.495m + \frac{32.45mm}{1000} = 379.527m$$

**Columna 88: Cota lámina de agua- Final [m]**

$$Cota\ agua_{final} = Cota\ invert_{final} + d_{m\acute{a}x} \quad (3-126)$$

$$Cota\ agua_{final} = 379.347m + \frac{32.45mm}{1000} = 379.380m$$

**Columna 89: Cota de energía – Inicio [m]**

$$Cota\ energ\u00eda_{inicio} = Cota\ agua_{inicio} + \frac{V^2}{2g} \quad (3-127)$$

$$Cota\ energ\u00eda_{inicio} = 379.527m + \frac{(0.64m/s)^2}{2 \times 9.81m/s^2} = 379.548m$$

**Columna 90: Cota de energía – Final [m]**

$$Cota\ energ\u00eda_{final} = Cota\ agua_{final} + \frac{V^2}{2g} \quad (3-128)$$

$$Cota\ energ\u00eda_{final} = 379.380m + \frac{(0.64m/s)^2}{2 \times 9.81m/s^2} = 379.401m$$

**Columna 91: Profundidad de corona – Inicio [m]**

$$Corona_{inicio} = Cota\ terreno_{inicio} - Cota\ lomo_{inicio} + \frac{espesor}{1000} \quad (3-129)$$

$$Corona_{inicio} = 381.000m - 379.612m + \frac{7.5mm}{1000} = 1.4m$$

**Columna 92: Profundidad de corona – Final [m]**

$$Corona_{final} = Cota\ terreno_{final} - Cota\ lomo_{final} + \frac{espesor}{1000} \quad (3-130)$$

$$Corona_{final} = 381.000m - 379.465m + \frac{7.5mm}{1000} = 1.54m$$

**Columna 93: Profundidad de zanja – Inicio [m]**

$$Zanja_{inicio} = Cota\ terreno_{inicio} - Cota\ invert_{inicio} + \frac{espesor}{1000} + arena \quad (3-131)$$

$$Zanja_{inicio} = 381.000m - 379.495m + \frac{7.5mm}{1000} + 0.1m = 1.61m$$

**Columna 94: Profundidad de zanja – Final [m]**

$$Zanja_{final} = Cota\ terreno_{final} - Cota\ invert_{final} + \frac{espesor}{1000} + arena \quad (3-132)$$

$$Zanja_{inicio} = 381.000m - 379.347m + \frac{7.5mm}{1000} + 0.1m = 1.76m$$

**Columna 95: Profundidad de pozo – Inicio [m]**

$$Pozo_{inicio} = Cota\ terreno_{inicio} - Cota\ invert_{inicio} + \frac{espesor}{1000} + relleno \quad (3-133)$$

$$Pozo_{inicio} = 381.000m - 379.495m + \frac{7.5mm}{1000} + 0.6m = 2.11m$$

**Columna 96: Profundidad de pozo – Final [m]**

$$Pozo_{inicio} = Cota\ terreno_{inicio} - Cota\ invert_{inicio} + \frac{espesor}{1000} + relleno \quad (3-134)$$

$$Pozo_{inicio} = 381.000m - 379.347m + \frac{7.5mm}{1000} + 0.6m = 2.26m$$

Tabla 54

Cálculo de cotas y profundidades de aguas grises

## COTAS Y PROFUNDIDADES

Desnivel [m]	Diferencia de Cota de Terreno y Lomo de tubería Inicial [m]	Diferencia de Cota de Terreno y Lomo de tubería Final [m]	COTA TERRENO		COTA LOMO		COTA INVERT (BATEA)		COTA LAMINA DE AGUA		COTA DE ENERGÍA		PROFUNDIDAD A CORONA		PROFUNDIDAD DE ZANJA		PROFUNDIDAD DE POZO	
			Inicio [msnm]	Final [msnm]	Inicio [msnm]	Final [msnm]	Inicio [msnm]	Final [msnm]	Inicio [msnm]	Final [msnm]	Inicio [msnm]	Final [msnm]	Inicio [m]	Final [m]	Inicio [msnm]	Final [msnm]	Inicio [msnm]	Final [msnm]
78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
0.088	1.200	1.288	381.000	381.000	379.800	379.712	379.683	379.595	379.715	379.627	379.736	379.648	1.21	1.30	1.43	1.51	1.93	2.01
0.147	1.388	1.535	381.000	381.000	379.612	379.465	379.495	379.347	379.527	379.380	379.548	379.401	1.40	1.54	1.61	1.76	2.11	2.26
0.554	1.635	1.242	381.000	380.053	379.365	378.811	379.247	378.693	379.270	378.716	379.326	378.772	1.64	1.25	1.86	1.47	2.36	1.97
0.596	1.342	1.224	380.053	379.339	378.711	378.115	378.593	377.998	378.618	378.022	378.663	378.067	1.35	1.23	1.57	1.45	2.07	1.95
0.038	1.324	1.362	379.339	379.340	378.015	377.978	377.898	377.860	377.930	377.893	377.951	377.913	1.33	1.37	1.55	1.59	2.05	2.09
0.148	1.200	0.236	380.450	379.339	379.250	379.103	379.133	378.985	379.154	379.007	379.219	379.072	1.21	0.24	1.43	0.46	1.93	0.96

Tabla 55

Cálculo de cotas y profundidades de aguas negras

			COTAS Y PROFUNDIDADES															
Desnivel [m]	Diferencia de Cota de Terreno y Lomo de tubería Inicial [m]	Diferencia de Cota de Terreno y Lomo de tubería Final [m]	COTA TERRENO		COTA LOMO		COTA INVERT (BATEA)		COTA LAMINA DE AGUA		COTA DE ENERGÍA		PROFUNDIDAD A CORONA		PROFUNDIDAD DE ZANJA		PROFUNDIDAD DE POZO	
			Inicio [msnm]	Final [msnm]	Inicio [msnm]	Final [msnm]	Inicio [msnm]	Final [msnm]	Inicio [msnm]	Final [msnm]	Inicio [msnm]	Final [msnm]	Inicio [m]	Final [ms]	Inicio [msnm]	Final [msnm]	Inicio [msnm]	Final [msnm]
78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
0.140	1.200	1.340	381.000	381.000	379.80	379.66	379.68	379.54	379.71	379.58	379.74	379.60	1.21	1.35	1.43	1.56	1.93	2.06
0.107	1.440	1.547	381.000	381.000	379.56	379.45	379.44	379.34	379.48	379.37	379.50	379.39	1.45	1.55	1.66	1.77	2.16	2.27
1.388	1.647	1.264	381.000	379.229	379.35	377.97	379.24	377.85	379.25	377.87	379.35	377.96	1.65	1.27	1.87	1.49	2.37	1.99
0.501	1.364	1.287	379.229	378.651	377.87	377.36	377.75	377.25	377.77	377.27	377.82	377.32	1.37	1.29	1.59	1.51	2.09	2.01
0.057	1.387	1.442	378.651	378.649	377.26	377.21	377.15	377.09	377.18	377.12	377.20	377.14	1.39	1.45	1.61	1.67	2.11	2.17
0.289	1.200	0.1085	380.031	378.651	378.83	378.54	378.71	378.43	378.74	378.45	378.80	378.51	1.21	0.12	1.43	0.33	1.93	0.83

### 3.1.2.6 Volúmenes de obras

**Columna 97: Ancho de zanja [m]**

$$Ancho = \frac{D}{1000} + 0.6 \quad (3-135)$$

$$Ancho = \frac{125mm}{1000} + 0.6m = 0.73m$$

**Columna 98: Volumen de excavación [m<sup>3</sup>]**

$$V_{exc} = \frac{(Zanja_{inicio} + Zanja_{final})}{2} \times Ancho \times Longitud + V_{arena} \quad (3-136)$$

$$\frac{(1.61m + 1.76m)}{2} \times 0.73m \times 14.71m + 1.07m^3 = 19.05m^3$$

**Columna 99: Volumen total de desalojo (5% de esponjamiento) [m<sup>3</sup>]**

$$V_{desa} = V_{exc} - V_{mejora} - \left( \frac{\pi \times \frac{D^2}{1000}}{4} \times Longitud \right) - V_{arena} \quad (3-137)$$

$$V_{desa} = 19.05m^3 - 0.22m^3 - \left( \frac{\pi \times \frac{110mm^2}{1000}}{4} \times 14.71 \right) - 1.07m^3 = 18.47m^3$$

**Columna 100: Volumen de arena [m<sup>3</sup>]**

$$V_{arena} = Longitud \times Ancho \times Profundidad \quad (3-138)$$

$$V_{arena} = 14.71m \times 0.73m \times 0.1m = 1.07m^3$$

**Columna 101: Volumen de mejoramiento [m<sup>3</sup>]**

$$V_{mejora} = \left( \left( 0.3 \times \frac{D}{1000} \right) \times Longitud \times Ancho \right) - \left( \frac{\pi \times \frac{D^2}{1000}}{4} \times Longitud \right) \quad (3-139)$$

$$V_{mejora} = \left( \left( 0.3 \times \frac{110mm}{1000} \right) \times 14.71m \times 0.73m \right) - \left( \frac{\pi \times \frac{110mm^2}{1000}}{4} \times 14.71m \right) = 0.22m^3$$

**Tabla 56***Cálculo de volúmenes de obra para aguas grises*

VOLÚMENES DE OBRA				
ANCHO DE ZANJA [m]	VOLUMEN TOTAL DE EXCAVACIÓN [m3]	VOLUMEN TOTAL DE DESALOJO (5% ESPONJAMIENTO) [m3]	Volumen de Arena [m3]	Volumen de mejoramiento [m3]
97	98	99	100	101
0.73	10.01	9.59	0.64	0.13
0.73	19.05	18.47	1.07	0.22
0.73	17.71	17.14	1.00	0.21
0.73	23.15	22.23	1.44	0.30
0.73	4.54	4.37	0.27	0.06
0.73	2.23	2.03	0.21	0.04
<b>TOTAL</b>	76.69	73.84	4.63	0.95

**Tabla 57***Cálculo de volúmenes de obra para aguas negras*

VOLÚMENES DE OBRA				
ANCHO DE ZANJA [m]	VOLUMEN TOTAL DE EXCAVACIÓN [m3]	VOLUMEN TOTAL DE DESALOJO (5% ESPONJAMIENTO) [m3]	Volumen de Arena [m3]	Volumen de mejoramiento [m3]
97	98	99	100	101
0.73	16.17	15.68	1.01	0.21
0.73	14.11	13.82	0.78	0.16
0.73	19.90	19.47	1.12	0.23
0.73	19.99	19.45	1.21	0.25
0.73	7.18	7.00	0.41	0.08
0.73	4.10	3.76	0.42	0.09
<b>TOTAL</b>	81.44	79.16	4.95	1.02

**3.1.2.7 Diseño de pozo séptico:** El pozo séptico consta de varios compartimientos por donde va a pasar el fluido y se va a separar los sólidos de los líquidos. Los datos referentes para el diseño ronda en cuanto a caudales de las aguas negras, dotación, volumen, entre otros.

**Tabla 58**

*Parámetros para el diseño de pozo séptico*

<b>Parámetros</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Dotación	150.00	l/s/hab
Relación AS/AP	80.00	%
Relación AN/AG	61.00	%
Habitantes	45.00	habitantes
Caudal	3294.00	l/día
Tiempo de retención, T	0.5	días
Contribución de lodos frescos, Lf	0.2	l/hab/día
Contribución de aguas residuales	73.2	l/hab/día
Volumen útil mínimo	1250	l

Se utilizarán 2 cámaras colocadas en serie al cual se encontrará el volumen requerido con:

$$V = 1.3 * N * (C * T_{retención} + 100 * L_f) \quad (3-140)$$

$$V = 3.31 \text{ m}^3$$

En el volumen del filtro se requiere la siguiente ecuación

$$V_{filtro} = 1.6 * N * C_{aguas.residuales} * T_{retención} \quad (3-141)$$

$$V_{filtro} = 2.64 \text{ m}^3$$

Según la normativa (RAS, 2000) se tienen valores para las dimensiones de las cámaras.

$$Ancho_{min} = 0.8 \rightarrow Ancho_{coloc} = 1 \text{ m}$$

$$H_{\min} = 1.2 \text{ m} \rightarrow H_{\max} = 2.5 \text{ m} \rightarrow H_{\text{coloc}} = 1.4 \text{ m}$$

$$V_{1\text{ra.cámara}} = 2.24 \text{ m}^3$$

$$V_{2\text{da.cámara}} = 1.12 \text{ m}^3$$

$$L_{1\text{ra.cámara}} = 1.6 \text{ m}$$

$$L_{2\text{da.cámara}} = 0.8 \text{ m}^3$$

Para considerar esas dimensiones se deben cumplir las siguientes condiciones de las normativas

$$2 \leq L/\text{Ancho} \leq 4 \quad 2 \leq (L_{1\text{ra.cámara}} + L_{2\text{da.cámara}})/\text{Ancho}_{\text{coloc}} \leq 4$$

$$2 \leq (1.6 + 0.8)/1 \leq 4 \quad 2 \leq 2.4 \leq 4$$

Otras consideraciones referentes a las cámaras son:

$$\text{Borde libre} = 45 \text{ cm}$$

$$H_{\text{total}} = \text{Bordelibre} + H_{\text{tanque}} = 0.45 + 1.4 = 1.85 \text{ m}$$

$$V_{\text{total}} = 4.44 \text{ m}^3$$

$$\emptyset_{\text{tubería.salida}} = 6 \text{ pulg} \quad H_{\text{filtro}} = 1.32 \text{ m} \quad L_{\text{filtro}} = 2 \text{ m} \quad A_{\text{filtro}} = 1 \text{ m}$$

$$V_{\text{filtro.util}} = 2.64 \text{ m}^3 \quad V_{\text{filtro.total}} = 3.7 \text{ m}^3$$

**3.1.2.8 Armado en pozo séptico:** Al igual que en la cisterna se divide el armado en tanto en los muros como en las losas. Las losas se ven sometidas por pesos sobrepuestos y los muros por los empujes generados por el suelo y por el agua.

Con las dimensiones establecidas y los valores siguientes podemos estimar en empuje y posteriormente el armado de los muros.

$$f'c = \frac{240 \text{ kg}}{\text{cm}^2} \quad fy = 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad \emptyset_{\text{suelo}} = 30^\circ \quad \text{recubrimiento} = 40 \text{ mm}$$

$$\emptyset_{\text{varilla}} = 2 \text{ cm} \quad \gamma_{\text{suelo}} = 2160 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \gamma_{\text{agua}} = \frac{1000 \text{ kg}}{\text{m}^3} \quad \gamma_{\text{concreto}} = \frac{2400 \text{ kg}}{\text{m}^3}$$

$$e_{\text{losas}} = e_{\text{muros}} = 20 \text{ cm}$$

En los muros se debe comparar el empuje generado por el suelo y por el agua, el que dé un mayor resultado será la cual domine el diseño a flexión.

Con la ecuación (3-54) encontramos el coeficiente de empuje activo del suelo y con la ecuación (3-55) encontramos el empuje generado por el suelo. Usando la ecuación (3-56) y junto con el centroide del empuje obtenido en la ecuación (3-57) encontramos el momento último, ecuación (3-59), el cual utilizaremos para encontrar las ecuaciones (3-62) y (3-63). Se realiza un procedimiento similar para encontrar el empuje del agua, pero se toma el peso específico del agua y la altura de la misma para el centroide. Los valores para el muro transversal son

$$E_{suelo} = 1.358 \text{ ton/m} \quad bp_{suelo} = 0.55 \quad Mf = 0.676 \text{ ton} \quad Mu = 0.747 \text{ ton} * m$$

$$Ru = 5.65 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad \rho_s = 0.002$$

$$E_{agua} = 1.886 \text{ ton/m} \quad bp_{agua} = 0.617 \quad Mf_{agua} = 1.055 \text{ ton} \quad Mu_{agua} = 1.783 \text{ ton} * m$$

$$Ru_{agua} = 8.807 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad \rho_{s_{agua}} = 0.002 \quad \rho_{min} = 0.003$$

Se compara las cuantías, incluyendo la cuantía mínima, y se elige la más desfavorable (la mayor) con la cual se van a seleccionar las varillas y separación.

$$\rho = 0.003 \quad A_{s_{transv}} = 5 \text{ cm}^2 \quad \phi_{varilla} = 10 \text{ mm} \quad No_{varillas} = 7.366 \approx 8 \text{ varillas}$$

$$\text{Separación} = 25 \text{ cm}$$

Para todos los muros transversales se respeta esa distribución.

Para el acero transversal se toma la cuantía mínima y se eligen varillas de acero menor o iguales a las longitudinales.

$$\rho = 0.003 \quad A_{s_{transv}} = 5 \text{ cm}^2 \quad \phi_{varilla} = 8 \text{ mm} \quad No_{varillas} = 9.94 \approx 10 \text{ varillas}$$

$$\text{Separación} = 10 \text{ cm}$$

Los muros longitudinales comparten las mismas características que las transversales con respecto a los empujes, sin embargo, las dimensiones diferentes generan una distribución diferente.

*Para muros laterales de 1.6 metros*

$$\rho = 0.003 \quad A_{s_{transv}} = 8 \text{ cm}^2 \quad \Phi_{varilla} = 12 \text{ mm} \quad N_{o_{varillas}} = 7.074 \approx$$

8 varillas

$$\text{Separación} = 20 \text{ cm}$$

Acero transversal

$$\rho = 0.003 \quad A_{s_{transv}} = 8 \text{ cm}^2 \quad \Phi_{varilla} = 10 \text{ mm} \quad N_{o_{varillas}} = 10.186 \approx$$

11 varillas

$$\text{Separación} = 15 \text{ cm}$$

*Para muros laterales de 0.8 metros*

$$\rho = 0.003 \quad A_{s_{transv}} = 4 \text{ cm}^2 \quad \Phi_{varilla} = 8 \text{ mm} \quad N_{o_{varillas}} = 7.958 \approx 8 \text{ varillas}$$

$$\text{Separación} \approx 20 \text{ cm}$$

Para los aceros transversales se elige la misma distribución

*Para muros laterales de 0.6 metros*

$$\rho = 0.004 \quad A_{s_{transv}} = 3.6 \text{ cm}^2 \quad \Phi_{varilla} = 10 \text{ mm} \quad N_{o_{varillas}} = 4.58 \approx$$

5 varillas

$$\text{Separación} \approx 10 \text{ cm}$$

Acero transversal

$$\rho = 0.003 \quad A_{s_{transv}} = 3 \text{ cm}^2 \quad \Phi_{varilla} = 8 \text{ mm} \quad N_{o_{varillas}} = 5.968 \approx$$

6 varillas

$$\text{Separación} = 30 \text{ cm}$$

Para muros laterales de 2 metros

$$\rho = 0.003 \quad A_{S_{transv}} = 10 \text{ cm}^2 \quad \phi_{varilla} = 12 \text{ mm} \quad N_{o_{varillas}} = 8.84 \approx$$

9 varillas

Separación  $\approx$  25 cm

Para el acero transversal se usa la misma distribución

Para el diseño de losas tanto se debe tomar en cuenta los diferentes pesos actuantes. Para el cálculo de carga muerta se usa la ecuación (3-68) que toma en cuenta la carga del peso y el peso de los muros. Para la carga viva se toma en cuenta el peso del agua. Luego de aplicar la mayoración de carga para las cargas vivas y muertas como muestra en la ecuación (3-69) y, al tratarse de losas unidas a una estructura, esta se evalúa en forma de empotramiento por lo que se encuentra el momento máximo de flexión con la ecuación (3-70), este momento es el que se usa en la ecuación (3-62) y posteriormente en la ecuación (3-63) para distribuir el armado.

Losa

$$W_d = 15200 \text{ kg/m} \quad W_u = 22130 \text{ kg/m} \quad M_{max} = 16.6 \text{ ton} * m \quad R_{losa} = 8.96 \text{ kg/cm}^2$$

$$\rho_s = 0.033 \quad \rho_{coloc} = 0.033 \quad A_s = 49 \text{ cm}^2 \quad \phi_{varilla} = 18 \text{ mm}$$

$$N_{o_{varillas}} = 19.25 \approx 20 \text{ varillas} \quad \text{Separación} = 15 \text{ cm}$$

**Tabla 59**

*Distribución de acero de pozo séptico*

Elemento		No Aceros	S(espaciamiento) [cm]	Diámetro de varilla [mm]
Losa superior	Longitudinal	20	15	18
	Transversal	10	10	8
Losa inferior	Longitudinal	20	15	18

Elemento		No Aceros	S(espaciamiento) [cm]	Diámetro de varilla [mm]
Muros transversales	Transversal	10	10	8
	Longitudinal	8	25	10
	Transversal	10	10	8
Muro longitudinal 1 b=160cm	Longitudinal	8	20	12
	Transversal	11	15	10
Muro longitudinal 2 b=80cm	Longitudinal	8	20	8
	Transversal	8	20	8
Muro longitudinal 3 b=60cm	Longitudinal	5	35	10
	Transversal	5	35	10
Muro longitudinal 4 b=200cm	Longitudinal	9	20	12
	Transversal	9	20	12

**3.1.2.9 Pozo biodigestor:** Para el diseño del pozo biodigestor se deberá estimar el caudal de aguas negras, conociendo que la dotación es de 150 l/hab/día, el porcentaje de retorno de 80%, la población de 45 habitantes y el porcentaje de aguas negras es del 39%. Con estos datos se obtiene:

**Tabla 60**

*Datos para el diseño del biodigestor*

Datos de ingreso	Valor	Unidad
Dotación	150	l/hab/día
Porcentaje de retorno	80	%
Población	45	habitantes
Porcentaje de aguas negras	35	%
Caudal de aguas negras	2106	l/día
Contribución de aguas negras	46.8	l/hab/día

Con el caudal calculado se procede a estimar el volumen correspondiente al pozo séptico con la ecuación (3-140)

$$V = 1.3N \times (CT + 100L_f)$$

Donde:

N: Número de personas equivalentes, 45 habitantes

C: Contribución de aguas negras, 46.8 l/hab/día

T: Tiempo de retención en días, 0.5días

Lf: Contribución de lodos frescos, 0.20 l/hab/día

$$V = 1.3 \times 45hab \times (46.8 l/hab/día \times 0.56día + 100 \times 0.2l/hab/día) = 2539l$$

Haciendo uso de los pozos biodigestores comerciales se utilizará el de capacidad de 3000 l, como se muestra en la figura.

**Tabla 61**

*Catálogo de pozos biodigestores*

Capacidad [l]	Ancho [m]	Largo [m]	Alto [m]
600	0.6	0.6	0.3
1300	0.6	0.6	0.6
3000	1.0	1.0	0.6
7000	1.5	1.5	0.7

*Nota.* Catálogo obtenido de (Rotoplast, 2014)

### 3.1.3 *Diseño de sistema de alcantarillado pluvial*

El diseño del alcantarillado sanitario para aguas negras y grises se realizó utilizando una hoja de cálculo, la cual requiere datos iniciales como la longitud de las tuberías, las áreas de aportación, la población y las cotas de los pozos, como se detalla en las tablas. Además, incluye otros parámetros similares a los del alcantarillado sanitario, por lo que se explicarán aquellos que sean distintos a continuación.

**Tabla 62***Datos de longitud de tuberías, áreas de aportación para aguas lluvias*

<b>TUBERÍA</b>	<b>LONGITUD [m]</b>	<b>ÁREA RESIDENCIAL [m<sup>2</sup>]</b>
<b>T1</b>	8.84	106.05
<b>T2</b>	11.29	
<b>T3</b>	1.23	499.40

**Tabla 63***Cotas de los pozos de inspección para aguas lluvias*

<b>POZOS</b>	<b>COTAS [m]</b>
<b>P1</b>	381.000
<b>P2</b>	381.000
<b>P3</b>	381.000
<b>P4</b>	381.000

**3.1.3.1 Caudal de diseño****Columna 4: Longitud parcial [m]**

Es la longitud de la tubería etiquetada en la columna 1

$$\text{Ejemplo: } L = 8.84m$$

**Columna 5: Longitud acumulada [m]**

Corresponde a la suma de longitudes parciales aguas arriba más la de la tubería actual

$$\text{Ejemplo: } L = 8.84m + 0.00m = 8.84m$$

**Columna 6: Área – Área propia [m<sup>2</sup>]**

Esta columna contiene el valor del área propia de la tubería llamada en la columna 1

$$\text{Ejemplo: } A = 106.05m^2$$

**Columna 7: Área – Área tributaria [m<sup>2</sup>]**

Es la suma de las áreas propias aguas arriba de la tubería actual

$$\text{Ejemplo: } A = 0.00m^2$$

**Columna 8: Área – Área acumulada [m<sup>2</sup>]**

Corresponde a la suma de las áreas tributarias más el área propia

$$\text{Ejemplo: } A = 106.05m^2 + 0.00m^2 = 106.05m^2$$

**Columna 9: Coeficiente de escorrentía**

El coeficiente para zonas residenciales con baja densidad es de 0.35

**Tabla 64**

*Coeficientes de escorrentía por tipo de zonas*

<b>Tipo de zona</b>	<b>Valores de C</b>
Zonas centrales densamente construidas, con vías y calzadas pavimentadas	0.7-0.9
Zonas adyacentes al centro de menor densidad poblacional con calles pavimentadas	0.7
Zonas residenciales medianamente pobladas	0.55-0.65
Zonas residenciales con baja densidad	0.35-0.55
Parque, campos de deportes	0.1-0.2

Nota. Tabla obtenida de la CPE INEN 5 9-1 (1992)

**Columna 10: Área acumulada [Ha]**

Corresponde al cambio de unidades de la columna 8, de m<sup>2</sup> a Ha.

$$\text{Ejemplo: } A = 0.01Ha$$

**Columna 11: Tiempo de concentración [min]**

El tiempo de concentración corresponde al tiempo inicial, establecido en 5 minutos según EMAAP-Q (2009), al cual se suma el tiempo de flujo ( $T_r$ ) de los tramos anteriores.

$$\text{Ejemplo: } t = 5min$$

**Columna 12: Intensidad de 5<120 [mm/h]**

Acorde a la Tabla 3 ubicada en el capítulo 2 se tiene que:

$$i = 204.065 * T^{0.2064} * t^{-0.3730} \quad (3-142)$$

Donde:

T: Tiempo de retorno, 5 años

t: Tiempo de concentración, 5min

i: intensidad de lluvia 5<120 min, mm

$$i = 204.065 * 5\text{años}^{0.2064} * 5\text{min}^{-0.3730} = 156.07\text{mm/h}$$

**Columna 13: Intensidad de 120<240 [mm/h]**

$$i = 1777.308 * T^{0.2045} * t^{-0.8442} \quad (3-143)$$

$$i = 1777.308 * 5\text{años}^{0.2045} * 5\text{min}^{-0.8442} = 634.69\text{mm/h}$$

**Columna 14: Intensidad adoptada [mm/h]**

Esta columna sirve para escoger la ecuación de intensidad de lluvia con respecto al tiempo de concentración (columna 11).

$$\text{Ejemplo: } I = 156.07\text{mm/h}$$

**Columna 15: Caudal de diseño [l/s]**

Para el cálculo del caudal de diseño se utilizará el método racional

$$Q_{\text{diseño}} = \frac{C \times I \times A}{0.36} \quad (3-144)$$

$$Q_{\text{diseño}} = \frac{0.35 \times 156.07\text{mm/h} \times 0.01\text{Ha}}{0.36} = 1.61\text{l/s}$$

**Columna 16: Caudal acumulado [l/s]**

Esta columna consiste en la suma de todos los caudales aguas arriba junto con el caudal propio de la tubería

$$\text{Ejemplo: } Q_{\text{diseño}} = 9.10\text{l/s} + 1.61\text{l/s} + 7.58\text{l/s} = 18.28\text{l/s}$$

**Columna 28: Tiempo de concentración [min]**

$$T_r = \frac{L_{parcial}}{60 \times V_o} \quad (3-145)$$

Donde:

$L_{parcial}$ , longitud de la tubería, corresponde a la columna 4, 8.84m

$V_o$ : Velocidad, 1.44 m/s

$$T_r = \frac{8.84m}{60 \times 1.44m/s} = 0.10min$$

Tabla 65

Diseño de la red de aguas lluvias - Parte 1

TUBERÍA	POZO INICIAL	POZO FINAL	LONGITUD PARCIAL [m]	LONGITUD PARCIAL ACUMULADA [m]	CAUDAL DE DISEÑO										
					AREA			COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA A	Tiempo de concentración [min]	INTENSIDAD [mm/h]			CAUDAL DE DISEÑO [l/s]	CAUDAL ACUMULADO [l/s]	
					Área propia [m2]	Área Tributaria [m2]	Área Acumulada [m2]			Intensidad de 5<120 [mm/h]	Intensidad de 120<240 [mm/h]	Intensidad adoptada [mm/h]			
					6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
T1	P1	P2	8.84	8.84	106.05		106.05	0.35	0.010605	5.00	156.07	634.69	156.07	1.61	1.61
T2	P2	P3	11.29	21.36	0.005	605.45	605.45	0.35	0.060545	5.13	154.61	621.36	154.61	9.10	18.29
T3	P4	P2	1.23	1.23	499.40		499.40	0.35	0.049940	5.00	156.07	634.69	156.07	7.58	7.58

Tabla 66

Diseño de la red de aguas lluvias - Parte 2

LONGITUD [m]	DIÁMETRO DE DISEÑO										
	COTA RASANTE		PENDIENTE		DIÁMETRO						Tiempo de flujo [min]
	INICIAL [msnm]	FINAL [msnm]	S terreno [%]	S escogida [%]	Calculado [mm]	Comercial adoptado [mm]	Interno [mm]	Espesor [mm]	Qo [l/s]	Vo [m/s]	
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
8.84	381	381	0.0	3	49.37	125	110	7.5	13.65	1.44	0.10
11.29	381	381	0.0	1	150.93	175	160	7.5	21.40	1.06	0.18
1.23	381	381	0.0	1	108.46	125	110	7.5	7.88	0.83	0.02

Tabla 67

Diseño de la red de aguas lluvias - Parte 3

RELACIONES HIDRÁULICAS						CONDICIONES MÁXIMAS				CONDICIONES MÍNIMAS				FUERZA TRACTIVA					
$q_{m\acute{a}x}/Q_0$	$v_{m\acute{a}x}/V_0$	$d_{m\acute{a}x}/D$	$q_{m\acute{a}n}/Q_0$	$v_{m\acute{a}n}/V_0$	$d_{m\acute{a}n}/D$	$V_{m\acute{a}x}$ [m/s]	Cumple velocidad?	$d_{m\acute{a}x}$ [mm]	Cumple tirante?	$V_{m\acute{a}n}$ [m/s]	Cumple velocidad?	$d_{m\acute{a}n}$ [mm]	Cumple tirante?	$R_{H_0}$ [m]	$\theta$	$R_{H_{[m]}}$	$V_c$ [m/s]	$\tau$ [N/m <sup>2</sup> ]	Cumple fuerza tractiva?
29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
<b>0.118</b>	0.669	0.231	0.117913	0.669	0.231	0.96	Cumple	25.41	Cumple	0.96	Cumple	25.41	Cumple	0.028	114.90	0.015	2.31	4.43	Cumple
<b>0.855</b>	1.123	0.711	0.854568	1.123	0.711	1.20	Cumple	113.76	Cumple	1.20	Cumple	113.76	Cumple	0.040	229.92	0.048	4.10	4.67	Cumple
<b>0.962</b>	1.139	0.787	0.961742	1.139	0.787	0.94	Cumple	86.57	Cumple	0.94	Cumple	86.57	Cumple	0.028	250.06	0.033	3.44	3.28	Cumple



Tabla 69

Diseño de la red de aguas lluvias - Parte 5

Régimen supercrítico NF > 1.1																
Sumergido o no sumergido	Estado	No sumergido										Sumergido		Caída en el	Salto super	
		Q/raiz(g)	Teta crítico, $\theta_c$ , (rad)	A*raiz(H)	Tirante crítico $Y_c$ [m]	Área crítica $A_c$ [m <sup>2</sup> ]	Velocidad crítica $V_c$ [m/s]	$H_c$ [m]	$H_e$ [m]	Dp/Ds	K	Caída en el pozo $H_w$ [m]	Hw/Ds,gráfica			Caída en el pozo $H_w$ [m]
67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
0.570	No Sumergida	0.00583885	2.590021	0.00342502	0.06315883	0.006611	2.766195	0.45316	0.0001553	7.50	1.2	0.544	0.0000	0.544	0.481	

Tabla 70

Diseño de la red de aguas lluvias - Parte 6

SALTO [m]	Salto seleccionado. [m]	Desnivel [m]	Diferencia de Cota de Terreno y Lomo de tubería Inicial [m]	Diferencia de Cota de Terreno y Lomo de tubería Final [m]	COTA TERRENO		COTA LOMO		COTA INVERT (BATEA)		COTA LAMINA DE AGUA		COTA DE ENRÍA	
					Inicio [msnm]	Final [msnm]	Inicio [msnm]	Final [msnm]	Inicio [msnm]	Final [msnm]	Inicio [msnm]	Final [msnm]	Inicio [msnm]	Final [msnm]
84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98
		0.265	1.00	1.27	381	381	380.00	379.73	379.88	379.62	379.91	379.64	379.96	379.69
<b>0.4808</b>	<b>0.5</b>	0.113	1.77	1.88	381	381	<b>379.23</b>	379.12	379.07	378.95	379.18	379.07	379.25	379.14
		0.012	1.00	1.01	381	381	380.00	379.99	379.88	379.87	379.97	379.96	380.01	380.00

**Tabla 71***Diseño de la red de aguas lluvias - Parte 8*

PROFUNDIDAD A CORONA		PROFUNDIDAD DE TUBERÍA		PROFUNDIDAD DE POZO		ANCHO DE ZANJA [m]	VOLUMEN TOTAL DE EXCAVACIÓN [m3]	VOLUMEN TOTAL DE DESALOJO (5% ESPONJAMIENTO) [m3]	Volumen de Arena [m3]	Volumen de mejoramiento [m3]
Inicio [m]	Final [ms]	Inicio [msnm]	Final [msnm]	Inicio [msnm]	Final [msnm]					
<b>99</b>	<b>100</b>	<b>101</b>	<b>102</b>	<b>103</b>	<b>104</b>	<b>105</b>	<b>106</b>	<b>107</b>	<b>108</b>	<b>109</b>
<b>1.01</b>	1.27	1.23	1.49	1.73	1.99	0.73	9.34	8.98	0.64	0.13
<b>1.77</b>	1.89	2.04	2.15	2.54	2.65	0.78	19.22	19.04	0.87	0.19
<b>1.01</b>	1.02	1.23	1.24	1.73	1.74	0.73	1.19	1.12	0.09	0.02
TOTAL							29.75	29.15	1.61	0.34

**3.1.3.2 Celdas Aquacell:** Para el dimensionamiento de las celdas de Aquacell se utiliza la ecuación de balance hídrico, valores que son obtenidos del diseño de alcantarillado pluvial, es decir:

$$V = A \times I \times C \quad (3-146)$$

Donde:

A: Área de aportación, 588.20 m<sup>2</sup>.

I: Intensidad de lluvia, 156.07 mm

C: Coeficiente de escorrentía, 1

$$V = 588.29 \text{ m}^2 \times \frac{156.07 \text{ mm}}{1000} \times 1 = 91.80 \text{ m}^3$$

Una de las características de las celdas Aquacell es la de facilitar la infiltración del agua hacia los acuíferos cercanos, de este modo para estimar el volumen de infiltración se debe conocer las características del suelo, acorde al estudio del suelo realizado por (DIGECONTRUC, 2022), este está compuesto por un estrato superficial de grava limosa, esta clase de suelo tiene una tasa de infiltración entre 36 y 180 mm/h (Flore K. & Quisnancela E., 2016). Con estos datos se utiliza la siguiente ecuación:

$$V_i = A \times t \quad (3-147)$$

Donde:

A: Área en planta de las celdas Aquacell tentativa, 50.40 m<sup>2</sup>

t: Tasa de infiltración del suelo, 36 mm

$$V_i = 50.40 \text{ m}^2 \times \frac{36 \text{ mm}}{1000} = 1.81 \text{ m}^3$$

De este modo se tiene que el volumen de las celdas Aquacell deberá ser:

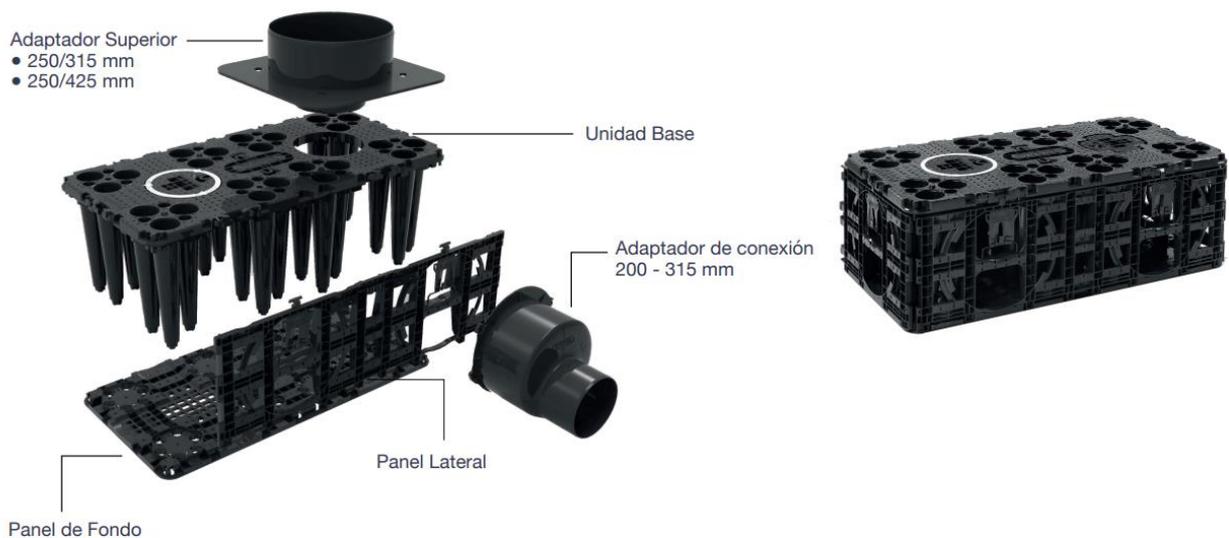
$$V_{aquacell} = V - V_i \quad (3-148)$$

$$V_{aquacell} = 91.80 \text{ m}^3 - 1.81 \text{ m}^3 = 89.99 \text{ m}^3$$

Acorde a la reunión con el especialista de Plastigama Wavin, una celda Aquacell tiene dimensiones de ancho, largo y alto de, 0.60x1.20x0.40 respectivamente, con un volumen de retención de 275 l. Conociendo esta geometría se propone una cantidad en planta de 5 celdas por 14, es decir 6.0 m por 8.4 m, con un área de 50.4 m<sup>2</sup>. Del mismo modo se propone una cantidad de filas de 5, dando una altura de 1.5 m. Obteniendo como resultado un volumen de 96.25 m<sup>3</sup>, junto con 350 celdas Aquacell.

**Figura 16:**

*Celdas Aquacell de Plastigama Wavin*



Nota. Imagen obtenida de Plastigama Wavin, (2023)

Un tanque de esta magnitud tiene un costo muy elevado, por lo que se podría reutilizar el agua lluvia para otras actividades de modo que se logre reducir el volumen de estas celdas.

**3.1.3.3 Red a bombeo de aguas grises reutilizadas:** Para el diseño de la red de bombeo se requiere tener un trazado preliminar de la tubería con el fin de conocer las longitudes, acorde a ese trazado la tubería tiene una longitud horizontal de 75.14 m, y una longitud vertical de 8.80 m. El diseño se basa en el libro de “**Instalaciones Hidrosanitarias y de gas para edificaciones**” publicado por Pérez R (2010)

**Figura 17:**

*Pérdida por fricción para tuberías de 1plg*

**Tabla 3.3**

Flamant

**1"**                       $j = 4C (V^{1,75} / D^{1,25})$                        $Q = AV$                        $j = 6,1C (Q^{1,75} / D^{4,75})$

Unidades	Caudal Q			V	hv	Pérdidas por fricción en m/m				
	gal/ min	l/min	l/s	m/s	m	Coeficiente de fricción C				
						Fundido 0,00031	Galva- nizado 0,00023	Acero 0,00018	Cobre 0,00012	P.V.C. 0,00010
5	4	15,14	0,25	0,50	0,01	0,036	0,027	0,021	0,014	0,012
7	6	22,71	0,38	0,75	0,03	0,073	0,054	0,043	0,028	0,024
8	7	26,50	0,44	0,87	0,04	0,096	0,071	0,056	0,037	0,031
10	8	30,28	0,50	1,00	0,05	0,121	0,090	0,071	0,047	0,039
12	9	34,07	0,57	1,12	0,06	0,149	0,111	0,087	0,058	0,048
16	12	45,42	0,76	1,49	0,11	0,247	0,183	0,143	0,096	0,080
22	15	56,78	0,95	1,87	0,18	0,365	0,271	0,212	0,141	0,118
27	18	68,13	1,14	2,24	0,26	0,502	0,372	0,291	0,194	0,162
32	21	79,49	1,32	2,61	0,35	0,657	0,488	0,382	0,254	0,212
38	24	90,84	1,51	2,99	0,46	0,830	0,616	0,482	0,321	0,268
45	27	102,20	1,70	3,36	0,58	1,020	0,757	0,593	0,395	0,329
46	28	105,98	1,77	3,49	0,62	1,088	0,807	0,631	0,421	0,351
60	32	121,12	2,02	3,98	0,81	1,374	1,019	0,798	0,532	0,443

Nota. Tabla obtenida de (Pérez R, 2010)

De las tablas de Flamant se utiliza un diámetro de 1 plg, dado que por lo general este diámetro utilizan estos diámetros para introducirlas en las bombas, con esta premisa se tiene:

**Tabla 72**

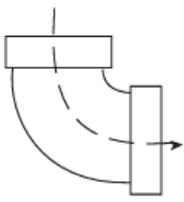
Datos utilizados para el diseño de la red

Caudal [l/s]	Velocidad [m/s]	hv [m]	Coefficiente de fricción	j [m/m]
0.25	0.50	0.01	0.0001	0.012

Del mismo modo se debe estimar las pérdidas por accesorios, para ello se utiliza la siguiente tabla

**Figura 18:**

Pérdidas provocadas en codos de 90°

<b>Tabla 3.15</b>					
	<b>Codo radio largo 90°</b>				
	<b>Longitudes equivalentes (m)</b>				
	<b>Le = [ 0,52 φ + 0,04 ] ( 120 / C )<sup>1,85</sup></b>				
	<b>Coefficientes</b>				
<b>φ"</b>	<b>100</b>	<b>120</b>	<b>130</b>	<b>140</b>	<b>150</b>
1/2	0,42	0,30	0,26	0,23	0,20
3/4	0,60	0,43	0,37	0,32	0,28
1	0,78	0,56	0,48	0,42	0,37
1 1/4	0,97	0,69	0,59	0,52	0,46
1 1/2	1,15	0,82	0,71	0,62	0,54
2	1,51	1,08	0,93	0,81	0,71
2 1/2	1,88	1,34	1,16	1,01	0,89
3	2,24	1,60	1,38	1,20	1,06
4	2,97	2,12	1,83	1,59	1,40
6	4,43	3,16	2,72	2,38	2,09
8	5,88	4,20	3,62	3,16	2,78
10	7,34	5,24	4,52	3,94	3,47
12	8,80	6,28	5,41	4,72	4,16
14	10,26	7,32	6,31	5,50	4,84

Nota. Tabla obtenida de (Pérez R, 2010)

Acorde a la configuración de la red se tiene la siguiente pérdida por accesorios:

**Tabla 73**

*Cálculo de la pérdida de accesorios*

Accesorios	Cantidad	Pérdida	Total [m]
Codo de 90° de 1plg	12	0.37	4.44

Para el cálculo de las pérdidas se utiliza la siguiente ecuación

$$J = Total \times j \quad (3-149)$$

Donde:

j: Factor de pérdida obtenida en de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, 0.012 m/m

Total: Es la suma de la longitud horizontal, vertical y de accesorios

$$Total = Horizontal + Vertical + Accesorios \quad (3-150)$$

$$Total = 75.14m + 8.7m + 4.44m = 88.28$$

**Tabla 74**

*Cálculo de la pérdida total de la red*

Horizontal [m]	Vertical [m]	Accesorios [m]	Total [m]	J [m]
75.14	8.70	4.44	88.28	1.05

$$J = 88.28m \times 0.012m/m = 1.05m$$

Finalmente, la presión de impulsión requerida es de:

$$Presión = J + Vertical + hv \quad (3-151)$$

$$Presión = 1.05m + 8.70m + 0.01m = 9.76m$$

La potencia de la bomba mínima requerida es de:

$$P = \frac{Q_b}{1000} \times P_d \times \gamma_w}{75 \times \%eff} \quad (3-152)$$

Donde:

Qb: Caudal requerido, 0.25 l/s

Pd: Presión de impulsión, 9.76m

Yw: Peso específico del agua, 1000 N/m

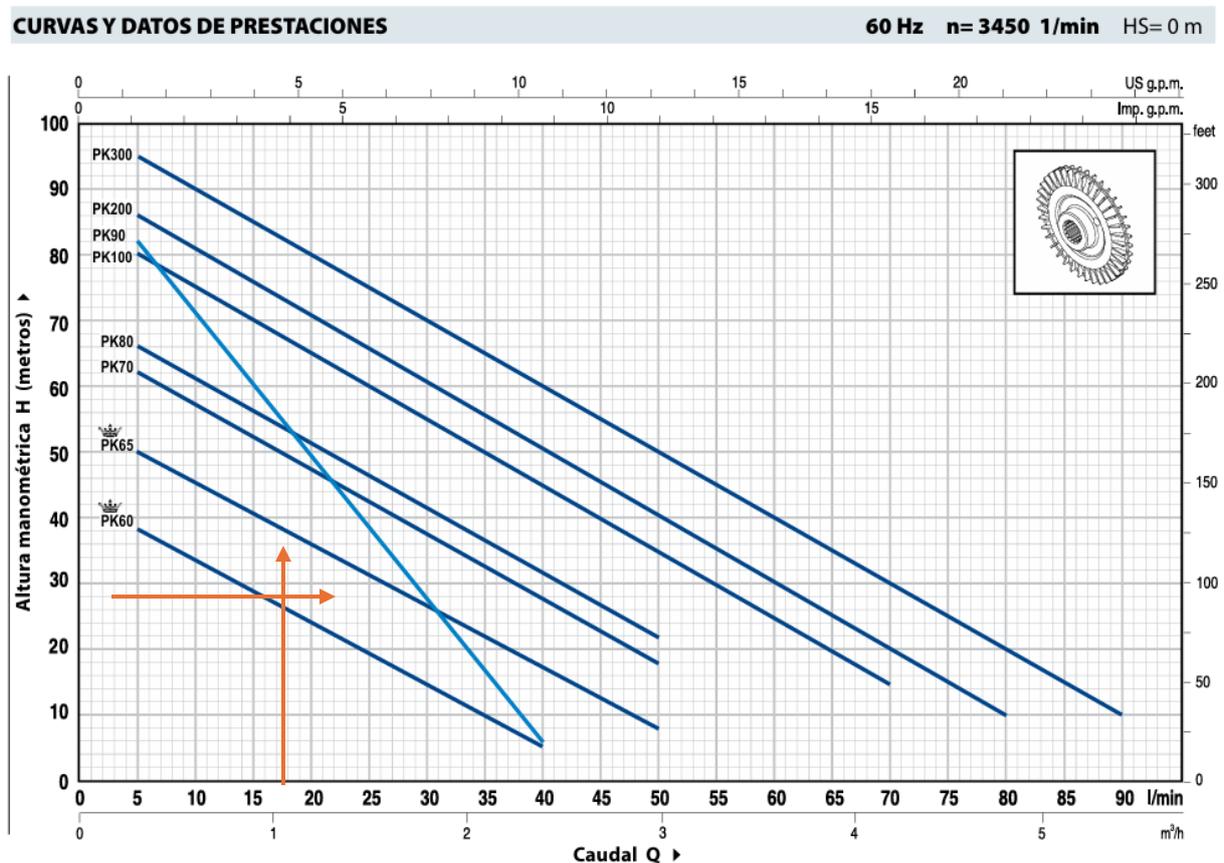
%eff: Porcentaje de eficiencia de la bomba: 0.6

$$P = \frac{\frac{0.25 \text{ l/s}}{1000} \times 9.76 \text{ m} \times 1000 \text{ N/m}}{75 \times 0.60} = 0.054 \text{ HP}$$

A partir del diseño propuesto se requiere una bomba que pueda suplir un caudal de 0.25 l/s, una presión de 9.76 m de impulsión y una potencia de mínima de 0.054 HP, para ello se debería buscar las curvas características de las bombas ofertadas en el mercado.

### Figura 19

*Curvas características de bombas de impulsión de agua*



*Nota.* Figura obtenida de (Pedrollo, 2020)

**Figura 20:***Potencia de las bombas ofertadas*

MODELO		POTENCIA		Q m <sup>3</sup> /h l/min	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4
Monofásica	Trifásica	kW	HP		0	5	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70	80	90
<b>PKm 60®</b>	<b>PK 60®</b>	0.37	0.50	H metros	40	38	33.5	29	24	19.5	15	10	5					
<b>PKm 65</b>	<b>PK 65</b>	0.50	0.70		55	50	45.5	40.5	36	31	27	22	17	8				
<b>PKm 70</b>	<b>PK 70</b>	0.60	0.85		65	62	57	52	47	42	37	32	27	18				
<b>PKm 80</b>	<b>PK 80</b>	0.75	1		70	66	61	56	51	46	41	36.5	31	22				
<b>PKm 90</b>	<b>PK 90</b>	0.75	1		90	82	71	60	49	38	27	17	5					
<b>PKm 100</b>	<b>PK 100</b>	1.1	1.5		85	80	75	70	65	60	55	50	45	35	25	15		
<b>PKm 200</b>	<b>PK 200</b>	1.5	2		90	86	81	76	71	65.5	60	55	50	40	30	20	10	
-	<b>PK 300</b>	2.2	3		100	95	90	85	80	75	70	65	60	50	40	30	20	10

Q = Caudal H = Altura manométrica total HS = Altura de aspiración

Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO9906 Grade 3.

*Nota.* Figura obtenida de (Pedrollo, 2020)

### 3.2 Especificaciones Técnicas

En esta sección se detalla de manera clara y precisa los códigos, normas, materiales, equipos y maquinarias que permitirán estimar el presupuesto. Además de que sirve como una guía sobre los procesos constructivos que se deberían seguir para la realización correcta del proyecto. Se tomó como referencia las Especificaciones Técnicas del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO, 2022).

#### 3.2.1 TRAZADO Y REPLANTEO

##### DESCRIPCIÓN:

Se marca con cal las limitaciones de las diversas construcciones o trazado de tubería respetando las dimensiones de los planos y colocando marcas sobre el terreno.

##### EQUIPO MÍNIMO Y MATERIALES

Equipo mínimo: herramientas menores, equipos topográficos

Materiales: Cal, hilos, cuarterones de madera, cinta métrica

## PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

- Se miden el trazado marcado con equipo topográfico respetando los planos
- Se coloca una marca indicando el punto y tomando la cuenta cotas y distancia horizontal.
- Se avanza hasta el siguiente punto colocando cal en las zonas anteriores, hasta terminar de marcar

## MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

Se mide el pago por metro cuadrado (M2) el cual incluirá todo el procedimiento referente al trazado y replanteo. El pago se realizará siempre y cuando se cumpla con las normas de las especificaciones técnicas, las leyes ambientales locales, Reglamento de Seguridad y Salud para la construcción y Obras Públicas

Número de rubro	Descripción	Unidad de medida
1	TRAZADO Y REPLANTEO	M2

### 3.2.2 *REMOCION DE VEGETACIÓN SUPERFICIAL*

#### DESCRIPCIÓN:

Este trabajo consiste en remover la cobertura vegetal existente en la zona esto incluye todo tipo de vegetación ya sea maleza, pastos o inclusive árboles y transportarlo a otra zona en la misma finca. Este trabajo se realizará en toda zona donde se vaya a colocar una construcción y exista material orgánico de por medio en la zona.

#### EQUIPO MÍNIMO Y MATERIALES

Equipo mínimo: Herramientas menores, motosierra.

Material(es): No aplica

## PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

Se ubicará las zonas en las cuales se va a trabajar y se procederá a cortar la vegetación sobresaliente de la misma, en caso de existir alguna maleza difícil de remover como podría ser un árbol, se procederá con herramientas como la motosierra para cortarlo, posteriormente la parte enterrada del mismo se deberá remover con una retroexcavadora sacándolo de raíz. Luego de ver removido una gran cantidad esta deberá ser llevada a una zona cercana la cual no perturbe la operación de los trabajadores, para malezas pequeñas se podrá transportar en sacos o carretillas y soltarlos en zonas cercanas para que se seque naturalmente.

No se deberá remover más de lo requerido ni tampoco remover vegetación en zonas que no afecten al área de trabajo. Se deberá tener cuidado con la fauna existente trabajando lo más cautelosa posible y minimizando el impacto humano más allá de generado por la construcción misma, además de que las construcciones ya existentes no deben verse afectadas

## MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

El pago se realizará en metros cuadrados por la cantidad de material removido en la zona y esta se pagará al precio unitario contractual. Este abarca todo el material removido, transportado y desalojado del terreno, mano de obra, herramientas menores entre otros. El pago se realizará siempre y cuando se cumpla con las normas de las especificaciones técnicas, las leyes ambientales locales, Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas

Número de rubro	Descripción	Unidad de medida
2	REMOCIÓN Y TRANSPORTE DE VEGETACION SUPERFICIAL	M2

### 3.2.3 **EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA PESADA**

#### **DESCRIPCIÓN:**

Se removerá todo material, orgánico o no para la excavación con maquinaria pesada, esta se realizará sobre cualquier tipo de terreno existente. Esta actividad se realizará en los siguientes trabajos:

- Movimiento de tierra
- Colocación de canales de tuberías
- Colocación de cisternas, pozos y tanques
- Colocación de Celdas Aquacell

#### **EQUIPO MÍNIMO Y MATERIALES**

Equipo mínimo: Retroexcavadora

Materiales: No aplica

#### **PROCEDIMIENTO DE TRABAJO**

Se debe delimitar la zona en donde se procederá a excavar y, con ayuda de maquinarias y operadores, se procederá a remover todo el material necesario hasta llegar a la coa adecuada en cada proceso de excavación según lo indicado en los planos. Este material será depositado en volquetas luego de haberse acumulado hasta su máxima capacidad (8 M3).

EL material retirado puede ser utilizado para terraplenes o relleno siempre y cuando no sea material orgánico, si el material no es requerido deberá ser llevado a la volqueta

Si la excavación tiene menos de 2 metros de profundidad el fiscalizador deberá facilitar materiales para arriostrar o apuntalar los terraplenes y taludes realizados, sin embargo, no se costeará excavaciones fuera del rubro.

Los operadores de máquinas deberán ser guiados por una persona que este al pendiente en todo momento de la excavación, esta Debra darle indicaciones de cuando este debe frenar,

proseguir, detenerse por una emergencia entre otras indicaciones. Solo una persona deberá guiar al operador de la máquina y solo en caso de emergencia una persona podría reemplazar al guía hasta que este pueda volver a dar la guianza adecuada.

Todo personal que no sea el operador o la persona guía deberá mantener una distancia adecuada de la maquinaria para evitar posibles accidentes, la persona que da la guía al operador debe prestar atención y dar las indicaciones necesarias en caso de que se requiera la mano de obra de ellos trabajadores cerca de la maquinaria.

### **NORMAS Y ASPECTOS TÉCNICOS**

NORMA NTE INEN 2266: Transporte, Almacenamiento y Manejo de Materiales

Peligrosos

### **MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

La forma de pago viene dada por los metros cúbicos (M3) excavados en el lugar siguiendo los planos. Se medirá la cantidad de terreno removido comparándolo con el que había originalmente, esta incluye todos los materiales, herramientas y maquinarias aparte de todos los trabajos necesarios para este proceso. El desalojo se considera como un pago adicional a la excavación. Estos precios deben cumplir con la tabla de precios, y los pagos se deben regir por el cumplimiento de las especificaciones técnicas las leyes ambientales locales, Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas

<b>Número de rubro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>
3	EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA PESADA	M3

#### **3.2.4 RELLENO CON MATERIAL DE SITIO (MANUAL)**

##### **DESCRIPCIÓN:**

El material será extraído de excavaciones realizadas en la zona del proyecto para rellenar sitios que lo requieran, como las redes de tuberías. Este proceso incluirá la hidratación y

compactación del material adecuado para la construcción. Este procedimiento se aplicará exclusivamente en las áreas donde las condiciones requieran el material del sitio.

### **EQUIPO MÍNIMO Y MATERIALES**

Equipo mínimo: Herramientas menores, compactador manual liviano

Materiales: No aplica

### **PROCEDIMIENTO DE TRABAJO:**

La colocación de las zonas de préstamo local será identificadas en los planos o según las indicaciones del Fiscalizador. Siempre que sea posible, se utilizará el material de excavaciones de otras zonas para rellenar las zanjas de tuberías.

**COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN:** Los materiales de préstamo local serán colocados en las zanjas de tuberías y compactados en capas de 20 centímetros.

<b>Número de rubro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>
4	RELLENO CON MATERIAL DE SITIO (MANUAL)	M3

### **3.2.5 DESALOJO DE MATERIAL**

#### **DESCRIPCIÓN:**

Esta actividad abarca todo el material removido que no es utilizado para la obra, el cual deberá ser llevado a sitios para el desalojo, durante o después del proceso constructivo. Los materiales de desalojo incluyen lo siguiente:

- Tierra
- Restos de madera, escombros, acero, PVC

### **EQUIPO MÍNIMO Y MATERIALES**

Equipo mínimo: Volquetas, herramientas menores

Materiales: No aplica

## **PROCEDIMIENTO DE TRABAJO**

Se va a remover todo el material que no se vaya o ya se haya utilizado en la obra. Los desperdicios menores pueden ser acumulados y depositados dentro de la volqueta de forma manual, en caso de una gran acumulación de escombros o materiales sobrante se necesitará maquinarias para el desalojo.

Un trabajador deberá estar pendiente de si la volqueta está llena o no para poder dejar el lugar, y el conductor deberá manejar con extrema precaución sin dañar la flora y fauna del lugar en la medida de lo posible. No se debe exceder el volumen de deléjalo más allá de la capacidad de la maquinaria, pues esta puede desbordar y los materiales sobrantes podrías caer sobre el terreno.

## **NORMAS Y ASPECTOS TÉCNICOS**

NORMA NTE INEN 2266: Transporte, Almacenamiento y Manejo de Materiales Peligrosos

REGISTRO OFICIAL: No. 249 SUPLEMENTO “Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas”

## **MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

Las formas de pago se dan en unidades de metros cúbicos por kilómetro (M3-KM) tomadas in situ y aceptados por la fiscalización. Estos serán medidos del producto de metros cúbicos desalojados por los kilómetros de la zona de desalojo. Estos precios deben cumplir con la tabla de precios, y los pagos se deben regir por el cumplimiento de las especificaciones técnicas las leyes ambientales locales, Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas

<b>Número de rubro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>
5	DESALOJO DE MATERIAL	M3-KM

### 3.2.6 **TRANSPORTE DE MATERIAL A LA OBRA**

#### **DESCRIPCIÓN:**

Este rubro abarca todo lo referente al transporte de material utilizado en la obra en la construcción de los diversos diseños del proyecto. Los materiales incluidos para transporte son:

- Madera
- Hormigón
- Tuberías de PVC
- Acero

#### **EQUIPO MÍNIMO Y MATERIALES**

Equipo mínimo: Volquetas, herramientas menores

Material: No aplica

#### **PROCEDIMIENTO DE TRABAJO**

De los centros de distribución se transportarán los diferentes insumos utilizados en el proyecto. El fiscalizador debe supervisar que la cantidad receptada por los distribuidores sea la adecuada. En caso de retraso de algún material este deberá ser notificado a los superiores pues puede llegar a retrasar la obra. Se deberá pedir el material justo que se va a trabajar para ese momento o material que se pueda trabajar con él sin alteraciones de este pasado un tiempo

#### **MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

El pago será medido en metros cúbicos por kilómetro (M3-KM), multiplicando la cantidad de material traída a la obra por los kilómetros recorridos desde su punto de distribución. Materiales propios de los trabajadores o herramientas menores que incluya en su equipo de trabajo no serán tomados en cuenta para este rubro.

Estos precios deben cumplir con la tabla de precios, y los pagos se deben regir por el cumplimiento de las especificaciones técnicas las leyes ambientales locales, Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas

Número de rubro	Descripción	Unidad de medida
6	TRANSPORTE DE MAETRIAL A LA OBRA	M3-KM

### **3.2.7 ZONA DE CAPTACIÒN DE HORMIGÓN ARMADO F'C= 210 KG/CM2 (INCLUYE SISTEMA)**

#### **DESCRIPCIÓN:**

Se realizará una pequeña construcción en la zona de captación de agua de la quebrada de la finca, esta recolectará parte del agua que fluye de la quebrada y la dirigirá a la tubería de conducción.

#### **EQUIPO MÍNIMO Y MATERIALES.**

Equipo mínimo: Retroexcavadora, herramientas menores, compactador manual.

Materiales: Cemento portland, grava, arena, agua, de acero de refuerzo  $f_y=4200$  kg/cm<sup>2</sup>, impermeabilizante, tapa metálica, material granular, tuberías, accesorios y madera

#### **PROCEDIMIENTO DE TRABAJO**

- Desviamos el agua de la quebrada para poder construir. Excavando
- Se coloca material de mejoramiento e impermeable
- Se arma el acero de refuerzo
- Se coloca el encofrado según lo estipulado en los planos.
- Se coloca las tuberías para evitar romper el hormigón
- Hormigonado de los elementos.
- Curado del hormigón

- Enlucir e impermeabilizar las paredes y losa como indica como se indica en el plano
- En la cámara húmeda respetar una pendiente entre 1.5 y 2%
- Instalar los accesorios como canastillas y válvula de mariposa
- Instalar las tuberías de limpieza y desagüe
- Hacer prueba de estanqueidad
- Dirigir parte del agua proveniente de la quebrada y evaluar que las conexiones funcionen
- Colocar tapas metálicas
- Se toman en cuenta criterio de resistencia mínima de 21 MPa, cantidad de cemento, tamaño de los agregados, relación agua cemento (a/c). En los planos del contratista debe constar los diseños adecuados con las proporciones adecuadas y la adecuada trabajabilidad para agilizar los procesos constructivos.
- Los planos que presente el contratista deberán ser aprobados por el fiscalizador antes de trabajar. De cualquier forma, el fiscalizador podrá realizar ensayos para verificar el cumplimiento del material. Si al realizar el ensayo no se cumple con lo acordado la Fiscalización podrá hacer cambiar el diseño para que se cumplan los requisitos.
- Las barras de acero proceden a cortarse según el tamaño especificado en los planos, luego son colocadas y amarradas a los elementos estructurales presentes para asegurar su trabajabilidad.

## **NORMAS TÉCNICAS**

NTE INEN 152, INEN 2380 – ASTM 1157: Para Materiales para hormigón

ASTM C 33: AGREGADO GRUESO

**INEN 154.: AGREGADO FINO**

INEN 490: TIPO DE CEMENTO

INEN CEC 8-79.: DOSIFICACIÓN, MEZCLADO Y COLOCACIÓN

NTE INEN 101: Barras Lisas de Acero al Carbono de Sección Circular Laminadas en Caliente

NTE INEN 102. Varillas con resaltes de acero al carbono laminado en caliente

NTE INEN 103: Barras lisas de acero al carbono torcidas en frío

NTE INEN 104: Barras con resaltes de acero al carbono torcidas en frío

**ENCOFRADOS**

Serán encofrados de madera plywood unidos con clavos y alambres pro un maestro especialista, para cada uno de los elementos del encofrado se deberán mantener unas distancias específicas para evitar distorsiones en la forma aparte de que los materiales de sujeción (clavos y alambres) deben estar en perfectas condiciones. Se deben respeta las dimensiones especificadas en los planos.

**JUNTAS**

Se deben realizar de modo que no se reduzca la resistencia de las mimas. Estas se refieren a una pequeña separación de los elementos estructurales y deben obedecer a lo estipulado en los planos. Las juntas son perpendiculares a la armadura de refuerzo principal. Se deberá evitar juntas frías y en caso de suspender una fundición en losas y vigas, se deberá dejar una junta constructiva a un tercio de la luz del elemento.

**DESENCOFRADO**

Se removerán los elementos de madera luego de la fundición. Para elementos laterales se podrá remover el encofrado luego de 2 días. Para elementos como losas u objetos en voladizo se podrán remover luego de 4 semanas, en otras palabras, cuando el hormigón haya alcanzado su

resistencia. En caso de que las losas soporten grandes cargas sobre ellas, se deberán colocar puntales espaciados durante todo el proceso de encofrado y deberán ser retirados cuidadosamente luego de que haya pasado en tiempo adecuado

### **CURADO**

Siempre y cuando la hidratación del cemento sea de 7 a 15 días. Se debe empezar 12 horas luego de la fundición. Los encofrados podrán mantenerse húmedos durante el proceso y para el curado puede utilizarse cualquier método, siempre y cuando la calidad del agua sea la adecuada.

### **IMPERMEABILIZACIÓN**

Para mantener esta característica se enlucirá con mortero cemento-arena con un aditivo hidrófugo. El mortero debe tener un espesor mínimo de 1.5 cm negativamente a su rendimiento

### **DOBLADO**

Las varillas serna dobladas con las herramientas adecuadas siguiendo las especificaciones estas se doblarán en frío a menos que el fiscalizador diga lo contrario. Para diámetros de varilla de 8 a 25 milímetros el radio mínimo de doblado es 3 veces el diámetro, para varillas de 28 y 32 milímetros es de 4 veces el diámetro, y para mayores de 32 milímetros 5 veces el diámetro.

### **COLOCACIÓN Y AMARRE**

El amarre debe impedir el movimiento de cualquier tipo al acero de refuerzo, estos se hacen con alambres de acero sobre las conexiones ortogonales con otras varillas. El maestro debe garantizar una sujeción adecuada inclusive para amarres con el encofrado, obedeciendo el recubrimiento de los planos. Existen métodos para mantener el armado de acero en su posición, como bloques de mortero y estos pueden ser utilizados siempre y cuando sean aprobados por el fiscalizador.

## ESPACIAMIENTO Y RECUBRIMIENTO

Según la ACI 318 sección 7.6 las varillas no deben variar una doceava parte el espaciamiento entre todas ellas. En la sección siguiente (7.7) se menciona que el recubrimiento en hormigón armado bajo ningún concepto debe ser menor a 2.5 cm

## EMPALMES

Se rige en base a los planos o según las especificaciones del fiscalizador. Estos forman traslapes entre las barras, los cuales no deben ser menor a 45 veces el diámetro, para varillas de 2.5cm y para las demás no menos de 30 veces el diámetro. Los empalmes por soldaduras están permitidos siempre y cuando el fiscalizador lo permita y lo autorice en los planos. Se debe llegar a desarrollar un 90% de resistencia máxima a tracción con este proceso y el desvío mínimo aceptado en el empalme es de 6 milímetros cada metro.

## MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

Se mide una vez haya terminado de construirse, este rubro incluye el vaciado del hormigón, encofrados agujeros de drenajes en caso de necesitar y acabados.

Se toma en cuenta todo el suministro del hormigón, incluyendo premezclado, transporte, colocación, vibración, curado, juntas, aditivos herramientas, entre otros. El uso de concretera manual se ve limitado a casos de emergencia y puede abarcar volúmenes de cinco metros cúbicos siempre con el permiso del Fiscalizador. Estos precios deben cumplir con la tabla de precios, y los pagos se deben regir por el cumplimiento de las especificaciones técnicas las leyes ambientales locales, Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas

Número de rubro	Descripción	Unidad de medida
7	ZONA DE CAPTACIÓN DE HORMIGÓN ARMADO F'C=210 KG/CM2 (INCLUYE SISTEMA)	GLB

### **3.2.8 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE PVC DE IPLG PARA LA RED DE CONDUCCIÓN (INC. ARENA)**

#### **DESCRIPCIÓN:**

Este rubro abarca la instalación y conducción de la tubería de la zona de captación, permitiendo abastecer a los diferentes sistemas existentes dentro del proyecto. Este se encuentra asentado en una cama de arena de 10 centímetros de espesor.

#### **EQUIPO MÍNIMO Y MATERIALES**

Equipo mínimo: Herramientas menores, compactador pequeño manual

Materiales: Tubería PVC una pulgada (25.4 mm), arena, accesorios

#### **PROCEDIMIENTO DE TRABAJO**

- Se conecta la tubería de la zona de captación
- Dependiendo del diámetro de tubería se definirá el tamaño de la zanja a excavar, para diámetros menores a 63 milímetros se debe cavar una zanja de 35 centímetros de ancho.
- Se realiza un entibado dentro de la zanja para garantizar la correcta operación de los trabajadores.
- Se hace un refile en donde se realizan todas las paredes y se compacta el piso con una moto niveladora.
- Se deberá chequear que no queden rocas sobresaliendo de la zanja, pues podrían generar daños en la tubería.
- Se coloca una cama de arena de 10 centímetros de espesor donde se va a colocar la tubería.
- Se coloca la tubería cuidadosamente sobre el eje estipulado en los planos.

- Si el terreno cumple con lo estipulado por el supervisor se puede utilizar ese material como relleno de la tubería, caso contrario se tomará un material de préstamo.
- Para la compactación y relleno se deberá realizar en capas de 15 centímetros, asegurándose de no dejar espacios vacíos, así hasta completar el relleno.
- En caso de cambio de dirección asegurarse que el accesorio colocado sea el adecuado u que quede debidamente acoplado a la tubería.

### **NORMAS TÉCNICAS**

NTE INEN 1744:2009: Tubos de Polietileno para Conducción de Agua a Presión.

NTE INEN 499: Tubería plástica. Determinación de las dimensiones.

NTE INEN 2016: Tubería plástica. Tubos y accesorios plásticos. Muestreo, inspección y recepción.

NORMA ASTM D2321: Instalación de tubos.

Según la normativa NTE INEN 1744:2009 aplica a tuberías de rango de presión nominal entre 0.25 y 1.6 MPa, diámetros nominales exteriores entre 6 y 630 milímetros y temperaturas entre 0 y 40 grados centígrados.

Según la normativa NTE INEN 499 da especificaciones referentes a las características de ciertas tuberías, por ejemplo, para las tuberías es importante conocer el diámetro nominal de la misma, el cual abarca solo el área de la circunferencia del flujo sin contar el espesor de la misma tubería.

### **CONSIDERACIONES GENERALES**

Los rellenos para obras de agua potable deben seguir la norma NTS-IA-004. Como en toda construcción que implique movimiento de tierra se debe tener una zanja para trabajar en ella, al trabajar en esta ya sea con o sin maquinaria es necesario llevar una pendiente uniforme

por todo el terreno, siguiendo lo que dicen los planos o el fiscalizador. La cama de arena permite un asentamiento suave sobre el terreno, evita posibles daños de fugas y reduce la afectación de peso sobreimpuestos pequeños en caso de que se requiera pasar por encima de la tubería una vez cubierta.

Las conexiones y los accesorios deben colocarse donde indica los planos, aparte de que se debe mantener el eje sin desviar la tubería. Existen varios tipos de conexiones de tuberías, entre los más usados las tuberías enroscadas y las de termofusión, el fiscalizador tiene la autoridad referente a que tipo de conexiones usar en la obra.

### **MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

Las medidas del pago en este rubro se darán en metros lineales (ML) correctamente colocados según el plano. Este pago incluye las tuberías cortadas para las conexiones. Estos precios deben cumplir con la tabla de precios, y los pagos se deben regir por el cumplimiento de las especificaciones técnicas las leyes ambientales locales, Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas.

<b>Número de rubro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>
8	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE PVC DE 1PLG PARA LA RED DE CONDUCCIÓN (INC. ARENA)	ML

### **3.2.9 CISTERNA DE AGUA SEGURA DE HORMIGÓN ARMADO $F'C=240$ KG/CM<sup>2</sup> (INCLUYE SISTEMA)**

#### **DESCRIPCIÓN:**

Los elementos estructurales como la cisterna se utilizan para retener una gran cantidad de agua, esto se hace para tratar el agua proveniente de la quebrada y almacenar agua.

### **EQUIPO MÍNIMO Y MATERIALES.**

Equipo mínimo: Herramientas menores, retroexcavadora, volqueta, compactador.

Materiales: Cemento, acero de refuerzo  $f_y=4200$  kg/cm<sup>2</sup>, piedra  $\frac{3}{4}$ '' a 1'', arena gruesa, agua, impermeabilizante, tabla semidura, cuartón semiduro, clavos.

### **PROCEDIMIENTO DE TRABAJO.**

- Se retira la cobertura vegetal encima de la zona de colocación de la cisterna en caso de haber.
- Se hace un replantar de en donde se va a excavar y construir la cisterna.
- Se comienza excavando en el sitio donde será colocada la cisterna con una retroexcavadora.
- Se realizan retoques manuales para dejar todos los lados a nivel del plano.
- Se realiza una mezcla de mortero la cual va a ser echado en las paredes y el piso para evitar el contacto directo con el suelo.
- Se coloca el armado horizontal de las 4 paredes de forma rectangular y dejando el espaciamiento especificado con el plano.
- Se coloca en armado vertical en las mismas paredes y el armado en la losa.
- Se coloca el otro armado de acero respetando el peralte efectivo de los muros y en la losa.
- Se coloca encofrado de la losa, y muro de modo que la madera se sostenga por dentro de la cisterna y se deje el espaciamiento adecuado en la losa, del mismo modo se colocan las tuberías de ingreso y salida del agua.
- Se debe verter el hormigón ya fundido, sea manualmente o con una manguera de hormigón en los espacios del armado de los muros y el encofrado interno.

- Una vez vertido todo el hormigón se deberá usar un vibrador en las zonas donde no se ha colocado bien el vertido, de modo que posteriormente quede uniforme sobre toda la superficie.
- Se espera 28 días a que el hormigón gane su resistencia máxima y se procede a desencofrar.

### **CONSIDERACIONES GENERALES**

Se toman en cuenta criterio de resistencia mínima de 24 MPa, cantidad de cemento, tamaño de los agregados, relación agua cemento (a/c). En los planos del contratista debe constar los diseños adecuados con las proporciones adecuadas y la adecuada trabajabilidad para agilizar los procesos constructivos.

Los planos que presente el contratista deberán ser aprobados por el fiscalizador antes de trabajar. De cualquier forma, el fiscalizador podrá realizar ensayos para verificar el cumplimiento del material. Si al realizar el ensayo no se cumple con lo acordado la Fiscalización podrá hacer cambiar el diseño para que se cumplan los requisitos.

Las barras de acero proceden a cortarse según el tamaño especificado en los planos, luego son colocadas y amarradas a los elementos estructurales presentes para asegurar su trabajabilidad.

### **NORMAS TÉCNICAS**

NTE INEN 152, INEN 2380 – ASTM 1157: Para Materiales para hormigón

ASTM C 33: AGREGADO GRUESO

INEN 154.: AGREGADO FINO

INEN 490: TIPO DE CEMENTO

INEN CEC 8-79.: DOSIFICACIÓN, MEZCLADO Y COLOCACIÓN

NTE INEN 101: Barras Lisas de Acero al Carbono de Sección Circular Laminadas en Caliente

NTE INEN 102. Varillas con resaltes de acero al carbono laminado en caliente

NTE INEN 103: Barras lisas de acero al carbono torcidas en frío

NTE INEN 104: Barras con resaltes de acero al carbono torcidas en frío

NTE INEN 1744:2009: Tubos de Polietileno para Conducción de Agua a Presión.

NTE INEN 499: Tubería plástica. Determinación de las dimensiones.

NTE INEN 2016: Tubería plástica. Tubos y accesorios plásticos. Muestreo, inspección y recepción.

NORMA ASTM D2321: Instalación de tubos.

### **ENCOFRADOS**

Serán encofrados de madera plywood unidos con clavos y alambres pro un maestro especialista, para cada uno de los elementos del encofrado se deberán mantener unas distancias específicas para evitar distorsiones en la forma aparte de que los materiales de sujeción (clavos y alambres) deben estar en perfectas condiciones. Se deben respeta las las dimensiones especificadas en los planos.

### **JUNTAS**

Se deben realizar de modo que no se reduzca la resistencia de las mimas. Estas se refieren a una pequeña separación de los elementos estructurales y deben obedecer a lo estipulado en los planos. Las juntas son perpendiculares a la armadura de refuerzo principal. Se deberá evitar juntas frías y en caso de suspender una fundición en losas y vigas, se deberá dejar una junta constructiva a un tercio de la luz del elemento.

## **DESENCOFRADO**

Se removerán los elementos de madera luego de la fundición. Para elementos laterales se podrá remover el encofrado luego de 2 días. Para elementos como losas u objetos en voladizo se podrán remover luego de 4 semanas, en otras palabras, cuando el hormigón haya alcanzado su resistencia. En caso de que las losas soporten grandes cargas sobre ellas, se deberán colocar puntales espaciados durante todo el proceso de encofrado y deberán ser retirados cuidadosamente luego de que haya pasado en tiempo adecuado

## **CURADO**

Siempre y cuando la hidratación del cemento sea de 7 a 15 días. Se debe empezar 12 horas luego de la fundición. Los encofrados podrán mantenerse húmedos durante el proceso y para el curado puede utilizarse cualquier método, siempre y cuando la calidad del agua sea la adecuada.

## **IMPERMEABILIZACIÓN**

Para mantener esta característica se enlucirá con mortero cemento-arena con un aditivo hidrófugo. El mortero debe tener un espesor mínimo de 1.5 cm negativamente a su rendimiento

## **DOBLADO**

Las varillas serna dobladas con las herramientas adecuadas siguiendo las especificaciones estas se doblarán en frío a menos que el fiscalizador diga lo contrario. Para diámetros de varilla de 8 a 25 milímetros el radio mínimo de doblado es 3 veces el diámetro, para varillas de 28 y 32 milímetros es de 4 veces el diámetro, y para mayores de 32 milímetros 5 veces el diámetro.

## **COLOCACIÓN Y AMARRE**

El amarre debe impedir el movimiento de cualquier tipo al acero de refuerzo, estos se hacen con alambres de acero sobre las conexiones ortogonales con otras varillas. El maestro debe garantizar una sujeción adecuada inclusive para amarres con el encofrado, obedeciendo el

recubrimiento de los planos. Existen métodos para mantener el armado de acero en su posición, como bloques de mortero y estos pueden ser utilizados siempre y cuando sean aprobados por el fiscalizador.

### **ESPACIAMIENTO Y RECUBRIMIENTO**

Según la ACI 318 sección 7.6 las varillas no deben variar una doceava parte el espaciamiento entre todas ellas. En la sección siguiente (7.7) se menciona que el recubrimiento en hormigón armado bajo ningún concepto debe ser menor a 2.5 cm

### **EMPALMES**

Se rige en base a los planos o según las especificaciones del fiscalizador. Estos forman traslapes entre las barras, los cuales no deben ser menor a 45 veces el diámetro, para varillas de 2.5cm y para las demás no menos de 30 veces el diámetro. Los empalmes por soldaduras están permitidos siempre y cuando el fiscalizador lo permita y lo autorice en los planos. Se debe llegar a desarrollar un 90% de resistencia máxima a tracción con este proceso y el desvío mínimo aceptado en el empalme es de 6 milímetros cada metro.

### **CONSIDERACIONES GENERALES**

Los rellenos para obras de agua potable deben seguir la norma NTS-IA-004. Como en toda construcción que implique movimiento de tierra se debe tener una zanja para trabajar en ella, al trabajar en esta ya sea con o sin maquinaria es necesario llevar una pendiente uniforme por todo el terreno, siguiendo lo que dicen los planos o el fiscalizador. La cama de arena permite un asentamiento suave sobre el terreno, evita posibles daños de fugas y reduce la afectación de peso sobreimpuestos pequeños en caso de que se requiera pasar por encima de la tubería una vez cubierta.

Las conexiones y los accesorios deben colocarse donde indica los planos, aparte de que se debe mantener el eje sin desviar la tubería. Existen varios tipos de conexiones de tuberías,

entre los más usados las tuberías enroscadas y las de termofusión, el fiscalizador tiene la autoridad referente a que tipo de conexiones usar en la obra.

### **MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

Se tomará en cuenta para el pago las unidades los metros cúbicos (M3), dado que es un sistema completo se incluye el tema de instalación de tuberías, construcción, compactación, relleno, entre otros.

<b>Número de rubro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>
9	CISTERNA DE AGUA SEGURA DE HORMIGÓN ARMADO F'C=240 KG/CM2 (INCLUYE SISTEMA)	M3

### **3.2.10 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LAS TUBERÍAS DE PVC DE ½ PLG PARA LA RED DE DISTRIBUCIÓN (INC. ARENA)**

#### **DESCRIPCIÓN:**

Este rubro abarca la instalación y tendido de la tubería de la zona de distribución, llevando el fluido tanto a la casa de campo como a la suite, abasteciendo los diferentes sistemas dentro del proyecto. Este se encuentra asentado en una cama de arena de 10 centímetros de espesor

#### **EQUIPO MÍNIMO Y MATERIALES**

Equipo mínimo: Herramientas menores, compactador manual

Materiales: Tubería PVC media pulgada (12.25mm), arena, accesorios

#### **PROCEDIMIENTO DE TRABAJO**

- Se conecta la tubería de la zona de captación
- Dependiendo del diámetro de tubería se definirá el tamaño de la zanja a excavar, para diámetros menores a 63 milímetros se debe cavar una zanja de 35 centímetros de ancho.

- Se realiza un entibad dentro de la zanja para garantizar la correcta operación de los trabajadores.
- Se hace un refile en donde se realizar todas las paredes y se compacta el piso con una moto niveladora.
- Se deberá chequear que no queden rocas sobresaliendo de la zanja, pues podrían generar daños en la tubería.
- Se coloca una cama de arena de 10 centímetros de espesor y de 50 cm de ancho, donde se va a colocar la tubería.
- Se coloca la tubería cuidadosamente sobre el eje estipulado en los planos.
- Si el terreno cumple con lo estipulado por el supervisor se puede utilizar ese material como relleno de la tubería, caso contrario se tomará un material de préstamo.
- Para la compactación y relleno se deberá realizar en capas de 10 centímetros, asegurándose de no dejar espacios vacíos, así hasta completar el relleno.
- Finalmente, la tubería se conecta con la ya existente que sule de agua a la suite
- En caso de camio de dirección asegurarse que el accesorio colocado sea el adecuado u que quede debidamente acoplado a la tubería.
- Se conectará la tubería de agua potable, una en el tanque elevado de la casa de campo y la otra más abajo en la suite.

### **NORMAS TÉCNICAS**

NTE INEN 1744:2009: Tubos de Polietileno para Conducción de Agua a Presión.

NTE INEN 499: Tubería plástica. Determinación de las dimensiones.

NTE INEN 2016: Tubería plástica. Tubos y accesorios plásticos. Muestreo, inspección y recepción.

NORMA ASTM D2321: Instalación de tubos.

Según la normativa NTE INEN 1744:2009 aplica a tuberías de rango de presión nominal entre 0.25 y 1.6 MPa, diámetros nominales exteriores entre 6 y 630 milímetros y temperaturas entre 0 y 40 grados centígrados.

Según la normativa NTE INEN 499 da especificaciones referentes a las características de ciertas tuberías, por ejemplo, para las tuberías es importante conocer el diámetro nominal de la misma, el cual abarca solo el área de la circunferencia del flujo sin contar el espesor de la misma tubería.

### **CONSIDERACIONES GENERALES**

Los rellenos para obras de agua potable deben seguir la norma NTS-IA-004. Como en toda construcción que implique movimiento de tierra se debe tener una zanja para trabajar en ella, al trabajar en esta ya sea con o sin maquinaria es necesario llevar una pendiente uniforme por todo el terreno, siguiendo lo que dicen los planos o el fiscalizador. La cama de arena permite un asentamiento suave sobre el terreno, evita posibles daños de fugas y reduce la afectación de peso sobrepuestos pequeños en caso de que se requiera pasar por encima de la tubería una vez cubierta.

Las conexiones y los accesorios deben colocarse donde indica los planos, aparte de que se debe mantener el eje sin desviar la tubería. Existen varios tipos de conexiones de tuberías, entre los más usados las tuberías enroscadas y las de termofusión, el fiscalizador tiene la autoridad referente a que tipo de conexiones usar en la obra.

### **MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

Las medidas del pago en este rubro se darán en metros lineales (ML) correctamente colocados según el plano. Este pago incluye las tuberías cortadas para las conexiones. Estos precios deben cumplir con la tabla de precios, y los pagos se deben regir por el cumplimiento de

las especificaciones técnicas las leyes ambientales locales, Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas.

<b>Número de rubro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>
10	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LAS TUBERÍAS DE PVC DE ½ PLG PARA LA RED DE DISTRIBUCIÓN (INC. ARENA)	ML

### ***3.2.11 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LAS TUBERÍAS DE PVC DE ¾ PLG PARA LA RED DE DISTRIBUCIÓN (INC. ARENA)***

#### **DESCRIPCIÓN:**

Este rubro abarca la instalación y tendido de la tubería de la zona de distribución, llevando el fluido tanto a la casa de campo como a la suite, abasteciendo los diferentes sistemas dentro del proyecto. Este se encuentra asentado en una cama de arena de 10 centímetros de espesor. Al momento de conectar con la casa de campo se deberá colocar un cable tensado para evita que la tubería pase a menor distancia en el aire, este constará de una estructura de hormigón.

#### **EQUIPO MÍNIMO Y MATERIALES**

Equipo mínimo: Herramientas menores, compactador manual

Materiales: Tubería PVC ¾ pulgada (18.375 mm), arena, accesorios, cable tensado, torón, hormigón  $f'c=240$  kg/cm<sup>2</sup>

#### **PROCEDIMIENTO DE TRABAJO**

- Se conecta la tubería a la zona de captación
- Dependiendo del diámetro de tubería se definirá el tamaño de la zanja a excavar, para diámetros menores a 63 milímetros se debe cavar una zanja de 35 centímetros de ancho.

- Se realiza un entibad dentro de la zanja para garantizar la correcta operación de los trabajadores.
- Se hace un refile en donde se realizar todas las paredes y se compacta el piso con una moto niveladora.
- Se deberá chequear que no queden rocas sobresaliendo de la zanja, pues podrían generar daños en la tubería.
- Se coloca una cama de arena de 10 centímetros de espesor donde se va a colocar la tubería.
- Se coloca la tubería cuidadosamente sobre el eje estipulado en los planos.
- Si el terreno cumple con lo estipulado por el supervisor se puede utilizar ese material como relleno de la tubería, caso contrario se tomará un material de préstamo.
- Para la compactación y relleno se deberá realizar en capas de 15 centímetros, asegurándose de no dejar espacios vacíos, así hasta completar el relleno.
- En caso de cambio de dirección asegurarse que el accesorio colocado sea el adecuado u que quede debidamente acoplado a la tubería.
- La tubería se conectará a un cable que vitará que pase por el aire y genere posibles problemas
- Se conectará finalmente con el tanque elevado en la casa de campo

### **NORMAS TÉCNICAS**

NTE INEN 1744:2009: Tubos de Polietileno para Conducción de Agua a Presión.

NTE INEN 499: Tubería plástica. Determinación de las dimensiones.

NTE INEN 2016: Tubería plástica. Tubos y accesorios plásticos. Muestreo, inspección y recepción.

NORMA ASTM D2321: Instalación de tubos.

Según la normativa NTE INEN 1744:2009 aplica a tuberías de rango de presión nominal entre 0.25 y 1.6 MPa, diámetros nominales exteriores entre 6 y 630 milímetros y temperaturas entre 0 y 40 grados centígrados.

Según la normativa NTE INEN 499 da especificaciones referentes a las características de ciertas tuberías, por ejemplo, para las tuberías es importante conocer el diámetro nominal de la misma, el cual abarca solo el área de la circunferencia del flujo sin contar el espesor de la misma tubería.

### **CONSIDERACIONES GENERALES**

Los rellenos para obras de agua potable deben seguir la norma NTS-IA-004. Como en toda construcción que implique movimiento de tierra se debe tener una zanja para trabajar en ella, al trabajar en esta ya sea con o sin maquinaria es necesario llevar una pendiente uniforme por todo el terreno, siguiendo lo que dicen los planos o el fiscalizador. La cama de arena permite un asentamiento suave sobre el terreno, evita posibles daños de fugas y reduce la afectación de peso sobreimpuestos pequeños en caso de que se requiera pasar por encima de la tubería una vez cubierta.

Las conexiones y los accesorios deben colocarse donde indica los planos, aparte de que se debe mantener el eje sin desviar la tubería. Existen varios tipos de conexiones de tuberías, entre los más usados las tuberías enroscadas y las de termofusión, el fiscalizador tiene la autoridad referente a que tipo de conexiones usar en la obra.

### **MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

Las medidas del pago en este rubro se darán en metros lineales (ML) correctamente colocados según el plano. Este pago incluye las tuberías cortadas para las conexiones. Estos precios deben cumplir con la tabla de precios, y los pagos se deben regir por el cumplimiento de

las especificaciones técnicas las leyes ambientales locales, Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas.

<b>Número de rubro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>
11	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LAS TUBERÍAS DE PVC DE ¾ PLG PARA LA RED DE DISTRIBUCIÓN (INC. ARENA)	ML

### ***3.2.12 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBO PVC RÍGIDO DE PARED***

#### ***ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA (De=125MM; Di=110MM) PARA AGUAS GRISES***

#### **DESCRIPCIÓN:**

Este rubro abarca la conexión entre los efluentes generados por las aguas grises proveniente de fregaderos y lavabos y ser trasladados al pozo séptico.

#### **EQUIPO MÍNIMO Y MATERIALES**

Equipo mínimo: Herramientas menores, compactador manual

Materiales: Accesorios para pruebas de estanqueidad, agua para pruebas de estanqueidad tubo PVC rígido de pared estructurada exterior corrugada - interior lisa (de=125mm; di=110mm), anillo de caucho.

#### **PROCEDIMIENTO DE TRABAJO**

- Colocar cama de arena de 10cm de espesor, con un ancho de 60cm adicional al diámetro exterior de la tubería
- Se conecta la tubería con los diversos dispositivos como cajas de registro o pozos de inspección
- En ancho de la zanja será como mínimo 60cm adicionales al diámetro exterior de la tubería.

- Se realiza un entibad dentro de la zanja para garantizar la correcta operación de los trabajadores.
- Se hace un refile en donde se realizar todas las paredes y se compacta el piso con una moto niveladora.
- Se deberá chequear que no queden rocas sobresaliendo de la zanja, pues podrían generar daños en la tubería.
- Se coloca la tubería cuidadosamente sobre el eje estipulado en los planos, respetando las pendientes y las conexiones hacia los pozos de inspección.
- Si el terreno cumple con lo estipulado por el supervisor se puede utilizar ese material como relleno de la tubería, caso contrario se tomará un material de préstamo.
- Para la compactación y relleno se deberá realizar en capas de 15 centímetros, asegurándose de no dejar espacios vacíos, así hasta completar el relleno.
- En caso de cambio de dirección asegurarse que el accesorio colocado sea el adecuado u que quede debidamente acoplado a la tubería.
- Verificar y reparar fugas según indique el Fiscalizador
- La red de tubería se conectará al pozo séptico para su posterior tratamiento.

### **NORMAS TÉCNICAS**

NTE INEN 499: Tubería plástica. Determinación de las dimensiones.

NTE INEN 2016: Tubería plástica. Tubos y accesorios plásticos. Muestreo, inspección y recepción.

NORMA ASTM D2321: Instalación de tubos.

## CONSIDERACIONES GENERALES

Los rellenos para obras de aguas residuales deben seguir la norma NTS-IA-004. Como en toda construcción que implique movimiento de tierra se debe tener una zanja para trabajar en ella, al trabajar en esta ya sea con o sin maquinaria es necesario llevar una pendiente uniforme por todo el terreno, siguiendo lo que dicen los planos o el fiscalizador. La cama de arena permite un asentamiento suave sobre el terreno, evita posibles daños de fugas y reduce la afectación de peso sobreimpuestos pequeños en caso de que se requiera pasar por encima de la tubería una vez cubierta.

Las conexiones y los accesorios deben colocarse donde indica los planos, aparte de que se debe mantener el eje sin desviar la tubería. Existen varios tipos de conexiones de tuberías, entre los más usados las tuberías enroscadas y las de termofusión, el fiscalizador tiene la autoridad referente a que tipo de conexiones usar en la obra.

## MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

Las medidas del pago en este rubro se darán en metros lineales (ML) correctamente colocados según el plano. Este pago incluye las tuberías cortadas para las conexiones. Estos precios deben cumplir con la tabla de precios, y los pagos se deben regir por el cumplimiento de las especificaciones técnicas las leyes ambientales locales, Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas.

Número de rubro	Descripción	Unidad de medida
12	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBO PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA (De=125MM; Di=110MM) PARA AGUAS GRISES	ML

### **3.2.13 POZO DE INSPECCIÓN DE AGUAS GRISES (INC TAPA)**

#### **DESCRIPCIÓN:**

Este rubro comprende la construcción e instalación de pozos de inspección destinados al manejo y monitoreo de aguas grises en sistemas de recolección y reutilización.

#### **EQUIPO MÍNIMO Y MATERIALES:**

Equipo mínimo: Herramientas menores, concretera, vibrador

Materiales: Cemento, arena, piedra ¾” a 1”, agua, encofrados, aceite quemado, tapa del pozo de inspección.

#### **PROCEDIMIENTO DE TRABAJO**

- **Marcación y nivelación del área:** Identificar la ubicación del pozo según los planos y nivelar el terreno para garantizar estabilidad.
- **Excavación:** Realizar la excavación de acuerdo con las dimensiones especificadas en el proyecto, considerando espacio para el pozo y su base.
- **Preparación de la base:** Colocar y compactar una capa de material granular o concreto simple como base para garantizar estabilidad y nivelación.
- **Construcción del pozo:** Instalar o construir las paredes del pozo utilizando concreto reforzado, materiales plásticos o prefabricados, asegurando su resistencia y estanqueidad.
- **Instalación de conexiones:** Colocar las tuberías de entrada y salida en las posiciones y alturas indicadas, asegurando una conexión hermética.
- **Colocación de la tapa:** Instalar la tapa del pozo, asegurándose de que sea de material resistente, antideslizante y adecuado para la carga prevista (peatonal o vehicular).

- **Relleno y compactación:** Rellenar los espacios alrededor del pozo con material adecuado, compactándolo en capas para evitar asentamientos.
- **Pruebas finales:** Verificar el correcto funcionamiento del pozo, las conexiones de tuberías y la accesibilidad de la tapa.
- **Limpieza del área:** Retirar los desechos y materiales sobrantes, dejando el sitio limpio y ordenado.

## **NORMAS TÉCNICAS**

NTE INEN 152, INEN 2380 – ASTM 1157: Para Materiales para hormigón

ASTM C 33: AGREGADO GRUESO

INEN 154.: AGREGADO FINO

INEN 490: TIPO DE CEMENTO

INEN CEC 8-79.: DOSIFICACIÓN, MEZCLADO Y COLOCACIÓN

NTE INEN 101: Barras Lisas de Acero al Carbono de Sección Circular Laminadas en

Caliente

NTE INEN 102. Varillas con resaltes de acero al carbono laminado en caliente

NTE INEN 103: Barras lisas de acero al carbono torcidas en frío

NTE INEN 104: Barras con resaltes de acero al carbono torcidas en frío

NTE INEN 1744:2009: Tubos de Polietileno para Conducción de Agua a Presión.

NTE INEN 499: Tubería plástica. Determinación de las dimensiones.

NTE INEN 2016: Tubería plástica. Tubos y accesorios plásticos. Muestreo, inspección y recepción.

NORMA ASTM D2321: Instalación de tubos.

## **ENCOFRADOS**

Serán encofrados de madera plywood unidos con clavos y alambres pro un maestro especialista, para cada uno de los elementos del encofrado se deberán mantener unas distancias específicas para evitar distorsiones en la forma aparte de que los materiales de sujeción (clavos y alambres) deben estar en perfectas condiciones. Se deben respeta las dimensiones especificadas en los planos.

## **JUNTAS**

Se deben realizar de modo que no se reduzca la resistencia de las mimas. Estas se refieren a una pequeña separación de los elementos estructurales y deben obedecer a lo estipulado en los planos. Las juntas son perpendiculares a la armadura de refuerzo principal. Se deberá evitar juntas frías y en caso de suspender una fundición en losas y vigas, se deberá dejar una junta constructiva a un tercio de la luz del elemento.

## **DESENCOFRADO**

Se removerán los elementos de madera luego de la fundición. Para elementos laterales se podrá remover el encofrado luego de 2 días. Para elementos como losas u objetos en voladizo se podrán remover luego de 4 semanas, en otras palabras, cuando el hormigón haya alcanzado su resistencia. En caso de que las losas soporten grandes cargas sobre ellas, se deberán colocar puntales espaciados durante todo el proceso de encofrado y deberán ser retirados cuidadosamente luego de que haya pasado en tiempo adecuado

## **CURADO**

Siempre y cuando la hidratación del cemento sea de 7 a 15 días. Se debe empezar 12 horas luego de la fundición. Los encofrados podrán mantenerse húmedos durante el proceso y para el curado puede utilizarse cualquier método, siempre y cuando la calidad del agua sea la adecuada.

## **IMPERMEABILIZACIÓN**

Para mantener esta característica se enlucirá con mortero cemento-arena con un aditivo hidrófugo. El mortero debe tener un espesor mínimo de 1.5 cm

## **DOBLADO**

Las varillas serna dobladas con las herramientas adecuadas siguiendo las especificaciones estas se doblarán en frío a menos que el fiscalizador diga lo contrario. Para diámetros de varilla de 8 a 25 milímetros el radio mínimo de doblado es 3 veces el diámetro, para varillas de 28 y 32 milímetros es de 4 veces el diámetro, y para mayores de 32 milímetros 5 veces el diámetro.

## **COLOCACIÓN Y AMARRE**

El amarre debe impedir el movimiento de cualquier tipo al acero de refuerzo, estos se hacen con alambres de acero sobre las conexiones ortogonales con otras varillas. El maestro debe garantizar una sujeción adecuada inclusive para amarres con el encofrado, obedeciendo el recubrimiento de los planos. Existen métodos para mantener el armado de acero en su posición, como bloques de mortero y estos pueden ser utilizados siempre y cuando sean aprobados por el fiscalizador.

## **ESPACIAMIENTO Y RECUBRIMIENTO**

Según la ACI 318 sección 7.6 las varillas no deben variar una doceava parte el espaciamiento entre todas ellas. En la sección siguiente (7.7) se menciona que el recubrimiento en hormigón armado bajo ningún concepto debe ser menor a 2.5 cm

## **EMPALMES**

Se rige en base a los planos o según las especificaciones del fiscalizador. Estos forman traslapes entre las barras, los cuales no deben ser menor a 45 veces el diámetro, para varillas de 2.5cm y para las demás no menos de 30 veces el diámetro. Los empalmes por soldaduras están permitidos siempre y cuando el fiscalizador lo permita y lo autorice en los planos. Se debe llegar

a desarrollar un 90% de resistencia máxima a tracción con este proceso y el desvío mínimo aceptado en el empalme es de 6 milímetros cada metro.

### **CONSIDERACIONES GENERALES**

Los rellenos para obras de agua potable deben seguir la norma NTS-IA-004. Como en toda construcción que implique movimiento de tierra se debe tener una zanja para trabajar en ella, al trabajar en esta ya sea con o sin maquinaria es necesario llevar una pendiente uniforme por todo el terreno, siguiendo lo que dicen los planos o el fiscalizador. La cama de arena permite un asentamiento suave sobre el terreno, evita posibles daños de fugas y reduce la afectación de peso sobrepuestos pequeños en caso de que se requiera pasar por encima de la tubería una vez cubierta.

Las conexiones y los accesorios deben colocarse donde indica los planos, aparte de que se debe mantener el eje sin desviar la tubería. Existen varios tipos de conexiones de tuberías, entre los más usados las tuberías enroscadas y las de termofusión, el fiscalizador tiene la autoridad referente a que tipo de conexiones usar en la obra.

### **MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

El trabajo se medirá por unidad construida (U), considerando cada pozo de inspección completamente terminado y funcional. Esto incluye la excavación, construcción de la estructura, instalación de tuberías, colocación de la tapa y los acabados necesarios según las especificaciones del proyecto.

<b>Número de rubro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>
13	POZO DE INSPECCIÓN DE AGUAS GRISES (INC. TAPA)	U

### **3.2.14 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBO PVC RÍGIDO DE PARED**

#### ***ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA (De=125MM; Di=110MM) PARA AGUAS NEGRAS***

##### **DESCRIPCIÓN:**

Este rubro abarca la conexión entre los efluentes generados por las aguas negras proveniente de inodoros y fregaderos de cocina para ser trasladados al pozo biodigestor.

##### **EQUIPO MÍNIMO Y MATERIALES**

Equipo mínimo: Herramientas menores, compactador manual

Materiales: Accesorios para pruebas de estanqueidad, agua para pruebas de estanqueidad tubo PVC rígido de pared estructurada exterior corrugada - interior lisa (de=125mm; di=110mm), anillo de caucho.

##### **PROCEDIMIENTO DE TRABAJO**

- Colocar cama de arena de 10cm de espesor, con un ancho de 60cm adicional al diámetro exterior de la tubería
- Se conecta la tubería con los diversos dispositivos como cajas de registro o pozos de inspección
- En ancho de la zanja será como mínimo 60cm adicionales al diámetro exterior de la tubería.
- Se realiza un entibad dentro de la zanja para garantizar la correcta operación de los trabajadores.
- Se hace un refile en donde se realizar todas las paredes y se compacta el piso con una moto niveladora.
- Se deberá chequear que no queden rocas sobresaliendo de la zanja, pues podrían generar daños en la tubería.

- Se coloca la tubería cuidadosamente sobre el eje estipulado en los planos, respetando las pendientes y las conexiones hacia los pozos de inspección.
- Si el terreno cumple con lo estipulado por el supervisor se puede utilizar ese material como relleno de la tubería, caso contrario se tomará un material de préstamo.
- Para la compactación y relleno se deberá realizar en capas de 15 centímetros, asegurándose de no dejar espacios vacíos, así hasta completar el relleno.
- En caso de cambio de dirección asegurarse que el accesorio colocado sea el adecuado u que quede debidamente acoplado a la tubería.
- Verificar y reparar fugas según indique el Fiscalizador
- La red de tubería se conectará al pozo séptico para su posterior tratamiento.

### **NORMAS TÉCNICAS**

NTE INEN 499: Tubería plástica. Determinación de las dimensiones.

NTE INEN 2016: Tubería plástica. Tubos y accesorios plásticos. Muestreo, inspección y recepción.

NORMA ASTM D2321: Instalación de tubos.

### **CONSIDERACIONES GENERALES**

Los rellenos para obras de aguas residuales deben seguir la norma NTS-IA-004. Como en toda construcción que implique movimiento de tierra se debe tener una zanja para trabajar en ella, al trabajar en esta ya sea con o sin maquinaria es necesario llevar una pendiente uniforme por todo el terreno, siguiendo lo que dicen los planos o el fiscalizador. La cama de arena permite un asentamiento suave sobre el terreno, evita posibles daños de fugas y reduce la afectación de peso sobreimpuestos pequeños en caso de que se requiera pasar por encima de la tubería una vez cubierta.

Las conexiones y los accesorios deben colocarse donde indica los planos, aparte de que se debe mantener el eje sin desviar la tubería. Existen varios tipos de conexiones de tuberías, entre los más usados las tuberías enroscadas y las de termofusión, el fiscalizador tiene la autoridad referente a que tipo de conexiones usar en la obra.

### **MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

Las medidas del pago en este rubro se darán en metros lineales (ML) correctamente colocados según el plano. Este pago incluye las tuberías cortadas para las conexiones. Estos precios deben cumplir con la tabla de precios, y los pagos se deben regir por el cumplimiento de las especificaciones técnicas las leyes ambientales locales, Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas.

<b>Número de rubro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>
14	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBO PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA (De=125MM; Di=110MM) PARA AGUAS NEGRAS	ML

### **3.2.15 POZO DE INSPECCIÓN DE AGUAS NEGRAS (INC TAPA)**

#### **DESCRIPCIÓN:**

Este rubro comprende la construcción e instalación de pozos de inspección destinados al manejo y monitoreo de aguas grises en sistemas de recolección y reutilización.

#### **EQUIPO MÍNIMO Y MATERIALES:**

Equipo mínimo: Herramientas menores, concretera, vibrador

Materiales: Cemento, arena, piedra ¾’’ a 1’’, agua, encofrados, aceite quemado, tapa del pozo de inspección.

#### **PROCEDIMIENTO DE TRABAJO**

- **Marcación y nivelación del área:** Identificar la ubicación del pozo según los planos y nivelar el terreno para garantizar estabilidad.

- **Excavación:** Realizar la excavación de acuerdo con las dimensiones especificadas en el proyecto, considerando espacio para el pozo y su base.
- **Preparación de la base:** Colocar y compactar una capa de material granular o concreto simple como base para garantizar estabilidad y nivelación.
- **Construcción del pozo:** Instalar o construir las paredes del pozo utilizando concreto reforzado, materiales plásticos o prefabricados, asegurando su resistencia y estanqueidad.
- **Instalación de conexiones:** Colocar las tuberías de entrada y salida en las posiciones y alturas indicadas, asegurando una conexión hermética.
- **Colocación de la tapa:** Instalar la tapa del pozo, asegurándose de que sea de material resistente, antideslizante y adecuado para la carga prevista (peatonal o vehicular).
- **Relleno y compactación:** Rellenar los espacios alrededor del pozo con material adecuado, compactándolo en capas para evitar asentamientos.
- **Pruebas finales:** Verificar el correcto funcionamiento del pozo, las conexiones de tuberías y la accesibilidad de la tapa.
- **Limpieza del área:** Retirar los desechos y materiales sobrantes, dejando el sitio limpio y ordenado.

## **NORMAS TÉCNICAS**

NTE INEN 152, INEN 2380 – ASTM 1157: Para Materiales para hormigón

ASTM C 33: AGREGADO GRUESO

INEN 154.: AGREGADO FINO

INEN 490: TIPO DE CEMENTO

INEN CEC 8-79.: DOSIFICACIÓN, MEZCLADO Y COLOCACIÓN

NTE INEN 101: Barras Lisas de Acero al Carbono de Sección Circular Laminadas en Caliente

NTE INEN 102. Varillas con resaltes de acero al carbono laminado en caliente

NTE INEN 103: Barras lisas de acero al carbono torcidas en frío

NTE INEN 104: Barras con resaltes de acero al carbono torcidas en frío

NTE INEN 1744:2009: Tubos de Polietileno para Conducción de Agua a Presión.

NTE INEN 499: Tubería plástica. Determinación de las dimensiones.

NTE INEN 2016: Tubería plástica. Tubos y accesorios plásticos. Muestreo, inspección y recepción.

NORMA ASTM D2321: Instalación de tubos.

### **ENCOFRADOS**

Serán encofrados de madera plywood unidos con clavos y alambres pro un maestro especialista, para cada uno de los elementos del encofrado se deberán mantener unas distancias específicas para evitar distorsiones en la forma aparte de que los materiales de sujeción (clavos y alambres) deben estar en perfectas condiciones. Se deben respeta las dimensiones especificadas en los planos.

### **JUNTAS**

Se deben realizar de modo que no se reduzca la resistencia de las mimas. Estas se refieren a una pequeña separación de los elementos estructurales y deben obedecer a lo estipulado en los planos. Las juntas son perpendiculares a la armadura de refuerzo principal. Se deberá evitar juntas frías y en caso de suspender una fundición en losas y vigas, se deberá dejar una junta constructiva a un tercio de la luz del elemento.

## **DESENCOFRADO**

Se removerán los elementos de madera luego de la fundición. Para elementos laterales se podrá remover el encofrado luego de 2 días. Para elementos como losas u objetos en voladizo se podrán remover luego de 4 semanas, en otras palabras, cuando el hormigón haya alcanzado su resistencia. En caso de que las losas soporten grandes cargas sobre ellas, se deberán colocar puntales espaciados durante todo el proceso de encofrado y deberán ser retirados cuidadosamente luego de que haya pasado en tiempo adecuado

## **CURADO**

Siempre y cuando la hidratación del cemento sea de 7 a 15 días. Se debe empezar 12 horas luego de la fundición. Los encofrados podrán mantenerse húmedos durante el proceso y para el curado puede utilizarse cualquier método, siempre y cuando la calidad del agua sea la adecuada.

## **IMPERMEABILIZACIÓN**

Para mantener esta característica se enlucirá con mortero cemento-arena con un aditivo hidrófugo. El mortero debe tener un espesor mínimo de 1.5 cm

## **DOBLADO**

Las varillas serna dobladas con las herramientas adecuadas siguiendo las especificaciones estas se doblarán en frío a menos que el fiscalizador diga lo contrario. Para diámetros de varilla de 8 a 25 milímetros el radio mínimo de doblado es 3 veces el diámetro, para varillas de 28 y 32 milímetros es de 4 veces el diámetro, y para mayores de 32 milímetros 5 veces el diámetro.

## **COLOCACIÓN Y AMARRE**

El amarre debe impedir el movimiento de cualquier tipo al acero de refuerzo, estos se hacen con alambres de acero sobre las conexiones ortogonales con otras varillas. El maestro debe garantizar una sujeción adecuada inclusive para amarres con el encofrado, obedeciendo el

recubrimiento de los planos. Existen métodos para mantener el armado de acero en su posición, como bloques de mortero y estos pueden ser utilizados siempre y cuando sean aprobados por el fiscalizador.

### **ESPACIAMIENTO Y RECUBRIMIENTO**

Según la ACI 318 sección 7.6 las varillas no deben variar una doceava parte el espaciamiento entre todas ellas. En la sección siguiente (7.7) se menciona que el recubrimiento en hormigón armado bajo ningún concepto debe ser menor a 2.5 cm

### **EMPALMES**

Se rige en base a los planos o según las especificaciones del fiscalizador. Estos forman traslapes entre las barras, los cuales no deben ser menor a 45 veces el diámetro, para varillas de 2.5cm y para las demás no menos de 30 veces el diámetro. Los empalmes por soldaduras están permitidos siempre y cuando el fiscalizador lo permita y lo autorice en los planos. Se debe llegar a desarrollar un 90% de resistencia máxima a tracción con este proceso y el desvío mínimo aceptado en el empalme es de 6 milímetros cada metro.

### **CONSIDERACIONES GENERALES**

Los rellenos para obras de agua potable deben seguir la norma NTS-IA-004. Como en toda construcción que implique movimiento de tierra se debe tener una zanja para trabajar en ella, al trabajar en esta ya sea con o sin maquinaria es necesario llevar una pendiente uniforme por todo el terreno, siguiendo lo que dicen los planos o el fiscalizador. La cama de arena permite un asentamiento suave sobre el terreno, evita posibles daños de fugas y reduce la afectación de peso sobrepuestos pequeños en caso de que se requiera pasar por encima de la tubería una vez cubierta.

Las conexiones y los accesorios deben colocarse donde indica los planos, aparte de que se debe mantener el eje sin desviar la tubería. Existen varios tipos de conexiones de tuberías,

entre los más usados las tuberías enroscadas y las de termofusión, el fiscalizador tiene la autoridad referente a que tipo de conexiones usar en la obra.

### **MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

El trabajo se medirá por unidad construida (U), considerando cada pozo de inspección completamente terminado y funcional. Esto incluye la excavación, construcción de la estructura, instalación de tuberías, colocación de la tapa y los acabados necesarios según las especificaciones del proyecto.

<b>Número de rubro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>
15	POZO DE INSPECCIÓN DE AGUAS NEGRAS (INC. TAPA)	U

### **3.2.16 POZO SEPTICO DE HORMIGÓN ARMADO $F'C=240 \text{ KG/CM}^2$**

#### **DESCRIPCIÓN:**

Diseño de un sistema de pozo séptico con diversas cámaras para depuración de aguas residuales, las cuales tendrán destino una cisterna con bombeo para recarga de inodoros. Cuenta con dos zonas de cámaras, una zona de infiltración y desfogue de las aguas tratadas

#### **EQUIPO MÍNIMO Y MATERIALES.**

Equipo mínimo: Herramientas menores, retroexcavadora,

Materiales: Cemento, acero de refuerzo  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ , piedra  $\frac{3}{4}$ '' a 1'', arena gruesa, agua, impermeabilizante, tabla semidura, cuartón semiduro, clavos.

#### **PROCEDIMIENTO DE TRABAJO.**

- Se retira la cobertura vegetal encima de la zona de colocación de la cisterna en caso de haber
- Se hace un replantar de en donde se va a excavar y construir la cisterna

- Se comienza excavando en el sitio donde será colocada la cisterna con una retro excavadora
- Se realizan retoques manuales para dejar todos los lados a nivel del plano
- Se realiza una mezcla de mortero la cual va a ser echado en las paredes y el piso para evitar el contacto directo con el suelo
- Se coloca el armado horizontal de las 4 paredes de forma rectangular y dejando el espaciamiento especificado con el plano
- Se coloca en armado vertical en las mismas paredes y el armado en la losa
- Se coloca el otro armado de acero respetando el peralte efectivo de los muros y en la losa

## **NORMAS TÉCNICAS**

NTE INEN 152, INEN 2380 – ASTM 1157: Para Materiales para hormigón

ASTM C 33: **AGREGADO GRUESO**

INEN 154.: **AGREGADO FINO**

INEN 490: **TIPO DE CEMENTO**

INEN CEC 8-79.: **DOSIFICACIÓN, MEZCLADO Y COLOCACIÓN**

NTE INEN 101: Barras Lisas de Acero al Carbono de Sección Circular Laminadas en Caliente

NTE INEN 102. Varillas con resaltes de acero al carbono laminado en caliente

NTE INEN 103: Barras lisas de acero al carbono torcidas en frío

NTE INEN 104: Barras con resaltes de acero al carbono torcidas en frío

NTE INEN 1744:2009: Tubos de Polietileno para Conducción de Agua a Presión.

NTE INEN 499: Tubería plástica. Determinación de las dimensiones.

NTE INEN 2016: Tubería plástica. Tubos y accesorios plásticos. Muestreo, inspección y recepción.

NORMA ASTM D2321: Instalación de tubos.

### **ENCOFRADOS**

Serán encofrados de madera plywood unidos con clavos y alambres pro un maestro especialista, para cada uno de los elementos del encofrado se deberán mantener unas distancias específicas para evitar distorsiones en la forma aparte de que los materiales de sujeción (clavos y alambres) deben estar en perfectas condiciones. Se deben respeta las las dimensiones especificadas en los planos.

### **JUNTAS**

Se deben realizar de modo que no se reduzca la resistencia de las mimas. Estas se refieren a una pequeña separación de los elementos estructurales y deben obedecer a lo estipulado en los planos. Las juntas son perpendiculares a la armadura de refuerzo principal. Se deberá evitar juntas frías y en caso de suspender una fundición en losas y vigas, se deberá dejar una junta constructiva a un tercio de la luz del elemento.

### **DESENCOFRADO**

Se removerán los elementos de madera luego de la fundición. Para elementos laterales se podrá remover el encofrado luego de 2 días. Para elementos como losas u objetos en voladizo se podrán remover luego de 4 semanas, en otras palabras, cuando el hormigón haya alcanzado su resistencia. En caso de que las losas soporten grandes cargas sobre ellas, se deberán colocar puntales espaciados durante todo el proceso de encofrado y deberán ser retirados cuidadosamente luego de que haya pasado en tiempo adecuado

## **CURADO**

Siempre y cuando la hidratación del cemento sea de 7 a 15 días. Se debe empezar 12 horas luego de la fundición. Los encofrados podrán mantenerse húmedos durante el proceso y para el curado puede utilizarse cualquier método, siempre y cuando la calidad del agua sea la adecuada.

## **IMPERMEABILIZACIÓN**

Para mantener esta característica se enlucirá con mortero cemento-arena con un aditivo hidrófugo. El mortero debe tener un espesor mínimo de 1.5 cm negativamente a su rendimiento

## **DOBLADO**

Las varillas serna dobladas con las herramientas adecuadas siguiendo las especificaciones estas se doblarán en frío a menos que el fiscalizador diga lo contrario. Para diámetros de varilla de 8 a 25 milímetros el radio mínimo de doblado es 3 veces el diámetro, para varillas de 28 y 32 milímetros es de 4 veces el diámetro, y para mayores de 32 milímetros 5 veces el diámetro.

## **COLOCACIÓN Y AMARRE**

El amarre debe impedir el movimiento de cualquier tipo al acero de refuerzo, estos se hacen con alambres de acero sobre las conexiones ortogonales con otras varillas. El maestro debe garantizar una sujeción adecuada inclusive para amarres con el encofrado, obedeciendo el recubrimiento de los planos. Existen métodos para mantener el armado de acero en su posición, como bloques de mortero y estos pueden ser utilizados siempre y cuando sean aprobados por el fiscalizador.

## **ESPACIAMIENTO Y RECUBRIMIENTO**

Según la ACI 318 sección 7.6 las varillas no deben variar una doceava parte el espaciamiento entre todas ellas. En la sección siguiente (7.7) se menciona que el recubrimiento

en hormigón armado bajo ningún concepto debe ser menor a 2.5 cm

### **EMPALMES**

Se rige en base a los planos o según las especificaciones del fiscalizador. Estos forman traslapes entre las barras, los cuales no deben ser menor a 45 veces el diámetro, para varillas de 2.5cm y para las demás no menos de 30 veces el diámetro. Los empalmes por soldaduras están permitidos siempre y cuando el fiscalizador lo permita y lo autorice en los planos. Se debe llegar a desarrollar un 90% de resistencia máxima a tracción con este proceso y el desvío mínimo aceptado en el empalme es de 6 milímetros cada metro.

### **CONSIDERACIONES GENERALES**

Los rellenos para obras de agua potable deben seguir la norma NTS-IA-004. Como en toda construcción que implique movimiento de tierra se debe tener una zanja para trabajar en ella, al trabajar en esta ya sea con o sin maquinaria es necesario llevar una pendiente uniforme por todo el terreno, siguiendo lo que dicen los planos o el fiscalizador. La cama de arena permite un asentamiento suave sobre el terreno, evita posibles daños de fugas y reduce la afectación de peso sobreimpuestos pequeños en caso de que se requiera pasar por encima de la tubería una vez cubierta.

Las conexiones y los accesorios deben colocarse donde indica los planos, aparte de que se debe mantener el eje sin desviar la tubería. Existen varios tipos de conexiones de tuberías, entre los más usados las tuberías enroscadas y las de termofusión, el fiscalizador tiene la autoridad referente a que tipo de conexiones usar en la obra.

### **MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

Se pago se evalúa por metros cúbicos (M3), al tratarse de una construcción compleja que requiere diversos materiales as horas laborales y en conjunto de la mano de obra presente en todos los procesos son los que ayudan culminar la misma. En este rubro se incluyen todas las

actividades hechas para la construcción del pozo séptico. Estos precios deben cumplir con la tabla de precios, y los pagos se deben regir por el cumplimiento de las especificaciones técnicas las leyes ambientales locales, Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas.

Número de rubro	Descripción	Unidad de medida
16	POZO SEPTICO DE HORMIGÓN ARMADO F'C=240 KG/CM2 (INCLUYE SISTEMA)	M3

### **3.2.17 SUMINISTRO E INSTALACION DE POZO BIODIGESTOR 3000 L**

#### **DESCRIPCIÓN:**

Colocación de un tanque biodigestor de Rotoplas ya fabricado para el tratamiento de aguas residuales domésticas.

#### **EQUIPO MÍNIMO Y MATERIALES.**

Equipo mínimo: Retro excavadora, herramientas menores, moto niveladora.

Materiales: hormigón f'c=240 kg/cm<sup>2</sup>, varillas de acero fy=4200 kg/cm<sup>2</sup>, Tanque prefabricado, arena, tierra.

#### **PROCEDIMIENTO DE TRABAJO.**

- Se realiza una excavación en forma cilíndrica en el lugar donde va a ser colocado el tanque, el cilindro debe tener 20 centímetros de espesor mayores a la dimensión dl tanque. Es importante dejar el tanque la altura de la tubería sanitaria de la que se va a recolectar el efluente.
- La base se excava de la forma del, aunque, y se retirando material que puede generar perforaciones o abolladuras en el equipo.

- En el fondo se debe colocar un mortero de concreto de dimensiones mínimas de 60 centímetros de diámetro con un espesor de 5 centímetros y reforzar con un alambre de malla.
- Se coloca el tanque con agua perfectamente centrado en la excavación.
- Instalar la válvula de extracción de lodos cerrada para que el agua se mantenga en el equipo.
- Durante el relleno se debe mezclar arena y cemento y colocar la mezcla en la parte cónica.
- Se coloca ahora una mezcla de 5 partes de tierra por una de cemento finalizando la parte cónica, compactar y rellenar esta capa cada 20 centímetros de alto hasta subirlo por completo.
- Paralelamente se coloca la cámara de extracción de lodos dentro de una excavación, la cual depende del tamaño del equipo.

#### **MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO.**

Se realiza el pago por unidades construidas (U), tomando en cuenta todos los procesos necesarios para la colocación del tanque séptico, tanto la excavación colocación del molde, relleno y compactación. Estos precios deben cumplir con la tabla de precios, y los pagos se deben regir por el cumplimiento de las especificaciones técnicas las leyes ambientales locales, Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas.

<b>Número de rubro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>
17	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE POZO BIODIGESTOR	U

### **3.2.18 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBO PVC RÍGIDO DE PARED**

#### ***ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA (De=125MM; Di=110MM) PARA AGUAS LLUVIAS***

##### **DESCRIPCIÓN:**

Este rubro abarca la conexión de las aguas lluvias recolectadas por las cubiertas de la vivienda y dirigidas hacia las cajas de registro, pozos de inspección y finalmente a las celdas Aquacell.

##### **EQUIPO MÍNIMO Y MATERIALES**

Equipo mínimo: Herramientas menores, compactador manual

Materiales: Accesorios para pruebas de estanqueidad, agua para pruebas de estanqueidad tubo PVC rígido de pared estructurada exterior corrugada - interior lisa (de=125mm; di=110mm), anillo de caucho.

##### **PROCEDIMIENTO DE TRABAJO**

- Colocar cama de arena de 10cm de espesor, con un ancho de 60cm adicional al diámetro exterior de la tubería
- Se conecta la tubería con los diversos dispositivos como cajas de registro o pozos de inspección
- En ancho de la zanja será como mínimo 60cm adicionales al diámetro exterior de la tubería.
- Se realiza un entibad dentro de la zanja para garantizar la correcta operación de los trabajadores.
- Se hace un refile en donde se realizar todas las paredes y se compacta el piso con una moto niveladora.

- Se deberá chequear que no queden rocas sobresaliendo de la zanja, pues podrían generar daños en la tubería.
- Se coloca la tubería cuidadosamente sobre el eje estipulado en los planos, respetando las pendientes y las conexiones hacia los pozos de inspección.
- Si el terreno cumple con lo estipulado por el supervisor se puede utilizar ese material como relleno de la tubería, caso contrario se tomará un material de préstamo.
- Para la compactación y relleno se deberá realizar en capas de 15 centímetros, asegurándose de no dejar espacios vacíos, así hasta completar el relleno.
- En caso de cambio de dirección asegurarse que el accesorio colocado sea el adecuado u que quede debidamente acoplado a la tubería.
- Verificar y reparar fugas según indique el Fiscalizador
- La red de tubería se conectará al pozo séptico para su posterior tratamiento.

### **NORMAS TÉCNICAS**

NTE INEN 499: Tubería plástica. Determinación de las dimensiones.

NTE INEN 2016: Tubería plástica. Tubos y accesorios plásticos. Muestreo, inspección y recepción.

NORMA ASTM D2321: Instalación de tubos.

### **CONSIDERACIONES GENERALES**

Los rellenos para obras de aguas residuales deben seguir la norma NTS-IA-004. Como en toda construcción que implique movimiento de tierra se debe tener una zanja para trabajar en ella, al trabajar en esta ya sea con o sin maquinaria es necesario llevar una pendiente uniforme por todo el terreno, siguiendo lo que dicen los planos o el fiscalizador. La cama de arena permite un asentamiento suave sobre el terreno, evita posibles daños de fugas y reduce la afectación de

peso sobreimpuestos pequeños en caso de que se requiera pasar por encima de la tubería una vez cubierta.

Las conexiones y los accesorios deben colocarse donde indica los planos, aparte de que se debe mantener el eje sin desviar la tubería. Existen varios tipos de conexiones de tuberías, entre los más usados las tuberías enroscadas y las de termofusión, el fiscalizador tiene la autoridad referente a que tipo de conexiones usar en la obra.

### **MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

Las medidas del pago en este rubro se darán en metros lineales (ML) correctamente colocados según el plano. Este pago incluye las tuberías cortadas para las conexiones. Estos precios deben cumplir con la tabla de precios, y los pagos se deben regir por el cumplimiento de las especificaciones técnicas las leyes ambientales locales, Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas.

<b>Número de rubro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>
18	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBO PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA (De=125MM; Di=110MM) PARA AGUAS LLUVIAS	ML

#### **3.2.19 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBO PVC RÍGIDO DE PARED**

***ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA (De=175MM; Di=160MM) PARA AGUAS LLUVIAS***

#### **DESCRIPCIÓN:**

Este rubro abarca la conexión de las aguas lluvias recolectadas por las cubiertas de la vivienda y dirigidas hacia las cajas de registro, pozos de inspección y finalmente a las celdas Aquacell.

#### **EQUIPO MÍNIMO Y MATERIALES**

Equipo mínimo: Herramientas menores, compactador manual

Materiales: Accesorios para pruebas de estanqueidad, agua para pruebas de estanqueidad tubo PVC rígido de pared estructurada exterior corrugada - interior lisa (de=125mm; di=110mm), anillo de caucho.

### **PROCEDIMIENTO DE TRABAJO**

- Colocar cama de arena de 10cm de espesor, con un ancho de 60cm adicional al diámetro exterior de la tubería
- Se conecta la tubería con los diversos dispositivos como cajas de registro o pozos de inspección
- En ancho de la zanja será como mínimo 60cm adicionales al diámetro exterior de la tubería.
- Se realiza un entibad dentro de la zanja para garantizar la correcta operación de los trabajadores.
- Se hace un refile en donde se realizar todas las paredes y se compacta el piso con una moto niveladora.
- Se deberá chequear que no queden rocas sobresaliendo de la zanja, pues podrían generar daños en la tubería.
- Se coloca la tubería cuidadosamente sobre el eje estipulado en los planos, respetando las pendientes y las conexiones hacia los pozos de inspección.
- Si el terreno cumple con lo estipulado por el supervisor se puede utilizar ese material como relleno de la tubería, caso contrario se tomará un material de préstamo.
- Para la compactación y relleno se deberá realizar en capas de 15 centímetros, asegurándose de no dejar espacios vacíos, así hasta completar el relleno.

- En caso de cambio de dirección asegurarse que el accesorio colocado sea el adecuado u que quede debidamente acoplado a la tubería.
- Verificar y reparar fugas según indique el Fiscalizador
- La red de tubería se conectará al pozo séptico para su posterior tratamiento.

### **NORMAS TÉCNICAS**

NTE INEN 499: Tubería plástica. Determinación de las dimensiones.

NTE INEN 2016: Tubería plástica. Tubos y accesorios plásticos. Muestreo, inspección y recepción.

NORMA ASTM D2321: Instalación de tubos.

### **CONSIDERACIONES GENERALES**

Los rellenos para obras de aguas residuales deben seguir la norma NTS-IA-004. Como en toda construcción que implique movimiento de tierra se debe tener una zanja para trabajar en ella, al trabajar en esta ya sea con o sin maquinaria es necesario llevar una pendiente uniforme por todo el terreno, siguiendo lo que dicen los planos o el fiscalizador. La cama de arena permite un asentamiento suave sobre el terreno, evita posibles daños de fugas y reduce la afectación de peso sobreimpuestos pequeños en caso de que se requiera pasar por encima de la tubería una vez cubierta.

Las conexiones y los accesorios deben colocarse donde indica los planos, aparte de que se debe mantener el eje sin desviar la tubería. Existen varios tipos de conexiones de tuberías, entre los más usados las tuberías enroscadas y las de termofusión, el fiscalizador tiene la autoridad referente a que tipo de conexiones usar en la obra.

### **MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

Las medidas del pago en este rubro se darán en metros lineales (ML) correctamente colocados según el plano. Este pago incluye las tuberías cortadas para las conexiones. Estos

precios deben cumplir con la tabla de precios, y los pagos se deben regir por el cumplimiento de las especificaciones técnicas las leyes ambientales locales, Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas.

Número de rubro	Descripción	Unidad de medida
19	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBO PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA (De=175MM; Di=160MM) PARA AGUAS LLUVIAS	ML

### 3.2.20 POZO DE INSPECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS (INC TAPA)

#### DESCRIPCIÓN:

Este rubro comprende la construcción e instalación de pozos de inspección destinados al manejo y monitoreo de aguas lluvias en sistemas de recolección y reutilización.

#### EQUIPO MÍNIMO Y MATERIALES:

Equipo mínimo: Herramientas menores, concretera, vibrador

Materiales: Cemento, arena, piedra  $\frac{3}{4}$ '' a 1'', agua, encofrados, aceite quemado, tapa del pozo de inspección.

#### PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

- **Marcación y nivelación del área:** Identificar la ubicación del pozo según los planos y nivelar el terreno para garantizar estabilidad.
- **Excavación:** Realizar la excavación de acuerdo con las dimensiones especificadas en el proyecto, considerando espacio para el pozo y su base.
- **Preparación de la base:** Colocar y compactar una capa de material granular o concreto simple como base para garantizar estabilidad y nivelación.
- **Construcción del pozo:** Instalar o construir las paredes del pozo utilizando concreto reforzado, materiales plásticos o prefabricados, asegurando su resistencia y estanqueidad.

- **Instalación de conexiones:** Colocar las tuberías de entrada y salida en las posiciones y alturas indicadas, asegurando una conexión hermética.
- **Colocación de la tapa:** Instalar la tapa del pozo, asegurándose de que sea de material resistente, antideslizante y adecuado para la carga prevista (peatonal o vehicular).
- **Relleno y compactación:** Rellenar los espacios alrededor del pozo con material adecuado, compactándolo en capas para evitar asentamientos.
- **Pruebas finales:** Verificar el correcto funcionamiento del pozo, las conexiones de tuberías y la accesibilidad de la tapa.
- **Limpieza del área:** Retirar los desechos y materiales sobrantes, dejando el sitio limpio y ordenado.

## **NORMAS TÉCNICAS**

NTE INEN 152, INEN 2380 – ASTM 1157: Para Materiales para hormigón

ASTM C 33: AGREGADO GRUESO

INEN 154.: AGREGADO FINO

INEN 490: TIPO DE CEMENTO

INEN CEC 8-79.: DOSIFICACIÓN, MEZCLADO Y COLOCACIÓN

NTE INEN 101: Barras Lisas de Acero al Carbono de Sección Circular Laminadas en

Caliente

NTE INEN 102. Varillas con resaltes de acero al carbono laminado en caliente

NTE INEN 103: Barras lisas de acero al carbono torcidas en frío

NTE INEN 104: Barras con resaltes de acero al carbono torcidas en frío

NTE INEN 1744:2009: Tubos de Polietileno para Conducción de Agua a Presión.

NTE INEN 499: Tubería plástica. Determinación de las dimensiones.

NTE INEN 2016: Tubería plástica. Tubos y accesorios plásticos. Muestreo, inspección y recepción.

NORMA ASTM D2321: Instalación de tubos.

### **ENCOFRADOS**

Serán encofrados de madera plywood unidos con clavos y alambres pro un maestro especialista, para cada uno de los elementos del encofrado se deberán mantener unas distancias específicas para evitar distorsiones en la forma aparte de que los materiales de sujeción (clavos y alambres) deben estar en perfectas condiciones. Se deben respeta las dimensiones especificadas en los planos.

### **JUNTAS**

Se deben realizar de modo que no se reduzca la resistencia de las mimas. Estas se refieren a una pequeña separación de los elementos estructurales y deben obedecer a lo estipulado en los planos. Las juntas son perpendiculares a la armadura de refuerzo principal. Se deberá evitar juntas frías y en caso de suspender una fundición en losas y vigas, se deberá dejar una junta constructiva a un tercio de la luz del elemento.

### **DESENCOFRADO**

Se removerán los elementos de madera luego de la fundición. Para elementos laterales se podrá remover el encofrado luego de 2 días. Para elementos como losas u objetos en voladizo se podrán remover luego de 4 semanas, en otras palabras, cuando el hormigón haya alcanzado su resistencia. En caso de que las losas soporten grandes cargas sobre ellas, se deberán colocar puntales espaciados durante todo el proceso de encofrado y deberán ser retirados cuidadosamente luego de que haya pasado en tiempo adecuado

## **CURADO**

Siempre y cuando la hidratación del cemento sea de 7 a 15 días. Se debe empezar 12 horas luego de la fundición. Los encofrados podrán mantenerse húmedos durante el proceso y para el curado puede utilizarse cualquier método, siempre y cuando la calidad del agua sea la adecuada.

## **IMPERMEABILIZACIÓN**

Para mantener esta característica se enlucirá con mortero cemento-arena con un aditivo hidrófugo. El mortero debe tener un espesor mínimo de 1.5 cm

## **DOBLADO**

Las varillas serna dobladas con las herramientas adecuadas siguiendo las especificaciones estas se doblarán en frío a menos que el fiscalizador diga lo contrario. Para diámetros de varilla de 8 a 25 milímetros el radio mínimo de doblado es 3 veces el diámetro, para varillas de 28 y 32 milímetros es de 4 veces el diámetro, y para mayores de 32 milímetros 5 veces el diámetro.

## **COLOCACIÓN Y AMARRE**

El amarre debe impedir el movimiento de cualquier tipo al acero de refuerzo, estos se hacen con alambres de acero sobre las conexiones ortogonales con otras varillas. El maestro debe garantizar una sujeción adecuada inclusive para amarres con el encofrado, obedeciendo el recubrimiento de los planos. Existen métodos para mantener el armado de acero en su posición, como bloques de mortero y estos pueden ser utilizados siempre y cuando sean aprobados por el fiscalizador.

## **ESPACIAMIENTO Y RECUBRIMIENTO**

Según la ACI 318 sección 7.6 las varillas no deben variar una doceava parte el espaciamiento entre todas ellas. En la sección siguiente (7.7) se menciona que el recubrimiento en hormigón armado bajo ningún concepto debe ser menor a 2.5 cm

## **EMPALMES**

Se rige en base a los planos o según las especificaciones del fiscalizador. Estos forman traslapes entre las barras, los cuales no deben ser menor a 45 veces el diámetro, para varillas de 2.5cm y para las demás no menos de 30 veces el diámetro. Los empalmes por soldaduras están permitidos siempre y cuando el fiscalizador lo permita y lo autorice en los planos. Se debe llegar a desarrollar un 90% de resistencia máxima a tracción con este proceso y el desvío mínimo aceptado en el empalme es de 6 milímetros cada metro.

## **CONSIDERACIONES GENERALES**

Los rellenos para obras de agua potable deben seguir la norma NTS-IA-004. Como en toda construcción que implique movimiento de tierra se debe tener una zanja para trabajar en ella, al trabajar en esta ya sea con o sin maquinaria es necesario llevar una pendiente uniforme por todo el terreno, siguiendo lo que dicen los planos o el fiscalizador. La cama de arena permite un asentamiento suave sobre el terreno, evita posibles daños de fugas y reduce la afectación de peso sobreimpuestos pequeños en caso de que se requiera pasar por encima de la tubería una vez cubierta.

Las conexiones y los accesorios deben colocarse donde indica los planos, aparte de que se debe mantener el eje sin desviar la tubería. Existen varios tipos de conexiones de tuberías, entre los más usados las tuberías enroscadas y las de termofusión, el fiscalizador tiene la autoridad referente a que tipo de conexiones usar en la obra.

## **MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

El trabajo se medirá por unidad construida (U), considerando cada pozo de inspección completamente terminado y funcional. Esto incluye la excavación, construcción de la estructura, instalación de tuberías, colocación de la tapa y los acabados necesarios según las especificaciones del proyecto.

Número de rubro	Descripción	Unidad de medida
20	POZO DE INSPECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS (INC. TAPA)	U

**3.2.21 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CELDAS AQUACELL DE PLASTIGAMA WAVIN.**

**DESCRIPCIÓN:**

Colocación y acoplamiento de las celdas Aquacell 400 para aguas lluvias, las cuales recolectará estas aguas desde las cubiertas de la finca y será infiltrada en el suelo.

**EQUIPO MÍNIMO Y MATERIALES.**

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Materiales: Geotextil, Geomembrana, Celdas Aquacell, arena, grava.

**PROCEDIMIENTO DE TRABAJO.**

- Se retirará la cobertura vegetal en caso de existir.
- Realizar excavación acorde a la geometría de los planos, agregando 10 cm de arena en la base y 30 cm de grava desde el lomo de las celdas hasta la superficie
- Se realizará un replantillo en donde irán colocadas las celdas Aquacell.
- Se usará la retroexcavadora para el movimiento de tierra.
- Se afinará a mano las dimensiones establecidas retirando material que sobresalga.
- Se hará una compactación de suelo para que quede bien nivelado.
- Sobre la superficie ya nivelada se colocarán los geotextiles.
- Sobre los geotextiles se colocan los módulos de las celdas Aquacell que se acoplan unas con otras.
- Una vez colocadas tolas las celdas se colocarán adaptadores para permitir la conexión con el agua saliente del tejado.

- Sobre las celdas y en las paredes se recubre los geo-sintéticos que constan tanto de geotextiles como de geomallas, línea de rebose y sistema de autolimpieza.
- Si el material de terreno lo permite se rellena con el mismo en las paredes.
- Para la parte superficial se colocan material granular o material filtrante de modo que permita la infiltración del agua de la superficie.

### **MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO.**

El trabajo se pagará por metro cúbico (M3), las cuales incluyen todo el proceso de instalación como la excavación y desalojo, el acoplamiento de las celdas, el recubrimiento de los geotextiles y geomallas, compactación y relleno, entre otros. Estos precios deben cumplir con la tabla de precios, y los pagos se deben registrar por el cumplimiento de las especificaciones técnicas las leyes ambientales locales, Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas.

<b>Número de rubro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>
21	COLOCACIÓN DE CELDAS AQUACELL DE PLASTIGAMA WAVIN	M3

### **3.2.22 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE PVC DE IPLG PARA LA RED DE BOMBEO DE AGUAS REUTILIZADAS (INC. ARENA)**

#### **DESCRIPCIÓN:**

Este rubro abarca la instalación de una tubería que conduzca el agua desde la cámara de aguas reutilizadas hacia el tanque ubicado en la casa de campos, para posteriormente ser utilizadas para la recarga de inodoros

#### **EQUIPO MÍNIMO Y MATERIALES**

Equipo mínimo: Herramientas menores, compactador manual

Materiales: Tubería PVC una pulgada (25.4 mm), arena, accesorios

## **PROCEDIMIENTO DE TRABAJO**

- Se empieza la conducción desde la bomba de agua
- Dependiendo del diámetro de tubería se definirá el tamaño de la zanja a excavar, para diámetros menores a 63 milímetros se debe cavar una zanja de 35 centímetros de ancho.
- Se realiza un entibad dentro de la zanja para garantizar la correcta operación de los trabajadores.
- Se hace un refile en donde se realizar todas las paredes y se compacta el piso con una moto niveladora.
- Se deberá chequear que no queden rocas sobresaliendo de la zanja, pues podrían generar daños en la tubería.
- Se coloca una cama de arena de 10 centímetros de espesor donde se va a colocar la tubería.
- Se coloca la tubería cuidadosamente sobre el eje estipulado en los planos.
- Si el terreno cumple con lo estipulado por el supervisor se puede utilizar ese material como relleno de la tubería, caso contrario se tomará un material de préstamo.
- Para la compactación y relleno se deberá realizar en capas de 15 centímetros, asegurándose de no dejar espacios vacíos, así hasta completar el relleno.
- En caso de cambio de dirección asegurarse que el accesorio colocado sea el adecuado u que quede debidamente acoplado a la tubería.
- Se conectará la tubería de agua al tanque elevado para aguas tratadas.

## **NORMAS TÉCNICAS**

NTE INEN 1744:2009: Tubos de Polietileno para Conducción de Agua a Presión.

NTE INEN 499: Tubería plástica. Determinación de las dimensiones.

NTE INEN 2016: Tubería plástica. Tubos y accesorios plásticos. Muestreo, inspección y recepción.

NORMA ASTM D2321: Instalación de tubos.

Según la normativa NTE INEN 1744:2009 aplica a tuberías de rango de presión nominal entre 0.25 y 1.6 MPa, diámetros nominales exteriores entre 6 y 630 milímetros y temperaturas entre 0 y 40 grados centígrados.

Según la normativa NTE INEN 499 da especificaciones referentes a las características de ciertas tuberías, por ejemplo, para las tuberías es importante conocer el diámetro nominal de la misma, el cual abarca solo el área de la circunferencia del flujo sin contar el espesor de la misma tubería.

### **CONSIDERACIONES GENERALES**

Los rellenos para obras de agua potable deben seguir la norma NTS-IA-004. Como en toda construcción que implique movimiento de tierra se debe tener una zanja para trabajar en ella, al trabajar en esta ya sea con o sin maquinaria es necesario llevar una pendiente uniforme por todo el terreno, siguiendo lo que dicen los planos o el fiscalizador. La cama de arena permite un asentamiento suave sobre el terreno, evita posibles daños de fugas y reduce la afectación de peso sobreimpuestos pequeños en caso de que se requiera pasar por encima de la tubería una vez cubierta.

Las conexiones y los accesorios deben colocarse donde indica los planos, aparte de que se debe mantener el eje sin desviar la tubería. Existen varios tipos de conexiones de tuberías, entre los más usados las tuberías enroscadas y las de termofusión, el fiscalizador tiene la autoridad referente a que tipo de conexiones usar en la obra.

## MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

Las medidas del pago en este rubro se darán en metros lineales (ML) correctamente colocados según el plano. Este pago incluye las tuberías cortadas para las conexiones. Estos precios deben cumplir con la tabla de precios, y los pagos se deben regir por el cumplimiento de las especificaciones técnicas las leyes ambientales locales, Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas.

Número de rubro	Descripción	Unidad de medida
22	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE PVC DE 1PLG PARA LA RED DE BOMBEO DE AGUAS REUTILIZADAS	ML

### 3.2.23 CAMARA DE AGUA REUTILIZADA DE HORMIGÓN ARMADO

*F'C=240KG/CM2(INCLUYE SISTEMA)*

#### DESCRIPCIÓN:

Los elementos estructurales como la cisterna se utilizan para retener una gran cantidad de agua, esto normalmente se hace en agua potable debido a que no se cuenta todas las horas del día con el efluente. En este caso se va a unas una cisterna con un equipo de bombeo para llevar las aguas grises a un tanque elevado y así abastecer a la recarga de inodoros.

#### EQUIPO MÍNIMO Y MATERIALES.

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Materiales: Cemento, acero de refuerzo  $f_y=4200$  kg/cm<sup>2</sup>, piedra  $\frac{3}{4}$ '' a 1'', arena gruesa, agua, impermeabilizante, tabla semidura, cuartón semiduro, clavos.

#### PROCEDIMIENTO DE TRABAJO.

- Se retira la cobertura vegetal encima de la zona de colocación de la cisterna en caso de haber.
- Se hace un replantar de en donde se va a excavar y construir la cisterna.

- Se comienza excavando en el sitio donde será colocada la cisterna con una retro excavadora.
- Se realizan retoques manuales para dejar todos los lados a nivel del plano.
- Se realiza una mezcla de mortero la cual va a ser echado en las paredes y el piso para evitar el contacto directo con el suelo.
- Se coloca el armado horizontal de las 4 paredes de forma rectangular y dejando el espaciamiento especificado con el plano.
- Se coloca en armado vertical en las mismas paredes y el armado en la losa.
- Se coloca el otro armado de acero respetando el peralte efectivo de los muros y en la losa.
- Se coloca encofrado de la losa, y muro de modo que la madera se sostenga por dentro de la cisterna y se deje el espaciamiento adecuado en la losa.
- Se debe verter el hormigón ya fundido, sea manualmente o con una manguera de hormigón en los espacios del armado de los muros y el encofrado interno.
- Una vez vertido todo el hormigón se deberá usar un vibrador en las zonas donde no se ha colocado bien el vertido, de modo que posteriormente quede uniforme sobre toda la superficie.
- Se espera 28 días a que el hormigón gane su resistencia máxima y se procede a desencofrar.
- Una vez lista la cisterna se procede a perforar una de las paredes teniendo cuidado del armado de varillas y se coloca tubería que conecta a la bomba
- Se coloca el flotador en la cisterna para verificar el momento que llegue a su borde libre.

- La bomba conecta con una tubería de distribución que llegará hasta la altura del tanque elevado de aguas grises.

### **NORMAS TÉCNICAS**

NTE INEN 152, INEN 2380 – ASTM 1157: Para Materiales para hormigón

ASTM C 33: AGREGADO GRUESO

INEN 154.: AGREGADO FINO

INEN 490: TIPO DE CEMENTO

INEN CEC 8-79.: DOSIFICACIÓN, MEZCLADO Y COLOCACIÓN

NTE INEN 101: Barras Lisas de Acero al Carbono de Sección Circular Laminadas en Caliente

NTE INEN 102. Varillas con resaltes de acero al carbono laminado en caliente

NTE INEN 103: Barras lisas de acero al carbono torcidas en frío

NTE INEN 104: Barras con resaltes de acero al carbono torcidas en frío

NTE INEN 1744:2009: Tubos de Polietileno para Conducción de Agua a Presión.

NTE INEN 499: Tubería plástica. Determinación de las dimensiones.

NTE INEN 2016: Tubería plástica. Tubos y accesorios plásticos. Muestreo, inspección y recepción.

NORMA ASTM D2321: Instalación de tubos.

### **ENCOFRADOS**

Serán encofrados de madera plywood unidos con clavos y alambres pro un maestro especialista, para cada uno de los elementos del encofrado se deberán mantener unas distancias específicas para evitar distorsiones en la forma aparte de que los materiales de sujeción (clavos y alambres) deben estar en perfectas condiciones. Se deben respeta las dimensiones especificadas en los planos.

## **JUNTAS**

Se deben realizar de modo que no se reduzca la resistencia de las mallas. Estas se refieren a una pequeña separación de los elementos estructurales y deben obedecer a lo estipulado en los planos. Las juntas son perpendiculares a la armadura de refuerzo principal. Se deberá evitar juntas frías y en caso de suspender una fundición en losas y vigas, se deberá dejar una junta constructiva a un tercio de la luz del elemento.

## **DESENCOFRADO**

Se removerán los elementos de madera luego de la fundición. Para elementos laterales se podrá remover el encofrado luego de 2 días. Para elementos como losas u objetos en voladizo se podrán remover luego de 4 semanas, en otras palabras, cuando el hormigón haya alcanzado su resistencia. En caso de que las losas soporten grandes cargas sobre ellas, se deberán colocar puntales espaciados durante todo el proceso de encofrado y deberán ser retirados cuidadosamente luego de que haya pasado en tiempo adecuado

## **CURADO**

Siempre y cuando la hidratación del cemento sea de 7 a 15 días. Se debe empezar 12 horas luego de la fundición. Los encofrados podrán mantenerse húmedos durante el proceso y para el curado puede utilizarse cualquier método, siempre y cuando la calidad del agua sea la adecuada.

## **IMPERMEABILIZACIÓN**

Para mantener esta característica se enlucirá con mortero cemento-arena con un aditivo hidrófugo. El mortero debe tener un espesor mínimo de 1.5 cm negativamente a su rendimiento

## **DOBLADO**

Las varillas serna dobladas con las herramientas adecuadas siguiendo las especificaciones estas se doblarán en frío a menos que el fiscalizador diga lo contrario. Para diámetros de varilla de 8 a 25 milímetros el radio mínimo de doblado es 3 veces el diámetro, para varillas de 28 y 32 milímetros es de 4 veces el diámetro, y para mayores de 32 milímetros 5 veces el diámetro.

## **COLOCACIÓN Y AMARRE**

El amarre debe impedir el movimiento de cualquier tipo al acero de refuerzo, estos se hacen con alambres de acero sobre las conexiones ortogonales con otras varillas. El maestro debe garantizar una sujeción adecuada inclusive para amarres con el encofrado, obedeciendo el recubrimiento de los planos. Existen métodos para mantener el armado de acero en su posición, como bloques de mortero y estos pueden ser utilizados siempre y cuando sean aprobados por el fiscalizador.

## **ESPACIAMIENTO Y RECUBRIMIENTO**

Según la ACI 318 sección 7.6 las varillas no deben variar una doceava parte el espaciamiento entre todas ellas. En la sección siguiente (7.7) se menciona que el recubrimiento en hormigón armado bajo ningún concepto debe ser menor a 2.5 cm

## **EMPALMES**

Se rige en base a los planos o según las especificaciones del fiscalizador. Estos forman traslapes entre las barras, los cuales no deben ser menor a 45 veces el diámetro, para varillas de 2.5cm y para las demás no menos de 30 veces el diámetro. Los empalmes por soldaduras están permitidos siempre y cuando el fiscalizador lo permita y lo autorice en los planos. Se debe llegar a desarrollar un 90% de resistencia máxima a tracción con este proceso y el desvío mínimo aceptado en el empalme es de 6 milímetros cada metro.

## CONSIDERACIONES GENERALES

Los rellenos para obras de agua potable deben seguir la norma NTS-IA-004. Como en toda construcción que implique movimiento de tierra se debe tener una zanja para trabajar en ella, al trabajar en esta ya sea con o sin maquinaria es necesario llevar una pendiente uniforme por todo el terreno, siguiendo lo que dicen los planos o el fiscalizador. La cama de arena permite un asentamiento suave sobre el terreno, evita posibles daños de fugas y reduce la afectación de peso sobrepuestos pequeños en caso de que se requiera pasar por encima de la tubería una vez cubierta.

Las conexiones y los accesorios deben colocarse donde indica los planos, aparte de que se debe mantener el eje sin desviar la tubería. Existen varios tipos de conexiones de tuberías, entre los más usados las tuberías enroscadas y las de termofusión, el fiscalizador tiene la autoridad referente a que tipo de conexiones usar en la obra.

## MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO.

La forma de medición del pago se da en metros cúbicos (M3), esto incluye todas las actividades referentes al diseño de la cisterna, desde el encofrado, armado y hormigonado, entre otros. Estos precios deben cumplir con la tabla de precios, y los pagos se deben regir por el cumplimiento de las especificaciones técnicas las leyes ambientales locales, Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas.

Número de rubro	Descripción	Unidad de medida
23	CÁMARA DE AGUA REUTILIZADA DE HORMIGON ARMADO F'C=240 KG/CM2(INCLUYE SISTEMA)	M3

### **3.2.24 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SISTEMA DE BOMBEO**

#### **DESCRIPCIÓN:**

La ubicación para la instalación de la bomba será determinada según los planos del proyecto o las indicaciones del supervisor técnico. El suministro incluirá una bomba diseñada específicamente para el manejo de aguas grises, con materiales resistentes a la corrosión y un sistema de control automático. Se verificará que la base donde se instalará la bomba esté nivelada y preparada para evitar vibraciones o desplazamientos.

#### **EQUIPO MÍNIMO Y MATERIALES.**

Equipo mínimo: Herramientas menores

Materiales: Bomba de agua de 1HP, Tubería de PVC 1” roscable, Manómetro, Control de nivel de agua alto y bajo, Check horizontal, Válvula de control y flotador.

#### **PROCEDIMIENTO DE TRABAJO.**

- **Determinación de ubicación:** Identificar el sitio de instalación según planos o indicaciones técnicas.
- **Suministro de equipo:** Adquirir una bomba adecuada para aguas grises, con materiales resistentes y sistema de control automático.
- **Preparación de la base:** Nivelar y acondicionar la base para evitar vibraciones y desplazamientos.
- **Instalación de la bomba:** Colocar la bomba según las especificaciones del fabricante.
- **Conexión al sistema:** Integrar la bomba con las tuberías, válvulas, filtros y demás accesorios necesarios.
- **Pruebas de operación:** Verificar el funcionamiento y ajustar parámetros para garantizar el bombeo eficiente hacia los baños.

**CONDICIONES GENERALES:**

Para la instalación de la bomba de agua de 1 HP destinada al bombeo de aguas grises reutilizadas, se deben tener en cuenta varias consideraciones generales para garantizar un funcionamiento eficiente y seguro del sistema. En primer lugar, se debe verificar que la bomba sea adecuada para el manejo de aguas grises y que su potencia sea suficiente para satisfacer los requerimientos de presión y caudal del sistema. La tubería de PVC de 1" roscable debe seleccionarse de calidad adecuada para soportar las presiones y condiciones de operación, asegurando una instalación hermética en todas las conexiones.

El manómetro debe colocarse en un punto estratégico del sistema para monitorear la presión, mientras que el control de nivel de agua, tanto alto como bajo, debe instalarse correctamente para prevenir el funcionamiento en seco o el desbordamiento del sistema. El check horizontal garantizará que el flujo de agua no retroceda, protegiendo así la bomba, mientras que la válvula de control permitirá regular el flujo según las necesidades operativas. Finalmente, el flotador debe ser instalado con precisión en el tanque de almacenamiento para activar o desactivar automáticamente la bomba en función del nivel de agua. Es importante asegurar que todos los materiales sean instalados siguiendo las especificaciones del fabricante y realizar pruebas iniciales para verificar el correcto desempeño del sistema.

**MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO:**

El trabajo será medido por unidad instalada (U), considerando una bomba completamente instalada y operativa. Esto incluye la bomba, su base, conexiones hidráulicas, eléctricas, accesorios complementarios (válvulas, filtros, etc.) y las pruebas de funcionamiento satisfactorias.

<b>Número de rubro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>
24	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO	U

### **3.2.25 AGUA PARA CONTROL DE POLVO**

#### **DESCRIPCIÓN:**

En este rubro se mencionará acerca del levantamiento de polvo que puede venir de la remoción de tierra del terreno, para impedir este levantamiento se optó por el uso de agua sobre la zona de emisión para reducir el mismo de forma significativa.

#### **EQUIPO MÍNIMO Y MATERIALES.**

Equipo mínimo: No aplica

Materiales: Agua proveniente de la quebrada

#### **PROCEDIMIENTO DE TRABAJO.**

- Identificar la zona donde ocurre el levantamiento de polvo
- Aplicar agua a esa zona de forma continua

#### **MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO.**

La forma de medición del pago se da en metros cuadrados (M2). Estos precios deben cumplir con la tabla de precios, y los pagos se deben regir por el cumplimiento de las especificaciones técnicas las leyes ambientales locales, Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas.

<b>Número de rubro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>
25	AGUA PARA CONTROL DE POLVO	M2

### **3.2.26 LIMPIEZA FINAL**

#### **DESCRIPCIÓN:**

En este rubro se retira todo material luego del proceso constructivo ya sea solido o líquido, este se recoge y se acumula en botes de basura que posteriormente será llevada a botes de basura

### **EQUIPO MÍNIMO Y MATERIALES.**

Equipo mínimo: Herramientas menores

Materiales: No aplica

### **PROCEDIMIENTO DE TRABAJO.**

- Limpiar la zona que ha acumulado escombros o material desechable y posiblemente dañino
- Acumular todo el material en bolsa de basura
- A los materiales más finos se les echa agua y se barre

### **MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

El pagó se realizará evaluando la cantidad de metros cuadrados (M2) limpiados en este rubro. Dentro del mismo abarca todos los procesos necesarios para llevarlo a cabo, tales como colocación, compactación, relleno, conducción, corte y unión de tuberías entre otros. Estos precios deben cumplir con la tabla de precios, y los pagos se deben regir por el cumplimiento de las especificaciones técnicas las leyes ambientales locales, Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas.

<b>Número de rubro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>
26	LIMPIEZA FINAL	M2

# Capítulo 4

## **4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL**

### **4.1 Descripción del proyecto**

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) para el diseño hidrosanitario de una finca en la comunidad de “San Joaquín”, ubicada en El Triunfo, ver capítulo 2, tiene como propósito evaluar las repercusiones ambientales del proyecto y su contribución al cumplimiento de los ODS. El presente proyecto está alineado a los ODS 6, Agua Limpia y Saneamiento, específicamente con las misiones 6.3 y 6.6, que se resumen en mejorar la calidad del agua, reutilizarla y reestablecer los ecosistemas que mantienen contacto con este recurso, así como reducir a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar.

Del mismo modo se alinea con el ODS 12, Producción y Consumo Responsable, donde se busca cumplir con las misiones 12.2 y 12.b, es decir, lograr el uso eficiente de los recursos naturales y lograr el turismo sostenible que añade plazas de empleo mientras se promueve la cultura y productos locales. Para lograr lo mencionado se diseñarán 3 sistemas; el sistema de abastecimiento de agua segura, donde se asegurará tratar el agua proveniente de quebradas y que sean aptas para consumo humano; el sistema de alcantarillado sanitario, donde se implementará un tanque biodigestor para la depuración de los efluentes y darles uso a los lodos; el sistema de alcantarillado pluvial junto con celdas Aquacell, que permitirá reutilizar las aguas lluvias para la recarga de acuíferos.

De este modo, la finca con fines turísticos iniciará la implementación de sistemas sostenibles y amigables con el medio ambiente. Además, se aplicarán criterios de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) para identificar posibles fuentes de contaminación durante las actividades del proyecto y establecer medidas de prevención efectivas. Este enfoque busca garantizar un desarrollo equilibrado entre las actividades turísticas y la protección de los recursos naturales.

## **4.2 Línea base ambiental**

En esta sección se describe todas las características referentes a la zona de estudio en la actualidad, tratando temas como el medio físico referente a las características como el clima, suelo y el agua. El medio biológico en el que se menciona la flora y fauna del sector y el medio socioeconómico enfocado en el desarrollo de la sociedad gracias a la zona ya existente.

### **4.2.1 Medio físico**

En la comunidad San Joaquín, el clima es lluvioso tropical, con temperaturas que oscilan entre 20 y 32 grados centígrados, lo que propicia la presencia de humedad en suelo y la existencia de cuerpos de agua. El principal recurso hídrico del lugar de estudio es proveniente de quebradas naturales, donde en temporadas secas tiene un caudal de 0.25 l/min y en temporadas lluviosas cuenta con un caudal de 4 l/min, en septiembre de 2024, la zona de captación empezó a presentar problemas de estancamiento y proliferación de algas, lo cual puede afectar la calidad del agua.

En cuanto al suelo, este se caracteriza por ser una grava limosa, y acorde a Flores K. & Quisnancela E., (2016), esta tiene una velocidad de infiltración entre 36 y 180 mm/h, favoreciendo la infiltración de agua, pero aumenta el riesgo de contaminación de acuíferos, si no se implementan medidas adecuadas en los sistemas hidrosanitarios

### **4.2.2 Medio biológico**

La finca alberga una gran cobertura vegetal, donde se pueden encontrar pequeños cultivos como la caña guadúa y hierba perenne de gran tamaño, en conjuntos de fragmentos de bosques. El paisaje tiene una combinación de áreas naturales y espacios intervenido para uso agrícola, manteniendo un equilibrio visual entre naturaleza y productividad.

### 4.2.3 Medio socioeconómico

Actualmente de la finca no presenta actividades que le propicien ingresos económicos, sirve como lugar de recreación para viajes familiares y de amigos, siendo beneficiarios para los residentes de la comunidad San Joaquín, quienes suplen de alimentos a los visitantes.

### 4.3 Actividades del proyecto

A continuación, se detallan las actividades a realizar dentro del proyecto tanto de forma general como específica, a una misma actividad se le pueden asignar diferentes acciones las cuales generaran diferentes impactos.

**Tabla 75**

*Actividades realizadas en cada fase del proyecto.*

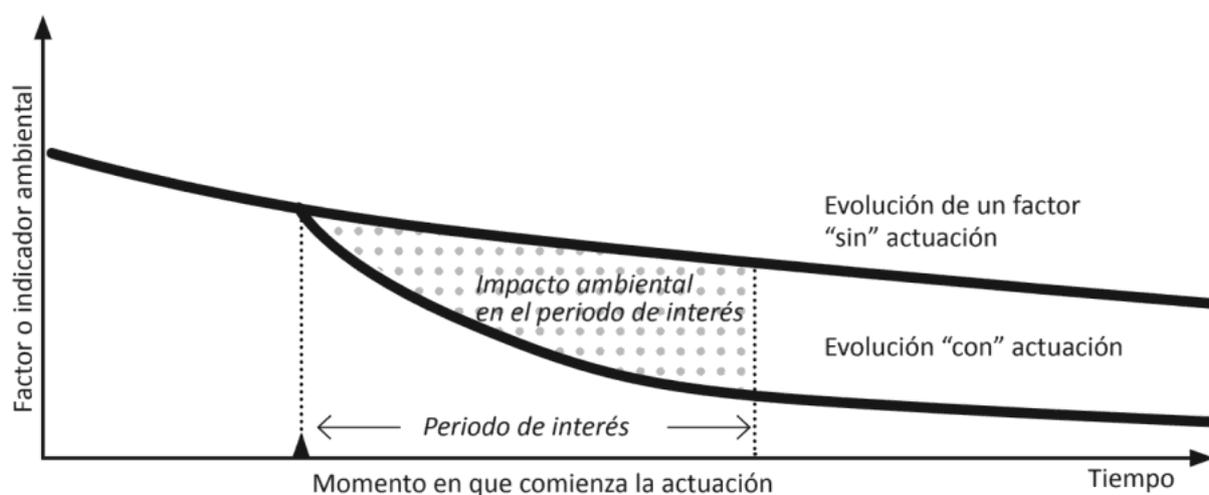
FASE	LABOR	ACCIÓN
	Obras preliminares:	Limpieza y corte de vegetación para la instalación de dispositivos, con ayuda de maquinaria de mano y maquinaria pesada para desalojar la vegetación
	Transporte de materiales y equipos	Movilización de los materiales y equipos necesarios desde el lugar de almacenamiento o proveedor hasta el sitio de la construcción.
<b>Construcción</b>	Movimiento y excavaciones de tierra	Uso de maquinaria como excavadoras, volquetas y retroexcavadoras las cuales emiten gases al ambiente, para desalojar tierra.
	Instalación de tuberías	Colocación de tuberías por debajo de la tierra, colocar capa de relleno y cama de arena para evitar posibles problemas de roturas y fugas
	Construcción e instalación de infraestructura hidrosanitario	Construcción de los sistemas de aguas lluvias, colocando las celdas Aquacell, potable con cisterna, bomba, tanque

FASE	LABOR	ACCIÓN
		elevado y residuales con sistema de pozo séptico, tanque biodigestor y una cisterna recolectora de aguas grises para recarga de inodoros.
<b>Abandono</b>	Finalización del proyecto	Se realiza la limpieza final del sitio, desalojo de equipos, materiales de construcción, escombros y rehabilitación del área.
<b>Funcionamiento</b>	Operación y mantenimiento	Generación de residuos que luego de cierto tiempo de que los sistemas estén operando, estos necesitan mantenimiento.

#### 4.4 Identificación de impactos ambientales

Es importante conocer primero qué es un impacto ambiental. Un impacto ambiental tiene su origen en las actividades humanas, en la alteración del entorno afectando la salud, bienestar o calidad de vida de una población. Estos se manifiestan a través de facetas como el cambio de factores ambientales, y normalmente está asociado a factores humanos, pues eventos como erupciones volcánicas, sismos, tornados o tormentas no se consideran dentro de impacto ambiental.

Para hacer una evaluación de impacto ambiental es necesario evaluar la evolución en el entorno con respecto al tiempo frente a los factores que constituyen con o sin la acción humana que lo provoca. Normalmente se representa con una gráfica en donde en el eje X se encuentra el tiempo y en el eje Y el factor a evaluar (Domingo Gómez Orea & Teresa Gómez Miravillo, 2013). El impacto ambiental sería el área bajo la curva en el periodo de la intervención humana por un tiempo de interés como se muestra en la figura.

**Figura 21***Gráfica de Impacto ambiental*

*Nota.* Imagen obtenida de Domingo Gómez Orea & Teresa Gómez Miravillo (2013)

Para el presente proyecto se presentan las siguientes actividades realizadas en cada fase del proyecto junto con la descripción de impacto.

**Tabla 76***Descripciones de impactos ambientales en las actividades del proyecto*

<b>FASE</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE IMPACTO</b>
<b>Obras preliminares</b>	Limpieza de terreno	Reducción de zonas verdes
		Alteración del paisaje
	Campamento provisional	Generación de empleo
		Contaminación acústica
<b>Transporte de materiales y equipos</b>	Desplazamiento de vehículos	Alteración del paisaje
		Generación de empleo
		Contaminación atmosférica por emisión de gases contaminantes
		Contaminación acústica
		Generación de empleo

<b>FASE</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE IMPACTO</b>
<b>Movimientos y excavaciones de tierra</b>	Excavación y remoción de la capa superficial del terreno	Contaminación del suelo por derrame de líquidos tóxicos
		Contaminación atmosférica por emisión de polvo
	Movimiento de maquinaria pesada	Reducción de áreas verdes
		Generación de empleo
<b>Instalación de tuberías</b>	Tendido de tuberías	Contaminación atmosférica por emisión de gases contaminantes
		Contaminación acústica
<b>Construcción de infraestructura hidrosanitaria</b>	Construcción de zona de captación	Reducción de áreas verdes
		Generación de empleo
	Construcción de cisterna e instalación de bomba	Contaminación del suelo por generación de residuos
		Generación de empleo
	Instalación de tanque biodigestor y pozo séptico	Contaminación del agua por generación de residuos
		Generación de empleo
	Instalación de celdas Aquacell	Modificación en el suelo
		Contaminación acústica
<b>Finalización del proyecto Operación y mantenimiento</b>	Desalojo de escombros	Generación de empleo
		Contaminación atmosférica por emisión de gases contaminantes
		Generación de empleo

<b>FASE</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE IMPACTO</b>
	Desalojo de tierra	Contaminación atmosférica por emisión de gases contaminantes
		Generación de empleo
	Captación de agua para consumo	Contaminación del agua por agentes externos
		Mejora de la calidad del agua evitando nitrificación
<b>Operación y mantenimiento</b>	Obtención de lodos	Contaminación del suelo por disposición final de los lodos
	Obtención de efluentes tratados	Reutilización de efluentes tratados
	Recarga de acuíferos mediante aquacell	Conservación de los recursos hídricos
	Operación de bomba	Contaminación acústica

#### **4.5 Valoración de impactos ambientales**

Para la valoración de los impactos ambientales se hará uso de una matriz de Leopold, que evalúa la magnitud e importancia de las diferentes actividades realizadas al momento de construir, finalizar, operar o mantener un proyecto (Ramos A., 2004). Con la finalidad de obtener la valoración de importancia se utilizará una escala propuesta por Tito B. (2020).

**Tabla 77**

*Escala de valoración de importancia de los impactos ambientales.*

Característica	Valoración				
	1	2.5	5	7.5	10
<b>Extensión</b> [E]	Puntual	Particular	Local	Generalizada	Regional
<b>Duración</b> [D]	Esporádica	Temporal	Periódica	Recurrente	Permanente
<b>Reversibilidad</b> [R]	Completamente Reversible	Medianamente Reversible	Parcialmente Reversible	Medianamente Irreversible	Completamente Irreversible

*Nota.* Escala obtenida de (Tito B., 2020)

Con esta escala se hace uso de la siguiente ecuación para obtener la valoración de importancia.

$$IMP = W_e \times E + W_d \times D + W_r \times R \quad (4-1)$$

Donde:

IMP: Valor de importancia del impacto ambiental

E: Valor de Extensión

D: Valor de Durabilidad

R: Valor de Reversibilidad

We: Peso de extensión = 0.3

Wd: Peso de durabilidad = 0.3

Wr: Peso de reversibilidad = 0.4

A continuación, se muestra una tabla donde se obtiene la valoración de importancia en cada fase del proyecto:

Tabla 78

Análisis cuantitativo del nivel de importancia

Componente	Impacto Ambiental	Característica	Obras preliminares	Transporte de materiales y equipos	Movimientos y excavaciones de tierra	Instalaciones de tuberías	Construcción e instalación de infraestructura hidrosanitaria	Finalización del proyecto	Operación y mantenimiento
Suelo	Contaminación del suelo	E			1	1	1		1
		D			10	10	10		10
		R			10	10	10		10
		<b>IMP</b>			<b>7.30</b>	<b>7.30</b>	<b>7.30</b>		<b>7.30</b>
	Contaminación del agua	E					1		5
		D					2.5		2.5
		R					1		1
		<b>IMP</b>					<b>1.45</b>		<b>2.65</b>
Recurso hídrico	Mejora de la calidad del agua	E							5
		D							10
		R							7.5
		<b>IMP</b>							<b>7.50</b>
	Reutilización de efluentes	E							5
		D							10
		R							10
		<b>IMP</b>							<b>8.50</b>
	Conservación de los recursos hídricos	E							5
		D							7.5
		R							10
		<b>IMP</b>							<b>7.75</b>

Componente	Impacto Ambiental	Característica	Obras preliminares	Transporte de materiales y equipos	Movimientos y excavaciones de tierra	Instalaciones de tuberías	Construcción e instalación de infraestructura hidrosanitaria	Finalización del proyecto	Operación y mantenimiento
Atmósfera	Contaminación del aire	E		7.5	5			5	
		D		2.5	2.5			2.5	
		R		10	10			10	
		<b>IMP</b>		<b>7.00</b>	<b>6.25</b>			<b>6.25</b>	
Ruido	Contaminación acústica	E	2.5	7.5	2.5		2.5	2.5	5
		D	2.5	2.5	2.5		2.5	2.5	7.5
		R	1	1	1		1	1	7.5
		<b>IMP</b>	<b>1.90</b>	<b>3.40</b>	<b>1.90</b>		<b>1.90</b>	<b>1.90</b>	<b>6.75</b>
Vegetación	Reducción de áreas verdes	E	1		1				
		D	2.5		10				
		R	2.5		7.5				
		<b>IMP</b>	<b>2.05</b>		<b>6.30</b>				
Estética	Alteración del paisaje	E	1						
		D	2.5						
		R	1						
		<b>IMP</b>	<b>1.45</b>						
Social	Generación de empleo	E	5	7.5	7.5	5	5	5	5
		D	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	7.5
		R	1	1	1	1	1	1	10
		<b>IMP</b>	<b>2.65</b>	<b>3.40</b>	<b>3.40</b>	<b>2.65</b>	<b>2.65</b>	<b>2.65</b>	<b>7.75</b>

Con los resultados se presenta la matriz de Leopold junto con el valor de magnitud del impacto, donde se muestran las afectaciones positivas (+) o negativas (-).

**Tabla 79**

*Matriz de Leopold*

Componente	Impacto Ambiental	Obras preliminares	Transporte de materiales y equipos	Movimientos y excavaciones de tierra	Instalaciones de tuberías	Construcción e instalación de infraestructura hidrosanitaria		Finalización del proyecto	Operación y mantenimiento	Afectaciones		Total de afectaciones				
						-2.5	7.30			-2.5	7.30		+	-		
Suelo	Contaminación del suelo			-2.5	7.30	-2.5	7.30		-2.5	7.30	4	4				
	Contaminación del agua					-5	1.45		-5	2.65	2	2				
Recurso hídrico	Mejora de la calidad del agua								10	7.50	1	1				
	Reutilización de efluentes								10	8.50	1	1				
	Conservación de los recursos								10	7.75	1	1				
	Contaminación del aire		-10	7.00	6.25			-10	6.25		3	3				
Ruido	Contaminación acústica	-1	1.90	-1	3.40	1.90		-1	1.90	-1	6.75	5	5			
	Reducción de áreas verdes	-1	2.05		-2.5	6.30					2	2				
Vegetación	Alteración del paisaje	-1	1.45								1	1				
Social	Generación de empleo	10	2.65	10	3.40	10	3.40	10	2.65	10	2.65	2.65	10	7.75	7	7
	Afectaciones	+	1	1	1	1	1	1	1	4	10.00					
	-	3	1	4	1	3	2	3			17.00					
Total de afectaciones		4	2	5	2	4	3	7					27			

Una vez completa la matriz de Leopold se debe calcular el impacto ambiental de cada componente en cada actividad del proyecto, utilizando la siguiente ecuación:

$$IA = \pm \sqrt{IMP \times |MAG|} \quad (4-2)$$

Donde:

IA: Valor de impacto ambiental

IMP: Valor de importancia del impacto ambiental

MAG: Magnitud del impacto ambiental

De modo que se obtiene la siguiente tabla que resume el valor de impacto.

**Tabla 80***Matriz de valoración de impactos ambientales*

Componente	Impacto Ambiental	Obras preliminares	Transporte de materiales y equipos	Movimientos y excavaciones de tierra	Instalaciones de tuberías	Construcción e instalación de infraestructura hidrosanitaria	Finalización del proyecto	Operación y mantenimiento	Impacto		Total de impactos
									+	-	
Suelo	Contaminación del suelo			-4.27	-4.27	-4.27		-4.27	0.00	17.09	17.09
	Contaminación del agua					-2.69		-3.64	0.00	6.33	6.33
Recurso hídrico	Mejora de la calidad del agua							8.66	8.66	0.00	8.66
	Reutilización de efluentes							9.22	9.22	0.00	9.22
	Conservación de los recursos							8.80	8.80	0.00	8.80
Atmósfera	Contaminación del aire		-8.37	-7.91			-7.91		0.00	24.18	24.18
Ruido	Contaminación acústica	-1.38	-1.84	-1.38					0.00	4.60	4.60
Vegetación	Reducción de áreas verdes	-1.43		-3.97					0.00	5.40	5.40
Estética	Alteración del paisaje	-1.20							0.00	1.20	1.20
Social	Generación de empleo	5.15	5.83	5.83	5.15	5.15	5.15	8.80	41.06	0.00	41.06
Impactos	+	5.15	5.83	5.83	5.15	5.15	5.15	35.49	67.74		
	-	4.01	10.21	17.52	4.27	6.96	7.91	7.91		58.80	
Total de impactos		9.16	16.04	23.36	9.42	12.11	13.05	43.40			126.54

Tito B. (2020) también propone una escala de valoración para clasificar el tipo de impacto, la cual se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 81***Categorización de los valores de impactos calculados en la matriz de Leopold*

Categorización de los valores de impacto	Valoración de impactos
Impactos altamente significativos	$IA < -6.5$
Impactos significativos	$-4.5 > IA > -6.5$
Despreciables	$0 > IA > -4.5$
Benéficos	$IA > 0$

*Nota.* Escala de valoración obtenida de Tito B. (2020)



En esta valoración se obtuvieron 3 impactos ambientales altamente significativos asociados a la contaminación del aire, 10 impactos beneficiosos, que guardan relación con la generación de empleo y el aprovechamiento de los recursos del sector. Las actividades restantes se consideran con un impacto que puede ser despreciables.

#### 4.6 Medidas de prevención/mitigación

Para estas medidas se tomará en cuenta nomas las que pertenezcan a una categoría de impacto significativo o altamente significativo. Enfocarse en estas agilizará la reducción del impacto ambiental en la zona pues mitigar los impactos más significativos reduciría en gran medida su afectación .

**Tabla 83**

*Estrategias de mitigación de impactos ambientales*

ETAPA	ACTVIDAD	ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN
<b>Construcción</b>	Transporte de materiales y equipos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suministrar materiales y equipos de los lugares cercanos a la finca</li> </ul>
	Movimiento y excavaciones de tierra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de agua para evitar el levantamiento de polvo</li> <li>• Mantenimiento y optimización del uso de maquinarias</li> </ul>
<b>Abandono</b>	Finalización del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento y optimización del uso de maquinarias</li> </ul>

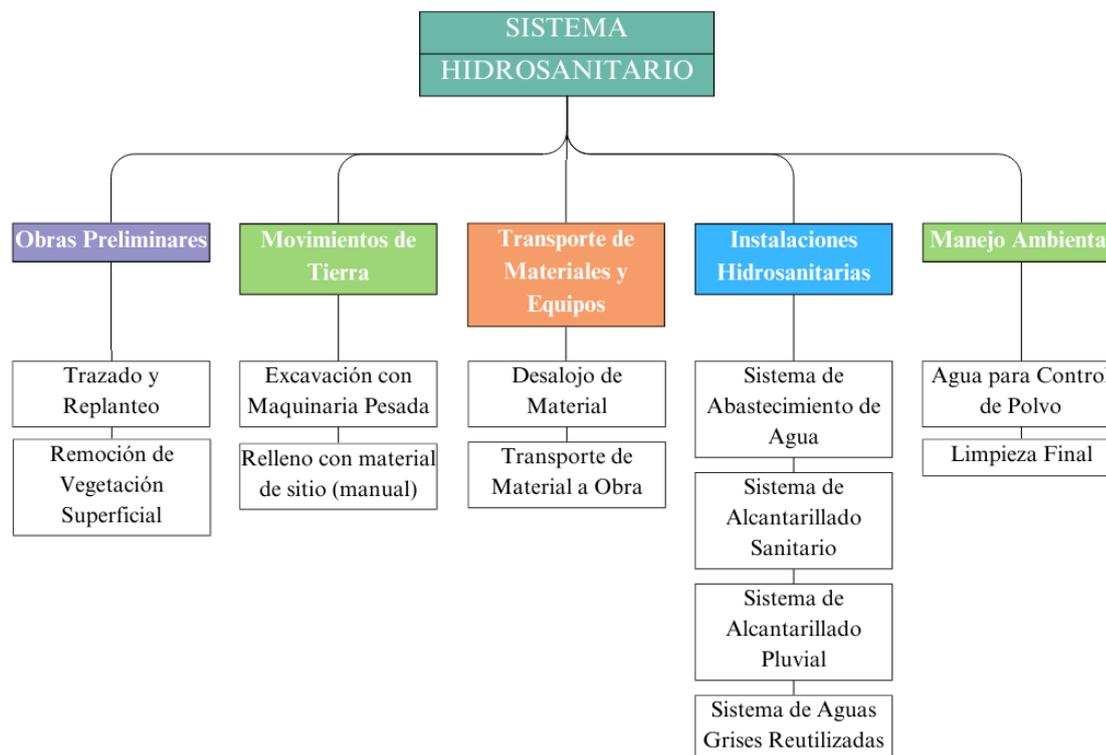
# Capítulo 5

## **5. PRESUPUESTO**

### **5.1 Estructura Desglosada de Trabajo**

Este proyecto se divide en cinco componentes principales: obras preliminares, que incluyen actividades de trazado, replanteo y limpieza del terreno; movimientos de tierra, como excavaciones y rellenos; transporte de materiales y equipos para garantizar el desalojo de los materiales y la disponibilidad de los insumos necesarios; instalaciones hidrosanitarias, que comprenden los sistemas de abastecimiento de agua, con el trazado de tuberías y construcción de una zona de captación y una cisterna.

Sistema de alcantarillado sanitario, con el trazado de tuberías y la construcción de pozos de inspección, biodigestor y un pozo séptico; sistema de alcantarillado pluvial, con el trazado de tuberías y la instalación de celdas Aquacell; el sistema de aguas grises reutilizadas, con el trazado de tuberías, construcción de una cisterna y la instalación de una bomba. Y manejo ambiental, enfocado en mitigar los impactos del proyecto y asegurar el cumplimiento de normativas ambientales. Esta estructura permite un desarrollo eficiente y ordenado de cada etapa del sistema hidrosanitario.

**Figura 22***Estructura Desglosada de Trabajo***5.2 Rubros y análisis de precios unitarios**

En esta sección, se presenta una tabla resumen de precios unitarios correspondiente a las actividades y rubros contemplados en el proyecto. Esta tabla detalla los costos unitarios asociados a los materiales, mano de obra, equipo y procesos necesarios para su ejecución, el análisis de precios unitarios se encuentra en el Anexo A.

**Tabla 84***Análisis de precios unitarios*

DETALLE DE LA OBRA				
Nº	DESCRIPCIÓN DEL RUBRO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	
<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
1	Trazado Y Replanteo	m2	\$	1.02

<b>DETALLE DE LA OBRA</b>			
<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>
2	Remoción De Vegetación Superficial	m2	\$ 0.75
<b>MOVIMIENTOS DE TIERRA</b>			
3	Excavación Con Maquinaria Pesada	m3	\$ 0.70
4	Relleno Con Material De Sitio (Manual)	m3	\$ 3.20
<b>TRANSPORTE DE MATERIALES Y EQUIPOS</b>			
5	Desalojo De Material	m3-km	\$ 0.30
6	Transporte De Material A La Obra	m3-km	\$ 0.35
<b>INSTALACIONES HIDROSANITARIAS</b>			
<b>SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA</b>			
7	Zona De Captación De Hormigón Armado F'c 210 Kg/Cm2 (Incluye Sistema)	glb	\$ 476.24
8	Suministro E Instalación De Tuberías De PVC De 1plg Para La Red De Conducción (Inc. Arena)	ml	\$ 3.84
9	Cisterna De Agua Segura De Hormigón Armado F'c 240 Kg/Cm2 (Incluye Sistema)	m3	\$ 137.24
10	Suministro E Instalación De Tuberías De PVC De 1/2plg Para La Red De Distribución (Inc. Arena)	ml	\$ 3.14
11	Suministro E Instalación De Tuberías De PVC De 3/4plg Para La Red De Distribución (Inc. Arena)	ml	\$ 3.15
<b>SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO</b>			
12	Suministro E Instalación De Tubo PVC Rígido De Pared Estructurada E Interior Lisa (De=125mm; Di=110mm) Para Aguas Grises	ml	\$ 12.89
13	Pozo De Inspección De Aguas Grises (Inc Tapa)	u	\$ 454.25
14	Suministro E Instalación De Tubo PVC Rígido De Pared Estructurada E Interior Lisa (De=125mm; Di=110mm) Para Aguas Negras	ml	\$ 12.89
15	Pozo De Inspección De Aguas Negras (Inc Tapa)	u	\$ 454.25
16	Pozo Séptico De Hormigón Armado F'c 240 Kg/Cm2 (Incluye Sistema)	m3	\$ 231.09
17	Suministro E Instalación De Pozo Biodigestor 3000 l	u	\$ 3,170.43

<b>DETALLE DE LA OBRA</b>				
<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	
<b>SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL</b>				
<b>18</b>	Suministro E Instalación De Tubo PVC Rígido De Pared Estructurada E Interior Lisa (De=125mm; Di=110mm) Para Aguas Lluvias	ml	\$	12.89
<b>19</b>	Suministro E Instalación De Tubería De PVC De 160mm Para Aguas Lluvias	ml	\$	15.28
<b>20</b>	Pozo De Inspección De Aguas Lluvias (Inc Tapa)	u	\$	454.25
<b>21</b>	Suministro E Instalación Del Sistema De Las Celdas Aquacell De Plastigama Wavin	m3	\$	284.03
<b>SISTEMA DE AGUAS GRISES REUTILIZADAS</b>				
<b>22</b>	Suministro E Instalación De Tuberías De PVC De 1plg Para La Red De Bombeo De Aguas Reutilizadas	ml	\$	3.15
<b>23</b>	Cámara De Agua Reutilizada De Hormigón Armado F'c 240 Kg/Cm2 (Incluye Sistema)	m3	\$	190.25
<b>24</b>	Suministro E Instalación Del Sistema de Bombeo	u	\$	359.35
<b>MANEJO AMBIENTAL</b>				
<b>25</b>	Agua Para Control De Polvo	m3	\$	0.20
<b>26</b>	Limpieza Final	m2	\$	0.41

### 5.3 Descripción de cantidades de obra

A continuación, se presenta la tabla resumen de las cantidades estimadas para los rubros incluidos en el proyecto, esta cantidad fue calculada mediante los diseños y planos generados. El cálculo de los materiales de cada rubro se encuentra en el Anexo C.

**Tabla 85***Cantidades de obra*

<b>DETALLE DE LA OBRA</b>			
<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>OBRAS PRELIMINARES</b>			
<b>1</b>	Trazado Y Replanteo	m2	839.57
<b>2</b>	Remoción De Vegetación Superficial	m2	23.87
<b>MOVIMIENTOS DE TIERRA</b>			
<b>3</b>	Excavación Con Maquinaria Pesada	m3	390.78
<b>4</b>	Relleno Con Material De Sitio (Manual)	m3	330.87
<b>TRANSPORTE DE MATERIALES Y EQUIPOS</b>			
<b>5</b>	Desalojo De Material	m3-km	11.55
<b>6</b>	Transporte De Material A La Obra	m3-km	1554.47
<b>INSTALACIONES HIDROSANITARIAS</b>			
<b>SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA</b>			
<b>7</b>	Zona De Captación De Hormigón Armado F'c 210 Kg/Cm2 (Incluye Sistema)	glb	1.00
<b>8</b>	Suministro E Instalación De Tuberías De PVC De 1plg Para La Red De Conducción (Inc. Arena)	ml	126.30
<b>9</b>	Cisterna De Agua Segura De Hormigón Armado F'c 240 Kg/Cm2 (Incluye Sistema)	m3	16.77
<b>10</b>	Suministro E Instalación De Tuberías De PVC De 1/2plg Para La Red De Distribución (Inc. Arena)	ml	23.90
<b>11</b>	Suministro E Instalación De Tuberías De PVC De 3/4plg Para La Red De Distribución (Inc. Arena)	ml	37.05
<b>SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO</b>			
<b>12</b>	Suministro E Instalación De Tubo PVC Rígido De Pared Estructurada E Interior Lisa (De=125mm; Di=110mm) Para Aguas Grises	ml	63.92
<b>13</b>	Pozo De Inspección De Aguas Grises (Inc Tapa)	u	4.00

<b>DETALLE DE LA OBRA</b>			
<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
	Suministro E Instalación De Tubo PVC Rígido De Pared		
<b>14</b>	Estructurada E Interior Lisa (De=125mm; Di=110mm) Para Aguas Negras	ml	68.27
<b>15</b>	Pozo De Inspección De Aguas Negras (Inc Tapa)	u	4.00
<b>16</b>	Pozo Séptico De Hormigón Armado F'c 240 Kg/Cm2 (Incluye Sistema)	m3	15.54
<b>17</b>	Suministro E Instalación De Pozo Biodigestor 3000 l	u	1.00
<b>SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL</b>			
	Suministro E Instalación De Tubo PVC Rígido De Pared		
<b>18</b>	Estructurada E Interior Lisa (De=125mm; Di=110mm) Para Aguas Lluvias	ml	10.07
<b>19</b>	Suministro E Instalación De Tubería De PVC De 160mm Para Aguas Lluvias	ml	11.29
<b>20</b>	Pozo De Inspección De Aguas Lluvias (Inc Tapa)	u	2.00
<b>21</b>	Suministro E Instalación Del Sistema De Las Celdas Aquacell De Plastigama Wavin	m3	93.60
<b>SISTEMA DE AGUAS GRISES REUTILIZADAS</b>			
<b>22</b>	Suministro E Instalación De Tuberías De PVC De 1plg Para La Red De Bombeo De Aguas Reutilizadas	ml	75.14
<b>23</b>	Cámara De Agua Reutilizada De Hormigón Armado F'c 240 Kg/Cm2 (Incluye Sistema)	m3	5.83
<b>24</b>	Suministro E Instalación Del Sistema de Bombeo	u	1.00
<b>MANEJO AMBIENTAL</b>			
<b>25</b>	Agua Para Control De Polvo	m3	836.42
<b>26</b>	Limpieza Final	m2	839.57

#### 5.4 Valoración integral del costo del proyecto

El presupuesto puede ser estimado en función de la cantidad de m<sup>3</sup> de agua, calculándose al dividir el costo total de cada sistema entre el volumen de agua asociado a dicho sistema, como se muestra en la Tabla 86 y se detalla en el Anexo B

**Tabla 86**

*Valoración del proyecto por m<sup>3</sup> de agua.*

Sistema	Volumen Diario [m <sup>3</sup> ]	Costo Total [\$]	Tiempo de vida útil [años]	Costo/Volumen [\$/m <sup>3</sup> ]
Abastecimiento de agua	22.46	\$ 4,270.50	10	\$ 0.05
Alcantarillado sanitario	259.2	\$ 12,915.91	10	\$ 0.01
Alcantarillado pluvial	47.52	\$ 28,612.43	10	\$ 0.08
Aguas grises reutilizadas	21.6	\$ 2,521.13	10	\$ 0.03

Nota. El costo por volumen indicado ha sido estimado para el tiempo de vida útil, es decir, prorrateado para 10 años. En el costo total de cada sistema se incluyó la proporción correspondiente a los rubros generales.

A continuación, se presenta la tabla del presupuesto referencial del proyecto, la cual detalla las cantidades estimadas de cada rubro, su respectivo precio unitario y el costo total. La inversión total de la construcción del proyecto es de \$ **48,319.97**. Este presupuesto proporciona una estimación inicial de los recursos económicos necesarios para la ejecución del proyecto.

**Tabla 87***Presupuesto referencial del proyecto*

<b>DETALLE DE LA OBRA</b>						
<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>SUBTOTAL</b>	
<b>OBRAS PRELIMINARES</b>						
<b>1</b>	Trazado Y Replanteo	m2	839.57	\$ 1.02	\$ 856.36	
<b>2</b>	Remoción De Vegetación Superficial	m2	23.87	\$ 0.75	\$ 17.90	
<b>MOVIMIENTOS DE TIERRA</b>						
<b>3</b>	Excavación Con Maquinaria Pesada	m3	390.78	\$ 0.70	\$ 273.55	
<b>4</b>	Relleno Con Material De Sitio (Manual)	m3	330.87	\$ 3.20	\$ 1,058.78	
<b>TRANSPORTE DE MATERIALES Y EQUIPOS</b>						
<b>5</b>	Desalojo De Material	m3-km	11.55	\$ 0.30	\$ 3.47	
<b>6</b>	Transporte De Material A La Obra	m3-km	1554.47	\$ 0.35	\$ 544.06	
<b>INSTALACIONES HIDROSANITARIAS</b>						
<b>SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA</b>						
<b>7</b>	Zona De Captación De Hormigón Armado F'c 210 Kg/Cm2 (Incluye Sistema)	glb	1.00	\$ 476.24	\$ 476.24	
<b>8</b>	Suministro E Instalación De Tuberías De PVC De 1plg Para La Red De Conducción (Inc. Arena)	ml	126.30	\$ 3.84	\$ 484.99	
<b>9</b>	Cisterna De Agua Segura De Hormigón Armado F'c 240 Kg/Cm2 (Incluye Sistema)	m3	16.77	\$ 137.24	\$ 2,301.10	
<b>10</b>	Suministro E Instalación De Tuberías De PVC De 1/2plg	ml	23.90	\$ 3.14	\$ 75.05	

<b>DETALLE DE LA OBRA</b>					
<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>SUBTOTAL</b>
	Para La Red De Distribución (Inc. Arena)				
<b>11</b>	Suministro E Instalación De Tuberías De PVC De 3/4plg Para La Red De Distribución (Inc. Arena)	ml	37.05	\$ 3.15	\$ 116.71
<b>SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO</b>					
<b>12</b>	Suministro E Instalación De Tubo PVC Rígido De Pared Estructurada E Interior Lisa (De=125mm; Di=110mm) Para Aguas Grises	ml	63.92	\$ 12.89	\$ 823.93
<b>13</b>	Pozo De Inspección De Aguas Grises (Inc Tapa)	u	4.00	\$ 454.25	\$ 1,817.00
<b>14</b>	Suministro E Instalación De Tubo PVC Rígido De Pared Estructurada E Interior Lisa (De=125mm; Di=110mm) Para Aguas Negras	ml	68.27	\$ 12.89	\$ 880.00
<b>15</b>	Pozo De Inspección De Aguas Negras (Inc Tapa)	u	4.00	\$ 454.25	\$ 1,817.00
<b>16</b>	Pozo Séptico De Hormigón Armado F'c 240 Kg/Cm2 (Incluye Sistema)	m3	15.54	\$ 231.09	\$ 3,591.14
<b>17</b>	Suministro E Instalación De Pozo Biodigestor 3000 l	u	1.00	\$ 3,170.43	\$ 3,170.43
<b>SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL</b>					
<b>18</b>	Suministro E Instalación De Tubo PVC Rígido De Pared Estructurada E Interior Lisa (De=125mm; Di=110mm) Para Aguas Lluvias	ml	10.07	\$ 12.89	\$ 129.80

<b>DETALLE DE LA OBRA</b>					
<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>SUBTOTAL</b>
<b>19</b>	Suministro E Instalación De Tubería De PVC De 160mm Para Aguas Lluvias	ml	11.29	\$ 15.28	\$ 172.51
<b>20</b>	Pozo De Inspección De Aguas Lluvias (Inc Tapa)	u	2.00	\$ 454.25	\$ 908.50
<b>21</b>	Suministro E Instalación Del Sistema De Las Celdas Aquacell De Plastigama Wavin	m3	93.60	\$ 284.03	\$ 26,585.21
<b>SISTEMA DE AGUAS GRISES REUTILIZADAS</b>					
<b>22</b>	Suministro E Instalación De Tuberías De PVC De 1plg Para La Red De Bombeo De Aguas Reutilizadas	ml	75.14	\$ 3.15	\$ 236.69
<b>23</b>	Cámara De Agua Reutilizada De Hormigón Armado F'c 240 Kg/Cm2 (Incluye Sistema)	m3	5.83	\$ 190.25	\$ 1,108.68
<b>24</b>	Suministro E Instalación Del Sistema de Bombeo	u	1.00	\$ 359.35	\$ 359.35
<b>MANEJO AMBIENTAL</b>					
<b>25</b>	Agua Para Control De Polvo	m3	836.42	\$ 0.20	\$ 167.28
<b>26</b>	Limpieza Final	m2	839.57	\$ 0.41	\$ 344.22
<b>TOTAL DEL PRESUPUESTO REFERENCIAL</b>					<b>\$ 48,319.97</b>

## 5.5 Cronograma de obra

**Tabla 88**

*Cronograma de Obra*

<b>CRONOGRAMA DE OBRA</b>											
<b>DESARROLLO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO.</b>											
<b>SAN JOAQUÍN - EL TRIUNFO - GUAYAS - ECUADOR</b>											
<b>DETALLE DE LA OBRA</b>						<b>TIEMPO EN MESES</b>					
<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>SUBTOTAL</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>1</b>	Trazado Y Replanteo	m2	839.57	\$ 1.02	\$ 856.36	\$ 856.36					
<b>2</b>	Remoción De Vegetación Superficial	m2	23.87	\$ 0.75	\$ 17.90	\$ 17.90					
<b>3</b>	Excavación Con Maquinaria Pesada	m3	390.78	\$ 0.70	\$ 273.55	\$ 54.71	\$ 54.71	\$ 54.71	\$ 54.71	\$ 54.71	
<b>4</b>	Relleno Con Material De Sitio (Manual)	m3	330.87	\$ 3.20	\$ 1,058.78	\$ 211.76	\$ 211.76	\$ 211.76	\$ 211.76	\$ 211.76	
<b>5</b>	Desalojo De Material	m3-km	11.55	\$ 0.30	\$ 3.47						\$ 3.47
<b>6</b>	Transporte De Material A La Obra	m3-km	1554.47	\$ 0.35	\$ 573.80	\$ 108.81	\$ 108.81	\$ 108.81	\$ 108.81	\$ 108.81	

	Zona De Captación De						
<b>7</b>	Hormigón Armado F'c 210 Kg/Cm2 (Incluye Sistema)	glb	1.00	\$ 476.24	\$ 476.24	\$ 476.24	
	Suministro E Instalación De						
<b>8</b>	Tuberías De PVC De 1plg Para La Red De Conducción (Inc. Arena)	ml	126.30	\$ 3.84	\$ 484.99	\$ 484.99	
	Cisterna De Agua Segura De						
<b>9</b>	Hormigón Armado F'c 240 Kg/Cm2 (Incluye Sistema)	m3	16.77	\$ 137.24	\$ 2,301.10	\$1,150.55	\$1,150.55
	Suministro E Instalación De						
<b>10</b>	Tuberías De PVC De 1/2plg Para La Red De Distribución (Inc. Arena)	ml	23.90	\$ 3.14	\$ 75.05		\$ 75.05
	Suministro E Instalación De						
<b>11</b>	Tuberías De PVC De 3/4plg Para La Red De Distribución (Inc. Arena)	ml	37.05	\$ 3.15	\$ 116.71		\$ 116.71
	Suministro E Instalación De						
<b>12</b>	Tubo PVC Rígido De Pared Estructurada E Interior Lisa (De=125mm; Di=110mm) Para Aguas Grises	ml	63.92	\$ 12.89	\$ 823.93		\$ 823.93
	Pozo De Inspección De Aguas Grises (Inc Tapa)	u	4.00	\$ 454.25	\$ 1,817.00		\$1,817.00

	Suministro E Instalación De Tubo PVC Rígido De Pared							
<b>14</b>	Estructurada E Interior Lisa (De=125mm; Di=110mm) Para Aguas Negras	ml	68.27	\$ 12.89	\$ 880.00			\$ 880.00
<b>15</b>	Pozo De Inspección De Aguas Negras (Inc Tapa)	u	4.00	\$ 454.25	\$ 1,817.00			\$1,817.00
<b>16</b>	Pozo Séptico De Hormigón Armado F'c 240 Kg/Cm2 (Incluye Sistema)	m3	15.54	\$ 231.09	\$ 3,591.14	\$1,795.57		\$1,795.57
<b>17</b>	Suministro E Instalación De Pozo Biodigestor 3000 l	u	1.00	\$ 3,170.43	\$ 3,170.43			\$3,170.43
<b>18</b>	Suministro E Instalación De Tubo PVC Rígido De Pared Estructurada E Interior Lisa (De=125mm; Di=110mm) Para Aguas Lluvias	ml	10.07	\$ 12.89	\$ 129.80			\$ 129.80
<b>19</b>	Suministro E Instalación De Tubería De PVC De 160mm Para Aguas Lluvias	ml	11.29	\$ 15.28	\$ 172.51			\$ 172.51
<b>20</b>	Pozo De Inspección De Aguas Lluvias (Inc Tapa)	u	2.00	\$ 454.25	\$ 908.50			\$ 908.50
<b>21</b>	Suministro E Instalación Del Sistema De Las Celdas Aquacell De Plástigama Wavin	m3	93.60	\$ 284.03	\$ 26,585.21			\$13,292.60 \$13,292.60

22	Suministro E Instalación De Tuberías De PVC De 1plg Para La Red De Bombeo De Aguas Reutilizadas	ml	75.14	\$ 3.15	\$ 236.69						\$ 236.69
23	Cámara De Agua Reutilizada De Hormigón Armado F'c 240 Kg/Cm2 (Incluye Sistema)	m3	5.83	\$ 190.25	\$ 1,108.68						\$1,108.68
24	Suministro E Instalación Del Sistema de Bombeo	u	1.00	\$ 359.35	\$ 359.35						\$ 359.35
25	Agua Para Control De Polvo	m3	836.42	\$ 0.20	\$ 167.28	\$ 27.88	\$ 27.88	\$ 27.88	\$ 27.88	\$ 27.88	\$ 27.88
26	Limpieza Final	m2	839.57	\$ 0.41	\$ 344.22						\$ 344.22
<b>TOTAL DEL PRESUPUESTO REFERENCIAL</b>					<b>\$ 48,319.97</b>						
<b>COSTO MENSUAL</b>						\$3,389.21	\$1,745.46	\$4,839.66	\$8,066.16	\$16,251.95	\$14,027.52
<b>COSTO PARCIAL %</b>						7.01%	3.61%	10.02%	16.69%	33.63%	29.03%
<b>COSTO ACUMULADO</b>						\$3,389.21	\$5,134.67	\$9,974.33	\$18,040.49	\$34,292.44	\$48,319.97
<b>AVANCE DE OBRA</b>						7.01%	10.63%	20.64%	37.34%	70.97%	100.00%

# Capítulo 6

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

- El presente proyecto comprende el diseño del sistema hidrosanitario para la finca en la comunidad de San Joaquín incluyendo varios sistemas que garantizan el acceso a agua limpia proveniente de quebradas, la captación de aguas lluvias y el tratamiento adecuado de los efluentes generados, para su reutilización, teniendo una inversión de \$ 48,319.97, un periodo de construcción aproximado de 6 meses, y un costo promedio estimado de \$ 29.98 por m<sup>3</sup> de recurso hídrico gestionado durante un tiempo de vida útil de 10 años.
- El diseño del sistema de abastecimiento de agua garantiza un suministro confiable y suficiente para cubrir las necesidades de aproximadamente 45 personas, cumpliendo con los requerimientos del cliente y promoviendo la sostenibilidad del recurso hídrico.
- La estructura de captación diseñada será ubicada estratégicamente en las quebradas del sector, asegurando la recolección de agua necesaria mientras evita procesos de nitrificación, ya que funciona como una estructura de pretratamiento
- La red de conducción diseñada permite transportar el agua desde la captación hasta una cisterna, la cual no solo regula los caudales y presiones necesarias para el sistema, funcionando también como una unidad de tratamiento con cloro.
- Por otro lado, la red de distribución garantiza un suministro directo y eficiente a los dispositivos de la suite y al tanque elevado proyectado para la futura casa de campo, asegurando que ambas edificaciones tengan acceso a agua segura.
- En conjunto, el sistema diseñado no solo responde a las demandas actuales del proyecto, sino que también anticipa su crecimiento, asegurando la sostenibilidad del

abastecimiento a largo plazo y promoviendo el uso eficiente y responsable del recurso hídrico.

- El diseño del sistema de recolección y depuración de aguas residuales domésticas responde a los principios de sostenibilidad y eficiencia, asegurando un adecuado manejo de los efluentes.
- Se diseñaron dos sistemas de alcantarillado sanitario diferenciados: uno para aguas negras (inodoros y fregaderos de cocina), que se conectan a un pozo biodigestor, garantizando la degradación y estabilización de los residuos orgánicos; y otro para aguas grises (lavabos y duchas), que se conducen a un pozo séptico para tratamiento antes de su reutilización.
- Posterior a su tratamiento, se incorporó una cámara de almacenamiento ( $2.5 \text{ m}^3$ ) para aguas grises tratadas, lo que permite la reutilización eficiente en inodoros del 25% del agua captada en la quebrada. Para este fin, se diseñó una red de bombeo que eleva las aguas tratadas desde la cámara hasta un tanque para su distribución.
- Este diseño asegura el cumplimiento de las normativas en cuanto a tratamiento y disposición de aguas residuales y promueve el uso responsable del recurso hídrico, favoreciendo su reutilización y reduciendo el impacto ambiental.
- El diseño del sistema de aguas lluvias incorpora soluciones innovadoras y sostenibles para recolección, almacenamiento y disposición eficiente del recurso hídrico. Se recolectan las aguas provenientes de cubiertas, dirigiéndolas hacia un sistema de almacenamiento con celdas Aquacell.
- Las celdas Aquacell tienen beneficios ambientales y funcionales, configuración modular adaptable ( $6.0 \times 8.4 \times 2.0 \text{ m}$ ), no requieren estructura para estabilización del terreno, facilitan la infiltración al suelo; contribuyendo a la sostenibilidad hídrica.

- Este sistema, compuesto de plástico 100% reciclable, optimiza la gestión de aguas lluvias al reducir la acumulación superficial, prevenir la erosión del suelo, y promover la conservación del ciclo hídrico natural.
- Las redes y celdas Aquacell del diseño aportan una solución innovadora, ambientalmente responsable y alineada con los principios de sostenibilidad y resiliencia hídrica frente a las necesidades actuales y futuras de la finca.
- Cuantificar los factores ambientales ayudó a discernir la magnitud del impacto que generan las diferentes actividades del proyecto, siendo así, la forma más efectiva de reducir la contaminación ambiental, el enfocarse en aquellas actividades que generan un mayor impacto tanto a corto, mediano y largo plazo.
- El impacto ambiental más significativo es la contaminación del aire, que se manifiesta a largo plazo e impacta en el cambio climático. Principalmente se relaciona con las actividades de transporte de materiales y operación de equipos, generando grandes cantidades de gases de combustión incluyendo el CO<sub>2</sub>, que es un gas de efecto invernadero.
- Las medidas de mitigación del impacto ambiental toman en cuenta aspectos positivos y negativos del proyecto; como el mantenimiento preventivo de vehículos y maquinarias, realizado en talleres con permisos ambientales, la reutilización de los efluentes tratados, destinar la materia orgánica del biodigestor como abono, y la recarga de acuíferos con las aguas lluvias. Medidas que maximizan los impactos positivos del aprovechamiento de subproductos y residuos con un enfoque en economía circular.

## 6.2 Recomendaciones

- El diseño propuesto para la red de conducción se realizó en base a la información propuesta por el cliente, por lo que se recomienda realizar una exploración para identificar otro punto de captación en cotas superiores a la existente.
- Previo a la construcción, el cliente deberá realizar un estudio de suelos en la captación y en los lugares donde se tiene planificado implantar la cisterna, pozo séptico, biodigestor y celdas Aquacell, para obtener datos directos considerando que el presente proyecto se basó en información de un estudio de suelos cercano.
- En la operación del nuevo sistema hidrosanitario, es importante se realice un estudio de la calidad del agua en la captación y en la cisterna para verificar que cumpla con los parámetros de la normativa para agua de consumo.
- Como parte de la operación del sistema de agua para consumo se requiere el tratamiento del agua en la cisterna aplicando una dosis de 500 miligramos por litro para conservar el agua y que no sufra de nitrificación.
- Se recomienda la colocación de una trampa de grasas en cada dispositivo de fregaderos de cocina para evitar el ingreso de aceites, grasas y/o detergentes en el tanque biodigestor puesto que pueden averiar la unidad de tratamiento.
- El cliente podrá analizar previo a la construcción del presente proyecto la posibilidad de implementación de un plan de reutilización de aguas lluvias, de modo que se pueda aprovechar mejor el recurso hídrico, y por consiguiente se recalcule el volumen de la cisterna compuesta por celdas Aquacell, pudiendo abaratar los costos de implementación del proyecto.
- En caso de mantener la decisión del cliente respecto al uso de las celdas Aquacell para la recarga de acuíferos, se recomienda realizar pruebas geofísicas o similares en el terreno de la finca, que permitan obtener una identificación de los acuíferos a los que

se aporta el agua lluvia captada en las celdas Aquacell; lo cual permitirá analizar la posibilidad futura de la construcción de pozos subterráneos emergentes para extraer el agua y aprovecharla en épocas de sequía.

## Referencias

- Agüero R. (2003). *AGUA POTABLE PARA POBLACIONES RURALES - Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento*. Asociación Servicios Educativos Rurales (SER).
- Arnalich S. (2008). *Abastecimiento de agua por gravedad, concepción, diseño y dimensionado para proyectos de cooperación* (1era ed). Santiago Arnalich Castañeda.
- Barrio E. (2017). *Ciclo de vida de un producto y sus estrategias relacionadas* (1a ed). Universidad Nacional de la Patagonia Austral.
- Bocken, N., Pauw, I., Bakker, C. A., & van der Grinten, B. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. *J. Ind. Prod. Eng.*, 1015.
- Cadme Arévalo, M. L., Rojas Uribe, L. S., Arreaga Cadme, T. S., Cedeño Moreira, Á. V., González Osorio, B. B., & Saltos Velasquez, L. A. (2021). Servicios de agua potable, saneamiento básico y problemas de salud asociados al consumo hídrico en el cantón Quevedo, Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(5), 10301–10310. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i5.1071](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i5.1071)
- "Campos, J. (2022). *Estado del arte de los sistemas sépticos para el tratamiento del agua en zonas rurales residual* . 1–68.
- Campos, J. (2022). *Estado del arte de los sistemas sépticos para el tratamiento del agua en zonas rurales residual* . 1–68.
- CPE INEN 5 9-1. (1992). *NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES: Vol. Primera Edición* (pp. 1–291). CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN. C.E.C.
- CPE INEN 5 9-2. (1997). *CÓDIGO DE PRACTICA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y*

*RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL. CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN. (C.E.C).*

Dadebo, D., Obura, D., & Kimera, D. (2023). Hydraulic modeling and prediction of performance for a drinking water supply system towards the achievement of sustainable development goals (SDGs): A system case study from Uganda. *Groundwater for Sustainable Development*, 22, 100951. <https://doi.org/10.1016/J.GSD.2023.100951>

Del Pozo Franco, P. E., Águila Garófalo, J. C., Alegría Rodríguez, A. N., Del Pozo Franco, P. E., Águila Garófalo, J. C., & Alegría Rodríguez, A. N. (2009). Universidad & sociedad. *Revista Universidad y Sociedad*, 15(5), 476–485.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202023000500476&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202023000500476&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

DIGECONTRUC. (2022). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS DEFINITIVOS DE OBRAS HIDRÁULICAS DE ARTE MAYOR REQUERIDAS EN VARIOS SECTORES DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS.*

Domingo Gómez Orea, & Teresa Gómez Miravillo. (2013). *Evaluación de impacto ambiental* (Velasquez, Ed.; Multi Prensa, Vol. 3).  
<https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=9VOuAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=evaluaci%C3%B3n+de+impacto+ambiental&ots=PR4btQuxtg&sig=1zPchJHjsX155Yp7uB0Kevn7hJ4#v=onepage&q=evaluaci%C3%B3n%20de%20impacto%20ambiental&f=false>

EMAAP-Q. (2009). *Normas de diseño de sistema de alcantarillado para la EMAAP-Q* (M. Punguil, Ed.). V&M Gráficas.  
[https://www.aguaquito.gob.ec/Alojamientos/PROYECTO%20LA%20MERCED/ANEXO%202%20NORMAS\\_ALCANTARILLADO\\_EMAAP.pdf](https://www.aguaquito.gob.ec/Alojamientos/PROYECTO%20LA%20MERCED/ANEXO%202%20NORMAS_ALCANTARILLADO_EMAAP.pdf)

- Flore K., & Quisnancela E. (2016). *Velocidad de infiltración del agua en el sub-suelo de Tamaute y Cubijés, pertenecientes a los cantones Guano Riobamba, respectivamente, asociado a la granulometría y a la textura de sus componentes*. Universidad Nacional de Chimborazo.
- Hernández Avilés, D. M., Chaparro, T., Hernández Avilés, D. M., & Chaparro, T. R. (2020). Tratamiento de agua lluvia con fines de consumo humano. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 30(2), 97–107. <https://doi.org/10.18359/rcin.4409>
- INAMHI. (2019). *Determinación de ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de precipitación*.
- I.S. 010. (2012). *NORMA TÉCNICA I.S. 010 INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICACIONES* .
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- León, R., Pernía Santos, B. M., Sigüencia, R., Franco, S., Noboa, A., Cornejo, X., León, R., Pernía, B., Sigüencia, R., Franco, S., Noboa, A., & Cornejo, X. (2018). Potencial de plantas acuáticas para la remoción de coliformes totales y *Escherichia coli* en aguas negras. *Enfoque UTE*, 9(4), 131–144. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v9n4.286>
- López, C. (2003). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
- López R. (1995). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*. Nuevas Ediciones Ltda.
- Miller Gil, L., & Fábrega Duque, J. (2021). Reutilización de aguas tratadas para riego. Caso de estudio: Efluente de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Chitré, Panamá

(2019-2020). *Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología – APANAC*, 221–227.

<https://doi.org/10.33412/apanac.2021.3188>

Ministerio Peruano de Vivienda, C. y S. (2012). *PROPUESTA DE NORMA IS.020 TANQUE SÉPTICOS* (pp. 4–18).

[https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas\\_Legales/saneamiento/IS.020.pdf](https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/saneamiento/IS.020.pdf)

Montenegro J. (2023). *Construcción e instalación de una bomba de ariete para el abastecimiento del beneficio húmedo de café en la finca El Almendro, San Rafael del Norte* [Ingeniería agrícola]. Universidad Nacional Agraria.

Naciones Unidas. (2023). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2023*. 1–80.

NEC 16. (2011). NORMA HIDROSANITARIA NHE AGUA. In *NEC 16*. Normativa Ecuatoriana de la Construcción.

Norma Oficial Mexicana NOM-006-CNA. (1997). *Fosas sépticas prefabricadas - Especificaciones y métodos de prueba: Vol. Primera Sección*. Diario Oficial.

NTE INEN 1108. (2020). *AGUA PARA CONSUMO HUMANO. REQUISITOS: Vol. Sexta Versión* (pp. 1–14). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA.

Ortiz, J. M., Molina Castro, E. X., Quesada Molina, J. F., Calle Pesántez, A. E., Orellana

Valdéz, D. A., Molina, E., Quesada, F., Calle, A., Ortiz, J., & Orellana, D. (2018a).

Consumo sustentable de agua en viviendas de la ciudad de Cuenca. *Ingenius*, 20, 28–38.

<https://doi.org/10.17163/ings.n20.2018.03>

Ortiz, J. M., Molina Castro, E. X., Quesada Molina, J. F., Calle Pesántez, A. E., Orellana

Valdéz, D. A., Molina, E., Quesada, F., Calle, A., Ortiz, J., & Orellana, D. (2018b).

Consumo sustentable de agua en viviendas de la ciudad de Cuenca. *Ingenius*, 20, 28–38.

<https://doi.org/10.17163/ings.n20.2018.03>

- Pedrollo. (2020). *Catálogo general Pedrollo 60Hz*. <https://www.casadelriegoecuador.com/wp-content/uploads/2020/09/CATALOGO-GENERAL-PEDROLLO-60Hz.pdf>
- Perez, G., Gomez-Velez, J. D., & Grant, S. B. (2024). The sanitary sewer unit hydrograph model: A comprehensive tool for wastewater flow modeling and inflow-infiltration simulations. *Water Research*, 249, 120997.  
<https://doi.org/10.1016/J.WATRES.2023.120997>
- Pérez R. (2010). *Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones* (R. Pérez, Ed.; Sexta Edición). Ecoe Ediciones.
- Pérez, R. (2015). *Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras*. Empresa Editora Macro EIRL.
- Plastigama. (2017). *Guía de aplicación de productos*. 1–28.
- Plastigama. (2022). *Ficha técnica de tanques para almacenar productos de consumo humano*. 1–6.
- Plastigama Wavin. (2023a). *AquaCell / Soluciones Hidropluviales*.  
<https://hidropluviales.com/productos/aquacell/>
- Plastigama Wavin. (2023b). *Ficha técnica Wavin Aquacell*. Plastigama Wavin.
- Quiñonez Katherine. (2020). *Análisis de los recursos turísticos para potenciar el turismo del cantón El Triunfo*. Universidad\_Guayaquil.
- Quiroz S, Menéndez C, & Izquierdo S. (2019). *Tratamiento de aguas y aguasresiduales\_Ediciones UTM*. ©Ediciones UTM- Universidad Técnica de Manabí.
- Ramos A. (2004). *METODOLOGÍAS MATRICIALES DE EVALUACIÓN AMBIENTAL PARA PAISES EN DESARROLLO: MATRIZ DE LEOPOLD Y MÉTODO MEL-ENEL*. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA .
- RAS. (2000). *RAS 2000 TITULO E - TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES*. Ministerio de Desarrollo Económico Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico.

- Rodríguez I, & García J. (2023). *Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en el tramo alto de la microcuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín* [ESPECIALIZACIÓN GESTIÓN DE PROYECTOS]. INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO.
- Rosales-Escalante, E. (2005). Tanques sépticos. Conceptos teóricos base y aplicaciones. *Revista Tecnología En Marcha*, 18(2), pág. 26.  
[https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec\\_marcha/article/view/205](https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/205)
- Rotoplast. (2014). *Ficha técnica Biodigestor autolimpiable rotoplas*. Rotoplast.
- Salehi, M. (2022). Global water shortage and potable water safety; Today's concern and tomorrow's crisis. *Environment International*, 158, 106936.  
<https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106936>
- Sánchez-Beltrán, H., Rodríguez, C. D. M., Triviño, J. C. B., Iglesias-Rey, P. L., Valderrama, J. S., & Martínez-Solano, F. J. (2017). Characterization of Modular Deposits for Urban Drainage Networks Using CFD Techniques. *Procedia Engineering*, 186, 84–92.  
<https://doi.org/10.1016/J.PROENG.2017.03.212>
- Singh, S. (2024). Water pollution in rural areas: Primary sources and associated health issues. In *Water Resources Management for Rural Development* (pp. 29–44). Elsevier.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-443-18778-0.00011-8>
- Tito B. (2020). *Matriz de Leopold modificada impacto ambiental excel ejemplos*.

# **ANEXO A: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)**

**Escuela Superior Politécnica del Litoral**  
**Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**  
**DESARROLLO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO.**

**Análisis de Precios Unitarios**

<b>RUBRO:</b>	TRAZADO Y REPLANTEO	<b>UNIDAD</b>	m2
<b>No.</b>	1		

<b>M.- Equipos</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Herramientas Menores (5% MO)					\$ 0.0308
Eq. Topográfico	0.2000	\$ 3.7500	\$ 0.7500	0.0333	\$ 0.0250
					<b>\$ 0.0558</b>

<b>N.- Mano de Obra</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Jornal/H R B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Péon	3.0000	\$ 4.1400	\$ 12.4200	0.0333	\$ 0.4140
Maestro Mayor	0.2000	\$ 4.6500	\$ 0.9300	0.0333	\$ 0.0310
Carpintero	1.0000	\$ 4.1900	\$ 4.1900	0.0333	\$ 0.1397
Topógrafo	0.2000	\$ 4.6500	\$ 0.9300	0.0333	\$ 0.0310
					<b>\$ 0.6157</b>

<b>O.- Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Precio Unit. B</b>	<b>Costo C=A*B</b>
Accesorios (Clavos, cuartones, piola, tiras, etc.)	u	1.0000	\$ 0.2000	\$ 0.2000
				<b>\$ 0.2000</b>

<b>P.- Transporte</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo C=A*B</b>

<b>Q.- TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		<b>\$ 0.8715</b>
<b>R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	<b>15.00%</b>	<b>\$ 0.1307</b>
<b>S.- OTROS INDIRECTOS</b>	<b>2%</b>	<b>\$ 0.0174</b>

<b>T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q+R+S)</b>	<b>\$ 1.0196</b>
--	------------------

<b>U.- VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 1.02</b>
---------------------------	----------------

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

Escuela Superior Politécnica del Litoral Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra DESARROLLO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO.					
Análisis de Precios Unitarios					
<b>RUBRO:</b>	REMOCIÓN DE VEGETACIÓN SUPERFICIAL			<b>UNIDAD</b>	m2
<b>No.</b>	2				
<b>M.- Equipos</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Herramientas Menores (5% MO)					\$ 0.0248
Motosierra	1.0000	\$ 3.0000	\$ 3.0000	0.0400	\$ 0.1200
					<b>\$ 0.1448</b>
<b>N.- Mano de Obra</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>JornaL/H R B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Péon	2.0000	\$ 4.1400	\$ 8.2800	0.0400	\$ 0.3312
Operario equipo liviano	1.0000	\$ 4.1400	\$ 4.1400	0.0400	\$ 0.1656
					<b>\$ 0.4968</b>
<b>O.- Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Precio Unit. B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
				<b>\$ -</b>	
<b>P.- Transporte</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
				<b>\$ -</b>	
<b>Q.- TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>\$ 0.6416</b>
<b>R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES 15.00%</b>					<b>\$ 0.0962</b>
<b>S.- OTROS INDIRECTOS 2%</b>					<b>\$ 0.0128</b>
<b>T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q+R+S)</b>					<b>\$ 0.7507</b>
<b>U.- VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 0.75</b>
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.					

Escuela Superior Politécnica del Litoral Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra						
DESARROLLO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO.						
Análisis de Precios Unitarios						
<b>RUBRO:</b>	EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA PESADA				<b>UNIDAD</b>	m3
<b>No.</b>	3					
M.- Equipos	Cantidad A	Tarifa B	Costo*Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R	
Retroexcavadora	1.0000	\$ 27.0000	\$ 27.0000	0.0167	\$ 0.4500	
					<b>\$ 0.4500</b>	
N.- Mano de Obra	Cantidad A	Jornal/H R B	Costo*Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R	
Péon	1.0000	\$ 4.1400	\$ 4.1400	0.0167	\$ 0.0690	
Operador de retroexcavadora	1.0000	\$ 4.6500	\$ 4.6500	0.0167	\$ 0.0775	
					<b>\$ 0.1465</b>	
O.- Materiales	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=A*B		
					<b>\$ -</b>	
P.- Transporte	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B		
<b>Q.- TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>\$ 0.5965</b>	
<b>R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES 15.00%</b>					<b>\$ 0.0895</b>	
<b>S.- OTROS INDIRECTOS 2%</b>					<b>\$ 0.0119</b>	
<b>T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q+R+S)</b>					<b>\$ 0.6979</b>	
<b>U.- VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 0.70</b>	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.						

Escuela Superior Politécnica del Litoral Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra					
DESARROLLO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO.					
Análisis de Precios Unitarios					
<b>RUBRO:</b>	RELLENO CON MATERIAL DE SITIO (MANUAL)			<b>UNIDAD</b>	m3
<b>No.</b>	4				
M.- Equipos	Cantidad A	Tarifa B	Costo*Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R
Herramientas menores (5% MO)	1.0000	\$ 2.3500	\$ 2.3500	0.1667	\$ 0.1117
Compactado pequeño manual					\$ 0.3917
					<b>\$ 0.5033</b>
N.- Mano de Obra	Cantidad A	Jornal/H R B	Costo*Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R
Péon	2.0000	\$ 4.1400	\$ 8.2800	0.1667	\$ 1.3800
Maestro mayor	0.2000	\$ 4.6500	\$ 0.9300	0.1667	\$ 0.1550
Operado de equipo liviano	1.0000	\$ 4.1900	\$ 4.1900	0.1667	\$ 0.6983
					<b>\$ 2.2333</b>
O.- Materiales	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=A*B	
					<b>\$ -</b>
P.- Transporte	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B	
<b>Q.- TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>\$ 2.7367</b>
<b>R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>					<b>15.00%</b>
					<b>\$ 0.4105</b>
<b>S.- OTROS INDIRECTOS</b>					<b>2%</b>
					<b>\$ 0.0547</b>
<b>T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q+R+S)</b>					<b>\$ 3.2019</b>
<b>U.- VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 3.20</b>
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.					

Escuela Superior Politécnica del Litoral Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra						
DESARROLLO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO.						
Análisis de Precios Unitarios						
<b>RUBRO:</b>	DESALOJO DE MATERIAL				<b>UNIDAD</b>	m3-km
<b>No.</b>	5					
<b>M.- Equipos</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>	
Herramientas menores (5% MO) Volqueta	1.0000	\$ 30.0000	\$ 30.0000	0.0063	\$ 0.0032 \$ 0.1899	
					<b>\$ 0.1931</b>	
<b>N.- Mano de Obra</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Jornal/H R B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>	
Chófer	1.0000	\$ 6.0800	\$ 6.0800	0.0063	\$ 0.0385	
Peón	1.0000	\$ 4.1400	\$ 4.1400	0.0063	\$ 0.0262	
					<b>\$ 0.0647</b>	
<b>O.- Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Precio Unit. B</b>	<b>Costo C=A*B</b>		
				<b>\$ -</b>		
<b>P.- Transporte</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo C=A*B</b>		
<b>Q.- TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>\$ 0.2578</b>	
<b>R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	<b>15.00%</b>				<b>\$ 0.0387</b>	
<b>S.- OTROS INDIRECTOS</b>	<b>2%</b>				<b>\$ 0.0052</b>	
<b>T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q+R+S)</b>					<b>\$ 0.3016</b>	
<b>U.- VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 0.30</b>	
<b>ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.</b>						

Escuela Superior Politécnica del Litoral Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra						
DESARROLLO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO.						
Análisis de Precios Unitarios						
<b>RUBRO:</b>	TRANSPORTE DE MATERIAL A OBRA				<b>UNIDAD</b>	m3-km
<b>No.</b>	6					
<b>M.- Equipos</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>	
Herramientas menores (5% MO)	1.0000	\$ 30.0000	\$ 30.0000	0.0074	\$ 0.0038	
Volqueta					\$ 0.2219	
					<b>\$ 0.2257</b>	
<b>N.- Mano de Obra</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Jornal/H R B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>	
Chófer	1.0000	\$ 6.0800	\$ 6.0800	0.0074	\$ 0.0450	
Peón	1.0000	\$ 4.1400	\$ 4.1400	0.0074	\$ 0.0306	
					<b>\$ 0.0756</b>	
<b>O.- Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Precio Unit. B</b>	<b>Costo C=A*B</b>		
				<b>\$ -</b>		
<b>P.- Transporte</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo C=A*B</b>		
<b>Q.- TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>\$ 0.3013</b>	
<b>R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	<b>15.00%</b>				<b>\$ 0.0452</b>	
<b>S.- OTROS INDIRECTOS</b>	<b>2%</b>				<b>\$ 0.0060</b>	
<b>T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q+R+S)</b>					<b>\$ 0.3525</b>	
<b>U.- VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 0.35</b>	
<b>ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.</b>						

Escuela Superior Politécnica del Litoral Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra DESARROLLO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO.						
Análisis de Precios Unitarios						
<b>RUBRO:</b>	ZONA DE CAPTACIÓN DE HORMIGÓN ARMADO F' C 210 KG/CM2 (INCLUYE SISTEMA)			<b>UNIDAD</b>	glb	
<b>No.</b>	7					
<b>M.- Equipos</b>		<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Herramientas menores (5% MO)						\$ 5.1066
						<b>\$ 5.1066</b>
<b>N.- Mano de Obra</b>		<b>Cantidad A</b>	<b>JornaL/HR B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Peón		0.1000	\$ 4.1400	\$ 0.4140	56.0000	\$ 23.1840
Maestro mayor		0.1500	\$ 4.6500	\$ 0.6975	56.0000	\$ 39.0600
Fierrero		0.0700	\$ 4.1900	\$ 0.2933	56.0000	\$ 16.4248
Carpintero		0.0700	\$ 4.1900	\$ 0.2933	56.0000	\$ 16.4248
Tubero		0.0300	\$ 4.1900	\$ 0.1257	56.0000	\$ 7.0392
						<b>\$ 102.1328</b>
<b>O.- Materiales</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Precio Unit. B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
Saco de cemento 50 kg		saco	12.4100	\$ 8.5000	\$ 105.4850	
Piedra 3/4" a 1"		m3	0.9700	\$ 22.5000	\$ 21.8250	
Arena gruesa		m3	1.0100	\$ 16.5000	\$ 16.6650	
Agua		lt	281.0600	\$ -	\$ -	
Acero de refuerzo Fy = 4200		kg	49.3500	\$ 1.2900	\$ 63.6615	
Impermeabilizante sika N° 1 4kg		u	0.1000	\$ 12.8900	\$ 1.2890	
Tubería P PVC Roscable 2"		ml	1.3000	\$ 8.5000	\$ 11.0500	
Tubería ventilación 50mmx3m		ml	2.8000	\$ 1.9000	\$ 5.3200	
Union Universal Roscable 3/4"		u	3.0000	\$ 1.3800	\$ 4.1400	
Llave de paso esférica de 1/2 pulgada estándar con manilla		u	1.0000	\$ 8.4600	\$ 8.4600	
Codo PVC para desagüe de 2 pulgadas x 90 grados. Policloro		u	2.0000	\$ 1.4900	\$ 2.9800	
Tabla semidura 6x0.3x0.03 m		u	6.1400	\$ 4.5000	\$ 27.6300	
Cuartón Semiduro 0.6x0.4x6.0 m		u	8.3000	\$ 3.5000	\$ 29.0500	
Clavos		kg	1.0000	\$ 2.2500	\$ 2.2500	
						<b>\$ 299.8055</b>
<b>P.- Transporte</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
<b>Q.- TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>\$ 407.0449</b>	
<b>R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>					<b>15.00%</b>	<b>\$ 61.0567</b>
<b>S.- OTROS INDIRECTOS</b>					<b>2%</b>	<b>\$ 8.1409</b>
<b>T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q+R+S)</b>					<b>\$ 476.2426</b>	
<b>U.- VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 476.24</b>	
<b>ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.</b>						

Escuela Superior Politécnica del Litoral Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra DESARROLLO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO.					
Análisis de Precios Unitarios					
<b>RUBRO:</b>	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE PVC DE 1PLG PARA LA RED DE CONDUCCIÓN (INC. ARENA)		<b>UNIDAD</b>	ml	
<b>No.</b>	8				
<b>M.- Equipos</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Herramientas menores (5% MO)					\$ 0.0386
Compactador pequeño manual	0.1000	\$ 2.3500	\$ 0.2350	0.0833	\$ 0.0196
					<b>\$ 0.0582</b>
<b>N.- Mano de Obra</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Jornal/H R B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Peón	1.0000	\$ 4.1400	\$ 4.1400	0.0833	\$ 0.3450
Maestro mayor	0.2000	\$ 4.6500	\$ 0.9300	0.0833	\$ 0.0775
Tubero (en construcción)	1.0000	\$ 4.1900	\$ 4.1900	0.0833	\$ 0.3492
					<b>\$ 0.7717</b>
<b>O.- Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Precio Unit. B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
Arena corriente fina, incluye transporte	m3	0.0500	\$ 13.6500	\$ 0.6825	
Tuberías de PVC DN=1plg	ml	1.0000	\$ 1.6700	\$ 1.6700	
				<b>\$ 2.3525</b>	
<b>P.- Transporte</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
Transporte de tubería	m-km	10.0000	\$ 0.0100	0.10	
				<b>0.100</b>	
<b>Q.- TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>\$ 3.2823</b>
<b>R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	<b>15.00%</b>				\$ 0.4924
<b>S.- OTROS INDIRECTOS</b>	<b>2%</b>				\$ 0.0656
<b>T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q+R+S)</b>					<b>\$ 3.8403</b>
<b>U.- VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 3.84</b>
<b>ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.</b>					

Escuela Superior Politécnica del Litoral Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra DESARROLLO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO.						
Análisis de Precios Unitarios						
<b>RUBRO:</b>	CISTERNA DE AGUA SEGURA DE HORMIGÓN ARMADO F/C 240 KG/CM2 (INCLUYE SISTEMA)			<b>UNIDAD</b>	m <sup>3</sup>	
<b>No.</b>	9					
<b>M.- Equipos</b>		<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Herramientas menores (5% MO)						\$ 1.0890
						<b>\$ 1.0890</b>
<b>N.- Mano de Obra</b>		<b>Cantidad A</b>	<b>Jornal/H R B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Peón		2.0000	\$ 4.1400	\$ 8.2800	1.0000	\$ 8.2800
Maestro mayor		0.2000	\$ 4.6500	\$ 0.9300	1.0000	\$ 0.9300
Fierro		1.0000	\$ 4.1900	\$ 4.1900	1.0000	\$ 4.1900
Carpintero		1.0000	\$ 4.1900	\$ 4.1900	1.0000	\$ 4.1900
Tubero		1.0000	\$ 4.1900	\$ 4.1900	1.0000	\$ 4.1900
						<b>\$ 21.7800</b>
<b>O.- Materiales</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Precio Unit. B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
Saco de cemento 50 kg		saco	2.5500	\$ 8.5000	\$ 21.6750	
Piedra 3/4" a 1"		m <sup>3</sup>	0.2200	\$ 22.5000	\$ 4.9500	
Arena gruesa		m <sup>3</sup>	0.2300	\$ 16.5000	\$ 3.7950	
Agua		lt	63.7400	\$ -	\$ -	
Acero de refuerzo Fy = 4200		kg	36.1000	\$ 1.2900	\$ 46.5690	
Impermeabilizante sika N° 1 4kg		u	0.3000	\$ 12.8900	\$ 3.8670	
Tabla semidura 6x0.3x0.03 m		u	1.4100	\$ 4.5000	\$ 6.3450	
Cuartón Semiduro 0.6x0.4x6.0 m		u	0.7500	\$ 3.5000	\$ 2.6250	
Clavos		kg	2.0000	\$ 2.2500	\$ 4.5000	
						<b>\$ 94.3260</b>
<b>P.- Transporte</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
Transporte de tubería		m-km	10.0000	\$ 0.0100	0.10	
						<b>0.100</b>
<b>Q.- TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>\$ 117.2950</b>	
<b>R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES 15.00%</b>					<b>\$ 17.5943</b>	
<b>S.- OTROS INDIRECTOS 2%</b>					<b>\$ 2.3459</b>	
<b>T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q+R+S)</b>					<b>\$ 137.2352</b>	
<b>U.- VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 137.24</b>	
<b>ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.</b>						

Escuela Superior Politécnica del Litoral Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra DESARROLLO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO.					
Análisis de Precios Unitarios					
<b>RUBRO:</b>	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE PVC DE 1/2PLG PARA LA RED DE DISTRIBUCIÓN (INC. ARENA)	<b>UNIDAD</b>	ml		
<b>No.</b>	10				
<b>M.- Equipos</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Herramientas menores (5% MO)	0.1000	\$ 2.3500	\$ 0.2350	0.0833	\$ 0.0386
Compactador pequeño manual					\$ 0.0196
					<b>\$ 0.0582</b>
<b>N.- Mano de Obra</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Jornal/H R B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Peón	1.0000	\$ 4.1400	\$ 4.1400	0.0833	\$ 0.3450
Maestro mayor	0.2000	\$ 4.6500	\$ 0.9300	0.0833	\$ 0.0775
Tubero (en construcción)	1.0000	\$ 4.1900	\$ 4.1900	0.0833	\$ 0.3492
					<b>\$ 0.7717</b>
<b>O.- Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Precio Unit. B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
Arena corriente fina, incluye transporte	m3	0.0500	\$ 13.6500	\$ 0.6825	
Tuberías de PVC DN=1/2plg	ml	1.0000	\$ 1.0700	\$ 1.0700	
				<b>\$ 1.7525</b>	
<b>P.- Transporte</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
Transporte de tubería	m-km	10.0000	\$ 0.0100	0.10	
				<b>0.100</b>	
<b>Q.- TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				<b>\$ 2.6823</b>	
<b>R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	15.00%			<b>\$ 0.4024</b>	
<b>S.- OTROS INDIRECTOS</b>	2%			<b>\$ 0.0536</b>	
<b>T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q+R+S)</b>				<b>\$ 3.1383</b>	
<b>U.- VALOR OFERTADO</b>				<b>\$ 3.14</b>	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.					

Escuela Superior Politécnica del Litoral Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra DESARROLLO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO.					
Análisis de Precios Unitarios					
<b>RUBRO:</b>	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE PVC DE 3/4PLG PARA LA RED DE DISTRIBUCIÓN (INC. ARENA)	<b>UNIDAD</b>	ml		
<b>No.</b>	11				
<b>M.- Equipos</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Herramientas menores (5% MO)	0.1000	\$ 2.3500	\$ 0.2350	0.0833	\$ 0.0386
Compactador pequeño manual					\$ 0.0196
					<b>\$ 0.0582</b>
<b>N.- Mano de Obra</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Jornal/H R B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Peón	1.0000	\$ 4.1400	\$ 4.1400	0.0833	\$ 0.3450
Maestro mayor	0.2000	\$ 4.6500	\$ 0.9300	0.0833	\$ 0.0775
Tubero (en construcción)	1.0000	\$ 4.1900	\$ 4.1900	0.0833	\$ 0.3492
					<b>\$ 0.7717</b>
<b>O.- Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Precio Unit. B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
Arena corriente fina, incluye transporte	m3	0.0500	\$ 13.6500	\$ 0.6825	
Tuberías de PVC DN=3/4mm	ml	1.0000	\$ 1.0800	\$ 1.0800	
					<b>\$ 1.7625</b>
<b>P.- Transporte</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
Transporte de tubería	m-km	10.0000	\$ 0.0100	0.10	
					<b>0.100</b>
<b>Q.- TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>\$ 2.6923</b>
<b>R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	<b>15.00%</b>				<b>\$ 0.4039</b>
<b>S.- OTROS INDIRECTOS</b>	<b>2%</b>				<b>\$ 0.0538</b>
<b>T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q+R+S)</b>					<b>\$ 3.1500</b>
<b>U.- VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 3.15</b>
<b>ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.</b>					

Escuela Superior Politécnica del Litoral Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra DESARROLLO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO.						
Análisis de Precios Unitarios						
<b>RUBRO:</b>	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBO PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA (De=125MM; Di=110MM) PARA AGUAS GRISES				<b>UNIDAD</b>	ml
<b>No.</b>	12					
M.- Equipos		Cantidad A	Tarifa B	Costo*Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R
Herramientas menores (5% MO)						\$ 0.1052
Compactador pequeño manual		0.1000	\$ 2.5000	\$ 0.2500	0.1200	\$ 0.0300
						<b>\$ 0.1352</b>
N.- Mano de Obra		Cantidad A	Jornal/H R B	Costo*Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R
Peón		3.0000	\$ 4.1400	\$ 12.4200	0.1200	\$ 1.4904
Maestro mayor		0.2000	\$ 4.6500	\$ 0.9300	0.1200	\$ 0.1116
Tubero (en construcción)		1.0000	\$ 4.1900	\$ 4.1900	0.1200	\$ 0.5028
						<b>\$ 2.1048</b>
O.- Materiales		Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=A*B	
Accesorios para pruebas de estanqueidad		u	1.0000	\$ 0.3000	\$ 0.3000	
Agua para pruebas de estanqueidad		m3	0.0100	\$ 4.0000	\$ 0.0400	
Anillo de caucho		u	1.0000	\$ 1.0000	\$ 1.0000	
Tubo PVC rígido de pared estructurada exterior corrugada Interior lisa (De=125mm; Di=110mm)		ml	1.0000	\$ 7.1400	\$ 7.1400	
						<b>\$ 8.4800</b>
P.- Transporte		Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B	
Transporte de tubería		m-km	10.0000	\$ 0.0300	0.30	
						<b>0.300</b>
<b>Q.- TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>\$ 11.0200</b>	
<b>R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES 15.00%</b>					<b>\$ 1.6530</b>	
<b>S.- OTROS INDIRECTOS 2%</b>					<b>\$ 0.2204</b>	
<b>T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q+R+S)</b>					<b>\$ 12.8934</b>	
<b>U.- VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 12.89</b>	
<b>ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.</b>						

Escuela Superior Politécnica del Litoral Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra DESARROLLO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO.					
Análisis de Precios Unitarios					
<b>RUBRO:</b>	POZO DE INSPECCIÓN DE AGUAS GRISAS (INC. TAPA)			<b>UNIDAD</b>	u
<b>No.</b>	13				
<b>M.- Equipos</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Herramientas menores (5% MO)					\$ 2.5067
Concreteira	1.0000	\$ 5.0000	\$ 5.0000	1.7000	\$ 8.5000
Vibrador	1.0000	\$ 2.0000	\$ 2.0000	1.7000	\$ 3.4000
					<b>\$ 14.4067</b>
<b>N.- Mano de Obra</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Jornal/H R B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Albañil	1.0000	\$ 4.1400	\$ 4.1400	1.7000	\$ 7.0380
Peon	5.0000	\$ 4.1400	\$ 20.7000	1.7000	\$ 35.1900
Maestro mayor	1.0000	\$ 4.6500	\$ 4.6500	1.7000	\$ 7.9050
					<b>\$ 50.1330</b>
<b>O.- Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Precio Unit. B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
Saco de cemento 50 kg	saco	7.9800	\$ 8.5000	\$ 67.8300	
Arena	m3	0.7400	\$ 16.5000	\$ 12.2100	
Piedra 3/4" a 1"	m3	1.0800	\$ 22.5000	\$ 24.3000	
Agua	m3	0.2500	\$ -	\$ -	
Acero de refuerzo Fy = 4200	kg	3.0000	\$ 1.2900	\$ 3.8700	
Encofrado	glb	1.0000	\$ 25.0000	\$ 25.0000	
Aceite quemado	gln	0.5000	\$ 1.0000	\$ 0.5000	
Tapa HF para pozo de revisión	u	1.0000	\$ 190.0000	\$ 190.0000	
					<b>\$ 323.7100</b>
<b>P.- Transporte</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
					<b>0.000</b>
<b>Q.- TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>\$ 388.2497</b>
<b>R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	15.00%				\$ 58.2374
<b>S.- OTROS INDIRECTOS</b>	2%				\$ 7.7650
<b>T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q+R+S)</b>					<b>\$ 454.2521</b>
<b>U.- VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 454.25</b>
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.					

Escuela Superior Politécnica del Litoral Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra DESARROLLO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO.						
Análisis de Precios Unitarios						
<b>RUBRO:</b>	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBO PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA (De=125MM; Di=110MM) PARA AGUAS NEGRAS				<b>UNIDAD</b>	ml
<b>No.</b>	14					
<b>M.- Equipos</b>		<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Herramientas menores (5% MO)						\$ 0.1052
Compactador pequeño manual		0.1000	\$ 2.5000	\$ 0.2500	0.1200	\$ 0.0300
						<b>\$ 0.1352</b>
<b>N.- Mano de Obra</b>		<b>Cantidad A</b>	<b>Jornal/H R B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Peón		3.0000	\$ 4.1400	\$ 12.4200	0.1200	\$ 1.4904
Maestro mayor		0.2000	\$ 4.6500	\$ 0.9300	0.1200	\$ 0.1116
Tubero (en construcción)		1.0000	\$ 4.1900	\$ 4.1900	0.1200	\$ 0.5028
						<b>\$ 2.1048</b>
<b>O.- Materiales</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Precio Unit. B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
Accesorios para pruebas de estanqueidad		u	1.0000	\$ 0.3000	\$ 0.3000	
Agua para pruebas de estanqueidad		m3	0.0100	\$ 4.0000	\$ 0.0400	
Anillo de caucho		u	1.0000	\$ 1.0000	\$ 1.0000	
Tubo PVC rígido de pared estructurada exterior corrugada Interior lisa (De=125mm; Di=110mm)		ml	1.0000	\$ 7.1400	\$ 7.1400	
						<b>\$ 8.4800</b>
<b>P.- Transporte</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
Transporte de tubería		m-km	10.0000	\$ 0.0300	0.30	
						<b>0.300</b>
<b>Q.- TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>\$ 11.0200</b>	
<b>R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES 15.00%</b>					<b>\$ 1.6530</b>	
<b>S.- OTROS INDIRECTOS 2%</b>					<b>\$ 0.2204</b>	
<b>T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q+R+S)</b>					<b>\$ 12.8934</b>	
<b>U.- VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 12.89</b>	
<b>ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.</b>						

Escuela Superior Politécnica del Litoral Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra DESARROLLO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO.					
Análisis de Precios Unitarios					
<b>RUBRO:</b>	POZO DE INSPECCIÓN DE AGUAS NEGRAS (INC. TAPA)			<b>UNIDAD</b>	u
<b>No.</b>	15				
<b>M.- Equipos</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Herramientas menores (5% MO)					\$ 2.5067
Concreteira	1.0000	\$ 5.0000	\$ 5.0000	1.7000	\$ 8.5000
Vibrador	1.0000	\$ 2.0000	\$ 2.0000	1.7000	\$ 3.4000
					<b>\$ 14.4067</b>
<b>N.- Mano de Obra</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Jornal/H R B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Albañil	1.0000	\$ 4.1400	\$ 4.1400	1.7000	\$ 7.0380
Peon	5.0000	\$ 4.1400	\$ 20.7000	1.7000	\$ 35.1900
Maestro mayor	1.0000	\$ 4.6500	\$ 4.6500	1.7000	\$ 7.9050
					<b>\$ 50.1330</b>
<b>O.- Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Precio Unit. B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
Saco de cemento 50 kg	saco	7.9800	\$ 8.5000	\$ 67.8300	
Arena	m3	0.7400	\$ 16.5000	\$ 12.2100	
Piedra 3/4" a 1"	m3	1.0800	\$ 22.5000	\$ 24.3000	
Agua	m3	0.2500	\$ -	\$ -	
Acero de refuerzo Fy = 4200	kg	3.0000	\$ 1.2900	\$ 3.8700	
Encofrado	glb	1.0000	\$ 25.0000	\$ 25.0000	
Aceite quemado	gln	0.5000	\$ 1.0000	\$ 0.5000	
Tapa HF para pozo de revisión	u	1.0000	\$ 190.0000	\$ 190.0000	
					<b>\$ 323.7100</b>
<b>P.- Transporte</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
					<b>0.000</b>
<b>Q.- TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>\$ 388.2497</b>
<b>R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	<b>15.00%</b>				<b>\$ 58.2374</b>
<b>S.- OTROS INDIRECTOS</b>	<b>2%</b>				<b>\$ 7.7650</b>
<b>T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q+R+S)</b>					<b>\$ 454.2521</b>
<b>U.- VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 454.25</b>
<b>ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.</b>					

Escuela Superior Politécnica del Litoral Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra DESARROLLO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO.						
Análisis de Precios Unitarios						
<b>RUBRO:</b>	POZO SÉPTICO DE HORMIGÓN ARMADO F'c 240 KG/CM2 (INCLUYE SISTEMA)			<b>UNIDAD</b>	m <sup>3</sup>	
<b>No.</b>	16					
<b>M.- Equipos</b>		<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Herramientas menores (5% MO)						\$ 1.0890
<b>\$ 1.0890</b>						
<b>N.- Mano de Obra</b>		<b>Cantidad A</b>	<b>Jornal/H R B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Peón		2.0000	\$ 4.1400	\$ 8.2800	1.0000	\$ 8.2800
Maestro mayor		0.2000	\$ 4.6500	\$ 0.9300	1.0000	\$ 0.9300
Fierro		1.0000	\$ 4.1900	\$ 4.1900	1.0000	\$ 4.1900
Carpintero		1.0000	\$ 4.1900	\$ 4.1900	1.0000	\$ 4.1900
Tubero		1.0000	\$ 4.1900	\$ 4.1900	1.0000	\$ 4.1900
<b>\$ 21.7800</b>						
<b>O.- Materiales</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Precio Unit. B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
Saco de cemento 50 kg		saco	5.7100	\$ 8.5000	\$ 48.5350	
Piedra 3/4" a 1"		m <sup>3</sup>	0.4500	\$ 22.5000	\$ 10.1250	
Arena gruesa		m <sup>3</sup>	0.5500	\$ 16.5000	\$ 9.0750	
Agua		lt	142.4300	\$ -	\$ -	
Acero de refuerzo Fy = 4200		kg	66.9800	\$ 1.2900	\$ 86.4042	
Impermeabilizante sika N° 1 4kg		u	0.2400	\$ 12.8900	\$ 3.0936	
Tabla semidura 6x0.3x0.03 m		u	2.3800	\$ 4.5000	\$ 10.7100	
Cuartón Semiduro 0.6x0.4x6.0 m		u	0.6000	\$ 3.5000	\$ 2.1000	
Clavos		kg	2.0000	\$ 2.2500	\$ 4.5000	
<b>\$ 174.5428</b>						
<b>P.- Transporte</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
Transporte de tubería		m-km	10.0000	\$ 0.0100	0.10	
<b>0.100</b>						
<b>Q.- TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>\$ 197.5118</b>	
<b>R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES 15.00%</b>					<b>\$ 29.6268</b>	
<b>S.- OTROS INDIRECTOS 2%</b>					<b>\$ 3.9502</b>	
<b>T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q+R+S)</b>					<b>\$ 231.0888</b>	
<b>U.- VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 231.09</b>	
<b>ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.</b>						

Escuela Superior Politécnica del Litoral Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra DESARROLLO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO.						
Análisis de Precios Unitarios						
<b>RUBRO:</b>	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE POZO BIODIGESTOR 3000 L			<b>UNIDAD</b>	u	
<b>No.</b>	17					
<b>M.- Equipos</b>		<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Herramientas menores (5% MO)						\$ 0.4605
						<b>\$ 0.4605</b>
<b>N.- Mano de Obra</b>		<b>Cantidad A</b>	<b>JornaL/H R B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Peón		2.0000	\$ 4.1400	\$ 8.2800	1.0000	\$ 8.2800
Maestro mayor		0.2000	\$ 4.6500	\$ 0.9300	1.0000	\$ 0.9300
						<b>\$ 9.2100</b>
<b>O.- Materiales</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Precio Unit. B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
Biodigestor autolimpiable 3000 litros		u	1.0000	\$ 2,700.0000	\$ 2,700.00	
						<b>\$ 2,700.0000</b>
<b>P.- Transporte</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
Transporte de tubería		m-km	10.0000	\$ 0.0100	0.10	
						<b>0.100</b>
<b>Q.- TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>\$ 2,709.7705</b>	
<b>R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES 15.00%</b>					<b>\$ 406.4656</b>	
<b>S.- OTROS INDIRECTOS 2%</b>					<b>\$ 54.1954</b>	
<b>T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q+R+S)</b>					<b>\$ 3,170.4315</b>	
<b>U.- VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 3,170.43</b>	
<b>ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.</b>						

Escuela Superior Politécnica del Litoral Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra DESARROLLO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO.						
Análisis de Precios Unitarios						
<b>RUBRO:</b>	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBO PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA (De=125MM; Di=110MM) PARA AGUAS LLUVIAS			<b>UNIDAD</b>	ml	
<b>No.</b>	18					
<b>M.- Equipos</b>		<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Herramientas menores (5% MO)						\$ 0.1052
Compactador pequeño manual		0.1000	\$ 2.5000	\$ 0.2500	0.1200	\$ 0.0300
						<b>\$ 0.1352</b>
<b>N.- Mano de Obra</b>		<b>Cantidad A</b>	<b>Jornal/H R B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Peón		3.0000	\$ 4.1400	\$ 12.4200	0.1200	\$ 1.4904
Maestro mayor		0.2000	\$ 4.6500	\$ 0.9300	0.1200	\$ 0.1116
Tubero (en construcción)		1.0000	\$ 4.1900	\$ 4.1900	0.1200	\$ 0.5028
						<b>\$ 2.1048</b>
<b>O.- Materiales</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Precio Unit. B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
Accesorios para pruebas de estanqueidad		u	1.0000	\$ 0.3000	\$ 0.3000	
Agua para pruebas de estanqueidad		m3	0.0100	\$ 4.0000	\$ 0.0400	
Anillo de caucho		u	1.0000	\$ 1.0000	\$ 1.0000	
Tubo PVC rígido de pared estructurada exterior corrugada Interior lisa (De=125mm; Di=110mm)		ml	1.0000	\$ 7.1400	\$ 7.1400	
						<b>\$ 8.4800</b>
<b>P.- Transporte</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
Transporte de tubería		m-km	10.0000	\$ 0.0300	0.30	
						<b>0.300</b>
<b>Q.- TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>						<b>\$ 11.0200</b>
<b>R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES 15.00%</b>						<b>\$ 1.6530</b>
<b>S.- OTROS INDIRECTOS 2%</b>						<b>\$ 0.2204</b>
<b>T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q+R+S)</b>						<b>\$ 12.8934</b>
<b>U.- VALOR OFERTADO</b>						<b>\$ 12.89</b>
<b>ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.</b>						

Escuela Superior Politécnica del Litoral Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra DESARROLLO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO.						
Análisis de Precios Unitarios						
<b>RUBRO:</b>	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBO PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA (De=175MM; Di=160MM) PARA AGUAS LLUVIAS				<b>UNIDAD</b>	ml
<b>No.</b>	19					
<b>M.- Equipos</b>		<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Herramientas menores (5% MO)						\$ 0.1052
Compactador pequeño manual		0.1000	\$ 2.5000	\$ 0.2500	0.1200	\$ 0.0300
						<b>\$ 0.1352</b>
<b>N.- Mano de Obra</b>		<b>Cantidad A</b>	<b>Jornal/H R B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Peón		3.0000	\$ 4.1400	\$ 12.4200	0.1200	\$ 1.4904
Maestro mayor		0.2000	\$ 4.6500	\$ 0.9300	0.1200	\$ 0.1116
Tubero (en construcción)		1.0000	\$ 4.1900	\$ 4.1900	0.1200	\$ 0.5028
						<b>\$ 2.1048</b>
<b>O.- Materiales</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Precio Unit. B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
Accesorios para pruebas de estanqueidad		u	1.0000	\$ 0.3000	\$ 0.3000	
Agua para pruebas de estanqueidad		m <sup>3</sup>	0.0100	\$ 4.0000	\$ 0.0400	
Anillo de caucho		u	1.0000	\$ 1.0000	\$ 1.0000	
Tubo PVC rígido de pared estructurada exterior corrugada Interior lisa (De=175mm; Di=160mm)		ml	1.0000	\$ 9.1800	\$ 9.1800	
						<b>\$ 10.5200</b>
<b>P.- Transporte</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
Transporte de tubería		m-km	10.0000	\$ 0.0300	0.30	
						<b>0.300</b>
<b>Q.- TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>\$ 13.0600</b>	
<b>R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES 15.00%</b>					<b>\$ 1.9590</b>	
<b>S.- OTROS INDIRECTOS 2%</b>					<b>\$ 0.2612</b>	
<b>T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q+R+S)</b>					<b>\$ 15.2802</b>	
<b>U.- VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 15.28</b>	
<b>ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.</b>						

Escuela Superior Politécnica del Litoral Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra DESARROLLO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO.					
Análisis de Precios Unitarios					
<b>RUBRO:</b>	POZO DE INSPECCIÓN DE AGUAS LIUVIAS (INC. TAPA)			<b>UNIDAD</b>	u
<b>No.</b>	20				
<b>M.- Equipos</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Herramientas menores (5% MO)					\$ 2.5067
Concreteira	1.0000	\$ 5.0000	\$ 5.0000	1.7000	\$ 8.5000
Vibrador	1.0000	\$ 2.0000	\$ 2.0000	1.7000	\$ 3.4000
					<b>\$ 14.4067</b>
<b>N.- Mano de Obra</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Jornal/H R B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Albañil	1.0000	\$ 4.1400	\$ 4.1400	1.7000	\$ 7.0380
Peon	5.0000	\$ 4.1400	\$ 20.7000	1.7000	\$ 35.1900
Maestro mayor	1.0000	\$ 4.6500	\$ 4.6500	1.7000	\$ 7.9050
					<b>\$ 50.1330</b>
<b>O.- Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Precio Unit. B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
Saco de cemento 50 kg	saco	7.9800	\$ 8.5000	\$ 67.8300	
Arena	m3	0.7400	\$ 16.5000	\$ 12.2100	
Piedra 3/4" a 1"	m3	1.0800	\$ 22.5000	\$ 24.3000	
Agua	m3	0.2500	\$ -	\$ -	
Acero de refuerzo Fy = 4200	kg	3.0000	\$ 1.2900	\$ 3.8700	
Encofrado	glb	1.0000	\$ 25.0000	\$ 25.0000	
Aceite quemado	gln	0.5000	\$ 1.0000	\$ 0.5000	
Tapa HF para pozo de revisión	u	1.0000	\$ 190.0000	\$ 190.0000	
				<b>\$ 323.7100</b>	
<b>P.- Transporte</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
				<b>0.000</b>	
<b>Q.- TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>\$ 388.2497</b>
<b>R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	<b>15.00%</b>				<b>\$ 58.2374</b>
<b>S.- OTROS INDIRECTOS</b>	<b>2%</b>				<b>\$ 7.7650</b>
<b>T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q+R+S)</b>					<b>\$ 454.2521</b>
<b>U.- VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 454.25</b>
<b>ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.</b>					

Escuela Superior Politécnica del Litoral Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra DESARROLLO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO.					
Análisis de Precios Unitarios					
<b>RUBRO:</b>	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE LAS CELDAS AQUACELL DE PLASTIGAMA WAVIN			<b>UNIDAD</b>	m3
<b>No.</b>	21				
<b>M.- Equipos</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Herramientas menores (5% MO)					\$ 0.0553
					<b>\$ 0.0553</b>
<b>N.- Mano de Obra</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Jornal/H R B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Peón	2.0000	\$ 4.1400	\$ 8.2800	0.0855	\$ 0.7077
Especialista Plastigama Wavin	1.0000	\$ 4.6700	\$ 4.6700	0.0855	\$ 0.3991
					<b>\$ 1.1068</b>
<b>O.- Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Precio Unit. B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
AquaCell NG unidad base infiltración	u	3.7400	\$ 51.8300	\$ 193.8442	
AquaCell NG panel lateral	u	0.7500	\$ 14.0000	\$ 10.5000	
AquaCell NG panel de fondo	u	1.0100	\$ 17.3600	\$ 17.5336	
AquaCell NG adaptador superior	u	0.0107	\$ 217.5600	\$ 2.3279	
Tub PVC Alc NF Plus 400mmx6m	u	0.0107	\$ 197.5600	\$ 2.1139	
Tub desague EC 160x3m	u	0.0534	\$ 25.4000	\$ 1.3564	
Geotextil no tejido	m2	2.0300	\$ 1.3000	\$ 2.6390	
Arena	m3	0.0700	\$ 16.5000	\$ 1.1550	
Piedra 3/4" a 1"	m3	0.4500	\$ 22.5000	\$ 10.1250	
				<b>\$ 241.5949</b>	
<b>P.- Transporte</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
<b>Q.- TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>\$ 242.7571</b>
<b>R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	<b>15.00%</b>				<b>\$ 36.4136</b>
<b>S.- OTROS INDIRECTOS</b>	<b>2%</b>				<b>\$ 4.8551</b>
<b>T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q+R+S)</b>					<b>\$ 284.0258</b>
<b>U.- VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 284.03</b>
<b>ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.</b>					

Escuela Superior Politécnica del Litoral Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra DESARROLLO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO.					
Análisis de Precios Unitarios					
<b>RUBRO:</b>	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE PVC DE IPLG PARA LA RED DE BOMBEO DE AGUAS REUTILIZADAS (INC. ARENA)			<b>UNIDAD</b>	ml
<b>No.</b>	22				
<b>M.- Equipos</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Herramientas menores (5% MO)	0.1000	\$ 2.3500	\$ 0.2350	0.0833	\$ 0.0386
Compactador pequeño manual					\$ 0.0196
					<b>\$ 0.0582</b>
<b>N.- Mano de Obra</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Jornal/H R B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Peón	1.0000	\$ 4.1400	\$ 4.1400	0.0833	\$ 0.3450
Maestro mayor	0.2000	\$ 4.6500	\$ 0.9300	0.0833	\$ 0.0775
Tubero (en construcción)	1.0000	\$ 4.1900	\$ 4.1900	0.0833	\$ 0.3492
					<b>\$ 0.7717</b>
<b>O.- Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Precio Unit. B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
Arena corriente fina, incluye transporte	m3	0.0500	\$ 13.6500	\$ 0.6825	
Tuberías de PVC DN=3/4mm	ml	1.0000	\$ 1.0800	\$ 1.0800	
					<b>\$ 1.7625</b>
<b>P.- Transporte</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
Transporte de tubería	m-km	10.0000	\$ 0.0100	0.10	
					<b>0.100</b>
<b>Q.- TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>\$ 2.6923</b>
<b>R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	15.00%				\$ 0.4039
<b>S.- OTROS INDIRECTOS</b>	2%				\$ 0.0538
<b>T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q+R+S)</b>					<b>\$ 3.1500</b>
<b>U.- VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 3.15</b>
<b>ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.</b>					

Escuela Superior Politécnica del Litoral Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra DESARROLLO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO.						
Análisis de Precios Unitarios						
<b>RUBRO:</b>	CÁMARA DE AGUA REUTILIZADA DE HORMIGÓN ARMADO F'C 240 KG/CM2 (INCLUYE SISTEMA)			<b>UNIDAD</b>	m <sup>3</sup>	
<b>No.</b>	23					
<b>M.- Equipos</b>		<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Herramientas menores (5% MO)						\$ 1.0890
<b>\$ 1.0890</b>						
<b>N.- Mano de Obra</b>		<b>Cantidad A</b>	<b>Jornal/H R B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Peón		2.0000	\$ 4.1400	\$ 8.2800	1.0000	\$ 8.2800
Maestro mayor		0.2000	\$ 4.6500	\$ 0.9300	1.0000	\$ 0.9300
Fierro		1.0000	\$ 4.1900	\$ 4.1900	1.0000	\$ 4.1900
Carpintero		1.0000	\$ 4.1900	\$ 4.1900	1.0000	\$ 4.1900
Tubero		1.0000	\$ 4.1900	\$ 4.1900	1.0000	\$ 4.1900
<b>\$ 21.7800</b>						
<b>O.- Materiales</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Precio Unit. B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
Saco de cemento 50 kg		saco	7.5000	\$ 8.5000	\$ 63.7500	
Piedra 3/4" a 1"		m <sup>3</sup>	0.6300	\$ 22.5000	\$ 14.1750	
Arena gruesa		m <sup>3</sup>	0.6800	\$ 16.5000	\$ 11.2200	
Agua		lt	187.3800	\$ -	\$ -	
Acero de refuerzo Fy = 4200		kg	23.3800	\$ 1.2900	\$ 30.1602	
Impermeabilizante sika N° 1 4kg		u	0.1200	\$ 12.8900	\$ 1.5468	
Tabla semidura 6x0.3x0.03 m		u	2.3900	\$ 4.5000	\$ 10.7550	
Cuartón Semiduro 0.6x0.4x6.0 m		u	1.0100	\$ 3.5000	\$ 3.5350	
Clavos		kg	2.0000	\$ 2.2500	\$ 4.5000	
<b>\$ 139.6420</b>						
<b>P.- Transporte</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
Transporte de tubería		m-km	10.0000	\$ 0.0100	0.10	
<b>0.100</b>						
<b>Q.- TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>\$ 162.6110</b>	
<b>R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES 15.00%</b>					<b>\$ 24.3917</b>	
<b>S.- OTROS INDIRECTOS 2%</b>					<b>\$ 3.2522</b>	
<b>T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q+R+S)</b>					<b>\$ 190.2549</b>	
<b>U.- VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 190.25</b>	
<b>ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.</b>						

Escuela Superior Politécnica del Litoral Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra DESARROLLO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO.					
Análisis de Precios Unitarios					
<b>RUBRO:</b>	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO			<b>UNIDAD</b>	u
<b>No.</b>	24				
<b>M.- Equipos</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Herramientas menores (5% MO)					\$ 0.5303
					<b>\$ 0.5303</b>
<b>N.- Mano de Obra</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>JornaL/H R B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>
Peón	2.0000	\$ 4.1400	\$ 8.2800	1.0000	\$ 8.2800
Maestro mayor	0.5000	\$ 4.6500	\$ 2.3250	1.0000	\$ 2.3250
					<b>\$ 10.6050</b>
<b>O.- Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Precio Unit. B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
Bomba de agua de 1 HP	u	1.0000	\$ 195.0000	\$ 195.0000	
Tubería de PVC 1" x 6mts roscable	u	1.0000	\$ 15.0000	\$ 15.0000	
Automático Mac 3	u	1.0000	\$ 18.0000	\$ 18.0000	
Manómetro	u	1.0000	\$ 14.0000	\$ 14.0000	
Control de nivel de agua alto y bajo	u	1.0000	\$ 13.0000	\$ 13.0000	
Check horizontal	u	1.0000	\$ 14.0000	\$ 14.0000	
Válvula de control	u	1.0000	\$ 17.0000	\$ 17.0000	
Flotador 1"	u	1.0000	\$ 10.0000	\$ 10.0000	
				<b>\$ 296.0000</b>	
<b>P.- Transporte</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo C=A*B</b>	
<b>Q.- TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>\$ 307.1353</b>
<b>R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES 15.00%</b>					<b>\$ 46.0703</b>
<b>S.- OTROS INDIRECTOS 2%</b>					<b>\$ 6.1427</b>
<b>T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q+R+S)</b>					<b>\$ 359.3482</b>
<b>U.- VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 359.35</b>
<b>ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.</b>					

Escuela Superior Politécnica del Litoral Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra						
DESARROLLO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO.						
Análisis de Precios Unitarios						
<b>RUBRO:</b>	AGUA PARA CONTROL DE POLVO				<b>UNIDAD</b>	m2
<b>No.</b>	25					
<b>M.- Equipos</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>	
Herramientas menores (5% MO)					\$ 0.0083	
					<b>\$ 0.0083</b>	
<b>N.- Mano de Obra</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Jornal/H R B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>	
Peón	1.0000	\$ 4.1400	\$ 4.1400	0.0400	\$ 0.1656	
					<b>\$ 0.1656</b>	
<b>O.- Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Precio Unit. B</b>	<b>Costo C=A*B</b>		
					<b>\$ -</b>	
<b>P.- Transporte</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo C=A*B</b>		
<b>Q.- TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>\$ 0.1739</b>	
<b>R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	<b>15.00%</b>				<b>\$ 0.0261</b>	
<b>S.- OTROS INDIRECTOS</b>	<b>2%</b>				<b>\$ 0.0035</b>	
<b>T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q+R+S)</b>					<b>\$ 0.2034</b>	
<b>U.- VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 0.20</b>	
<b>ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.</b>						

Escuela Superior Politécnica del Litoral Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra DESARROLLO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO.						
Análisis de Precios Unitarios						
<b>RUBRO:</b>	LIMPIEZA FINAL				<b>UNIDAD</b>	m2
<b>No.</b>	26					
<b>M.- Equipos</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>	
Herramientas menores (5% MO)					\$ 0.0166	
					<b>\$ 0.0166</b>	
<b>N.- Mano de Obra</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Jornal/H R B</b>	<b>Costo*Hora C=A*B</b>	<b>Rendimiento R</b>	<b>Costo D=C*R</b>	
Peón	2.0000	\$ 4.1400	\$ 8.2800	0.0400	\$ 0.3312	
					<b>\$ 0.3312</b>	
<b>O.- Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Precio Unit. B</b>	<b>Costo C=A*B</b>		
					<b>\$ -</b>	
<b>P.- Transporte</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad A</b>	<b>Tarifa B</b>	<b>Costo C=A*B</b>		
<b>Q.- TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>\$ 0.3478</b>	
<b>R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	<b>15.00%</b>				<b>\$ 0.0522</b>	
<b>S.- OTROS INDIRECTOS</b>	<b>2%</b>				<b>\$ 0.0070</b>	
<b>T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q+R+S)</b>					<b>\$ 0.4069</b>	
<b>U.- VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 0.41</b>	
<b>ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.</b>						

**ANEXO B: CÁLCULO DE LA  
VALORACIÓN INTEGRAL DEL  
PROYECTO**

<b>DETALLE DE LA OBRA</b>					
<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>SUBTOTAL</b>
	Obras Preliminares				\$ 874.26
	Movimientos De Tierra				\$ 1,332.33
	Transporte De Materiales Y Equipos				\$ 547.53
	Sistema De Abastecimiento De Agua				\$ 4,270.50
	Sistema De Alcantarillado Sanitario				\$ 12,915.91
	Sistema De Alcantarillado Pluvial				\$ 28,612.43
	Sistema De Aguas Grises Reutilizadas				\$ 2,521.13
	Manejo Ambiental				\$ 511.51
	<b>Total Del Presupuesto Referencial</b>				<b>\$ 48,319.97</b>

<b>Sistema</b>	<b>Caudal [L/S]</b>	<b>Volumen Diario [M<sup>3</sup>]</b>	<b>Tiempo De Diseño [Años]</b>	<b>Volumen Retenido En 10 Años [M<sup>3</sup>]</b>
<b>Abastecimiento de agua</b>	0.26	22.46	10	81993.60
<b>Alcantarillado sanitario</b>	3.00	259.20	10	946080.00
<b>Alcantarillado pluvial</b>	-	93.60	10	341640.00
<b>Aguas grises reutilizadas</b>	0.25	21.60	10	78840.00

<b>Sistema</b>	<b>Costo Seccionado</b>	<b>Costo Complementario</b>	<b>Costo Total</b>	<b>Costo Total / Volumen 10 Años</b>
<b>Abastecimiento de agua</b>	\$ 3,454.09	\$816.41	\$ 4,270.50	\$ 0.05
<b>Alcantarillado sanitario</b>	\$ 12,099.50	\$816.41	\$12,915.91	\$ 0.01
<b>Alcantarillado pluvial</b>	\$ 27,796.02	\$816.41	\$28,612.43	\$ 0.08
<b>Aguas grises reutilizadas</b>	\$ 1,704.72	\$816.41	\$ 2,521.13	\$ 0.03

## **ANEXO C: CÁLCULO DE MATERIALES**

<b>RUBRO No:</b>		<b>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO:</b>					<b>UNIDAD</b>
1		TRAZADO Y REPLANTEO					m2
DETALLAMIENTO					CÁLCULOS		
DIMENSIONES (m)				CANTIDAD	OBSERVACIÓN		m2
Alto	Ancho	Largo	Espesor				
	2.00	126.30			Red Conducción		252.60
	2.00	60.12			Red Distribución		120.24
	2.00	63.92			Red Aguas Grises		127.84
	2.00	68.27			Red Aguas Negras		136.54
	2.00	21.36			Red Aguas Lluvias		42.72
	2.00	66.87			Red Aguas Reutilizadas		133.74
	0.90	2.00			Zona de Captación		1.80
	2.70	2.70			Cisterna		7.29
	1.40	6.00			Pozo Séptico		8.40
	1.45	1.45			Pozo Biodigestor		2.10
	1.40	2.25		2	Cámara Aguas Reutilizadas		6.30
<b>CANTIDAD PLANILLADA</b>							<b>839.57</b>

<b>RUBRO No:</b>		<b>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO:</b>					<b>UNIDAD</b>
2		REMOCIÓN DE VEGETACIÓN SUPERFICIAL					∴ m2
DETALLAMIENTO					CÁLCULOS		
DIMENSIONES (m)				CANTIDAD	OBSERVACIÓN		m2
Alto	Ancho	Largo	Espesor				
	0.90	2.00			Zona de Captación		1.80
	2.70	2.70			Cisterna		7.29
	1.40	6.00			Pozo Séptico		8.40
	1.40	2.25			Cámara Aguas Reutilizadas		3.15
	0.75	0.75		2	Cajas de Registro		1.13
	1.45	1.45			Pozo Biodigestor		2.10
<b>CANTIDAD PLANILLADA</b>							<b>23.87</b>

<b>RUBRO No:</b>		<b>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO:</b>					<b>UNIDAD:</b>
3		EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA PESADA					∴ m3
DETALLAMIENTO					CÁLCULOS		
DIMENSIONES (m)				CANTIDAD	OBSERVACIÓN		m3
Alto	Ancho	Largo	Espesor				
					Red Conducción		100.33
					Red Distribución		18.78
					Red Aguas Grises		76.69
					Red Aguas Negras		81.41
					Red Aguas Lluvias		29.75
					Red Aguas Reutilizadas		35.46
0.90	0.90	2.00			Zona de Captación		1.62
2.30	2.70	2.70			Cisterna		16.77
2.15	1.40	6.00			Pozo Séptico		18.06
2.67	1.45	1.45			Pozo Biodigestor		5.61
1.00	1.40	2.25		2	Cámara Aguas Reutilizadas		6.30
<b>CANTIDAD PLANILLADA</b>							<b>390.78</b>

<b>RUBRO No:</b>		<b>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO:</b>					<b>UNIDAD:</b>
4		RELLENO CON MATERIAL DE SITIO (MANUAL)					m3
DETALLAMIENTO					CÁLCULOS		
DIMENSIONES (m)				CANTIDAD	OBSERVACIÓN		m3
Alto	Ancho	Largo	Espesor				
					Red Conducción		96.79
					Red Distribución		18.17
					Red Aguas Grises		73.84
					Red Aguas Negras		79.16
					Red Aguas Lluvias		29.15
					Red Aguas Reutilizadas		33.76
<b>CANTIDAD PLANILLADA</b>							<b>330.87</b>

<u>RUBRO No:</u>		<u>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO:</u>						<u>UNIDAD</u>
5		DESALOJO DE MATERIAL						∴ m3-km
DETALLAMIENTO						CÁLCULOS		
DIMENSIONES (m)				CANTIDAD	OBSERVACIÓN	Longitud [km]	Volumen [m3]	m3-km
Alto	Ancho	Largo	Espesor					
					Red Conducción	1		3.54
					Red Distribución	1		0.61
					Red Aguas Grises	1		2.85
					Red Aguas Negras	1		2.25
					Red Aguas Lluvias	1		0.60
					Red Aguas Reutilizadas	1		1.70
<b>CANTIDAD PLANILLADA</b>								<b>11.55</b>

<u>RUBRO No:</u>		<u>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO:</u>						<u>UNIDAD</u>
6		TRANSPORTE DE MATERIAL A OBRA						∴ m3-km
DETALLAMIENTO						CÁLCULOS		
DIMENSIONES (m)				CANTIDAD	OBSERVACIÓN	Longitud [km]	Volumen [m3]	m3-km
Alto	Ancho	Largo	Peso					
					Hormigón, acero, etc	11.8	131.73	1554.4671
<b>CANTIDAD PLANILLADA</b>								<b>1554.4671</b>

<u>RUBRO No:</u>		<u>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO:</u>						<u>UNIDAD:</u>
7		ZONA DE CAPTACIÓN DE HORMIGÓN ARMADO F'C 210 KG/CM2 (INCLUYE SISTEMA)						glb
DETALLAMIENTO						CÁLCULOS		
DIMENSIONES (m)				CANTIDAD	OBSERVACIÓN			glb
Alto	Ancho	Largo	Espesor					
				1				1
<b>CANTIDAD PLANILLADA</b>								<b>1</b>

<b>RUBRO No:</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO:</b>						<b>UNIDAD:</b>
8	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE PVC DE 1PLG PARA LA RED DE CONDUCCIÓN (INC. ARENA)						ml
<b>DETALLAMIENTO</b>						<b>CÁLCULOS</b>	
<b>DIMENSIONES (m)</b>				<b>CANTIDAD</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>		<b>ml</b>
<b>Alto</b>	<b>Ancho</b>	<b>Largo</b>	<b>Espesor</b>				
		126.30					<b>126.30</b>
<b>CANTIDAD PLANILLADA</b>						<b>126.30</b>	

<b>RUBRO No:</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO:</b>						<b>UNIDAD:</b>
9	CISTERNA DE AGUA SEGURA DE HORMIGÓN ARMADO F'C 240 KG/CM2 (INCLUYE SISTEMA)						m3
<b>DETALLAMIENTO</b>						<b>CÁLCULOS</b>	
<b>DIMENSIONES (m)</b>				<b>CANTIDAD</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>		<b>m3</b>
<b>Alto</b>	<b>Ancho</b>	<b>Largo</b>	<b>Espesor</b>				
2.30	2.70	2.70					<b>16.77</b>
<b>CANTIDAD PLANILLADA</b>						<b>16.77</b>	

<b>RUBRO No:</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO:</b>						<b>UNIDAD:</b>
10	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE PVC DE 1/2PLG PARA LA RED DE DISTRIBUCIÓN (INC. ARENA)						ml
<b>DETALLAMIENTO</b>						<b>CÁLCULOS</b>	
<b>DIMENSIONES (m)</b>				<b>CANTIDAD</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>		<b>ml</b>
<b>Alto</b>	<b>Ancho</b>	<b>Largo</b>	<b>Espesor</b>				
		23.90					<b>23.90</b>
<b>CANTIDAD PLANILLADA</b>						<b>23.90</b>	

<b>RUBRO No:</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO:</b>						<b>UNIDAD:</b>
11	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE PVC DE 3/4PLG PARA LA RED DE DISTRIBUCIÓN (INC. ARENA)						ml
<b>DETALLAMIENTO</b>						<b>CÁLCULOS</b>	
<b>DIMENSIONES (m)</b>				<b>CANTIDAD</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>		<b>ml</b>
<b>Alto</b>	<b>Ancho</b>	<b>Largo</b>	<b>Espesor</b>				
		37.05					<b>37.05</b>

<b>CANTIDAD PLANILLADA</b>	<b>37.05</b>
----------------------------	--------------

<b>RUBRO No:</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO:</b>						<b>UNIDAD:</b>
12	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBO PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA (De=125MM; Di=110MM) PARA AGUAS GRISES						ml
<b>DETALLAMIENTO</b>						<b>CÁLCULOS</b>	
<b>DIMENSIONES (m)</b>				<b>CANTIDAD</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>		<b>ml</b>
<b>Alto</b>	<b>Ancho</b>	<b>Largo</b>	<b>Espesor</b>				
		63.92					<b>63.92</b>
<b>CANTIDAD PLANILLADA</b>						<b>63.92</b>	

<b>RUBRO No:</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO:</b>						<b>UNIDAD</b>
13	POZO DE INSPECCIÓN DE AGUAS GRISES (INC. TAPA)						: u
<b>DETALLAMIENTO</b>						<b>CÁLCULOS</b>	
<b>DIMENSIONES (m)</b>				<b>CANTIDAD</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>		<b>u</b>
<b>Alto</b>	<b>Ancho</b>	<b>Largo</b>	<b>Espesor</b>				
				4			<b>4</b>
<b>CANTIDAD PLANILLADA</b>						<b>4</b>	

<b>RUBRO No:</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO:</b>						<b>UNIDAD</b>
14	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBO PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA (De=125MM; Di=110MM) PARA AGUAS NEGRAS						: ml
<b>DETALLAMIENTO</b>						<b>CÁLCULOS</b>	
<b>DIMENSIONES (m)</b>				<b>CANTIDAD</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>		<b>ml</b>
<b>Alto</b>	<b>Ancho</b>	<b>Largo</b>	<b>Espesor</b>				
		68.27					<b>68.27</b>
<b>CANTIDAD PLANILLADA</b>						<b>68.27</b>	

<b>RUBRO No:</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO:</b>						<b>UNIDAD</b>
15	POZO DE INSPECCIÓN DE AGUAS NEGRAS (INC. TAPA)						: u

DETALLAMIENTO					CÁLCULOS			
DIMENSIONES (m)				CANTIDAD	OBSERVACIÓN			u
Alto	Ancho	Largo	Espesor					
				4				4
<b>CANTIDAD PLANILLADA</b>								<b>4</b>

<u>RUBRO No:</u>	<u>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO:</u>							<u>UNIDAD</u>
16	POZO SÉPTICO DE HORMIGÓN ARMADO F'C 240 KG/CM2 (INCLUYE SISTEMA)							m3
DETALLAMIENTO					CÁLCULOS			
DIMENSIONES (m)				CANTIDAD	OBSERVACIÓN			m3
Alto	Ancho	Largo	Espesor					
1.85	1.40	6.00						15.54
<b>CANTIDAD PLANILLADA</b>								<b>15.54</b>

<u>RUBRO No:</u>	<u>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO:</u>							<u>UNIDAD</u>
17	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE POZO BIODIGESTOR 3000 L							u
DETALLAMIENTO					CÁLCULOS			
DIMENSIONES (m)				CANTIDAD	OBSERVACIÓN			u
Alto	Ancho	Largo	Espesor					
				1				1
<b>CANTIDAD PLANILLADA</b>								<b>1</b>

<u>RUBRO No:</u>	<u>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO:</u>							<u>UNIDAD</u>
18	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBO PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA (De=125MM; Di=110MM) PARA AGUAS LLUVIAS							ml
DETALLAMIENTO					CÁLCULOS			
DIMENSIONES (m)				CANTIDAD	OBSERVACIÓN			ml
Alto	Ancho	Largo	Espesor					
		10.07						10.07
<b>CANTIDAD PLANILLADA</b>								<b>10.07</b>

<b><u>RUBRO No:</u></b> 19	<b><u>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO:</u></b> SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBO PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA (De=175MM; Di=160MM) PARA AGUAS LLUVIAS						<b><u>UNIDAD:</u></b> : ml
<b>DETALLAMIENTO</b>						<b>CÁLCULOS</b>	
<b>DIMENSIONES (m)</b>				<b>CANTIDAD</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>		<b>ml</b>
<b>Alto</b>	<b>Ancho</b>	<b>Largo</b>	<b>Espesor</b>				
		11.29					<b>11.29</b>
<b>CANTIDAD PLANILLADA</b>							<b>11.29</b>

<b><u>RUBRO No:</u></b> 20	<b><u>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO:</u></b> POZO DE INSPECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS (INC. TAPA)						<b><u>UNIDAD:</u></b> u
<b>DETALLAMIENTO</b>						<b>CÁLCULOS</b>	
<b>DIMENSIONES (m)</b>				<b>CANTIDAD</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>		<b>u</b>
<b>Alto</b>	<b>Ancho</b>	<b>Largo</b>	<b>Espesor</b>				
				2			<b>2</b>
<b>CANTIDAD PLANILLADA</b>							<b>2</b>

<b><u>RUBRO No:</u></b> 21	<b><u>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO:</u></b> SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE LAS CELDAS AQUACELL DE PLASTIGAMA WAVIN						<b><u>UNIDAD:</u></b> : m3
<b>DETALLAMIENTO</b>						<b>CÁLCULOS</b>	
<b>DIMENSIONES (m)</b>				<b>CANTIDAD</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>		<b>m3</b>
<b>Alto</b>	<b>Ancho</b>	<b>Largo</b>	<b>Espesor</b>				
2.00	6.00	8.40					<b>100.80</b>
<b>CANTIDAD PLANILLADA</b>							<b>100.80</b>

<b><u>RUBRO No:</u></b> 22	<b><u>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO:</u></b> SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE PVC DE 1PLG PARA LA RED DE BOMBEO DE AGUAS REUTILIZADAS (INC. ARENA)						<b><u>UNIDAD:</u></b> : ml
<b>DETALLAMIENTO</b>						<b>CÁLCULOS</b>	
<b>DIMENSIONES (m)</b>				<b>CANTIDAD</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>		<b>ml</b>

Alto	Ancho	Largo	Espesor				
		75.14					75.14
<b>CANTIDAD PLANILLADA</b>							<b>75.14</b>

<u>RUBRO No:</u>	<u>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO:</u>						<u>UNIDAD</u>
23	CÁMARA DE AGUA REUTILIZADA DE HORMIGÓN ARMADO F'C 240 KG/CM2 (INCLUYE SISTEMA)						m3
<b>DETALLAMIENTO</b>					<b>CÁLCULOS</b>		
<b>DIMENSIONES (m)</b>				<b>CANTIDAD</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>		<b>m3</b>
<b>Alto</b>	<b>Ancho</b>	<b>Largo</b>	<b>Espesor</b>				
1.85	1.40	2.25					5.83
<b>CANTIDAD PLANILLADA</b>							<b>5.83</b>

<u>RUBRO No:</u>	<u>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO:</u>						<u>UNIDAD</u>
24	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO						u
<b>DETALLAMIENTO</b>					<b>CÁLCULOS</b>		
<b>DIMENSIONES (m)</b>				<b>CANTIDAD</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>		<b>u</b>
<b>Alto</b>	<b>Ancho</b>	<b>Largo</b>	<b>Espesor</b>				
				1			1
<b>CANTIDAD PLANILLADA</b>							<b>1</b>

<u>RUBRO No:</u>	<u>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO:</u>						<u>UNIDAD:</u>
25	AGUA PARA CONTROL DE POLVO						m2
<b>DETALLAMIENTO</b>					<b>CÁLCULOS</b>		
<b>DIMENSIONES (m)</b>				<b>CANTIDAD</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>		<b>m2</b>
<b>Alto</b>	<b>Ancho</b>	<b>Largo</b>	<b>Espesor</b>				
	2.00	126.30			Red Conducción		252.60
	2.00	60.12			Red Distribución		120.24
	2.00	63.92			Red Aguas Grises		127.84
	2.00	68.27			Red Aguas Negras		136.54
	2.00	21.36			Red Aguas Lluvias		42.72
	2.00	66.87			Red Aguas Reutilizadas		133.74
	0.90	2.00			Zona de Captación		1.80

	2.70	2.70			Cisterna			<b>7.29</b>
	1.40	6.00			Pozo Séptico			<b>8.40</b>
	1.45	1.45			Pozo Biodigestor			<b>2.10</b>
	1.40	2.25			Cámara Aguas Reutilizadas			<b>3.15</b>
<b>CANTIDAD PLANILLADA</b>								<b>836.42</b>

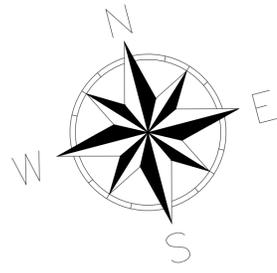
<b>RUBRO No:</b>		<b>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO:</b>						<b>UNIDAD</b>
26		LIMPIEZA FINAL						∴ m2
<b>DETALLAMIENTO</b>					<b>CÁLCULOS</b>			
<b>DIMENSIONES (m)</b>				<b>CANTIDAD</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>		<b>m2</b>	
<b>Alto</b>	<b>Ancho</b>	<b>Largo</b>	<b>Espesor</b>					
	2.00	126.30			Red Conducción		<b>252.60</b>	
	2.00	60.12			Red Distribución		<b>120.24</b>	
	2.00	63.92			Red Aguas Grises		<b>127.84</b>	
	2.00	68.27			Red Aguas Negras		<b>136.54</b>	
	2.00	21.36			Red Aguas Lluvias		<b>42.72</b>	
	2.00	66.87			Red Aguas Reutilizadas		<b>133.74</b>	
	0.90	2.00			Zona de Captación		<b>1.80</b>	
	2.70	2.70			Cisterna		<b>7.29</b>	
	1.40	6.00			Pozo Séptico		<b>8.40</b>	
	1.45	1.45			Pozo Biodigestor		<b>2.10</b>	
	1.40	2.25		2	Cámara Aguas Reutilizadas		<b>6.30</b>	
<b>CANTIDAD PLANILLADA</b>							<b>839.57</b>	

## **ANEXO D: FOTOGRAFÍAS**





## **ANEXO E: PLANOS**



**TOPOGRAFÍA DEL ÁREA DEL PROYECTO**  
 ESCALA 1:300

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**



PROVINCIA: GUAYAS CANTÓN: EL TRIUNFO  
 PARROQUIA: EL TRIUNFO COMUNIDAD: SAN JOAQUIN

**SIMBOLOGÍA:**

- Viviendas
- Pasillos / Corredores
- Jardín
- Vegetación

**NOTAS:**

Las unidades de las cotas están expresadas en metros.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

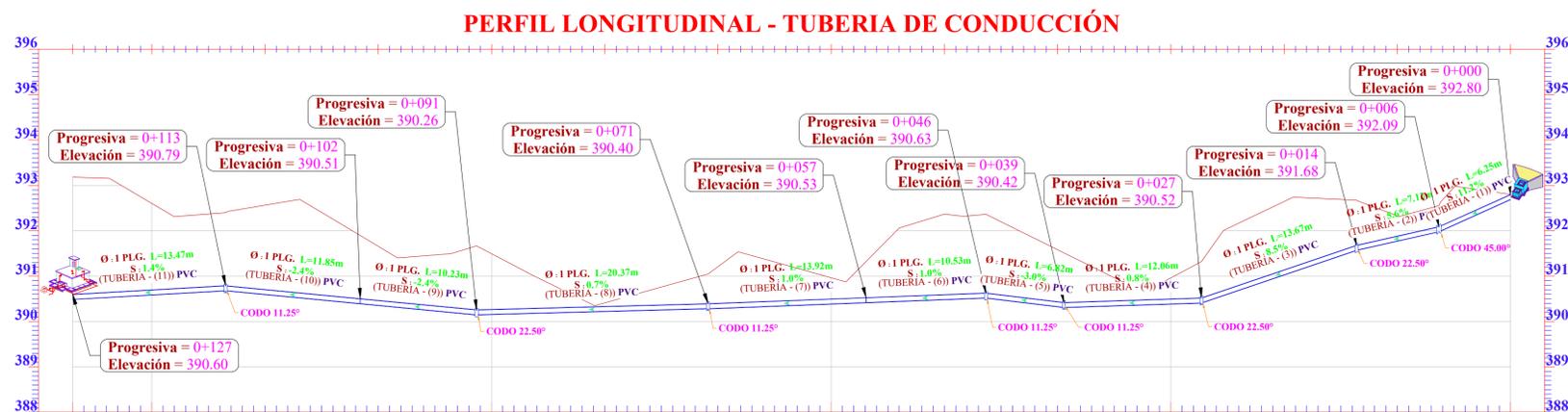
PROYECTO:  
**DESARROLLO DE SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO**

CONTENIDO:  
**ÁREA DE IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO**

Coordinador de Materia Integradora: MSc. Lenin Dender	Tutores de Conocimientos Específicos: Zorrilla Gudiño Bruno Pozo Gonzabay Richard	Estudiantes:	FECHA DE ENTREGA: 06 / 01 / 2025
Tutor de Área de Conocimiento: MSc. Ingrid Orta		LÁMINA: HS 1/21	ESCALA: 1:300



**VISTA EN PLANTA DE LA TUBERÍA DE CONDUCCIÓN**  
ESCALA 1:250



PROGRESIVA	0+127	0+120	0+110	0+100	0+090	0+080	0+070	0+060	0+050	0+040	0+030	0+020	0+010	0+000
COTA DE TERRENO	393.18	392.60	392.56	391.66	391.49	390.41	391.21	390.97	392.37	391.58	390.96	392.64	392.33	392.80
COTA DE TUBERÍA	390.60	390.70	390.71	390.47	390.27	390.33	390.40	390.50	390.60	390.44	390.50	391.14	391.88	392.80

**VISTA LONGITUDINAL DE LA TUBERÍA DE CONDUCCIÓN**  
ESCALA HORIZONTAL: 1:300  
ESCALA VERTICAL: 1:50

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**



PROVINCIA: GUAYAS  
PARROQUIA: EL TRIUNFO

CANTÓN: EL TRIUNFO  
COMUNIDAD: SAN JOAQUIN

**SIMBOLOGÍA:**

- Terreno natural
- Línea de conducción
- - - Secciones
- Cisterna

**NOTAS:**

Las unidades de las cotas están expresadas en metros.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:  
**DESARROLLO DE SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO**

CONTENIDO:  
**VISTAS EN PLANTA Y PERFIL DE LA RED DE CONDUCCIÓN**

Coordinador de Materia Integradora: MSc. Lenin Dender	Tutores de Conocimientos Específicos:	Estudiantes: Zorrilla Gudiño Bruno Pozo Gonzabay Richard	FECHA DE ENTREGA: 06 / 01 / 2025
Tutor de Área de Conocimiento: MSc. Ingrid Orta		LÁMINA: HS 2/21	ESCALA: INDICADAS

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**



PROVINCIA: GUAYAS  
PARROQUIA: EL TRIUNFO

CANTÓN: EL TRIUNFO  
COMUNIDAD: SAN JOAQUÍN

**SIMBOLOGÍA:**

- Terreno natural
- Línea de conducción
- Secciones
- Tubería de conducción

**NOTAS:**

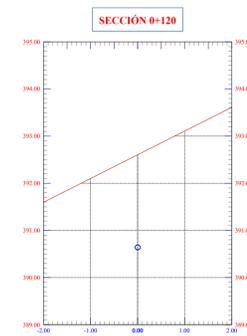
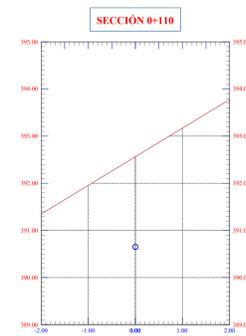
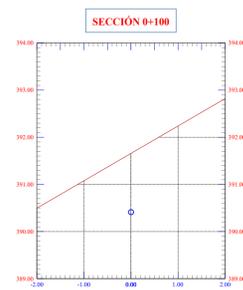
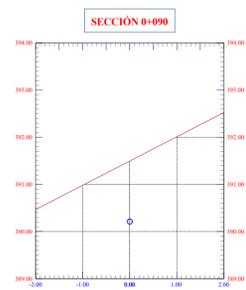
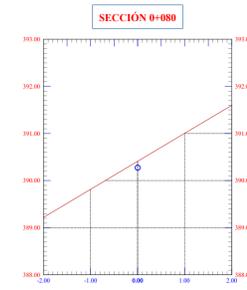
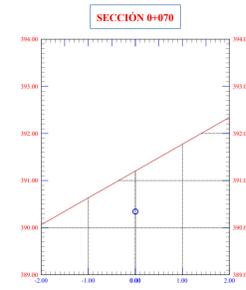
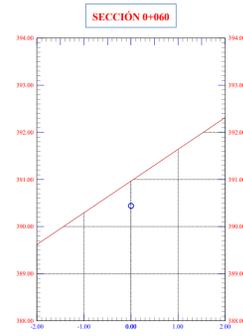
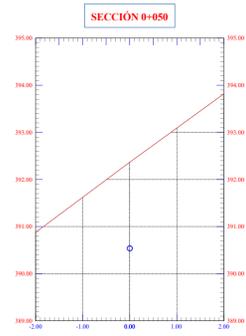
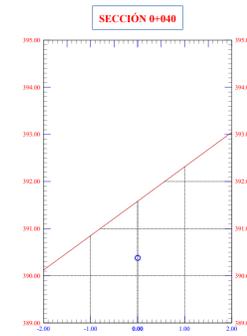
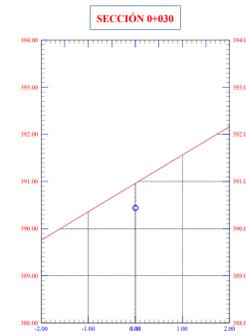
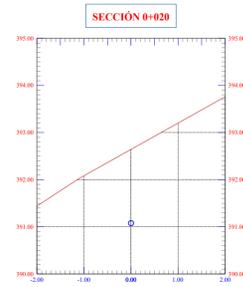
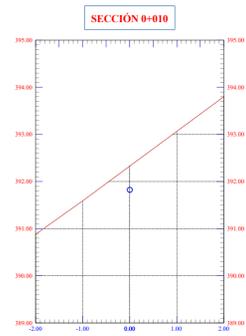
Las unidades de las cotas están expresadas en metros.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

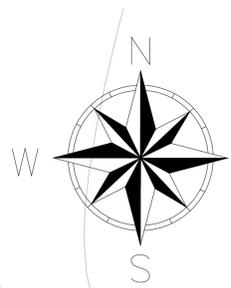
PROYECTO:  
**DESARROLLO DE SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO**

CONTENIDO:  
**VISTAS TRANSVERSALES DE LA RED DE CONDUCCIÓN**

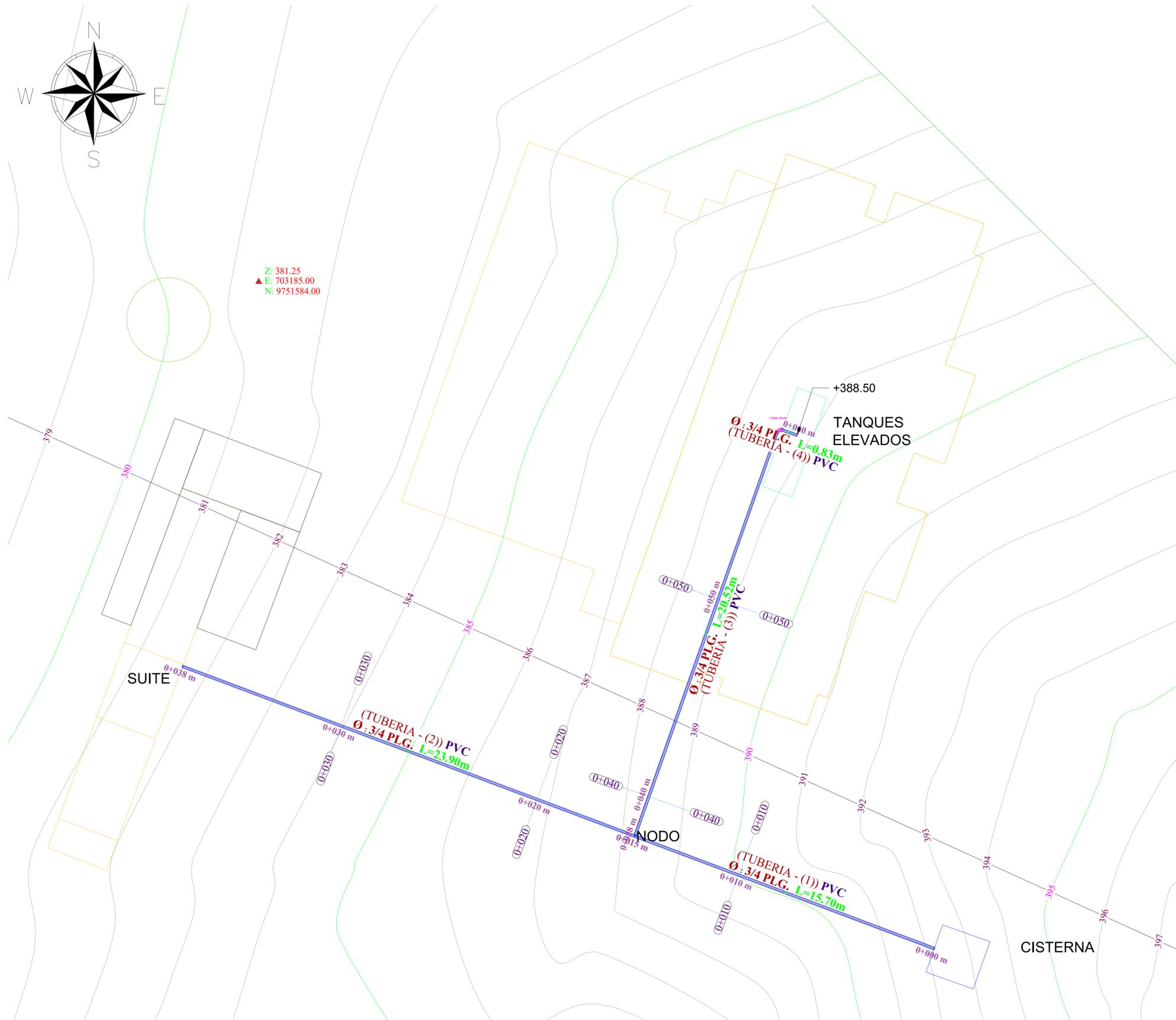
Coordinador de Materia Integradora: MSc. Lenin Dender	Tutores de Conocimientos Específicos:	Estudiantes: Zorrilla Gudiño Bruno Pozo Gonzabay Richard	FECHA DE ENTREGA: 06 / 01 / 2025
Tutor de Área de Conocimiento: MSc. Ingrid Orta		LÁMINA: HS 3/21	ESCALA: INDICADAS



**VISTAS TRANSVERSALES DE LA TUBERÍA DE CONDUCCIÓN**  
ESCALA HORIZONTAL: 1:300  
ESCALA VERTICAL: 1:300



Z: 381.25  
 ▲ E: 703185.00  
 N: 9751584.00



**VISTA EN PLANTA DE LA TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN**  
 ESCALA 1:100

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**



PROVINCIA: GUAYAS  
 PARROQUIA: EL TRIUNFO

CANTÓN: EL TRIUNFO  
 COMUNIDAD: SAN JOAQUÍN

**SIMBOLOGÍA:**

- Terreno natural
- Línea de conducción
- Secciones
- Viviendas
- Pasillos / Corredores
- Cisterna
- Vegetación
- Tanques elevados
- Accesorios

**NOTAS:**

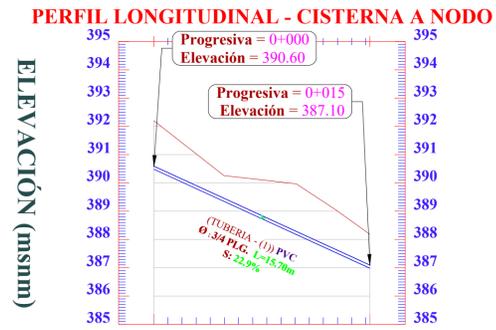
Las unidades de las cotas están expresadas en metros.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:  
**DESARROLLO DE SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO**

CONTENIDO:  
**VISTA EN PLANTA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN**

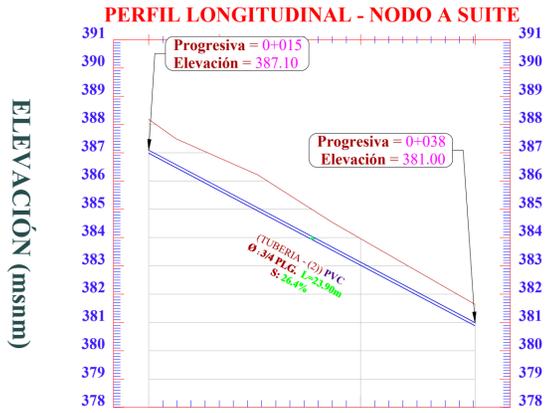
Coordinador de Materia Integradora: MSc. Lenin Dender	Tutores de Conocimientos Específicos:	Estudiantes: Zorrilla Gudiño Bruno Pozo Gonzabay Richard	FECHA DE ENTREGA: 06 / 01 / 2025
Tutor de Área de Conocimiento: MSc. Ingrid Orta		LÁMINA: HS 4/21	ESCALA: 1:100



PROGRESIVA	0+000	0+015	0+105
COTA DE TERRENO	392.20	389.97	388.19
COTA DE TUBERÍA	392.20	389.97	388.19

### VISTA LONGITUDINAL DE LA TUBERÍA CISTERNA A NODO

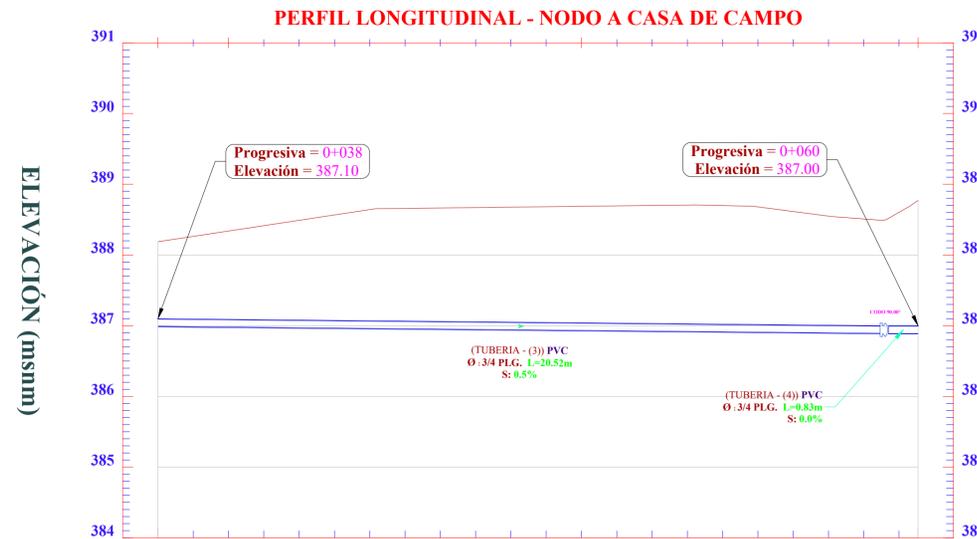
ESCALA HORIZONTAL 1:100  
ESCALA VERTICAL 1:50



PROGRESIVA	0+015	0+038	0+100	0+138
COTA DE TERRENO	388.19	386.82	383.97	381.64
COTA DE TUBERÍA	388.19	386.82	383.97	381.64

### VISTA LONGITUDINAL DE LA TUBERÍA NODO A SUITE

ESCALA HORIZONTAL 1:100  
ESCALA VERTICAL 1:50



PROGRESIVA	0+038	0+040	0+100	0+100
COTA DE TERRENO	388.19	388.34	388.69	388.77
COTA DE TUBERÍA	388.19	388.34	388.69	388.77

### VISTA LONGITUDINAL DE LA TUBERÍA NODO A CASA DE CAMPO

ESCALA HORIZONTAL 1:100  
ESCALA VERTICAL 1:50

### UBICACIÓN DEL PROYECTO:



PROVINCIA: GUAYAS  
PARROQUIA: EL TRIUNFO

CANTÓN: EL TRIUNFO  
COMUNIDAD: SAN JOAQUÍN

### SIMBOLOGÍA:

- Terreno natural
- Línea de conducción
- Secciones

### NOTAS:

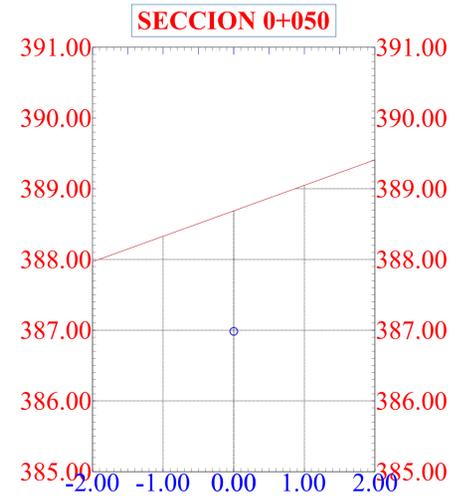
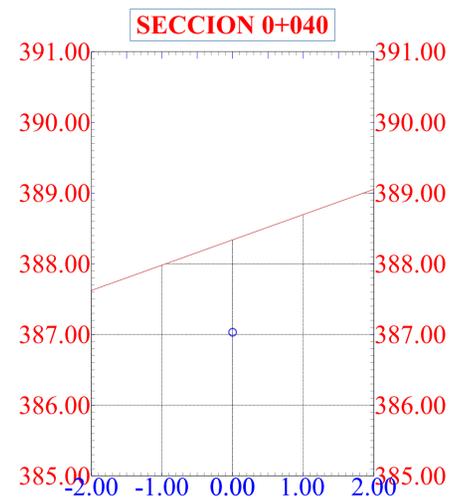
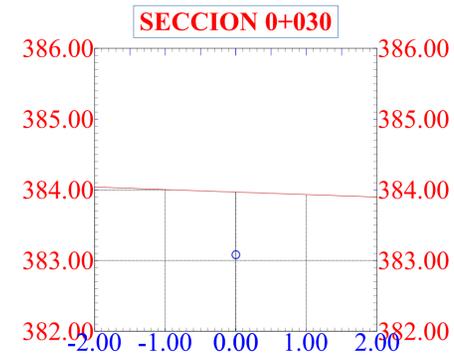
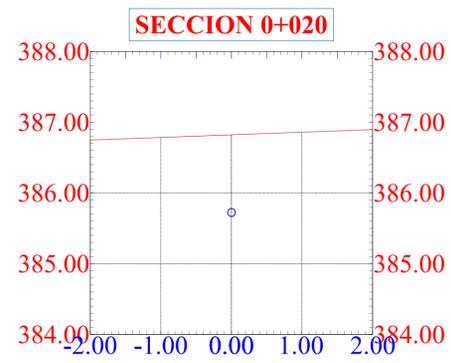
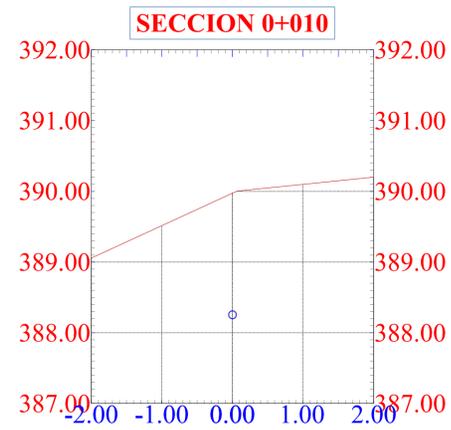
Las unidades de las cotas están expresadas en metros.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:  
**DESARROLLO DE SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO**

CONTENIDO:  
**VISTAS DE PERFIL DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN**

Coordinador de Materia Integradora: MSc. Lenin Dender	Tutores de Conocimientos Específicos:	Estudiantes: Zorrilla Gudiño Bruno Pozo Gonzabay Richard	FECHA DE ENTREGA: 06 / 01 / 2025
Tutor de Área de Conocimiento: MSc. Ingrid Orta		LÁMINA: HS 5/21	ESCALA: INDICADAS



### VISTAS TRANSVERSALES DE LA TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA HORIZONTAL 1:100  
ESCALA VERTICAL 1:50

### UBICACIÓN DEL PROYECTO:



PROVINCIA: GUAYAS  
PARROQUIA: EL TRIUNFO

CANTÓN: EL TRIUNFO  
COMUNIDAD: SAN JOAQUIN

### SIMBOLOGÍA:

- Terreno natural
- Línea de conducción
- Secciones
- Tubería de distribución

### NOTAS:

Las unidades de las cotas están expresadas en metros.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

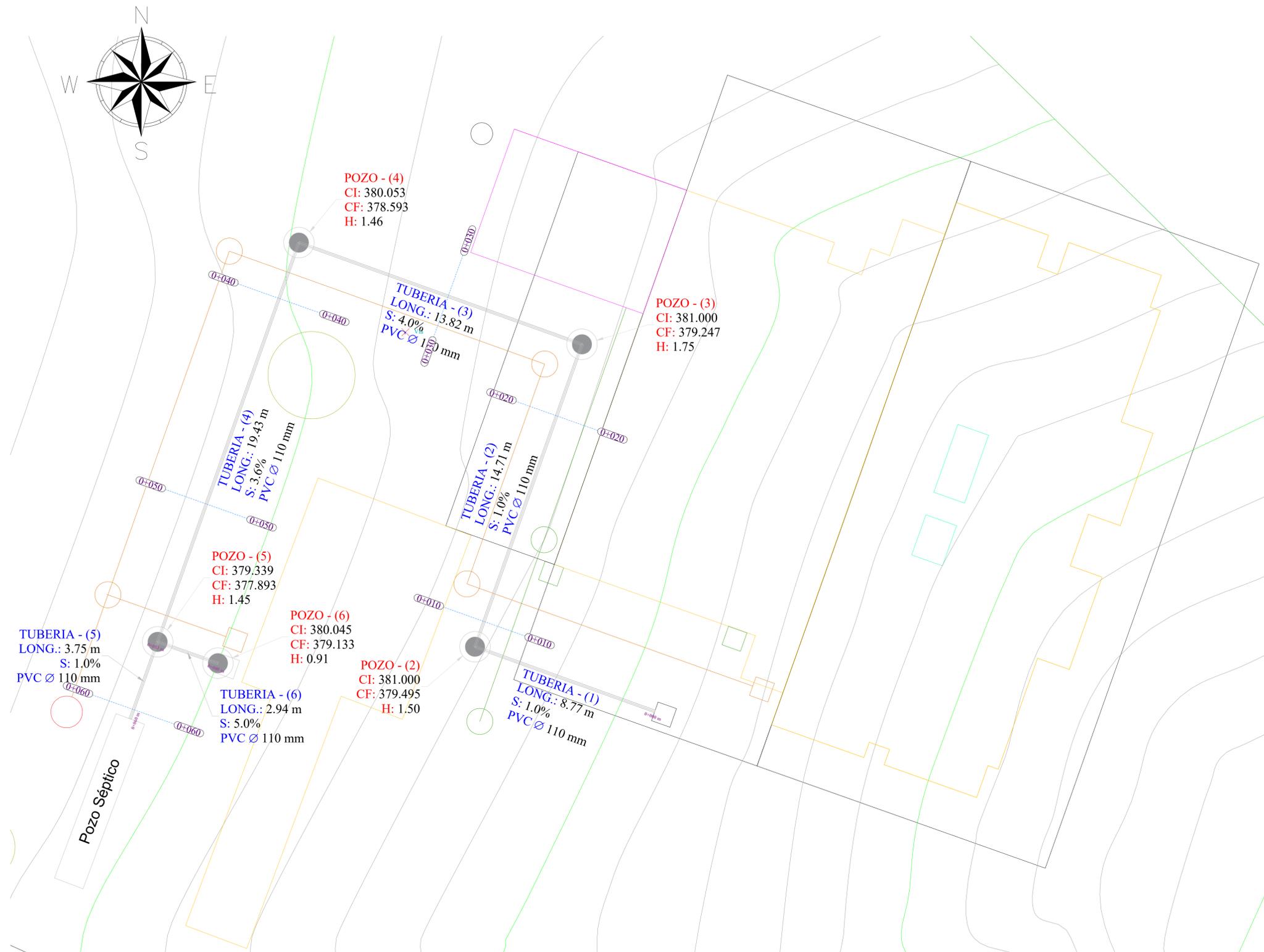
PROYECTO:

**DESARROLLO DE SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO**

CONTENIDO:

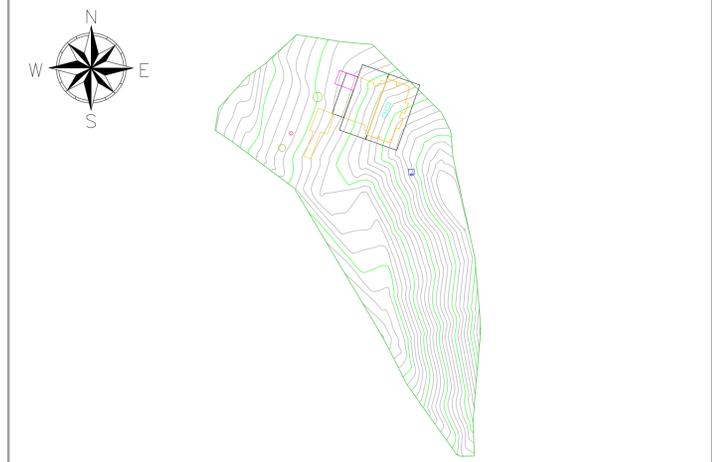
**VISTAS TRANSVERSALES DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN**

Coordinador de Materia Integradora: MSc. Lenin Dender	Tutores de Conocimientos Específicos:	Estudiantes: Zorrilla Gudiño Bruno Pozo Gonzabay Richard	FECHA DE ENTREGA: 06 / 01 / 2025
Tutor de Área de Conocimiento: MSc. Ingrid Orta		LÁMINA: HS 6/21	ESCALA: INDICADAS



**VISTA EN PLANTA DE LAS REDES DE AGUAS GRISES**  
 ESCALA 1:100

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**



PROVINCIA: GUAYAS  
 PARROQUIA: EL TRIUNFO  
 CANTÓN: EL TRIUNFO  
 COMUNIDAD: SAN JOAQUÍN

**SIMBOLOGÍA:**

AANN	Tanques elevados
AAGG	Aquacell
AALL	Pozo Séptico
Secciones	Pozos AANN
Zona de excavación	Pozos AAGG
Viviendas	Pozos AALL
Vegetación	Biodigestor

**NOTAS:**

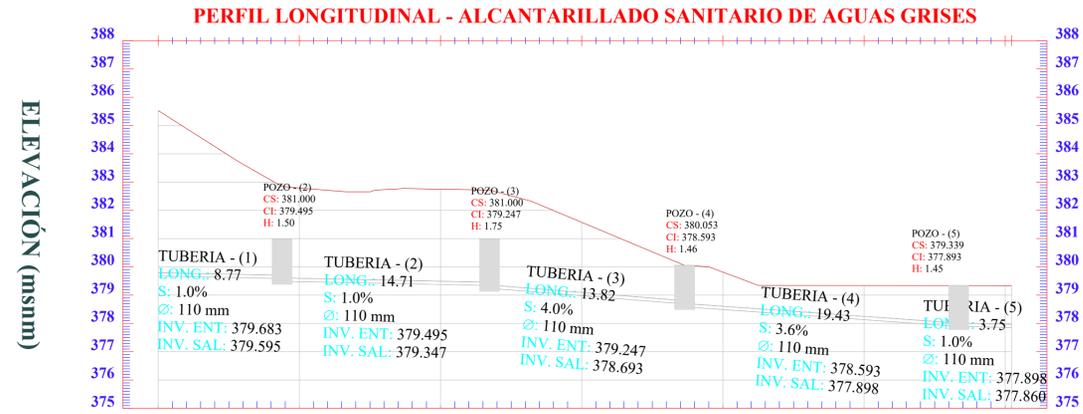
Las unidades de las cotas están expresadas en metros.  
 AANN: Aguas negras  
 AAGG: Aguas grises  
 AALL: Aguas lluvias

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

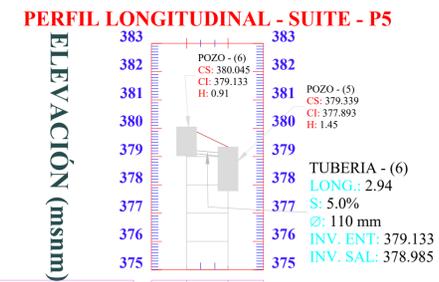
PROYECTO:  
**DESARROLLO DE SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO**

CONTENIDO:  
**VISTA EN PLANTA DE LA RED DE AGUAS GRISES**

Coordinador de Materia Integradora: MSc. Lenin Dender	Tutores de Conocimientos Específicos:	Estudiantes: Zorrilla Gudiño Bruno Pozo Gonzabay Richard	FECHA DE ENTREGA: 06 / 01 / 2025
Tutor de Área de Conocimiento: MSc. Ingrid Orta		LÁMINA: HS 7/21	ESCALA: 1:100



PROGRESIVA	0+00	0+10	0+20	0+30	0+40	0+50	0+60
COTA DE TERRENO	385.53	382.79	382.75	381.58	379.82	379.34	379.34
COTA DE TUBERÍA	379.80	379.60	379.50	379.10	378.61	378.25	377.99



PROGRESIVA	0+00	0+02
COTA DE TERRENO	380.04	379.34
COTA DE TUBERÍA	380.04	379.34
ALTURA DE CORTE	0.00	0.00

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**



PROVINCIA: GUAYAS  
PARROQUIA: EL TRIUNFO

CANTÓN: EL TRIUNFO  
COMUNIDAD: SAN JOAQUIN

**SIMBOLOGÍA:**

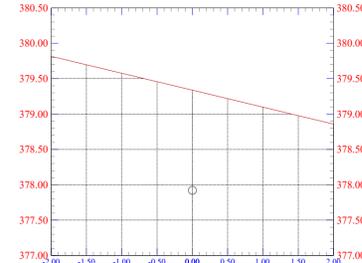
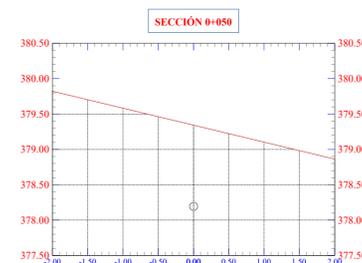
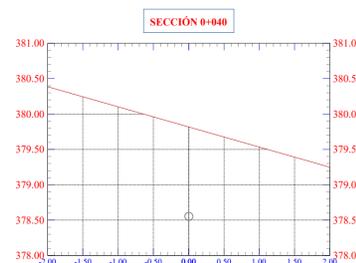
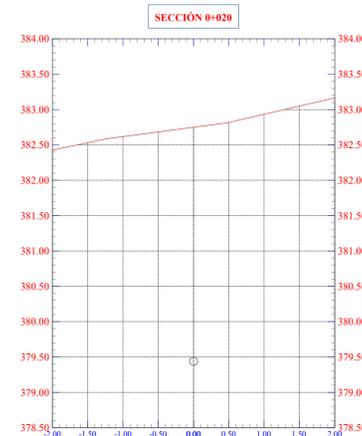
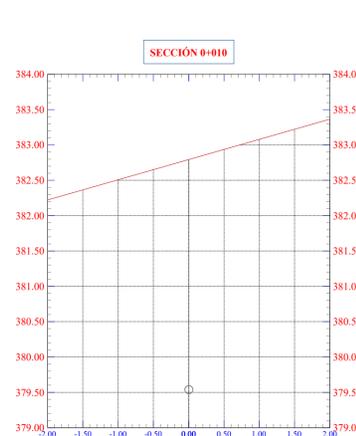
- Terreno natural
- Línea de AAGG
- Secciones
- Tubería de AAGG
- Pozo AAGG

**NOTAS:**

Las unidades de las cotas están expresadas en metros.  
AANN: Aguas negras  
AAGG: Aguas grises  
AALL: Aguas lluvias

**VISTA LONGITUDINAL DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE AGUAS GRISES**

ESCALA HORIZONTAL 1:250  
ESCALA VERTICAL 1:50



**VISTAS TRANSVERSALES DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE AGUAS GRISES**

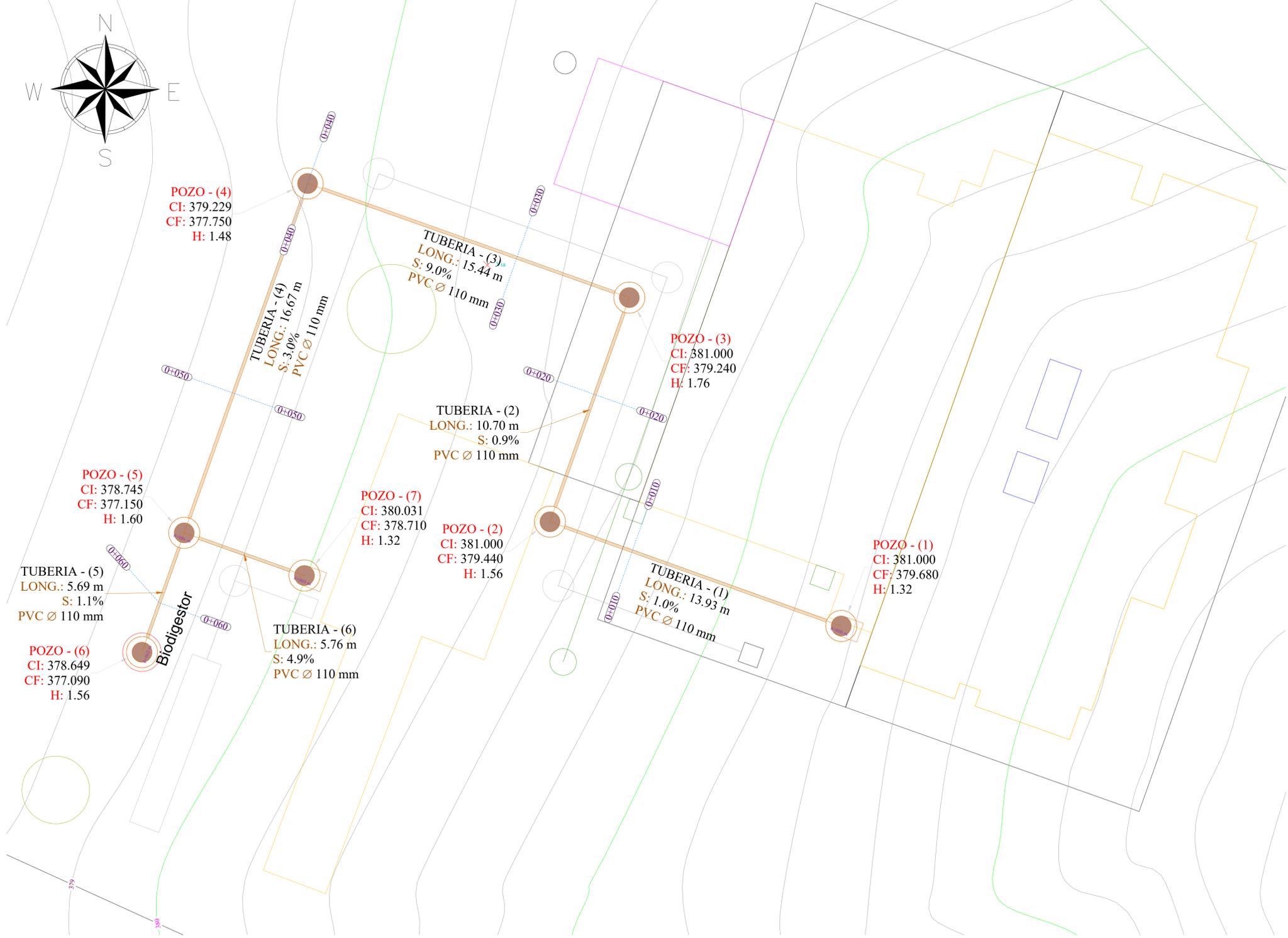
ESCALA HORIZONTAL 1:50  
ESCALA VERTICAL 1:100

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:  
**DESARROLLO DE SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO**

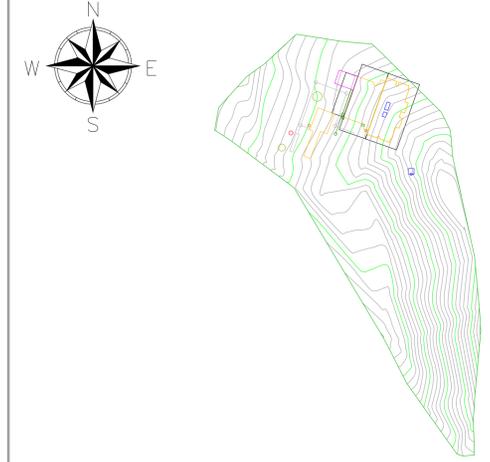
CONTENIDO:  
**PERFILES DE LA RED DE AGUAS GRISES**

Coordinador de Materia Integradoras: MSc. Lenin Dender	Tutores de Conocimientos Específicos:	Estudiantes: Zorrilla Gudiño Bruno Pozo Gonzabay Richard	FECHA DE ENTREGA: 06 / 01 / 2025
Tutor de Área de Conocimiento: MSc. Ingrid Orta		LÁMINA: HS 8/21	ESCALA: INDICADAS



**VISTA EN PLANTA DE LAS REDES DE AGUAS NEGRAS**  
 ESCALA 1:100

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**



PROVINCIA: GUAYAS  
 PARROQUIA: EL TRIUNFO  
 CANTÓN: EL TRIUNFO  
 COMUNIDAD: SAN JOAQUÍN

**SIMBOLOGÍA:**

AANN	Tanques elevados
AAGG	Aquacell
AALL	Pozo Séptico
Secciones	Pozos AANN
Zona de excavación	Pozos AAGG
Viviendas	Pozos AALL
Vegetación	Biodigestor

**NOTAS:**

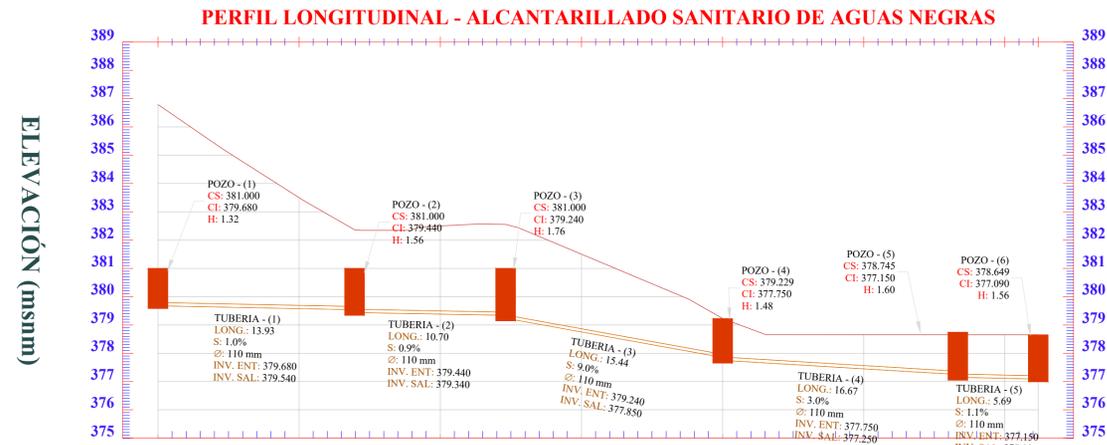
Las unidades de las cotas están expresadas en metros.  
 AANN: Aguas negras  
 AAGG: Aguas grises  
 AALL: Aguas lluvias

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

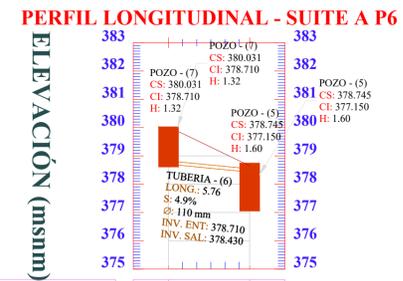
PROYECTO:  
**DESARROLLO DE SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO**

CONTENIDO:  
**VISTA EN PLANTA DE LA RED DE AGUAS NEGRAS**

Coordinador de Materia Integradora: MSc. Lenin Dender	Tutores de Conocimientos Específicos:	Estudiantes: Zorrilla Gudiño Bruno Pozo Gonzabay Richard	FECHA DE ENTREGA: 06 / 01 / 2025
Tutor de Área de Conocimiento: MSc. Ingrid Orta		LÁMINA: HS 9/21	ESCALA: 1:100

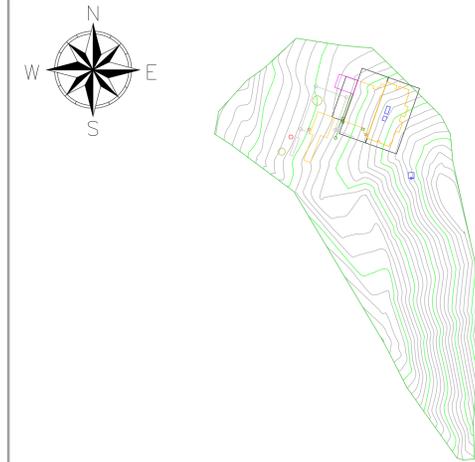


PROGRESIVA	0+000	0+010	0+020	0+030	0+040	0+050
COTA DE TERRENO	386.79	383.50	382.50	381.50	379.23	378.65
COTA DE TUBERÍA	379.79	379.69	379.50	378.87	377.94	377.21



PROGRESIVA	0+060	0+070
COTA DE TERRENO	380.03	378.65
COTA DE TUBERÍA	378.79	378.58

#### UBICACIÓN DEL PROYECTO:



PROVINCIA: GUAYAS  
PARROQUIA: EL TRIUNFO

CANTÓN: EL TRIUNFO  
COMUNIDAD: SAN JOAQUÍN

#### SIMBOLOGÍA:

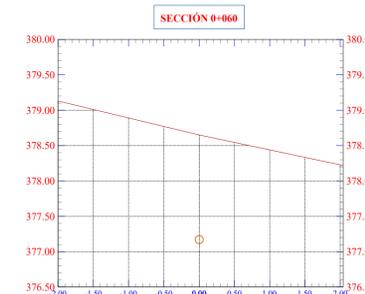
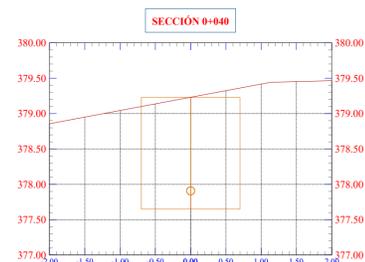
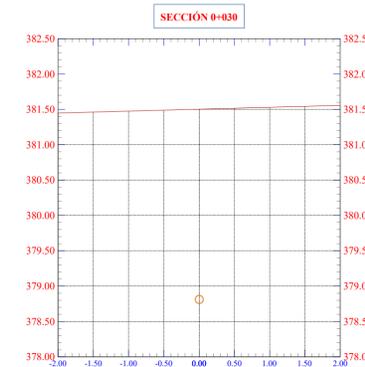
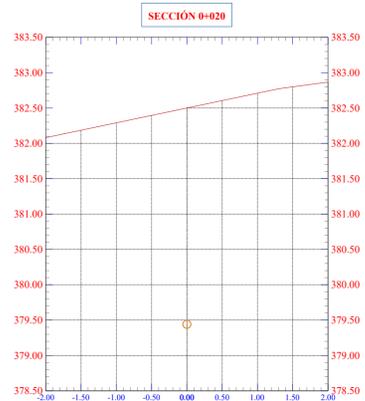
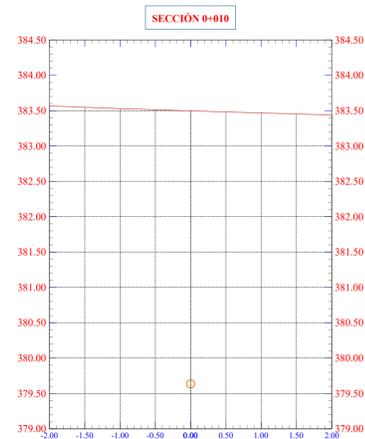
- Terreno natural
- Línea de AANN
- Secciones
- Tubería de AANN
- Pozo AANN

#### NOTAS:

Las unidades de las cotas están expresadas en metros.  
AANN: Aguas negras  
AAGG: Aguas grises  
AALL: Aguas lluvias

### VISTA LONGITUDINAL DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE AGUAS GRISAS

ESCALA HORIZONTAL 1:250  
ESCALA VERTICAL 1:100



### VISTAS TRANSVERSALES DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE AGUAS GRISAS

ESCALA HORIZONTAL 1:50  
ESCALA VERTICAL 1:100

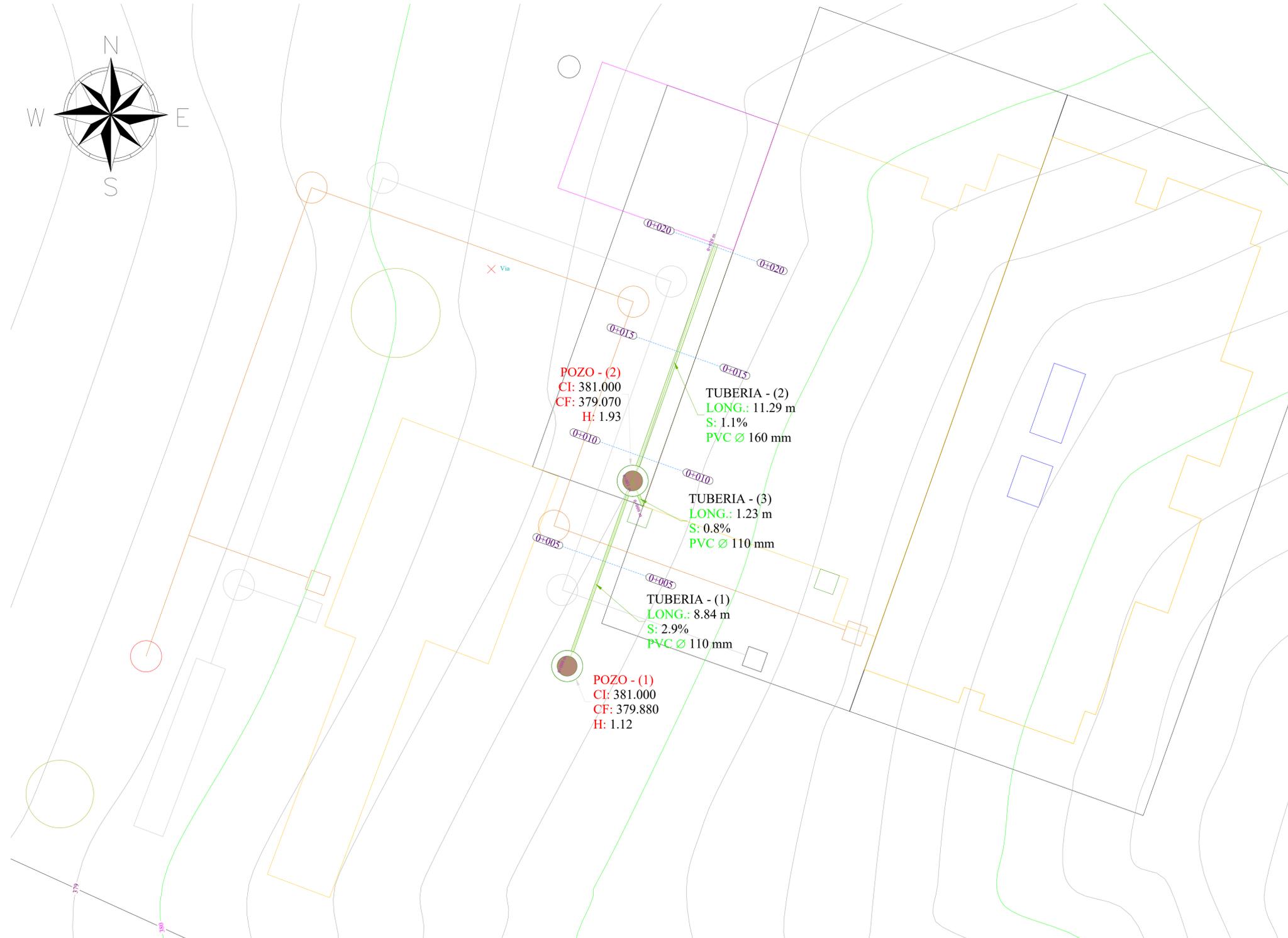
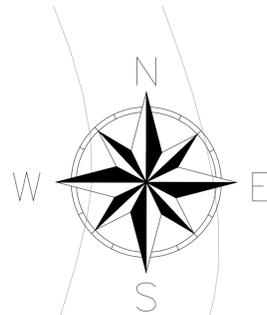
### ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:  
**DESARROLLO DE SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO**

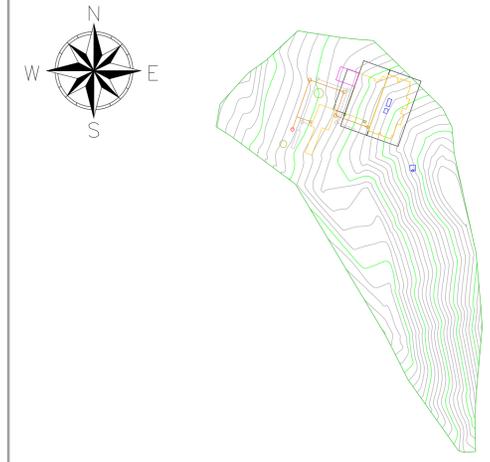
CONTENIDO:  
**PERFILES DE LA RED DE AGUAS NEGRAS**

Coordinador de Materia Integradora: MSc. Lenin Dender	Tutores de Conocimientos Específicos:	Estudiantes: Zorrilla Gudiño Bruno Pozo Gonzabay Richard	FECHA DE ENTREGA: 06 / 01 / 2025
Tutor de Área de Conocimiento: MSc. Ingrid Orta		LÁMINA: HS 10/21	ESCALA: INDICADAS



**VISTA EN PLANTA DE LAS REDES DE AGUAS LLUVIAS**  
 ESCALA 1:100

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**



PROVINCIA: GUAYAS  
 PARROQUIA: EL TRIUNFO  
 CANTÓN: EL TRIUNFO  
 COMUNIDAD: SAN JOAQUÍN

**SIMBOLOGÍA:**

AANN	Tanques elevados
AAGG	Aquacell
AALL	Pozo Séptico
Secciones	Pozos AANN
Zona de excavación	Pozos AAGG
Viviendas	Pozos AALL
Vegetación	Biodigestor

**NOTAS:**

Las unidades de las cotas están expresadas en metros.  
 AANN: Aguas negras  
 AAGG: Aguas grises  
 AALL: Aguas lluvias

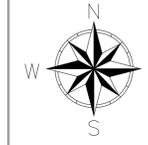
**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:  
**DESARROLLO DE SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO**

CONTENIDO:  
**VISTA EN PLANTA DE LA RED DE AGUAS LLUVIAS**

Coordinador de Materia Integradora: MSc. Lenin Dender	Tutores de Conocimientos Específicos:	Estudiantes: Zorrilla Gudiño Bruno Pozo Gonzabay Richard	FECHA DE ENTREGA: 06 / 01 / 2025
Tutor de Área de Conocimiento: MSc. Ingrid Orta		LÁMINA: HS 11/21	ESCALA: 1:100

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**



PROVINCIA: GUAYAS  
PARROQUIA: EL TRIUNFO

CANTÓN: EL TRIUNFO  
COMUNIDAD: SAN JOAQUIN

**SIMBOLOGÍA:**

- Terreno natural
- Línea de AALL
- Secciones
- Tubería de AALL
- Pozo AALL

**NOTAS:**

Las unidades de las cotas están expresadas en metros.  
AANN: Aguas negras  
AAGG: Aguas grises  
AALL: Aguas lluvias

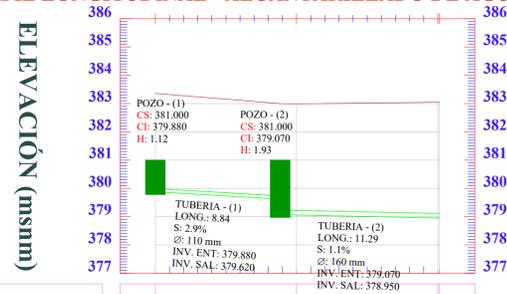
**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:  
**DESARROLLO DE SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO**

CONTENIDO:  
**PERFILES DE LA RED DE AGUAS LLUVIAS**

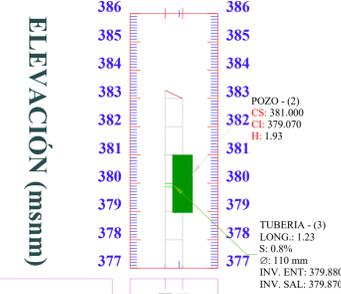
Coordinador de Materia Integradora: MSc. Lenin Dender	Tutores de Conocimientos Específicos:	Estudiantes: Zorrilla Gudiño Bruno Pozo Gonzabay Richard	FECHA DE ENTREGA: 06 / 01 / 2025
Tutor de Área de Conocimiento: MSc. Ingrid Orta		LÁMINA: HS 12/21	ESCALA: INDICADAS

**PERFIL LONGITUDINAL - ALCANTARILLADO DE AGUAS LLUVIAS**



PROGRESIVA	0+000	0+010	0+020
COTA DE TERRENO	383.36	382.99	383.05
COTA DE TUBERÍA	380.00	379.22	379.12

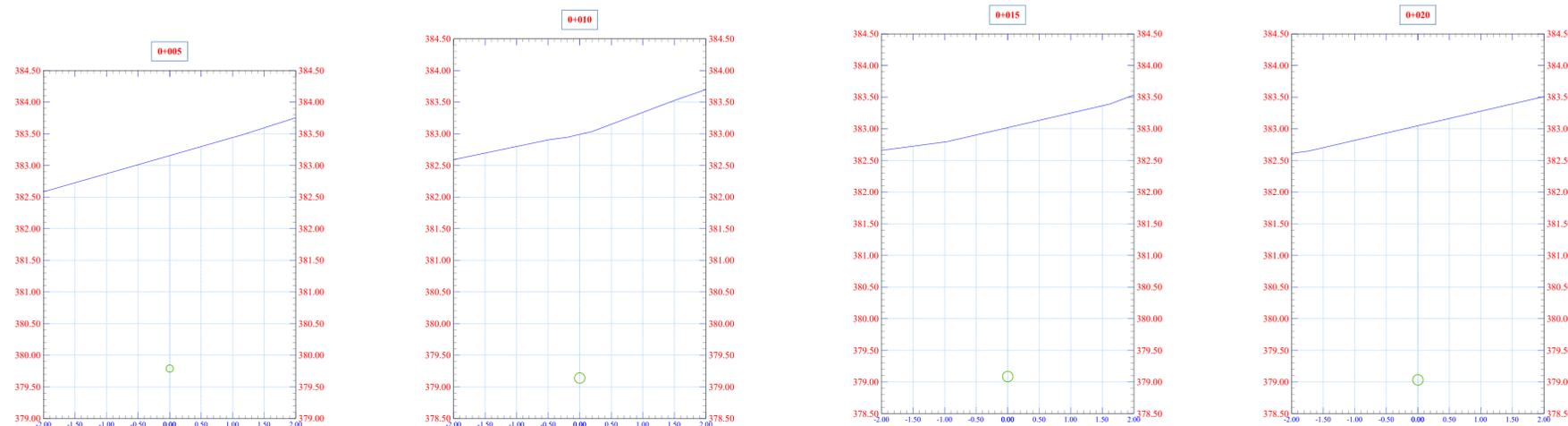
**PERFIL LONGITUDINAL - CASA DE CAMPO A P2**



PROGRESIVA	0+000	0+010
COTA DE TERRENO	383.29	383.00
COTA DE TUBERÍA	379.99	379.99

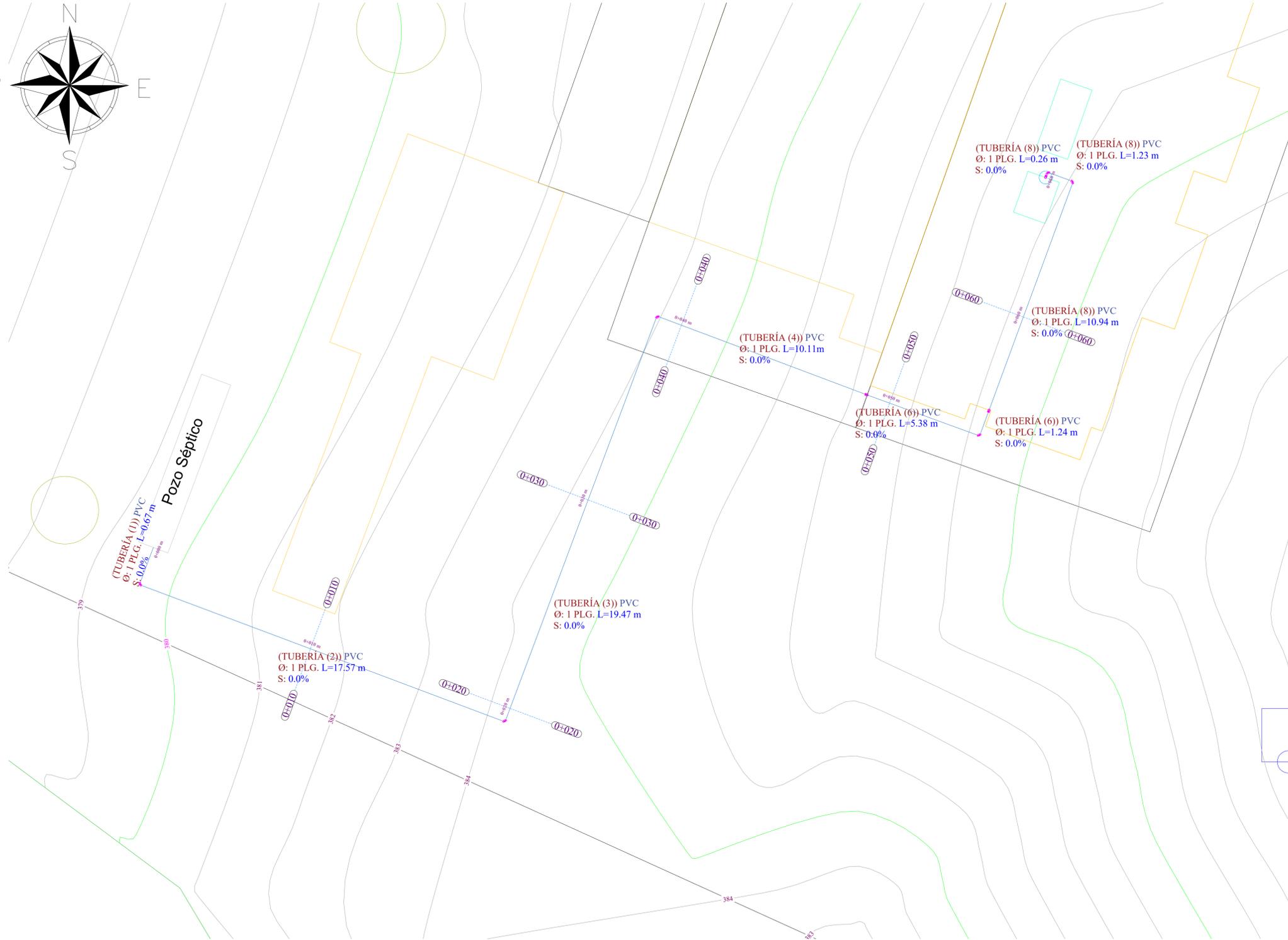
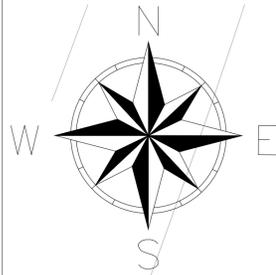
**VISTA LONGITUDINAL DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE AGUAS GRISAS**

ESCALA HORIZONTAL 1:250  
ESCALA VERTICAL 1:100



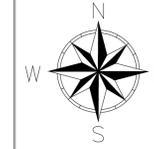
**VISTAS TRANSVERSALES DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE AGUAS GRISAS**

ESCALA HORIZONTAL 1:50  
ESCALA VERTICAL 1:100



**VISTA EN PLANTA DE LA REDE DE AGUAS GRISAS REUTILIZADAS**  
 ESCALA 1:100

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**



PROVINCIA: GUAYAS  
 PARROQUIA: EL TRIUNFO

CANTÓN: EL TRIUNFO  
 COMUNIDAD: SAN JOAQUIN

**SIMBOLOGÍA:**

- Secciones
- Secciones
- Viviendas
- Pozo Séptico
- Tanques elevados
- Vegetación
- Accesorios

**NOTAS:**

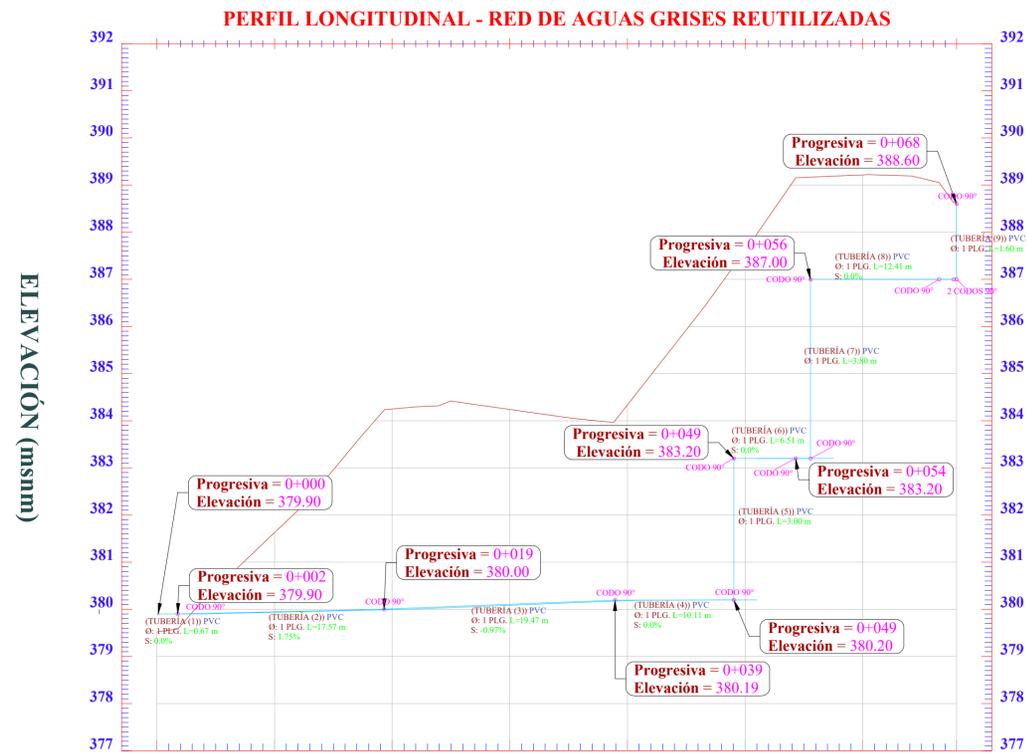
Las unidades de las cotas están expresadas en metros.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:  
**DESARROLLO DE SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO**

CONTENIDO:  
**VISTA EN PLANTA DE LA RED DE AGUAS GRISAS REUTILIZADAS**

Coordinador de Materia Integradora: MSc. Lenin Dender	Tutores de Conocimientos Específicos:	Estudiantes: Zorrilla Gudiño Bruno Pozo Gonzabay Richard	FECHA DE ENTREGA: 06 / 01 / 2025
Tutor de Área de Conocimiento: MSc. Ingrid Orta		LÁMINA: HS 13/21	ESCALA: 1:100



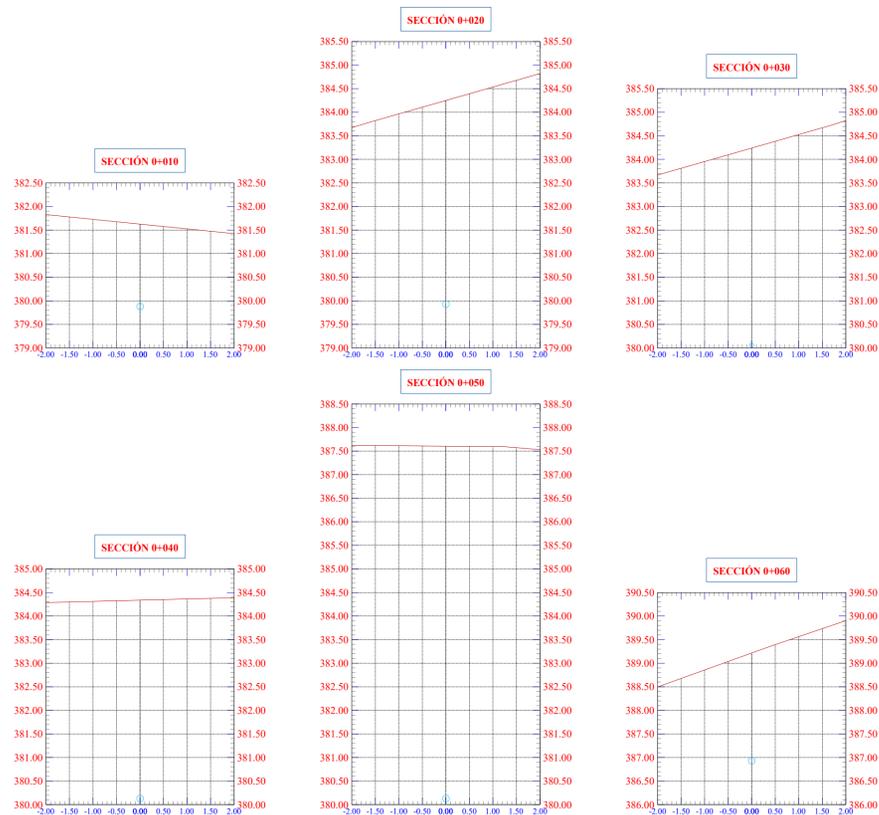
PROGRESIVA	0+000	0+010	0+020	0+030	0+040	0+050	0+060	0+068
COTA DE TERRENO	379.52	381.63	384.25	384.24	384.34	387.60	389.22	388.64
COTA DE TUBERÍA		379.94	379.99	380.09	380.18	380.20	387.00	387.00

### VISTA LONGITUDINAL DE LA RED DE AGUAS GRISES REUTILIZADAS

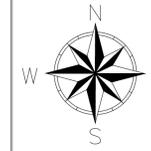
ESCALA HORIZONTAL 1:300  
ESCALA VERTICAL 1:100

### VISTAS TRANSVERSALES DE LA RED DE AGUAS GRISES REUTILIZADAS

ESCALA HORIZONTAL 1:75  
ESCALA VERTICAL 1:100



### UBICACIÓN DEL PROYECTO:



PROVINCIA: GUAYAS  
PARROQUIA: EL TRIUNFO

CANTÓN: EL TRIUNFO  
COMUNIDAD: SAN JOAQUIN

### SIMBOLOGÍA:

- Terreno natural
- Secciones
- Tubería de AAGG
- Accesorios

### NOTAS:

Las unidades de las cotas están expresadas en metros.

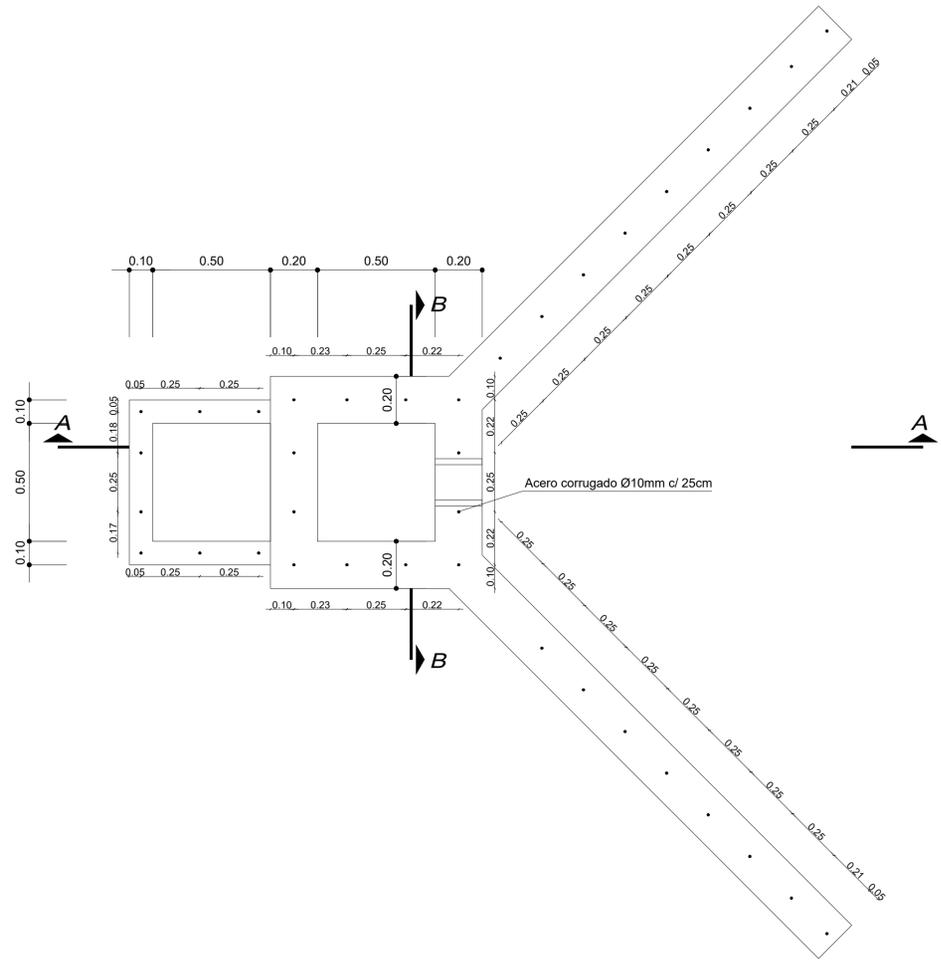
### ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:  
**DESARROLLO DE SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO**

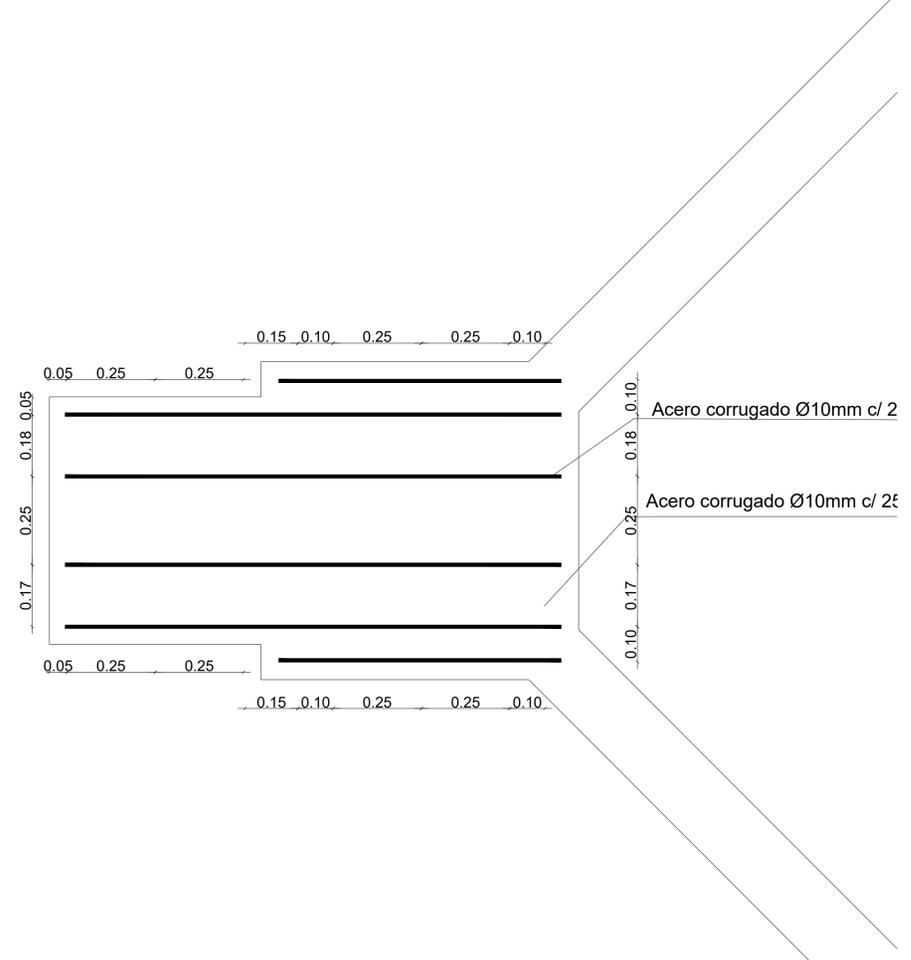
CONTENIDO:  
**PERFILES DE LA RED DE AGUAS GRISES REUTILIZADAS**

Coordinador de Materia Integradora: MSc. Lenin Dender	Tutores de Conocimientos Específicos:	Estudiantes: Zorrilla Gudiño Bruno Pozo Gonzabay Richard	FECHA DE ENTREGA: 06 / 01 / 2025
Tutor de Área de Conocimiento: MSc. Ingrid Orta		LÁMINA: HS 14/21	ESCALA: INDICADAS

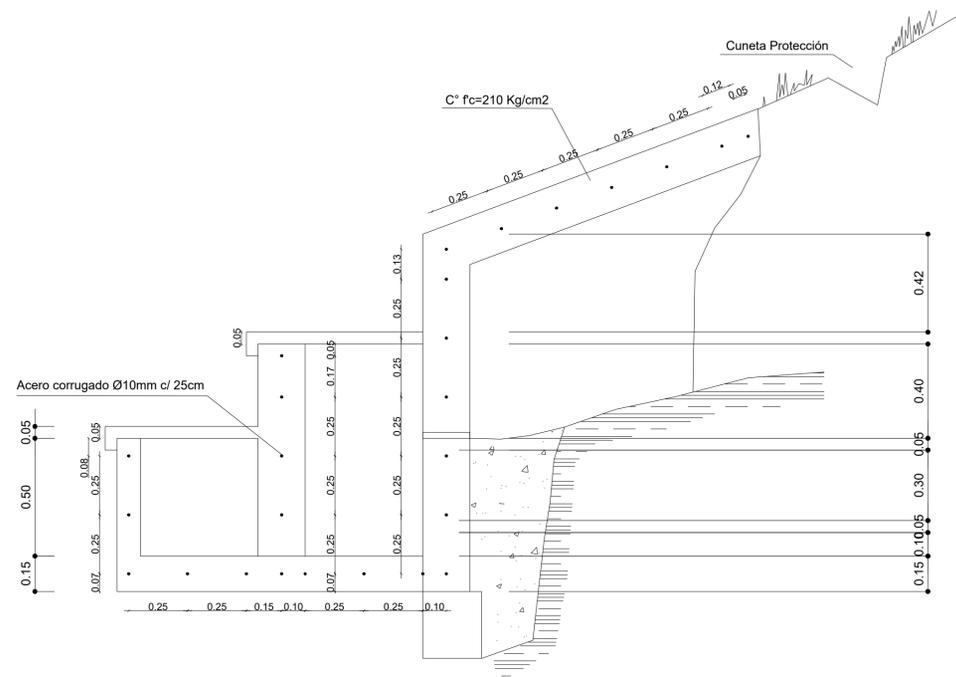




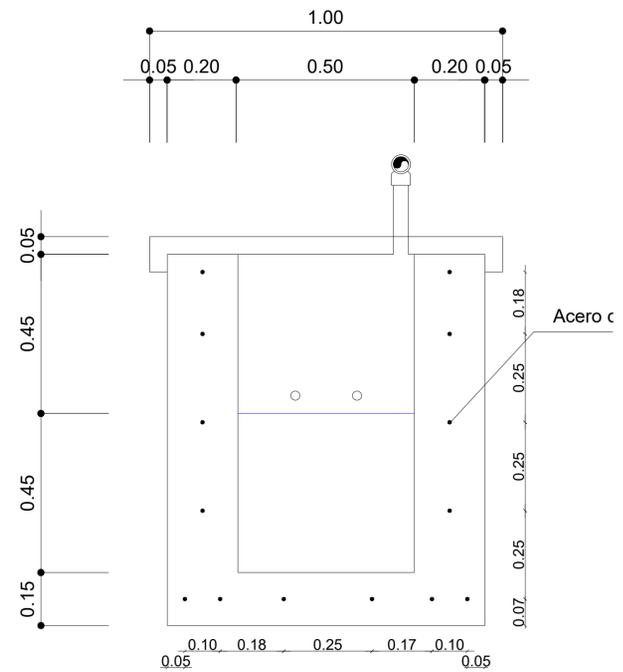
**VISTA EN PLANTA DE LOS MUROS**  
ESCALA 1:15



**VISTA EN PLANTA DE LA LOSA**  
ESCALA 1:10



**CORTE A-A**  
ESCALA 1:15



**CORTE B-B**  
ESCALA 1:10

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**



PROVINCIA: GUAYAS  
PARROQUIA: EL TRIUNFO

CANTÓN: EL TRIUNFO  
COMUNIDAD: SAN JOAQUIN

**SIMBOLOGÍA:**

- Varilla corrugada 10 mm
- Varilla corrugada 10mm
- Nivel del agua

**NOTAS:**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

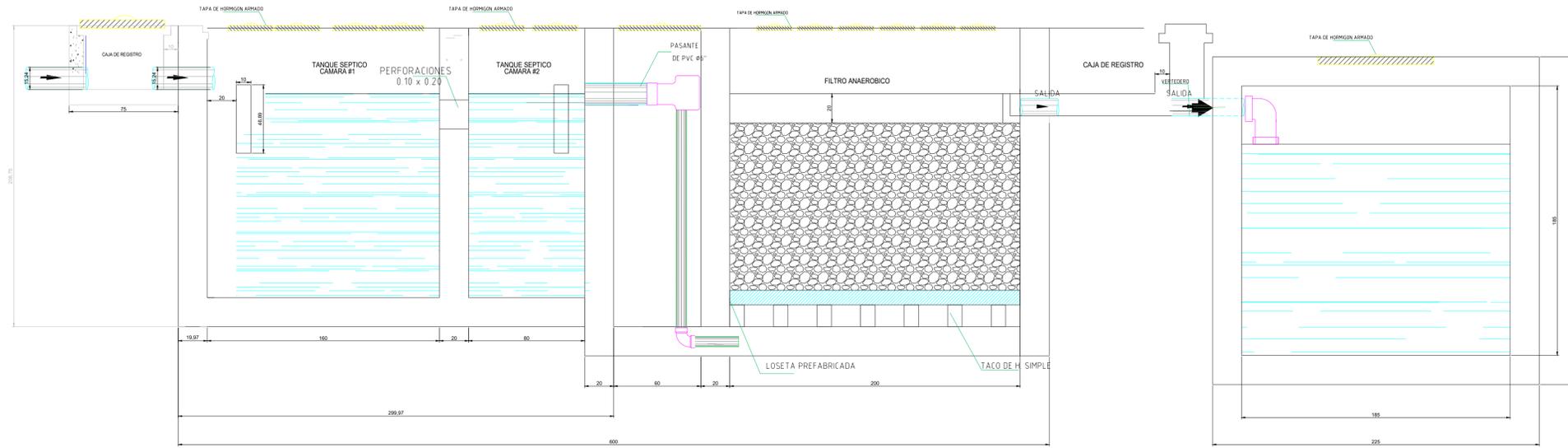
PROYECTO:  
**DESARROLLO DE SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO**

CONTENIDO:  
**ARMADO DE ZONA DE CAPTACIÓN**

Coordinador de Materia Integradora: MSc. Lenin Dender	Tutores de Conocimientos Específicos: Zorrilla Gudiño Bruno Pozo Gonzabay Richard	Estudiantes:	FECHA DE ENTREGA: 06 / 01 / 2025
Tutor de Área de Conocimiento: MSc. Ingrid Orta		LÁMINA: HS 16/21	ESCALA: INDICADAS

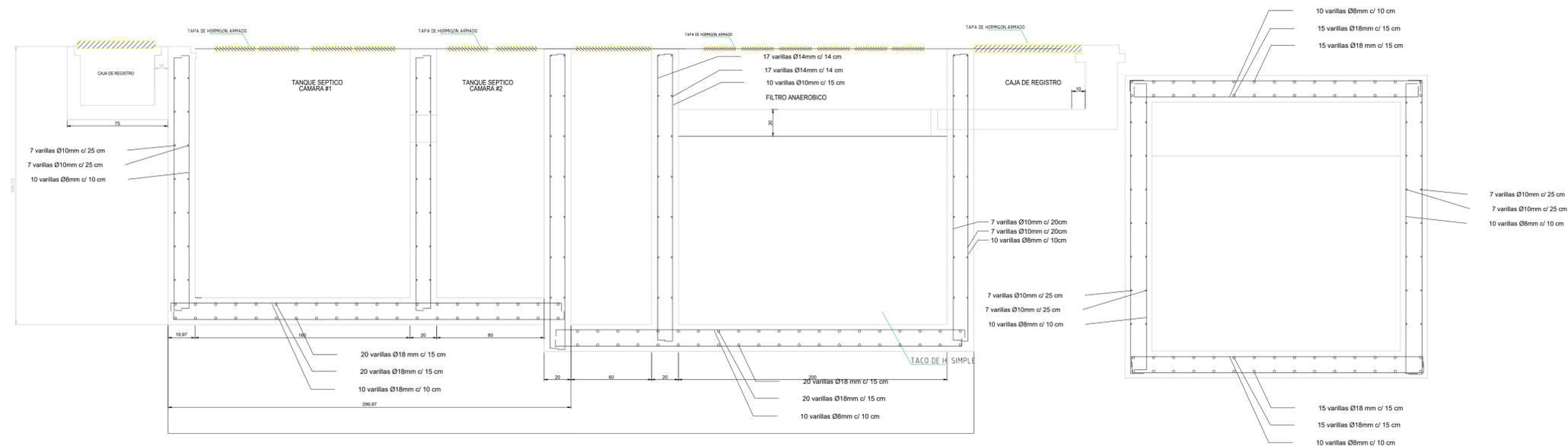






### VISTA LONGITUDINAL DEL POZO SÉPTICO CON CÁMARA DE AGUAS GRISES TRATADAS

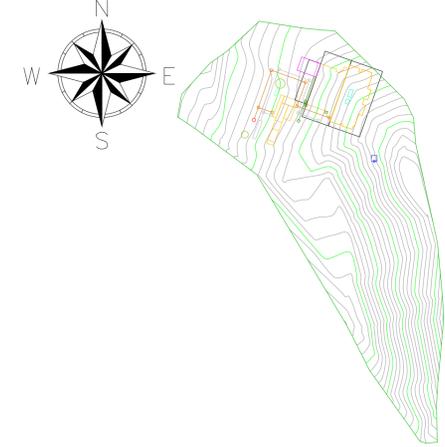
ESCALA 1:200



### VISTA LONGITUDINAL DEL ARMADO DEL POZO SÉPTICO CON CÁMARA DE AGUAS GRISES TRATADAS

ESCALA 1:200

### UBICACIÓN DEL PROYECTO:



PROVINCIA: GUAYAS  
PARROQUIA: EL TRIUNFO

CANTÓN: EL TRIUNFO  
COMUNIDAD: SAN JOAQUIN

### SIMBOLOGÍA:

- Agua contenida por el pozo séptico
- Accesorios

### NOTAS:

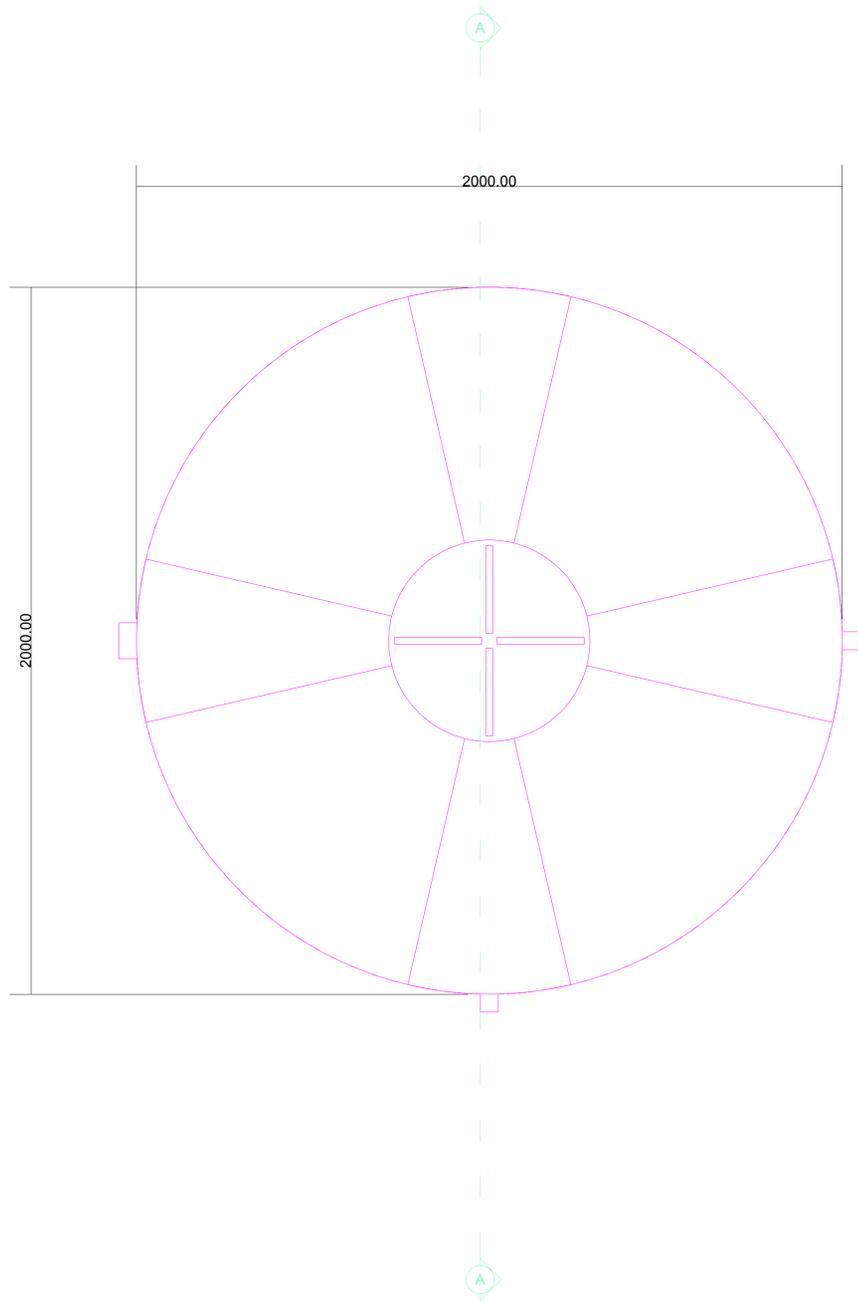
Las unidades de las cotas están expresadas en centímetros.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

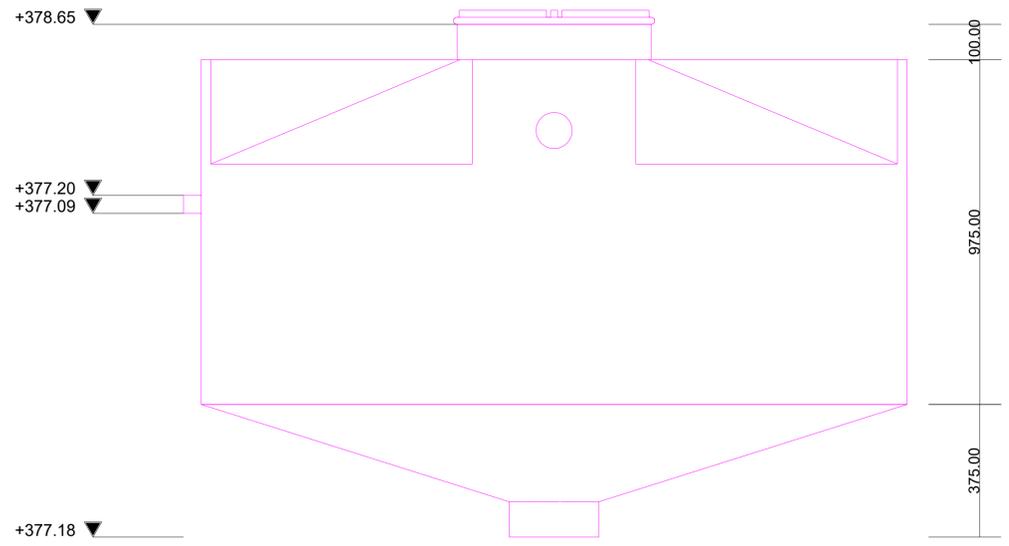
PROYECTO:  
**DESARROLLO DE SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO**

CONTENIDO:  
**CORTES DEL POZO SÉPTICO Y CÁMARA DE AGUAS GRISES**

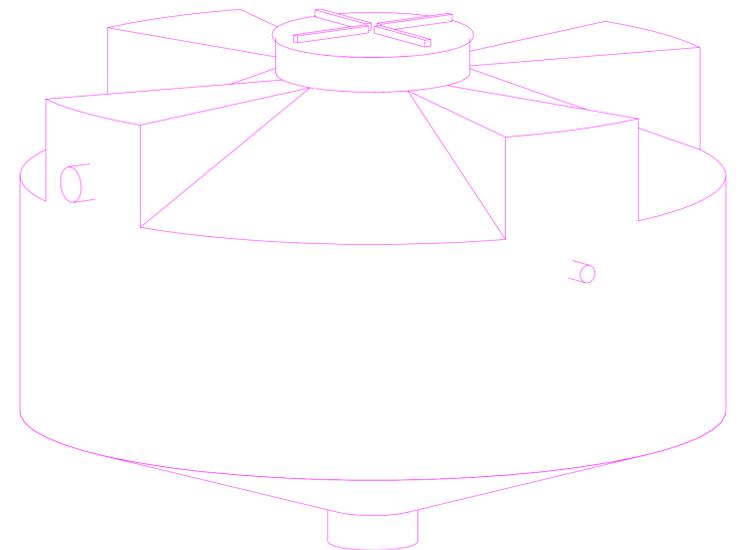
Coordinador de Materia Integradoras: <b>MSc. Lenin Dender</b>	Tutores de Conocimientos Específicos: <b>Zorrilla Gudiño Bruno Pozo Gonzabay Richard</b>	Estudiantes:	FECHA DE ENTREGA: <b>06 / 01 / 2025</b>
Tutor de Área de Conocimiento: <b>MSc. Ingrid Orta</b>			LÁMINA: <b>HS 19/21</b> ESCALA: <b>1:200</b>



**VISTA EN PLANTA DEL TANQUE BIODIGESTOR**  
ESCALA 1:10

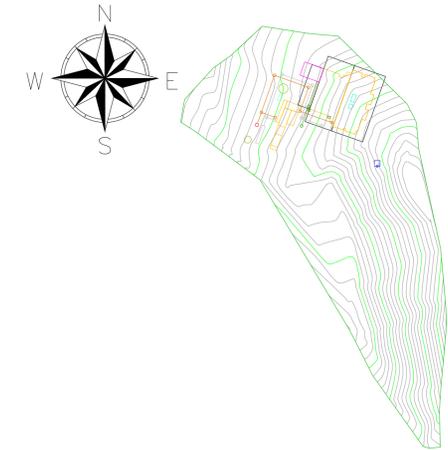


**CORTE A-A DEL TANQUE BIODIGESTOR**  
ESCALA 1:10



**VISTA EN ISOMÉTRICO DEL TANQUE BIODIGESTOR**  
ESCALA 1:10

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**



PROVINCIA: GUAYAS  
PARROQUIA: EL TRIUNFO

CANTÓN: EL TRIUNFO  
COMUNIDAD: SAN JOAQUIN

**SIMBOLOGÍA:**

**NOTAS:**

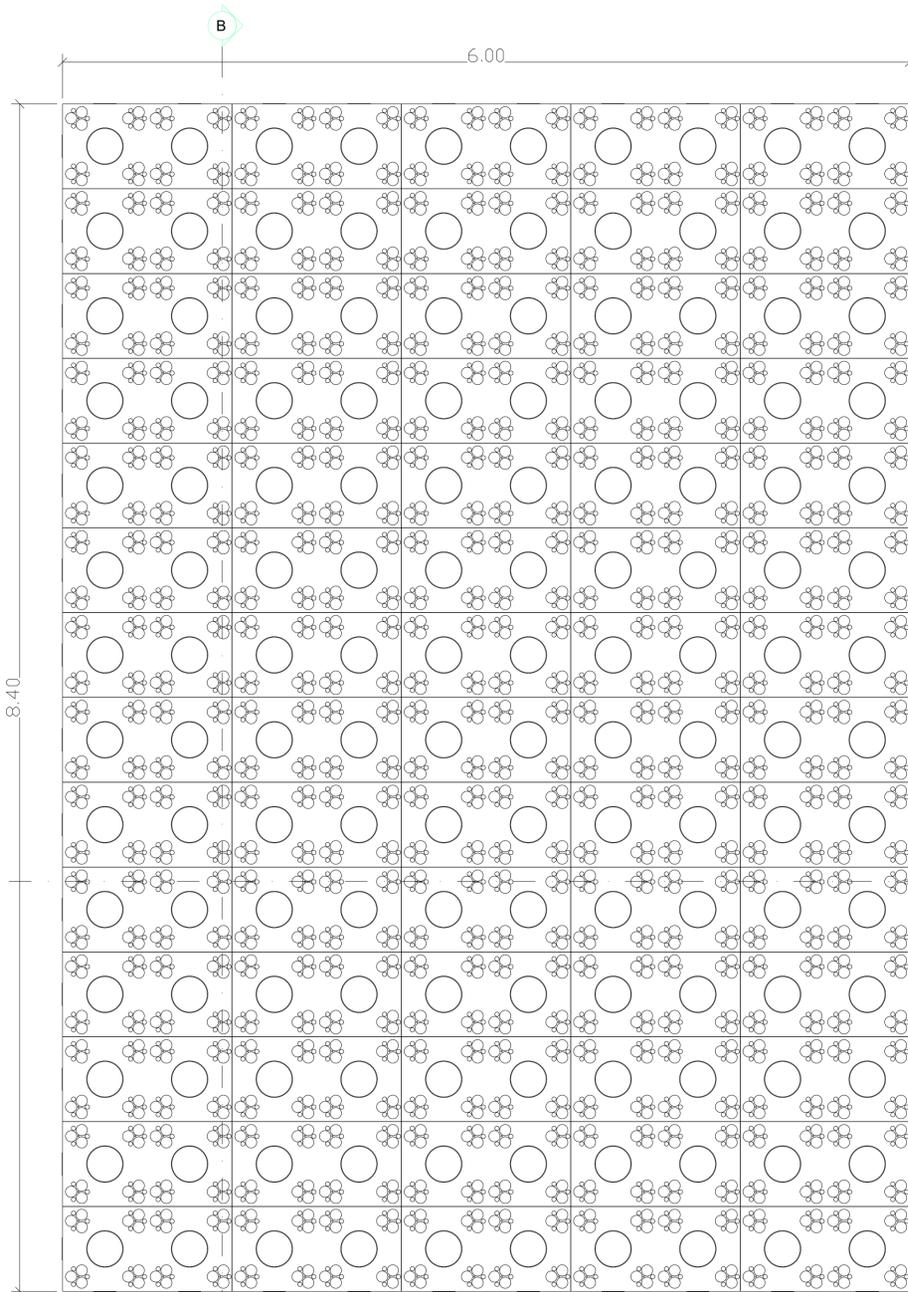
Las unidades de las cotas están expresadas en milímetros.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

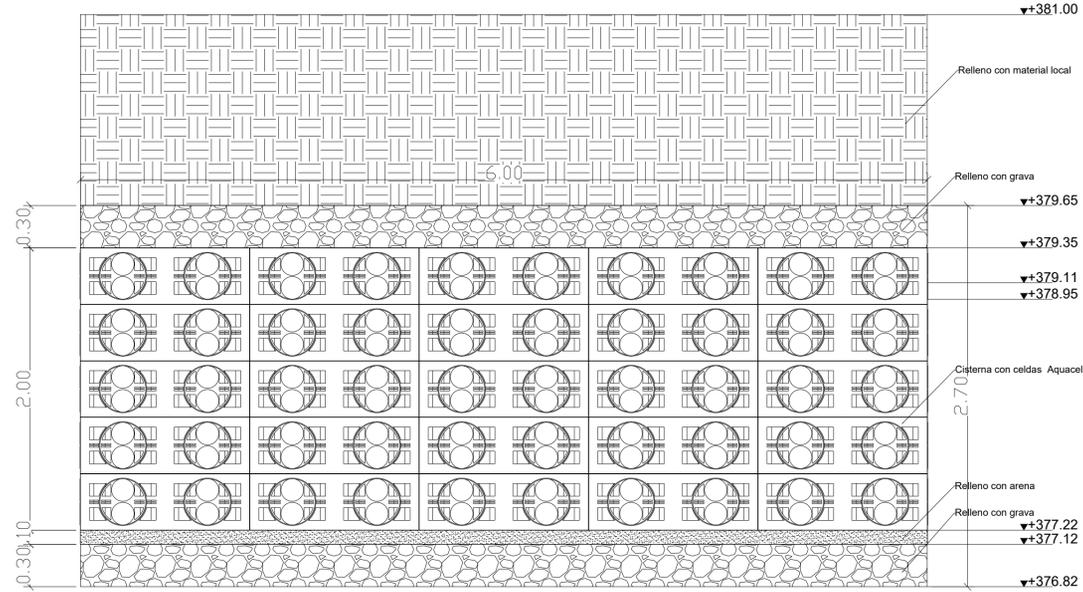
PROYECTO:  
**DESARROLLO DE SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO**

CONTENIDO:  
**VISTAS Y CORTES DEL TANQUE BIODIGESTOR**

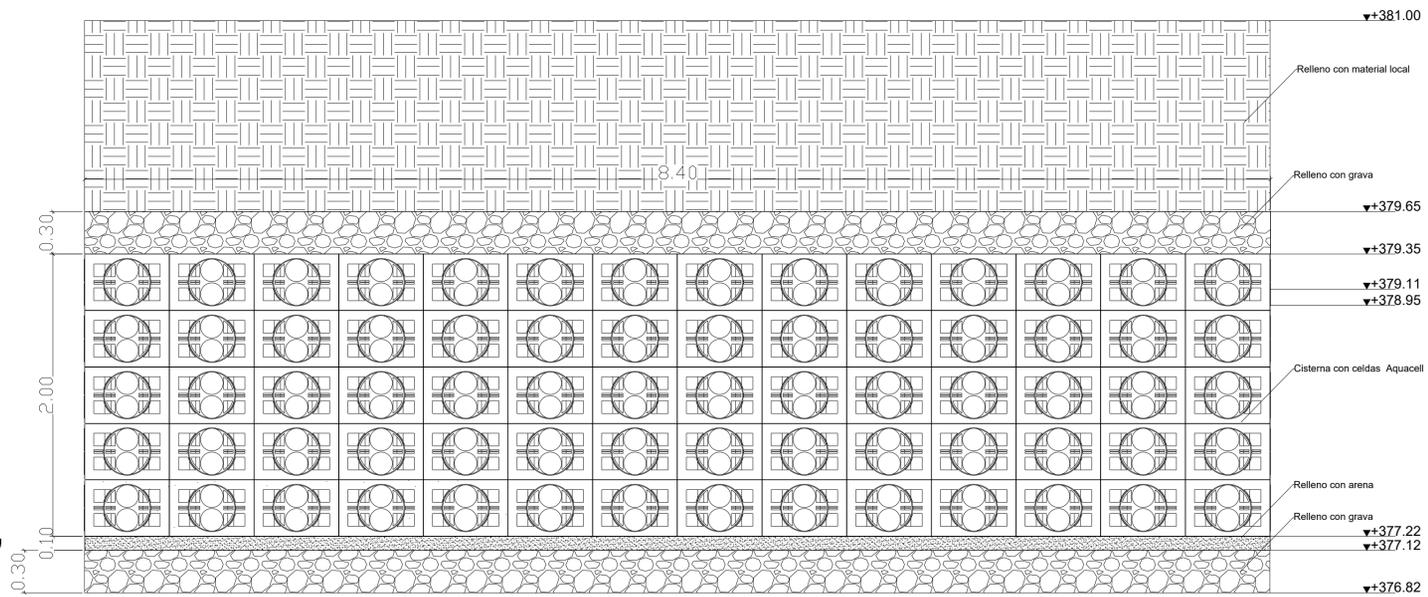
Coordinador de Materia Integradora: MSc. Lenin Dender	Tutores de Conocimientos Específicos: Zorrilla Gudiño Bruno Pozo Gonzabay Richard	Estudiantes:	FECHA DE ENTREGA: 06 / 01 / 2025
Tutor de Área de Conocimiento: MSc. Ingrid Orta		LÁMINA: HS 20/21	ESCALA: 1:10



**VISTA EN PLANTA**  
ESCALA 1:25



**CORTE A-A'**  
ESCALA 1:25



**CORTE B-B'**  
ESCALA 1:25

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**



PROVINCIA: GUAYAS  
PARROQUIA: EL TRIUNFO

CANTÓN: EL TRIUNFO  
COMUNIDAD: SAN JOAQUÍN

**SIMBOLOGÍA:**

**NOTAS:**

Las unidades de las cotas están expresadas en metros.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:  
**DESARROLLO DE SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA FINCA EN LA COMUNIDAD "SAN JOAQUÍN" DE EL TRIUNFO**

CONTENIDO:  
**VISTAS Y CORTES DE LAS CELDAS AQUACELL**

Coordinador de Materia Integradoras: MSc. Lenin Dender	Tutores de Conocimientos Específicos: Zorrilla Gudiño Bruno Pozo Gonzabay Richard	Estudiantes:	FECHA DE ENTREGA: 06 / 01 / 2025
Tutor de Área de Conocimiento: MSc. Ingrid Orta			LÁMINA: HS 21/21
			ESCALA: 1:25