



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y
ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CAULOTE, SAN JOSE DEL GOLFO,
GUATEMALA**

Rudy Alonso Morales Oliva

Asesorado por la Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra

Guatemala, noviembre de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y
ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CAULOTE, SAN JOSE DEL GOLFO,
GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

RUDY ALONSO MORALES OLIVA

ASESORADO POR LA INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a.i.)
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz Gonzales
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Alejandro Castañón López
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADORA	Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y
ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CAULOTE, SAN JOSE DEL GOLFO,
GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 15 de julio del 2022.



Rudy Alonso Morales Oliva

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 27 de julio de 2023
REF.EPS.DOC.264.07.2023

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández:

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Rudy Alonso Morales Oliva, CUI 2833 20621 0101 y Registro Académico 201700534** de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CAULOTE, SAN JOSÉ DEL GOLFO, GUATEMALA.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Una firma manuscrita en tinta negra, que parece ser la de Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra.

Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
MRGSdS/ra

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 24 de agosto de 2023
REF.EPS.D.264.08.2023

Ing. Armando Fuentes Roca
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Fuentes Roca:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CAULOTE, SAN JOSÉ DEL GOLFO, GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Rudy Alonso Morales Oliva, CUI 2833 20621 0101 y Registro Académico 201700534**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación por parte de la Asesora-Supervisora, como Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

A handwritten signature in blue ink is written over an official stamp. The stamp is oval-shaped and contains the text: 'Universidad de San Carlos de Guatemala', 'DIRECCION', 'Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS', and 'Facultad de Ingeniería'.

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

OAH/ra



Guatemala, 09 de agosto 2023

Ingeniero
Armando Fuentes Roca
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería

Ingeniero Fuentes:

Por medio de la presente comunico a usted, que a través del Departamento de Hidráulica de la Escuela de Ingeniería Civil se ha revisado el Trabajo Final de EPS, **“Diseño de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario para la aldea el Caulote, San José del Golfo, Guatemala”**, del estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, **RUDY ALONSO MORALES OLIVA**, Registro Académico: **201700534**, quien contó con la asesoría de la **INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA**.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte académico para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, le saludo muy atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE
DE HIDRÁULICA
U S A C
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Jefe Del Departamento de Hidráulica

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Coordinador del Departamento de Hidráulica

Asesor
Interesado



Guatemala, 10 agosto de 2023

Ingeniero
Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Guatemala

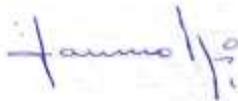
Respetado Ingeniero:

Le informo que se ha revisado el Informe final de EPS” **Diseño de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario para la aldea el Caulote, San José del Golfo, Guatemala**”, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil, **RUDY ALONSO MORALES OLIVA, Registro Académico: 201700534**, quien contó con la asesoría de la **INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA**.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Armando Fuentes Roca
Director Escuela Ingeniería Civil



Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.750.2023

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CAULOTE, SAN JOSE DEL GOLFO, GUATEMALA**, presentado por: **Rudy Alonso Morales Oliva**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. José Francisco Gómez Rivera
Decano a.i.



Guatemala, noviembre de 2023

JFGR/gaac

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por brindarme la sabiduría para lograr alcanzar esta meta.
Mis padres	Rudy Morales y Vilma Oliva, por su apoyo y amor durante todo este proceso y darme la oportunidad de alcanzar esta meta.
Gladis Sandoval	Por acompañarme y estar siempre a mi lado ayudándome a sobresalir en esta etapa de mi vida y brindarme el amor para lograr esta meta.
Mi hermana	Escarleth Morales, por su apoyo y cariño durante este proceso.
Mirian Morales	Mi tía, por siempre estar a mi lado y alentarme cada día.
Mis abuelos	Alfonso Morales, Mikaela Catalán, Pablo Oliva, y Enriqueta Cabrera, por estar siempre pendiente de mí en todo momento y darme su cariño incondicional.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi casa de estudios y permitirme la oportunidad de formarme académicamente.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme la oportunidad de convertirme en un profesional y darme los conocimientos necesarios para lograrlo.
Mi familia	Por ayudarme a lo largo de mi carrera, a seguir adelante y cumplir esta meta.
Mi asesora	Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra por su asesoría y apoyo durante la realización de mi EPS.
Área de Técnica Complementaria	Por darme la oportunidad de ser auxiliar de catedra.
Centro de Investigación de Ingeniería	En especial a la Sección de Metales, por darme la confianza y la oportunidad de ser auxiliar de catedra.
Amigos de la Facultad	Miguel Ajzip, José Montejo, José Guzmán, Axel Sosa, Rodrigo Granado y demás compañeros, por su apoyo y compañía a lo largo de estos años en la Facultad de Ingeniería.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. FASE DE INVESTIGACION.....	1
1.1. Monografía del municipio de San José del Golfo	1
1.1.1. Ubicación del municipio de San José del Golfo	1
1.1.2. Ubicación de los proyectos.....	2
1.1.3. Vías de acceso	4
1.1.4. Estructura espacial	4
1.1.5. Clima	5
1.1.6. Población	6
1.1.7. Servicios públicos	7
1.1.8. Aspectos económicos.....	7
1.1.9. Salud.....	7
1.2. Diagnóstico de las necesidades de servicios básicos, saneamiento e infraestructura de la aldea El Caulote.....	8
1.2.1. Descripción de las necesidades	8
1.2.2. Análisis y priorización de las necesidades	9
2. FASE DE SERVICIO TECNICO PROFESIONAL	11
2.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable	11

2.1.1.	Descripción del proyecto	11
2.1.2.	Levantamiento topográfico	11
2.1.2.1.	Planimetría	12
2.1.2.2.	Altimetría	12
2.1.3.	Fuente de abastecimiento	13
2.1.4.	Caudal de aforo	13
2.1.5.	Calidad del agua.....	13
2.1.5.1.	Normas de calidad del agua	13
2.1.5.2.	Análisis físico químico.....	14
2.1.5.3.	Análisis bacteriológico.....	14
2.1.6.	Parámetros de diseño	15
2.1.6.1.	Periodo de diseño	15
2.1.6.2.	Población de diseño	16
2.1.6.2.1.	Tasa de crecimiento poblacional.....	16
2.1.6.2.2.	Población actual y futura.....	17
2.1.6.2.3.	Dotación.....	18
2.1.7.	Tipo de sistema	19
2.1.8.	Factores de consumo	20
2.1.8.1.	Factor de día máximo.....	20
2.1.8.2.	Factor de hora máximo	21
2.1.9.	Caudales de diseño	21
2.1.9.1.	Caudal medio diario	21
2.1.9.2.	Caudal máximo diario.....	22
2.1.9.3.	Caudal máximo horario	23
2.1.9.4.	Caudal de bombeo	24
2.1.9.5.	Caudal de uso simultaneo.....	25
2.1.10.	Velocidades	26

2.1.11.	Presiones	26
2.1.12.	Parámetros de diseño.....	27
2.1.13.	Diseño del sistema	28
2.1.13.1.	Línea de conducción	29
2.1.13.1.1.	Línea de impulsión.....	29
2.1.13.2.	Tanque de almacenamiento.....	39
2.1.13.2.1.	Volumen del tanque.....	39
2.1.13.2.2.	Diseño estructural del tanque	40
2.1.13.2.3.	Sistema de desinfección	71
2.1.13.3.	Diseño de la red de distribución	73
2.1.13.3.1.	Tipos de redes	73
2.1.13.3.2.	Cálculo de la red de distribución.....	74
2.1.13.3.3.	Obras hidráulicas.....	79
2.1.13.3.4.	Conexiones domiciliares	80
2.1.13.4.	Ejemplo de un tramo	80
2.1.14.	Operación y mantenimiento.....	83
2.1.14.1.	Programa de operación y mantenimiento	83
2.1.14.2.	Costo de operación y mantenimiento...	85
2.1.15.	Propuesta de tarifa	87
2.1.16.	Planos	87
2.1.17.	Presupuesto.....	87
2.1.18.	Cronograma de ejecución.....	90
2.1.19.	Evaluación de impacto ambiental.....	91
2.1.20.	Evaluación socioeconómica	92

	2.1.20.1.	Valor presente neto (VPN)	92
	2.1.20.2.	Tasa interna de retorno	95
2.2.		Diseño del sistema de alcantarillado sanitario	96
	2.2.1.	Descripción del proyecto	96
	2.2.2.	Levantamiento topográfico	96
	2.2.2.1.	Planimetría	97
	2.2.2.2.	Altimetría	97
	2.2.3.	Componentes del sistema	98
	2.2.3.1.	Colector	98
	2.2.3.2.	Pozos de visita	98
	2.2.3.3.	Conexiones domiciliarias	99
		2.2.3.3.1. Caja o candela.....	99
		2.2.3.3.2. Tubería secundaria.....	100
	2.2.4.	Parámetros de diseño	100
	2.2.4.1.	Periodo de diseño	100
	2.2.4.2.	Tasa de crecimiento poblacional.....	101
	2.2.4.3.	Estimación de la población futura	102
	2.2.4.4.	Dotación	103
	2.2.4.5.	Factor de retorno.....	104
	2.2.5.	Caudales de diseño	104
	2.2.5.1.	Caudal domiciliar	104
	2.2.5.2.	Caudal comercial.....	105
	2.2.5.3.	Caudal industrial.....	105
	2.2.5.4.	Caudal de infiltración.....	105
	2.2.5.5.	Caudal de conexiones ilícitas.....	106
	2.2.5.6.	Caudal sanitario	107
	2.2.5.7.	Factor de caudal medio.....	107
	2.2.5.8.	Factor de Harmond	108
	2.2.5.9.	Caudal de diseño sanitario.....	109

2.2.6.	Pendiente.....	110
2.2.7.	Diámetro de tuberías	110
2.2.8.	Fundamentos hidráulicos.....	111
2.2.8.1.	Ecuación de Manning para flujo en canales	111
2.2.8.2.	Ecuación a sección llena.....	111
2.2.8.3.	Relaciones hidráulicas	112
2.2.8.4.	Velocidades máximas y mínimas	113
2.2.8.5.	Coeficiente de rugosidad.....	114
2.2.8.6.	Cotas Invert	114
2.2.8.7.	Profundidad de pozo	115
2.2.8.8.	Volumen de excavación	116
2.2.8.9.	Ejemplo de un tramo	116
2.2.9.	Propuesta de tratamiento de aguas residuales.....	120
2.2.9.1.	Diseño de fosa séptica	121
2.2.9.2.	Pozos de absorción	191
2.2.10.	Operación y mantenimiento.....	195
2.2.10.1.	Programa de operación y mantenimiento	195
2.2.10.2.	Costos de operación y mantenimiento	196
2.2.11.	Planos	198
2.2.12.	Presupuesto.....	199
2.2.13.	Cronograma de ejecución	201
2.2.14.	Evaluación de impacto ambiental.....	202
	CONCLUSIONES	205
	RECOMENDACIONES.....	207
	REFERENCIAS	209

APÉNDICES 211
ANEXOS 219

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1.	Mapa de ubicación del municipio de San José del Golfo	2
Figura 2.	Ubicación de los proyectos en la aldea El Caulote	3
Figura 3.	Esquema de losa del tanque de almacenamiento	41
Figura 4.	Diagrama de losa del tanque de almacenamiento.....	45
Figura 5.	Diagrama de momentos balanceados de losa del tanque de almacenamiento	46
Figura 6.	Presión ejercida por el agua sobre el muro del tanque de almacenamiento	59
Figura 7.	Esquema de losa inferior del tanque de almacenamiento	65
Figura 8.	Diagrama de losa inferior del tanque de almacenamiento.....	69
Figura 9.	Cronograma de ejecución del sistema de abastecimiento de agua potable.....	90
Figura 10.	Forma de medir la cota invert.....	115
Figura 11.	Esquema de losa de fosa séptica 1	125
Figura 12.	Diagrama de losa de fosa séptica 1	129
Figura 13.	Diagrama de momentos balanceados de losa de fosa séptica 1	130
Figura 14.	Diagrama de presiones ejercida por el agua sobre el muro de fosa séptica 1	142
Figura 15.	Diagrama de presiones ejercida por el suelo sobre el muro de fosa séptica 1	146
Figura 16.	Esquema de losa inferior de fosa séptica 1	150
Figura 17.	Diagrama de losa inferior de fosa séptica 1	154

Figura 18.	Esquema de losa de fosa séptica 2	159
Figura 19.	Diagrama de losa de fosa séptica 2.....	163
Figura 20.	Diagrama de momentos balanceados de losa de fosa séptica 2.....	164
Figura 21.	Diagrama de presiones ejercida por el agua sobre el muro de fosa séptica 2.....	177
Figura 22.	Diagrama de presiones ejercida por el suelo sobre el muro de fosa séptica 2.....	180
Figura 23.	Esquema de losa inferior de fosa séptica 2	184
Figura 24.	Diagrama de losa inferior de fosa séptica 2.....	188
Figura 25.	Cronograma de ejecución del sistema de alcantarillado sanitario.....	201

TABLAS

Tabla 1.	Cuadro de categorías de los lugares poblados	5
Tabla 2.	Parámetros climáticos promedio de San José del Golfo.....	6
Tabla 3.	Ubicación de los servicios de salud de San José del Golfo	8
Tabla 4.	Dotaciones de agua potable	19
Tabla 5.	Parámetros de diseño.....	28
Tabla 6.	Costo mensual de tubería.....	31
Tabla 7.	Costo mensual de bombeo	33
Tabla 8.	Diámetro económico	34
Tabla 9.	Tipo de losa del tanque de almacenamiento.....	42
Tabla 10.	Momentos negativos y positivos de losa del tanque de almacenamiento.....	44
Tabla 11.	Área de acero y espaciamiento de losa del tanque de almacenamiento.....	48
Tabla 12.	Tipo de losa inferior del tanque de almacenamiento.....	66

Tabla 13.	Momentos negativos y positivos de losa inferior del tanque de almacenamiento.....	68
Tabla 14.	Área de acero y espaciamiento de losa inferior del tanque de almacenamiento.....	71
Tabla 15.	Cálculo hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable.....	78
Tabla 16.	Programa de operación y mantenimiento del sistema de agua potable	84
Tabla 17.	Costo de operación y mantenimiento del sistema de agua potable	86
Tabla 18.	Cuadro de renglones finales del proyecto del sistema de agua potable.....	88
Tabla 19.	Tipo de losa de fosa séptica 1	126
Tabla 20.	Momentos negativos y positivos de losa de fosa séptica 1	128
Tabla 21.	Área de acero y espaciamiento de losa de fosa séptica 1	132
Tabla 22.	Tipo de losa inferior de fosa séptica 1	151
Tabla 23.	Momentos negativos y positivos de losa inferior de fosa séptica 1	153
Tabla 24.	Área de acero y espaciamiento de losa inferior de fosa séptica 1	156
Tabla 25.	Tipo de losa de fosa séptica 2	160
Tabla 26.	Momentos negativos y positivos de losa de fosa séptica 2.....	162
Tabla 27.	Área de acero y espaciamiento de losa de fosa séptica 2	167
Tabla 28.	Tipo de losa inferior de fosa séptica 2	185
Tabla 29.	Momentos negativos y positivos de losa inferior de fosa séptica 2.....	188
Tabla 30.	Área de acero y espaciamiento de losa inferior de fosa séptica 2.....	191

Tabla 31. Programa de operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario 196

Tabla 32. Costo de operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario 198

Tabla 33. Cuadro de renglones finales del proyecto del sistema de alcantarillado sanitario 199

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
HP	Caballos de fuerza
cm	Centímetro
cm²	Centímetro cuadrado
GPM	Galones por minutos
gal/min	Galones por minutos
gr	Gramo
kg	Kilogramo
kg/cm²	Kilogramo por centímetro cuadrado
kg-m	Kilogramo por metro
kg/m²	Kilogramo por metro cuadrado
kg/m³	Kilogramo por metro cubico
kg/m	Kilogramo sobre metro
Km	Kilometro
Kw	Kilovatio
PSI	Libra por pulgada cuadrada
L	Litro
L/día	Litro por día
L/hab/día	Litro por habitante por día
L/s	Litro por segundo
m	Metro
mca	Metro columna de agua
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cubico

m/s	Metro por segundo
%	Porcentaje
In	Pulgada

GLOSARIO

ACI	American Concrete Institute.
Aforo	Acción de medir la cantidad de agua por unidad de tiempo que proporciona una fuente.
AGIES	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica.
Agua pluvial	Agua de lluvia de precipitación natural.
Agua potable	Agua sanitariamente segura y cumple con los límites proporcionados por la norma COGUANOR NTG 29001.
Agua residual	Agua producidas por las actividades domésticas, comerciales e industriales.
Altimetría	Rama de la topografía que se encarga de determinar las diferencias de altura del terreno.
Área de Acero	Cantidad de acero que necesita un elemento para soportar el momento actuante en una sección de concreto.
ASTM	American Society for Testing and Materials.

Candela	Fuente donde se reciben las aguas residuales domesticas provenientes del interior de la vivienda y que se conducen al colector.
Carga muerta	Cargas provocadas por todos los elementos propios de la estructura.
Carga viva	Cargas producidas por la ocupación de la estructura.
Caudal	Volumen de agua por unidad de tiempo.
COGUANOR	Comisión Guatemaltecas de Normas.
Colector	Conjunto de tuberías que conducen y vierten las aguas residuales.
Concreto armado	Material de construcción que consiste en la combinación de concreto hidráulico y acero de refuerzo.
Cota Invert	Es la distancia vertical profunda desde la parta baja de la boca del tubo que emboca o desemboca hacia el nivel del terreno.
Cota piezométrica	Indica la presión en el sistema de tubería en la red.
Dotación	Cantidad de agua potable necesaria para consumo de una persona por día.

FDM	Factor de día máximo.
FHM	Factor de hora máxima.
FOPAVI	Fondo Para la Vivienda.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
Planimetría	Rama de la topografía que se encarga de determinar las orientaciones de los puntos en un plano horizontal.
Pozo de visita	Es un elemento que permite el acceso para la verificación del buen funcionamiento de la red.
Presión	Fuerza ejercida por el agua sobre la superficie de la tubería.
PVC	Policloruro de vinilo.
Tirante	Altura de las aguas residuales dentro de una tubería o canal abierto.
Topografía	Ciencia que estudia el conjunto de procedimiento para determinar posiciones relativas de puntos situados encima y debajo de la superficie.

UNEPAR

Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos
Rurales.

RESUMEN

En el presente trabajo de graduación consta de dos capítulos, el primero es sobre la monografía del Municipio de San José del Golfo y los diagnósticos de las necesidades básicas de los servicios básicos, saneamiento e infraestructura de la aldea El Caulote y el segundo se trata sobre los diseños de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario para la aldea.

La fase de investigación del informe contiene la monografía del Municipio de San José del Golfo, donde se indica su ubicación, vías de acceso, clima, población, aspectos económicos, entre otros. También se realizó un diagnóstico de las necesidades de los servicios básicos de la aldea El Caulote, donde se priorizó la realización de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitarios eficientes para la comunidad.

La fase de servicio técnico profesional contiene el desarrollo de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario. El sistema de abastecimiento de agua potable contiene una línea de impulsión que conducirá el agua del pozo mecánico al tanque de almacenamiento, posteriormente la distribución a los habitantes de la comunidad. En sistema de alcantarillado sanitario contiene la red de colectores que conducirá las aguas residuales a sistemas de tratamiento adecuados.

Los proyectos se llevaron a cabo de acuerdo con las normas nacionales, garantizando un rendimiento óptimo en los sistemas durante los periodos de diseño de estos.

OBJETIVOS

General

Diseñar los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario para la aldea el Caulote, San José del Golfo, Guatemala.

Específicos

1. Realizar un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea El Caulote.
2. Elaborar un sistema de abastecimiento de agua potable y un sistema de alcantarillado sanitario para la aldea El Caulote, aplicando las guías y normativas nacionales, que brinden un servicio óptimo durante su periodo de diseño.
3. Desarrollar un plan de actividades que permite un adecuado y correcto mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario.

INTRODUCCIÓN

La Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala tiene como objetivo principal brindar al estudiante próximo a graduarse adquirir experiencia en el campo y contribuir al desarrollo de las comunidades de Guatemala. En este caso, se realizó en la Municipalidad de San José del Golfo, del departamento de Guatemala, donde se ha priorizado los diseños de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario que ayudara a mejorar la calidad de vida de los habitantes de la aldea El Caulote, San José del Golfo.

El Caulote es la tercera aldea más poblada en el Municipio de San José del Golfo. Actualmente existe un sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario, pero, sin embargo, estos ya no funcionan; Debido a los años que poseen, crecimiento poblacional y la falta de mantenimiento.

La deficiencia de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario provoca que los habitantes de la aldea El Caulote adquieran el líquido por medio de la compra de camiones cisterna para satisfacer las necesidades, como también el desfogue de las aguas servidas en las calles y barrancos de la comunidad. Las alternativas generan consecuencia en la población, afectando directamente a la salud de los habitantes y del ambiente, como también a la economía de la aldea.

A través del desarrollo de los proyectos mencionados se pretende que los habitantes de la aldea el Caulote tengan sistemas eficientes. Los proyectos consisten en la conducción del agua desde el pozo mecánico hasta el tanque de

almacenamiento, posteriormente la distribución mediante ramales abiertos a los habitantes de la comunidad y la recolección de las aguas residuales, vertiéndolas a cuerpos con sistemas de tratamiento adecuados. Contribuyendo con el desarrollo de la comunidad, mejorando la calidad de vida y del medio ambiente.

1. FASE DE INVESTIGACION

1.1. Monografía del municipio de San José del Golfo

El municipio de San José del golfo se creó por medio del acuerdo gubernativo del 17 de marzo de 1882, como una respuesta a una solicitud a través de los vecinos de las diferentes aldeas pertenecientes al municipio de Santo Domingo los acotes. El municipio debe su nombre a que, fue utilizado como tránsito y descanso en el viaje el Golfo de Izabal y el Castillo de San Felipe de Lara.

1.1.1. Ubicación del municipio de San José del Golfo

San José del Golfo es un municipio del departamento de Guatemala que está ubicado en la región metropolitana de la República de Guatemala. Se encuentra ubicado a 28 kilómetros en el nororiente de la ciudad capital. Se localiza en la latitud 14°45'35" y en la longitud 90°22'18". Tiene una extensión territorial de 84 kilómetros cuadrados, y se encuentra a una altura de 1,080 metros sobre el nivel del mar. Actualmente se ubica dentro de las 20 ciudades más importante de Guatemala.

San José del Golfo se encuentra ubicado en la región metropolitana de la Ciudad de Guatemala y sus colindancias son:

- Norte: Sanarate, municipio del departamento de El Progreso
- Sur: Palencia, municipio del departamento de Guatemala
- Este: San Antonio La Paz municipio del departamento de El Progreso

- Oeste: Chuarrancho y San Pedro Ayampuc, municipios del departamento de Guatemala.

Figura 1.

Mapa de ubicación del municipio de San José del Golfo



Nota. Se muestra la ubicación que el municipio tiene dentro del departamento de Guatemala. Obtenido del Plan de desarrollo San José del Golfo, Guatemala (2022). *Mapa de ubicación del municipio de San José del Golfo.* (https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/wp-content/uploads/2022/07/san-jose-del-golfo_PDM_104.pdf), consultado el 16 de abril de 2022. De dominio público.

1.1.2. Ubicación de los proyectos

Los proyectos se ubican en la aldea El Caulote, está situada a 6 kilómetros de la cabecera municipal de San José del Golfo, unidad por una carretera de pavimento asfáltico y de concreto hidráulico, a una distancia de 34 kilómetros de la ciudad capital, por la vía de San José del Golfo. Colinda en el lado del municipio de San José del Golfo con las siguientes aldeas y caserío: al norte con

Pontezuelas, al oeste con San Antonio el Ángel, al suroeste con Garibaldi y noroeste con Cucajol.

La principal vía de acceso está conformada por un tramo de pavimento asfáltico y de concreto hidráulico que comunica a la cabecera municipal de San José del Golfo.

La segunda vía de acceso secundaria está constituida por el lado del municipio de Sanarate el Progreso, la cual se comunica por un tramo de terracería con la aldea el Copante del municipio de San José del Golfo, la cual tiene acceso a las diferentes aldeas al norte de la aldea El Caulote.

Figura 2.

Ubicación de los proyectos en la aldea El Caulote



Nota. Imagen satelital de la aldea el Caulote, Elaboración propia, realizado con Google Earth.

1.1.3. Vías de acceso

El municipio de San José del Golfo del departamento de Guatemala cuenta con una vía de acceso principal, la cual es por la ruta al Atlántico CA-9 en el kilómetro 17 de la ciudad capital, utilizando el paso a desnivel que se encuentra a 11 kilómetros al nororiente, que comunica con la aldea el Fiscal del municipio de Palencia, la cual está constituida de concreto hidráulico y asfalto.

La segunda vía de acceso es por el lado del municipio de San Pedro Ayampuc que constituye por un camino de terracería que comunica con la aldea el Carrizal a una distancia de 6 kilómetros, la cual tiene acceso con la aldea Lo De Reyes hacia la zona 18 del departamento de Guatemala, la cual está constituida de concreto hidráulico.

1.1.4. Estructura espacial

El municipio de San José del Golfo está conformado por 16 aldeas, 22 caseríos y 7 colonias.

Tabla 1.*Cuadro de categorías de los lugares poblados*

Pueblo	Aldeas	Caseríos	Colonia
San José del Golfo	La Choleña	San Antonio el Angel	La Estanzuela
	Loma Tendida	La Barranca	San Carlos
	Pontezuelas	Plan de Rodeo	Joya Dos Mil
	Joya de los Terneros	Las Cuevecitas	Santa Luisa
	El Caulote	La Ceiba	Joyas del Golfo
	Encuentro de Navajas	El Planon	El Jicaro
	El Javillal	Las Navajas	La Familia
	Aldea La Ceiba	El Espinal	
	Puente de Barranquilla	Las Cureñas	
	Cucajol	La Joya	
	Aldea Pueblo Nuevo	Las Mesitas	
	Garibaldi	Agua Zarca	
	Concepción Grande	La Periquera	
	Quebrada de Agua	Joaquina	
	El Copante	El Regadillo	
	El Planeta	El Jicaro	
		Las Paridas	
		Puente Los Algodones	
		Ocote Rajado	
		Los Tecomates	
	Santa Rita		
	La Quebrada		

Nota. Se muestra las diferentes aldeas, caseríos y colonias del Municipio de San José del Golfo. Obtenido del Plan de desarrollo San José del Golfo, Guatemala (2022). *Categorías de los lugares poblados, San José del Golfo, Guatemala.* (https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/wp-content/uploads/2022/07/san-jose-del-golfo_PDM_104.pdf), consultado el 16 de abril de 2022. De dominio público.

1.1.5. Clima

La municipalidad de San José del Golfo cuenta con un clima tropical. Los datos climáticos se pueden observar en la siguiente tabla.

Tabla 2.*Parámetros climáticos promedio de San José del Golfo*

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abri.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. media (°C)	27	28	30	31	30	28	28	27	27	27	27	27	28
Temp. media (°C)	21	22	22	24	25	24	23	24	23	23	22	21	23
Temp. mín. media (°C)	15	16	17	19	19	19	19	19	19	18	16	15	18
Precipitación total (mm)	1	3	4	25	98	197	132	106	183	100	13	2	864

Norta. Temperaturas máximas, mínimas, media y precipitación del municipio de San José del Golfo. Obtenido en Clima Data (2022). *Parámetros climáticos promedio de San José del Golfo.* (<https://es.climate-data.org/h>), consultado el 16 de abril de 2022. De Dominio publico

1.1.6. Población

La población del municipio del San José del Golfo está constituida en su mayoría ladinos, según el último censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística (2018), es de un total de 8,253 habitantes, entre ellos 4,233 mujeres y 4,020 hombres.

Para el año 2022 según el Instituto Nacional de Estadística (2018), se cuenta con un total de 8,456 habitantes, entre ellos 4,344 mujeres y 4,112 hombres, con una tasa de crecimiento del 0.61 % en el municipio de San José del Golfo, esto se debe a que muchos de los habitantes han migrado hacia el extranjero en busca de mejores oportunidades de trabajo y mejores condiciones de vida.

1.1.7. Servicios públicos

El municipio de San José del Golfo del departamento de Guatemala cuenta con los siguientes servicios públicos: agua potable, alcantarillado, energía eléctrica, internet, transporte público y privado, centros de salud, escuelas a nivel preprimaria y primaria, institutos a nivel básico y diversificado, bancos, mercados, subestación de la Policía Nacional Civil, servicios de cable, recolección de basura, canchas deportivas, estadio municipal, parque municipal, salón municipal y comunales y cementerio municipal.

1.1.8. Aspectos económicos

Las principales actividades económica de la población del municipio de San José del Golfo, es la mano de obra no calificada, la segunda se dedica a la agricultura y a la ganadería, la otra parte de la población emigran al extranjero para tener una mejor calidad de vida. Los principales cultivos son el frijol y el maíz, en ocasiones se cultiva tomate, pepino y café.

1.1.9. Salud

En el municipio de San José del Golfo cuenta con 4 Puesto de Salud de Tipo “B” en sus diferentes aldeas y un Centro de Salud Tipo “A” en la cabecera municipal, ubicado en la calle principal a un lado del edificio municipal, el cual cuenta con atención del parto y laboratorios.

En la siguiente tabla se puede observar la ubicación de los servicios de salud y los números de habitantes atendidos en San José del Golfo.

Tabla 3.

Ubicación de los servicios de salud de San José del Golfo

Servicio de Salud	Localidad	No. de habitantes atendidos
Centro de Salud Tipo A (CAP)	Cabecera municipal	1,838
Puesto de Salud Tipo B (fortalecido)	El Fiscal	3,156
Puesto de Salud Tipo B	La Choleña	5,009
Puesto de Salud Tipo B	El Caulote	811
Puesto de Salud Tipo B	Pontezuelas	436
Puesto de Salud Tipo B	Loma Tendida	538

Nota. Puestos de salud del municipio. Obtenido del Plan de desarrollo San José del Golfo, Guatemala (2022). *Ubicación de los servicios de salud, San José del Golfo, Guatemala.* (https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/wp-content/uploads/2022/07/san-jose-del-golfo_PDM_104.pdf), consultado el 16 de abril de 2022. De dominio público.

1.2. Diagnóstico de las necesidades de servicios básicos, saneamiento e infraestructura de la aldea El Caulote

A continuación, se presenta las diferentes necesidades de los servicios básicos que carece la aldea El Caulote.

1.2.1. Descripción de las necesidades

La carencia de un sistema de alcantarillado sanitario en la aldea El Caulote genera un alto índice de contaminación en las calles y barrancos. Esto se debe a la falta de infraestructura relacionado a la recolección de aguas residuales, arrastrando y vertiendo los fluidos contaminantes en las zonas más bajas de la comunidad. La contaminación que las aguas residuales generan tiende a ser

perjudicial para los habitantes de la aldea, ya que generan enfermedades de distintas clases en los seres humanos.

La ineficiencia del sistema del agua potable es otra problemática que ocurre en la aldea El Caulote. Esto se debe a que el actual sistema presta servicio al 30 % de la población, de las cuales el agua llega escasa y contaminada, generando enfermedades gastrointestinales.

1.2.2. Análisis y priorización de las necesidades

La problemática de la falta de un sistema de alcantarillado sanitario en la aldea El Caulote se vuelve cada vez mayor, ya que al haber un incremento en la población también hay un incremento en la cantidad de aguas residuales que se generan, así como también la deficiencia del sistema de abastecimiento de agua potable que cada día más es necesario para la vida de los seres humanos.

Los sistemas de alcantarillado sanitario y abastecimiento de agua potable son servicios básicos que necesitan las personas para vivir de manera digna, por este motivo, la aldea El Caulote necesita un método de recolección de aguas residuales y agua potable, ya que actualmente se carece de una infraestructura adecuada para la recolección y evacuación de aguas residuales como la distribución del agua potable.

2. FASE DE SERVICIO TECNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable

En el presente capitulo se desarrollará el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea El Caulote del Municipio de San José del Golfo, Guatemala.

2.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño del sistema de alcantarillado de agua potable, que constará con el diseño de la línea de conducción, tanque de almacenamiento y la línea de distribución. La fuente será obtenida de un pozo mecánico y la población a servir en la actualidad es de 1,025 habitantes.

2.1.2. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico es parte importante en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, ya que permite recrear gráficamente las características del terreno y localizar las estructuras y edificaciones existentes, tales como:

- Pasos de ríos
- Quebradas
- Zanjones
- Caminos
- Puntos altos del terreno

- Viviendas
- Calles
- Otros

2.1.2.1. Planimetría

Se define como el conjunto de métodos y procedimiento necesarios para proyectar gráficamente en planta la superficie de un terreno, teniendo como referencia el norte para su orientación.

Para este proyecto se utilizará el método de conservación de azimut, ya que es el más adecuado en la medición de polígonos abiertos y cerrados, como también se utilizará el siguiente equipo para el levantamiento topográfico: estación total marca Sokkia modelo CX-105, brújula marca garmin, metro y prisma.

2.1.2.2. Altimetría

Es un conjunto de métodos y procedimiento necesarios para determinar las diferencias de alturas entre los distintos puntos de la superficie con respecto al plano de referencia.

Para este proyecto se utilizará el método taquimétrico, como también se utilizará el siguiente equipo para el levantamiento topográfico:

- Estación total marca Sokkia modelo CX-105
- Brújula marca garmin
- Metro y prisma

2.1.3. Fuente de abastecimiento

Para este proyecto se cuenta con una fuente de abastecimiento, el cual es un pozo mecánico ubicado en las coordenadas 14°48'09.68" Norte y 90°21'36.48" oeste, este pozo bombeara el agua hasta el tanque de almacenamiento.

2.1.4. Caudal de aforo

Por medio de un aforo volumétrico que se realizó se determinó que el caudal del pozo es de 150 galones por minutos equivalente a 9.46 L/s

2.1.5. Calidad del agua

La calidad del agua depende de varios factores fisicoquímicos y bacteriológicos que deben cumplir con ciertos parámetros que permite que el agua sea potable y apta para el consumo humano.

2.1.5.1. Normas de calidad del agua

La calidad del agua es un conjunto de características físicas, químicas y microbiológicas que se deben de satisfacer con el fin de asegurar dicha calidad, y así mismo cumplir con las normativas aplicadas, por medio de las cuales se puede evaluar si el agua es apta o no para el consumo humano.

La calidad del agua dependerá del uso que se le vaya a dar, para este proyecto es de uso domiciliar, en este sentido la Comisión Guatemalteca de Normas (2018), propone la norma COGUANOR NTG 29001. Agua para consumo humano (agua potable). Especificaciones.

2.1.5.2. Análisis físico químico

El objetivo principal del análisis físico químico es determinar las características del agua que puedan ser percibidas por los sentidos, como también la cantidad de minerales y materia orgánica existentes en la muestra analizada, según la norma COGUANOR NTG 29001, propuesta por la Comisión Guatemalteca de Normas (2018). En los análisis físicos se pudo determinar aspectos como el color, olor, turbiedad, conductividad eléctrica, pH, sólidos totales disueltos y en los análisis químicos se pudo determinar los niveles cloro residual libre, cloruro, dureza total, sulfato, calcio, magnesio, manganeso total, hierro total, entre otros.

Según los resultados de los análisis bacteriológicos, realizados por el laboratorio Ingeniería Sanitaria y Ambiental, se determinó que la muestra de agua analizada del pozo de aldea El Caulote cumple con los límites máximos permisibles y en algunos casos admisibles según la norma COGUANOR NTG 29001, establecida por la Comisión Guatemalteca de Normas (2018), por lo que se considera sanitariamente seguro para consumo humano. Los análisis fisicoquímicos se encuentran en la sección de anexo 2.

2.1.5.3. Análisis bacteriológico

El objetivo principal del análisis bacteriológico es determinar los valores de contaminación bacteriana y fecal, que se encuentran en la muestra analizada. Se realizaron los análisis según la norma COGUANOR NTG 29001, propuesta por la Comisión Guatemalteca de Normas (2018), para determinar si el agua analizada es para consumo humano o no.

Según los resultados de los análisis bacteriológicos, realizados por el laboratorio COPROSERSA, se determinó que la muestra de agua analizada del pozo de aldea El Caulote cumple con los límites máximos permisibles indicados por la norma COGUANOR NTG 29001, establecida por la Comisión Guatemalteca de Normas (2018), por lo que se considera sanitariamente segura para consumo humano. Los análisis bacteriológicos se encuentran en la sección de anexo 3.

2.1.6. Parámetros de diseño

Los parámetros de diseño son aquellos datos que se utilizarán para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y dependerán de las características de la comunidad.

2.1.6.1. Periodo de diseño

Se entiende como periodo de diseño, el tiempo en el cual el sistema prestará servicio de manera eficiente en un 100 %, satisfaciendo las necesidades para el cual fue diseñado. Comprende desde el momento de la construcción e inicio del funcionamiento del sistema, hasta el momento donde el sistema deja de prestar un buen servicio.

Dentro del periodo de diseño es importante tener en cuenta según la guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales del Instituto de Fomento Municipal y Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (1997), son los siguientes factores:

- La vida útil de los materiales
- Costos

- Tasas de interés
- Población
- Diseño
- Comportamiento de las obras en sus primeros años
- Posibilidad de ampliación de acuerdo al recurso de agua

La vida útil para sistemas de abastecimiento de agua potable se recomienda para obras civiles un periodo de 20 años y para equipos mecánicos de 5 a 10 años según las guías del diseño de INFOM y UNEPAR.

El sistema de abastecimiento de agua potable, en la aldea El Caulote, del municipio de San José del Golfo, se consideró un periodo de diseño de 20 años.

2.1.6.2. Población de diseño

La población de diseño es la cantidad de habitantes o personas que se espera tener en una comunidad al final del periodo de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.

2.1.6.2.1. Tasa de crecimiento poblacional

Para determinar la tasa de crecimiento población, es necesario conocer los datos de la población de los años anteriores del lugar, para saber cómo se incrementa o disminuye la población durante el tiempo. La población crece por nacimiento y decrece por muertes. Otro factor importante en el crecimiento y decrecimiento de la población es la migración.

Según los datos proporcionados por el Departamento Municipal de Planificación de la municipalidad de San José del Golfo en base a los censos poblacionales por el Instituto Nacional de Estadística (2018), y del centro de salud de la comunidad. La tasa de crecimiento poblacional de la Aldea El Caulote es de 3.6 %.

2.1.6.2.2. Población actual y futura

Para realizar el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, es necesario conocer la población actual de la comunidad. Para obtener la población actual se obtuvo por medio de un censo poblacional por medio del levantamiento topográfico, se consideró un promedio de 5 habitantes por viviendas para un total de 205 viviendas para una población de 1,025 habitantes.

Se realizará el ejemplo para el cálculo del tramo E-34 a E-20

Según el INFOM y UNEPAR (1997), existente varios métodos para el cálculo de la población de diseño del sistema, las cuales son:

- Método geométrico
- Método aritmético
- Método parabólico o tasa declinante
- Método logístico

El método geométrico es el modelo que más se adecua al país, para estimar la población a futura, cuya fórmula es:

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

Donde:

Pf = Poblacion futura

Po = Poblacion actual

r = Taza de crecimiento

n = Perido de diseño en años

Po = 275 habitantes

r = 3.6 %

n = 20 años

Sustituyendo los valores en la formula anterior se tiene:

$$Pf = 275 * (1 + 0.036)^{20}$$

$$Pf = 558 \text{ habitantes}$$

2.1.6.2.3. Dotación

Se entiende como la cantidad de agua asignada en un día a cada usuario para su consumo y se expresa en litros por habitantes por día (L/Hab./día).

Según las guías del diseño de INFOM y UNEPAR (1997), es recomendable considerar factores como: clima, nivel de vida, actividad productiva, abastecimiento privado, servicios comunales o públicos, facilidad de drenaje, calidad de agua, medición, administración del sistema, y presiones del mismo.

Por falta de estudios de demanda para la población o de poblaciones similares, se tomará en cuenta los valores de dotaciones mínimas para el diseño de proyectos de agua potable.

Tabla 4.

Dotaciones de agua potable

Descripción	Dotación (L/Hab./día)
Llenacántaros	30 a 60 litros
Llenacántaros y conexiones prediales	60 a 90 litros
Conexiones prediales fuera de la vivienda	60 a 120 litros
Servicio de conexiones intradomiciliarias con opción a varios grifos por vivienda	90 a 170 litros
Servicio de pozo excavado	15 litros min

Nota. La tabla muestra los diferentes valores de dotaciones. Obtenido de Instituto de Fomento Municipal y Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (1997). *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales.* (p. 21.) INFOM-UNEPAR.

La dotación necesaria para el proyecto, de acuerdo con la guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales del INFOM y UNEPAR (1997), y la Organización Mundial de la Salud (OMS), es de 100 L/hab./día.

2.1.7. Tipo de sistema

Para la línea de conducción existen básicamente dos tipos de sistema: por gravedad y por bombeo. La elección de uno con el otro dependerá de la topografía del terreno y la ubicación de la fuente de abastecimiento con respecto al tanque de almacenamiento.

Para la línea de conducción se utilizará un sistema por bombeo, dado que la altura del tanque de almacenamiento está por encima del pozo mecánico.

Para la red de distribución se utilizará un sistema predial, el cual consiste en instalar un chorro o grifo fuera de la vivienda, pero dentro del lote, ya que es el más adecuado para las comunidades rurales por razones urbanísticas y socioeconómicas.

2.1.8. Factores de consumo

En un sistema de abastecimiento de agua potable, el consumo es afectado por el tiempo y las condiciones climáticas. La aplicación de los factores de consumo o de seguridad garantiza el funcionamiento a cualquier hora del día del sistema.

2.1.8.1. Factor de día máximo

El factor de día máximo (FDM), es un valor adimensional utilizado como factor de seguridad para el caudal máximo diario. Este valor ayuda incrementar la conducción y así mismo evitar que se quede sin agua el sistema.

Según las guías del diseño de INFOM y UNEPAR (1997), los factores del día máximo son:

- Para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes un factor de 1.2 a 1.5.
- Para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes un factor de 1.2.

Considerando que la población a futura supera los 1,000 habitantes, el factor de día máximo es de 1.2.

2.1.8.2. Factor de hora máximo

El factor de hora máximo (FHM), es un valor adimensional utilizado como factor de seguridad para el caudal máximo horario. Este valor ayuda incrementar el flujo y evitar que la red de distribución se quede sin agua durante las horas máximas de consumo.

Según las guías del diseño de INFOM y UNEPAR (1997), los factores de hora máxima son:

- Para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes un factor de 2.0 a 3.0.
- Para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes un factor de 2.0.

Considerando que la población a futura supera los 1,000 habitantes, el factor de hora máxima es de 2.0.

2.1.9. Caudales de diseño

Los caudales de diseño son los consumos considerados para el dimensionamiento de las obras hidráulicas de un abastecimiento de agua potable.

2.1.9.1. Caudal medio diario

Es el volumen de agua que requiere un número de habitantes en un día. Se obtiene del promedio de los consumos diarios durante un año, pero cuando

no se tiene registros se puede calcular en función de la dotación adoptada y de la población a futura.

Se realizará el ejemplo para el cálculo del tramo E-34 a E-20.

$$\text{cmd} = \frac{\text{Dot} * \text{Pf}}{86,400 \text{ s}}$$

Donde:

cmd = Caudal medio diario (L/s)

Poblacion futura = 558 habitantes

Dotacion = 100 L/hab/día

Sustituyendo los valores en la formula anterior se tiene:

$$\text{cmd} = \frac{100 \text{ L/hab/día} * 558 \text{ habitantes}}{86,400 \text{ s}}$$

$$\text{cmd} = 0.645 \text{ L/s}$$

2.1.9.2. Caudal máximo diario

Es la demanda máxima que se presenta en un día del año, que representa el día de mayor consumo en un periodo de un año. El caudal máximo diario se utiliza para el cálculo de las líneas de conducción.

Cuando no se cuenta con registro se puede calcular como el producto de multiplicar el consumo medio diario por un factor que oscile entre 1.2 a 1.5.

Se realizará el ejemplo para la línea de conducción.

$$\text{CMD} = \text{cmd} * \text{FDM}$$

Donde:

CMD = Caudal maximo diario (L/s)

cmd = Caudal medio diario (L/s)

FDM = 1.2

Sustituyendo los valores en la formula anterior se tiene:

$$\text{CMD} = 2.45 \text{ L/s} * 1.2$$

$$\text{CMD} = 2.94 \text{ L/s}$$

2.1.9.3. Caudal máximo horario

Es la demanda máxima que se presenta en una hora durante un periodo de un año. El caudal máximo horario se utiliza para el cálculo de las líneas y redes de distribución. Cuando no se cuenta con registro se puede calcular multiplicando el consumo medio diario por un factor que oscila entre 2.0 a 3.0. Se realizará el ejemplo para el cálculo del tramo E-34 a E-20.

$$\text{CMH} = \text{cmd} * \text{FHM}$$

Donde:

CMH = Caudal de hora maxima (L/s)

cmd = Caudal medio diario (L/s)

FHM = 2.0

Sustituyendo los valores en la formula anterior se tiene:

$$\text{CMH} = 0.645 \text{ L/s} * 2.0$$

$$\text{CMH} = 1.29 \text{ L/s}$$

2.1.9.4. Caudal de bombeo

El caudal de bombeo se utiliza previo al diseño de la línea de impulsión o conducción por bombeo, el cual se debe de calcular el caudal que se impulsara el caudal máximo diario durante el tiempo de bombeo requerido. El caudal de bombeo se puede determinar mediante la siguiente expresión:

$$Q_b = \frac{\text{CMD} * 24}{\text{horas de bombeo}}$$

Según las guías del diseño de INFOM y UNEPAR (1997), se recomienda un periodo de bombeo entre 8 y 12 horas por día para motores diésel y de 12 a 18 horas por día para motores eléctricos.

Donde:

Q_b = Caudal de bombeo (L/s)

CMD = Caudal maximo diario (L/s)

horas de bombeo = 10 horas

Sustituyendo los valores en la formula anterior se tiene:

$$Q_b = \frac{2.94 \text{ L/s} * 24}{10 \text{ horas}}$$

$$Q_b = 7.06 \text{ L/s}$$

2.1.9.5. Caudal de uso simultaneo

El caudal de uso simultaneo se utiliza en el diseño de los ramales de distribución, para predecir un caudal máximo cuando la población consume simultáneamente en un horario pico. Para determinar el caudal de diseño en las redes ramificadas se deberá de hacerse una comparación entre el mayor del caudal máximo horario y de uso simultaneo. Se realizará el ejemplo para el cálculo del tramo E-34 a E-20.

Según las guías del diseño de INFOM y UNEPAR (1997), los factores de simultaneidad son:

- 0.15 para sistemas por llenacántaros
- 0.20 para sistemas prediales u otros

Considerando un sistema predial, el factor de simultaneidad es de 0.20.

$$Q_{u.s.} = K * \sqrt{n - 1}$$

Donde:

$Q_{u.s.}$ = Caudal de uso simultaneo en L/s

K = Factor de simultaneidad

n = Numero de conexiones

Sustituyendo los valores en la formula anterior se tiene:

$$Q_{u.s.} = 0.20 * \sqrt{55 - 1}$$

$$Q_b = 1.47 \text{ L/s}$$

2.1.10. Velocidades

Según las guías del diseño del Instituto de Fomento Municipal y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (2011), se considera los siguientes límites:

- Para conducción forzada
 - Velocidad mínima = 0.40 m/s
 - Velocidad máxima = 3.00 m/s

Se recomienda que la velocidad no sea mayor de 1.50 m/s, solamente en longitudes cortas de tramos finales se puede permitir hasta un máximo de 5.0 m/s.

- Para la línea y red de distribución
 - Velocidad mínima = 0.60 m/s
 - Velocidad máxima = 3.00 m/s

Se recomienda que la velocidad no sea menor de 0.40 m/s en zonas rurales y no exceda los 2.00 m/s.

2.1.11. Presiones

En consideración a la menor altura de las edificaciones en medios rurales, las presiones en la red de distribución según las guías del diseño de INFOM y UNEPAR (1997), tendrán los siguientes valores:

- Mínimo 10 metros (presión de servicio)
- Máximo 60 metros (presión de servicio)

La presión hidrostática en la red de distribución se recomienda que no sobrepase los 80 metros.

En caso de superar la presión recomendada se deberá prestar atención a la calidad de válvulas y accesorios, para evitar fugas cuando el sistema está en servicio.

2.1.12. Parámetros de diseño

Los parámetros de diseño para el sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea El Caulote, municipio de San José del Golfo, Guatemala, son los siguientes:

Tabla 5.*Parámetros de diseño*

Descripción	Valor
Fuente	Pozo mecánico
Caudal de aforo	150 gal/min
Periodo de diseño	20 años
Tasa de crecimiento	3.60 %
Población futura	2,079 habitantes
Dotación	100 L/hab/día
Tipo de sistema	Ramificado
Caudal medio diario (cmd)	2.45 L/s
Factor de día máximo	1.20
Caudal máximo diario (CMD)	2.94 L/s
Factor de hora máximo	2.00
Caudal máximo horario (CMH)	4.90 L/s
Horas de bombeo	10 horas
Caudal bombeo (Qb)	7.06 L/s
Volumen del tanque de almacenamiento	93.15 m ³

Nota. Datos para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.1.13. Diseño del sistema

Para este proyecto se utilizará una línea de conducción forzada o por bombeo, esto debido a las condiciones topográficas del lugar.

2.1.13.1. Línea de conducción

La línea de conducción es el conjunto de tuberías, obras y dispositivos que permite el transporte del agua libre o forzada desde la captación hasta el tanque del almacenamiento, dependiendo de las condiciones de la topografía.

2.1.13.1.1. Línea de impulsión

La línea de impulsión, en un sistema por bombeo, es el tramo de tubería que conduce el agua desde la estación de bombeo hasta el tanque de almacenamiento. Para realizar el cálculo, fue necesario emplear la fórmula descrita en la Guía de Normas Sanitarias para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano, establecida por el INFOM y MSPAS (2011).

- Límites de diámetros

$$\phi_i = \sqrt{\frac{1.974 * Q_b}{V}}$$

Donde

ϕ_i = Diámetro interno menor o mayor (in)

Q_b = Caudal de bombeo (L/s)

V = Velocidad de flujo (m/s)

$$\phi_{\text{menor}} = \sqrt{\frac{1.974 * 7.07 \text{ L/s}}{2 \text{ m/s}}} = 2.64 \text{ in}$$

$$\phi_{\text{mayor}} = \sqrt{\frac{1.974 * 7.07 \text{ L/s}}{0.60 \text{ m/s}}} = 4.82 \text{ in}$$

Considerando los resultados, se utilizará los siguientes diámetros comerciales de: 3 in y 4 in.

Dentro de la investigación, se ha requerido una serie de cálculos, específicamente para determinar el diámetro económico.

Para ello, fue necesario auxiliarse de las fórmulas descritas por Aguilar, (2007).

- Costo mensual de tubería
 - Tasa de interés mensual

$$r = \frac{R}{12}$$

Donde:

r = Tasa de interes mensual (%)

R = Tasa de interes anual (%)

12 % (Valor asumido)

$$r = \frac{12 \%}{12} = 0.01 \approx 1 \%$$

- Amortización mensual

$$A = \frac{r * (r + 1)^n}{(r + 1)^n - 1}$$

Donde:

A = Amortización mensual

r = Tasa de interés mensual (%)

n = Tiempo de análisis (meses)

$$A = \frac{1\% * (1\% + 1)^{120}}{(1\% + 1)^{120} - 1} = 0.0143$$

○ Cantidad de tubos

$$C_{\text{tub}} = \frac{L_{\text{dis}}}{6}$$

Donde:

C_{tub} = Cantidad de tubería (Tubos)

L_{dis} = Longitud de diseño (m)

$$C_{\text{tub}} = \frac{248.25 \text{ m} * 1.05}{6} = 43.4 \approx 44 \text{ tubos}$$

Tabla 6.

Costo mensual de tubería

Diámetro	C _{tub}	A	P.U (Q)	C tubería
3 in	44	0.0143	Q 514.57	Q 323.77
4 in	44	0.0143	Q 831.98	Q 523.48

Nota. Detalles de los gastos mensuales de tuberías. Elaboración propia, realizado con Excel.

- Costo mensual de bombeo
 - Tiempo de bombeo mensual

$$TB = T_{B\text{dia}} * 30 \text{ dias/mes}$$

Donde:

TB = Tiempo de bombeo mensual (hora/mes)

T_{Bdia} = Tiempo de bombeo por dia (horas/dia)

$$TB = 10 \frac{\text{horas}}{\text{dia}} * 30 \frac{\text{dias}}{\text{mes}} = 300 \frac{\text{horas}}{\text{mes}}$$

- Perdidas de carga

$$H_f = \frac{1,743.81 * L_{\text{dis}} * Q_b^{1.85}}{C^{1.85} * \phi_i^{4.87}}$$

Donde:

H_f = Perdids de carga (m)

L_{dis} = Longitud de diseño (m)

Q_b = Caudal de bombeo (L/s)

C = Coeficiente de rugosidad

ϕ_i = Diametro interno (in)

$$H_{f_{3''}} = \frac{1,743.81 * (248.25 \text{ m} * 1.05) * (7.07 \text{ L/s})^{1.85}}{(150)^{1.85} * (3.088 \text{ in})^{4.87}} = 6.58 \text{ m}$$

$$H_{f_{4''}} = \frac{1,743.81 * (248.25 \text{ m} * 1.05) * (7.07 \text{ L/s})^{1.85}}{(150)^{1.85} * (3.970 \text{ in})^{4.87}} = 1.94 \text{ m}$$

- Potencia requerida

$$POT = \frac{Q_b * H_f * 0.746}{76 * e}$$

Donde:

POT = Potencia (Kw)

Q_b = Caudal de bombeo (L/s)

H_f = Peridads de carga (m)

e = Eficiencia del equipo de bombeo (%)

$$POT_{3''} = \frac{(7.07 \text{ L/s}) * (6.58 \text{ m}) * 0.746}{76 * (60 \%)} = 0.76 \text{ Kw}$$

$$POT_{4''} = \frac{(7.07 \text{ L/s}) * (1.94 \text{ m}) * 0.746}{76 * (60 \%)} = 0.22 \text{ Kw}$$

Tabla 7.

Costo mensual de bombeo

Diámetro	POT	TB	P.U (Q)	C bomba
3 in	0.76	300	Q 2.00	Q 456.00
4 in	0.22	300	Q 2.00	Q 132.00

Nota. Detalles de los gastos mensuales de bombeo de los diferentes diámetros. Elaboración propia, realizado con Excel.

- Diámetro económico

Tabla 8.

Diámetro económico

Diámetro	C tubería	C bomba	C total
3 in	Q 323.77	Q 456.00	Q 779.77
4 in	Q 523.48	Q 132.00	Q 655.48

Nota. Detalles del diámetro a utilizar, entre los q se puede mencionar que el diámetro de 4 pulgadas es el más económico. Elaboración propia, realizado con Excel.

Se concluyó que la tubería de 4 in SDR 17 de 250 PSI es la más económica para este proyecto.

- Chequeo del golpe de ariete
 - Celeridad

$$a = \frac{1420}{\sqrt{1 + \left(\frac{k}{E} * \frac{\phi_i}{esp}\right)}}$$

Donde:

a = Celeridad (m/s)

k = Modulo de elasticidad volumetrica del agua (kg/cm²)

E = Modulo de elasticidad del material (kg/cm²)

ϕ_i = Diametro interno (in)

esp = Espesor de pared del tubo (in)

$$a = \frac{1420}{\sqrt{1 + \left(\frac{2.07 * 10^4 \text{ kg/cm}^2}{3 * 10^4 \text{ kg/cm}^2} * \frac{3.970 \text{ in}}{0.265 \text{ in}} \right)}} = 421.73 \text{ m/s}$$

- Velocidad

$$V = \frac{1.974 * Q_b}{(\phi_i)^2}$$

Donde:

V = Velocidad de flujo (m/s)

Q_b = Caudal de bombeo (L/s)

ϕ_i = Diametro interno (in)

$$V_{4''} = \frac{1.974 * 7.07 \text{ L/s}}{(3.970 \text{ in})^2}$$

$$V_{4''} = 0.89 \text{ m/s}$$

Se concluyó que la tubería de 4 pulgadas cumple con los límites de velocidades.

- Cambio de presión

$$\Delta P = \frac{a * V}{g}$$

Donde:

ΔP = Cambio de presión (m)

a = Celeridad (m/s)

V = Velocidad de flujo (m/s)

$g = \text{Gravedad (m/s}^2\text{)}$

$$\Delta P = \frac{421.73 \text{ m/s} * 0.89 \text{ m/s}}{9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$\Delta P = 38.26 \text{ m}$$

- Verificación del golpe de ariete

Para la altura de bombeo, se utilizará la diferencia de la altura entre la boca del pozo y el tanque.

$$H = \Delta P + H_{\text{Bomb}}$$

Donde:

$H = \text{Golpe de ariete (m)}$

$\Delta P = \text{Cambio de presión (m)}$

$H_{\text{Bomb}} = \text{Altura de bombeo (m)}$

$$H = 38.26 \text{ m} + (1018.67 \text{ m} - 987.41 \text{ m})$$

$$H = 69.52 \text{ m}$$

Debido a que el golpe de ariete es menor a la presión de trabajo de la tubería utilizada (250 PSI o 175.77 m.c.a), se concluyó que la tubería es capaz de soportar el golpe de ariete.

- Carga dinámica total (CDT)

Para el cálculo de la carga dinámica total se puede utilizar diferentes formas, dependerá de los diferentes casos de bombeo, para este proyecto se

tomó como referencia a Aguilar (2007), considerando que cumple con las necesidades del proyecto, por ello se utilizará una bomba sumergible.

- Altura del nivel dinámico a la boca del pozo

$$H_1 = N_{\text{Boca del pozo}} - N_{\text{Dinamico}}$$

$$H_1 = 987.41 \text{ m} - 918.83 \text{ m} = 68.58 \text{ m}$$

- Perdidas de carga en la línea de succión

$$H_f = \frac{1,743.81 * H_{fs} * Q_b^{1.85}}{C^{1.85} * \phi_i^{4.87}}$$

$$H_2 = H_{f_{4 \text{ in}}} = \frac{1,743.81 * (987.41 \text{ m} - 917.41 \text{ m}) * (7.07 \text{ L/s})^{1.85}}{(150)^{1.85} * (3.970 \text{ in})^{4.87}} = 0.52 \text{ m}$$

- Altura de la boca del pozo a la descarga

$$H_3 = N_{\text{Descarga}} - N_{\text{Boca del pozo}}$$

$$H_3 = 1018.67 \text{ m} - 987.41 \text{ m} = 31.26 \text{ m}$$

- Perdidas de carga en la línea de impulsión

$$H_f = \frac{1,743.81 * L_{\text{dis}} * Q_b^{1.85}}{C^{1.85} * \phi_i^{4.87}}$$

$$H_4 = H_{f_{4 \text{ in}}} = \frac{1,743.81 * (248.25 \text{ m} * 1.05) * (7.07 \text{ L/s})^{1.85}}{(150)^{1.85} * (3.970 \text{ in})^{4.87}} = 1.94 \text{ m}$$

- Perdidas por velocidad

$$H_5 = H_v = \frac{V^2}{2g}$$

$$H_5 = H_v = \frac{(0.89 \text{ m/s})^2}{2(9.81 \text{ m/s}^2)} = 0.045 \text{ m}$$

- Perdidas menores

$$H_6 = 10 \% * H_4$$

$$H_6 = 10 \% * 1.94 \text{ m} = 0.194 \text{ m}$$

- Carga dinámica total (CDT)

$$CDT = H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5 + H_6$$

$$CDT = 68.58 \text{ m} + 0.52 \text{ m} + 31.26 \text{ m} + 1.94 \text{ m} + 0.045 \text{ m} + 0.194 \text{ m}$$

$$CDT = 102.54 \text{ m}$$

- Selección de la potencia de la bomba

$$POT_{CDT} = \frac{(7.07 \text{ L/s}) * (102.54 \text{ m})}{76 * (60 \%)} = 15.89 \text{ Hp} \approx 20 \text{ Hp}$$

- Tipo de bomba

- Nombre: STL5 -120
- Potencia: 20 Hp
- Caudal: 180 GPM
- Altura: 240 m
- Eficiencia: 74 %

2.1.13.2. Tanque de almacenamiento

En todo sistema de abastecimiento de agua potable se debe diseñar un tanque de almacenamiento, con el fin principal de cubrir las variaciones de los horarios para el consumo, dependiendo de la población y la dotación del lugar. Las principales funciones del tanque del almacenamiento son:

- Compensar las demandas máximas horarias esperadas en la red de distribución.
- Almacenar agua durante las horas de bajo consumo.
- Regular presión en la red de distribución.
- Reservar suficiente por eventual interrupción en la fuente de abastecimiento.

Debido a las características del terreno y los requerimientos de la red de distribución, los tanques de almacenamiento pueden estar enterrados, semienterrados, superficiales o elevados.

2.1.13.2.1. Volumen del tanque

El volumen del tanque de almacenamiento o distribución se debe calcular de acuerdo con la demanda real de las comunidades. Cabe señalar que, en la guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales del Instituto de Fomento Municipal y Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (1997), indica que, al no contar con estudios de dichas demandas, en sistema por gravedad se adoptara de 25 % al 40 % del consumo medio diario estimado y en sistemas por bombeo de 40 % al 65 %.

El volumen del tanque se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Vol} = \frac{40 \% \times \text{cmd} \times 86,400 \text{ s/dia}}{1000}$$

Donde:

Vol = Volumen del tanque (m³)

cmd = Caudal medio diario (L/s)

Sustituyendo los valores en la formula anterior se tiene:

$$\text{Vol} = \frac{40 \% \times 2.45 \text{ L/s} \times 86,400 \text{ s/dia}}{1000}$$

$$\text{Vol} = 84.80 \text{ m}^3$$

2.1.13.2.2. Diseño estructural del tanque

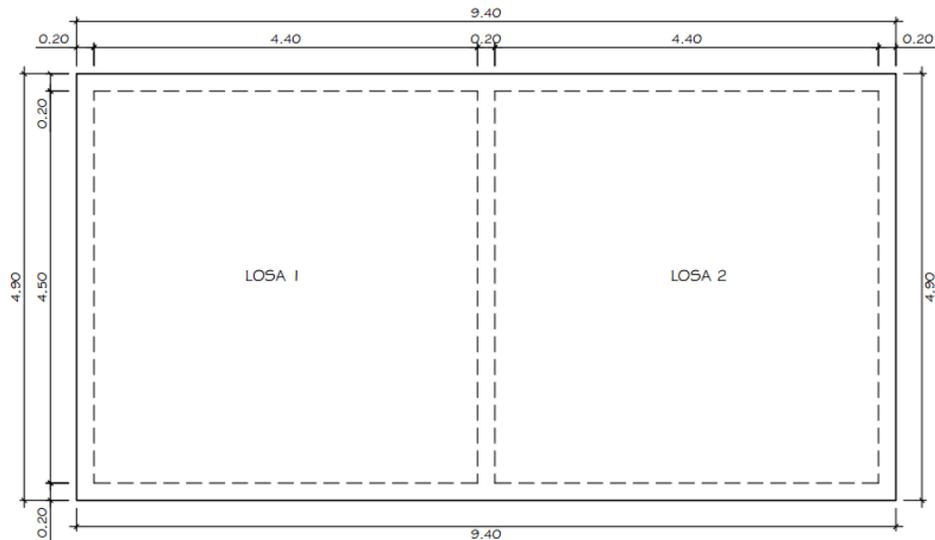
Como lo indica la guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales del Instituto de Fomento Municipal y Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (1997), la construcción de los tanques de almacenamiento es recomendable que sean de concreto ciclópeo o de concreto, y cubierta de losa de concreto reforzado. En cuanto al diseño del tanque se utilizará muros de concreto reforzado.

El tanque está contemplado con las siguientes dimensiones efectivas: 9 metros de longitud, por 4.5 metros de ancho, por una altura de 2.30 metros, la volumetría efectiva del tanque es de 93.15 metros cúbicos.

- Diseño de losa
 - Datos generales
 - $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 - 3000 \text{ PSI}$
 - $f_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2 - \text{Grado } 40$
 - $\gamma_{\text{concreto}} = 2,400 \text{ kg/m}^3$
 - Recubrimiento = 2.5 cm

Figura 3.

Esquema de losa del tanque de almacenamiento



Nota. Distribución de losas. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

Si la relación $m = a/b$ es mayor que 0.5 debe diseñar en 2 sentidos, si es menor que 0.5 se diseñar en un sentido.

Donde:

a = lado menor de la losa

b = lado mayor de la losa

Tabla 9.

Tipo de losa del tanque de almacenamiento

Descripción	Losa 1	Losa 2
m = a/b	1 ≥ 0.5	1 ≥ 0.5
Refuerzo	Dos sentidos	Dos sentidos

Nota. Refuerzo en los dos sentidos de las losas. Elaboración propia, realizado con Excel.

- Espesor de losa

$$t = \frac{\text{perimetro}}{180}$$

$$t = \frac{4.50 \text{ m (2)} + 4.50 \text{ m (2)}}{180} = 0.10 \text{ m}$$

Se utilizará un espesor de 10 cm.

- Integración de cargas

- Carga muerta (CM)

- Se consideró el peso propio de la losa y la sobrecargas

$$\begin{aligned} \text{CM} &= \gamma_{\text{concreto}} * t + \text{Sc} \\ \text{CM} &= 2,400 \text{ kg/m}^3 * 0.10 \text{ m} + 50 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{CM} = 290 \text{ kg/m}^2$$

- Carga viva (CV)
 - Se consideró una carga viva de 200 kg/m^2 , debido a que la losa superior sostenida por la viga central funcionara como una azotea de concreto con acceso según la tabla 3.7.1-1 de la Norma de Seguridad Estructural NSE 2, establecida en la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (2018).

$$CV = 200 \text{ kg/m}^2$$

- Carga Ultima (CU)

$$CU = 1.4CM + 1.7CV$$

$$CU = 1.4(290 \text{ kg/m}^2) + 1.7(200 \text{ kg/m}^2)$$

$$CU = 406 \text{ kg/m}^2 + 340 \text{ kg/m}^2$$

$$CU = 746 \text{ kg/m}^2$$

- Determinación de momentos

Para la determinación de momentos se emplearon las formas descritas por Nilson & Ambrose (2001).

$$MA(-) = C_{A \text{ neg}} * CU * A^2$$

$$MB(-) = C_{B \text{ neg}} * CU * B^2$$

$$MA(+) = C_{A \text{ cm}} * CM * A^2 + C_{A \text{ cv}} * CV * A^2$$

$$MB(+) = C_{B \text{ cm}} * CM * B^2 + C_{B \text{ cv}} * CV * B^2$$

Donde:

$C_{A\ neg}$ = Coeficiente (-) en A, según relación a/b y empotramiento.

$C_{B\ neg}$ = Coeficiente (-) en B, según relación a/b y empotramiento.

$C_{A\ cm}$ = Coeficiente de carga muerta (+) en A, según relación a/b y empotramiento.

$C_{A\ cv}$ = Coeficiente de carga viva (+) en A, según relación a/b y empotramiento.

$C_{B\ cm}$ = Coeficiente de carga muerta (+) en B, según relación a/b y empotramiento.

$C_{B\ cv}$ = Coeficiente de carga viva (+) en B, según relación a/b y empotramiento.

Tabla 10.

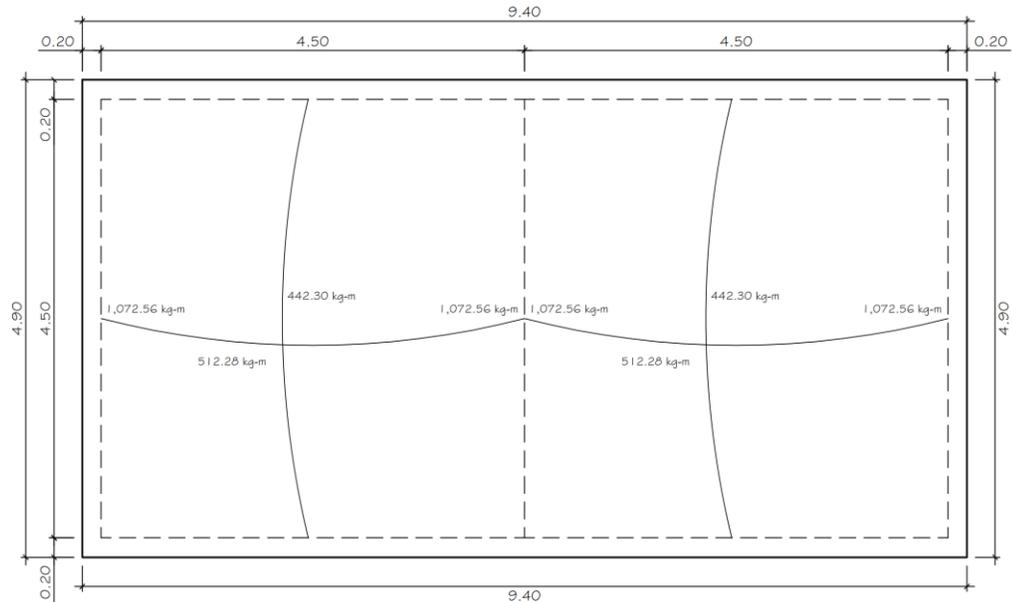
Momentos negativos y positivos de losa del tanque de almacenamiento

Descripción	Losa 1	Losa 2
Relación $m = a/b$	1	1
Caso de empotramiento según ACI	Caso 6	Caso 6
MA (-) kg-m	1,072.56	1,072.56
MB (-) kg-m	No existe	No existe
MA (+) kg-m	512.28	512.28
MB (+) kg-m	442.30	442.30

Nota. Momentos producidos bajo comportamiento de las diferentes cargas en las losas.
Elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 4.

Diagrama de losa del tanque de almacenamiento



Nota. Diagrama de momentos. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

- Balanceo de momento

Cuando dos losas tienen un lado en común y momento diferentes o iguales, estos deben balancearse según el caso.

$$0.80 * M_2 > M_1 \rightarrow \text{Balanceo por metodo de rigideces}$$

$$0.80 * M_2 \leq M_1 \rightarrow \text{Balanceo por promedio aritmético}$$

Donde:

M_2 = Momento mayor (kg-m)

M_1 = Momento menor (kg-m)

$$0.80 * M_2 \rightarrow 0.80(1,072.56 \text{ kg} - \text{m}) = 858.05 \text{ kg} - \text{m}$$

$$858.05 \text{ kg} - \text{m} \leq 1,072.56 \text{ kg} - \text{m}$$

Con respecto al resultado, el método que se utilizará para el balanceo de momento será el promedio aritmético.

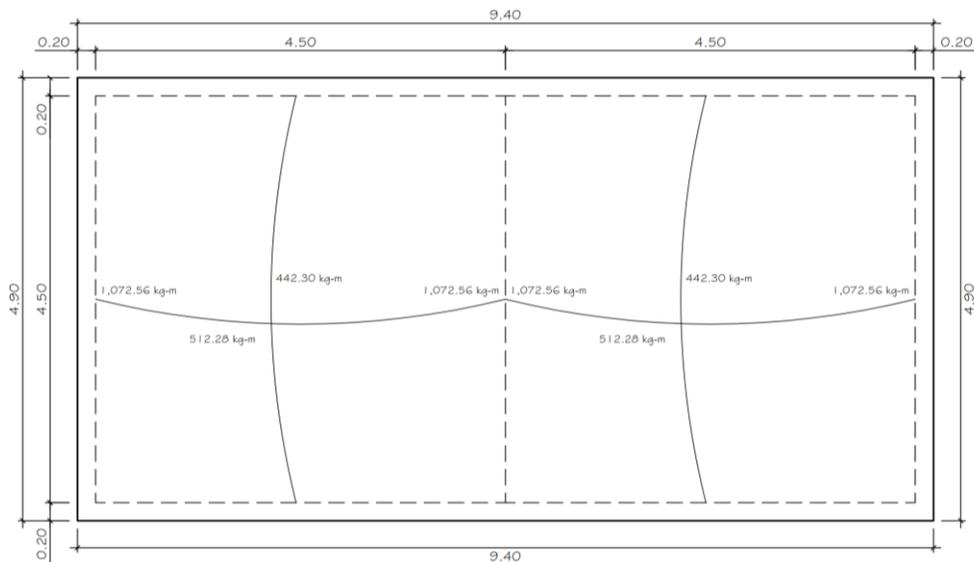
$$M_{\text{Balanceado}} = \frac{M_1 + M_2}{2}$$

$$M_{\text{Balanceado}} = \frac{1,072.56 \text{ kg} - \text{m} + 1,072.56 \text{ kg} - \text{m}}{2} = 1,072.56 \text{ kg} - \text{m}$$

Por lo tanto, el diagrama de momento queda así:

Figura 5.

Diagrama de momentos balanceados de losa del tanque de almacenamiento



Nota. Balanceo de momentos, por el método promedio. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

- Diseño de acero de refuerzo

- Peralte efectivo

$$d = t - R$$

Donde:

t = Espesor de losa (cm)

R = Recubrimiento (cm)

$$d = 10 \text{ cm} - 2.5 \text{ cm}$$

$$d = 7.5 \text{ cm}$$

- Área de acero mínimo

$$A_{S_{\min}} = 0.40 * \left(\frac{14.1}{f_y} \right) * b * d$$

$$A_{S_{\min}} = 0.40 * \left(\frac{14.1}{2,810 \text{ kg/cm}^2} \right) * 100 \text{ cm} * 7.5 \text{ cm}$$

$$A_{S_{\min}} = 1.51 \text{ cm}^2$$

- Espaciamiento de refuerzo

Utilizando varilla No.3 y regla de 3 se calculó el espaciamiento para el área de acero mínimo.

$$S = \frac{100 \text{ cm} * 0.71 \text{ cm}^2}{1.51 \text{ cm}^2}$$

$$S = 46.36 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = 3 * t$$

$$S_{\max} = 3 * 10 \text{ cm} = 30 \text{ cm}$$

$$S > S_{\max} \rightarrow \text{Recalcular}$$

Debido a que el espaciamiento es mayor a tres veces el espesor de la losa, se propuso un espaciamiento de 20 cm, por lo que se calculó el área de acero para este espaciamiento.

$$A_s = \frac{100 \text{ cm} * 0.71 \text{ cm}^2}{20 \text{ cm}}$$

$$A_s = 3.55 \text{ cm}^2$$

- Momento resistente del área de acero

$$M_r = 0.90 \left(A_s * f_y \left(d - \frac{A_s * f_y}{1.70 * f'_c * b} \right) \right)$$

$$M_r = 0.90 \left(3.55 \text{ cm}^2 * 2,810 \text{ kg/cm}^2 \left(7.5 \text{ cm} - \frac{3.55 \text{ cm}^2 * 2,810 \text{ kg/cm}^2}{1.70 * 210 \text{ kg/cm}^2 * 100 \text{ cm}} \right) \right)$$

$$M_r = 64,825.95 \text{ kg} - \text{cm} \approx 648.26 \text{ kg} - \text{m}$$

Tabla 11.

Área de acero y espaciamiento de losa del tanque de almacenamiento

Tipo de momento	Momento kg-m	Espesor de losa (cm)	Peralte efectivo (cm)	A _{sreq} cm	S _{max} cm
(-)	1,072.56	10	7.5	6.39	12
(-)	147.43	10	7.5	3.55	20
(+)	442.30	10	7.5	3.55	20
(+)	512.28	10	7.5	3.55	20

Nota. Armado final de losa. Elaboración propia, realizado con Excel.

Debido a que la losa 1 es igual a la 2, se calculó el área de acero y espaciamiento para los momentos actuantes de una sola losa.

El armado de la losa se detalla en los planos.

- Verificación por corte
 - Corte máximo actuantes

$$V_{\max} = \frac{CU * L}{2}$$
$$V_{\max} = \frac{746 \text{ kg/m}^2 * 4.50 \text{ m}}{2}$$

$$V_{\max} = 1,678.5 \text{ kg/m}$$

- Corte máximo resistente

$$V_{\text{res}} = 45 * \sqrt{f'c} * t$$
$$V_{\text{res}} = 45 * \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2} * 10 \text{ cm}$$
$$V_{\text{res}} = 6,521.12 \text{ kg/m}$$

$V_{\max} < V_{\text{res}} \rightarrow$ La losa resiste los esfuerzo por corte

- Diseño de viga
 - Datos generales
 - $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 - 3000 \text{ PSI}$
 - $f_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2 - \text{Grado } 40$

- $\gamma_{\text{concreto}} = 2,400 \text{ kg/m}^3$
- Recubrimiento = 4 cm
- $t_{\text{losa}} = 10 \text{ cm}$
- $\text{CM} = 406 \text{ kg/m}^2$
- $\text{CV} = 340 \text{ kg/m}^2$
- $\text{CU} = 746 \text{ kg/m}^2$

- Predimensionamiento

Según el American Concrete Institute (2014), en la tabla 9.3.1.1 del ACI318S-14, se puede calcular la altura mínima de la viga. Para este proyecto se asumió una viga simplemente apoyada, por lo tanto, la altura se puede calcular con la siguiente expresión:

$$H = \frac{l}{16}$$

Donde:

$l = \text{luz libre (m)}$

$$H = \frac{4.50 \text{ m}}{16} = 0.28 \approx 0.35 \text{ m}$$

Según el American Concrete Institute (2014), en el inciso 9.4.3.2 del ACI318S-14 la base de una viga se puede calcular con la siguiente expresión.

$$B = \frac{H}{2}$$

$$B = \frac{0.35}{2} = 0.175 \approx 0.20 \text{ m}$$

- Peralte efectivo

$$d = H - R$$

Donde:

H = Altura de la viga (cm)

R = Recubrimiento (cm)

$$d = 35 \text{ cm} - 4 \text{ cm}$$

$$d = 31 \text{ cm}$$

- Área tributaria de la viga

$$A_{T1} = \frac{1}{2}(b)(h)$$

$$A_{T1} = \frac{1}{2}(4.50 \text{ m})(2.25 \text{ m}) = 5.0625 \text{ m}^2$$

$$A_{T1} = A_{T2}$$

$$A_{T2} = 5.0625 \text{ m}^2$$

- Peso de la losa sobre la viga

$$W_{L1} = \frac{CU * A_{T1}}{L} = \frac{746 \text{ kg/m}^2 * 5.0625 \text{ m}^2}{4.50 \text{ m}}$$

$$W_{L1} = 839.25 \text{ kg/m}$$

$$W_{L2} = \frac{CU * A_{T2}}{L} = \frac{746 \text{ kg/m}^2 * 5.0625 \text{ m}^2}{4.50 \text{ m}}$$

$$W_{L2} = 839.25 \text{ kg/m}$$

- Peso propio de la viga

$$W_{\text{viga}} = 1.40 * (B * H * \gamma_{\text{concreto}})$$

$$W_{\text{viga}} = 1.40 * (0.20 \text{ m} * 0.35 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3)$$

$$W_{\text{viga}} = 235.20 \text{ kg/m}$$

- Carga distribuida

$$W = W_{L1} + W_{L2} + W_{\text{viga}}$$

$$W = 839.25 \text{ kg/m} + 839.25 \text{ kg/m} + 235.20 \text{ kg/m}$$

$$W = 1913.70 \text{ kg/m}$$

- Momentos últimos en vigas

- Momento positivo

Según lo expuesto por el American Concrete Institute (2014), en la Tabla 6.5.2 del ACI318S-14 y las condiciones de la viga, se concluyó que la viga se adapta a la clasificación de que el extremo discontinuo no está restringido, dicha clasificación indica que el momento positivo se puede calcular por la siguiente expresión:

$$M(+)=\frac{W * L^2}{11}$$

$$M(+)=\frac{(1913.70 \text{ kg/m}) * (4.50 \text{ m})^2}{11}=3,522.95 \text{ kg} - \text{m}$$

- Momento negativo

De acuerdo con el American Concrete Institute (2014), y lo expuesto en la Tabla 6.5.2 del ACI318S-14 y las condiciones de la viga, se concluyó que la viga se adapta a la clasificación de que los miembros construidos monolíticamente con viga dintel de apoyo, dicha clasificación indica que el momento negativo se puede calcular por la siguiente expresión:

$$M(-) = \frac{W * L^2}{24}$$

$$M(-) = \frac{(1913.70 \text{ kg/m}) * (4.50 \text{ m})^2}{24} = 1,614.68 \text{ kg} - \text{m}$$

- Corte último en vigas

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

$$V_u = \frac{(1913.70 \text{ kg/m}) * (4.50 \text{ m})}{2} = 4,305.83 \text{ kg}$$

- Refuerzo longitudinal

- Acero requerido cama inferior

$$A_{s_{req}} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0.003825 * f'c}} \right] * \frac{0.85 * f'c}{f_y}$$

$$A_{S_{req}} = \left[20 * 31 - \sqrt{(20 * 31)^2 - \frac{3,522.95 * 20}{0.003825 * 210}} \right] * \frac{0.85 * 210}{2810}$$

$$A_{S_{req}} = 4.78 \text{ cm}^2$$

Se utilizará varillas de 5/8 de pulgadas para el armado inferior de la viga, la cantidad de varilla se puede calcular de la siguiente expresión.

$$\#Varillas = \frac{A_{S_{req}}}{A_{varilla}}$$

$$\#Varillas = \frac{4.78 \text{ cm}^2}{\frac{\pi}{4} \left(\frac{5}{8} * 2.54 \text{ cm} \right)^2} = 2.41 \approx 3 \text{ Varillas}$$

- Acero requerido cama superior

$$A_{S_{req}} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0.003825 * f'c}} \right] * \frac{0.85 * f'c}{f_y}$$

$$A_{S_{req}} = \left[20 * 31 - \sqrt{(20 * 31)^2 - \frac{1614.68 * 20}{0.003825 * 210}} \right] * \frac{0.85 * 210}{2,810}$$

$$A_{S_{req}} = 2.12 \text{ cm}^2$$

Se utilizará varillas de 5/8 de pulgadas para el armado superior de la viga, la cantidad de varilla se puede calcular de la siguiente expresión.

$$\#Varillas = \frac{A_{S_{req}}}{A_{varilla}}$$

$$\#Varillas = \frac{2.12 \text{ cm}^2}{\frac{\pi}{4} \left(\frac{5}{8} * 2.54 \text{ cm} \right)^2} = 1.07 \approx 2 \text{ Varillas}$$

- Porcentaje de acero mínimo

$$\rho_{\min} = \frac{14.1}{f_y}$$

$$\rho_{\min} = \frac{14.1}{2,810 \text{ kg/cm}^2}$$

$$\rho_{\min} = 0.50 \%$$

- Cuantía de acero balanceada

$$\rho_{\text{balanceado}} = 0.85 \left(\frac{f'c}{f_y} \right) * \left(\frac{6120}{f_y + 6120} \right)$$

$$\rho_{\text{balanceado}} = 0.85 \left(\frac{210 \text{ kg/cm}^2}{2810 \text{ kg/cm}^2} \right) * \left(\frac{6120}{2810 \text{ kg/cm}^2 + 6120} \right)$$

$$\rho_{\text{balanceado}} = 4.35 \%$$

- Porcentaje de acero máximo

$$\rho_{\max} = 0.50 * \rho_{\text{balanceado}}$$

$$\rho_{\max} = 0.50 * 4.35 \%$$

$$\rho_{\max} = 2.17 \%$$

- Porcentaje de acero de la viga

- Cama inferior

$$\rho_{\text{viga}} = \frac{A_s}{b * d} = \frac{3 * \frac{\pi}{4} \left(\frac{5}{8} * 2.54 \text{ cm} \right)^2}{(20 \text{ cm}) * (31 \text{ cm})} = 0.96\%$$

$$\rho_{\text{min}} < \rho_{\text{viga}} < \rho_{\text{max}}$$

$$0.50 \% < 0.96 \% < 2.17 \% \rightarrow (\text{armado aceptable})$$

Debido a que la cuantía actuante de la viga se encuentra dentro del rango mínimo y máximo, se concluyó que el armado en la cama inferior es aceptable.

- Cama superior

$$\rho_{\text{viga}} = \frac{A_s}{b * d} = \frac{2 * \frac{\pi}{4} \left(\frac{5}{8} * 2.54 \text{ cm} \right)^2}{(20 \text{ cm}) * (31 \text{ cm})} = 0.64 \%$$

$$\rho_{\text{min}} < \rho_{\text{viga}} < \rho_{\text{max}}$$

$$0.50 \% < 0.64 \% < 2.17 \% \rightarrow (\text{armado aceptable})$$

Debido a que la cuantía actuante de la viga se encuentra dentro del rango mínimo y máximo, se concluyó que el armado en la cama superior es aceptable.

- Refuerzo transversal

- Cortante resistente del concreto

$$V_{\text{cu}} = \phi * 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$V_{\text{cu}} = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2} * 20 \text{ cm} * 31 \text{ cm}$$

$$V_{cu} = 4,047.59 \text{ kg}$$

- Cortante último

$$V_u = \frac{W * L}{2}$$
$$V_u = \frac{(1913.70 \text{ kg/m}) * (4.50 \text{ m})}{2} = 4,305.83 \text{ kg}$$

$$V_{cu} < V_u \rightarrow (\text{confinar estribos})$$

Con relación al inciso 18.4.2.4 del ACI318S-14, en el American Concrete Institute (2014), se debe colocar estribos cerrados de confinamiento en una longitud $2h$, medida desde la cara del miembro de apoyo hacia el centro de la luz, así también el espaciamiento de los estribos no debe exceder menor de $d/4$ y mayor de $d/2$.

- Zona central

Debido a que en la zona central se generan los menores esfuerzos cortante, se utilizara un espaciamiento máximo de $d/2$.

$$S = \frac{d}{2} = \frac{31 \text{ cm}}{2} = 15.5 \approx 15 \text{ cm}$$

- Zona de confinamiento

$$L_{\text{confinamiento}} = 2h = 2 * 35\text{cm} = 70 \text{ cm}$$

Debido a que en las zonas de confinamiento se general los mayores esfuerzos cortante, se utilizará un espaciamiento de $d/4$, así también el primer estribo estará situado a 5 cm de la cara del miembro de apoyo.

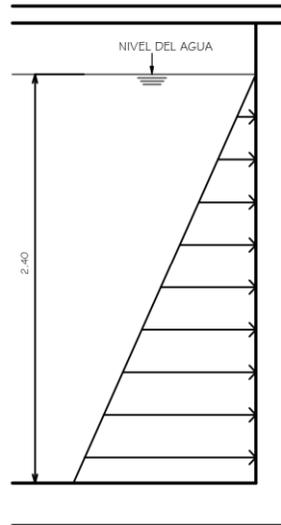
$$S = \frac{d}{4} = \frac{31 \text{ cm}}{4} = 7.75 \cong 7 \text{ cm}$$

El armado de la viga se detalla en los planos.

- Diseño de muros
 - Datos generales
 - Altura interna del muro = 2.70 m
 - Altura del agua = 2.40m
 - Largo interno = 9 m
 - Ancho interno = 4.50 m
 - $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 - 3000 \text{ PSI}$
 - $f_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2 - \text{Grado } 40$
 - $\gamma_{\text{concreto}} = 2,400 \text{ kg/m}^3$
 - $\gamma_{\text{agua}} = 1,000 \text{ kg/m}^3$
 - $\gamma_{\text{suelo}} = 1,860 \text{ kg/m}^3$
 - Recubrimiento = 4 cm
 - Espesor de muro = 0.20 m
- Empuje proporcionado por el agua

Figura 6.

Presión ejercida por el agua sobre el muro del tanque de almacenamiento



Nota. El corte muestra el comportamiento del empuje producido por el agua. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

$$\text{Empuje} = \frac{1}{2} * \gamma_{\text{agua}} * H_{\text{agua}}$$

$$\text{Empuje} = \frac{1}{2} * \gamma_{\text{agua}} * (H_{\text{agua}})^2$$

$$\text{Empuje} = \frac{1}{2} (1,000 \text{ kg/m}^3) * (2.40 \text{ m})^2 = 2,880 \text{ kg/m}$$

- Empuje mayorado

$$V = 1.40 (\text{Empuje})$$

$$V = 1.40 (2,880 \text{ kg/m})$$

$$V = 4,032 \text{ kg/m}$$

- Cortante del concreto

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

$$V_c = 0.53 * \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2} * 100 \text{ cm} * 15.21 \text{ cm}$$

$$V_c = 11,681.9 \text{ kg/m}$$

- Cortante del concreto factorado

$$V_{c\text{Factorado}} = \phi * V_c$$

$$V_{c\text{Factorado}} = 0.75 * 11,681.9 \text{ kg/m} = 8,761.43 \text{ kg/m}$$

$$V_{c\text{Factorado}} > V \rightarrow \text{Soporta el empuje del agua}$$

- Momento flector proporcionado por el agua

$$M = \frac{\text{Empuje} * H_{\text{agua}}}{3}$$

$$M = \frac{2,880 \text{ kg/m} * 2.40 \text{ m}}{3} = 2,304 \text{ kg} - \text{m/m}$$

- Momento flector proporcionado por el agua mayorado

$$M_{\text{mayorado}} = 1.40 * M$$

$$M_{\text{mayorado}} = 1.40 * 2,304 \text{ kg} - \text{m/m} = 3,225.6 \text{ kg} - \text{m}$$

- Refuerzo a flexión

- Acero requerido

$$A_{s_{req}} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0.003825 * f'c}} \right] * \frac{0.85 * f'c}{f_y}$$

$$A_{s_{req}} = \left[100 * 15.21 - \sqrt{(100 * 15.21)^2 - \frac{3,225.6 * 100}{0.003825 * 210}} \right] * \frac{0.85 * 210}{2,810}$$

$$A_{s_{req}} = 8.78 \text{ cm}^2$$

- Acero mínimo

$$A_{s_{min}} = \frac{14.1}{f_y} * b * d$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14.1}{2810 \text{ kg/cm}^2} * 100 \text{ cm} * 15.21 \text{ cm} = 7.63 \text{ cm}^2$$

Se utilizará el área de acero requerido, debido a que es mayor al acero mínimo, así también se utilizará varillas de 5/8 de pulgadas para el refuerzo a flexión.

$$\# \text{Varillas} = \frac{8.78 \text{ cm}^2}{\frac{\pi}{4} \left(\frac{5}{8} * 2.54 \text{ cm} \right)^2} = 4.44 \approx 5 \text{ Varillas}$$

$$S = \frac{100 \text{ cm}}{5} = 20 \text{ cm}$$

Por criterio propio, se utilizará un espaciamiento de 15 cm para el refuerzo a flexión, por lo tanto, el armado a flexión quedará con varillas No.5 a cada 15 cm.

- Acero por temperatura

$$A_{S_{temp}} = 0.002 * b * h$$

$$A_{S_{temp}} = 0.002 * 100 \text{ cm} * 20 \text{ cm} = 4 \text{ cm}^2$$

Se utilizará varillas de 1/2 de pulgadas para el refuerzo a temperatura.

$$\#Varillas = \frac{4 \text{ cm}^2}{\frac{\pi}{4} \left(\frac{1}{2} * 2.54 \text{ cm} \right)^2} = 3.15 \approx 4 \text{ Varillas}$$
$$S = \frac{100 \text{ cm}}{4} = 25 \text{ cm}$$

Por lo tanto, el armado a temperatura quedará con varillas No.4 a cada 25 cm.

- Empuje proporcionado por el suelo

Debido a que el tanque de almacenamiento es de tipo superficial, se asumió un ángulo de fricción interna del suelo de 28.43°.

$$K_a = \frac{1 - \text{sen}\phi}{1 + \text{sen}\phi}$$

$$K_a = \frac{1 - \text{sen}(28.43^\circ)}{1 + \text{sen}(28.43^\circ)} = 0.354936$$

Para el cálculo del empuje ocasionado por el suelo, se asumió un valor de 1,860 kg/m³ para el peso específico del suelo.

$$E_{\text{suelo}} = \frac{1}{2} * \gamma_{\text{suelo}} * (H_{\text{suelo}})^2 * K_a$$

$$E_{\text{suelo}} = \frac{1}{2} * 1,860 \text{ kg/m}^3 * (0.40 \text{ m})^2 * 0.354936 = 52.82 \text{ kg/m}$$

$$E_{\text{suelo mayorado}} = 1.7 * E_{\text{suelo}}$$

$$E_{\text{suelo mayorado}} = 1.7 * 52.82 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 89.79 \text{ kg/m}$$

- Cortante del concreto

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

$$V_c = 0.53 * \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2} * 100 \text{ cm} * 15.21 \text{ cm}$$

$$V_c = 11,681.9 \text{ kg/m}$$

- Cortante del concreto factorado

$$V_{\text{cFactorado}} = \phi * V_c$$

$$V_{\text{cFactorado}} = 0.75 * 11,681.9 \text{ kg/m} = 8,761.43 \text{ kg/m}$$

$V_{\text{cFactorado}} > E_{\text{suelo mayorado}} \rightarrow$ Soporta el empuje de la tierra

- Momento flector proporcionado por el suelo

$$M_{\text{suelo}} = \frac{E_{\text{suelo}} * H_{\text{suelo}}}{3}$$

$$M_{\text{suelo}} = \frac{52.82 \text{ kg/m} * 0.40 \text{ m}}{3} = 7.042 \text{ kg} - \text{m/m}$$

$$M_{\text{suelo mayorado}} = 1.7 * M_{\text{suelo}}$$

$$M_{\text{suelo mayorado}} = 1.70 * 7.042 \text{ kg} - \text{m/m} = 11.97 \text{ kg} - \text{m/m}$$

- Refuerzo a flexión

- Acero requerido

$$A_{s_{\text{req}}} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0.003825 * f'c}} \right] * \frac{0.85 * f'c}{f_y}$$

$$A_{s_{\text{req}}} = \left[100 * 15.21 - \sqrt{(100 * 15.21)^2 - \frac{11.97 * 100}{0.003825 * 210}} \right] * \frac{0.85 * 210}{2,810}$$

$$A_{s_{\text{req}}} = 0.031123 \text{ cm}^2$$

Debido a que el tanque es superficial, y que el empuje del suelo no afecta severamente el muro, se utilizara el armado calculado para el empuje del agua, ya que resiste ambos empujes.

- Losa inferior

- Datos generales

- $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 - 3000 \text{ PSI}$

- $f_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$ – Grado 40
- $\gamma_{\text{concreto}} = 2,400 \text{ kg/m}^3$
- $\gamma_{\text{agua}} = 1,000 \text{ kg/m}^3$
- Altura del agua = 2.40 m
- Recubrimiento = 5 cm

Figura 7.

Esquema de losa inferior del tanque de almacenamiento



Nota. Distribución de losa inferior. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

Si la relación $m = a/b$ es mayor que 0.5 debe diseñar en 2 sentidos, si es menor que 0.5 se diseñar en un sentido.

Donde:

a = lado menor de la losa

b = lado mayor de la losa

Tabla 12.

Tipo de losa inferior del tanque de almacenamiento

Descripción	Losa
m = a/b	0.5 ≥ 0.5
Refuerzo	Dos sentidos

Nota. Refuerzo en los dos sentidos de las losas. Elaboración propia, realizado con Excel.

- Espesor de losa

$$t = \frac{\text{perimetro}}{180}$$

$$t = \frac{4.50 \text{ m (2)} + 9 \text{ m (2)}}{180} = 0.15 \text{ cm}$$

Se utilizará un espesor de 15 cm.

Por motivos de la reducción del área de acero de refuerzo que necesitara la losa inferior, se propone aumentar un espesor a 25 cm.

- Integración de cargas
 - Carga muerta (CM)
 - Se consideró el peso propio de la losa, así también el peso provocado por el agua, y una sobrecarga como medida de seguridad.

$$CM = \gamma_{\text{concreto}} * t + Sc + \gamma_{\text{agua}} * H_{\text{agua}}$$

$$CM = 2,400 \text{ kg/m}^3 * 0.25 \text{ m} + 50 \text{ kg/m}^2 + 1,000 \text{ kg/m}^3 * 2.40 \text{ m}$$

$$CM = 3,050 \text{ kg/m}^2$$

- Carga viva (CV)

- Se consideró una carga viva de 100 kg/m^2 , debido a que la losa inferior funcionara como una azotea de concreto sin acceso según la tabla 3.7.1-1 de la Norma de Seguridad Estructural NSE 2, expuesta por la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (2018).

$$CV = 100 \text{ kg/m}^2$$

- Carga última (CU)

$$CU = 1.4CM + 1.7CV$$

$$CU = 1.4(3,050 \text{ kg/m}^2) + 1.7(100 \text{ kg/m}^2)$$

$$CU = 4,270 \text{ kg/m}^2 + 170 \text{ kg/m}^2$$

$$CU = 4,440 \text{ kg/m}^2$$

- Determinación de momentos

Para determinar los momentos de la losa inferior se utilizó las fórmulas indicadas en el cálculo de losa superior con relación a Nilson & Ambrose (2001).

$$MA(-) = C_{A \text{ neg}} * CU * A^2$$

$$MA(-) = 0.00 * 4,440 \text{ kg/m}^2 * (4.50 \text{ m})^2$$

$$MA(-) = 0.00 \text{ kg} - \text{m}$$

$$MB(-) = C_{B \text{ neg}} * CU * B^2$$

$$MB(-) = 0.00 * 4,440 \text{ kg/m}^2 * (9 \text{ m})^2$$

$$MB(-) = 0.00 \text{ kg} - \text{m}$$

$$MA(+) = C_{A \text{ cm}} * CM * A^2 + C_{A \text{ cv}} * CV * A^2$$

$$MA(+) = 0.095 * 4,270 \text{ kg/m}^2 * (4.50 \text{ m})^2 + 0.095 * 170 \text{ kg/m}^2 * (4.50 \text{ m})^2$$

$$MA(+) = 8,541.45 \text{ kg} - \text{m}$$

$$MB(+) = C_{B \text{ cm}} * CM * B^2 + C_{B \text{ cv}} * CV * B^2$$

$$MB(+) = 0.006 * 4,270 \text{ kg/m}^2 * (9 \text{ m})^2 + 0.006 * 170 \text{ kg/m}^2 * (9 \text{ m})^2$$

$$MB(+) = 2,157.84 \text{ kg} - \text{m}$$

Tabla 13.

Momentos negativos y positivos de losa inferior del tanque de almacenamiento

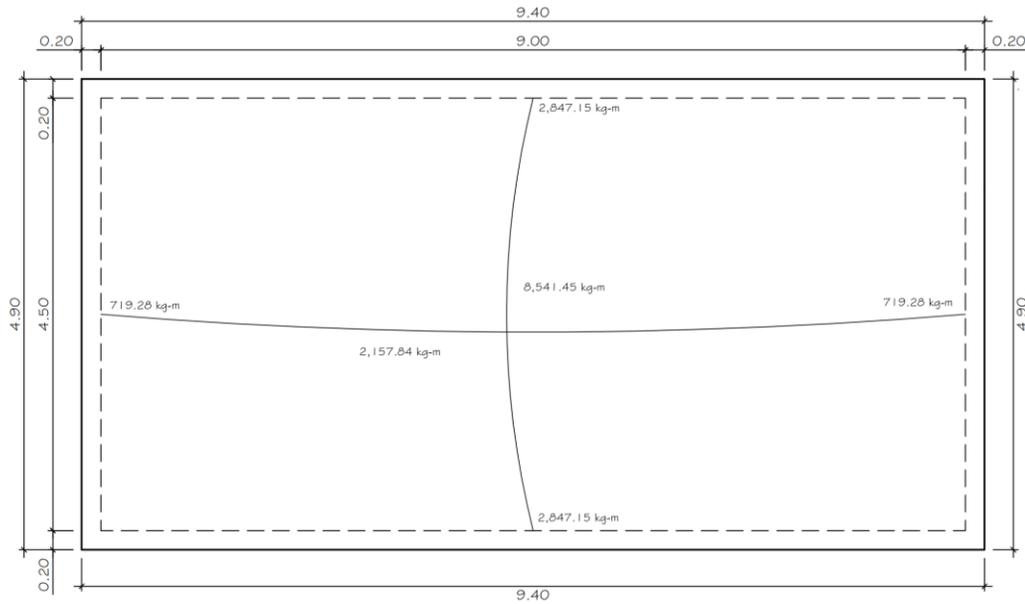
Descripción	Losa inferior
Relación m = a/b	0.50
Caso de empotramiento según ACI	Caso 1
MA (-) kg-m	0.00
MB (-) kg-m	0.00
MA (+) kg-m	8,541.45
MB (+) kg-m	2,157.84

Nota. Momentos producidos bajo el comportamiento de las diferentes cargas en la losa inferior.

Elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 8.

Diagrama de losa inferior del tanque de almacenamiento



Nota. Diagrama de momentos. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

- Diseño de acero de refuerzo
 - Peralte efectivo

$$d = t - R$$

Donde:

t = Espesor de losa (cm)

R = Recubrimiento (cm)

$$d = 25 \text{ cm} - 5 \text{ cm}$$

$$d = 20 \text{ cm}$$

- Área de acero mínimo

$$A_{s_{\min}} = 0.40 * \left(\frac{14.1}{f_y} \right) * b * d$$

$$A_{s_{\min}} = 0.40 * \left(\frac{14.1}{2,810 \text{ kg/cm}^2} \right) * 100 \text{ cm} * 20 \text{ cm}$$

$$A_{s_{\min}} = 4.01 \text{ cm}^2$$

- Espaciamiento de refuerzo

Utilizando varilla No.5 y regla de 3 se calculó el espaciamiento para el área de acero mínimo.

$$S = \frac{100 \text{ cm} * 2.00 \text{ cm}^2}{4.01 \text{ cm}^2}$$

$$S = 48.87 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = 3 * t$$

$$S_{\max} = 3 * 25 \text{ cm} = 75 \text{ cm}$$

$$S > S_{\max} \rightarrow \text{Recalcular}$$

Para el espaciamiento en el armado de la losa inferior, se propuso un espaciamiento de 20 cm, por lo que se calculó el área de acero para este espaciamiento.

$$A_s = \frac{100 \text{ cm} * 2.00 \text{ cm}^2}{20 \text{ cm}}$$

$$A_s = 10 \text{ cm}^2$$

- Momento resistente del área de acero

$$M_r = 0.90 \left(A_s * f_y \left(d - \frac{A_s * f_y}{1.70 * f'_c * b} \right) \right)$$

$$M_r = 0.90 \left(10 \text{ cm}^2 * 2,810 \text{ kg/cm}^2 \left(20 \text{ cm} - \frac{10 \text{ cm}^2 * 2,810 \text{ kg/cm}^2}{1.70 * 210 \text{ kg/cm}^2 * 100 \text{ cm}} \right) \right)$$

$$M_r = 485,893.86 \text{ kg} - \text{cm} \approx 4,858.94 \text{ kg} - \text{m}$$

Tabla 14.

Área de acero y espaciamiento de losa inferior del tanque de almacenamiento

Tipo de momento	Momento kg-m	Espesor de losa (cm)	Peralte efectivo (cm)	A _{sreq} cm	S _{max} cm
(-)	2,847.15	25	20	10	20
(-)	719.28	25	20	10	20
(+)	8,541.45	25	20	19.26	10
(+)	2,157.84	25	20	10	20

Nota. Armado final de losa. Elaboración propia, realizado con Excel.

El armado de la losa inferior se detalla en los planos.

2.1.13.2.3. Sistema de desinfección

Se utilizará un sistema de desinfección por medio de cloro, Nilson & Ambrose (2001), en este sentido, refiere la necesidad de implementar el uso de un alimentador automático de tricloro, que funciona a base de tabletas tricloro que son una forma de presentación del cloro, debido a su uso en América y en particular en Guatemala. Es un sistema de desinfección más económicos que otros medios. Las dosis de gramos de tricloro oscila entre 0.07 % y 0.15 %.

Las tabletas son de 200 gramos de peso, con una solución de cloro al 90 % y 10 % de estabilizador, con dimensiones de 4 pulgadas de diámetro y una pulgada de espesor. Las tabletas se disuelven a una velocidad de 15 gramos por día. Se realizará el ejemplo para el calcula de pastillas de tricloro para el tanque de almacenamiento.

Para determinar la cantidad de litros a tratar se utilizará el caudal de conducción durante un día, el cual es de 609,984 L/día.

$$Gt = \frac{C * M * D}{\%CL}$$

Donde:

Gt = Gramos de tricloro

C = Miligramos por litro (0.07 % – 0.15 %)

M = Litros de agua a tratarse por dia

D = Numero de días

%CL = Concentracion de cloro

Para este proyecto se consideró una cantidad de 0.10 % de miligramos por litro y tabletas con un contenido de cloro del 90 %. Sustituyendo los valores en la formula anterior se tiene:

$$Gt = \frac{0.10 \% * 609,984 \text{ L/día} * 30 \text{ dias}}{90 \%}$$

$$Gt = 20,332.8 \text{ gr}$$

Teniendo la cantidad de tricloro al mes y el peso de cada tableta, se procedió a determinar el número de tabletas requeridas por mes.

$$\text{Numero de tabletas} = \frac{20,332.8 \text{ gr}}{200 \text{ gr}} = 101.66 \approx 102 \text{ tabletas/mes}$$

Se necesitará 105 tabletas de tricloro mensuales o 3.5 tabletas diarias para la desinfección del agua.

2.1.13.3. Diseño de la red de distribución

La red de distribución es el conjunto de tuberías trabajando a presión, obras y dispositivos que permiten el transporte del agua desde el tanque de almacenamiento hasta la conexión del servicio.

2.1.13.3.1. Tipos de redes

Los tipos de redes dependerá según la forma del circuito y el tamaño de la población. La red de distribución puede ser de dos tipos: abierta y cerrada.

- **Redes abiertas**

Este tipo de red se caracteriza por contar con una tubería principal de distribución de mayor diámetro, desde la cual parten ramales con tubería de menor diámetro que terminaran en puntos ciegos, es decir que las ramificaciones no intersecan con otras ramificaciones en la misma red de distribución. Se utilizada en zonas rurales donde las viviendas están dispersas.

- **Redes cerradas**

Este tipo de red está conformada por tuberías interconectadas formando mallas o circuitos de la interconexión entre los ramales de la red de distribución

de agua potable, se caracteriza por tener presiones equilibradas en el sistema. Se utiliza en comunidades donde tiene definidas las calles y avenidas.

2.1.13.3.2. Cálculo de la red de distribución

Para el cálculo de la red de distribución se utilizará el método de redes abiertas, debido a que las viviendas se encuentran dispersas en la comunidad. Se utilizará como ejemplo el tramo E-34 a E-20.

Datos

$$L_{\text{dis}} = 410.52 \text{ m}$$

$$Q_{\text{dis}} = 1.47 \text{ L/s}$$

$$H_f = 1014.82 \text{ m} - 1009.42 \text{ m} = 5.4 \text{ m}$$

- Diámetro teórico de tubería

Se utilizará la ecuación de Hazen y Williams para determinar el diámetro teórico del tramo E-34 a E-20.

$$\phi_{\text{teo}} = \left(\frac{1743.811 * L_{\text{dis}} * Q_{\text{dis}}^{1.85}}{C^{1.85} * H_f} \right)^{1/4.87}$$

Donde:

ϕ_{teo} = Diámetro teórico (in)

L_{dis} = Longitud de diseño (m)

Q_{dis} = Caudal de diseño (L/s)

C = Coeficiente de rugosidad

H_f = Peridads de carga (m)

$$\phi_{\text{teo}} = \left(\frac{1743.811 * (410.52 \text{ m} * 1.05) * (1.47 \text{ L/s})^{1.85}}{(150)^{1.85} * (5.4 \text{ m})} \right)^{1/4.87}$$

$$\phi_{\text{teo}} = 1.964 \text{ in}$$

Para el tramo E-34 a E-20 se utilizará un diámetro comercial de 2" con un diámetro interno de 2.193 pulgadas. Estos diámetros se obtuvieron de las especificaciones técnicas de DURMAN.

- Perdidas de carga

Se utilizará la ecuación de Hazen y Williams para determinar las pérdidas de cargas del tramo E-34 a E-20, sustituyendo las variables respectivas.

$$H_f = \frac{1,743.81 * L_{\text{dis}} * Q_{\text{dis}}^{1.85}}{C^{1.85} * \phi_i^{4.87}}$$

Donde:

H_f = Peridads de carga (m)

L_{dis} = Longitud de diseño (m)

Q_b = Caudal de bombeo (L/s)

C = Coeficiente de rugosidad

ϕ_i = Diametro interno (in)

$$H_f = \frac{1,743.81 * (410.52 \text{ m} * 1.05) * (1.47 \text{ L/s})^{1.85}}{(150)^{1.85} * (2.193 \text{ in})^{4.87}}$$

$$H_f = 3.153 \text{ m}$$

- Velocidad de flujo

Según las guías de diseño del Instituto de Fomento Municipal y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (2011), la velocidad del agua en las tuberías estará entre 0.60 y 3.00 m/s.

$$V = \frac{1.974 * Q_{dis}}{(\phi_i)^2}$$

Donde:

V = Velocidad de flujo (m/s)

Q_{dis} = Caudal de bombeo (L/s)

ϕ_i = Diametro interno (in)

$$V = \frac{1.974 * 1.47 \text{ L/s}}{(2.193 \text{ in})^2}$$

$$V = 0.603 \text{ m/s}$$

La velocidad se encuentra dentro del rango de velocidades admisibles.

- Presiones de servicio

Según las guías de diseño del INFOM y UNEPAR (1997), la presión de servicios en las tuberías estará entre 10mca y 60mca, esta se calcula la diferencia entre el nivel piezométrico y el nivel de terreno.

- Cota piezométrica

La cota piezométrica es la máxima presión dinámica en cualquier punto de la línea de conducción o distribución, que alcanzaría la columna de agua, si se coloca un manómetro en ese punto. Es equivalente a la cota de la superficie del agua en el punto de salida, menos la pérdida de carga por fricción que ocurre en la distancia que los separa.

$$P_{E. E34} = CT_{E20} - CT_{E34}$$

$$C_{PZ E34} = C_{PZ E20} - H_{f_{E34-E20}}$$

$$P_{D. E34} = C_{PZ E34} - CT_{E34}$$

Donde:

P_E = Presión estática (m)

CT = Cota de terreno (m)

C_{PZ} = Cota pizométrica (m)

P_D = Presión dinámica (mca)

$$P_{E. E34} = 1003.92 - 999.42 \text{ m} = 4.5 \text{ m}$$

$$C_{PZ E20} = 1014.82 \text{ m (Dato calculado)}$$

$$C_{PZ E34} = 1014.82 \text{ m} - 3.153 \text{ m} = 1011.67 \text{ m}$$

$$P_{D. E34} = 1011.67 \text{ m} - 999.42 \text{ m} = 12.25 \text{ mca}$$

La presión se encuentra dentro del rango de presiones admisibles.

Tabla 15.

Cálculo hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE DEL GOLFO																	
Proyecto: Sistema de abastecimiento de agua potable																	
Ubicación: Aldea el Caulote, San Jose del Golfo																	
DE E	A E	D.H (m)	CASAS	No. HABITANTES		Q.Dis (L/s)	COTAS TERRENO		DIAM (pgl)	HF (m)	COTA PIZOMETRICA		PRESION (m.ca)	Vel (m/s)	PRESION (psi)	TUBERIA (psi)	
				Actual	Futura		Inicio	Final			Inicio	Final					
E-34	E-20	410.52	55	275	558	1.47	999.42	1003.92	2	3.153	1011.67	1014.82	12.25	0.60	17.39	160.00	
E-114	E-108	90.04	4	20	41	0.35	970.29	970.11	1	0.918	981.39	982.31	11.10	0.48	15.76	160.00	
E-110	E-108	37.18	5	25	51	0.40	970.29	970.11	1	0.495	981.82	982.31	11.53	0.55	16.36	160.00	
E-108	E-20	213.04	22	110	223	1.66	970.11	1003.92	1 1/4	11.797	1003.02	1014.82	32.91	1.40	46.73	160.00	
E-20	E-18	37.54	5	25	51	3.53	1003.92	1003.60	2	1.461	1016.46	1017.92	12.54	1.45	17.80	160.00	
E-70	E-62	112.98	15	75	152	0.75	1000.46	995.99	1 1/4	1.428	1010.46	1011.89	10.00	0.63	14.20	160.00	
E-78	E-62	202.55	11	55	112	0.63	987.59	995.99	1	6.289	1005.60	1011.89	18.01	0.87	25.57	160.00	
E-62	E-55	63.16	4	20	41	1.73	995.99	1000.70	1 1/2	1.941	1011.89	1013.83	15.90	1.11	22.57	160.00	
E-58	E-55	141.05	21	105	213	0.89	993.39	1000.70	1	8.315	1005.51	1013.83	12.12	1.24	17.22	160.00	
E-42	E-40	57.05	11	55	112	0.63	1006.87	1004.34	1 1/2	0.273	1016.97	1017.24	10.10	0.41	14.34	160.00	
E-55	E-40	217.38	20	100	203	3.54	1000.70	1004.34	2 1/2	3.348	1013.89	1017.24	13.19	0.99	18.73	160.00	
E-40	E-38	36.16	8	40	81	4.70	1004.34	1003.76	3	0.362	1017.25	1017.61	12.91	0.89	18.33	160.00	
E-95	E-38	289.59	19	95	193	0.85	973.06	1003.76	1	15.487	1002.12	1017.61	29.06	1.17	41.26	160.00	
E-38	E-18	66.98	5	25	51	5.95	1003.76	1003.60	4	0.305	1017.62	1017.92	13.86	0.68	19.67	160.00	
E-18	TANQUE	43.34	0.00	0.00	0.00	9.48	1003.6	1018.67	4	0.467	1018.21	1018.67	14.61	1.08	20.74	160.00	

Nota. Tabla de cálculos que muestra los resultados hidráulicos del diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea El Caulote. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.1.13.3.3. Obras hidráulicas

Las obras hidráulicas son aquellos elementos que se utilizan para controlar y aprovechar el agua, como también para prevenir la fractura del sistema.

- Válvulas de compuerta

Las válvulas de compuerta son accesorios que se utiliza para interrumpir o permitir el paso del flujo del agua en el sistema. Se utilizan en los sistemas de conducción y red de distribución.

- Válvulas de aire

En las líneas por gravedad tiende a acumular aire en los puntos altos de la tubería, provocando la reducción del área del flujo del agua así mismo la capacidad de conducción, produciendo un aumento de pérdida de carga. Para evitar esta acumulación es necesario instalar válvulas de aire en los puntos altos, permitiendo tanto el ingreso como la salida de este y la conducción del caudal deseado.

- Válvulas de limpieza

Estas válvulas se utilizan en las líneas por gravedad donde se acumulan todos los sedimentos, los cuales tiende a depositarse en los puntos más bajos del sistema. Para evitar la acumulación de sedimentos es necesario instalar válvulas de limpieza, permitiendo la expulsión de sólidos y la conducción del caudal deseado.

- Cajas rompe presión

Las cajas rompen presión (CRP), es una estructura hidráulica complementaria, su principal función es reducir la presión de agua en la tubería a la presión atmosférica. Este tipo de obra se usa siempre que la topografía lo permita, cuando la máxima presión estática exceda la presión de trabajo de la tubería, en línea de conducción por gravedad y en redes de distribución abiertas.

Para este proyecto no fue necesario utilizar cajas rompe presión, debido a que las presiones estáticas no exceden las presiones de la tubería.

2.1.13.3.4. Conexiones domiciliare

Una conexión domiciliar es un conjunto de tuberías y accesorios conectados que conduce el agua desde la red de distribución a la vivienda. Consta de las siguientes partes:

- Abrazadera domiciliar o tee reductora
- Llave de paso
- Caja de concreto para llave de paso
- Tuberías
- Codos
- Grifo

2.1.13.4. Ejemplo de un tramo

Se diseñará el tramo comprendido entre E-34 a E-20.

- Datos generales

Tipo de red = Abierta

Tubería de P. V. C SDR26 160 PSI

No. Casas = 55

Po = 275 habitantes

Dotación = 100 L/hab./día

FHM = 2.00

K = 0.20

CT_{E34} = 999.42 m

CT_{E20} = 1003.92 m

L_{dis} = 410.52 m

- Población Futura

$$P_f = 275 * (1 + 0.036)^{20} = 558 \text{ habitantes}$$

- Caudal medio diario

$$cmd = \frac{100 \text{ L/hab./día} \times 558 \text{ habitantes}}{86,400 \text{ s}} = 0.645 \text{ L/s}$$

- Caudal máximo horario

$$CMH = 0.645 \text{ L/s} * 2.00 = 1.29 \text{ L/s}$$

- Caudal de uso simultáneo

$$Qu. s. = 0.20 * \sqrt{55 - 1} = 1.47 \text{ L/s}$$

- Caudal de diseño

$$Q_{dis} = 1.47 \text{ L/s}$$

- Diámetro teórico

$$\phi_{\text{teo}} = \left(\frac{1743.811 * (410.52 \text{ m} * 1.05) * (1.47 \text{ L/s})^{1.85}}{(150)^{1.85} * (5.4 \text{ m})} \right)^{1/4.87} = 1.964 \text{ in}$$

- Diámetro comercial

$$\phi_{\text{com}} = 2 \text{ in}$$

- Diámetro Interno

$$\phi_{\text{int}} = 2.193 \text{ in}$$

- Perdidas de carga

$$H_f = \frac{1,743.81 * (410.52 \text{ m} * 1.05) * (1.47 \text{ L/s})^{1.85}}{(150)^{1.85} * (2.193 \text{ in})^{4.87}} = 3.153 \text{ m}$$

- Velocidad de flujo

$$V = \frac{1.974 * 1.47 \text{ L/s}}{(2.193 \text{ in})^2} = 0.603 \text{ m/s}$$

- Presiones de servicio

$$P_{E, E34} = 1003.92 - 999.42 \text{ m} = 4.5 \text{ m}$$

$$C_{PZ E20} = 1014.82 \text{ m (Dato calculado)}$$

$$C_{PZ E34} = 1014.82 \text{ m} - 3.153 \text{ m} = 1011.67 \text{ m}$$

$$P_{D, E34} = 1011.67 \text{ m} - 999.42 \text{ m} = 12.25 \text{ mca}$$

2.1.14. Operación y mantenimiento

La operación y mantenimiento son dos actividades claves para la duración y el buen funcionamiento de un sistema de abastecimiento de agua potable, por lo tanto, en esta etapa se implementará un plan con diferentes actividades necesarias que permitirá que los costos se reduzcan y ayudara al manejo y optimización del recurso hídrico, evitando daños y logrando un adecuado funcionamiento del sistema de agua potable.

En este sistema se utilizará un plan de mantenimiento preventivo y correctivo, el cual se programará de forma periódica las distintas actividades, así como la frecuencia de ejecución y el personal requerido en cada una de estas actividades, que ayudará a reducir el riesgo de daños, fallas y asegurar una mayor vida útil de los componentes.

2.1.14.1. Programa de operación y mantenimiento

El objetivo del programa es proporcionar un plan de trabajo con las diferentes actividades necesarias para la operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable.

Tabla 16.

Programa de operación y mantenimiento del sistema de agua potable

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE DEL GOLFO			
Proyecto: Sistema de abastecimiento de agua potable			
Ubicación: Aldea el Caulote, San José del Golfo			
PROGRAMA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			
SISTEMA	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Pozo Mecánico	Limpieza y chapeo del área	Bimensual	Ayudante
	Verificar todas las instalaciones	Semanal	Fontanero
	Mantenimiento del equipo	Trimestral	Técnico especialista
	Reparación y/o cambio de componentes	Eventual	Técnico y Fontanero
	Toma de muestras para análisis de laboratorio	Mensual	Técnico especialista
Línea de conducción	Limpieza y chapeo de la línea	Mensual	Fontanero y 2 ayudantes
	Inspección de la línea para determinar fugas	Mensual	Fontanero
	Reparación de las tuberías y accesorios	Eventual	Fontanero y 3 ayudantes
	Revisión de válvulas de compuerta	Mensual	Fontanero
Tanque de almacenamiento	Revisión completa	Trimestral	Fontanero y 2 ayudantes
	Limpieza y chapeo del área	Bimensual	Ayudante
	Revisión de las válvulas de compuerta	Mensual	Fontanero
	Revisión de las estructuras	Bimensual	Fontanero
	Revisión de las tuberías y accesorios	Mensual	Fontanero
	Reparación de las estructuras	Eventual	Fontanero y 2 ayudantes
	Reparación y/o cambio de válvulas	Eventual	Fontanero y 1 ayudante
Reparación y/o cambio de tuberías	Eventual	Fontanero y 1 ayudante	
Sistema de desinfección	Lavado y desinfección	Bimensual	Fontanero y 2 ayudantes
	Limpieza y chapeo del área	Bimensual	Fontanero
	Revisión del tricloro	Semanal	Operador del sistema
	Limpieza y revisión del clorador	Mensual	Operador del sistema
Red de distribución	Reparación y/o cambio del clorado	Eventual	Técnico especialista
	Inspección de la red para determinar fugas	Mensual	Fontanero y 2 ayudantes
	Revisión de las cajas de válvulas	Mensual	Fontanero
	Revisión de las válvulas	Mensual	Fontanero
	Reparación de las tuberías y accesorios	Eventual	Fontanero y 3 ayudantes
	Toma de muestras para análisis de laboratorio	Mensual	Técnico especialista
Conexiones domiciliarias	Revisión completa	Trimestral	Fontanero y 2 ayudantes
	Revisión de las conexiones	Trimestral	Fontanero y 1 ayudantes
	Reparación de las conexiones	Eventual	Fontanero y 1 ayudantes
Conexiones domiciliarias	Reparación y/o cambio de llaves de paso	Eventual	Fontanero

Nota. El programa muestra una serie de actividades para la operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea El Caulote. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.1.14.2. Costo de operación y mantenimiento

Los costos de operación y mantenimiento corresponden a aquellos gastos que el proyecto demandara para que su funcionamiento sea eficiente en la vida del sistema.

- **Gastos de operación**

Se implementará la contratación de un fontanero, quien tendrá a su cargo la operación y supervisión del servicio de agua potable, como también la contratación de ayudantes y técnicos especialistas cuando el servicio lo requiera.

- **Gastos de mantenimiento**

Para los gastos de mantenimiento se tiene contemplado la compra de accesorios para el sistema como tubos, pegamento, codos, llaves, entre otros. También para los servicios de limpieza y chapeo se contempló machetes, palas, escobas, entre otros, durante la operación del proyecto.

- **Gastos de desinfección**

Para poder mantener el sistema tratado y desinfectado se implementará la compra de tabletas de tricloro de 200 gramos, la cual se necesita un total de 105 tables mensuales para cumplir la desinfección del sistema de agua.

- **Gastos de administración**

Representa el fondo que servirá para gastos de papelería, sello, viáticos, entre otros. Se estima un 15 % de la suma de los anteriores.

- Gastos de reserva

Se implementará un gasto de reserva para cualquier imprevisto que afecte al programa de operación y mantenimiento del proyecto, el cual será el 12 % de la suma de los costos de operación y mantenimiento.

Tabla 17.

Costo de operación y mantenimiento del sistema de agua potable

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE DEL GOLFO					
Proyecto: Sistema de abastecimiento de agua potable					
Ubicación: Aldea el Caulote, San José del Golfo					
COSTO DE OPERACIÓN Y MATENIMIENTO					
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	DIAS/MES	COSTO/DIA	COSTO/MES
Gastos fijos					
1. Gastos de operación					
Fontanero	1	Unidad	16	Q 100.00	Q 1,600.00
Ayudante	1	Unidad	10	Q 75.00	Q 750.00
Técnico especialista	1	Unidad	8	Q 100.00	Q 800.00
Operador del sistema	1	Unidad	6	Q 150.00	Q 900.00
2. Gastos de mantenimiento					
Accesorios para el sistema	1	Global	30	Q 20.00	Q 600.00
Accesorios de limpieza	1	Global	30	Q 5.00	Q 150.00
3. Gastos de desinfección					
Tabletas de tricloro	3.5	Tabletas	30	Q 13.00	Q 1,365.00
4. Gastos de administración					
15 por ciento	15	%	30	Q 69.45	Q 924.75
5. Gastos de reserva					
12 por ciento	12	%	30	Q 55.56	Q 739.80
Gastos eventuales					
1. Personal de operación					
Fontanero	1	Unidad	2	Q 100.00	Q 200.00
Ayudante	3	Unidad	2	Q 75.00	Q 450.00
2. Insumos					
Repuestos	1	Global	30	Q 25.00	Q 750.00
TOTAL					Q 9,229.55

Nota. La tabla muestra una serie de gastos fijos y eventuales para operación y mantenimiento para el sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea El Caulote. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.1.15. Propuesta de tarifa

Para que un sistema de agua potable cumpla con su objetivo y sea sostenible durante su periodo de diseño, se requiere de un fondo de operación y mantenimiento, ya que existen diferentes gastos que requiere el sistema. La tarifa se determinará para cada una de las viviendas, en función de los costos de operación, mantenimiento, desinfección, administración y reserva, así también de los gastos eventuales que se requiera. La tarifa propuesta será de cada mes.

$$\text{Tarifa} = \frac{\text{Gastos de operacion y mantenimiento}}{\text{No. de viviendas}}$$

$$\text{Tarifa} = \frac{\text{Q } 9,229.55}{205 \text{ viviendas}} = \text{Q } 46.00$$

La tarifa mensual de cada vivienda a pagar seria de Q 46.00, que servirá para pagar los gastos de operación y mantenimiento del servicio.

2.1.16. Planos

Los planos finales del sistema de abastecimiento de agua potable se presentan en el apéndice, en tamaño A-1, están conformado por: densidad de vivienda, diseño general, línea de conducción, red de distribución, detalle de tanque de almacenamiento, caseta de control de bombeo y válvulas.

2.1.17. Presupuesto

Se presenta el presupuesto general del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea El Caulote.

Tabla 18.*Cuadro de renglones finales del proyecto del sistema de agua potable*

No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (Q)	TOTAL (Q)
1 TRABAJOS RRELIMINARES					
1.1	Replanteo topográfico	ml	2266.81	Q 5.54	Q 12,559.94
1.2	Limpieza y Chapeo	m2	78.00	Q 18.71	Q 1,459.49
2 EXCAVACION					
2.1	Excavación	m3	692.12	Q 174.81	Q 120,992.74
3 CASETA DE CONTROL DE BOMBEO					
3.1	Tubería PVC Ø 4" de 250 PSI	ml	167.64	Q 285.71	Q 47,896.64
3.2	Caseta de control de bombeo	Unidad	1.00	Q 14,207.77	Q 14,207.77
3.3	Equipo de bombeo	Unidad	1.00	Q 49,341.97	Q 49,341.97
4 LINEA DE CONDUCCION					
4.1	Tubería PVC Ø 4" de 250 PSI	ml	248.25	Q 291.79	Q 72,437.23
5 TANQUE DE ALMACENAMIENTO					
5.1	Tanque de almacenamiento	Unidad	1.00	Q 248,429.74	Q 248,429.74
5.2	Clorador	Unidad	1.00	Q 8,793.59	Q 8,793.59
6 LINEA DE DISTRIBUCION					

Continuación de la tabla 18.

No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (Q)	TOTAL (Q)
6.1	Caja + Válvula de compuerta 4"	Unidad	1.00	Q 6,432.58	Q 6,432.58
6.2	Tubería PVC Ø 4" de 160 PSI	ml	110.32	Q 232.26	Q 25,622.83
6.3	Tubería PVC Ø 3" de 160 PSI	ml	36.16	Q 172.41	Q 6,234.23
6.4	Tubería PVC Ø 2 1/2" de 160 PSI	ml	217.38	Q 122.55	Q 26,640.13
6.5	Tubería PVC Ø 2" de 160 PSI	ml	448.06	Q 90.18	Q 40,408.24
6.6	Tubería PVC Ø 1 1/2" de 160 PSI	ml	120.21	Q 81.21	Q 9,762.24
6.7	Tubería PVC Ø 1 1/4" de 160 PSI	ml	326.02	Q 64.76	Q 21,111.58
6.8	Tubería PVC Ø 1" de 160 PSI	ml	760.41	Q 50.25	Q 38,211.75
6.9	Caja + Válvula de aire	Unidad	5.00	Q 3,943.38	Q 19,716.88
6.10	Caja + Válvula de limpieza	Unidad	5.00	Q 3,593.87	Q 17,969.36
7 CONEXIONES PEDIALES					
7.1	Conexiones domiciliarias (incluye chorro)	Unidad	205.00	Q 1,301.98	Q 266,905.76
8 RELLENO					
8.1	Relleno	m3	629.12	Q 113.01	Q 71,097.67
9 LIMPIEZA FINAL					
9.1	Limpieza general	Unidad	1.00	Q 5,302.10	Q 5,302.10
TOTAL DEL PROYECTO					Q 1,131,534.46

Nota. Presupuesto final del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea El Caulote. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.1.18. Cronograma de ejecución

Se presenta el cronograma necesario para el sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea El Caulote.

Figura 9.

Cronograma de ejecución del sistema de abastecimiento de agua potable

REGLONES		MESES					
No.	DESCRIPCION	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
1	TRABAJOS RRELIMINARES						
1.1	Replanteo topográfico	■					
1.2	Limpieza y Chapeo	■					
2	EXCAVACION						
1.3	Excavación		■	■	■	■	■
3	CASETA DE CONTROL DE BOMBEO						
3.1	Tubería PVC Ø 4" de 250 PSI	■					
3.2	Caseta de control de bombeo	■	■				
3.3	Equipo de bombeo		■				
4	LINEA DE CONDUCCION						
4.1	Tubería PVC Ø 4" de 250 PSI		■	■			
5	TANQUE DE ALMACENAMIENTO						
5.1	Tanque de almacenamiento	■	■	■			
5.2	Clorador		■				
6	LINEA DE DISTRIBUCION						
6.1	Caja + Válvula de compuerta 4"		■				
6.2	Tubería PVC Ø 4" de 160 PSI		■	■			
6.3	Tubería PVC Ø 3" de 160 PSI		■	■			
6.4	Tubería PVC Ø 2 1/2" de 160 PSI			■	■		
6.5	Tubería PVC Ø 2" de 160 PSI			■	■	■	
6.6	Tubería PVC Ø 1 1/2" de 160 PSI				■	■	
6.7	Tubería PVC Ø 1 1/4" de 160 PSI				■	■	■
6.8	Tubería PVC Ø 1" de 160 PSI					■	■
6.9	Caja + Válvula de aire		■				■
6.10	Caja + Válvula de limpieza			■		■	
7	CONEXIONES PREDIALES						
7.1	Conexiones domiciliarias (incluye chorro)					■	■
8	RELLENO						
8.1	Relleno		■	■	■	■	■
9	LIMPIEZA FINAL						
9.1	Limpieza general						■

Nota. Descripción de las diferentes actividades de trabajo para el sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea El Caulote. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.1.19. Evaluación de impacto ambiental

Las diferentes actividades humanas generan impactos positivos o negativos en el medio ambiente, por lo tanto, es muy importante conocer y evaluar cada uno de los impactos que se generan al realizar un proyecto y así mismo analizar alternativas y medidas de mitigación para reducirlos si lo requiere.

La evaluación de un impacto ambiental es necesaria para cada uno de los proyectos que se realicen. Así lo estipula el Derecho 68-66 del Congreso de la República de Guatemala en la Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente. El sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea El Caulote entraría en una clasificación C de bajo impacto ambiental potencial, según el listado Taxativo del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala.

A continuación, se desglosarán algunos impactos que pueden considerarse como negativos o afectar al medio ambiente en el momento de llevar a cabo el sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea El Caulote:

- Movimiento de tierra y eliminación de vegetación. Este impacto ocurrirá durante la fase de construcción de la línea de impulsión, conducción y la red de distribución.
- Construcción de estructura de obra gis. Este impacto ocurrirá durante la construcción del tanque de almacenamiento y la caseta de control de bombeo.
- Combustibles utilizados y gases emanados. Los combustibles que se utilizaran para el uso de vehículo pesado y de transporte para la

construcción del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea El Caulote.

La evaluación ambiental inicial del sistema de abastecimiento de agua potable de la aldea El Caulote se encuentra en la sección de apéndice 4.

2.1.20. Evaluación socioeconómica

La evaluación socioeconómica es una herramienta que permite identificar, medir y valorar los costos y beneficios que causara un proyecto. El sistema de abastecimiento de agua potable en la aldea El Caulote, al ser un proyecto de carácter social no genera ganancias económicas, pero de igual forma se analizará el beneficio que causará en la comunidad.

2.1.20.1. Valor presente neto (VPN)

El valor presente neto también conocido como valor actual neto o valor actualizado neto es una herramienta que mide y compara el rendimiento de la inversión del proyecto a través de toda su vida útil. Su objetivo principal es determinar si la inversión del proyecto es factible o no.

Para determinar el valor presente neto, se utilizará la siguiente ecuación:

$$VPN = VPi - VPe$$

Donde:

VPN = Valor presente neto (Q)

VPi = Valor presente de ingresos (Q)

VPe = Valor presente de egresos (Q)

Inicialmente se calculará el valor presente de ingresos, con la siguiente ecuación:

$$VPi = TPA * \left(\frac{(i + 1)^n - 1}{i * (i + 1)^n} \right)$$

Donde:

VPi = Valor presente de ingresos (Q)

TPA = Tarifa poblacional anual (Q)

i = Tasa de interes anual (%)

n = Periodo de diseño (años)

Para calcular el valor presente de ingresos, primero se debe saber la tarifa poblacional actual, que se calculara a través de la siguiente ecuación:

$$TPA = TAR * \#viviendas * 12 \text{ meses}$$

Donde:

TPA = Tarifa poblacional anual (Q)

TAR = Tarifa propuesta (Q)

$$TPA = Q 46.00 * 205 \text{ viviendas} * 12 \text{ meses}$$

$$TPA = Q 113,160.00$$

Sustituyendo datos en la ecuación del valor presente de ingresos:

$$VPi = Q 113,160.00 * \left(\frac{(0.12 + 1)^{20} - 1}{0.12 * (0.12 + 1)^{20}} \right)$$

$$VPi = Q 845,242.24$$

Para calcular el valor presente de los egresos, se utilizará la siguiente ecuación:

$$VPe = e * \left(\frac{(i + 1)^n - 1}{i * (i + 1)^n} \right)$$

Donde:

VPe = Valor presente de egresos (Q)

e = egresos anuales (Q)

i = Tasa de interes anual (%)

n = Periodo de diseño (años)

Los egresos será el costo de operación y mantenimiento multiplicado por 12 meses que contiene un año.

$$e = Q 9,229.55 * 12 \text{ meses}$$

$$e = Q 110,754.60$$

Sustituyendo datos en la ecuación del valor presente de egresos:

$$VPe = Q 110,754.60 * \left(\frac{(0.12 + 1)^{20} - 1}{0.12 * (0.12 + 1)^{20}} \right)$$

$$VPe = Q 827,270.76$$

Finalmente se calculará el valor presente neto:

$$\text{VPN} = \text{Q } 845,242.24 - \text{Q } 827,270.76$$

$$\text{VPN} = \text{Q } 17,971.48$$

Con la tarifa propuesta, será capaz de cubrir los gastos de operación y mantenimiento que necesita el proyecto durante el periodo de diseño.

2.1.20.2. Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno se puede definir como la rentabilidad de una inversión, que permite comprobar si el proyecto es factible. Una inversión será aceptable si la tasa de retorno excede el rendimiento requerido.

Debido a que el proyecto es de carácter social, es imposible obtener una tasa de retorno atractiva, por lo que se llevará a cabo, un analice de relación costo beneficio. Siendo el costo total del proyecto la inversión inicial menos el valor presente neto y los beneficios serán la cantidad de habitantes futuros que se beneficiarán por la construcción del sistema de abastecimiento de agua potable.

$$C/B = \frac{I_0 - \text{VPN}}{\text{Pf}}$$

Donde:

C/B = relacion costo y beneficio

I_0 = Inversion inicial (Q)

VPN = Valor presente neto (Q)

Pf = Poblacion futura

Sustituyendo datos en la ecuación anterior, se obtiene el siguiente resultado

$$C/B = \frac{Q 1,131,534.46 - Q 17,971.48}{2,079 \text{ habitantes}}$$

$$C/B = Q 535.62 / \text{habitante}$$

Con la relación costo beneficio obtenida, las instituciones de inversión social y la Municipalidad de San José Del Golfo, podrán tomar la decisión de llevar a cabo o no el proyecto.

2.2. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario

En el presente capítulo se desarrollará el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea El Caulote del Municipio de San José del Golfo, Guatemala.

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, que contará con el diseño de los colectores, pozos de visitas y conexiones domiciliarias. Las aguas residuales serán vertidas a la planta de tratamiento de la comunidad y la población a servir en la actualidad es de 1,010 habitantes.

2.2.2. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico es parte importante en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, ya que permite recrear gráficamente las

características del terreno y localizar las estructuras y edificaciones existentes, tales como: calles, zonas edificadas o no; edificios, carreteras, cementerios, entre otros.

Hay que mencionar que en los levantamientos topográficos que corresponde al proyecto, se tendrá en cuenta las quebradas, zanjas, cursos de agua, elevaciones, depresiones y las líneas de descarga.

2.2.2.1. Planimetría

Se define como el conjunto de métodos y procedimiento necesarios para proyectar gráficamente en planta la superficie de un terreno, teniendo como referencia el norte para su orientación.

Para este proyecto se utilizará el método de conservación de azimut, ya que es el más adecuado en la medición de polígonos abiertos y cerrados, como también se utilizará el siguiente equipo para el levantamiento topográfico: estación total marca Sokkia modelo CX-105, brújula marca garmin, metro y prisma.

2.2.2.2. Altimetría

Es un conjunto de métodos y procedimiento necesarios para determinar las diferencias de alturas entre los distintos puntos de la superficie con respecto al plano de referencia.

Para este proyecto se utilizará el método taquimétrico, como también se utilizará el siguiente equipo para el levantamiento topográfico: estación total marca Sokkia modelo CX-105, brújula marca garmin, metro y prisma.

2.2.3. Componentes del sistema

Para que una red de alcantarillado pueda cumplir efectivamente con su función tiene que contar con los siguientes componentes: colectores, pozos de visitas, conexiones ilícitas, entre otras.

2.2.3.1. Colector

El colector es el conducto principal de las aguas residuales, son tuberías de PVC o de concreto que están enterrados según el Instituto de Fomento Municipal (2009), a una profundidad mínima del coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreno a 1.00 metro, al centro de las calles, para recolectar las aguas residuales que provienen la mayoría de las viviendas por medio de la gravedad del sistema. Los colectores conducen las aguas hasta un colector principal que llevará las aguas hasta una planta de tratamiento, sistema de fosa séptica o a un cuerpo receptor.

Todos los colectores como las conexiones domiciliarias deben tener cierta pendiente, para que tanto los líquidos como los sólidos se drenen por gravedad, asimismo evitar excesiva pendiente, para prevenir velocidades altas y que el líquido se drene demasiado rápido quedando los sólidos en la tubería. Según las normas generales para diseño de alcantarillados del INFOM (2009), se recomienda que el diámetro mínimo será de 8" para tubos de concreto o de 6" para tubos de PVC.

2.2.3.2. Pozos de visita

Un pozo de visita o pozo de registro es un elemento de infraestructura que sirve para verificar el buen funcionamiento en la red del colector. Sus principales

y únicas funciones son las de inspección y mantenimiento, no almacena aguas residuales, además se utilizan para conectar distintos ramales de un sistema para iniciar un ramal. Según las normas generales para el diseño de alcantarillados del INFOM (2009), se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- En cambios de diámetro
- En cambios de pendiente
- En cambios de dirección horizontal para diámetros menores de 24"
- En las intersecciones de tuberías colectoras
- En los extremos superiores ramales iniciales
- A distancia no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros hasta 24".
- A distancia no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24".

Los fondos de los pozos deberán tener canales para dirigir los caudales hacia el tubo de salida. Los pozos con profundidad mayores de 4 metros utilizarán refuerzo de concreto armado en sus paredes.

2.2.3.3. Conexiones domiciliarias

Una conexión domiciliar es un conjunto de tuberías y accesorios conectados que conduce las aguas residuales desde una vivienda o edificio a un sistema de alcantarillado. Consta de las siguientes partes:

2.2.3.3.1. Caja o candela

La conexión doméstica se hace por medio de una caja de registro o candela, construida de mampostería o con tubos de concreto, colocados en forma vertical, en la cual se une la tubería procedente del drenaje de la edificación

con la red de alcantarillado. En la entrada de la conexión, en la candela de registro domiciliario se recomienda un diámetro mínimo de 12", según el manual de especificaciones técnicas, construcción de vivienda y urbanizaciones del Fondo Para la Vivienda (2020).

2.2.3.3.2. Tubería secundaria

Es la tubería que conecta la candela domiciliar con el colector principal, conduciendo las aguas residuales, que la caja de registro o candela recibe del interior de la edificación. Según las normas generales para diseño de alcantarillados del INFOM (2009), se recomienda que el diámetro mínimo será de 6" en concreto y de 4" en PVC, usando en este caso un reductor de 4"x3" como protección de obstrucciones.

2.2.4. Parámetros de diseño

Los parámetros de diseño son aquellos datos que se utilizarán para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario y dependerán de las características de la comunidad.

2.2.4.1. Periodo de diseño

Se entiende como periodo de diseño, el tiempo en el cual el sistema prestará servicio de manera eficiente en un 100 %, satisfaciendo las necesidades para el cual fue diseñado. Comprende desde el momento de la construcción e inicio del funcionamiento del sistema, hasta el momento donde el sistema deja de prestar un buen servicio.

Dentro del periodo de diseño es importante tener en cuenta según la guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales del Instituto de Fomento Municipal y Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (1997), son los siguientes:

- La vida útil de los materiales
- Costos
- Tasas de interés
- Población
- Diseño
- Comportamiento de las obras en sus primeros años
- Posibilidad de ampliación de acuerdo al recurso de agua

La vida útil para sistemas de alcantarillado se recomienda un periodo de 30 a 40 años, a partir de la fecha en que se desarrolle el proyecto, según las normas generales para el diseño de alcantarillados del INFOM (2009).

El sistema de alcantarillado sanitario, en la aldea El Caulote, del municipio de san José del golfo, se consideró un periodo de diseño de 30 años.

2.2.4.2. Tasa de crecimiento poblacional

Para determinar la tasa de crecimiento población, es necesario conocer los datos de la población de los años anteriores del lugar, para saber cómo se incrementa o disminuye la población durante el tiempo. La población crece por nacimiento y decrece por muertes.

Otro factor importante en el crecimiento y decrecimiento de la población es la migración.

Según los datos proporcionados por el Departamento Municipal de Planificación de la municipalidad de San José del Golfo en base a los censos poblacionales por el Instituto Nacional de Estadística (2018) y del centro de salud de la comunidad. La tasa de crecimiento poblacional de la aldea El Caulote es de 3.6 %.

2.2.4.3. Estimación de la población futura

Para realizar el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario, es necesario conocer la población actual de la comunidad.

Para obtener la población actual se obtuvo por medio de un censo poblacional por medio del levantamiento topográfico, se consideró un promedio de 5 habitantes por viviendas para un total de 202 viviendas para una población de 1,010 habitantes.

Existente varios métodos para el cálculo de la población de diseño del sistema, las cuales son:

- Método geométrico
- Método aritmético
- Método parabólico o tasa declinante
- Método logístico

El método geométrico es el modelo que más se adecuada al país, para estimar la población a futura, cuya fórmula es:

$$Pf = Po \times (1 + r)^n$$

Donde

Pf = Poblacion futura

Po = Poblacion actual

r = Taza de crecimiento

n = Perido de diseño en años

Po = 1,010habitantes

r = 3.6 %

n = 30 años

Sustituyendo los valores en la formula anterior se tiene:

$$Pf = 1,010 \times (1 + 0.036)^{30}$$

$$Pf = 2,918 \text{ habitantes}$$

2.2.4.4. Dotación

Se entiende como la cantidad de agua asignada en un día a cada usuario para su consumo y se expresa en litros por habitantes por día (L/Hab./día).

Según la guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales del Instituto de Fomento Municipal y Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (1997), es recomendable considerar factores como: clima, nivel de vida, actividad productiva, abastecimiento privado, servicios comunales o públicos, facilidad de drenaje, calidad de agua, medición, administración del sistema, y presiones del mismo.

La dotación necesaria para el proyecto, de acuerdo con la guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales del Instituto de Fomento Municipal y Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales INFOM y UNEPAR y la Organización Mundial de la Salud (OMS), será de 100 L/hab./día.

2.2.4.5. Factor de retorno

No toda el agua consumida dentro de una vivienda es devuelta al drenaje, como el agua para los jardines y lavado de vehículos. Este factor sirve para estimar del total de agua que se consume dentro de cada una de las viviendas un 70 % a 95 % se descargan al sistema de alcantarillado. El factor de retorno para el proyecto será de 80 %.

2.2.5. Caudales de diseño

Los caudales de diseño son los consumos considerados para el dimensionamiento de los componentes del sistema de un alcantarillado sanitario.

2.2.5.1. Caudal domiciliar

Es la cantidad de agua residual que se recolecta en las viviendas por consumo de agua interno hacia el sistema de alcantarillado. El caudal domiciliar está relacionada con la dotación y un factor de retorno.

Considerando un factor de retorno de 0.80, el caudal domiciliar se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{poblacion futura} \times \text{dotacion} \times \text{F.R}}{86,400 \text{ s}}$$

Donde

Q_{dom} = Caudal domiciliar (L/s)

Dotacion = 100 L/hab./día

F. R = 0.80

Sustituyendo los valores en la formula anterior se tiene:

$$Q_{dom} = \frac{2,918 \text{ habitantes} \times 100 \text{ L/hab./día} \times 0.80}{86,400 \text{ s}}$$

$$Q_{dom} = 2.70 \text{ L/s}$$

2.2.5.2. Caudal comercial

Es la cantidad de aguas residuales que se desechan a la red de alcantarillado de las edificaciones comerciales como: mercados, comedores, hoteles, restaurantes, cines, entre otros. En el lugar no hay ningún tipo de comercios por lo que se no contempla el caudal comercial alguno.

2.2.5.3. Caudal industrial

Es la cantidad de aguas residuales que se desechan a la red de alcantarillado, utilizados en procesos industriales como: fábricas de textiles, alimentos, refrescos, licoreras, entre otros. Considerando que no hay ningún tipo de industria en el lugar, no se contempla el caudal industrial alguno.

2.2.5.4. Caudal de infiltración

Es el caudal que se infiltra en el alcantarillado, dependerá de la profundidad del nivel freático del agua subterránea con relación a la profundidad de las tuberías y el tipo de tubería. Las aguas de infiltración penetran en el sistema de alcantarillado a través de los empalmes de las tuberías y paredes de las tuberías defectuosas.

$$Q_{inf} = 0.01 * \emptyset * L_{total}$$

Donde

Q_{inf} = Caudal de infiltracion (L/s)

\emptyset = Diametro de de la tuberia (in)

L_{total} = Longitud total del sistema (km)

Sustituyendo los valores en la formula anterior se tiene:

$$Q_{inf} = 0.01 * 6 \text{ in} * 1.89 \text{ Km}$$

$$Q_{inf} = 0.1134 \text{ L/s}$$

2.2.5.5. Caudal de conexiones ilícitas

Es la cantidad de agua de lluvia producida por las viviendas que conectan las bajadas de agua pluvial al alcantarillado sanitario. Una de las formas para calcular el caudal de conexiones ilícitas es por el método racional.

Según las normas generales para el diseño de alcantarillados del INFOM (2009), este valor puede tomar un 10 % del caudal domiciliar. Asimismo, en área donde no hay drenaje pluvial podrá usarse un valor más alto. En este caso se utilizará un valor del 20 %.

$$Q_{ci} = 20 \% * Q_{dom}$$

Donde:

Q_{ci} = Caudal de conexiones ilicitas (L/s)

Q_{dom} = Caudal domiciliar (L/s)

Sustituyendo los valores en la formula anterior se tiene:

$$Q_{ci} = 20 \% * 2.70 \text{ L/s}$$

$$Q_{ci} = 0.54 \text{ L/s}$$

2.2.5.6. Caudal sanitario

El caudal sanitario es la suma de todos los cuales: domiciliario, comercial, industrial, infiltración y conexiones ilícitas.

$$Q_{san} = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{inf} + Q_{ci}$$

Donde:

Q_{san} = Caudal sanitario (L/s)

Q_{dom} = Caudal domiciliario (L/s)

Q_{com} = Caudal comercial (L/s)

Q_{ind} = Caudal industrial (L/s)

Q_{inf} = Caudal de infiltración (L/s)

Q_{ci} = Caudal de conexiones ilícitas (L/s)

Sustituyendo los valores en la formula anterior se tiene:

$$Q_{san} = 2.70 \text{ L/s} + 0.1134 \text{ L/s} + 0.54 \text{ L/s}$$

$$Q_{san} = 3.353 \text{ L/s}$$

2.2.5.7. Factor de caudal medio

El factor de caudal medio regula la aportación del caudal en la tubería. Se considera la suma de los caudales domiciliario, comercial, industrial, infiltración y

conexiones ilícitas, así mismo la población futura. Este factor debe estar entre los rangos de 0.002 y 0.005. Si se obtiene un valor fuera de este rango, entonces se debe de colocar, ya sea el mínimo o máximo. EMPAGUA recomienda utilizar un factor de caudal medio de 0.003 en zonas urbanas.

$$f_{qm} = \frac{Q_{san}}{\text{poblacion futura}}$$

Donde:

f_{qm} = Factor de caudal medio

Q_{san} = Caudal sanitario (L/s)

poblacion futura = 2,918 Habitantes

Sustituyendo los valores en la formula anterior se tiene:

$$f_{qm} = \frac{3.35 \text{ L/s}}{2,918 \text{ habitantes}}$$
$$f_{qm} = 0.0011$$

El factor de caudal medio para el proyecto es de 0.002.

2.2.5.8. Factor de Harmond

El factor de Harmond es un factor de seguridad, que determina la probabilidad de que múltiples accesorios sanitarios se estén utilizando simultáneamente en una comunidad, regulando un valor máximo de las aportaciones domésticas. Está en función del número de habitantes comprendidos en el tramo analizado.

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{P}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{P}{1000}}}$$

Donde:

FH: Factor de Harmond

P: Poblacion

Sustituyendo los valores en la formula anterior se tiene:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{2,918 \text{ habitantes}}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{2,918 \text{ habitantes}}{1000}}}$$

$$FH = 3.4526$$

2.2.5.9. Caudal de diseño sanitario

El caudal de diseño es el que determina la cantidad de caudal que puede transportar el sistema de alcantarillado sanitario, en cualquier punto de la red. Asimismo, establece las condiciones hidráulicas sobre las que se realizará el diseño.

$$Q_{dis} = \text{poblacion futura} * f_{qm} * FH$$

Donde:

Q_{dis} = Caudal de diseño sanitario (L/s)

f_{qm} = Factor de caudal medio

FH = Factor de Harmond

Sustituyendo los valores en la formula anterior se tiene:

$$Q_{dis} = 2,918 \text{ habitantes} * 0.002 * 3.353$$

$$Q_{dis} = 19.57 \text{ L/s}$$

2.2.6. Pendiente

La pendiente de la tubería de preferencia debe adaptarse a la del terreno, para optimizar y reducir costos de excavación y relleno, siempre y cuando cumpla con las velocidades permisibles de 0.60 m/s a 3.00 m/s para tubería de concreto y 0.45 m/s a 4.00 m/s para tubería de PVC. En las conexiones domiciliarias la tubería deberá de formar un ángulo de 45 grados con respecto a la tubería del colector principal, en el sentido del flujo del sistema.

2.2.7. Diámetro de tuberías

El diámetro de la tubería dependerá del material a utilizar en la red de alcantarillado. El diámetro mínimo para utilizar en los alcantarillados sanitarios será de 8" para tubos de concreto o de 6" para tubos de PVC, según las normas generales para el diseño de alcantarillado del INFOM (2009).

En las conexiones domiciliarias, el diámetro mínimo será de 6" en concreto y de 4" en PVC, formando un ángulo de 45 grados con respecto a la tubería del colector principal, utilizando un reductor de 4"x3" como protección de obstrucción.

Se utilizará tubería de PVC ASTM F 949, corrugada de doble pared para el sistema de alcantarillado sanitario.

2.2.8. Fundamentos hidráulicos

El sistema de alcantarillado sanitario consiste en una serie de redes de tubería y accesorios para recolectar, transportar y evacuar las aguas residuales por medio de la gravedad. En las redes de alcantarillado se recomienda que las tuberías se diseñen para trabajar parcialmente llenas, cuyo flujo estará determinado por la rugosidad del material y la pendiente del colector

2.2.8.1. Ecuación de Manning para flujo en canales

Para los cálculos hidráulicos de tuberías existen diferentes fórmulas como la de Manning, Darcy-Weisbach y Chezy. Por lo general la fórmula de Manning se ha usado para canales, en tuberías parcialmente llenas y totalmente lleno, la cual se emplea para calcular las velocidades de los canales. La ecuación de Manning se define así:

$$V = \frac{0.03429}{n} * D^{2/3} * S^{1/2}$$

Donde:

V = Velocidad del flujo (m/s)

n = Coeficiente de rugosidad

D = Diametro del tubo (in)

S = Pendiente del tubo (%)

2.2.8.2. Ecuación a sección llena

El caudal que transportara el tubo a sección llena se obtiene con la siguiente ecuación:

$$Q = A * V$$

Se puede definir el área de un círculo con la siguiente ecuación:

$$A = \pi * r^2$$

Donde:

Q = Caudal a seccion llena (L/s)

A = Area de la tuberia (m²)

V = Velocidad a seccion llena (m/s)

r = radio del tubo (m)

2.2.8.3. Relaciones hidráulicas

Las relaciones hidráulicas son utilizadas para determinar y calcular las velocidades de diseño del sistema de alcantarillado sanitario, así como también área, caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, relacionando términos de una sección totalmente llena con los de la sección parcialmente llena.

- Relación de caudales

Las relaciones de caudales son utilizadas para determinar las relaciones de velocidades y es el cociente del caudal de diseño entre el caudal a sección llena y se representa como q/Q .

- Relación de velocidades

Las relaciones de velocidades son utilizadas para determinar las velocidades de diseño del sistema y se obtiene en las tablas de relaciones

hidráulicas o en la curva de elementos hidráulicos de sección circular y se representa como v/V .

- Relación de tirantes

Las relaciones de tirantes son valores que indica un parámetro de altura de tirante del flujo en la tubería, cuyo objetivo es determinar que los colectores estén trabajando parcialmente lleno y se representa como q/Q . Las relaciones de tirantes se obtienen en las tablas de relaciones hidráulicas y cuyo valor deberá estar comprendido entre 0.10 a 0.75, evitando que las tuberías trabajen a sección llena.

2.2.8.4. Velocidades máximas y mínimas

La velocidad del flujo se determinará con la ecuación de Manning y con factores como el diámetro, la pendiente y el tipo de tubería a utilizar. Según las normas generales para el diseño de alcantarillados del INFOM (2009), y el manual de especificaciones técnicas, construcción de viviendas y urbanizaciones del FOPAVI (2020), se consideran los siguientes límites:

- Para tubería de concreto
 - Velocidad mínima = 0.60 m/s
 - Velocidad máxima = 3.00 m/s
- Para tubería de PVC
 - Velocidad mínima = 0.45 m/s
 - Velocidad máxima = 4.00 m/s

2.2.8.5. Coeficiente de rugosidad

El coeficiente de Manning es un coeficiente de rugosidad que permite calcular la velocidad en un canal, dependiendo del tipo de material que este tenga. La velocidad del colector dependerá por el tipo de material y la pendiente.

Para este proyecto se utilizará tubería de PVC con un coeficiente de rugosidad de 0.01.

2.2.8.6. Cotas Invert

Las cotas invert es la distancia vertical profunda desde la parte baja de la boca del tubo que emboca o desemboca hacia el nivel de piso terminado. Según las normas generales para el diseño de alcantarillado del INFOM (2009), la profundidad mínima del coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreno será de 1.00 metro, para este proyecto se utilizará 1.20 m.

La diferencia entre la conta invert de entrada y la cota invert de salida será como mínimo 3.00 centímetros.

$$CIS = CTI - (H_{\text{corona}} + \phi_{\text{int}})$$

$$CIS = CIE - 0.03 \text{ m}$$

$$CIE = CIS - (DH * S_{\text{tubo}}\%)$$

Donde:

CIS = Cota Invert de salida (m)

CIE = Cota Invert de entrada (m)

H_{corona} = Altura de corona minima (m)

ϕ_{int} = Diametro interno (m)

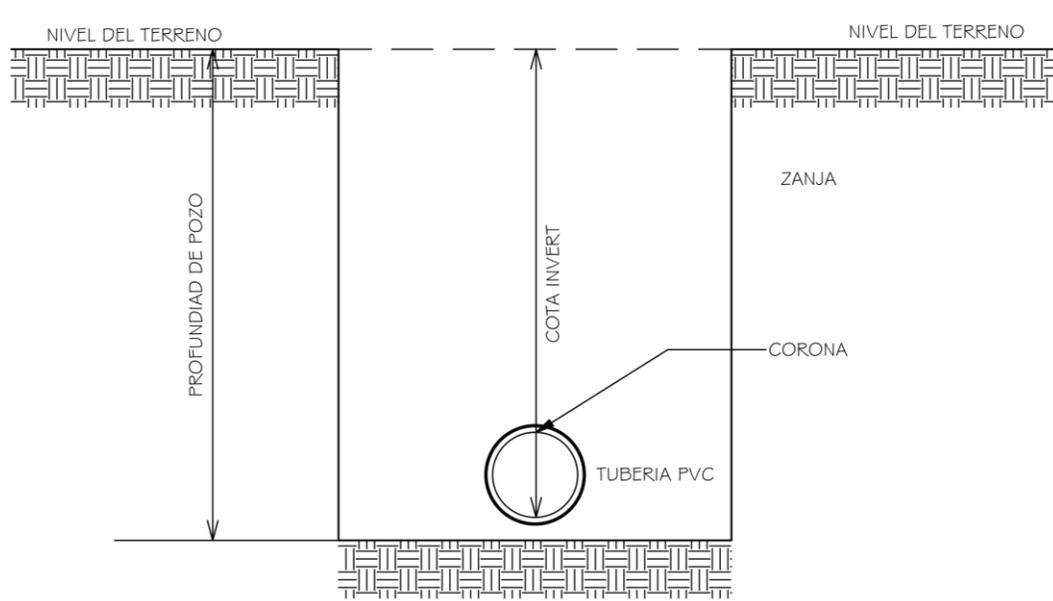
CTI = Cota de terreno inicial (m)

DH = Distancia horizontal (m)

$S_{\text{tubo}}\%$ = Pendiente de la tubería (%)

Figura 10.

Forma de medir la cota invert



Nota. El gráfico muestra la ubicación de la cota invert. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

2.2.8.7. Profundidad de pozo

La profundidad del pozo dependerá de la profundidad del colector y las cotas invert, que está en función de la pendiente del terreno y la velocidad de flujo. También se debe tomar en cuenta la protección de las tuberías ante las cargas de tránsito.

Según las normas generales para el diseño de alcantarillado del INFOM (2009), la profundidad mínima del coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreno será de 1.00 metro.

2.2.8.8. Volumen de excavación

Es la cantidad de tierra que se removerá para colocar la tubería de forma adecuada, que está en función de la profundidad de los pozos de visita, ancho de zanja, que dependerá del diámetro de la tubería y la longitud entre pozos. El volumen de excavación se obtiene con la siguiente ecuación:

$$V_{exc} = \left(\frac{HP1 - H2P}{2} * \right) DH * Z$$

Donde:

V_{exc} = Volumen de excavación (m³)

HP1 = Profundidad del primer pozo (m)

H2P = Profundidad del segundo pozo (m)

DH = Distancia entre pozos (m)

Z = Ancho de la zanja (m)

2.2.8.9. Ejemplo de un tramo

Se diseñará el tramo comprendido entre el pozo de visita PV-21 a PV-20.

- Datos generales
 - Tipo de sistema = Alcantarillado sanitario
 - Tramo = PV – 21 a PV – 20
 - Distancia horizontal = 23.79 m

- Numero de casa locales = 6
- Numero de casas acumuladas = 19
- Densidad de vivienda = 5 hab/vivienda
- Periodo de diseño = 30 años
- Poblacion actual a servir = 95 habitantes
- Material = Tuberia de PVC

- Pendiente del terreno

$$S\% = \left(\frac{1004.97 \text{ m} - 1003.80 \text{ m}}{23.79 \text{ m}} \right) * 100 = 4.92 \%$$

- Población futura acumulada

$$P_f = 95 \text{ hab} * (1 + 0.036)^{30} = 274 \text{ habitantes}$$

- Factor de Harmond

- Población actual

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{95 \text{ hab}}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{95 \text{ hab}}{1000}}} = 4.2496$$

- Población futura

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{274 \text{ hab}}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{274 \text{ hab}}{1000}}} = 4.0950$$

- Caudal de diseño sanitario

- Población actual

$$Q_{dis} = 95 \text{ hab} * 0.002 * 4.2496 = 0.8074 \text{ L/s}$$

- Población futura

$$Q_{dis} = 274 \text{ hab} * 0.002 * 4.0950 = 2.2441 \text{ L/s}$$

- Diámetro de la tubería propuesto

$$\varnothing = 6 \text{ in}$$

- Pendiente de la tubería

$$S_{\text{tubo}} \% = 4.00 \%$$

- Velocidad a sección llena

$$V = \frac{0.03429}{0.01} * (6 \text{ in})^{2/3} * (4.00 \%)^{1/2} = 2.2645 \text{ m/s}$$

- Caudal a sección llena

$$Q = (\pi * (0.0762 \text{ m})^2) * 2.2645 \text{ m/s} * 1,000 = 41.3071 \text{ L/s}$$

- Condiciones hidráulicas

- Relacion q/Q actual = 0.019547

- Relacion q/Q futuro = 0.054326

- Relacion v/V actual = 0.393487
- Relacion v/V futuro = 0.533517
- Relacion d/D actual = 0.097
- Relacion d/D futuro = 0.158

- Velocidad

- Población actual

$$V = 2.2645 \text{ m/s} * 0.393487 = 0.89 \text{ m/s}$$

- Población futura

$$V = 2.2645 \text{ m/s} * 0.533517 = 1.21 \text{ m/s}$$

- Cotas invert

$$\text{CIS} = \text{Cota invert de entrada a PV21} - 0.03 \text{ m}$$

$$\text{CIS} = 1002.78 \text{ m} - 0.03 \text{ m} = 1002.75 \text{ m}$$

$$\text{CIE} = \text{CIS} - (\text{DH} * S_{\text{tubo}} \%)$$

$$\text{CIE} = 1002.75 \text{ m} - (23.79 \text{ m} * 4.00 \%) = 1001.80 \text{ m}$$

- Profundidad de pozo

$$\text{HP}_{\text{PV21}} = (\text{CTI} - \text{CIS}) + 0.15 \text{ m}$$

$$\text{HP}_{\text{PV21}} = (1004.97 \text{ m} - 1002.75 \text{ m}) + 0.15 \text{ m} = 2.37 \text{ m}$$

- Volumen de excavación

$$V_{exc} = \left(\frac{2.37 \text{ m} + 2.15 \text{ m}}{2} \right) * 23.79 \text{ m} * 0.65 \text{ m} = 34.95 \text{ m}^3$$

Los datos y resultados del cálculo hidráulicos del sistema de alcantarillado sanitario se encuentran en el anexo 4.

2.2.9. Propuesta de tratamiento de aguas residuales

Al final del alcantarillado sanitario es importante tratar las aguas residuales, evitando que contaminen los cuerpos receptores. El nivel de tratamiento dependerá del uso final de las aguas tratadas y las condiciones de la comunidad. Los niveles de tratamiento para las aguas residuales son los siguientes:

- Tratamiento preliminar o pretratamiento

Su objetivo principal es eliminar los materiales gruesos mediante rejillas.

- Tratamiento primario

La finalidad de un tratamiento primario es la remoción de parámetros fisicoquímicos y sólidos disueltos por medio de la sedimentación.

- Tratamiento secundario

El objetivo de un tratamiento secundario es remover la materia orgánica en suspensión o sólidos suspendidos a través de procesos químicos y biológicos.

- Tratamiento terciario

Consiste en alcanzar una calidad fisicoquímica y biológica adecuada para cuerpos receptores o para ciertos tipos de reusó, removiendo nutrientes como el nitrógeno y fosforo del agua.

- Desinfección

Es la parte final del tratamiento y consiste en remover y eliminar todos los patógenos (microorganismos).

- Tratamiento de lodos

Los lodos pueden ser tratado o espesados removiendo el agua contaminada. El objetivo principal es secar y tratar los lodos, eliminando patógenos mediante un determinado tiempo.

Para este proyecto se propone un sistema de fosa séptica con sus respectivos pozos de absorción para los tramos E-20.1 a E-1 y E-46.1 a E-49, debido a que el resto de los tramos se conectara a la planta de tratamiento propuesta por la municipalidad de San José del Golfo.

2.2.9.1. Diseño de fosa séptica

La fosa séptica es una recamara impermeable en donde las aguas residuales provenientes de las viviendas son descargadas. Su principal función es la de sedimentar los sólidos acumulados en el fondo del tanque deben ser removidos periódicamente de forma manual o mecánica.

- Fosa séptica 1 para el ramal E-20.1 a E-1
 - Datos generales
 - Poblacion de diseño a futuro = 939 habitantes
 - Dotacion = 100 L/hab/día
 - Periodo de retencion = 24 horas
 - Factor de retorno = 0.80
 - Lodos = 40 L/hab/año
 - Relacion largo/ancho = 2: 1
 - Periodo de limpieza = 2 años
 - Numero de camaras = 2

- Volumen del liquido

$$V_{Liq} = Poblacion * Dotacion * FR$$

$$V_{Liq} = 939 \text{ habitantes} * 100 \text{ L/hab/día} * 0.80$$

$$V_{Liq} = 75,120 \text{ L}$$

$$V_{Liq} = 75.120 \text{ m}^3$$

- Volumen de lodos

$$V_{Lodos} = Poblacion * Lodos * Perido de limpieza$$

$$V_{Lodos} = 939 \text{ habitantes} * 40 \text{ L/hab/día} * 2 \text{ años}$$

$$V_{Lodos} = 75,120 \text{ L}$$

$$V_{Lodos} = 75.120 \text{ m}^3$$

- Volumen total efectivo

$$V_{\text{Total}} = V_{\text{Liq}} + V_{\text{Lodos}}$$

$$V_{\text{Total}} = 75.120 \text{ m}^3 + 75.120 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Total}} = 150.24 \text{ m}^3$$

- Ancho efectivo para cada fosa

$$A = \sqrt{\frac{V_{\text{Total}}}{2 * H}}$$

$$A = \sqrt{\frac{150.24 \text{ m}^3}{2 * (2.60\text{m})}} = 5.375 \text{ m} \cong 5.40 \text{ m}$$

La fosa séptica tendrá dos compartimientos, el primero será 1/2 del volumen total efectivo. El cálculo de la longitud de cada cámara será:

$$L_1 = \frac{1}{2} * 2A$$

$$L_1 = \frac{1}{2} * 2(5.37 \text{ m}) = 5.37 \text{ m} \cong 5.40 \text{ m}$$

$$L_2 = 5.40 \text{ m}$$

- Longitud total efectiva de las cámaras

$$L = L_1 + L_2$$

$$L = 5.40 \text{ m} + 5.40 \text{ m} = 10.80 \text{ m}$$

- Profundidad interna de la fosa séptica

Altura efectiva (H) = 2.60 m

Espacio libre entre nata y nivel superior de losa = 0.35 m

$$H_{\text{int}} = H + 0.30 \text{ m}$$

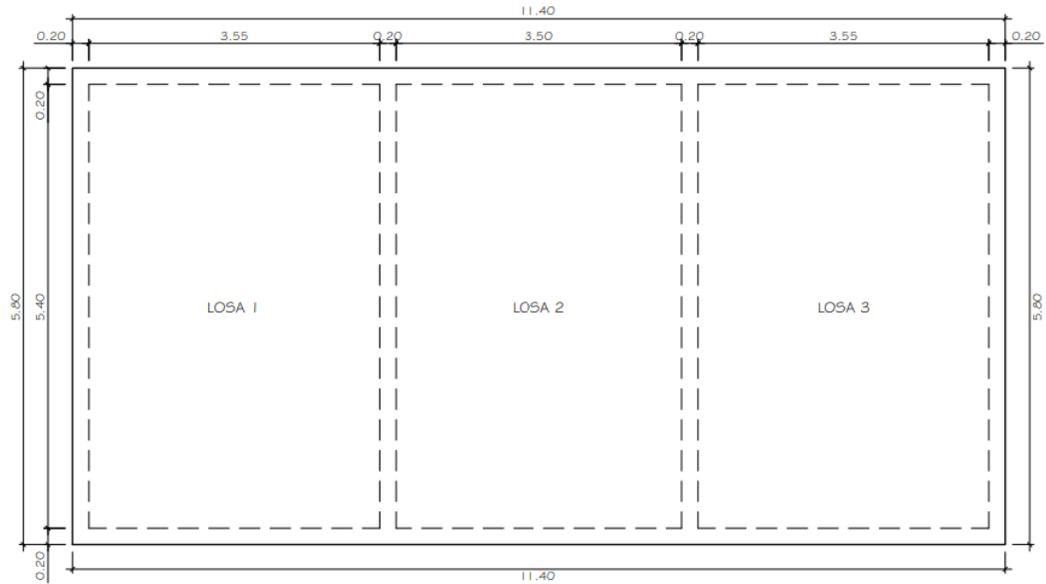
$$H_{\text{int}} = 2.60 + 0.35 \text{ m}$$

$$H_{\text{int}} = 2.95 \text{ m}$$

- Diseño de losa
 - Datos generales
 - $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 - 3000 \text{ PSI}$
 - $f_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2 - \text{Grado 40}$
 - $\gamma_{\text{concreto}} = 2,400 \text{ kg/m}^3$
 - Recubrimiento = 2.5 cm

Figura 11.

Esquema de losa de fosa séptica 1



Nota. Distribución de losas. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

Si la relación $m = a/b$ es mayor que 0.5 debe diseñar en 2 sentidos, si es menor que 0.5 se diseñar en un sentido.

Donde:

a = lado menor de la losa

b = lado mayor de la losa

Tabla 19.

Tipo de losa de fosa séptica 1

Descripción	Losa 1	Losa 2	Losa 3
m = a/b	0.65 ≥ 0.5	0.65 ≥ 0.5	0.65 ≥ 0.5
Refuerzo	Dos sentidos	Dos sentidos	Dos sentidos

Nota. Refuerzo en los dos sentidos de las losas. Elaboración propia, realizado con Excel.

- Espesor de losa

$$t = \frac{\text{perimetro}}{180}$$

$$t_{\text{Los 1 y 3}} = \frac{5.40\text{m (2)} + 3.55\text{ m (2)}}{180} = 0.099\text{ m} \cong 0.10\text{ m}$$

$$t_{\text{Los 2}} = \frac{5.40\text{m (2)} + 3.50\text{ m (2)}}{180} = 0.098\text{ m} \cong 0.10\text{ m}$$

Se utilizará un espesor de 10 cm.

- Integración de cargas

- Carga muerta (CM)

- Se consideró el peso propio de la losa y la sobrecargas.

$$CM = \gamma_{\text{concreto}} * t + Sc$$

$$CM = 2,400\text{ kg/m}^3 * 0.10\text{ m} + 50\text{ kg/m}^2$$

$$CM = 290\text{ kg/m}^2$$

- Carga viva (CV)
 - Se consideró una carga viva de 200 kg/m^2 , debido a que la losa superior sostenida por la viga central funcionara como una azotea de concreto con acceso según la tabla 3.7.1-1 de la Norma de Seguridad Estructural NSE 2, establecida en la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (2018).

$$CV = 200 \text{ kg/m}^2$$

- Carga ultima (CU)

$$CU = 1.4CM + 1.7CV$$

$$CU = 1.4(290 \text{ kg/m}^2) + 1.7(200 \text{ kg/m}^2)$$

$$CU = 406 \text{ kg/m}^2 + 340 \text{ kg/m}^2$$

$$CU = 746 \text{ kg/m}^2$$

- Determinación de momentos

Para la determinación de momentos se emplearon las formas descritas por Nilson & Ambrose (2001).

$$MA(-) = C_{A \text{ neg}} * CU * A^2$$

$$MB(-) = C_{B \text{ neg}} * CU * B^2$$

$$MA(+) = C_{A \text{ cm}} * CM * A^2 + C_{A \text{ cv}} * CV * A^2$$

$$MB(+) = C_{B \text{ cm}} * CM * B^2 + C_{B \text{ cv}} * CV * B^2$$

Donde:

$C_{A\ neg}$ = Coeficiente (-) en A, según relación a/b y empotramiento.

$C_{B\ neg}$ = Coeficiente (-) en B, según relación a/b y empotramiento.

$C_{A\ cm}$ = Coeficiente de carga muerta (+) en A, según relación a/b y empotramiento.

$C_{A\ cv}$ = Coeficiente de carga viva (+) en A, según relación a/b y empotramiento.

$C_{B\ cm}$ = Coeficiente de carga muerta (+) en B, según relación a/b y empotramiento.

$C_{B\ cv}$ = Coeficiente de carga viva (+) en B, según relación a/b y empotramiento.

Tabla 20.

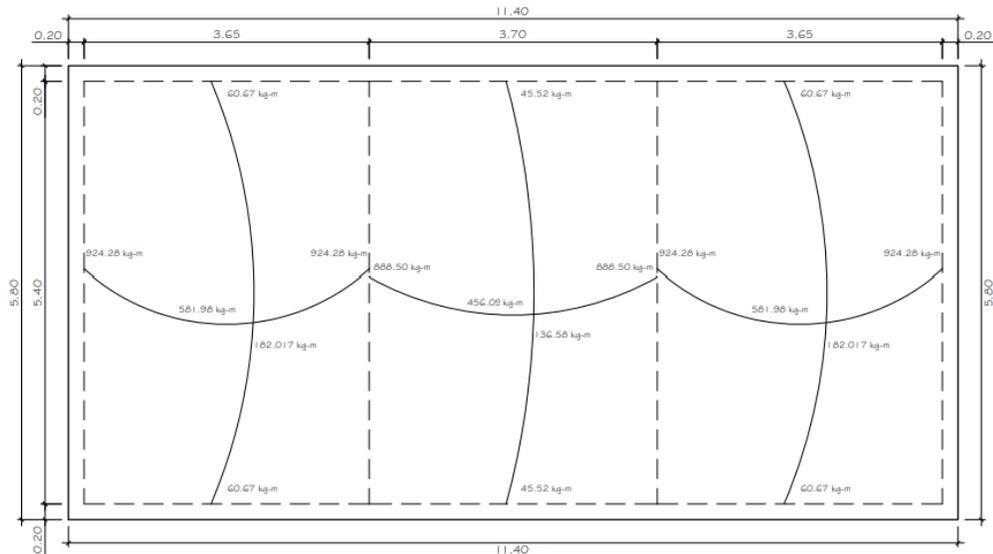
Momentos negativos y positivos de losa de fosa séptica 1

Descripción	Losa 1	Los 2	Losa 3
Relación $m = a/b$	0.65	0.65	0.65
Caso de empotramiento según ACI	Caso 6	Caso 5	Caso 6
MA (-) kg-m	924.28	888.50	924.28
MB (-) kg-m	No existe	No existe	No existe
MA (+) kg-m	581.98	456.09	581.98
MB (+) kg-m	182.017	136.58	182.017

Nota. Momentos producidos bajo comportamiento de las diferentes cargas en las losas.
Elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 12.

Diagrama de losa de fosa séptica 1



Nota. Diagrama de momentos. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

- Balanceo de momento

Cuando dos losas tienen un lado en común y momento diferentes o iguales, estos deben balancearse según el caso.

$$0.80 * M_2 > M_1 \rightarrow \text{Balanceo por metodo de rigideces}$$

$$0.80 * M_2 \leq M_1 \rightarrow \text{Balanceo por promedio aritmético}$$

Donde:

M_2 = Momento mayor (kg-m)

M_1 = Momento menor (kg-m)

$$0.80 * M_2 \rightarrow 0.80(924.28 \text{ kg} - \text{m}) = 739.42 \text{ kg} - \text{m}$$

$$739.425 \text{ kg} - \text{m} \leq 888.50 \text{ kg} - \text{m}$$

Con respecto al resultado, el método que se utilizará para el balanceo de momento será el promedio aritmético.

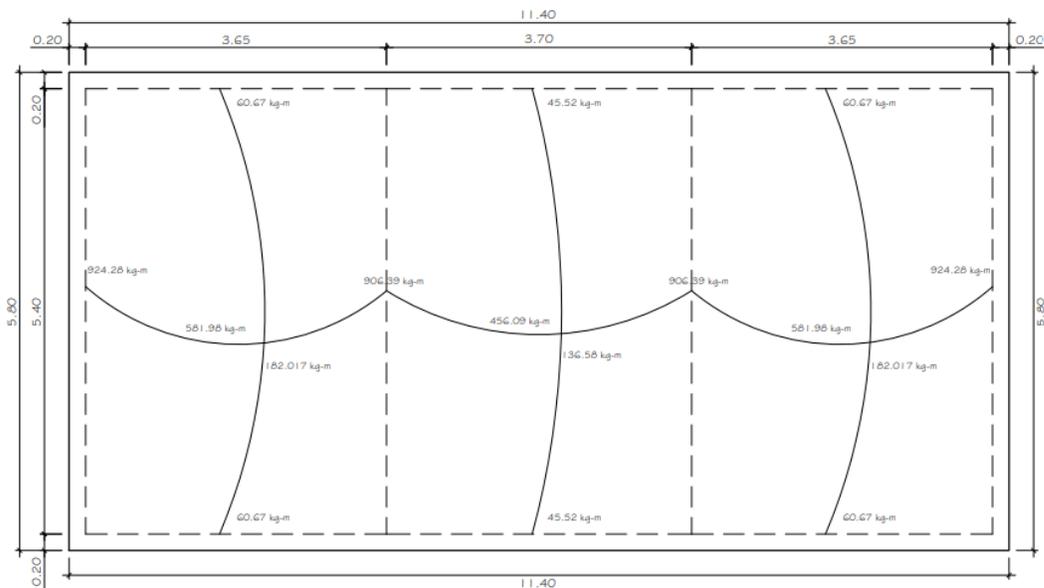
$$M_{\text{Balanceado}} = \frac{M_1 + M_2}{2}$$

$$M_{\text{Balanceado}} = \frac{888.50 \text{ kg} - \text{m} + 924.28 \text{ kg} - \text{m}}{2} = 906.39 \text{ kg} - \text{m}$$

Por lo tanto, el diagrama de momento queda así:

Figura 13.

Diagrama de momentos balanceados de losa de fosa séptica 1



Nota. Balanceo de momentos, por el método promedio. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

- Diseño de acero de refuerzo

- Peralte efectivo

$$d = t - R$$

Donde:

t = Espesor de losa (cm)

R = Recubrimiento (cm)

$$d = 10 \text{ cm} - 2.5 \text{ cm}$$

$$d = 7.5 \text{ cm}$$

- Área de acero mínimo

$$A_{S_{\min}} = 0.40 * \left(\frac{14.1}{f_y} \right) * b * d$$

$$A_{S_{\min}} = 0.40 * \left(\frac{14.1}{2,810 \text{ kg/cm}^2} \right) * 100 \text{ cm} * 7.5 \text{ cm}$$

$$A_{S_{\min}} = 1.51 \text{ cm}^2$$

- Espaciamiento de refuerzo

Utilizando varilla No.3 y regla de 3 se calculó el espaciamiento para el área de acero mínimo.

$$S = \frac{100 \text{ cm} * 0.71 \text{ cm}^2}{1.51 \text{ cm}^2}$$

$$S = 46.36 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = 3 * t$$

$$S_{\max} = 3 * 10 \text{ cm} = 30 \text{ cm}$$

$$S > S_{\max} \rightarrow \text{Recalcular}$$

Debido a que el espaciamiento es mayor a tres veces el espesor de la losa, se propuso un espaciamiento de 20 cm, por lo que se calculó el área de acero para este espaciamiento.

$$A_s = \frac{100 \text{ cm} * 0.71 \text{ cm}^2}{20 \text{ cm}}$$

$$A_s = 3.55 \text{ cm}^2$$

- Momento resistente del área de acero

$$M_r = 0.90 \left(A_s * f_y \left(d - \frac{A_s * f_y}{1.70 * f'_c * b} \right) \right)$$

$$M_r = 0.90 \left(3.55 \text{ cm}^2 * 2,810 \text{ kg/cm}^2 \left(7.5 \text{ cm} - \frac{3.55 \text{ cm}^2 * 2,810 \text{ kg/cm}^2}{1.70 * 210 \text{ kg/cm}^2 * 100 \text{ cm}} \right) \right)$$

$$M_r = 64,825.95 \text{ kg} - \text{cm} \approx 648.26 \text{ kg} - \text{m}$$

Tabla 21.

Área de acero y espaciamiento de losa de fosa séptica 1

Tipo de momento	Momento kg-m	Espesor de losa (cm)	Peralte efectivo (cm)	$A_{s_{req}}$ cm	S_{max} cm
(-)	924.28	10	7.5	5.45	12
(-)	906.39	10	7.5	5.34	12
(-)	60.67	10	7.5	3.55	20
(-)	45.52	10	7.5	3.55	20
(+)	581.98	10	7.5	3.55	20
(+)	182.017	10	7.5	3.55	20
(+)	456.09	10	7.5	3.55	20
(+)	136.58	10	7.5	3.55	20

Nota. Armado final de losa. Elaboración propia, realizado con Excel.

El armado de la losa se detalla en los planos.

- Verificación por corte
 - Corte máximo actuantes

$$V_{\max} = \frac{CU * L}{2}$$
$$V_{\max} = \frac{746 \text{ kg/m}^2 * 5.40 \text{ m}}{2}$$

$$V_{\max} = 2,014.2 \text{ kg/m}$$

- Corte máximo resistente

$$V_{\text{res}} = 45 * \sqrt{f'c} * t$$
$$V_{\text{res}} = 45 * \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2} * 10 \text{ cm}$$

$$V_{\text{res}} = 6,521.12 \text{ kg/m}$$

$V_{\max} < V_{\text{res}}$ → La losa resiste los esfuerzo por corte

- Diseño de viga
 - Datos generales

- $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 - 3000 \text{ PSI}$
- $f_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2 - \text{Grado } 40$
- $\gamma_{\text{concreto}} = 2,400 \text{ kg/m}^3$
- Recubrimiento = 4 cm
- $t_{\text{losa}} = 10 \text{ cm}$

- $CM = 406 \text{ kg/m}^2$
- $CV = 340 \text{ kg/m}^2$
- $CU = 746 \text{ kg/m}^2$

- Predimensionamiento

Según el American Concrete Institute (2014), en la tabla 9.3.1.1 del ACI318S-14, se puede calcular la altura mínima de la viga. Para este proyecto se asumió una viga simplemente apoyada, por lo tanto, la altura se puede calcular con la siguiente expresión:

$$H = \frac{l}{16}$$

Donde:

$l =$ luz libre (m)

$$H = \frac{5.40 \text{ m}}{16} = 0.33 \approx 0.35 \text{ m}$$

De acuerdo con el American Concrete Institute (2014), en el inciso 9.4.3.2 del ACI318S-14, la base de una viga se puede calcular con la siguiente expresión.

$$B = \frac{H}{2}$$

$$B = \frac{0.35}{2} = 0.17 \approx 0.20 \text{ m}$$

- Peralte efectivo

$$d = H - R$$

Donde:

H = Altura de la viga (cm)

R = Recubrimiento (cm)

$$d = 35 \text{ cm} - 4 \text{ cm}$$

$$d = 31 \text{ cm}$$

- Área tributaria de la viga

$$A = \frac{1}{2}(b)(h)$$

$$A_{T1 \text{ y } T3} = \frac{1}{2}(5.40 \text{ m} + 1.85 \text{ m})(1.775 \text{ m}) = 6.43 \text{ m}^2$$

$$A_{T2} = \frac{1}{2}(5.40 \text{ m} + 1.90 \text{ m})(1.75 \text{ m}) = 6.38 \text{ m}^2$$

- Peso de la losa sobre la viga

$$W_{L1} = \frac{CU * A_{T1}}{L} = \frac{746 \text{ kg/m}^2 * 6.43 \text{ m}^2}{5.40 \text{ m}}$$

$$W_{L1} = 888.29 \text{ kg/m}$$

$$W_{L2} = \frac{CU * A_{T2}}{L} = \frac{746 \text{ kg/m}^2 * 6.38 \text{ m}^2}{5.40 \text{ m}}$$

$$W_{L2} = 881.38 \text{ kg/m}$$

- Peso propio de la viga

$$W_{\text{viga}} = 1.40 * (B * H * \gamma_{\text{concreto}})$$

$$W_{\text{viga}} = 1.40 * (0.20 \text{ m} * 0.35 \text{ m} * 2,400 \text{ kg/m}^3)$$

$$W_{\text{viga}} = 235.20 \text{ kg/m}$$

- Carga distribuida

$$W = W_{L1} + W_{L2} + W_{viga}$$

$$W = 888.29 \text{ kg/m} + 881.38 \text{ kg/m} + 235.20 \text{ kg/m}$$

$$W = 2,004.87 \text{ kg/m}$$

- Momentos últimos en vigas

- Momento positivo

Seguendo las normas del American Concrete Institute (2014), en la Tabla 6.5.2 del ACI318S-14 y las condiciones de la viga, se concluyó que la viga se adapta a la clasificación de que el extremo discontinuo no está restringido, dicha clasificación indica que el momento positivo se puede calcular por la siguiente expresión:

$$M(+)=\frac{W * L^2}{11}$$

$$M(+)=\frac{(2,004.87 \text{ kg/m}) * (5.40 \text{ m})^2}{11} = 5,314.73 \text{ kg} - \text{m}$$

- Momento negativo

Seguendo las normas del American Concrete Institute (2014), en la Tabla 6.5.2 del ACI318S-14 y las condiciones de la viga, se concluyó que la viga se adapta a la clasificación de que los miembros construidos monolíticamente con viga dintel de apoyo, dicha clasificación indica que el momento negativo se puede calcular por la siguiente expresión:

$$M(-) = \frac{W * L^2}{24}$$

$$M(-) = \frac{(2,004.87 \text{ kg/m}) * (5.40 \text{ m})^2}{24} = 2,435.92 \text{ kg} - \text{m}$$

- Cortes últimos en vigas

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

$$V_u = \frac{(2,004.87 \text{ kg/m}) * (5.40 \text{ m})}{2} = 5,431.15 \text{ kg}$$

- Refuerzo longitudinal

- Acero requerido cama inferior

$$A_{S_{req}} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0.003825 * f'c}} \right] * \frac{0.85 * f'c}{f_y}$$

$$A_{S_{req}} = \left[20 * 31 - \sqrt{(20 * 31)^2 - \frac{5,314.73 * 20}{0.003825 * 210}} \right] * \frac{0.85 * 210}{2,810}$$

$$A_{S_{req}} = 7.49 \text{ cm}^2$$

Se utilizará varillas de 5/8 de pulgadas para el armado inferior de la viga, la cantidad de varilla se puede calcular de la siguiente expresión.

$$\#Varillas = \frac{A_{S_{req}}}{A_{varilla}}$$

$$\#Varillas = \frac{7.49 \text{ cm}^2}{\frac{\pi}{4} \left(\frac{5}{8} * 2.54 \text{ cm} \right)^2} = 3.78 \approx 4 \text{ Varillas}$$

- Acero requerido cama superior

$$A_{S_{req}} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0.003825 * f'c}} \right] * \frac{0.85 * f'c}{f_y}$$

$$A_{S_{req}} = \left[20 * 31 - \sqrt{(20 * 31)^2 - \frac{2,435.92 * 20}{0.003825 * 210}} \right] * \frac{0.85 * 210}{2,810}$$

$$A_{S_{req}} = 3.24 \text{ cm}^2$$

Se utilizará varillas de 5/8 de pulgadas para el armado superior de la viga, la cantidad de varilla se puede calcular de la siguiente expresión.

$$\#Varillas = \frac{A_{S_{req}}}{A_{varilla}}$$

$$\#Varillas = \frac{3.24 \text{ cm}^2}{\frac{\pi}{4} \left(\frac{5}{8} * 2.54 \text{ cm} \right)^2} = 1.64 \approx 2 \text{ Varillas}$$

- Porcentaje de acero mínimo

$$\rho_{min} = \frac{14.1}{f_y}$$

$$\rho_{min} = \frac{14.1}{2,810 \text{ kg/cm}^2}$$

$$\rho_{min} = 0.50 \%$$

- Cuantía de acero balanceada

$$\rho_{\text{balanceado}} = 0.85 \left(\frac{f'c}{f_y} \right) * \left(\frac{6120}{f_y + 6120} \right)$$

$$\rho_{\text{balanceado}} = 0.85 \left(\frac{210 \text{ kg/cm}^2}{2810 \text{ kg/cm}^2} \right) * \left(\frac{6120}{2810 \text{ kg/cm}^2 + 6120} \right)$$

$$\rho_{\text{balanceado}} = 4.35 \%$$

- Porcentaje de acero máximo

$$\rho_{\text{max}} = 0.50 * \rho_{\text{balanceado}}$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.50 * 4.35 \%$$

$$\rho_{\text{max}} = 2.17 \%$$

- Porcentaje de acero de la viga

- Cama inferior

$$\rho_{\text{viga}} = \frac{A_s}{b * d} = \frac{4 * \frac{\pi}{4} \left(\frac{5}{8} * 2.54 \text{ cm} \right)^2}{(20 \text{ cm}) * (31 \text{ cm})} = 1.27 \%$$

$$\rho_{\text{min}} < \rho_{\text{viga}} < \rho_{\text{max}}$$

$$0.50 \% < 1.27 \% < 2.17 \% \rightarrow (\text{armado aceptable})$$

Debido a que la cuantía actuante de la viga se encuentra dentro del rango mínimo y máximo, se concluyó que el armado en la cama inferior es aceptable.

- Cama superior

$$\rho_{\text{viga}} = \frac{A_s}{b * d} = \frac{2 * \frac{\pi}{4} \left(\frac{5}{8} * 2.54 \text{ cm} \right)^2}{(20 \text{ cm}) * (31 \text{ cm})} = 0.63 \%$$

$$\rho_{\text{min}} < \rho_{\text{viga}} < \rho_{\text{max}}$$

$$0.50 \% < 0.63 \% < 2.17 \% \rightarrow (\text{armado aceptable})$$

Debido a que la cuantía actuante de la viga se encuentra dentro del rango mínimo y máximo, se concluyó que el armado en la cama superior es aceptable.

- Refuerzo transversal
 - Cortante resistente del concreto

$$V_{\text{cu}} = \phi * 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$V_{\text{cu}} = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2} * 20 \text{ cm} * 31 \text{ cm}$$

$$V_{\text{cu}} = 4,047.59 \text{ kg}$$

- Cortante último

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

$$V_u = \frac{(2,004.87 \text{ kg/m}) * (5.40 \text{ m})}{2} = 5,413.15 \text{ kg}$$

$$V_{\text{cu}} < V_u \rightarrow (\text{Confinar estribos})$$

Según lo expuesto en el American Concrete Institute (2014), en el inciso 18.4.2.4 del ACI318S-14, se debe colocar estribos cerrados de confinamiento en una longitud $2h$, medida desde la cara del miembro de apoyo hacia el centro de

la luz, así también el espaciamiento de los estribos no debe exceder menor de $d/4$ y mayor de $d/2$.

- Zona central

Debido a que en la zona central se generan los menores esfuerzos cortante, se utilizara un espaciamiento máximo de $d/2$.

$$S = \frac{d}{2} = \frac{31 \text{ cm}}{2} = 15.5 \approx 15 \text{ cm}$$

- Zona de confinamiento

$$L_{\text{confinamiento}} = 2h = 2 * 35\text{cm} = 70 \text{ cm}$$

Debido a que en las zonas de confinamiento se general los mayores esfuerzos cortante, se utilizará un espaciamiento de $d/4$, así también el primer estribo estará situado a 5 cm de la cara del miembro de apoyo.

$$S = \frac{d}{4} = \frac{31 \text{ cm}}{4} = 7.75 \cong 7.00 \text{ cm}$$

El armado de la viga se detallará en los planos.

- Diseño de muros

- Datos generales

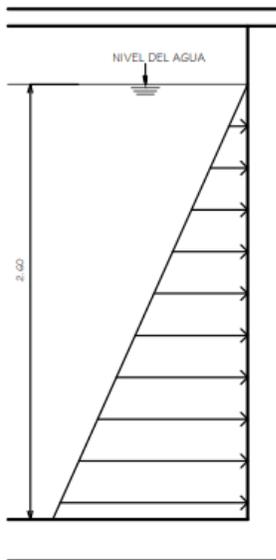
- Altura interna del muro = 2.95m
- Altura efectiva = 2.60 m
- Largo interno efecitvo = 10.80m

- Ancho interno efectivo = 5.40 m
- $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 - 3000 \text{ PSI}$
- $f_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2 - \text{Grado } 40$
- $\gamma_{\text{concreto}} = 2,400 \text{ kg/m}^3$
- $\gamma_{\text{agua}} = 1,000 \text{ kg/m}^3$
- $\gamma_{\text{suelo}} = 1,860 \text{ kg/m}^3$
- Recubrimiento = 4 cm
- Espesor de muro = 0.20 m

- Empuje proporcionado por el agua

Figura 14.

Diagrama de presiones ejercida por el agua sobre el muro de fosa séptica 1



Nota. El corte muestra el comportamiento del empuje producido por el agua. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

$$\text{Empuje} = \frac{1}{2} * \gamma_{\text{agua}} * H_{\text{agua}}$$

$$\text{Empuje} = \frac{1}{2} * \gamma_{\text{agua}} * (H_{\text{agua}})^2$$

$$\text{Empuje} = \frac{1}{2} (1,000 \text{ kg/m}^3) * (2.60 \text{ m})^2 = 3,380 \text{ kg/m}$$

- Empuje mayorado

$$V = 1.40 (\text{Empuje})$$

$$V = 1.40 (3,380 \text{ kg/m})$$

$$V = 4,732 \text{ kg/m}$$

- Cortante del concreto

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

$$V_c = 0.53 * \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2} * 100 \text{ cm} * 15.21 \text{ cm}$$

$$V_c = 11,681.9 \text{ kg/m}$$

- Cortante del concreto factorado

$$V_{\text{Factorado}} = \phi * V_c$$

$$V_{\text{Factorado}} = 0.75 * 11,681.9 \text{ kg/m} = 8,761.43 \text{ kg/m}$$

$$V_{\text{Factorado}} > V \rightarrow \text{Soporta el empuje del agua}$$

- Momento flector proporcionado por el agua

$$M = \frac{\text{Empuje} * H_{\text{agua}}}{3}$$

$$M = \frac{3,380 \text{ kg/m} * 2.60 \text{ m}}{3} = 2,929.33 \text{ kg} - \text{m/m}$$

- Momento flector proporcionado por el agua mayorado

$$M_{\text{mayorado}} = 1.40 * M$$

$$M_{\text{mayorado}} = 1.40 * 2,929.33 \text{ kg} - \text{m/m} = 4,101.06 \text{ kg} - \text{m}$$

- Refuerzo a flexión

- Acero requerido

$$A_{S_{\text{req}}} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0.003825 * f'c}} \right] * \frac{0.85 * f'c}{f_y}$$

$$A_{S_{\text{req}}} = \left[100 * 15.21 - \sqrt{(100 * 15.21)^2 - \frac{4,101.06 * 100}{0.003825 * 210}} \right] * \frac{0.85 * 210}{2,810}$$

$$A_{S_{\text{req}}} = 11.32 \text{ cm}^2$$

- Acero mínimo

$$A_{S_{\text{min}}} = \frac{14.1}{f_y} * b * d$$

$$A_{S_{\text{min}}} = \frac{14.1}{2810 \text{ kg/cm}^2} * 100 \text{ cm} * 15.21 \text{ cm} = 7.63 \text{ cm}^2$$

Se utilizará el área de acero requerido, debido a que es mayor al acero mínimo, así también se utilizará varillas de 5/8 de pulgadas para el refuerzo a flexión.

$$\#Varillas = \frac{11.32 \text{ cm}^2}{\frac{\pi}{4} \left(\frac{5}{8} * 2.54 \text{ cm} \right)^2} = 5.71 \cong 6 \text{ Varillas}$$

$$S = \frac{100 \text{ cm}}{6} = 16.67 \text{ cm} \cong 15 \text{ cm}$$

Se utilizará un espaciamiento de 15 cm para el refuerzo a flexión, por lo tanto, el armado a flexión quedará con varillas No.5 a cada 15 cm.

- Acero por temperatura

$$A_{s_{temp}} = 0.002 * b * h$$

$$A_{s_{temp}} = 0.002 * 100 \text{ cm} * 20 \text{ cm} = 4 \text{ cm}^2$$

Se utilizará varillas de 1/2 de pulgadas para el refuerzo a temperatura.

$$\#Varillas = \frac{4 \text{ cm}^2}{\frac{\pi}{4} \left(\frac{1}{2} * 2.54 \text{ cm} \right)^2} = 3.15 \approx 4 \text{ Varillas}$$

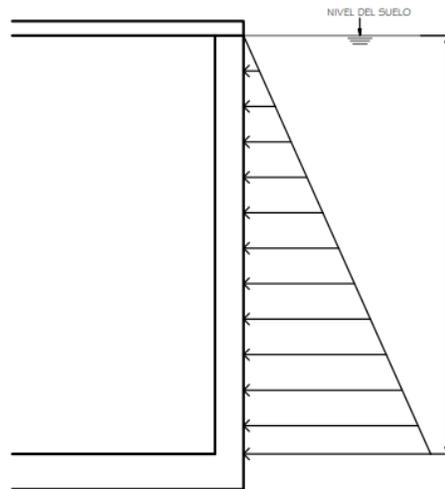
$$S = \frac{100 \text{ cm}}{4} = 25 \text{ cm}$$

El armado a temperatura quedará con varillas No.4 a cada 25 cm.

- Empuje proporcionado por el suelo

Figura 15.

Diagrama de presiones ejercida por el suelo sobre el muro de fosa séptica 1



Nota. El corte muestra el comportamiento del empuje proporcionado por el suelo. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

Debido a que la fosa séptica será enterrada, se asumió un ángulo de fricción interna del suelo de 28.43°.

$$K_a = \frac{1 - \text{sen}\phi}{1 + \text{sen}\phi}$$

$$K_a = \frac{1 - \text{sen}(28.43^\circ)}{1 + \text{sen}(28.43^\circ)} = 0.354936$$

Para el cálculo del empuje ocasionado por el suelo, se asumió un valor de 1,860 kg/m³ para el peso específico del suelo.

$$E_{\text{suelo}} = \frac{1}{2} * \gamma_{\text{suelo}} * (H_{\text{suelo}})^2 * K_a$$

$$E_{\text{suelo}} = \frac{1}{2} * 1,860 \text{ kg/m}^3 * (2.95 \text{ m})^2 * 0.354936 = 2,872.88 \text{ kg/m}$$

$$E_{\text{suelo mayorado}} = 1.7 * E_{\text{suelo}}$$

$$E_{\text{suelo mayorado}} = 1.7 * 2,872.88 \text{ kg/m} = 4,883.90 \text{ kg/m}$$

- Cortante del concreto

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

$$V_c = 0.53 * \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2} * 100 \text{ cm} * 15.21 \text{ cm}$$

$$V_c = 11,681.9 \text{ kg/m}$$

- Cortante del concreto factorado

$$V_{\text{cFactorado}} = \phi * V_c$$

$$V_{\text{cFactorado}} = 0.75 * 11,681.9 \text{ kg/m} = 8,761.43 \text{ kg/m}$$

$V_{\text{cFactorado}} > E_{\text{suelo mayorado}} \rightarrow$ Soporta el empuje de la tierra

- Momento flector proporcionado por el suelo

$$M_{\text{suelo}} = \frac{E_{\text{suelo}} * H_{\text{suelo}}}{3}$$

$$M_{\text{suelo}} = \frac{2,872.88 \text{ kg/m} * 2.95 \text{ m}}{3} = 2,824.99 \text{ kg} - \text{m/m}$$

$$M_{\text{suelo mayorado}} = 1.7 * M_{\text{suelo}}$$

$$M_{\text{suelo mayorado}} = 1.70 * 2,824.99 \text{ kg} - \text{m/m} = 4,802.48 \text{ kg} - \text{m/m}$$

- Refuerzo a flexión

- Acero requerido

$$A_{S_{\text{req}}} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0.003825 * f'c}} \right] * \frac{0.85 * f'c}{f_y}$$

$$A_{S_{\text{req}}} = \left[100 * 15.21 - \sqrt{(100 * 15.21)^2 - \frac{4,802.48 * 100}{0.003825 * 210}} \right] * \frac{0.85 * 210}{2,810}$$

$$A_{S_{\text{req}}} = 13.42 \text{ cm}^2$$

- Acero mínimo

$$A_{S_{\text{min}}} = \frac{14.1}{f_y} * b * d$$

$$A_{S_{\text{min}}} = \frac{14.1}{2810 \text{ kg/cm}^2} * 100 \text{ cm} * 15.21 \text{ cm} = 7.63 \text{ cm}^2$$

Se utilizará el área de acero requerido, debido a que es mayor al acero mínimo, así también se utilizará varillas de 5/8 de pulgadas para el refuerzo a flexión.

$$\# \text{Varillas} = \frac{13.42 \text{ cm}^2}{\frac{\pi}{4} \left(\frac{5}{8} * 2.54 \text{ cm} \right)^2} = 6.78 \cong 7 \text{ Varillas}$$

$$S = \frac{100 \text{ cm}}{7} = 14.28 \text{ cm} \cong 12 \text{ cm}$$

Se utilizará un espaciamiento de 12 cm para el refuerzo a flexión, por lo tanto, el armado a flexión quedará con varillas No.5 a cada 12 cm.

- Acero por temperatura

$$A_{S_{temp}} = 0.002 * b * h$$

$$A_{S_{temp}} = 0.002 * 100 \text{ cm} * 20 \text{ cm} = 4 \text{ cm}^2$$

Se utilizará varillas de 1/2 de pulgadas para el refuerzo a temperatura.

$$\#Varillas = \frac{4 \text{ cm}^2}{\frac{\pi}{4} \left(\frac{1}{2} * 2.54 \text{ cm} \right)^2} = 3.15 \approx 4 \text{ Varillas}$$

$$S = \frac{100 \text{ cm}}{4} = 25 \text{ cm}$$

Por lo tanto, el armado a temperatura quedará con varillas No.4 a cada 25 cm.

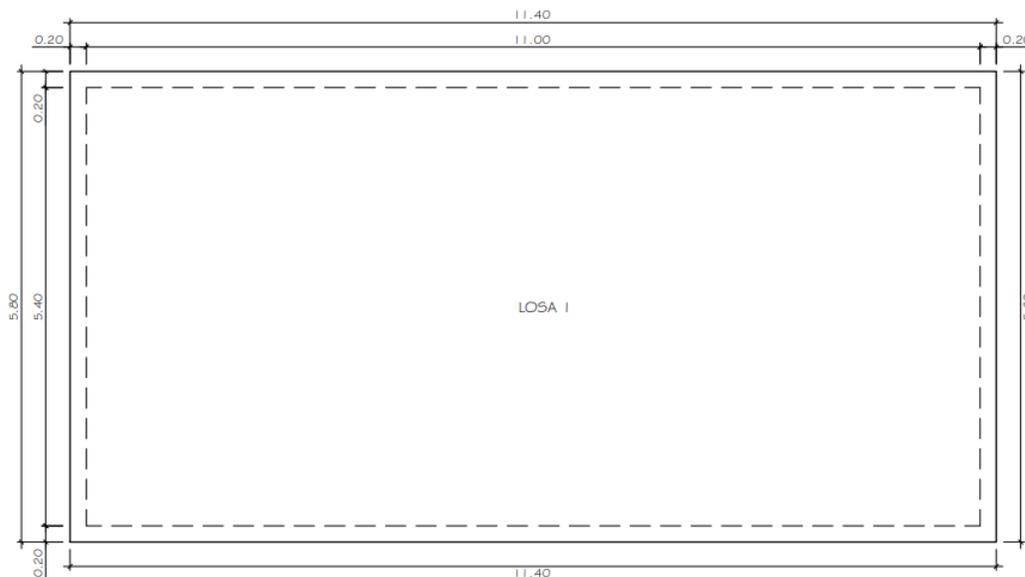
Se utilizará el armado calculado para el empuje del suelo, ya que resiste ambos empujes proporcionados por el suelo y el agua. El armado de los muros se detallará en los planos.

- Losa inferior
 - Datos generales

- $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 - 3000 \text{ PSI}$
- $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2 - \text{Grado } 60$
- $\gamma_{\text{concreto}} = 2,400 \text{ kg/m}^3$
- $\gamma_{\text{agua}} = 1,000 \text{ kg/m}^3$
- Altura del agua = 2.60 m
- Recubrimiento = 5 cm

Figura 16.

Esquema de losa inferior de fosa séptica 1



Nota. Distribución de losa. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

Si la relación $m = a/b$ es mayor que 0.5 debe diseñar en 2 sentidos, si es menor que 0.5 se diseñar en un sentido.

Donde:

$a =$ lado menor de la losa

b = lado mayor de la losa

Tabla 22.

Tipo de losa inferior de fosa séptica 1

Descripción	Losa
m = a/b	0.5 ≥ 0.5
Refuerzo	Dos sentidos

Nota. Refuerzo en los dos sentidos de la losa. Elaboración propia, realizado con Excel.

- Espesor de losa

$$t = \frac{\text{perimetro}}{180}$$

$$t = \frac{11.40 \text{ m (2)} + 5.80 \text{ m (2)}}{180} = 0.1911 \text{ m} \cong 0.20 \text{ m}$$

Se utilizará un espesor de 25 cm. Por motivos de la reducción del área de acero de refuerzo que necesitara la losa inferior, se propone aumentar un espesor a 25 cm.

- Integración de cargas
 - Carga muerta (CM)
 - Se consideró el peso propio de la losa, así también el peso provocado por el agua, y una sobrecarga como medida de seguridad.

$$CM = \gamma_{\text{concreto}} * t + S_c + \gamma_{\text{agua}} * H_{\text{agua}}$$

$$CM = 2,400 \text{ kg/m}^3 * 0.25 \text{ m} + 50 \text{ kg/m}^2 + 1,000 \text{ kg/m}^3 * 2.60 \text{ m}$$

$$CM = 3,250 \text{ kg/m}^2$$

- Carga viva (CV)

- Se consideró una carga viva de 100 kg/m^2 , debido a que la losa inferior funcionara como una azotea de concreto sin acceso según la tabla 3.7.1-1 de la Norma de Seguridad Estructural NSE 2, expuesta en la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (2018).

$$CV = 100 \text{ kg/m}^2$$

- Carga última (CU)

$$CU = 1.4CM + 1.7CV$$

$$CU = 1.4(3,250 \text{ kg/m}^2) + 1.7(100 \text{ kg/m}^2)$$

$$CU = 4,550 \text{ kg/m}^2 + 170 \text{ kg/m}^2$$

$$CU = 4,720 \text{ kg/m}^2$$

- Determinación de momentos

Para determinar los momentos de la losa inferior se utilizó las fórmulas indicadas en el cálculo de losa superior.

$$MA(-) = C_{A \text{ neg}} * CU * A^2$$

$$MA(-) = 0.00 * 4,552 \text{ kg/m}^2 * (5.80 \text{ m})^2$$

$$MA(-) = 0.00 \text{ kg} - \text{m}$$

$$MB(-) = C_{B \text{ neg}} * CU * B^2$$

$$MB(-) = 0.00 * 4,552 \text{ kg/m}^2 * (11.40 \text{ m})^2$$

$$MB(-) = 0.00 \text{ kg} - \text{m}$$

$$MA(+) = C_{A \text{ cm}} * CM * A^2 + C_{A \text{ cv}} * CV * A^2$$

$$MA(+) = 0.095 * 4,550 \text{ kg/m}^2 * (5.80 \text{ m})^2 + 0.095 * 170 \text{ kg/m}^2 * (5.80 \text{ m})^2$$

$$MA(+) = 15,084.2 \text{ kg} - \text{m}$$

$$MB(+) = C_{B \text{ cm}} * CM * B^2 + C_{B \text{ cv}} * CV * B^2$$

$$MB(+) = 0.006 * 4,550 \text{ kg/m}^2 * (11.40 \text{ m})^2 + 0.006 * 170 \text{ kg/m}^2 * (11.40 \text{ m})^2$$

$$MB(+) = 3,680.47 \text{ kg} - \text{m}$$

Tabla 23.

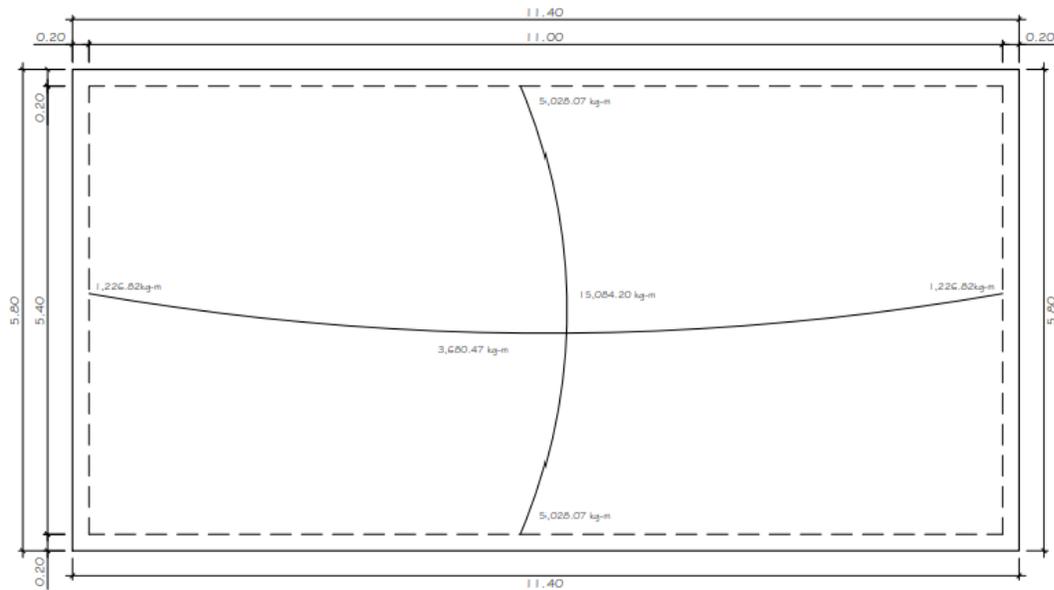
Momentos negativos y positivos de losa inferior de fosa séptica 1

Descripción	Losa inferior
Relación m = a/b	0.50
Caso de empotramiento según ACI	Caso 1
MA (-) kg-m	0.00
MB (-) kg-m	0.00
MA (+) kg-m	15,084.2
MB (+) kg-m	3,680.47

Nota. Momentos producidos bajo el comportamiento de las diferentes cargas en la losa.
Elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 17.

Diagrama de losa inferior de fosa séptica 1



Nota. Diagrama de momentos. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

- Diseño de acero de refuerzo
 - Peralte efectivo

$$d = t - R$$

Donde:

t = Espesor de losa (cm)

R = Recubrimiento (cm)

$$d = 25 \text{ cm} - 5 \text{ cm}$$

$$d = 20 \text{ cm}$$

- Área de acero mínimo

$$A_{S_{\min}} = 0.40 * \left(\frac{14.1}{f_y} \right) * b * d$$

$$A_{S_{\min}} = 0.40 * \left(\frac{14.1}{4,200 \text{ kg/cm}^2} \right) * 100 \text{ cm} * 20 \text{ cm}$$

$$A_{S_{\min}} = 2.69 \text{ cm}^2$$

- Espaciamiento de refuerzo

Utilizando varilla No.5 y regla de 3 se calculó el espaciamiento para el área de acero mínimo.

$$S = \frac{100 \text{ cm} * 2.00 \text{ cm}^2}{2.69 \text{ cm}^2}$$

$$S = 74.35 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = 3 * t$$

$$S_{\max} = 3 * 25 \text{ cm} = 75 \text{ cm}$$

$$S > S_{\max} \rightarrow \text{Recalcular}$$

Para el espaciamiento en el armado de la losa inferior, se propuso un espaciamiento de 25 cm, por lo que se calculó el área de acero para este espaciamiento.

$$A_s = \frac{100 \text{ cm} * 2.00 \text{ cm}^2}{25 \text{ cm}}$$

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

- Momento resistente del área de acero

$$M_r = 0.90 \left(A_s * f_y \left(d - \frac{A_s * f_y}{1.70 * f'_c * b} \right) \right)$$

$$M_r = 0.90 \left(8 \text{ cm}^2 * 4,200 \text{ kg/cm}^2 \left(20 \text{ cm} - \frac{8 \text{ cm}^2 * 4,200 \text{ kg/cm}^2}{1.70 * 210 \text{ kg/cm}^2 * 100 \text{ cm}} \right) \right)$$

$$M_r = 576338.82 \text{ kg} - \text{cm} \approx 5,763.39 \text{ kg} - \text{m}$$

Tabla 24.

Área de acero y espaciamiento de losa inferior de fosa séptica 1

Tipo de momento	Momento kg-m	Espesor de losa (cm)	Peralte efectivo (cm)	A _{sreq} cm	S _{max} cm
(-)	5,028.82	25	20	8	25
(-)	1,226.82	25	20	8	25
(+)	15,084.20	20	20	24.44	8
(+)	3,680.47	25	20	8	25

Nota. Armado final de losa. Elaboración propia, realizado con Excel.

El armado de la losa de cimentación se detallará en los planos.

- Fosa séptica 2 para el ramal E-46.1 a E-49
 - Datos generales
 - Poblacion de diseño a futuro = 303 habitantes
 - Dotacion = 100 L/hab/día
 - Periodo de retencion = 24 horas
 - Factor de retorno = 0.80
 - Lodos = 40 L/hab/año

- Relacion largo/ancho = 2: 1
 - Periodo de limpieza = 4 años
 - Numero de camaras = 2
- Volumen del liquido

$$V_{Liq} = Poblacion * Dotacion * FR$$

$$V_{Liq} = 303 \text{ habitantes} * 100 \text{ L/hab/día} * 0.80$$

$$V_{Liq} = 24,240 \text{ L}$$

$$V_{Liq} = 24.240 \text{ m}^3$$

- Volumen de lodos

$$V_{Lodos} = Poblacion * Lodos * Perido de limpieza$$

$$V_{Lodos} = 303 \text{ habitantes} * 40 \text{ L/hab/día} * 4 \text{ años}$$

$$V_{Lodos} = 48,480 \text{ L}$$

$$V_{Lodos} = 48.480 \text{ m}^3$$

- Volumen total efectivo

$$V_{Total} = V_{Liq} + V_{Lodos}$$

$$V_{Total} = 24.240 \text{ m}^3 + 48.480 \text{ m}^3$$

$$V_{Total} = 72.72 \text{ m}^3$$

- Ancho efectivo para cada fosa

$$A = \sqrt{\frac{V_{Total}}{2 * H}}$$

$$A = \sqrt{\frac{72.72 \text{ m}^3}{2 * (2.30\text{m})}} = 3.97\text{m} \cong 4.00 \text{ m}$$

La fosa séptica tendrá dos compartimientos, el primero será 1/2 del volumen total efectivo. El cálculo de la longitud de cada cámara será:

$$L_1 = \frac{1}{2} * 2A$$

$$L_1 = \frac{1}{2} * 2(3.97 \text{ m}) = 3.97 \text{ m} \cong 4.00 \text{ m}$$

$$L_2 = 4.00 \text{ m}$$

- Longitud total efectiva de las cámaras

$$L = L_1 + L_2$$

$$L = 4.00 \text{ m} + 4.00\text{m} = 8.00 \text{ m}$$

- Profundidad interna de la fosa séptica

- Altura efectiva (H) = 2.30 m
- Espacio libre entre entre nata y nivel superior de losa = 0.35 m

$$H_{\text{int}} = H + 0.30 \text{ m}$$

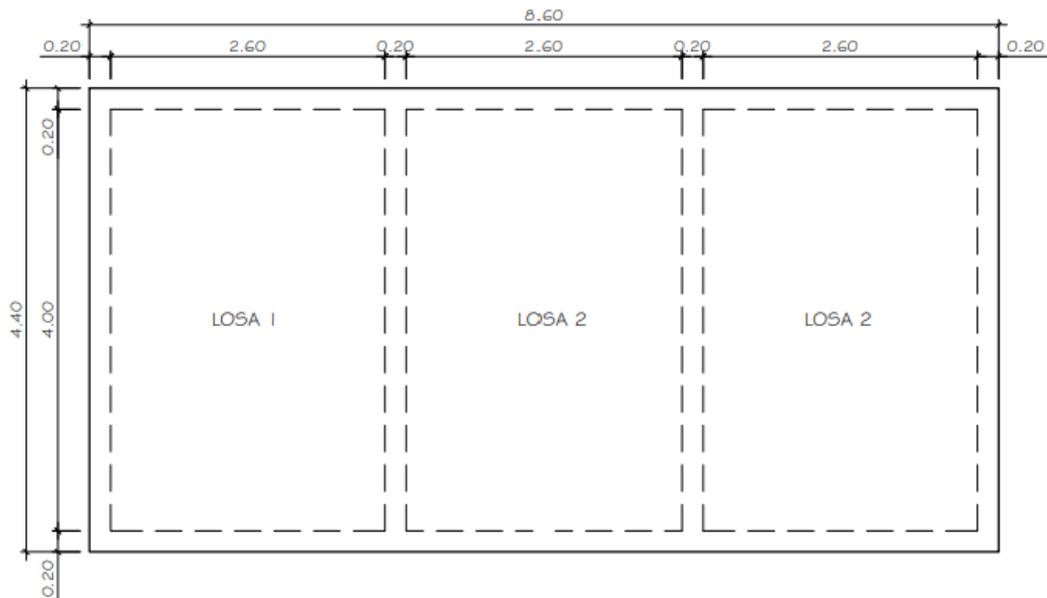
$$H_{\text{int}} = 2.30 + 0.35 \text{ m}$$

$$H_{\text{int}} = 2.65 \text{ m}$$

- Diseño de losa
 - Datos generales
 - $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 - 3000 \text{ PSI}$
 - $f_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2 - \text{Grado } 40$
 - $\gamma_{\text{concreto}} = 2,400 \text{ kg/m}^3$
 - Recubrimiento = 2.5 cm

Figura 18.

Esquema de losa de fosa séptica 2



Nota. Distribución de losas. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

Si la relación $m = a/b$ es mayor que 0.5 debe diseñar en 2 sentidos, si es menor que 0.5 se diseñar en un sentido.

Donde:

a = lado menor de la losa

b = lado mayor de la losa

Tabla 25.

Tipo de losa de fosa séptica 2

Descripción	Losa 1	Losa 2	Losa 3
m = a/b	0.65 ≥ 0.5	0.65 ≥ 0.5	0.65 ≥ 0.5
Refuerzo	Dos sentidos	Dos sentidos	Dos sentidos

Nota. Refuerzo en los dos sentidos de las losas. Elaboración propia, realizado con Excel.

- Espesor de losa

$$t = \frac{\text{perimetro}}{180}$$

$$t_{\text{Los 1,2 y 3}} = \frac{4.00 \text{ m (2)} + 2.60 \text{ m (2)}}{180} = 0.0733 \text{ m} \cong 0.10 \text{ m}$$

Se utilizará un espesor de 10cm.

- Integración de cargas

- Carga muerta (CM)

- Se consideró el peso propio de la losa y la sobrecargas.

$$CM = \gamma_{\text{concreto}} * t + Sc$$

$$CM = 2,400 \text{ kg/m}^3 * 0.10 \text{ m} + 50 \text{ kg/m}^2$$

$$CM = 290 \text{ kg/m}^2$$

- Carga viva (CV)
 - Se consideró una carga viva de 200 kg/m^2 , debido a que la losa superior sostenida por la viga central funcionara como una azotea de concreto con acceso según la tabla 3.7.1-1 de la Norma de Seguridad Estructural NSE 2, referida en la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (2018).

$$CV = 200 \text{ kg/m}^2$$

- Carga última (CU)

$$CU = 1.4CM + 1.7CV$$

$$CU = 1.4(290 \text{ kg/m}^2) + 1.7(200 \text{ kg/m}^2)$$

$$CU = 406 \text{ kg/m}^2 + 340 \text{ kg/m}^2$$

$$CU = 746 \text{ kg/m}^2$$

- Determinación de momentos

Para la determinación de momentos se emplearon las formas descritas por Nilson & Ambrose (2001).

$$MA(-) = C_{A \text{ neg}} * CU * A^2$$

$$MB(-) = C_{B \text{ neg}} * CU * B^2$$

$$MA(+) = C_{A \text{ cm}} * CM * A^2 + C_{A \text{ cv}} * CV * A^2$$

$$MB(+) = C_{B \text{ cm}} * CM * B^2 + C_{B \text{ cv}} * CV * B^2$$

Donde:

$C_{A\ neg}$ = Coeficiente (-) en A, según relación a/b y empotramiento.

$C_{B\ neg}$ = Coeficiente (-) en B, según relación a/b y empotramiento.

$C_{A\ cm}$ = Coeficiente de carga muerta (+) en A, según relación a/b y empotramiento.

$C_{A\ cv}$ = Coeficiente de carga viva (+) en A, según relación a/b y empotramiento.

$C_{B\ cm}$ = Coeficiente de carga muerta (+) en B, según relación a/b y empotramiento.

$C_{B\ cv}$ = Coeficiente de carga viva (+) en B, según relación a/b y empotramiento.

Tabla 26.

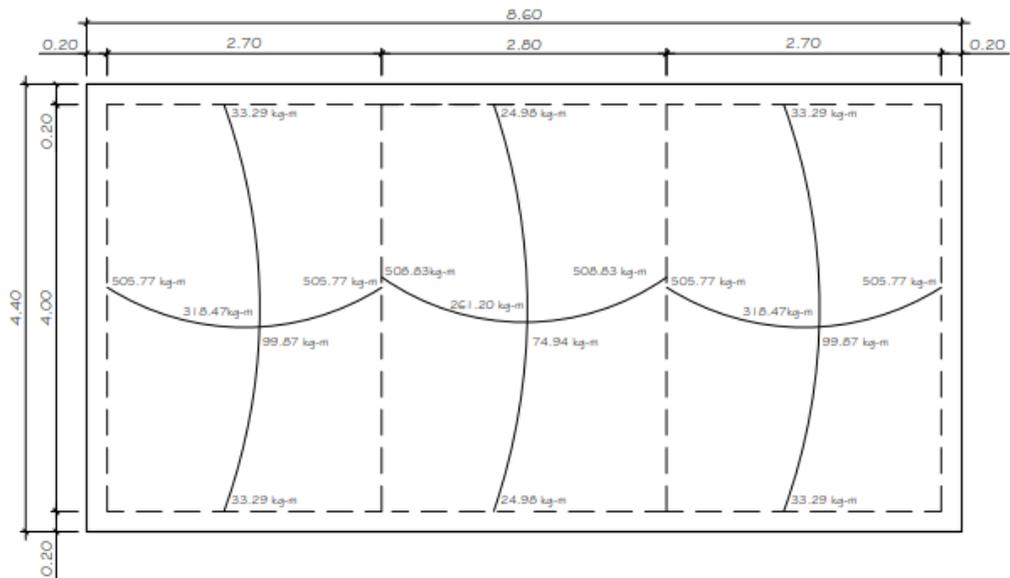
Momentos negativos y positivos de losa de fosa séptica 2

Descripción	Losa 1	Los 2	Losa 3
Relación $m = a/b$	0.65	0.65	0.65
Caso de empotramiento según ACI	Caso 6	Caso 5	Caso 6
MA (-) kg-m	505.77	508.83	505.77
MB (-) kg-m	No existe	No existe	No existe
MA (+) kg-m	318.47	261.20	318.47
MB (+) kg-m	99.87	74.94	99.87

Nota. Momentos producidos bajo el comportamiento de las diferentes cargas en la losa. Elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 19.

Diagrama de losa de fosa séptica 2



Nota. Diagrama de momentos. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

- Balanceo de momento

Cuando dos losas tienen un lado en común y momento diferentes o iguales, estos deben balancearse según el caso.

$$0.80 * M_2 > M_1 \rightarrow \text{Balanceo por metodo de rigideces}$$

$$0.80 * M_2 \leq M_1 \rightarrow \text{Balanceo por promedio aritmético}$$

Donde:

M_2 = Momento mayor (kg-m)

M_1 = Momento menor (kg-m)

$$0.80 * M_2 \rightarrow 0.80(508.83 \text{ kg} - \text{m}) = 407.06 \text{ kg} - \text{m}$$

$$407.06 \text{ kg} - \text{m} \leq 505.77 \text{ kg} - \text{m}$$

Con respecto al resultado, el método que se utilizará para el balanceo de momento será el promedio aritmético.

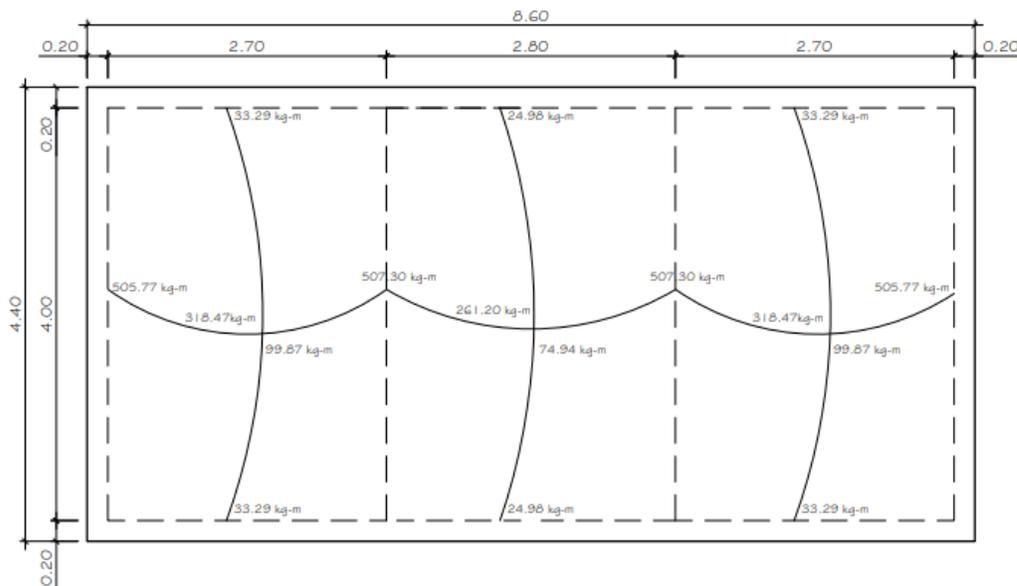
$$M_{\text{Balanceado}} = \frac{M_1 + M_2}{2}$$

$$M_{\text{Balanceado}} = \frac{505.77 \text{ kg} - \text{m} + 508.83 \text{ kg} - \text{m}}{2} = 507.3 \text{ kg} - \text{m}$$

Por lo tanto, el diagrama de momento queda así:

Figura 20.

Diagrama de momentos balanceados de losa de fosa séptica 2



Nota. Balanceo de momentos, por el método promedio. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

- Diseño de acero de refuerzo

- Peralte efectivo

$$d = t - R$$

Donde:

t = Espesor de losa (cm)

R = Recubrimiento (cm)

$$d = 10 \text{ cm} - 2.5 \text{ cm}$$

$$d = 7.5 \text{ cm}$$

- Área de acero mínimo

$$A_{S_{\min}} = 0.40 * \left(\frac{14.1}{f_y} \right) * b * d$$

$$A_{S_{\min}} = 0.40 * \left(\frac{14.1}{2,810 \text{ kg/cm}^2} \right) * 100 \text{ cm} * 7.5 \text{ cm}$$

$$A_{S_{\min}} = 1.51 \text{ cm}^2$$

- Espaciamiento de refuerzo

Utilizando varilla No.3 y regla de 3 se calculó el espaciamiento para el área de acero mínimo.

$$S = \frac{100 \text{ cm} * 0.71 \text{ cm}^2}{1.51 \text{ cm}^2}$$

$$S = 46.36 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = 3 * t$$

$$S_{\max} = 3 * 10 \text{ cm} = 30 \text{ cm}$$

$$S > S_{\max} \rightarrow \text{Recalcular}$$

Debido a que el espaciamiento es mayor a tres veces el espesor de la losa, se propuso un espaciamiento de 20 cm, por lo que se calculó el área de acero para este espaciamiento.

$$A_s = \frac{100 \text{ cm} * 0.71 \text{ cm}^2}{20 \text{ cm}}$$

$$A_s = 3.55 \text{ cm}^2$$

- Momento resistente del área de acero

$$M_r = 0.90 \left(A_s * f_y \left(d - \frac{A_s * f_y}{1.70 * f'_c * b} \right) \right)$$

$$M_r = 0.90 \left(3.55 \text{ cm}^2 * 2,810 \text{ kg/cm}^2 \left(7.5 \text{ cm} - \frac{3.55 \text{ cm}^2 * 2,810 \text{ kg/cm}^2}{1.70 * 210 \text{ kg/cm}^2 * 100 \text{ cm}} \right) \right)$$

$$M_r = 64,825.95 \text{ kg} - \text{cm} \approx 648.26 \text{ kg} - \text{m}$$

Tabla 27.

Área de acero y espaciamiento de losa de fosa séptica 2

Tipo de momento	Momento kg-m	Espesor de losa (cm)	Peralte efectivo (cm)	AS _{req} cm	S _{max} cm
(-)	507.30	10	7.5	3.55	20
(-)	505.77	10	7.5	3.55	20
(-)	33.29	10	7.5	3.55	20
(-)	24.98	10	7.5	3.55	20
(+)	318.47	10	7.5	3.55	20
(+)	99.87	10	7.5	3.55	20
(+)	261.20	10	7.5	3.55	20
(+)	74.94	10	7.5	3.55	20

Nota. Armado final de losa. Elaboración propia, realizado con Excel.

El armado de la losa se detalla en los planos.

- Verificación por corte
 - Corte máximo actuantes

$$V_{\max} = \frac{CU * L}{2}$$
$$V_{\max} = \frac{746 \text{ kg/m}^2 * 4.00 \text{ m}}{2}$$
$$V_{\max} = 1,492.00 \text{ kg/m}$$

- Corte máximo resistente

$$V_{\text{res}} = 45 * \sqrt{f'c} * t$$
$$V_{\text{res}} = 45 * \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2} * 10 \text{ cm}$$
$$V_{\text{res}} = 6,521.12 \text{ kg/m}$$

$V_{\max} < V_{\text{res}} \rightarrow$ La losa resiste los esfuerzo por corte

- Diseño de viga
 - Datos generales
 - $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 - 3000 \text{ PSI}$
 - $f_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2 - \text{Grado } 40$
 - $\gamma_{\text{concreto}} = 2,400 \text{ kg/m}^3$
 - Recubrimiento = 4 cm
 - $t_{\text{losa}} = 10 \text{ cm}$
 - $\text{CM} = 406 \text{ kg/m}^2$
 - $\text{CV} = 340 \text{ kg/m}^2$
 - $\text{CU} = 746 \text{ kg/m}^2$

- Predimensionamiento

El American Concrete Institute (2014), plantea en la tabla 9.3.1.1 del ACI318S-14, que se puede calcular la altura mínima de la viga. Para este proyecto se asumió una viga simplemente apoyada, por lo tanto, la altura se puede calcular con la siguiente expresión:

$$H = \frac{l}{16}$$

Donde:

$l = \text{luz libre (m)}$

$$H = \frac{4.00 \text{ m}}{16} = 0.25 \approx 0.30 \text{ m}$$

Según el American Concrete Institute (2014), a partir del inciso 9.4.3.2 del ACI318S-14, se puede interpretar que la base de una viga se puede calcular con la siguiente expresión.

$$B = \frac{H}{2}$$
$$B = \frac{0.30}{2} = 0.15 \cong 0.20 \text{ m}$$

- Peralte efectivo

$$d = H - R$$

Donde:

H = Altura de la viga (cm)

R = Recubrimiento (cm)

$$d = 30 \text{ cm} - 4 \text{ cm}$$

$$d = 26 \text{ cm}$$

- Área tributaria de la viga

$$A = \frac{1}{2}(b)(h)$$

$$A_{T1} = \frac{1}{2}(4.00 \text{ m} + 1.40 \text{ m})(1.30 \text{ m}) = 3.51 \text{ m}^2$$

$$A_{T2} = 3.51 \text{ m}^2$$

- Peso de la losa sobre la viga

$$W_{L1} = \frac{CU * A_{T1}}{L} = \frac{746 \text{ kg/m}^2 * 3.51 \text{ m}^2}{4.00 \text{ m}}$$

$$W_{L1} = 654.62 \text{ kg/m}$$

$$W_{L2} = \frac{CU * A_{T2}}{L} = \frac{746 \text{ kg/m}^2 * 3.51 \text{ m}^2}{4.00 \text{ m}}$$

$$W_{L2} = 654.62 \text{ kg/m}$$

- Peso propio de la viga

$$W_{\text{viga}} = 1.40 * (B * H * \gamma_{\text{concreto}})$$

$$W_{\text{viga}} = 1.40 * (0.20 \text{ m} * 0.30 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3)$$

$$W_{\text{viga}} = 201.6 \text{ kg/m}$$

- Carga distribuida

$$W = W_{L1} + W_{L2} + W_{\text{viga}}$$

$$W = 654.62 \text{ kg/m} + 654.62 \text{ kg/m} + 201.6 \text{ kg/m}$$

$$W = 1,510.84 \text{ kg/m}$$

- Momentos últimos en vigas

- Momento positivo

De acuerdo con el American Concrete Institute (2014), refiriendo en la Tabla 6.5.2 del ACI318S-14 y las condiciones de la viga, se concluyó que la viga se adapta a la clasificación de que el extremo discontinuo no está restringido,

dicha clasificación indica que el momento positivo se puede calcular por la siguiente expresión:

$$M(+)=\frac{W * L^2}{11}$$
$$M(+)=\frac{(1,510.84 \text{ kg/m}) * (4.00 \text{ m})^2}{11}=2,197.59 \text{ kg - m}$$

- Momento negativo

Con base en la Tabla 6.5.2 del ACI318S-14, expuesta por el American Concrete Institute (2014), y las condiciones de la viga, se concluyó que la viga se adapta a la clasificación de los miembros construidos monolíticamente con viga dintel de apoyo, dicha clasificación indica que el momento negativo se puede calcular por la siguiente expresión:

$$M(-)=\frac{W * L^2}{24}$$
$$M(-)=\frac{(1,510.84 \text{ kg/m}) * (4.00 \text{ m})^2}{24}=1007.23 \text{ kg - m}$$

- Cortes últimos en vigas

$$V_u=\frac{W * L}{2}$$
$$V_u=\frac{(1,510.84 \text{ kg/m}) * (4.00 \text{ m})}{2}=3,021.68 \text{ kg}$$

- Refuerzo longitudinal

- Acero requerido cama inferior

$$A_{s_{req}} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0.003825 * f'c}} \right] * \frac{0.85 * f'c}{f_y}$$

$$A_{s_{req}} = \left[20 * 31 - \sqrt{(20 * 31)^2 - \frac{5,319.08 * 20}{0.003825 * 210}} \right] * \frac{0.85 * 210}{2,810}$$

$$A_{s_{req}} = 3.53 \text{ cm}^2$$

Se utilizará varillas de 1/2 de pulgadas para el armado inferior de la viga, la cantidad de varilla se puede calcular de la siguiente expresión.

$$\#Varillas = \frac{A_{s_{req}}}{A_{varilla}}$$

$$\#Varillas = \frac{3.53 \text{ cm}^2}{\frac{\pi}{4} \left(\frac{1}{2} * 2.54 \text{ cm} \right)^2} = 2.78 \approx 3 \text{ Varillas}$$

- Acero requerido cama superior

$$A_{s_{req}} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0.003825 * f'c}} \right] * \frac{0.85 * f'c}{f_y}$$

$$A_{s_{req}} = \left[20 * 26 - \sqrt{(20 * 26)^2 - \frac{1007.23 * 20}{0.003825 * 210}} \right] * \frac{0.85 * 210}{2,810}$$

$$A_{s_{req}} = 1.57 \text{ cm}^2$$

Se utilizará varillas de 1/2 de pulgadas para el armado superior de la viga, la cantidad de varilla se puede calcular de la siguiente expresión.

$$\#Varillas = \frac{A_{S_{req}}}{A_{varilla}}$$

$$\#Varillas = \frac{3.24 \text{ cm}^2}{\frac{\pi}{4} \left(\frac{1}{2} * 2.54 \text{ cm} \right)^2} = 1.24 \approx 3 \text{ Varillas}$$

- Porcentaje de acero mínimo

$$\rho_{min} = \frac{14.1}{f_y}$$

$$\rho_{min} = \frac{14.1}{2,810 \text{ kg/cm}^2}$$

$$\rho_{min} = 0.50 \%$$

- Cuantía de acero balanceada

$$\rho_{balanceado} = 0.85 \left(\frac{f'c}{f_y} \right) * \left(\frac{6120}{f_y + 6120} \right)$$

$$\rho_{balanceado} = 0.85 \left(\frac{210 \text{ kg/cm}^2}{2810 \text{ kg/cm}^2} \right) * \left(\frac{6120}{2810 \text{ kg/cm}^2 + 6120} \right)$$

$$\rho_{balanceado} = 4.35 \%$$

- Porcentaje de acero máximo

$$\rho_{\max} = 0.50 * \rho_{\text{balanceado}}$$

$$\rho_{\max} = 0.50 * 4.35 \%$$

$$\rho_{\max} = 2.17 \%$$

- Porcentaje de acero de la viga

- Cama inferior

$$\rho_{\text{viga}} = \frac{A_s}{b * d} = \frac{3 * \frac{\pi}{4} \left(\frac{1}{2} * 2.54 \text{ cm}\right)^2}{(20 \text{ cm}) * (26 \text{ cm})} = 0.64 \%$$

$$\rho_{\min} < \rho_{\text{viga}} < \rho_{\max}$$

$$0.50 \% < 0.64 \% < 2.17 \% \rightarrow (\text{armado aceptable})$$

Debido a que la cuantía actuante de la viga se encuentra dentro del rango mínimo y máximo, se concluyó que el armado en la cama inferior es aceptable.

- Cama superior

$$\rho_{\text{viga}} = \frac{A_s}{b * d} = \frac{3 * \frac{\pi}{4} \left(\frac{1}{2} * 2.54 \text{ cm}\right)^2}{(20 \text{ cm}) * (26 \text{ cm})} = 0.64 \%$$

$$\rho_{\min} < \rho_{\text{viga}} < \rho_{\max}$$

$$0.50 \% < 0.64 \% < 2.17 \% \rightarrow (\text{armado aceptable})$$

Debido a que la cuantía actuante de la viga se encuentra dentro del rango mínimo y máximo, se concluyó que el armado en la cama superior es aceptable.

- Refuerzo transversal
 - Cortante resistente del concreto

$$V_{cu} = \phi * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_{cu} = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2} * 20 \text{ cm} * 26 \text{ cm}$$

$$V_{cu} = 3,394.75 \text{ kg}$$

- Cortante último

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

$$V_u = \frac{(1,510.84 \text{ kg/m}) * (4.00 \text{ m})}{2} = 3,021.68 \text{ kg}$$

$$V_{cu} > V_u \rightarrow (\text{Estribos a } d/2)$$

Como señala el American Concrete Institute (2014), en el inciso 18.4.2.4 del ACI318S-14, se debe colocar estribos cerrados de confinamiento en una longitud $2h$, medida desde la cara del miembro de apoyo hacia el centro de la luz, así también el espaciamiento de los estribos no debe exceder menor de $d/4$ y mayor de $d/2$.

- Zona central

Debido a que en la zona central se generan los menores esfuerzos cortante, se utilizara un espaciamiento máximo de $d/2$.

$$S = \frac{d}{2} = \frac{26 \text{ cm}}{2} = 13 \cong 12 \text{ cm}$$

- Zona de confinamiento

$$L_{\text{confinamiento}} = 2h = 2 * 30\text{cm} = 60 \text{ cm}$$

Debido a que en las zonas de confinamiento se general los mayores esfuerzos cortante, se utilizará un espaciamiento de $d/4$, así también el primer estribo estará situado a 5 cm de la cara del miembro de apoyo.

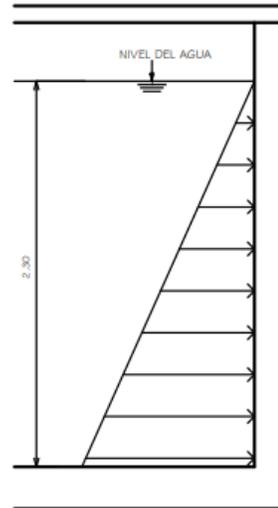
$$S = \frac{d}{4} = \frac{26 \text{ cm}}{4} = 6.5 \cong 6.00 \text{ cm}$$

El armado de la viga se detallará en los planos.

- Diseño de muros
 - Datos generales
 - Altura interna del muro = 2.65 m
 - Altura efectiva = 2.30 m
 - Largo interno efectivo = 8.00 m
 - Ancho interno efectivo = 4.00 m
 - $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 - 3000 \text{ PSI}$
 - $f_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2 - \text{Grado } 40$
 - $\gamma_{\text{concreto}} = 2,400 \text{ kg/m}^3$
 - $\gamma_{\text{agua}} = 1,000 \text{ kg/m}^3$
 - $\gamma_{\text{suelo}} = 1,860 \text{ kg/m}^3$
 - Recubrimiento = 4 cm
 - Espesor de muro = 0.20 m
- Empuje proporcionado por el agua

Figura 21.

Diagrama de presiones ejercida por el agua sobre el muro de fosa séptica 2



Nota. El corte muestra el comportamiento del empuje producido por el agua. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

$$\text{Empuje} = \frac{1}{2} * \gamma_{\text{agua}} * H_{\text{agua}}$$

$$\text{Empuje} = \frac{1}{2} * \gamma_{\text{agua}} * (H_{\text{agua}})^2$$

$$\text{Empuje} = \frac{1}{2} (1,000 \text{ kg/m}^3) * (2.30 \text{ m})^2 = 2,645 \text{ kg/m}$$

- Empuje mayorado

$$V = 1.40 (\text{Empuje})$$

$$V = 1.40 (2,645 \text{ kg/m})$$

$$V = 3,703 \text{ kg/m}$$

- Cortante del concreto

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

$$V_c = 0.53 * \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2} * 100 \text{ cm} * 15.21 \text{ cm}$$

$$V_c = 11,681.9 \text{ kg/m}$$

- Cortante del concreto factorado

$$V_{\text{Factorado}} = \phi * V_c$$

$$V_{\text{Factorado}} = 0.75 * 11,681.9 \text{ kg/m} = 8,761.43 \text{ kg/m}$$

$$V_{\text{Factorado}} > V \rightarrow \text{Soporta el empuje del agua}$$

- Momento flector proporcionado por el agua

$$M = \frac{\text{Empuje} * H_{\text{agua}}}{3}$$

$$M = \frac{2,645 \text{ kg/m} * 2.30 \text{ m}}{3} = 2,027.83 \text{ kg} - \text{m/m}$$

- Momento flector proporcionado por el agua mayorado

$$M_{\text{mayorado}} = 1.40 * M$$

$$M_{\text{mayorado}} = 1.40 * 2,027.83 \text{ kg} - \text{m/m} = 2,838.96 \text{ kg} - \text{m}$$

- Refuerzo a flexión

- Acero requerido

$$A_{s_{req}} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0.003825 * f'c}} \right] * \frac{0.85 * f'c}{f_y}$$

$$A_{s_{req}} = \left[100 * 15.21 - \sqrt{(100 * 15.21)^2 - \frac{2,838.96 * 100}{0.003825 * 210}} \right] * \frac{0.85 * 210}{2,810}$$

$$A_{s_{req}} = 7.686 \text{ cm}^2$$

- Acero mínimo

$$A_{s_{min}} = \frac{14.1}{f_y} * b * d$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14.1}{2810 \text{ kg/cm}^2} * 100 \text{ cm} * 15.21 \text{ cm} = 7.63 \text{ cm}^2$$

Se utilizará el área de acero requerido, debido a que es mayor al acero mínimo, así también se utilizará varillas de 5/8 de pulgadas para el refuerzo a flexión.

$$\#Varillas = \frac{7.686 \text{ cm}^2}{\frac{\pi}{4} \left(\frac{5}{8} * 2.54 \text{ cm} \right)^2} = 3.88 \cong 4 \text{ Varillas}$$

$$S = \frac{100 \text{ cm}}{4} = 25.00 \text{ cm}$$

Se utilizará un espaciamiento de 25 cm para el refuerzo a flexión, por lo tanto, el armado a flexión quedará con varillas No.5 a cada 25 cm.

- Acero por temperatura

$$A_{\text{temp}} = 0.002 * b * h$$

$$A_{\text{temp}} = 0.002 * 100 \text{ cm} * 20 \text{ cm} = 4 \text{ cm}^2$$

Se utilizará varillas de 1/2 de pulgadas para el refuerzo a temperatura.

$$\# \text{Varillas} = \frac{4 \text{ cm}^2}{\frac{\pi}{4} \left(\frac{1}{2} * 2.54 \text{ cm} \right)^2} = 3.15 \approx 4 \text{ Varillas}$$

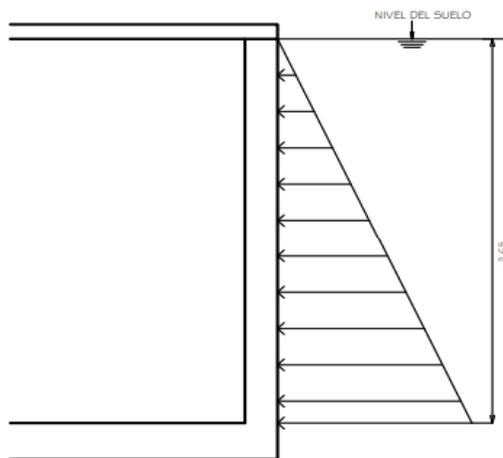
$$S = \frac{100 \text{ cm}}{4} = 25 \text{ cm}$$

Por lo tanto, el armado a temperatura quedará con varillas No.4 a cada 25 cm.

- Empuje proporcionado por el suelo

Figura 22.

Diagrama de presiones ejercida por el suelo sobre el muro de fosa séptica 2



Nota. El corte muestra el comportamiento del empuje proporcionado por el suelo. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

Debido a que la fosa séptica será enterrada, se asumió un ángulo de fricción interna del suelo de 28.43°.

$$K_a = \frac{1 - \text{sen}\phi}{1 + \text{sen}\phi}$$

$$K_a = \frac{1 - \text{sen}(28.43^\circ)}{1 + \text{sen}(28.43^\circ)} = 0.354936$$

Para el cálculo del empuje ocasionado por el suelo, se asumió un valor de 1,860 kg/m³ para el peso específico del suelo.

$$E_{\text{suelo}} = \frac{1}{2} * \gamma_{\text{suelo}} * (H_{\text{suelo}})^2 * K_a$$

$$E_{\text{suelo}} = \frac{1}{2} * 1,860 \text{ kg/m}^3 * (2.65 \text{ m})^2 * 0.354936 = 2,318.06 \text{ kg/m}$$

$$E_{\text{suelo mayorado}} = 1.7 * E_{\text{suelo}}$$

$$E_{\text{suelo mayorado}} = 1.7 * 2,318.06 \text{ kg/m} = 3,940.7 \text{ kg/m}$$

- Cortante del concreto

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

$$V_c = 0.53 * \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2} * 100 \text{ cm} * 15.21 \text{ cm}$$

$$V_c = 11,681.9 \text{ kg/m}$$

- Cortante del concreto factorado

$$V_{\text{cFactorado}} = \phi * V_c$$

$$V_{\text{cFactorado}} = 0.75 * 11,681.9 \text{ kg/m} = 8,761.43 \text{ kg/m}$$

$$V_{\text{cFactorado}} > E_{\text{suelo mayorado}} \rightarrow \text{Soporta el empuje de la tierra}$$

- Momento flector proporcionado por el suelo

$$M_{\text{suelo}} = \frac{E_{\text{suelo}} * H_{\text{suelo}}}{3}$$

$$M_{\text{suelo}} = \frac{2,318.06 \text{ kg/m} * 2.65 \text{ m}}{3} = 2,047.62 \text{ kg} - \text{m/m}$$

$$M_{\text{suelo mayorado}} = 1.7 * M_{\text{suelo}}$$

$$M_{\text{suelo mayorado}} = 1.70 * 2,047.62 \text{ kg} - \text{m/m} = 3,480.95 \text{ kg} - \text{m/m}$$

- Refuerzo a flexión

- Acero requerido

$$A_{s_{\text{req}}} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0.003825 * f'c}} \right] * \frac{0.85 * f'c}{f_y}$$

$$A_{s_{\text{req}}} = \left[100 * 15.21 - \sqrt{(100 * 15.21)^2 - \frac{3,480.95 * 100}{0.003825 * 210}} \right] * \frac{0.85 * 210}{2,810}$$

$$A_{s_{\text{req}}} = 9.52 \text{ cm}^2$$

- Acero mínimo

$$A_{s_{\text{min}}} = \frac{14.1}{f_y} * b * d$$

$$A_{s_{\text{min}}} = \frac{14.1}{2810 \text{ kg/cm}^2} * 100 \text{ cm} * 15.21 \text{ cm} = 7.63 \text{ cm}^2$$

Se utilizará el área de acero requerido, debido a que es mayor al acero mínimo, así también se utilizará varillas de 5/8 de pulgadas para el refuerzo a flexión.

$$\#Varillas = \frac{9.52 \text{ cm}^2}{\frac{\pi}{4} \left(\frac{5}{8} * 2.54 \text{ cm} \right)^2} = 4.80 \cong 5 \text{ Varillas}$$

$$S = \frac{100 \text{ cm}}{5} = 20.00 \text{ cm}$$

Se utilizará un espaciamiento de 20 cm para el refuerzo a flexión, por lo tanto, el armado a flexión quedará con varillas No.5 a cada 20 cm.

- Acero por temperatura

$$A_{s_{temp}} = 0.002 * b * h$$

$$A_{s_{temp}} = 0.002 * 100 \text{ cm} * 20 \text{ cm} = 4 \text{ cm}^2$$

Se utilizará varillas de 1/2 de pulgadas para el refuerzo a temperatura.

$$\#Varillas = \frac{4 \text{ cm}^2}{\frac{\pi}{4} \left(\frac{1}{2} * 2.54 \text{ cm} \right)^2} = 3.15 \approx 4 \text{ Varillas}$$

$$S = \frac{100 \text{ cm}}{4} = 25 \text{ cm}$$

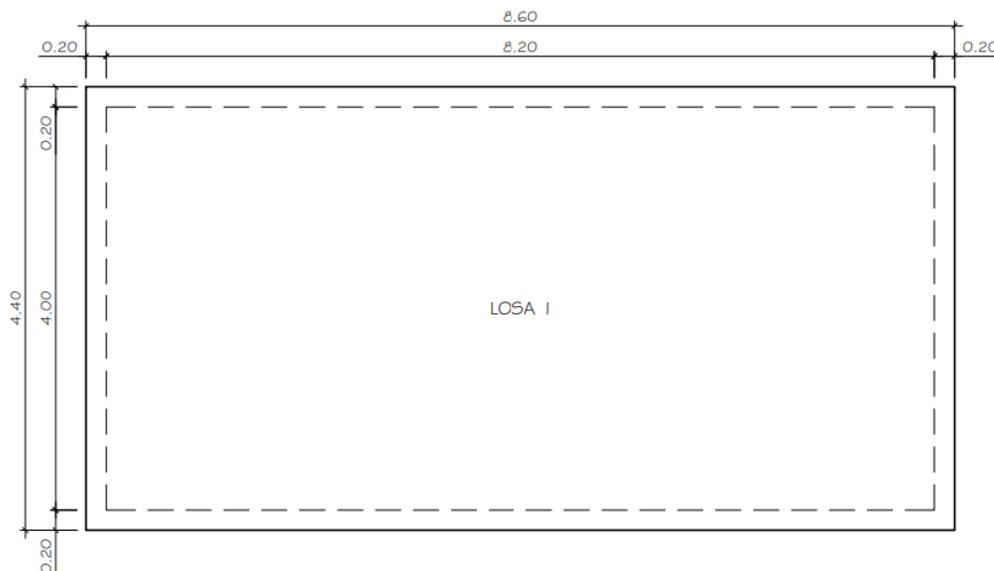
Por lo tanto, el armado a temperatura quedará con varillas No.4 a cada 25 cm.

Se utilizará el armado calculado para el empuje del suelo, ya que resiste ambos empujes proporcionados por el suelo y el agua. El armado de los muros se detallará en los planos.

- Losa inferior
 - Datos generales
 - $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 - 3000 \text{ PSI}$
 - $f_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2 - \text{Grado } 40$
 - $\gamma_{\text{concreto}} = 2,400 \text{ kg/m}^3$
 - $\gamma_{\text{agua}} = 1,000 \text{ kg/m}^3$
 - Altura del agua = 2.60 m
 - Recubrimiento = 5 cm

Figura 23.

Esquema de losa inferior de fosa séptica 2



Nota. Distribución de losa inferior. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

Si la relación $m = a/b$ es mayor que 0.5 debe diseñar en 2 sentidos, si es menor que 0.5 se diseñar en un sentido.

Donde:

a = lado menor de la losa

b = lado mayor de la losa

Tabla 28.

Tipo de losa inferior de fosa séptica 2

Descripción	Losa
$m = a/b$	$0.5 \geq 0.5$
Refuerzo	Dos sentidos

Nota. Refuerzo en los dos sentidos de la losa. Elaboración propia, realizado con Excel.

- Espesor de losa

$$t = \frac{\text{perimetro}}{180}$$

$$t = \frac{8.60 \text{ m (2)} + 4.40 \text{ m (2)}}{180} = 0.144 \text{ m} \cong 0.15 \text{ m}$$

Se utilizará un espesor de 20 cm.

Por motivos de la reducción del área de acero de refuerzo que necesitara la losa inferior, se propone aumentar un espesor a 20 cm.

- Integración de cargas

- Carga muerta (CM)

- Se consideró el peso propio de la losa, así también el peso provocado por el agua, y una sobrecarga como medida de seguridad.

$$CM = \gamma_{\text{concreto}} * t + SC + \gamma_{\text{agua}} * H_{\text{agua}}$$
$$CM = 2,400 \text{ kg/m}^3 * 0.20 \text{ m} + 50 \text{ kg/m}^2 + 1,000 \text{ kg/m}^3 * 2.30 \text{ m}$$
$$CM = 2,830 \text{ kg/m}^2$$

- Carga viva (CV)

- Se consideró una carga viva de 100 kg/m^2 , debido a que la losa inferior funcionara como una azotea de concreto sin acceso, teniendo en cuenta la tabla 3.7.1-1 de la Norma de Seguridad Estructural NSE 2, de la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (2018).

$$CV = 100 \text{ kg/m}^2$$

- Carga última (CU)

$$CU = 1.4CM + 1.7CV$$
$$CU = 1.4(2,830 \text{ kg/m}^2) + 1.7(100 \text{ kg/m}^2)$$
$$CU = 3,962 \text{ kg/m}^2 + 170 \text{ kg/m}^2$$
$$CU = 4,132 \text{ kg/m}^2$$

- Determinación de momentos

Para determinar los momentos de la losa inferior se utilizó las fórmulas indicadas en el cálculo de losa superior con relación a Nilson & Ambrose (2001).

$$MA(-) = C_{A \text{ neg}} * CU * A^2$$

$$MA(-) = 0.00 * 4,132 \text{ kg/m}^2 * (4.40 \text{ m})^2$$

$$MA(-) = 0.00 \text{ kg - m}$$

$$MB(-) = C_{B \text{ neg}} * CU * B^2$$

$$MB(-) = 0.00 * 4,132 \text{ kg/m}^2 * (8.60 \text{ m})^2$$

$$MB(-) = 0.00 \text{ kg - m}$$

$$MA(+) = C_{A \text{ cm}} * CM * A^2 + C_{A \text{ cv}} * CV * A^2$$

$$MA(+) = 0.095 * 3,962 \text{ kg/m}^2 * (4.40 \text{ m})^2 + 0.095 * 170 \text{ kg/m}^2 * (4.40 \text{ m})^2$$

$$MA(+) = 7,599.57 \text{ kg - m}$$

$$MB(+) = C_{B \text{ cm}} * CM * B^2 + C_{B \text{ cv}} * CV * B^2$$

$$MB(+) = 0.006 * 3,962 \text{ kg/m}^2 * (8.60 \text{ m})^2 + 0.006 * 170 \text{ kg/m}^2 * (8.60 \text{ m})^2$$

$$MB(+) = 1,833.62 \text{ kg - m}$$

Tabla 29.

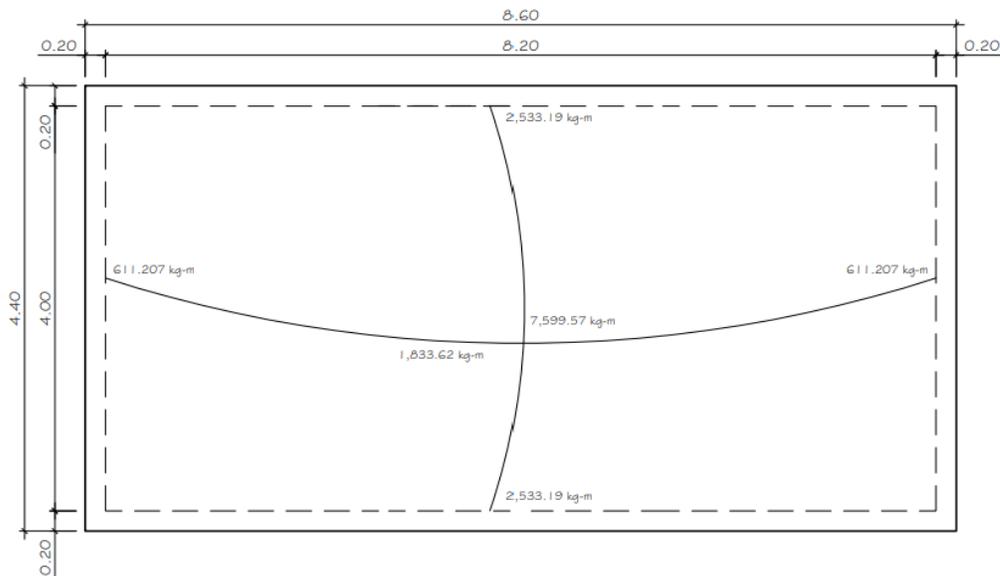
Momentos negativos y positivos de losa inferior de fosa séptica 2

Descripción	Losa inferior
Relación $m = a/b$	0.50
Caso de empotramiento según ACI	Caso 1
MA (-) kg-m	0.00
MB (-) kg-m	0.00
MA (+) kg-m	7,599.57
MB (+) kg-m	1,833.62

Nota. Momentos producidos bajo el comportamiento de las diferentes cargas en la losa.
Elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 24.

Diagrama de losa inferior de fosa séptica 2



Nota. Diagrama de momentos. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

- Diseño de acero de refuerzo

- Peralte efectivo

$$d = t - R$$

Donde:

t = Espesor de losa (cm)

R = Recubrimiento (cm)

$$d = 20 \text{ cm} - 5 \text{ cm}$$

$$d = 15 \text{ cm}$$

- Área de acero mínimo

$$A_{S_{\min}} = 0.40 * \left(\frac{14.1}{f_y} \right) * b * d$$

$$A_{S_{\min}} = 0.40 * \left(\frac{14.1}{2,810 \text{ kg/cm}^2} \right) * 100 \text{ cm} * 15 \text{ cm}$$

$$A_{S_{\min}} = 3.01 \text{ cm}^2$$

- Espaciamiento de refuerzo

Utilizando varilla No.5 y regla de 3 se calculó el espaciamiento para el área de acero mínimo.

$$S = \frac{100 \text{ cm} * 2.00 \text{ cm}^2}{2.69 \text{ cm}^2}$$

$$S = 66.44 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = 3 * t$$

$$S_{\max} = 3 * 20 \text{ cm} = 60 \text{ cm}$$

$$S > S_{\max} \rightarrow \text{Recalcular}$$

Para el espaciamiento en el armado de la losa inferior, se propuso un espaciamiento de 25 cm, por lo que se calculó el área de acero para este espaciamiento.

$$A_s = \frac{100 \text{ cm} * 2.00 \text{ cm}^2}{25 \text{ cm}}$$

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

- Momento resistente del área de acero

$$M_r = 0.90 \left(A_s * f_y \left(d - \frac{A_s * f_y}{1.70 * f'_c * b} \right) \right)$$

$$M_r = 0.90 \left(8 \text{ cm}^2 * 2,810 \text{ kg/cm}^2 \left(15 \text{ cm} - \frac{8 \text{ cm}^2 * 2810 \text{ kg/cm}^2}{1.70 * 210 \text{ kg/cm}^2 * 100 \text{ cm}} \right) \right)$$

$$M_r = 290,740.07 \text{ kg} - \text{cm} \approx 2,907.4 \text{ kg} - \text{m}$$

Tabla 30.

Área de acero y espaciamiento de losa inferior de fosa séptica 2

Tipo de momento	Momento kg-m	Espesor de losa (cm)	Peralte efectivo (cm)	A _{sreq} cm	S _{max} cm
(-)	2,533.19	20	20	8	25
(-)	611.207	20	20	8	25
(+)	7,599.57	20	20	24.08	8
(+)	1,833.62	20	20	8	25

Nota. Armado final de losa. Elaboración propia, realizado con Excel.

El armado de la losa inferior se detallará en los planos.

2.2.9.2. Pozos de absorción

Los pozos de absorción son recamaras o hoyos en donde las aguas residuales previamente tratadas se infiltren lentamente al suelo.

- Pozos de absorción para el ramal E-20.1 a E-1
 - Velocidad permisible de absorción

$$q = \frac{5}{\sqrt{t}}$$

Donde:

q = Velocidad permisible de aplicacion (gal/dia * ft²)

t = Velocidad de infiltración min/in

$$q = \frac{5}{\sqrt{5 \text{ min/in}}}$$

$$q = 2.236 \text{ gal/dia} * \text{ft}^2$$

$$q = 90.93 \text{ L/dia} * \text{m}^2$$

- Área requerida

$$A_{\text{req}} = \frac{Q_{\text{A.R}}}{q}$$

Donde:

A_{req} = Area requerida (m^2)

$Q_{\text{A.R}}$ = Caudal de aguas residuales (L/dia)

q = Velocidad permisible de aplicacion (L/dia * m^2)

$$A_{\text{req}} = \frac{75,120 \text{ L/dia}}{90.93 \text{ L/dia} * \text{m}^2}$$

$$A_{\text{req}} = 826.13 \text{ m}^2$$

- Altura útil del pozo

$$H = \frac{A_{\text{req}}}{\pi * \theta}$$

Donde:

H = Altura util del pozo (m)

A_{req} = Area requerida (m^2)

θ = Diametro (m)

$$H = \frac{826.13 \text{ m}^2}{\pi * 2.00 \text{ m}}$$

$$H = 131.48 \text{ m}$$

- Cantidad de pozos

$$\# \text{ Pozos} = \frac{H}{H_{c/p}}$$

Pozos = Numero de pozos

H = Altura util del pozo (m)

$H_{c/p}$ = Altura de cada pozo (m)

$$\# \text{ Pozos} = \frac{131.48}{8 \text{ m}}$$

$$\# \text{ Pozos} = 16 \text{ pozos}$$

- Pozos de absorción para el ramal E-46.1 a E-49

- Velocidad permisible de absorción

$$q = \frac{5}{\sqrt{t}}$$

Donde:

q = Velocidad permisible de aplicacion (gal/dia * ft²)

t = Velocidad de infiltración (min/in)

$$q = \frac{5}{\sqrt{5 \text{ min/in}}}$$

$$q = 2.236 \text{ gal/dia} * \text{ft}^2$$

$$q = 90.93 \text{ L/dia} * \text{m}^2$$

- Área requerida

$$A_{\text{req}} = \frac{Q_{\text{A.R}}}{q}$$

Donde:

A_{req} = Área requerida (m^2)

$Q_{\text{A.R}}$ = Caudal de aguas residuales (L/día)

q = Velocidad permisible de aplicación (L/día * m^2)

$$A_{\text{req}} = \frac{24,240 \text{ L/día}}{90.93 \text{ L/día} * \text{m}^2}$$

$$A_{\text{req}} = 266.58 \text{ m}^2$$

- Altura útil del pozo

$$H = \frac{A_{\text{req}}}{\pi * \theta}$$

Donde:

H = Altura útil del pozo (m)

A_{req} = Área requerida (m^2)

θ = Diámetro (m)

$$H = \frac{266.58 \text{ m}^2}{\pi * 2.00 \text{ m}}$$

$$H = 42.43 \text{ m}$$

- Cantidad de pozos

$$\# \text{ Pozos} = \frac{H}{H_{c/p}}$$

Pozos = Numero de pozos

H = Altura util del pozo (m)

$H_{c/p}$ = Altura de cada pozo (m)

$$\# \text{ Pozos} = \frac{42.43 \text{ m}}{8 \text{ m}}$$

$$\# \text{ Pozos} = 6 \text{ pozos}$$

2.2.10. Operación y mantenimiento

La operación y mantenimiento son dos actividades claves para la duración y el buen funcionamiento de cualquier sistema de alcantarillado sanitario, por lo tanto, en esta etapa se implementará un plan con diferentes actividades necesarias que permitirá que los costos se reduzcan y ayude a prevenir inundaciones en las redes de alcantarillado y los sistemas de tratamiento.

En este sistema se utilizará un plan de mantenimiento preventivo y correctivo, el cual se programará de forma periódica las distintas actividades, así como la frecuencia de ejecución y el personal requerido en cada una de estas actividades, que ayudará a reducir el riesgo de daños, fallas y asegurar una mayor vida útil de los componentes.

2.2.10.1. Programa de operación y mantenimiento

El objetivo del programa es proporcionar un plan de trabajo con las diferentes actividades necesarias para la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario.

Tabla 31.*Programa de operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario*

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE DEL GOLFO			
Proyecto: Sistema de abastecimiento de alcantarillado sanitario			
Ubicación: Aldea el Caulote, San José del Golfo			
PROGRAMA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			
SISTEMA	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Colectores	Limpieza de los colectores	Anualmente	Fontanero y 2 ayudantes
	Limpieza en los tramos iniciales	Semestral	Fontanero
	Rehabilitación de colectores	Eventual	Fontanero y 3 ayudantes
Pozos de visitas	Inspección de tapaderas	Bimensual	Fontanero
	Inspección interna de pozos de visita	Mensual	Fontanero
	Limpieza de pozos de visita	Anualmente	Fontanero y 2 ayudantes
	Cambio y reposición de tapas de pozos	Eventual	Fontanero
	Construcción y reconstrucción de pozos	Eventual	Fontanero y 3 ayudantes
Fosa séptica	Limpieza y chapeo del área	Bimensual	Ayudante
	Inspección general	Trimestral	Fontanero
	Evacuación y limpieza de lodos Fosa séptica 1	2 años	Fontanero y 2 ayudantes
	Evacuación y limpieza de lodos Fosa séptica 2	4 años	Fontanero y 2 ayudantes
Pozos de absorción	Limpieza y chapeo del área	Trimestral	Ayudante
	Inspección general	Semestral	Operador del sistema
Conexiones domiciliarias	Inspección de las conexiones domiciliarias	Trimestral	Fontanero
	Limpieza frecuente	Eventual	Fontanero y 1 ayudante

Nota. El programa muestra una serie de actividades para la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea El Caulote. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.2.10.2. Costos de operación y mantenimiento

Los costos de operación y mantenimiento corresponden a aquellos gastos que el proyecto demandara para que su funcionamiento sea eficiente en la vida del sistema.

- Gastos de operación

Se implementará la contratación de un fontanero, quien tendrá a su cargo la operación y supervisión del servicio de alcantarillado sanitario, como también la contratación de ayudantes y un equipo especializado cuando el servicio lo requiera.

- Gastos de mantenimiento

Para los gastos de mantenimiento se tiene contemplado la compra de accesorios para el sistema como tubos, pegamento, codos, tee, entre otros. También para los servicios de limpieza y chapeo se contempló machetes, palas, escobas, bombas, entre otros, durante la operación del proyecto.

- Gastos de administración

Representa el fondo que servirá para gastos de papelería, sello, viáticos, entre otros. Se estima un 15 % de la suma de los anteriores.

- Gastos de reserva

Se implementará un gasto de reserva para cualquier imprevisto que afecte al programa de operación y mantenimiento del proyecto, el cual será el 12 % de la suma de los costos de operación y mantenimiento.

Tabla 32.*Costo de operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario*

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE DEL GOLFO						
Proyecto: Sistema de alcantarillado sanitario						
Ubicación: Aldea el Caulote, San José del Golfo						
COSTO DE OPERACIÓN Y MATENIMIENTO						
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	DIAS/MES	COSTO/DIA		COSTO/MES
Gastos fijos						
1. Gastos de operación						
Fontanero	1	Unidad	16	Q	100.00	Q 1,600.00
Ayudante	1	Unidad	10	Q	75.00	Q 750.00
2. Gastos de mantenimiento						
Accesorios para el sistema	1	Global	30	Q	20.00	Q 600.00
Accesorios de limpieza	1	Global	30	Q	15.00	Q 450.00
3. Gastos de administración						
15 por ciento	15	%	30	Q	31.50	Q 510.00
4. Gastos de reserva						
12 por ciento	12	%	30	Q	25.20	Q 408.00
Gastos eventuales						
1. Personal de operación						
Fontanero	1	Unidad	2	Q	100.00	Q 200.00
Ayudante	1	Unidad	2	Q	75.00	Q 150.00
2. Insumos						
Repuestos	1	Global	30	Q	20.00	Q 600.00
TOTAL						Q 3,668.00

Nota. La tabla muestra una serie de gastos fijos y eventuales para la operación y mantenimiento para el sistema de alcantarillado sanitarios para la aldea El Caulote. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.2.11. Planos

Los planos finales del sistema de abastecimiento de agua potable se presentan en el apéndice, en tamaño A-1, están conformado por: densidad de vivienda, diseño hidráulico general, detalles de pozos de visitas, detalles de fosos sépticas y detalles de pozos de absorción.

2.2.12. Presupuesto

Se presenta el presupuesto general del sistema de alcantarillado sanitarios para la aldea El Caulote.

Tabla 33.

Cuadro de renglones finales del proyecto del sistema de alcantarillado sanitario

No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (Q)	TOTAL (Q)
1 TRABAJOS PRELIMINARES					
1.1	Replanteo topográfico	ml	1890.00	Q 5.64	Q 10,656.57
1.2	Limpieza y Chapeo	m2	103.96	Q 15.46	Q 1,607.73
2 MOVIMIENTO DE TIERRA					
2.1	Excavación	m3	3976.21	Q 57.03	Q 226,780.60
2.2	Relleno	m3	3642.57	Q 29.02	Q 105,713.96
3 COLECTORES					
3.1	Tubería PVC corrugada de doble pared Ø 6"	ml	1890.00	Q 251.92	Q 476,127.47
4 POZOS DE VISITA					
4.1	Pozo de visita de profundidad de 1.50 - 2.49 m Ø 1.20 m	Unidad	49.00	Q 7,308.87	Q 358,134.71
4.2	Pozo de visita de profundidad de 2.50 - 3.49 m Ø 1.20 m	Unidad	20.00	Q 11,033.64	Q 220,672.84
4.3	Pozo de visita de profundidad de 3.50 - 4.49 m Ø 1.20 m	Unidad	6.00	Q 14,349.75	Q 86,098.53
4.4	Pozo de visita de profundidad de 4.50 - 5.49 m Ø 1.20 m	Unidad	6.00	Q 17,993.83	Q 107,962.99
4.5	Pozo de visita de profundidad de 5.50 - 6.49 m Ø 1.20 m	Unidad	12.00	Q 21,077.87	Q 252,934.44
5 FOSA SEPTICA					

Continuación de la tabla 33.

No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (Q)	TOTAL (Q)
5.1	Fosa séptica 1 para el ramal E-20.1 a E-1	Unidad	1.00	Q 277,697.53	Q 277,697.53
5.2	Fosa séptica 2 para el ramal E-46.1 a E-49	Unidad	1.00	Q 152,184.71	Q 152,184.71
6 POZO DE ABSORCION					
6.1	Pozos de absorción para el ramal E-20.1 a E-1	Unidad	1.00	Q 225,104.48	Q 225,104.48
6.2	Pozos de absorción para el ramal E-46.1 a E-49	Unidad	1.00	Q 84,414.18	Q 84,414.18
7 CONEXIONES DOMICILIARES					
7.1	Conexión domiciliar	Unidad	202.00	Q 1,043.03	Q 210,691.63
8 LIMPIEZA FINAL					
8.1	Limpieza general	Unidad	1.00	Q 5,178.89	Q 5,178.89
TOTAL DEL PROYECTO					Q 2,801,961.26

Nota. Presupuesto final del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea El Caulote. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.2.13. Cronograma de ejecución

Se presenta el cronograma necesario para el sistema de alcantarillado sanitarios para la aldea El Caulote.

Figura 25.

Cronograma de ejecución del sistema de alcantarillado sanitario

REGIONES		MESES					
No.	DESCRIPCION	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
1	TRABAJOS PRELIMINARES						
1.1	Replanteo topografico	■					
1.2	Limpieza y Chapeo						
2	MOVIMIENTO DE TIERRA						
2.1	Excavación		■	■	■	■	
2.2	Relleno			■	■	■	■
3	COLECTORES						
3.1	Tubería PVC corrugada de doble pared Ø 6"		■	■	■	■	■
4	POZOS DE VISITAS						
4.1	Pozo de visita de profundidad de 1.50 - 2.49 m Ø 1.20 m		■	■	■	■	
4.2	Pozo de visita de profundidad de 2.50 - 3.49 m Ø 1.20 m		■	■		■	
4.3	Pozo de visita de profundidad de 3.50 - 4.49 m Ø 1.20 m		■	■			■
4.4	Pozo de visita de profundidad de 4.50 - 5.49 m Ø 1.20 m		■				
4.5	Pozo de visita de profundidad de 5.50 - 6.49 m Ø 1.20 m		■	■			
5	FOSA SEPTICA						
5.1	Fosa séptica 1 para el ramal E-20.1 a E-1		■	■	■		
5.2	Fosa séptica 2 para el ramal E-46.1 a E-49				■	■	
6	POZOS DE ABSORCION						
6.1	Fosa séptica 1 para el ramal E-20.1 a E-1					■	■
6.2	Fosa séptica 2 para el ramal E-46.1 a E-49					■	■
7	CONEXIONES DOMICILIARES						
7.1	Conexión domiciliar		■	■	■		
8	LIMPIEZA FINAL						
8.1	Limpieza general						■

Nota. Descripción de las diferentes actividades de trabajo para el sistema de alcantarillado sanitario para la aldea El Caulote. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.2.14. Evaluación de impacto ambiental

Las diferentes actividades humanas generan impactos positivos o negativos en el medio ambiente, por lo tanto, es muy importante conocer y evaluar cada uno de los impactos que se generan al realizar un proyecto y así mismo analizar alternativas y medidas de mitigación para reducirlos si lo requiere.

La evaluación de un impacto ambiental es necesaria para cada uno de los proyectos que se realicen. Así lo estipula el Derecho 68-66 del Congreso de la República de Guatemala en la Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente. El sistema de alcantarillado sanitario para la aldea El Caulote entraría en una clasificación C de bajo impacto ambiental potencial, según el listado Taxativo del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala.

A continuación, se desglosarán algunos impactos que pueden considerarse como negativos o afectar al medio ambiente en el momento de llevar a cabo el sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea El Caulote:

- Movimiento de tierra y eliminación de vegetación. Este impacto ocurrirá durante la fase de construcción de la red de colectores y pozos de visitas, como también en el sistema de tratamiento propuesto.
- Construcción de estructura de obra gis. Este impacto ocurrirá durante la construcción de las fosas sépticas.
- Combustibles utilizados y gases emanados. Los combustibles que se utilizaran para el uso de vehículo pesado y de transporte para la

construcción del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea El Caulote.

La evaluación ambiental inicial del sistema de alcantarillado sanitario de la aldea El Caulote se encuentra en la sección anexo 5.

CONCLUSIONES

1. La aldea El Caulote presenta problemas para satisfacer la demanda de agua potable y la recolección de aguas residuales en la comunidad, de modo que es necesario realizar sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario que repercutan en la mejora de los servicios básicos, principalmente en la calidad de la salud en la población.
2. El diseño de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario para la aldea El Caulote, se desarrolló a partir del estudio y análisis de las guías y normativas pertinentes, esto permitiría garantizar el buen funcionamiento de los sistemas durante su periodo de diseño.
3. Para cumplir con el desempeño requerido de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario es necesario implementar con eficiencia un monitoreo que permita evaluar el buen funcionamiento de forma constante, se alcanza principalmente a través de los mantenimientos preventivos y correctivos.

RECOMENDACIONES

1. Realizar los proyectos bajo la supervisión de profesionales con experiencia para llevar a cabo la ejecución, así mismo garantizando la correcta construcción y evitando las malas prácticas que puedan afectar en el buen funcionamiento de los sistemas.
2. Capacitar al personal encargado de la operación y mantenimiento de los sistemas, con el objetivo de garantizar en todo momento su correcto funcionamiento.
3. Elaborar estudios sobre la calidad de agua de manera constante con la finalidad de analizar si esta cumple con las normativas permitentes, además, llevar un control adecuado de las características fisicoquímicas y bacteriológicas presentes en el agua.
4. Desarrollar un proceso de formación y divulgación de información a la población de la aldea El Caulote, sobre el uso, cuidado y manejo de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario con la finalidad de que la comunidad se involucre, con el objetivo que los proyectos cumplan con su periodo de diseño.

REFERENCIAS

- Aguilar, P. (2007). *Apuntes sobre el curso de Ingeniería Sanitaria 1*. [Tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio Institucional.
- American Concrete Institute. (2014). *Requisitos de reglamentos para concreto estructural*. (ACI 318S-14). ACI.
- Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. (2018). *Demandas estructurales y condiciones de sitio*. AGIES.
- Comisión Guatemalteca de Normas. (2018). *NGO 29001 Agua para consumo humano (agua potable). Especificaciones*. COGUANOR.
- Fondo para la Vivienda. (2020). *Manual de especificaciones técnicas, construcción de vivienda y urbanizaciones*. FOPAVI.
- Instituto de Fomento Municipal. (2009). *Normas generales para el diseño de alcantarillados*. INFOM.
- Instituto de Fomento Municipal y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (2011). *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*. INFOM.

Instituto de Fomento Municipal y Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales. (1997). *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*. INFOM-UNEPAR.

Instituto Nacional de Estadística. (2018). *Censo Poblacional 2018*. Obtenido de Censo Poblacional 2018: <https://www.censopoblacion.gt/explorador>

Nilson, H., & Ambrose, J. (2001). *Diseño de estructuras de concreto*. McGraw-Hill.

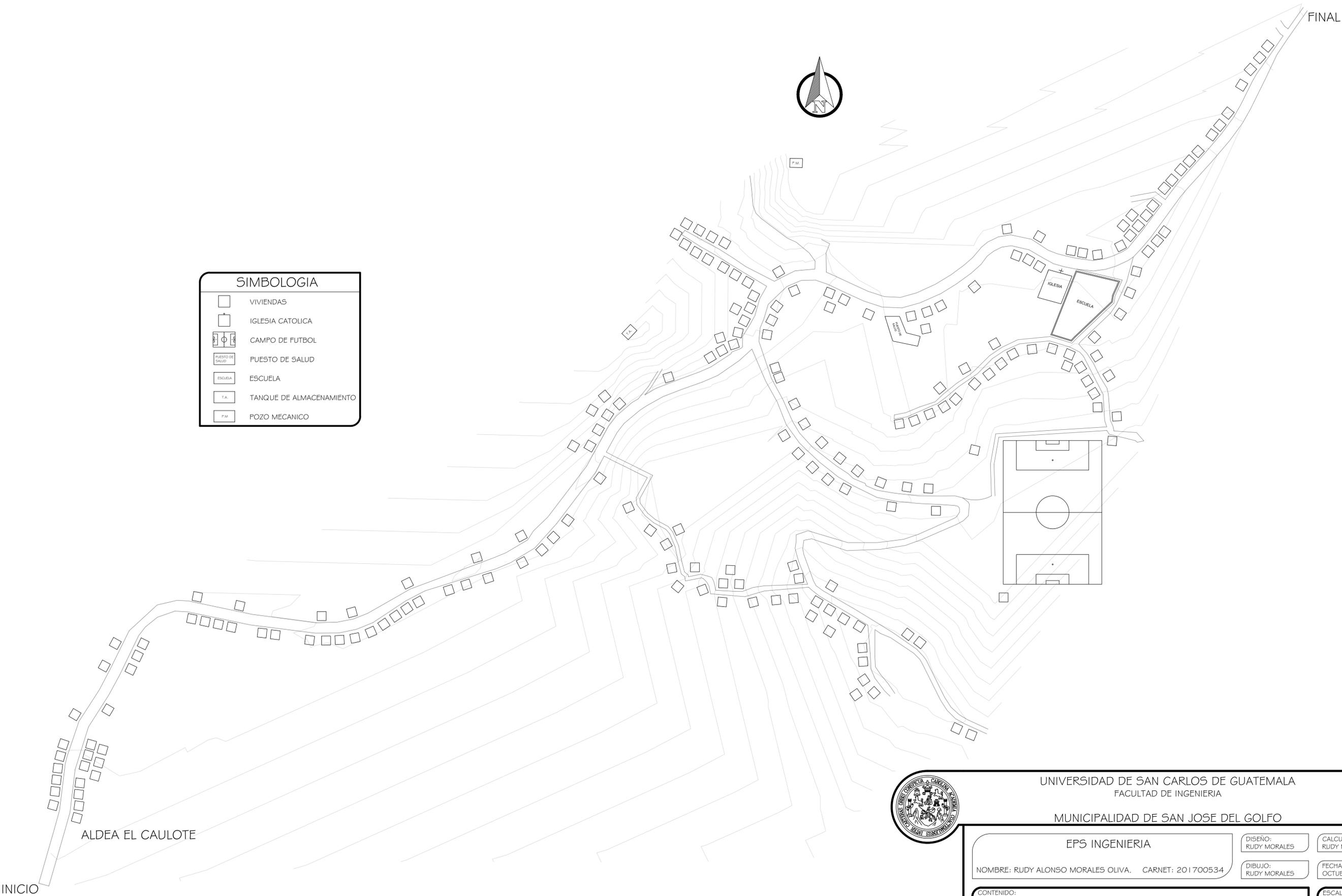
APÉNDICES

A continuación, se muestran los planos y memoria de cálculo, de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario para la aldea El Caulote.

Apéndice 1.

Planos del sistema de abastecimiento de agua potable

Nota. Juego de planos para el sistema de abastecimiento de agua potable en la aldea El Caulote, San José del Golfo, Guatemala. Elaboración propia, realizado con AutoCAD Civil 3D.



SIMBOLOGIA	
	VIVIENDAS
	IGLESIA CATOLICA
	CAMPO DE FUTBOL
	PUESTO DE SALUD
	ESCUELA
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
	POZO MECANICO

ALDEA EL CAULOTE

INICIO

FINAL

PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA
 ESCALA 1/1000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE DEL GOLFO

EPS INGENIERIA

NOMBRE: RUDY ALONSO MORALES OLIVA. CARNET: 201700534

DISEÑO: RUDY MORALES
 CALCULO: RUDY MORALES

DIBUJO: RUDY MORALES
 FECHA: OCTUBRE 2022

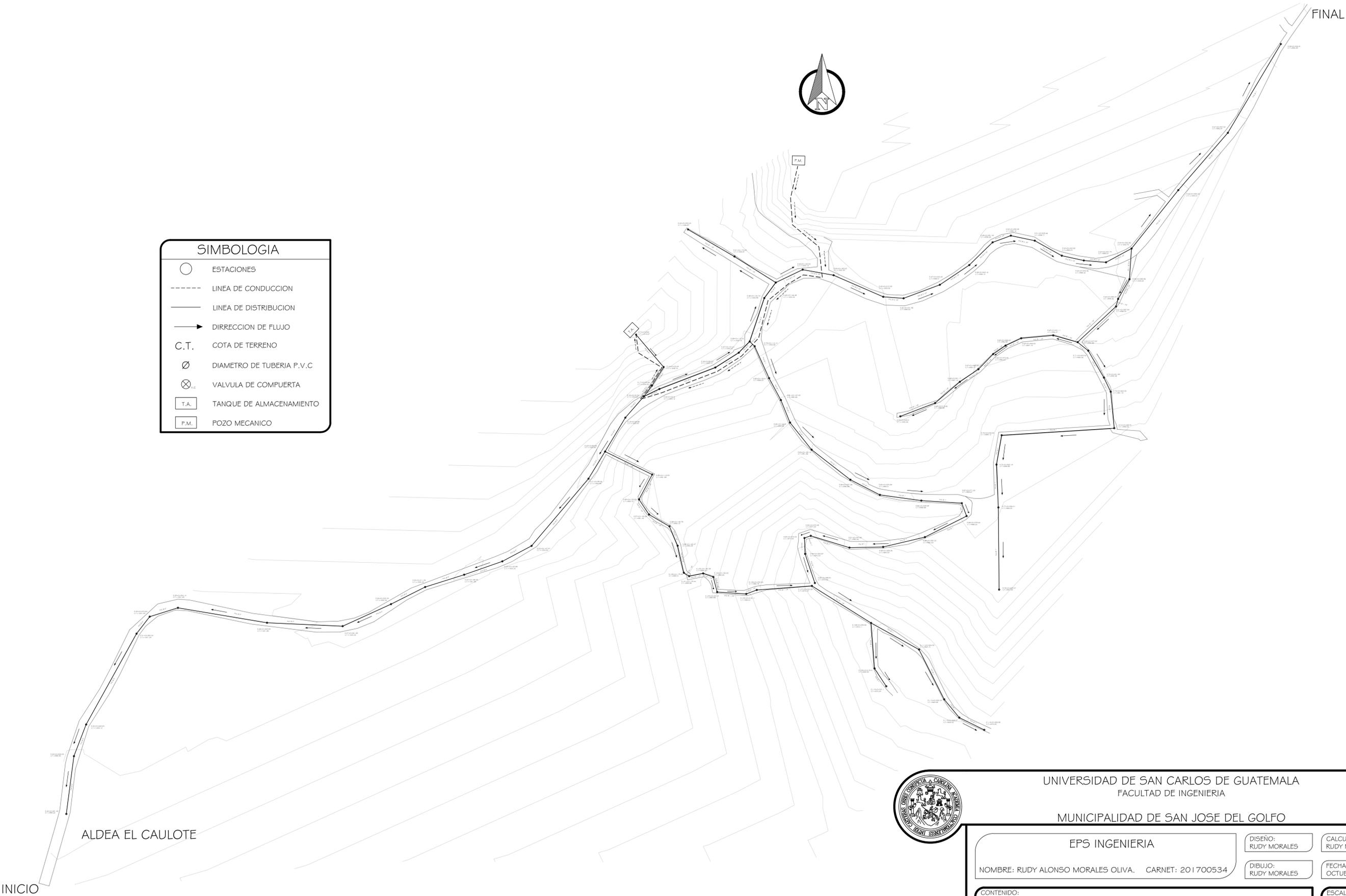
CONTENIDO: PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA
 ESCALA: INDICADA

PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA EL CAULOTE

INGA. MAYRA GARCIA
 ASESOR - SUPERVISOR

RUDY ALONSO MORALES OLIVA
 EPESISTA DE INGENIERIA

HOJA
 1/11



SIMBOLOGIA	
○	ESTACIONES
---	LINEA DE CONDUCCION
—	LINEA DE DISTRIBUCION
→	DIRRECCION DE FLUJO
C.T.	COTA DE TERRENO
∅	DIAMETRO DE TUBERIA P.V.C
⊗	VALVULA DE COMPUERTA
T.A.	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
P.M.	POZO MECANICO

INICIO

FINAL

ALDEA EL CAULOTE

PLANTA HIDRÁULICA GENERAL
 ESCALA 1/1 000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE DEL GOLFO

EPS INGENIERIA

NOMBRE: RUDY ALONSO MORALES OLIVA. CARNET: 201700534

DISEÑO: RUDY MORALES
 CALCULO: RUDY MORALES

DIBUJO: RUDY MORALES
 FECHA: OCTUBRE 2022

CONTENIDO:
 PLANTA HIDRAULICA GENERAL

ESCALA:
 INDICADA

PROYECTO:
 SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA EL CAULOTE

INGA. MAYRA GARCIA
 ASESOR - SUPERVISOR

RUDY ALONSO MORALES OLIVA
 EPESISTA DE INGENIERIA

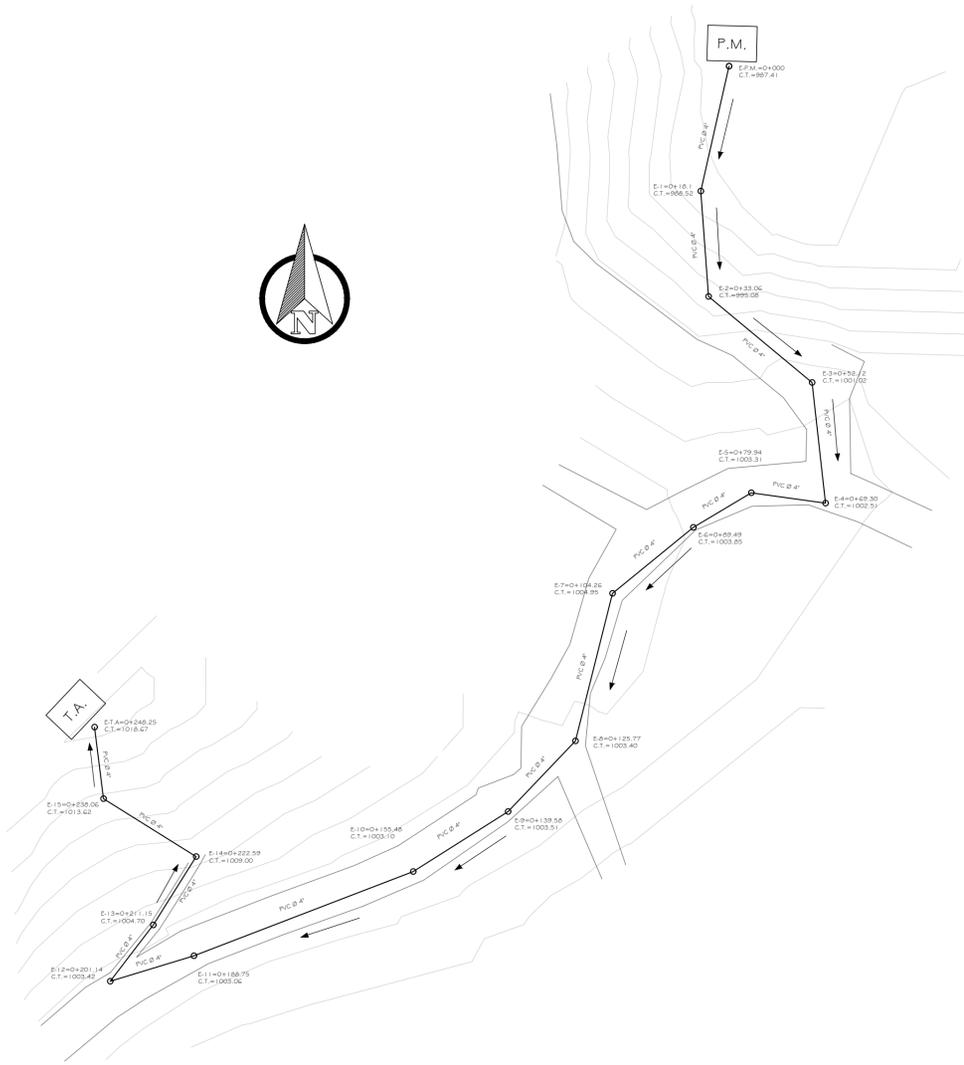
HOJA
 2
 11

SIMBOLOGIA

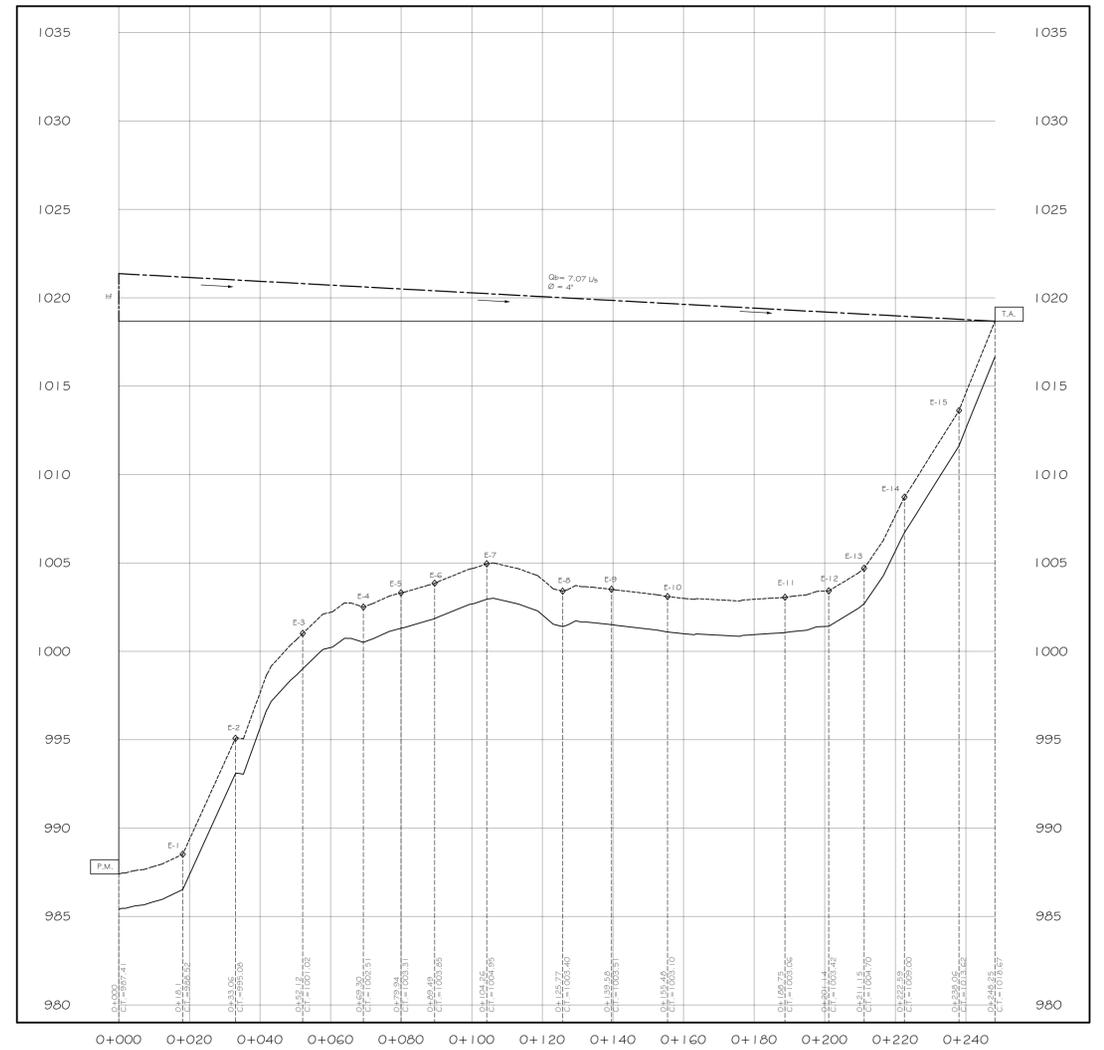
- INDICA COTA PIZOMETRICA
- NIVEL DE TERRENO
- TUBERIA DE P.V.C
- DIRRECCION DE FLUJO
- C.P. COTA PIZOMETRICA
- C.T. COTA DE TERRENO
- Qb CAUDAL DE BOMBEO
- ∅ DIAMETRO DE TUBERIA P.V.C
- P PRESION EN m.c.a.
- ◇ ESTACIONES
- ⊙ VALVULA DE AIRE
- ⊕ VALVULA DE LIMPIEZA
- ⊗ VALVULA DE COMPUERTA
- T.A. TANQUE DE ALMACENAMIENTO
- P.M. POZO MECANICO

NOTA

LAS TUBERIAS DE P.V.C. DE LA LINEA DE CONDUCCION DEBERA ENTERARSE A UNA PROFUNDIDAD DE 1.00 METROS.
 EL ANCHO DE LA ZANJA DEBERA SER SUFICIENTE PARA LA CORRECTA INSTALACION DE LAS TUBERIAS Y ACCESORIOS.



PLANTA RED DE CONDUCCION DE POZO A TANQUE
 ESCALA 1/750



PERFIL RED DE CONDUCCION DE POZO A TANQUE
 ESCALA HORIZONTAL 1/1 000
 VERTICAL 1/200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE DEL GOLFO

EPS INGENIERIA

NOMBRE: RUDY ALONSO MORALES OLIVA. CARNET: 201700534

CONTENIDO:
 PLANTA - PERFIL

PROYECTO:
 SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA EL CAULOTE

INGA. MAYRA GARCIA
 ASESOR - SUPERVISOR

RUDY ALONSO MORALES OLIVA
 EPESISTA DE INGENIERIA

HOJA
 3
 11

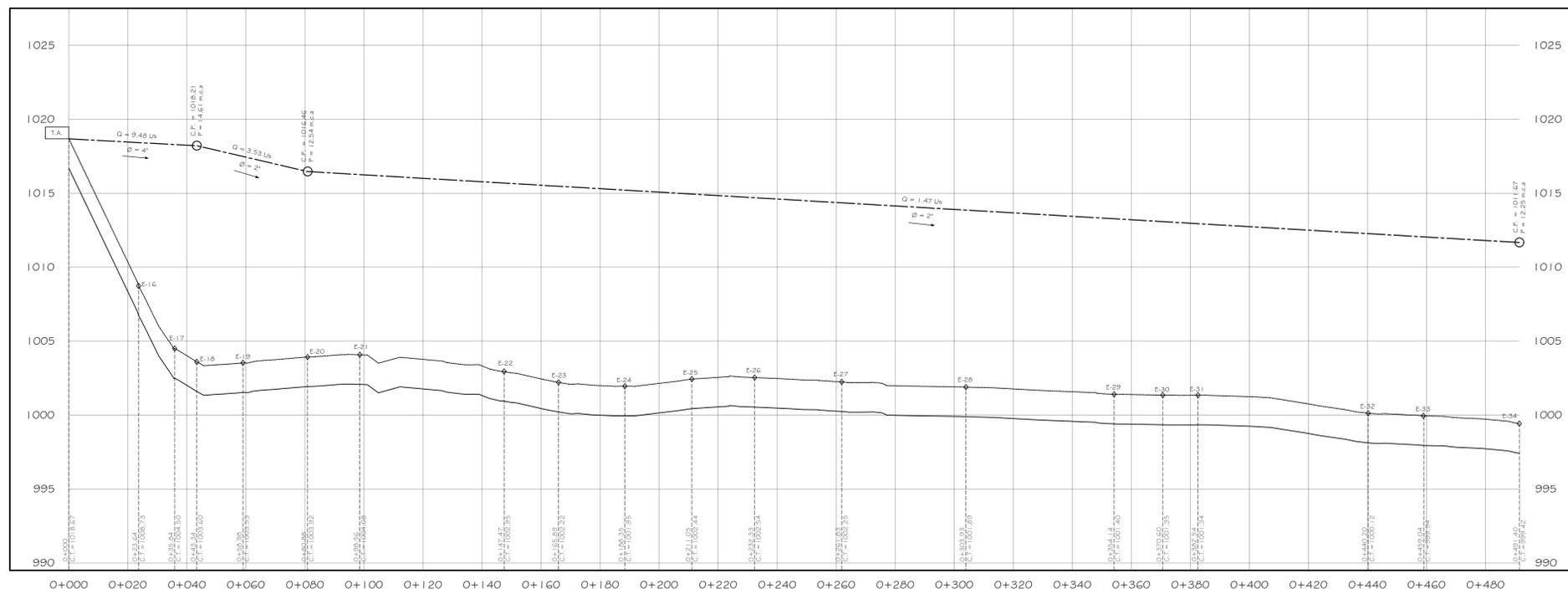
DISEÑO:
 RUDY MORALES

CALCULO:
 RUDY MORALES

DIBUJO:
 RUDY MORALES

FECHA:
 OCTUBRE 2022

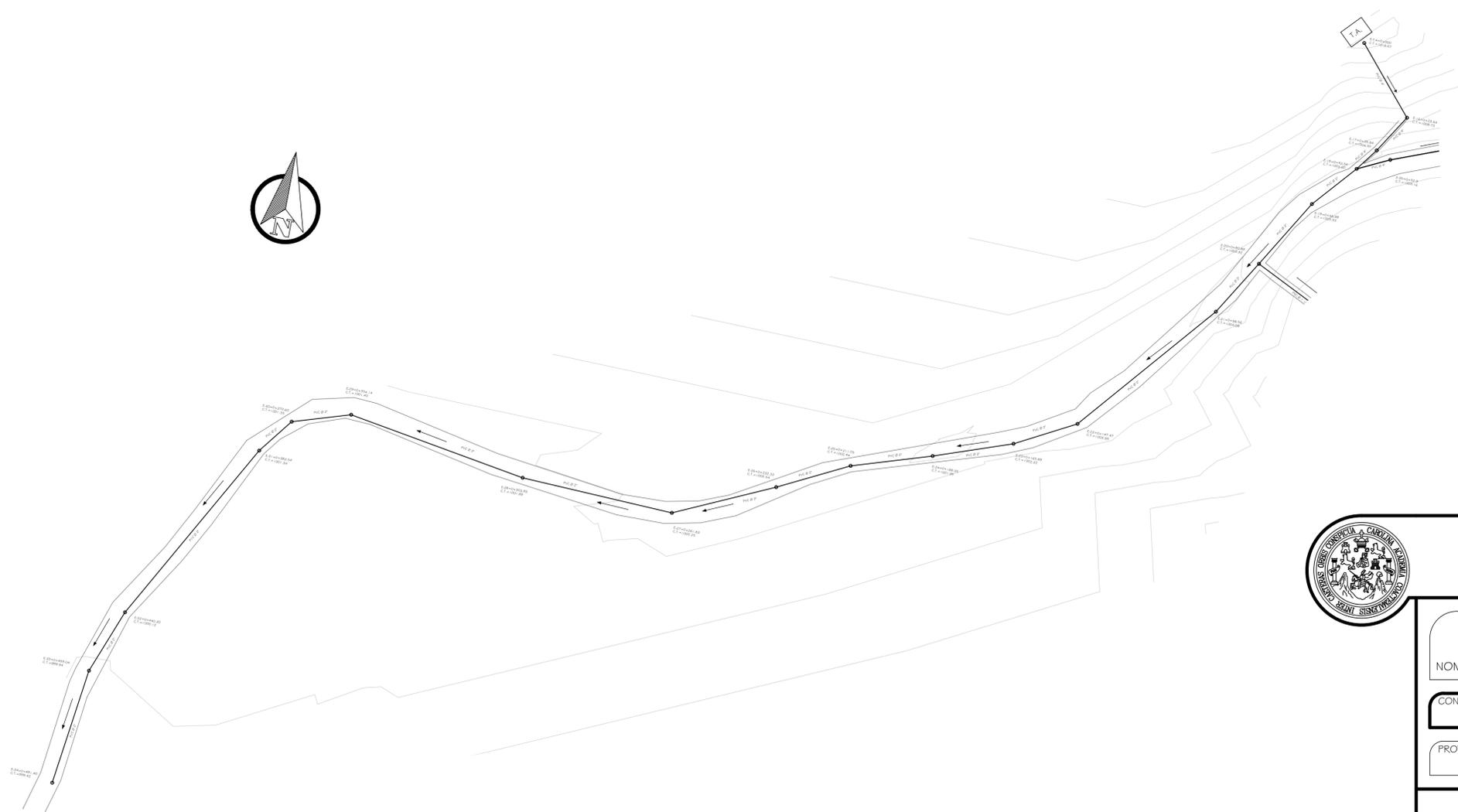
ESCALA:
 INDICADA



PERFIL RED DE DISTRIBUCION DE TANQUE A E-34
 ESCALA HORIZONTAL 1/1000
 VERTICAL 1/200

NOTA
 LAS TUBERIAS DE P.V.C. DE LA RED DE DISTRIBUCION DEBERA ENTERARSE A UNA PROFUNDIDAD DE 0.80 METROS.
 EL ANCHO DE LA ZANIA DEBERA SER SUFICIENTE PARA LA CORRECTA INSTALACION DE LAS TUBERIAS Y ACCESORIOS.

SIMBOLOGIA	
	INDICA COTA PIZOMETRICA
	NIVEL DE TERRENO
	TUBERIA DE P.V.C
	DIRRECCION DE FLUJO
	C.P. COTA PIZOMETRICA
	C.T. COTA DE TERRENO
	Q CAUDAL DE DISEÑO
	Ø DIAMETRO DE TUBERIA P.V.C
	P PRESION EN m.c.a.
	ESTACIONES
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
	VALVULA DE COMPUERTA
	T.A. TANQUE DE ALMACENAMIENTO



PLANTA RED DE DISTRIBUCION DE TANQUE A E-34
 ESCALA 1/750



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE DEL GOLFO

EPS INGENIERIA

NOMBRE: RUDY ALONSO MORALES OLIVA. CARNET: 201700534

DISEÑO: RUDY MORALES
 CALCULO: RUDY MORALES

DIBUJO: RUDY MORALES
 FECHA: OCTUBRE 2022

CONTENIDO: PLANTA - PERFIL
 ESCALA: INDICADA

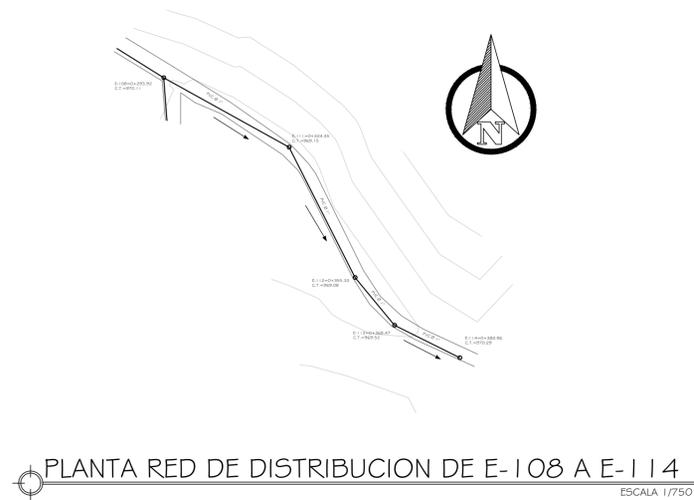
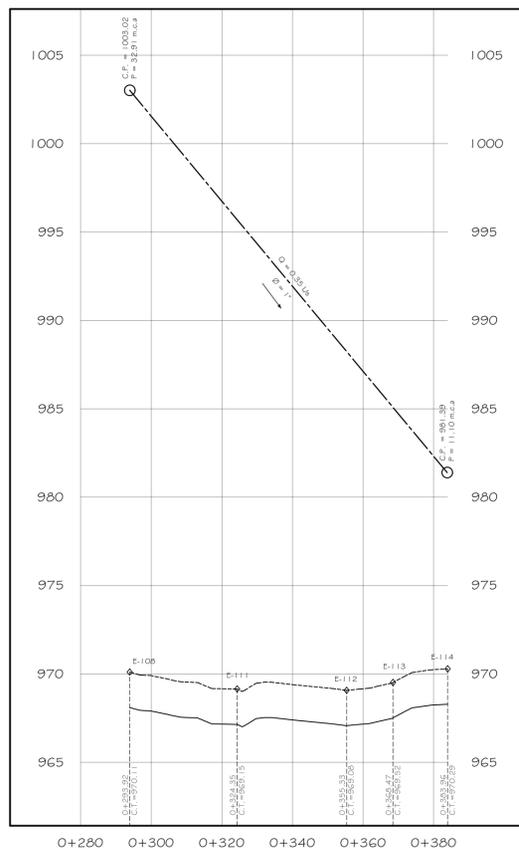
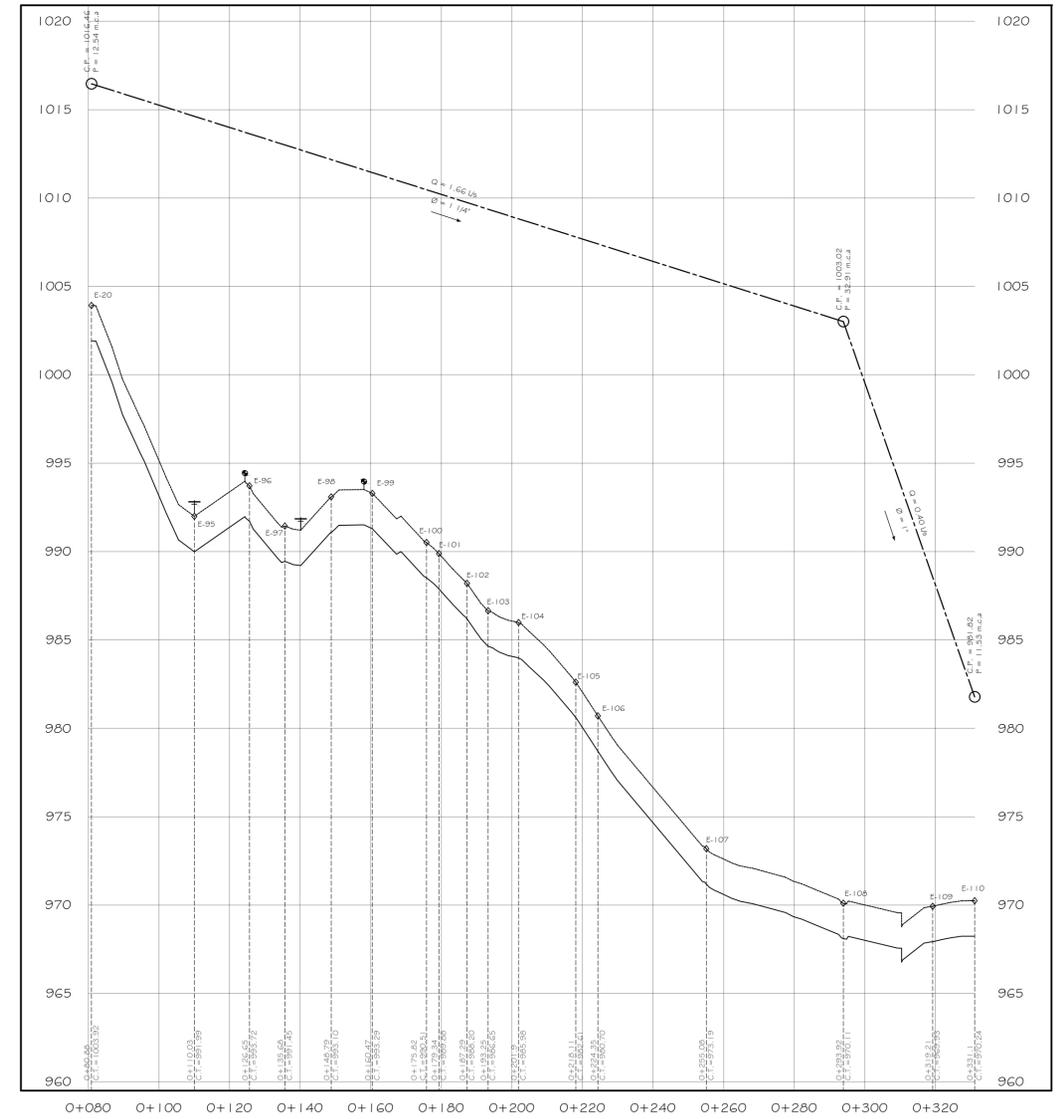
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA EL CAULOTE

INGA. MAYRA GARCIA
 ASESOR - SUPERVISOR

RUDY ALONSO MORALES OLIVA
 EPESISTA DE INGENIERIA

HOJA
 4
 11

SIMBOLOGIA	
	INDICA COTA PIZOMETRICA
	NIVEL DE TERRENO
	TUBERIA DE P.V.C
	DIRRECCION DE FLUJO
	COTA PIZOMETRICA
	COTA DE TERRENO
	CAUDAL DE DISEÑO
	DIAMETRO DE TUBERIA P.V.C
	PRESION EN m.c.a.
	ESTACIONES
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA



NOTA
LAS TUBERIAS DE P.V.C. DE LA RED DE DISTRIBUCION DEBERA ENTERARSE A UNA PROFUNDIDAD DE 0.80 METROS.
EL ANCHO DE LA ZANJA DEBERA SER SUFICIENTE PARA LA CORRECTA INSTALACION DE LAS TUBERIAS Y ACCESORIOS.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE DEL GOLFO

EPS INGENIERIA

NOMBRE: RUDY ALONSO MORALES OLIVA. CARNET: 201700534

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL

PROYECTO:
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA EL CAULOTE

INGA. MAYRA GARCIA
ASESOR - SUPERVISOR

RUDY ALONSO MORALES OLIVA
EPESISTA DE INGENIERIA

HOJA

5
11

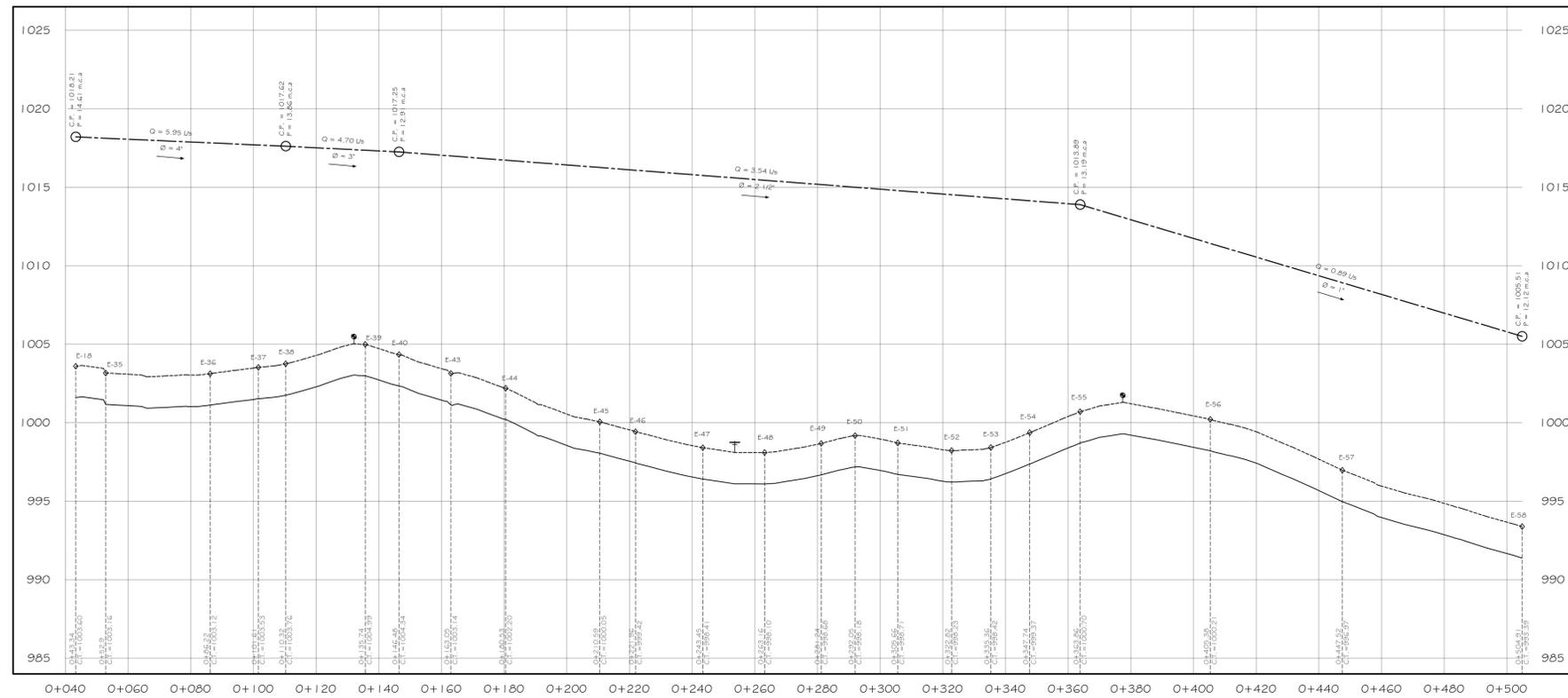
DISEÑO:
RUDY MORALES

CALCULO:
RUDY MORALES

DIBUJO:
RUDY MORALES

FECHA:
OCTUBRE 2022

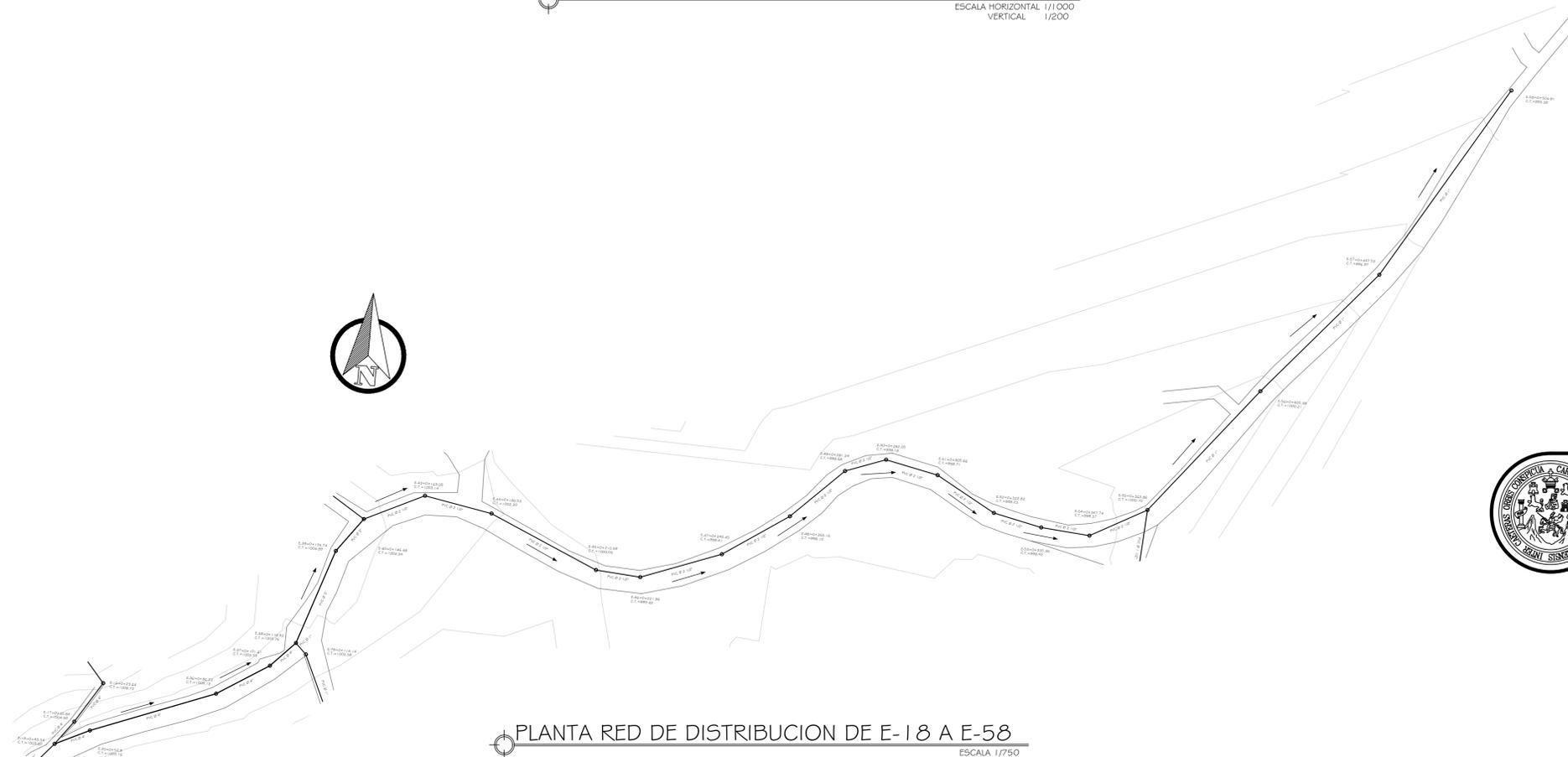
ESCALA:
INDICADA



PERFIL RED DE DISTRIBUCION DE E-18 A E-58
 ESCALA HORIZONTAL 1/1 000
 VERTICAL 1/200

NOTA
 LAS TUBERIAS DE P.V.C. DE LA RED DE DISTRIBUCION DEBERA ENTERARSE A UNA PROFUNDIDAD DE 0.80 METROS.
 EL ANCHO DE LA ZANJA DEBERA SER SUFICIENTE PARA LA CORRECTA INSTALACION DE LAS TUBERIAS Y ACCESORIOS.

SIMBOLOGIA	
	INDICA COTA PIZOMETRICA
	NIVEL DE TERRENO
	TUBERIA DE P.V.C
	DIRRECCION DE FLUJO
	C.P. COTA PIZOMETRICA
	C.T. COTA DE TERRENO
	Q CAUDAL DE DISEÑO
	Ø DIAMETRO DE TUBERIA P.V.C
	P PRESION EN m.c.a.
	ESTACIONES
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA



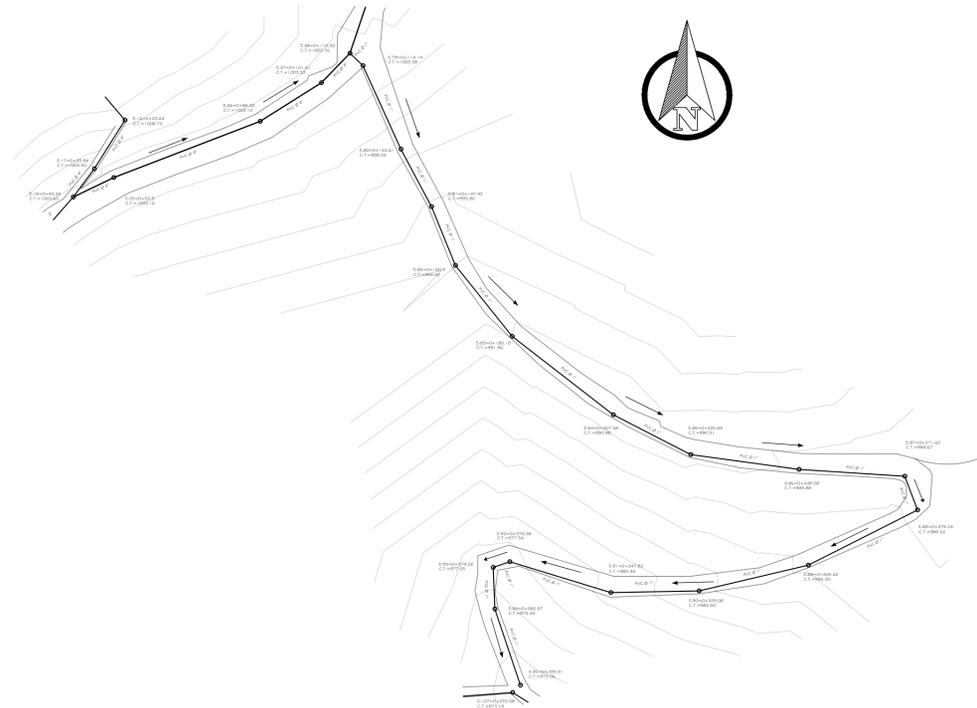
PLANTA RED DE DISTRIBUCION DE E-18 A E-58
 ESCALA 1/750



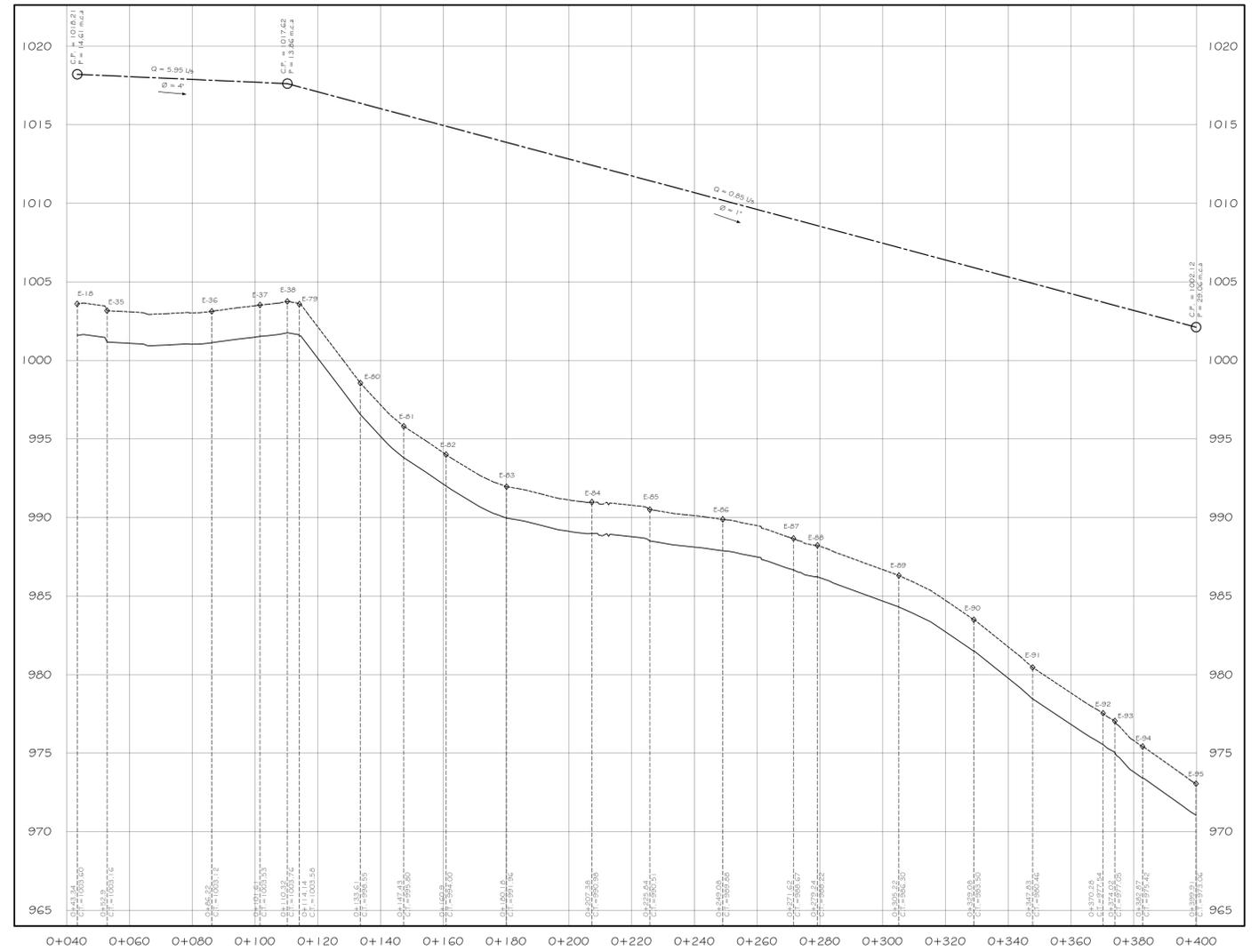
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE DEL GOLFO

EPS INGENIERIA		DISEÑO: RUDY MORALES	CALCULO: RUDY MORALES
NOMBRE: RUDY ALONSO MORALES OLIVA. CARNET: 201700534		DIBUJO: RUDY MORALES	FECHA: OCTUBRE 2022
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL		ESCALA: INDICADA	
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA EL CAULOTE			
INGA. MAYRA GARCIA ASESOR - SUPERVISOR		RUDY ALONSO MORALES OLIVA EPESISTA DE INGENIERIA	
			HOJA 6 11



PLANTA RED DE DISTRIBUCION DE E-18 A E-95
ESCALA 1/750



PERFIL RED DE DISTRIBUCION DE E-18 A E-95
ESCALA HORIZONTAL 1/1000
ESCALA VERTICAL 1/200

SIMBOLOGIA	
	INDICA COTA PIZOMETRICA
	NIVEL DE TERRENO
	TUBERIA DE P.V.C
	DIRRECCION DE FLUJO
C.P.	COTA PIZOMETRICA
C.T.	COTA DE TERRENO
Q	CAUDAL DE DISEÑO
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA P.V.C
P	PRESION EN m.c.a.
	ESTACIONES
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA

NOTA

LAS TUBERIAS DE P.V.C. DE LA RED DE DISTRIBUCION DEBERA ENTERARSE A UNA PROFUNDIDAD DE 0,80 METROS.

EL ANCHO DE LA ZANJA DEBERA SER SUFICIENTE PARA LA CORRECTA INSTALACION DE LAS TUBERIAS Y ACCESORIOS.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE DEL GOLFO

EPS INGENIERIA

DISEÑO:
RUDY MORALES

CALCULO:
RUDY MORALES

NOMBRE: RUDY ALONSO MORALES OLIVA. CARNET: 201700534

DIBUJO:
RUDY MORALES

FECHA:
OCTUBRE 2022

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL

ESCALA:
INDICADA

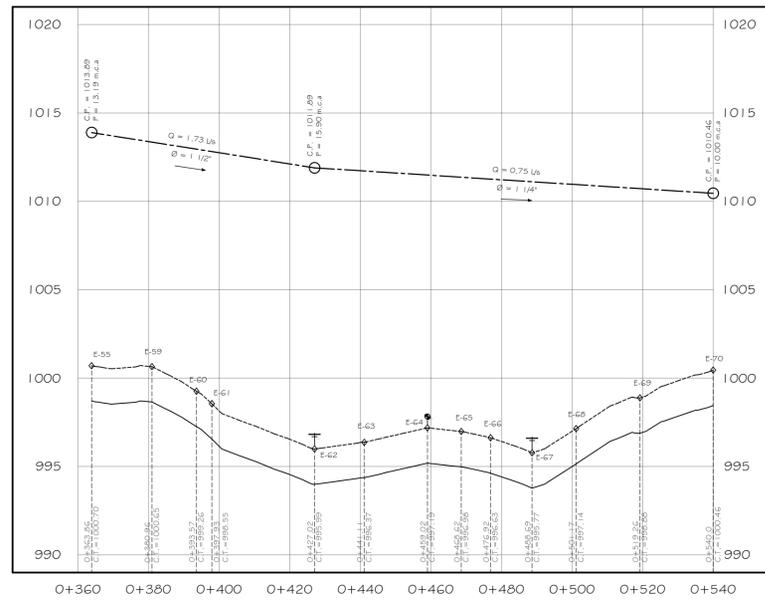
PROYECTO:
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA EL CAULOTE

INGA. MAYRA GARCIA
ASESOR - SUPERVISOR

RUDY ALONSO MORALES OLIVA
EPESISTA DE INGENIERIA

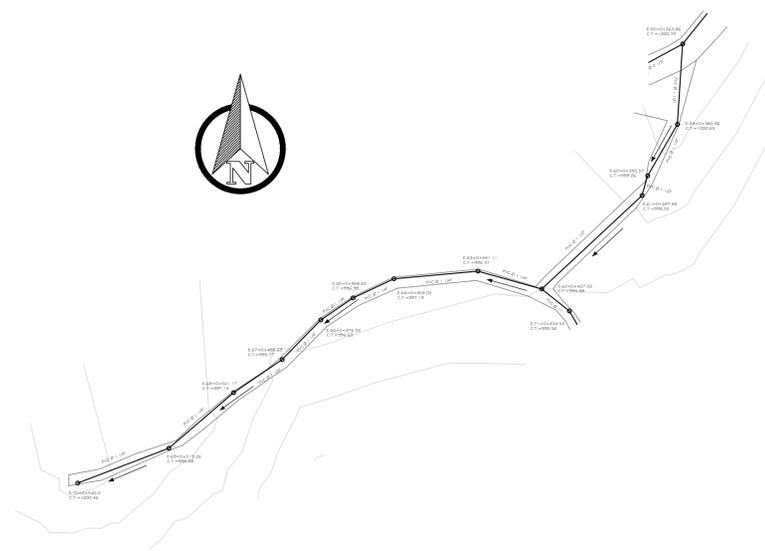
HOJA

7
11



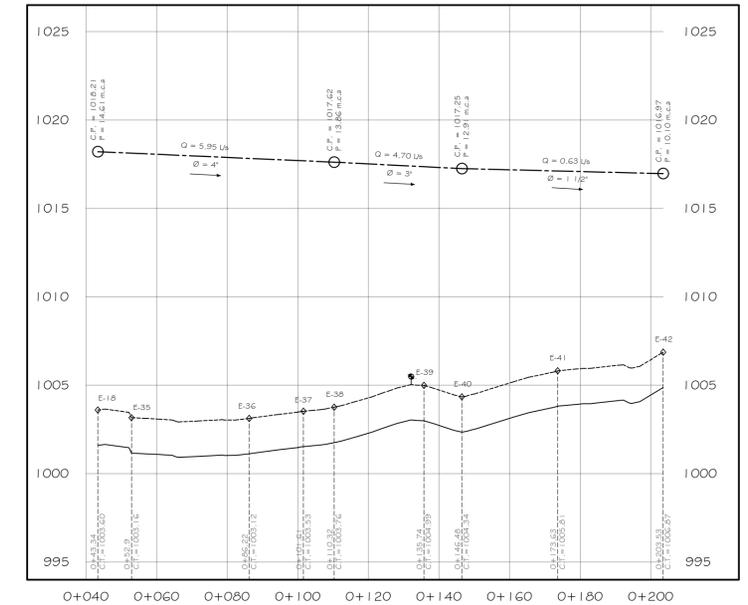
PERFIL RED DE DISTRIBUCION DE E-55 A E-70

ESCALA HORIZONTAL 1/1000
VERTICAL 1/200



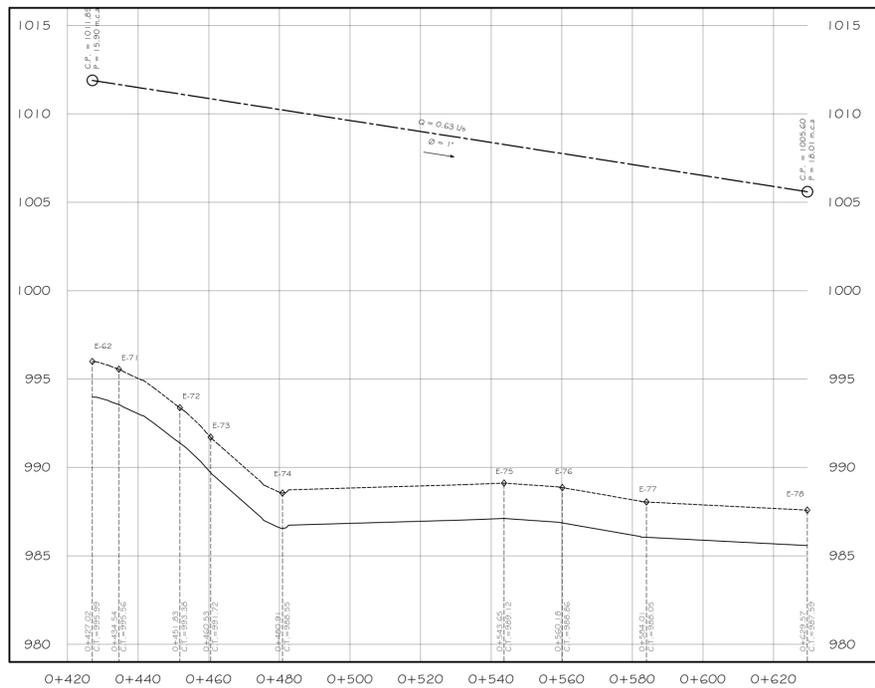
PLANTA RED DE DISTRIBUCION DE E-55 A E-70

ESCALA 1/750



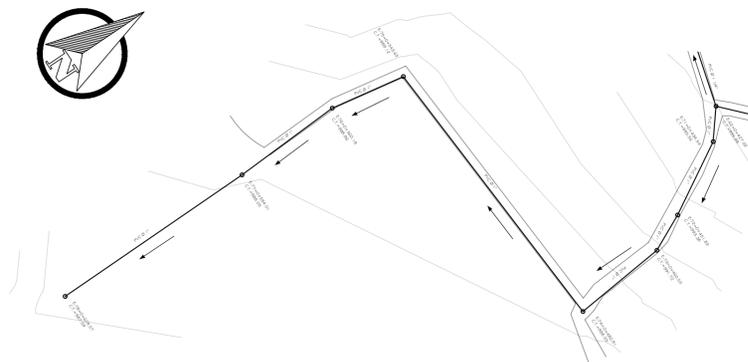
PERFIL RED DE DISTRIBUCION DE E-18 A E-42

ESCALA HORIZONTAL 1/1000
VERTICAL 1/200



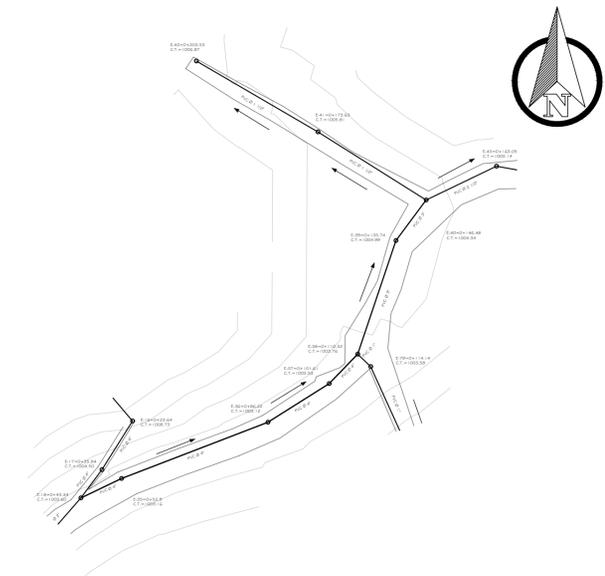
PERFIL RED DE DISTRIBUCION DE E-62 A E-78

ESCALA HORIZONTAL 1/1000
VERTICAL 1/200



PLANTA RED DE DISTRIBUCION DE E-62 A E-78

ESCALA 1/750



PLANTA RED DE DISTRIBUCION DE E-18 A E-42

ESCALA 1/750

SIMBOLOGIA	
	INDICA COTA PIZOMETRICA
	NIVEL DE TERRENO
	TUBERIA DE P.V.C
	DIRRECCION DE FLUJO
	COTA PIZOMETRICA
	COTA DE TERRENO
	CAUDAL DE DISEÑO
	DIAMETRO DE TUBERIA P.V.C
	PRESION EN m.c.a.
	ESTACIONES
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA

NOTA

LAS TUBERIAS DE P.V.C. DE LA RED DE DISTRIBUCION DEBERA ENTERARSE A UNA PROFUNDIDAD DE 0.80 METROS.

EL ANCHO DE LA ZANJA DEBERA SER SUFICIENTE PARA LA CORRECTA INSTALACION DE LAS TUBERIAS Y ACCESORIOS.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE DEL GOLFO

EPS INGENIERIA

NOMBRE: RUDY ALONSO MORALES OLIVA. CARNET: 201700534

DISEÑO: RUDY MORALES

CALCULO: RUDY MORALES

DIBUJO: RUDY MORALES

FECHA: OCTUBRE 2022

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL

ESCALA:
INDICADA

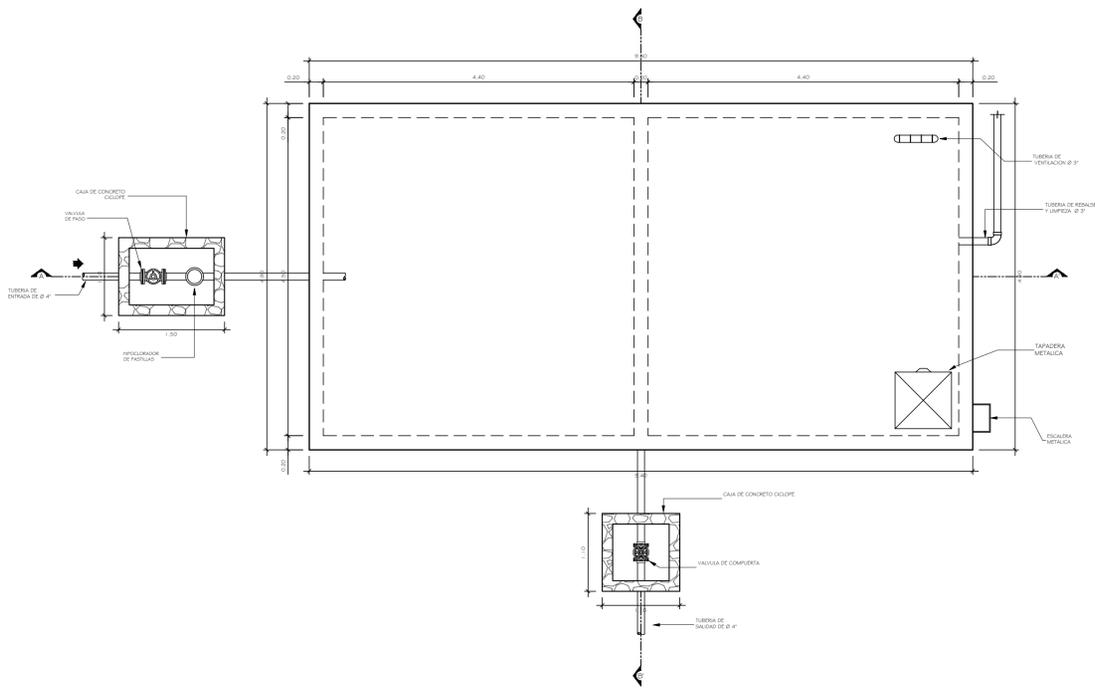
PROYECTO:
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA EL CAULOTE

INGA. MAYRA GARCIA
ASESOR - SUPERVISOR

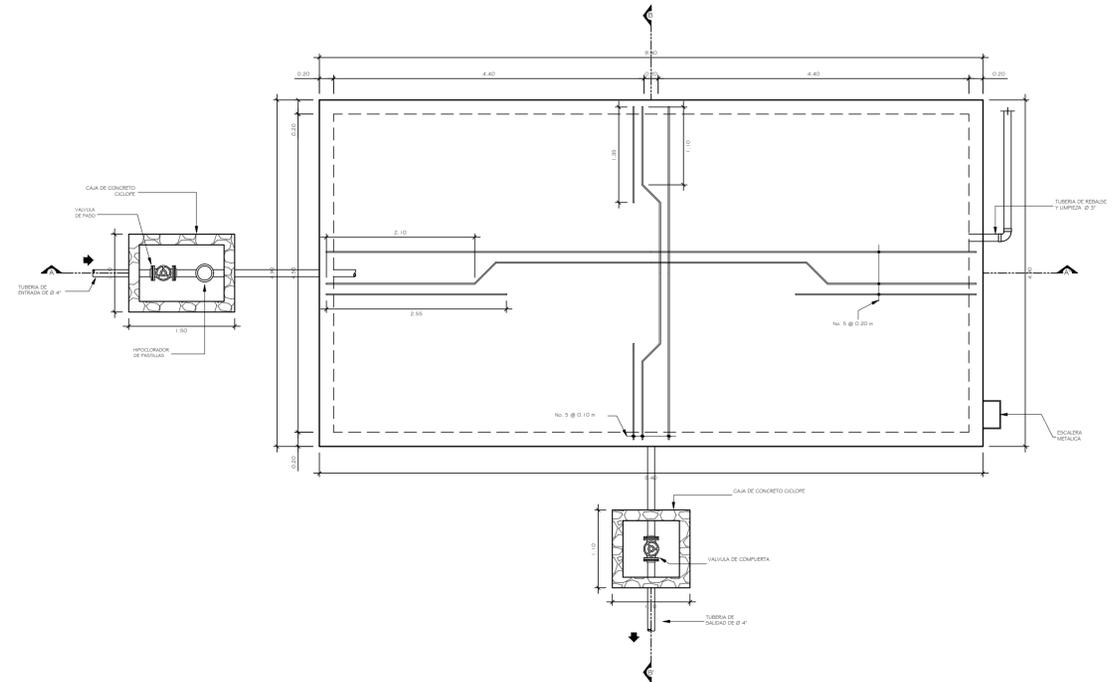
RUDY ALONSO MORALES OLIVA
EPESISTA DE INGENIERIA

HOJA

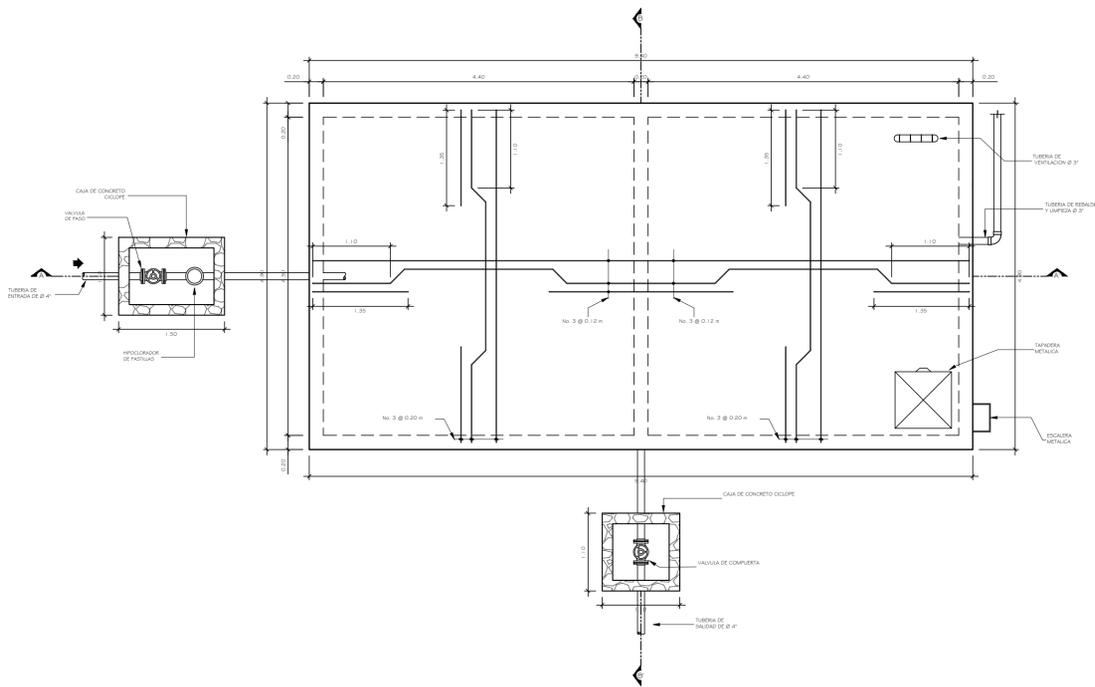
8
11



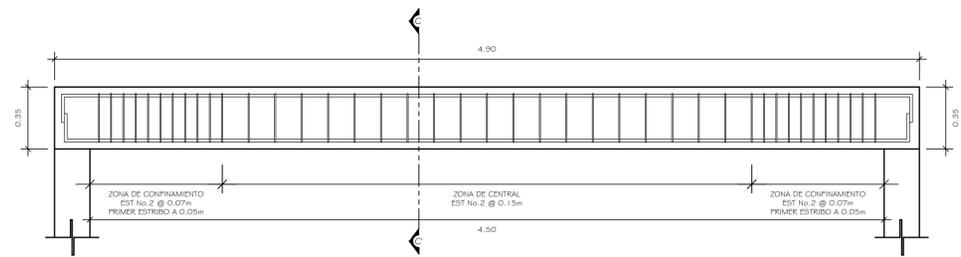
PLANTA DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO
ESCALA 1:50



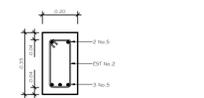
PLANTA DE ARMADO DE LOSA INFERIOR DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO
ESCALA 1:50



PLANTA DE ARMADO DE LOSA DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO
ESCALA 1:50



SECCION LONGITUDINAL DE VIGA V-1
ESCALA 1:20



SECCION TRANSVERSAL C-C' DE VIGA V-1
ESCALA 1:20

ESPECIFICACIONES

EL CONCRETO DEBERA TENER UNA RESISTENCIA A COMPRESION DE $F'c = 210 \text{ KG/CM}^2$ Y UNA PROPORCION 1:2:3.

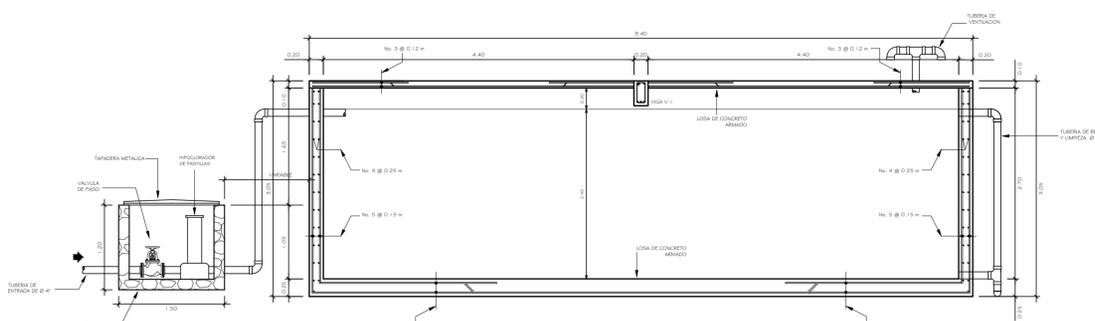
EL ACERO DE REFUERZO SERA CON $F_y = 2810 \text{ KG/CM}^2$ (GRADO 40).

LAS CAJAS DE LAS VALVULAS DE COMPUERTA SERA DE CONCRETO CICLOPE.

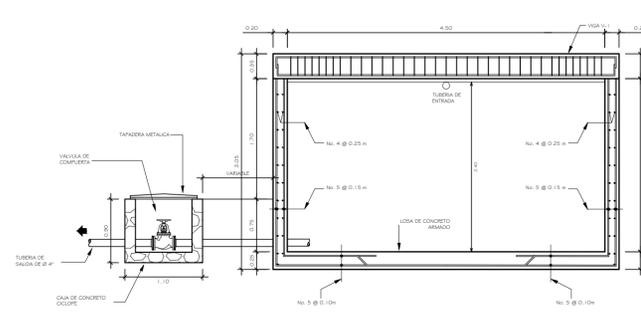
EL TUBO DE VENTILACION Y LIMPIEZA SERA DE $\varnothing 3"$ DE PVC.

LA TAPADERA DEL TANQUE SERA DE METAL.

EL MORTERO A UTILIZAR EN EL LEVANTADO DEL MURO DEL DOSIFICADOR SERA CON MORTERO CEMENTO - ARENA CON PROPORCION 1:3.



SECCION LONGITUDINAL A-A' DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO
ESCALA 1:20



SECCION TRANSVERSAL B-B' DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO
ESCALA 1:20



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE DEL GOLFO

EPS INGENIERIA

NOMBRE: RUDY ALONSO MORALES OLIVA. CARNET: 201700534

DISEÑO:
RUDY MORALES

CALCULO:
RUDY MORALES

DIBUJO:
RUDY MORALES

FECHA:
OCTUBRE 2022

CONTENIDO:
TANQUE DE ALMACENAMIENTO

ESCALA:
INDICADA

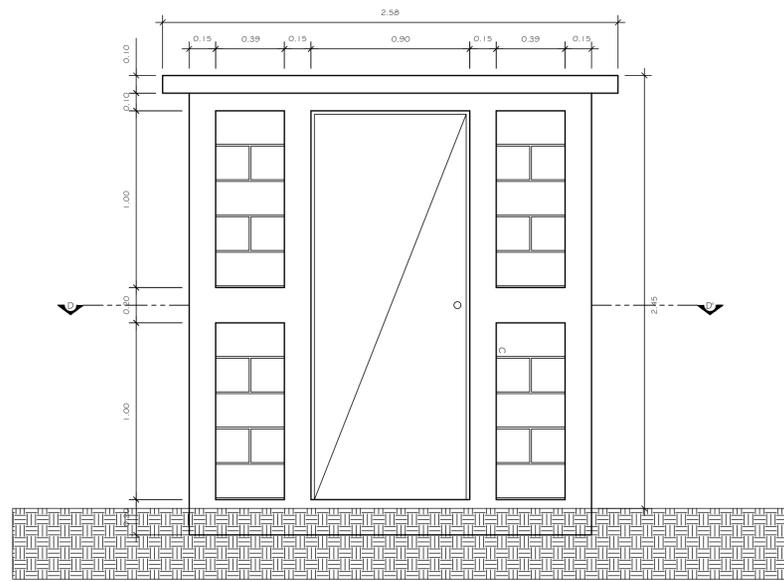
PROYECTO:
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA EL CAULOTE

INGA. MAYRA GARCIA
ASESOR - SUPERVISOR

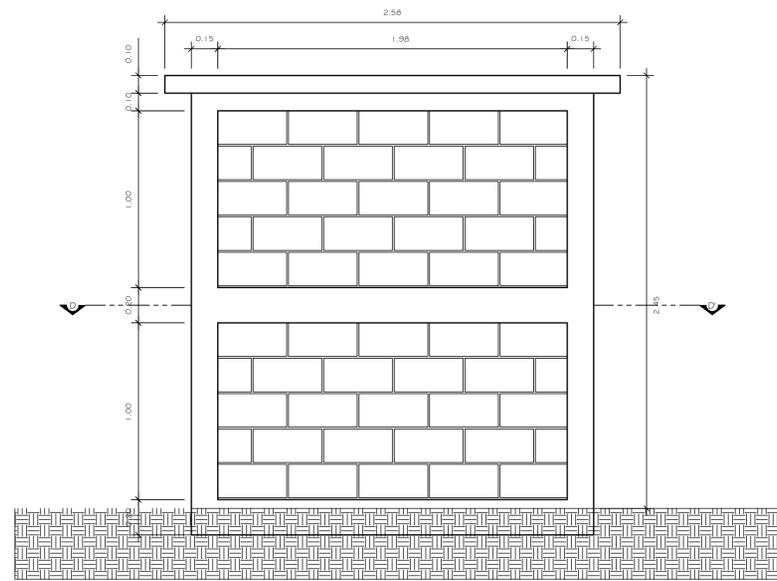
RUDY ALONSO MORALES OLIVA
EPESISTA DE INGENIERIA

HOJA

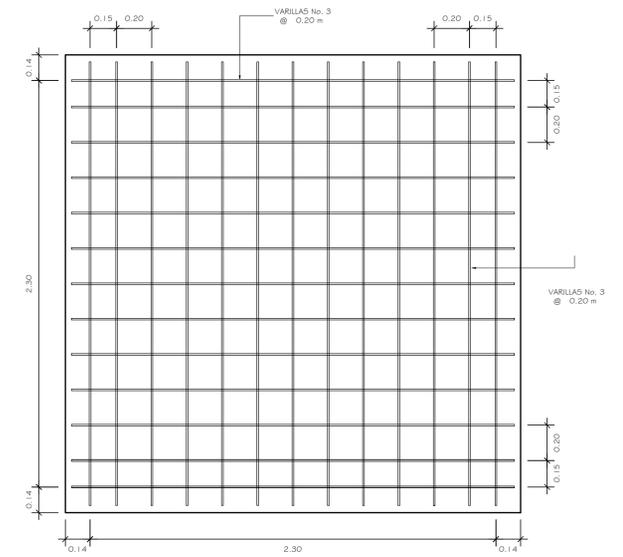
9
11



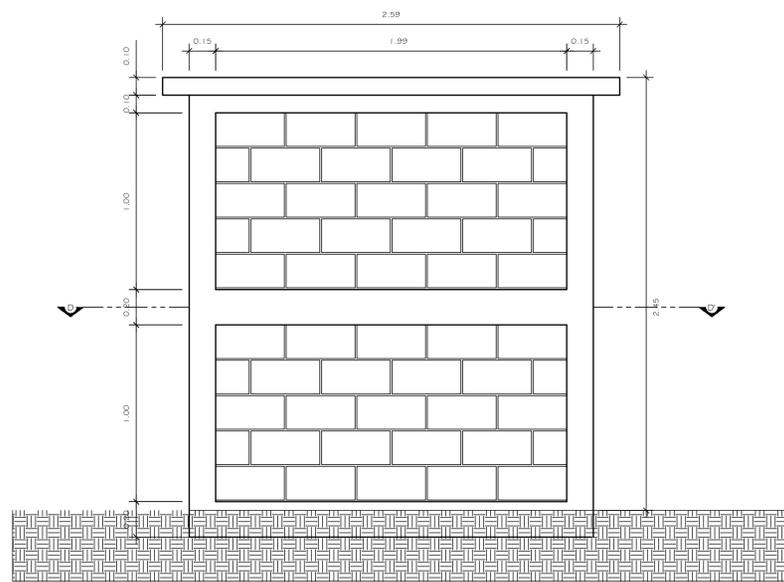
ELEVACION FRONTAL CASETA DE CONTROL DE BOMBEO
ESCALA 1/20



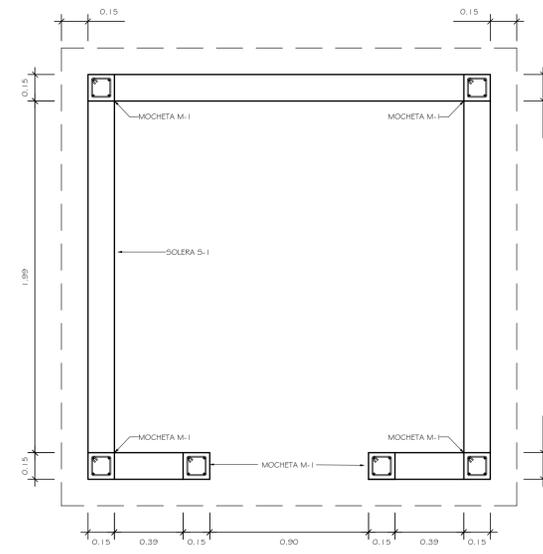
ELEVACION LATERAL CASETA DE CONTROL DE BOMBEO
ESCALA 1/20



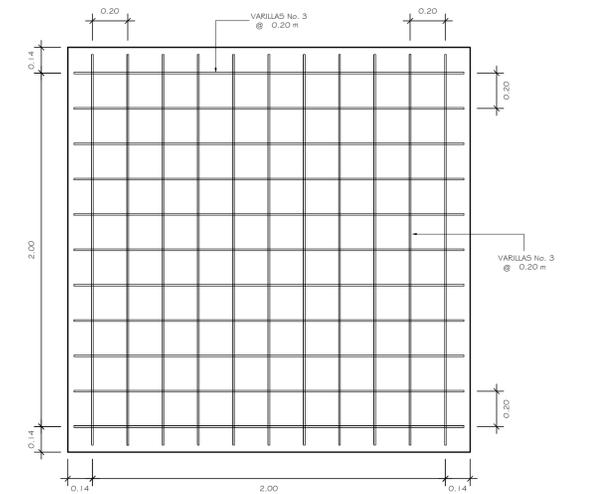
PLANTA DE LOSA SUPERIOR
ESCALA 1/20



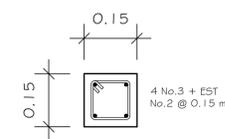
ELEVACION POSTERIOR CASETA DE CONTROL DE BOMBEO
ESCALA 1/20



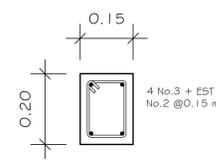
CORTE D-D' CASETA DE CONTROL DE BOMBEO
ESCALA 1/20



PLANTA DE LOSA INFERIOR
ESCALA 1/20



MOCHETA M-1
ESCALA 1/5



SOLERA S-1
ESCALA 1/5

ESPECIFICACIONES

EL MORTERO A UTILIZAR EN EL LEVANTADO DEL MURO DE LA CASETA DE CONTROL DE BOMBEO SERA CON MORTERO CEMENTO - ARENA CON PROPORCION 1:3.

EL CONCRETO DEBERA TENER UNA RESISTENCIA A COMPRESION DE FC=21 O KG/CM² Y UNA PROPORCION 1:2:3.

EL ACERO DE REFUERZO SERA CON FY=281 O KG/CM² (GRADO 40).

LA PUERTA DE LA CASETA SERA DE METAL.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE DEL GOLFO

EPS INGENIERIA

NOMBRE: RUDY ALONSO MORALES OLIVA. CARNET: 201700534

DISEÑO:
RUDY MORALES

CALCULO:
RUDY MORALES

DIBUJO:
RUDY MORALES

FECHA:
OCTUBRE 2022

CONTENIDO:
CASETA DE CONTROL DE BOMBEO

ESCALA:
INDICADA

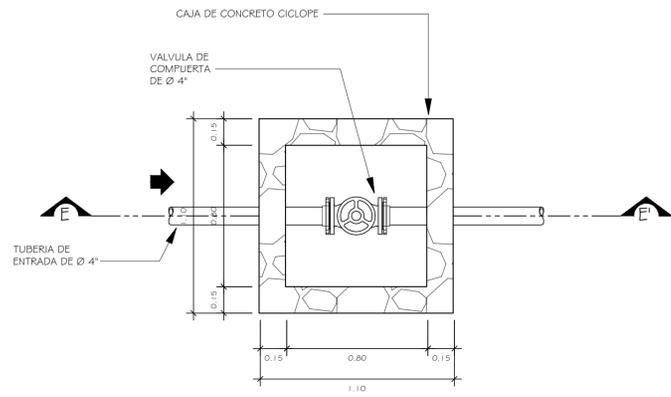
PROYECTO:
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA EL CAULOTE

INGA. MAYRA GARCIA
ASESOR - SUPERVISOR

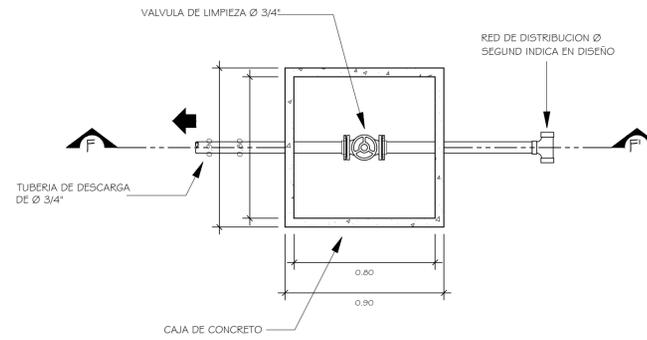
RUDY ALONSO MORALES OLIVA
EPESISTA DE INGENIERIA

HOJA

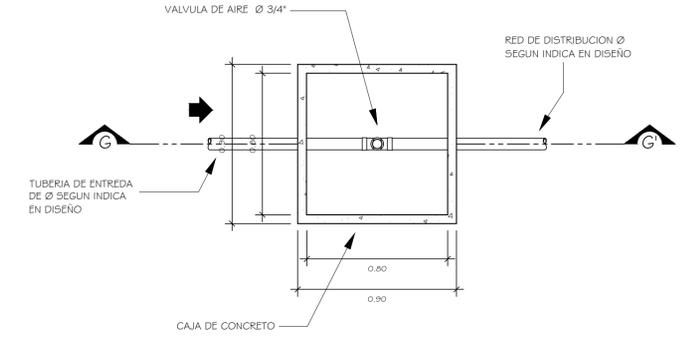
10
11



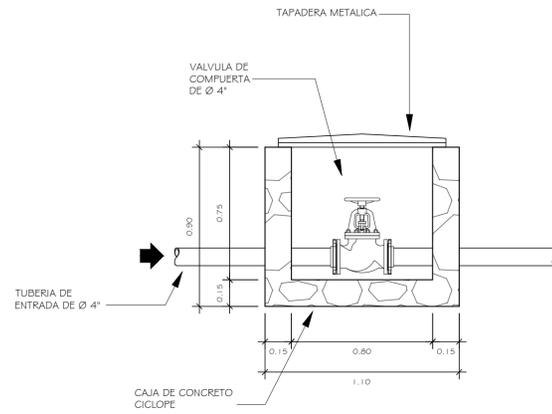
PLANTA DE CAJA DE PROTECCION DE VALVULA DE COMPUERTA
ESCALA 1:20



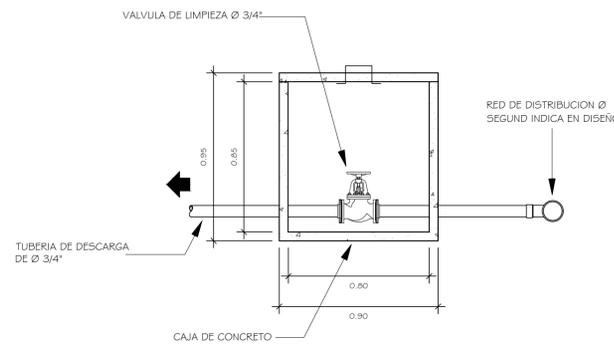
PLANTA DE CAJA DE PROTECCION DE VALVULA DE LIMPIEZA
ESCALA 1:20



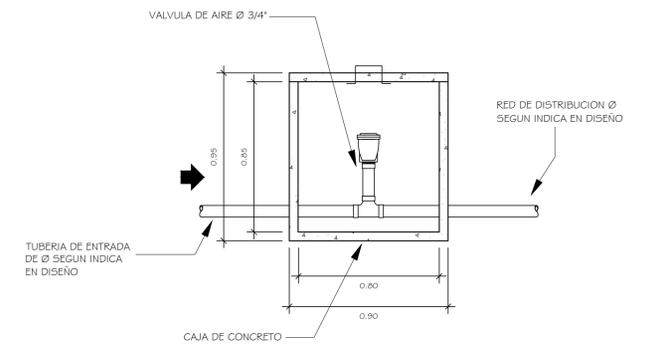
PLANTA DE CAJA DE PROTECCION DE VALVULA DE AIRE
ESCALA 1:20



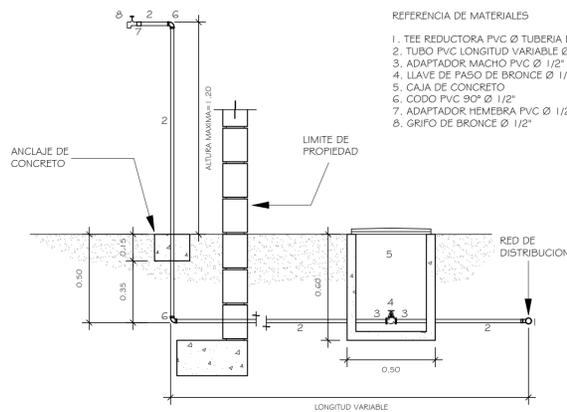
SECCION E-E'
ESCALA 1:20



SECCION F-F'
ESCALA 1:20



SECCION G-G'
ESCALA 1:20



CONEXION DOMICILIAR TIPICA
ESCALA 1:20

- REFERENCIA DE MATERIALES
1. TEE REDUCTORA PVC Ø TUBERIA PRINCIPAL X 1/2"
 2. TUBO PVC LONGITUD VARIABLE Ø 1/2"
 3. ADAPTADOR MACHO PVC Ø 1/2"
 4. LLAVE DE PASO DE BRONCE Ø 1/2"
 5. CAJA DE CONCRETO
 6. CODO PVC 90° Ø 1/2"
 7. ADAPTADOR HEMBRA PVC Ø 1/2"
 8. GRIFO DE BRONCE Ø 1/2"

ESPECIFICACIONES

EL CONCRETO DEBERA TENER UNA RESISTENCIA A COMPRESION DE $f_c = 210 \text{ KG/CM}^2$ Y UNA PROPORCION 1:2:3.

LAS CAJAS DE LAS VALVULAS DE COMPUERTA SERA DE CONCRETO CICLOPE.

LAS CAJAS DE LAS VALVULAS DE LIMPIEZA, AIRE Y CONEXION DOMICILIAR SERA DE CONCRETO.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE DEL GOLFO

EPS INGENIERIA

NOMBRE: RUDY ALONSO MORALES OLIVA. CARNET: 201700534

DISEÑO:
RUDY MORALES

CALCULO:
RUDY MORALES

DIBUJO:
RUDY MORALES

FECHA:
OCTUBRE 2022

CONTENIDO:
DETALLES DE VALVULAS Y CONEXION DOMICILIAR

ESCALA:
INDICADA

PROYECTO:
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA EL CAULOTE

INGA. MAYRA GARCIA
ASESOR - SUPERVISOR

RUDY ALONSO MORALES OLIVA
EPESISTA DE INGENIERIA

HOJA

11
11

Apéndice 2.

Diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable

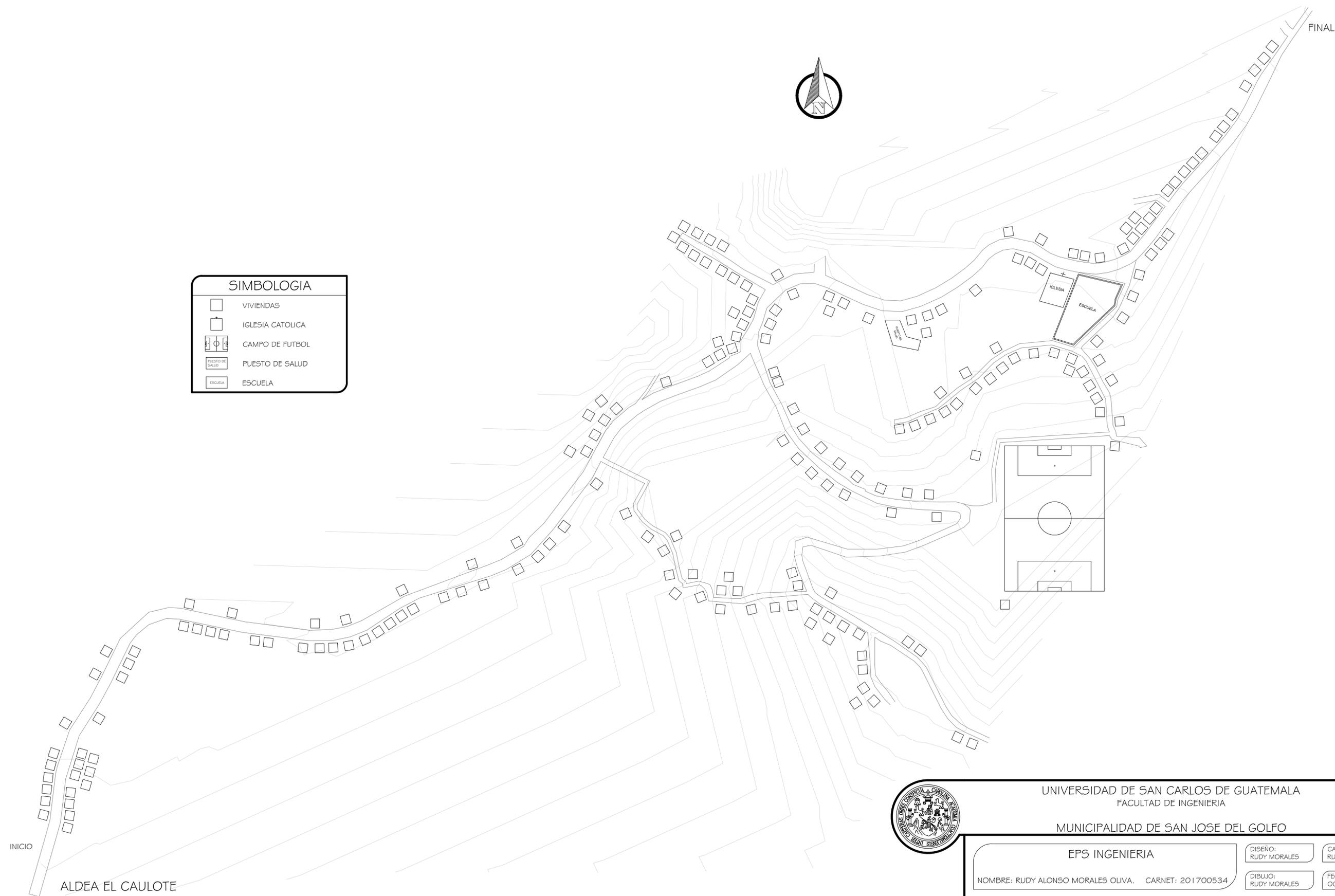
MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE DEL GOLFO															
Proyecto: Sistema de abastecimiento de agua potable Ubicación: Aldea el Caulote, San Jose del Golfo															
DE	A	D.H	CASAS	No. HABITANTES	Q Dis	COTAS TERRENO	DIAM	HF	COTA PIZOMETRICA	PRESSION	Vel	PRESSION	TUBERIA		
E	E	(m)		Actual	(L/s)	Inicio	(pgl)	(m)	Inicio	(m.c.a)	(m/s)	(psi)	(psi)		
E-34	E-20	410.52	55	275	1.47	999.42	2	3.153	1011.67	1014.82	0.60	17.39	160.00		
E-114	E-108	90.04	4	20	0.35	970.29	1	0.918	981.39	982.31	0.48	15.76	160.00		
E-110	E-108	37.18	5	25	0.40	970.29	1	0.495	981.82	982.31	0.55	16.36	160.00		
E-108	E-20	213.04	22	110	1.66	970.11	1 1/4	11.797	1003.02	1014.82	1.40	46.73	160.00		
E-20	E-18	37.54	5	25	3.53	1003.92	2	1.461	1016.46	1017.92	1.45	17.80	160.00		
E-70	E-62	112.98	15	75	0.75	1000.46	1 1/4	1.428	1010.46	1011.89	0.63	14.20	160.00		
E-78	E-62	202.55	11	55	0.63	987.59	1	6.289	1005.60	1011.89	0.87	25.57	160.00		
E-62	E-55	63.16	4	20	1.73	995.99	1 1/2	1.941	1011.89	1013.83	1.11	22.57	160.00		
E-58	E-55	141.05	21	105	0.89	993.39	1	8.315	1005.51	1013.83	1.24	17.22	160.00		
E-42	E-40	57.05	11	55	0.63	1006.87	1 1/2	0.273	1016.97	1017.24	0.41	14.34	160.00		
E-55	E-40	217.38	20	100	3.54	1000.70	2 1/2	3.348	1013.89	1017.24	0.99	18.73	160.00		
E-40	E-38	36.16	8	40	4.70	1004.34	3	0.362	1017.25	1017.61	0.89	18.33	160.00		
E-95	E-38	289.59	19	95	0.85	973.06	1	15.487	1002.12	1017.61	1.17	41.26	160.00		
E-38	E-18	66.98	5	25	5.95	1003.76	4	0.305	1017.62	1017.92	0.68	19.67	160.00		
E-18	TANQUE	43.34	0.00	0.00	9.48	1003.6	4	0.467	1018.21	1018.67	1.08	20.74	160.00		

Nota. Tabla de cálculos que muestra los resultados hidráulicos del diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la aldea El Caulote, San José del Golfo, Guatemala. Elaboración propia, realizado con Excel.

Apéndice 3.

Planos del sistema de alcantarillado sanitario

Nota. Juego de planos para el sistema de alcantarillado sanitario en la aldea El Caulote, San José del Golfo, Guatemala. Elaboración propia, realizado con AutoCAD Civil 3D.



SIMBOLOGIA	
	VIVIENDAS
	IGLESIA CATOLICA
	CAMPO DE FUTBOL
	PUESTO DE SALUD
	ESCUELA

INICIO
ALDEA EL CAULOTE

PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA
ESCALA 1/1000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE DEL GOLFO

EPS INGENIERIA

NOMBRE: RUDY ALONSO MORALES OLIVA. CARNET: 201700534

DISEÑO:
RUDY MORALES

CALCULO:
RUDY MORALES

DIBUJO:
RUDY MORALES

FECHA:
OCTUBRE 2022

CONTENIDO:
PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA

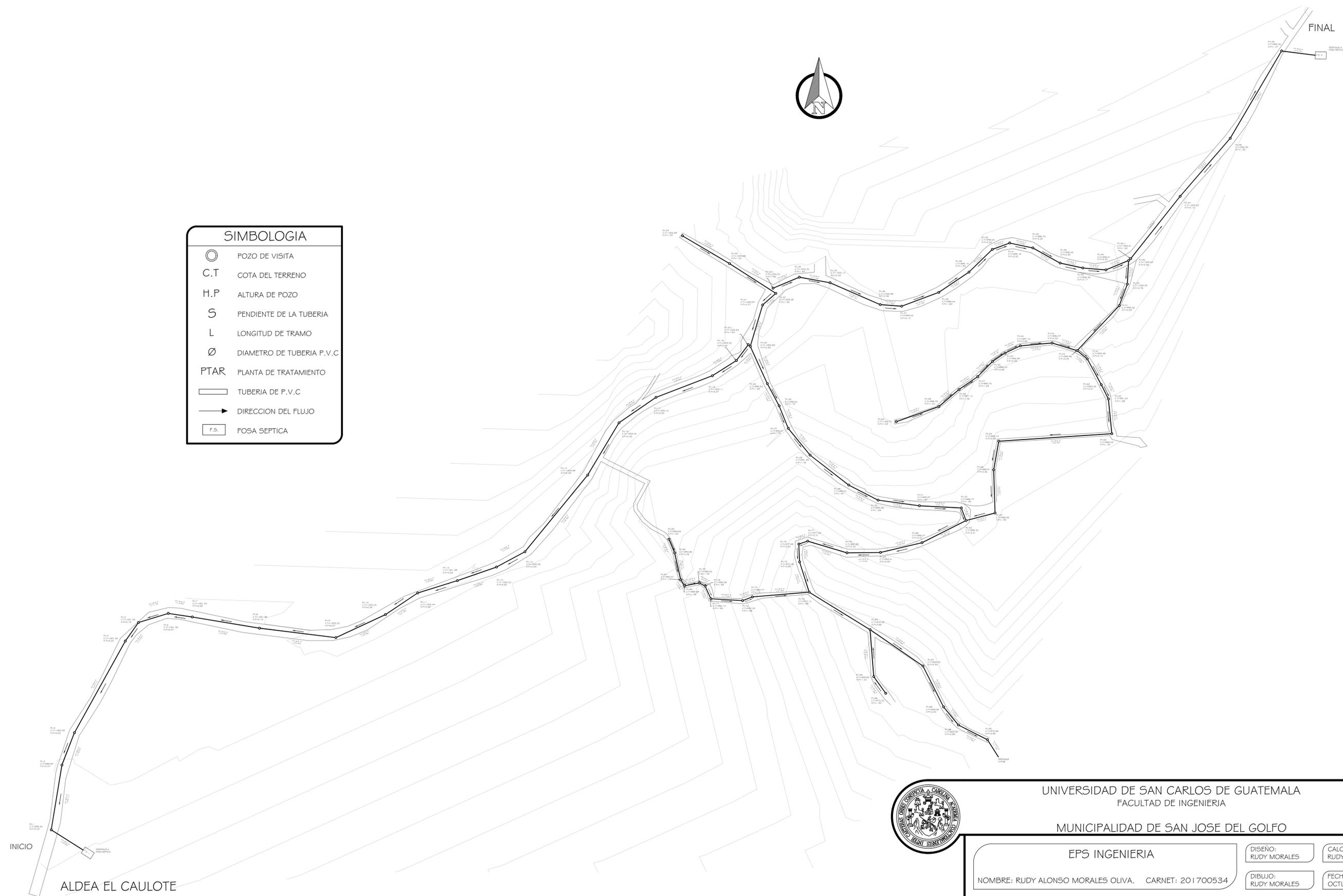
ESCALA:
INDICADA

PROYECTO:
ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA EL CAULOTE

INGA. MAYRA GARCIA
ASESOR - SUPERVISOR

RUDY ALONSO MORALES OLIVA
EPESISTA DE INGENIERIA

HOJA
1
14



SIMBOLOGIA

○	POZO DE VISITA
C.T.	COTA DEL TERRENO
H.P.	ALTURA DE POZO
S	PENDIENTE DE LA TUBERIA
L	LONGITUD DE TRAMO
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA P.V.C
PTAR	PLANTA DE TRATAMIENTO
▭	TUBERIA DE P.V.C
→	DIRECCION DEL FLUJO
F.S.	FOSA SEPTICA

INICIO
ALDEA EL CAULOTE

FINAL



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE DEL GOLFO

EPS INGENIERIA

NOMBRE: RUDY ALONSO MORALES OLIVA. CARNET: 201700534

DISEÑO:
RUDY MORALES

CALCULO:
RUDY MORALES

DIBUJO:
RUDY MORALES

FECHA:
OCTUBRE 2022

CONTENIDO:
PLANTA HIDRAULICA GENERAL

ESCALA:
INDICADA

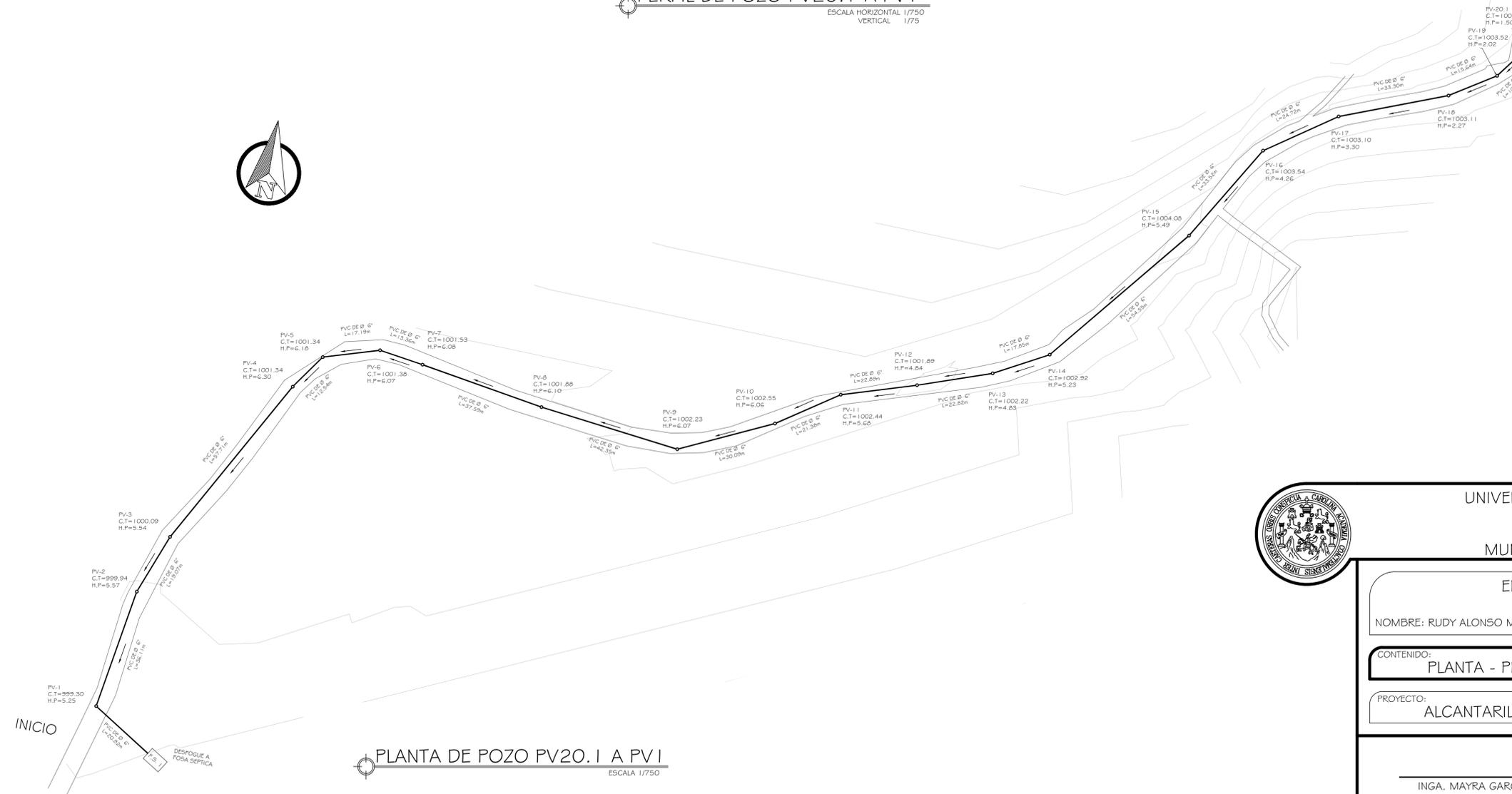
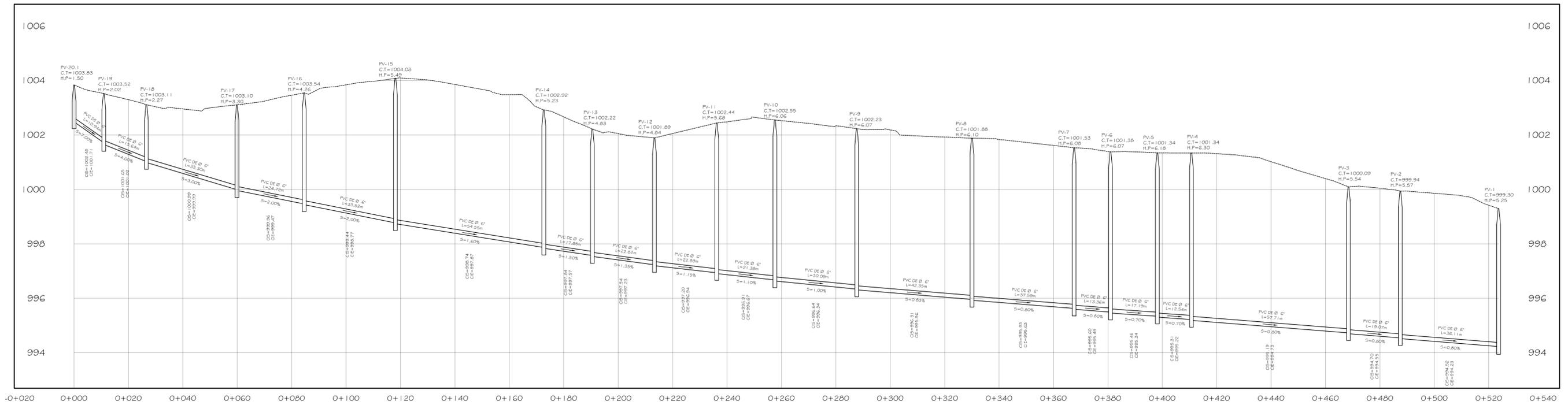
PROYECTO:
ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA EL CAULOTE

INGA. MAYRA GARCIA
ASESOR - SUPERVISOR

RUDY ALONSO MORALES OLIVA
EPESISTA DE INGENIERIA

HOJA
2
14

PLANTA HIDRÁULICA GENERAL
ESCALA 1/1000



SIMBOLOGIA	
	POZO DE VISITA
	TUBERIA DE P.V.C
	DIRECCION DEL FLUJO
TUBERIA PVC NORMA ASTM F949	
	PV=XXX NUMERO DE POZO DE VISITA C.T.=XXX COTA DEL TERRENO H.P.=XXX ALTURA DE POZO DE VISITA CIS=XXX COTA INVERT DE SALIDA CIE=XXX COTA INVERT DE ENTRADA S=XXX PENDIENTE DE TUBERIA (%) L=XXX DISTANCIA HORIZONTAL



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE DEL GOLFO

EPS INGENIERIA		DISEÑO: RUDY MORALES	CALCULO: RUDY MORALES
NOMBRE: RUDY ALONSO MORALES OLIVA. CARNET: 201700534		DIBUJO: RUDY MORALES	FECHA: OCTUBRE 2022
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL		ESCALA: INDICADA	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA EL CAULOTE			
INGA. MAYRA GARCIA ASESOR - SUPERVISOR		RUDY ALONSO MORALES OLIVA EPESISTA DE INGENIERIA	

SIMBOLOGIA

- POZO DE VISITA
- TUBERIA DE P.V.C
- DIRECCION DEL FLUJO

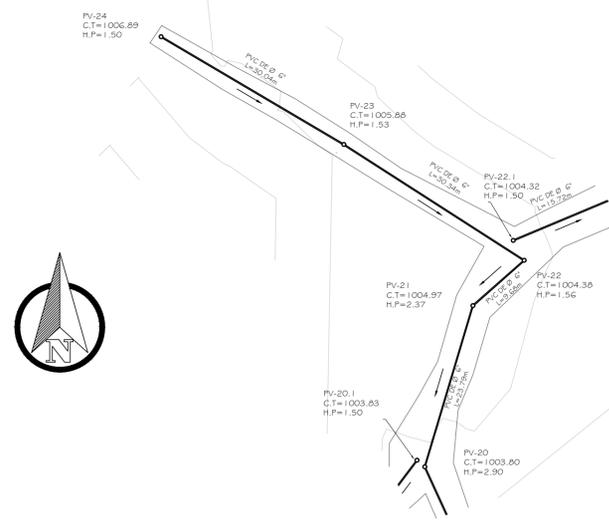
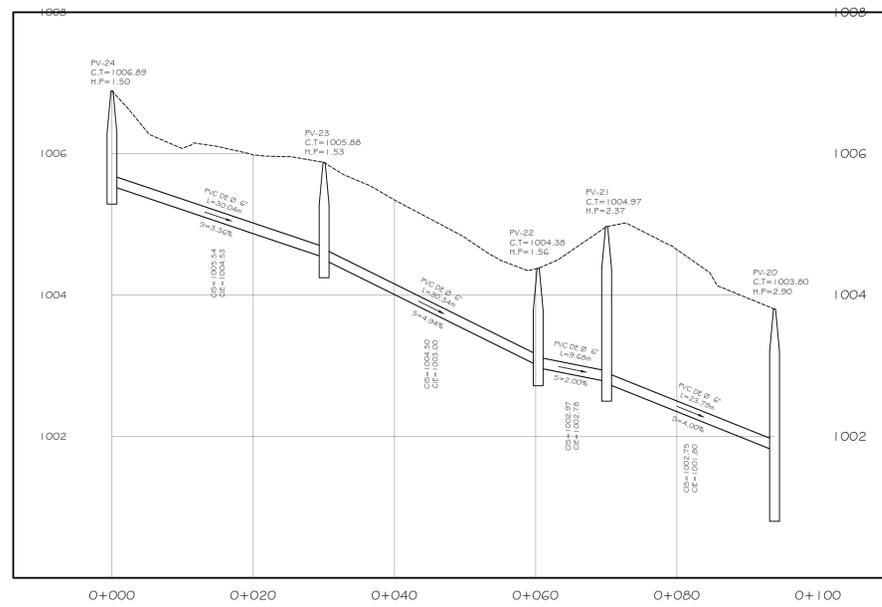
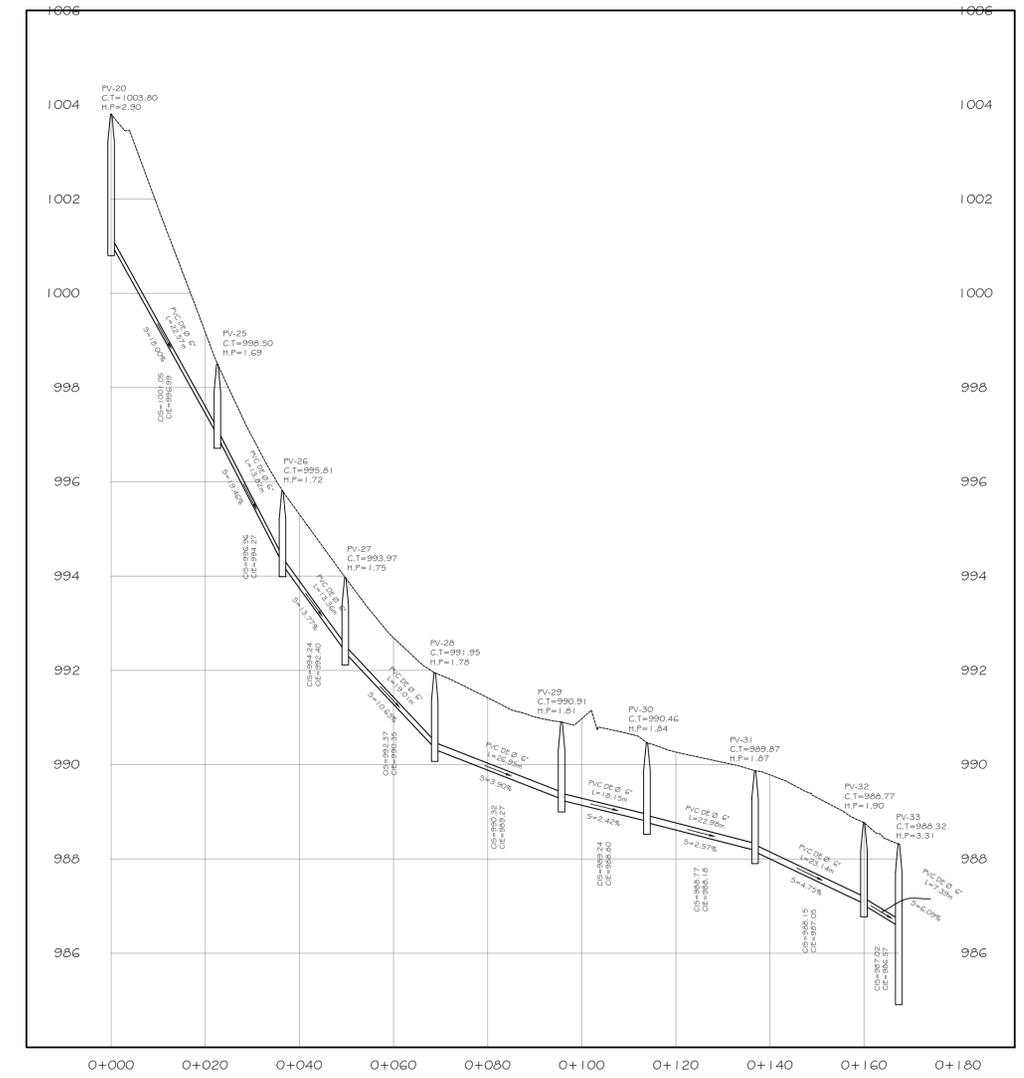
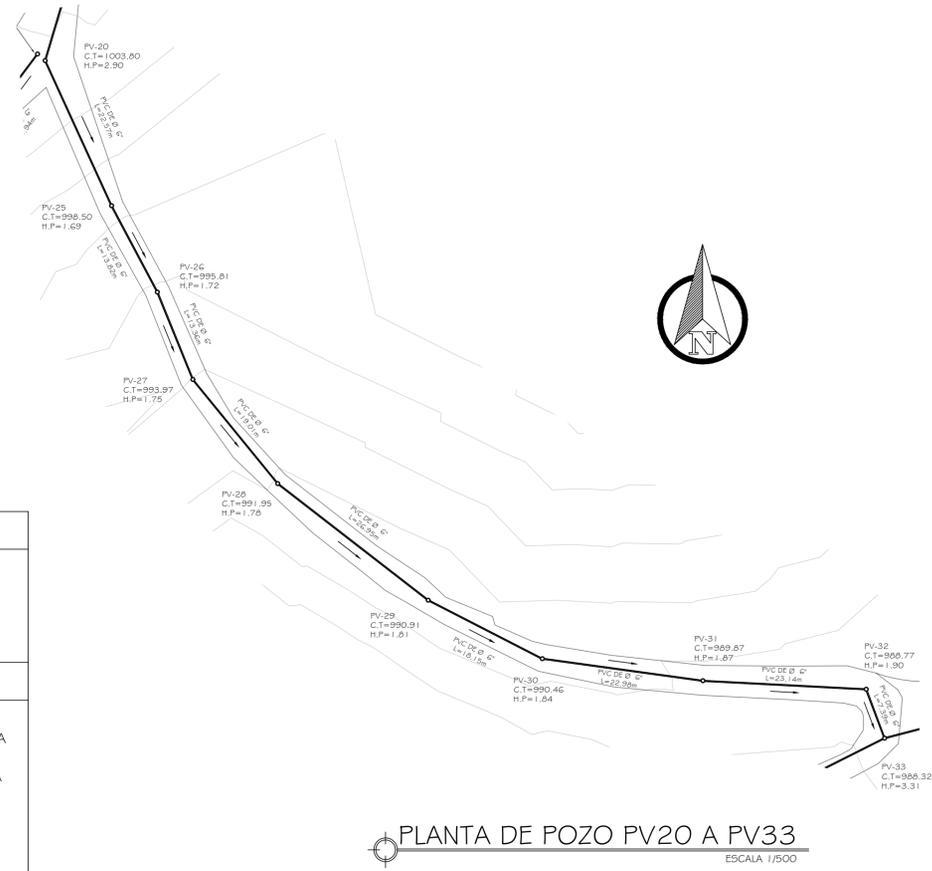
TUBERIA PVC NORMA ASTM F949

PV-XXX
C.T.=XXX
H.P.=XXX

PVC DE Ø X' L=XXXm
S=XXX%

CE=XXX

PV=XXX NUMERO DE POZO DE VISITA
C.T.=XXX COTA DEL TERRENO
H.P.=XXX ALTURA DE POZO DE VISITA
CIS=XXX COTA INVERT DE SALIDA
CIE=XXX COTA INVERT DE ENTRADA
S=XXX PENDIENTE DE TUBERIA (%)
L=XXX DISTANCIA HORIZONTAL



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE DEL GOLFO

EPS INGENIERIA

DISEÑO:
RUDY MORALES

CALCULO:
RUDY MORALES

NOMBRE: RUDY ALONSO MORALES OLIVA. CARNET: 201700534

DIBUJO:
RUDY MORALES

FECHA:
OCTUBRE 2022

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL

ESCALA:
INDICADA

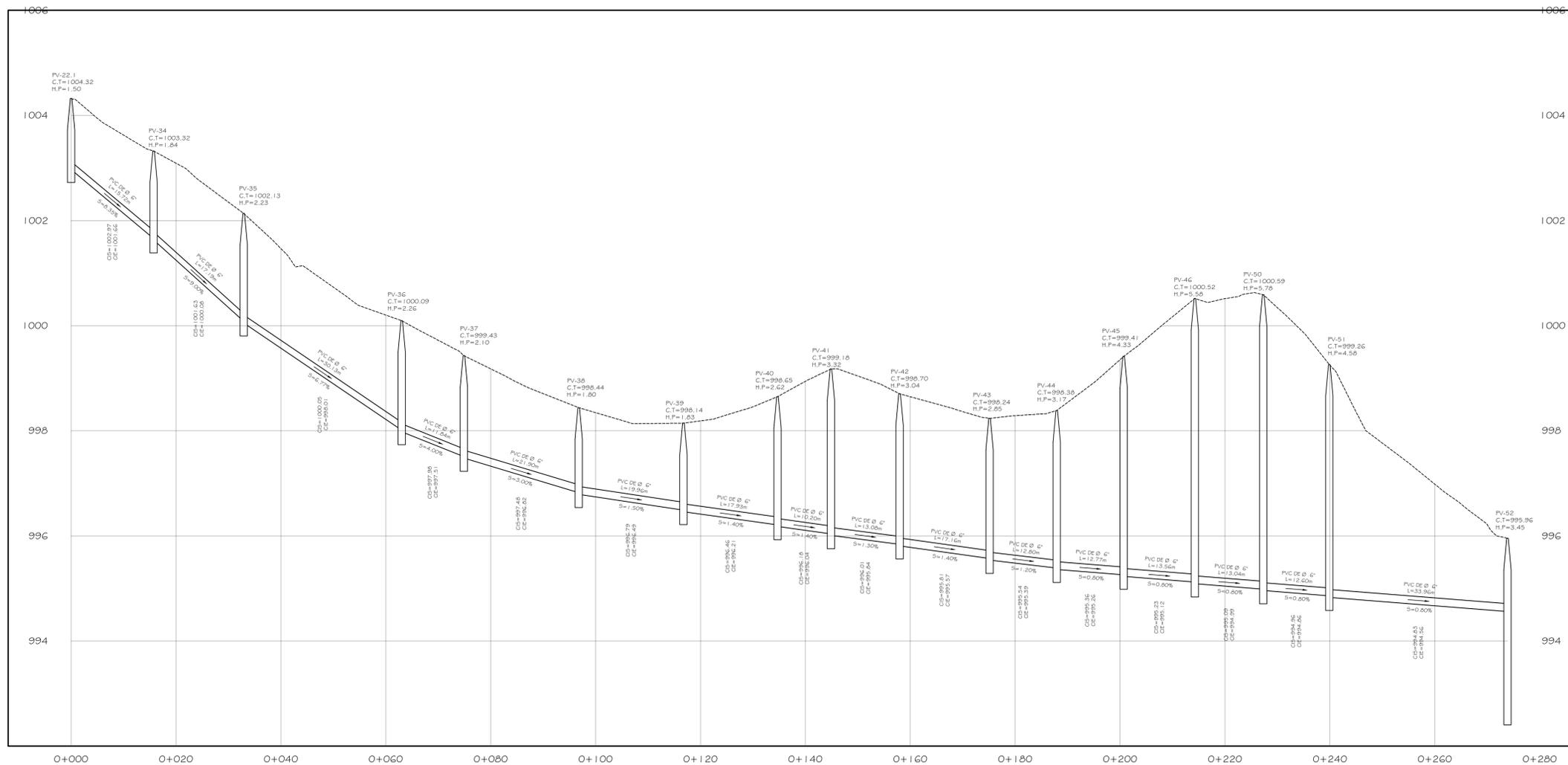
PROYECTO:
ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA EL CAULOTE

INGA. MAYRA GARCIA
ASESOR - SUPERVISOR

RUDY ALONSO MORALES OLIVA
EPESISTA DE INGENIERIA

HOJA

4
14



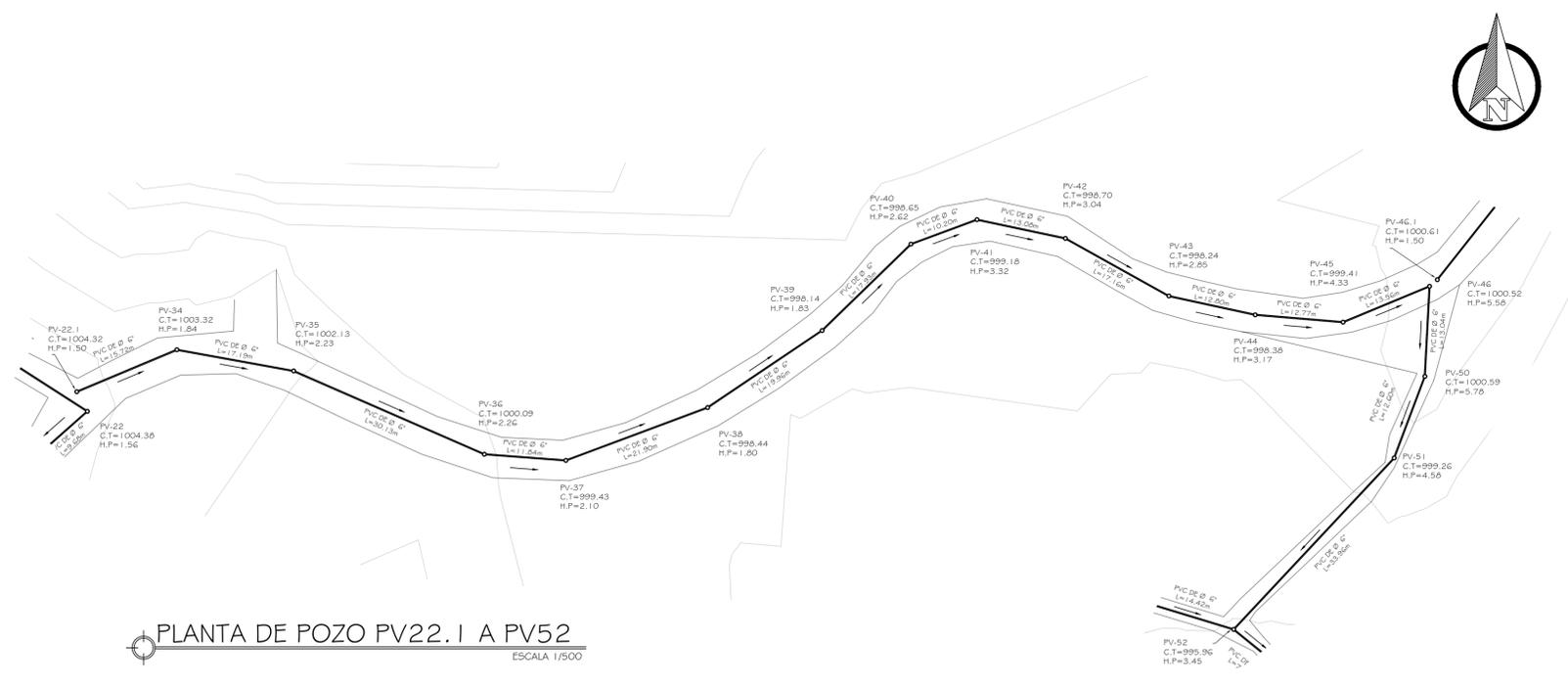
PERFIL DE POZO PV22.1 A PV52
 ESCALA HORIZONTAL 1/500
 VERTICAL 1/50

SIMBOLOGIA

- POZO DE VISITA
- TUBERIA DE P.V.C
- DIRECCION DEL FLUJO

TUBERIA PVC NORMA ASTM F949

PV=XXX NUMERO DE POZO DE VISITA
 C.T.=XXX COTA DEL TERRENO
 H.P.=XXX ALTURA DE POZO DE VISITA
 C.I.=XXX COTA INVERT DE SALIDA
 C.I.E.=XXX COTA INVERT DE ENTRADA
 S=XXX PENDIENTE DE TUBERIA (%)
 L=XXX DISTANCIA HORIZONTAL



PLANTA DE POZO PV22.1 A PV52
 ESCALA 1/500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE DEL GOLFO

EPS INGENIERIA

NOMBRE: RUDY ALONSO MORALES OLIVA. CARNET: 201700534

CONTENIDO: PLANTA - PERFIL

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA EL CAULOTE

INGA. MAYRA GARCIA
 ASESOR - SUPERVISOR

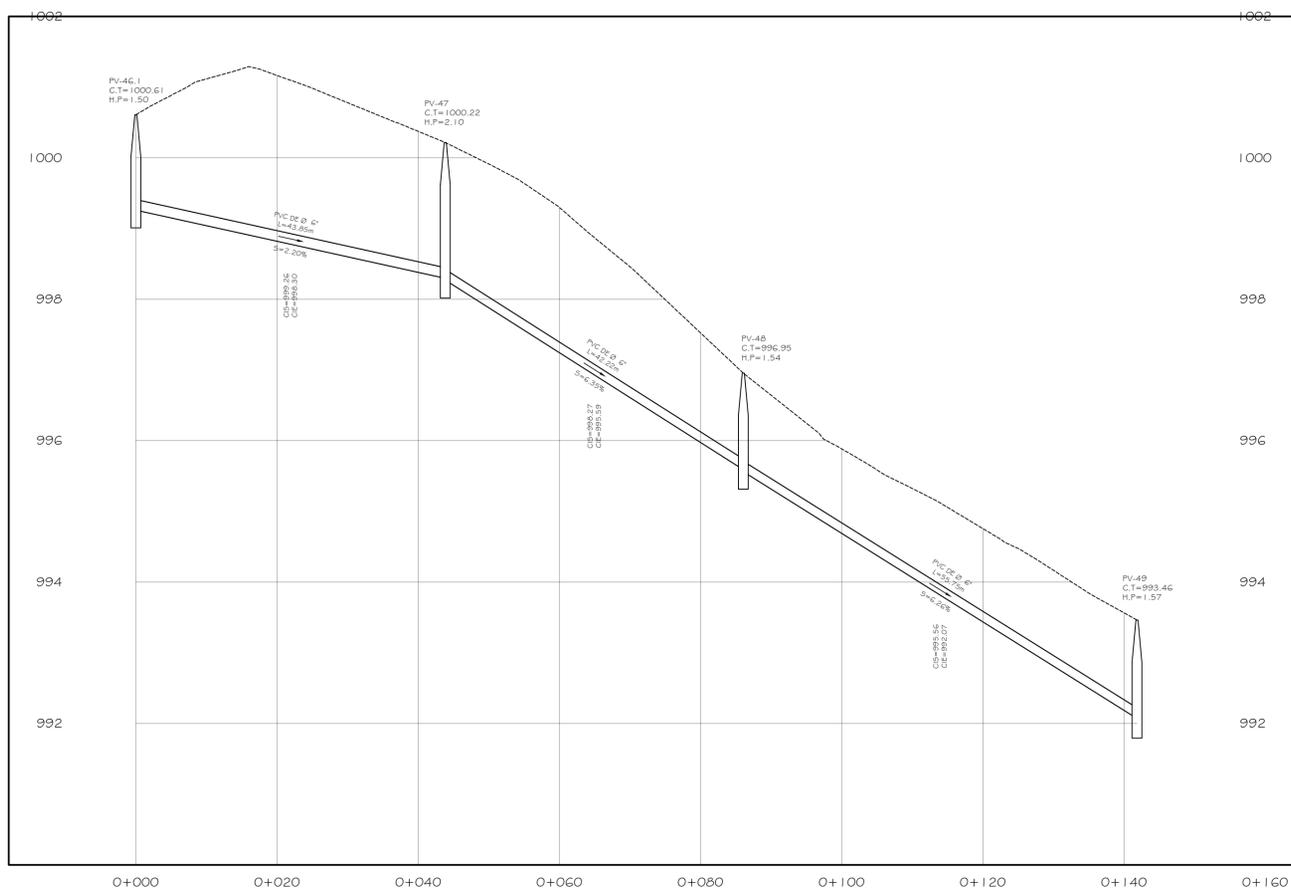
RUDY ALONSO MORALES OLIVA
 EPESISTA DE INGENIERIA

DISEÑO: RUDY MORALES
 DIBUJO: RUDY MORALES

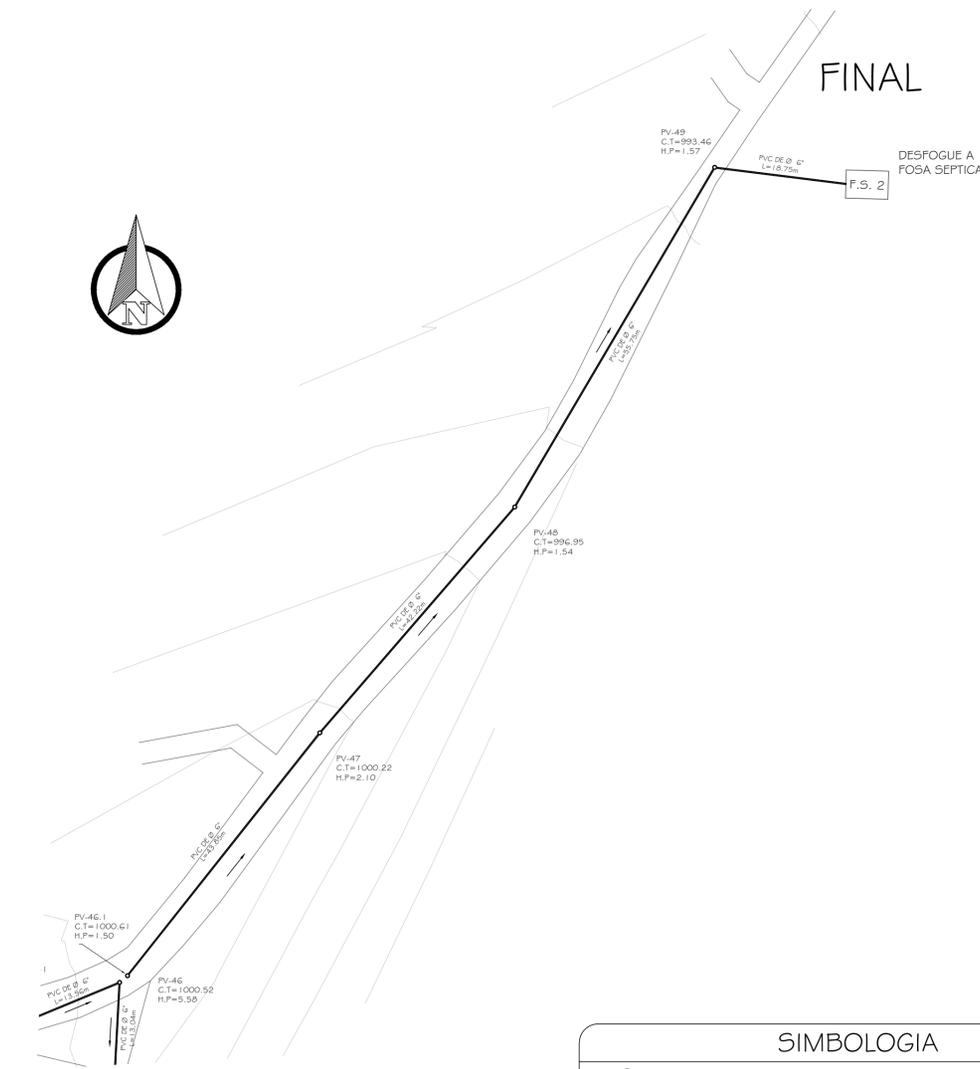
CALCULO: RUDY MORALES
 FECHA: OCTUBRE 2022

ESCALA: INDICADA

HOJA 5 14

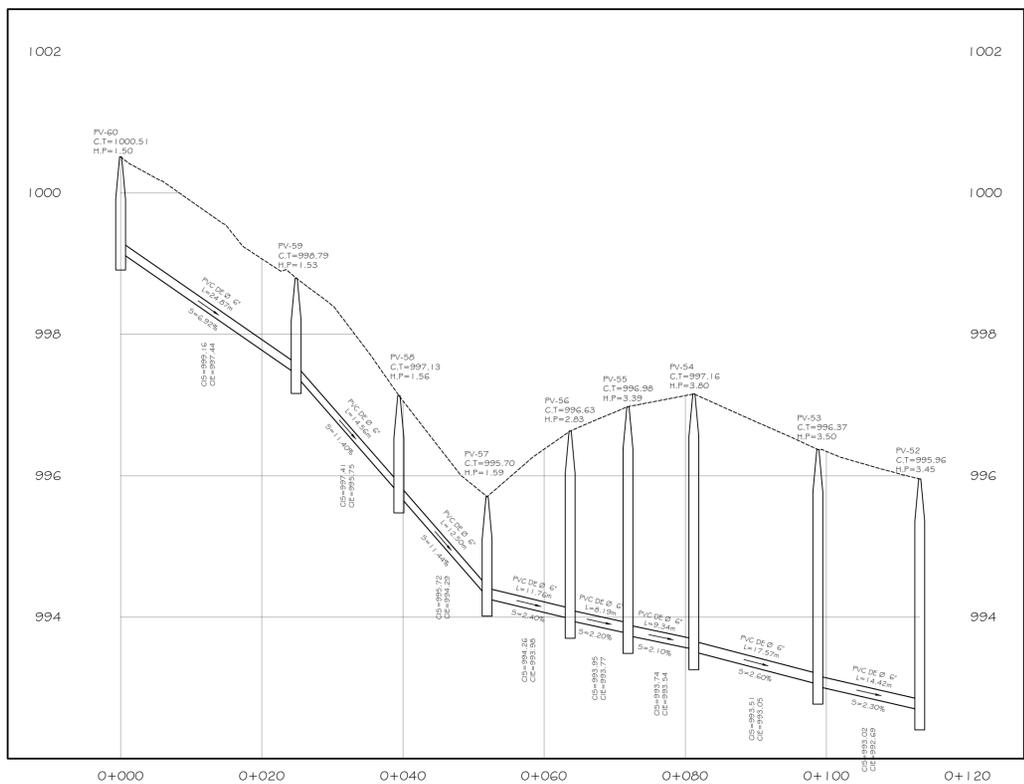


PERFIL DE POZO PV46.1 A PV49
ESCALA HORIZONTAL 1/500
VERTICAL 1/50

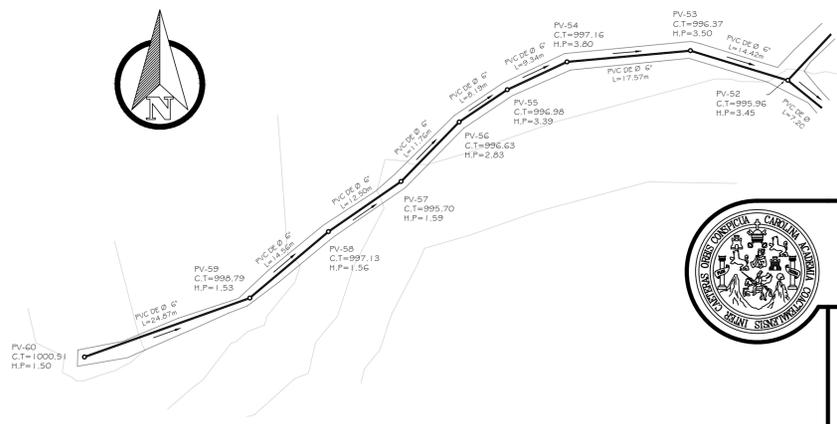


PLANTA DE POZO PV46.1 A PV49
ESCALA 1/500

SIMBOLOGIA	
	POZO DE VISITA
	TUBERIA DE P.V.C
	DIRECCION DEL FLUJO
TUBERIA PVC NORMA ASTM F949	
	PV=XXX NUMERO DE POZO DE VISITA C.T.=XXX COTA DEL TERRENO H.P.=XXX ALTURA DE POZO DE VISITA CIS=XXX COTA INVERT DE SALIDA CIE=XXX COTA INVERT DE ENTRADA S=XXX PENDIENTE DE TUBERIA (%) L=XXX DISTANCIA HORIZONTAL



PERFIL DE POZO PV60 A PV52
ESCALA HORIZONTAL 1/500
VERTICAL 1/50



PLANTA DE POZO PV60 A PV52
ESCALA 1/500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE DEL GOLFO

EPS INGENIERIA

DISEÑO:
RUDY MORALES

CALCULO:
RUDY MORALES

NOMBRE: RUDY ALONSO MORALES OLIVA. CARNET: 201700534

DIBUJO:
RUDY MORALES

FECHA:
OCTUBRE 2022

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL

ESCALA:
INDICADA

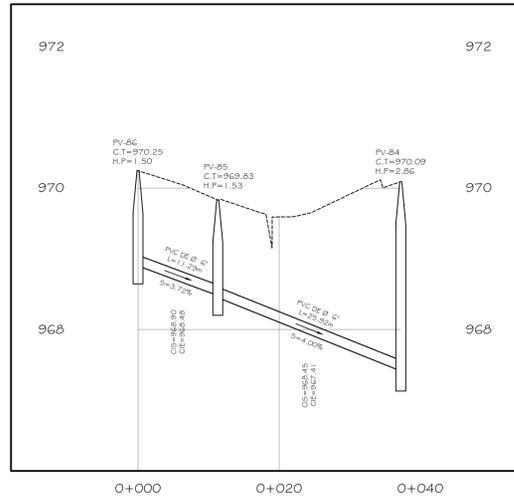
PROYECTO:
ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA EL CAULOTE

INGA. MAYRA GARCIA
ASESOR - SUPERVISOR

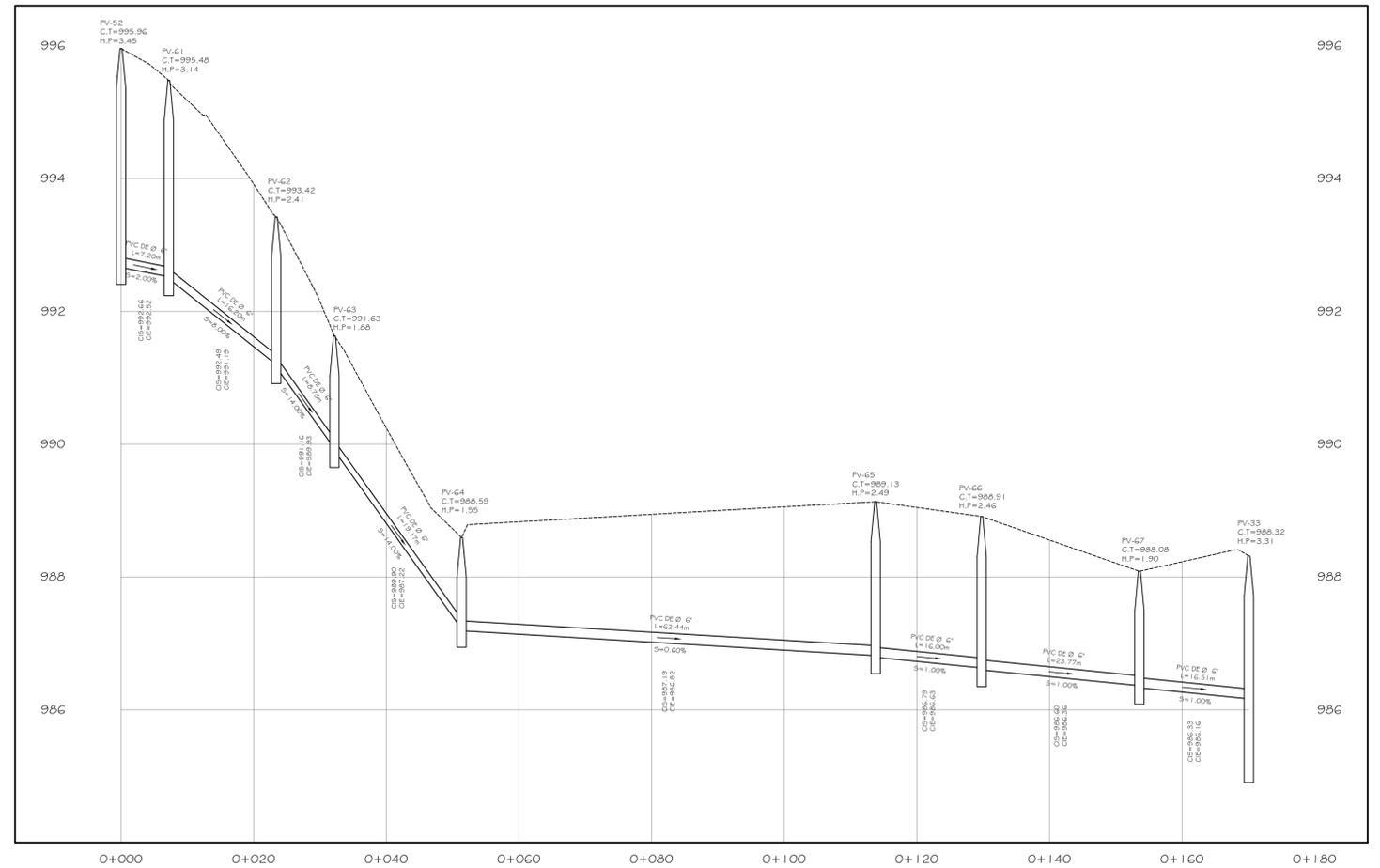
RUDY ALONSO MORALES OLIVA
EPESISTA DE INGENIERIA

HOJA

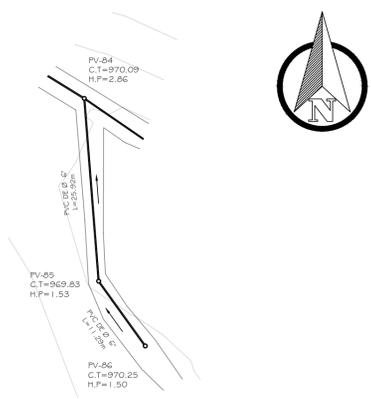
6
14



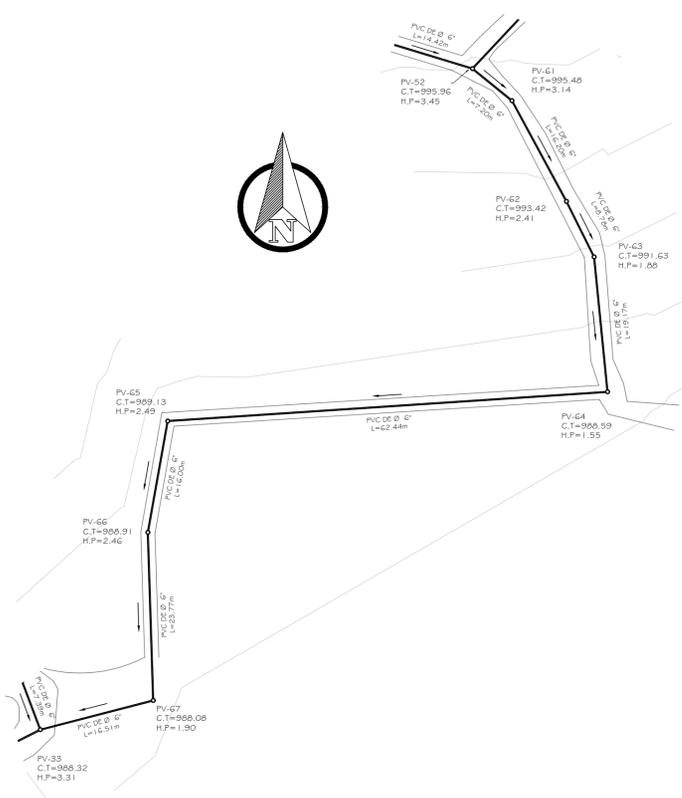
PERFIL DE POZO PV86 A PV84
 ESCALA HORIZONTAL 1/500
 VERTICAL 1/50



PERFIL DE POZO PV52 A PV33
 ESCALA HORIZONTAL 1/500
 VERTICAL 1/50



PLANTA DE POZO PV86 A PV84
 ESCALA 1/500



PLANTA DE POZO PV52 A PV33
 ESCALA 1/500

SIMBOLOGIA	
	POZO DE VISITA
	TUBERIA DE P.V.C
	DIRECCION DEL FLUJO
TUBERIA PVC NORMA ASTM F949	
 PV=XXX C.T.=XXX H.P.=XXX PVC DE Ø x" L=XXXm S=XXX% C.I.=XXX	PV=XXX NUMERO DE POZO DE VISITA C.T.=XXX COTA DEL TERRENO H.P.=XXX ALTURA DE POZO DE VISITA C.I.=XXX COTA INVERT DE ENTRADA S=XXX PENDIENTE DE TUBERIA (%) L=XXX DISTANCIA HORIZONTAL



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE DEL GOLFO

EPS INGENIERIA

NOMBRE: RUDY ALONSO MORALES OLIVA. CARNET: 201700534

DISEÑO: RUDY MORALES
 CALCULO: RUDY MORALES

DIBUJO: RUDY MORALES
 FECHA: OCTUBRE 2022

CONTENIDO: PLANTA - PERFIL

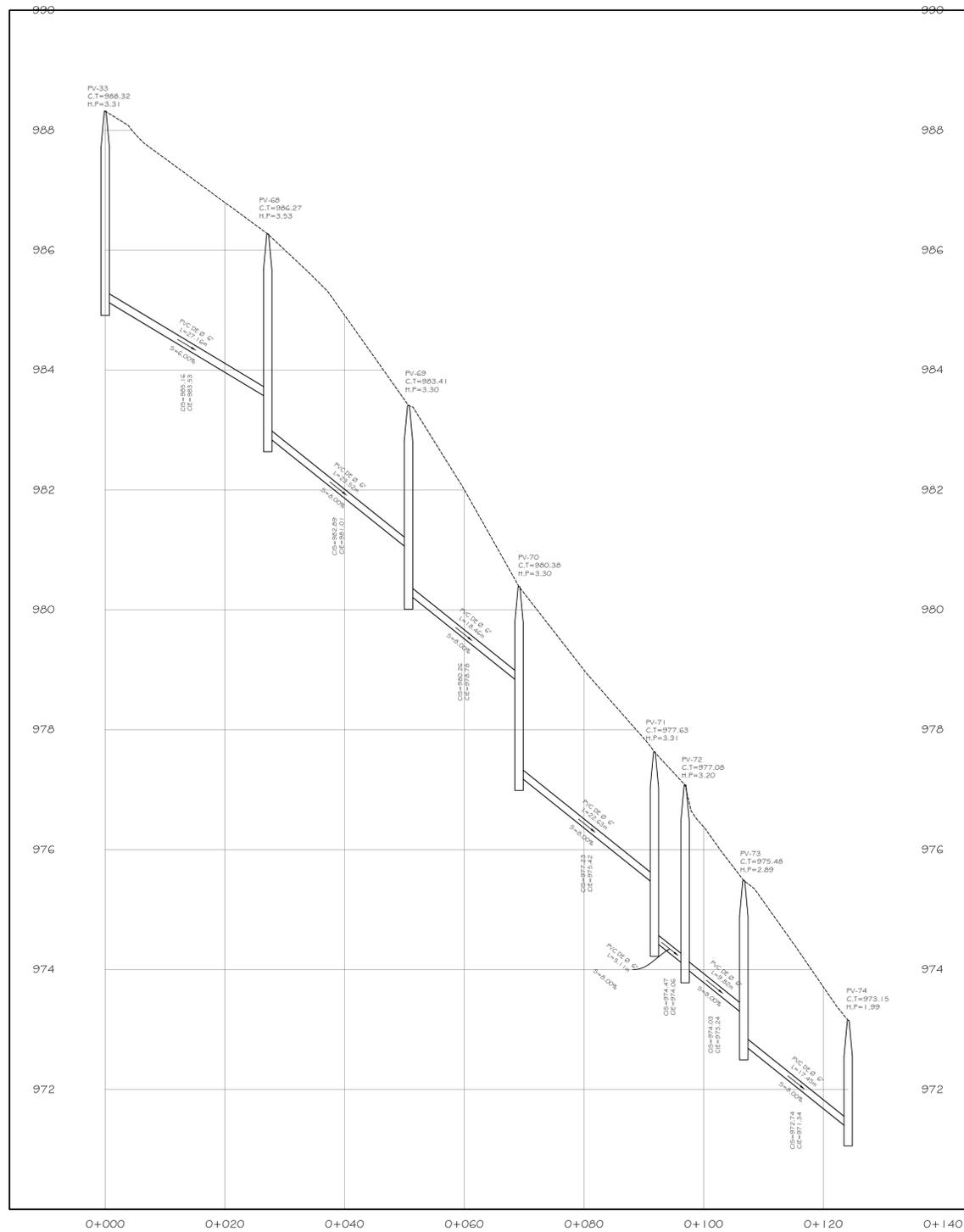
ESCALA: INDICADA

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA EL CAULOTE

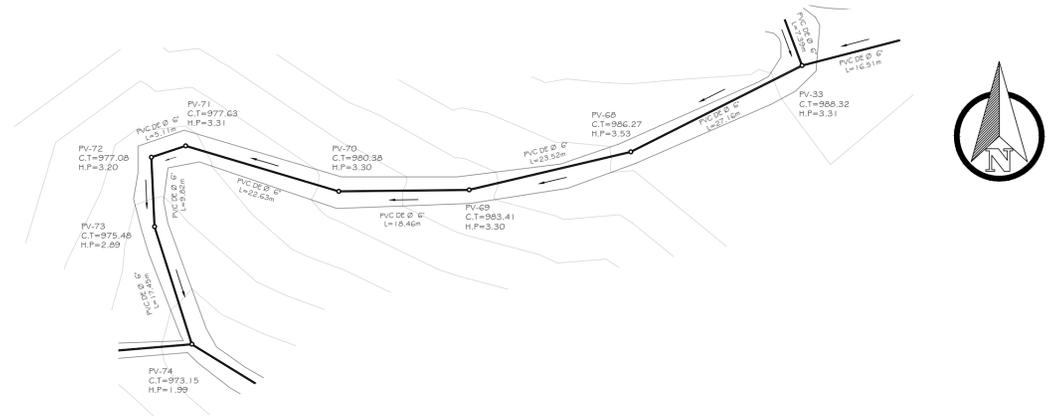
INGA. MAYRA GARCIA
 ASESOR - SUPERVISOR

RUDY ALONSO MORALES OLIVA
 EPESISTA DE INGENIERIA

HOJA
 7
 14



PERFIL DE POZO PV33 A PV74
 ESCALA HORIZONTAL 1/500
 ESCALA VERTICAL 1/50



PLANTA DE POZO PV33 A PV74
 ESCALA 1/500

SIMBOLOGIA	
	POZO DE VISITA
	TUBERIA DE P.V.C
	DIRECCION DEL FLUJO
TUBERIA PVC NORMA ASTM F949	
	PV=XXX NUMERO DE POZO DE VISITA C,T=XXX COTA DEL TERRENO H,P=XXX ALTURA DE POZO DE VISITA C I S=XXX COTA INVERT DE SALIDA C I E=XXX COTA INVERT DE ENTRADA S=XXX PENDIENTE DE TUBERIA (%) L=XXX DISTANCIA HORIZONTAL



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE DEL GOLFO

EPS INGENIERIA

DISEÑO:
RUDY MORALES

CALCULO:
RUDY MORALES

NOMBRE: RUDY ALONSO MORALES OLIVA. CARNET: 201700534

DIBUJO:
RUDY MORALES

FECHA:
OCTUBRE 2022

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL

ESCALA:
INDICADA

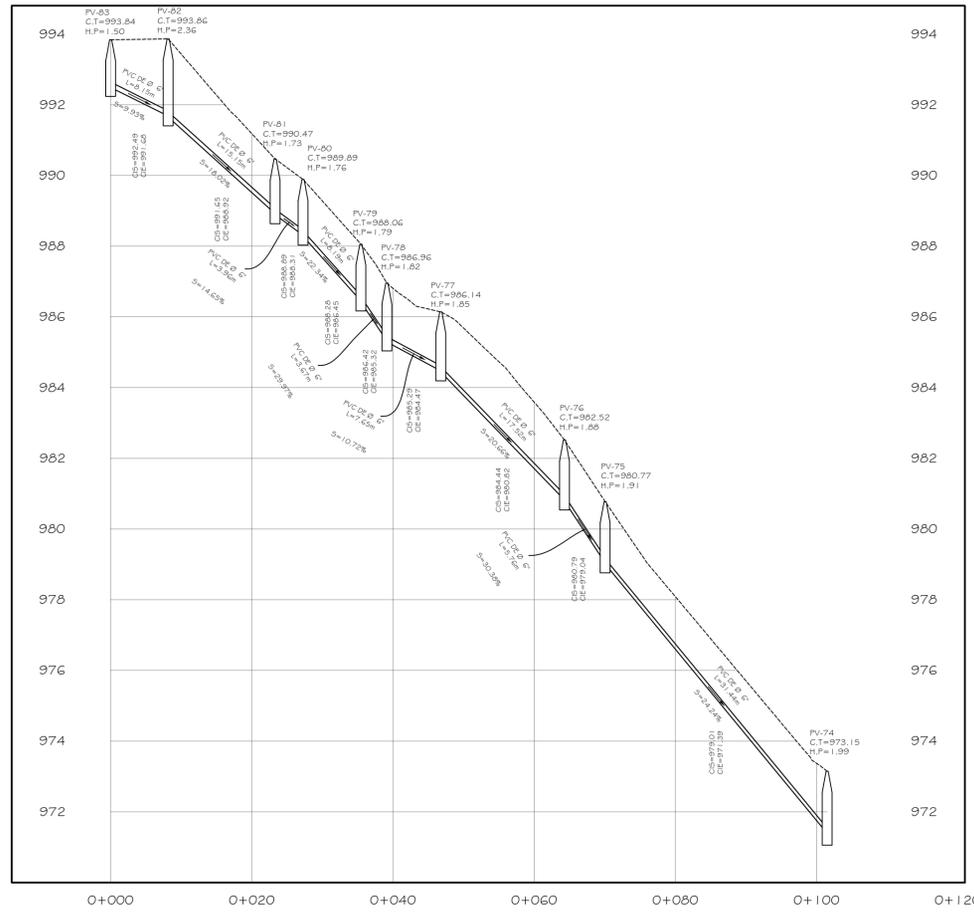
PROYECTO:
ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA EL CAULOTE

INGA. MAYRA GARCIA
 ASESOR - SUPERVISOR

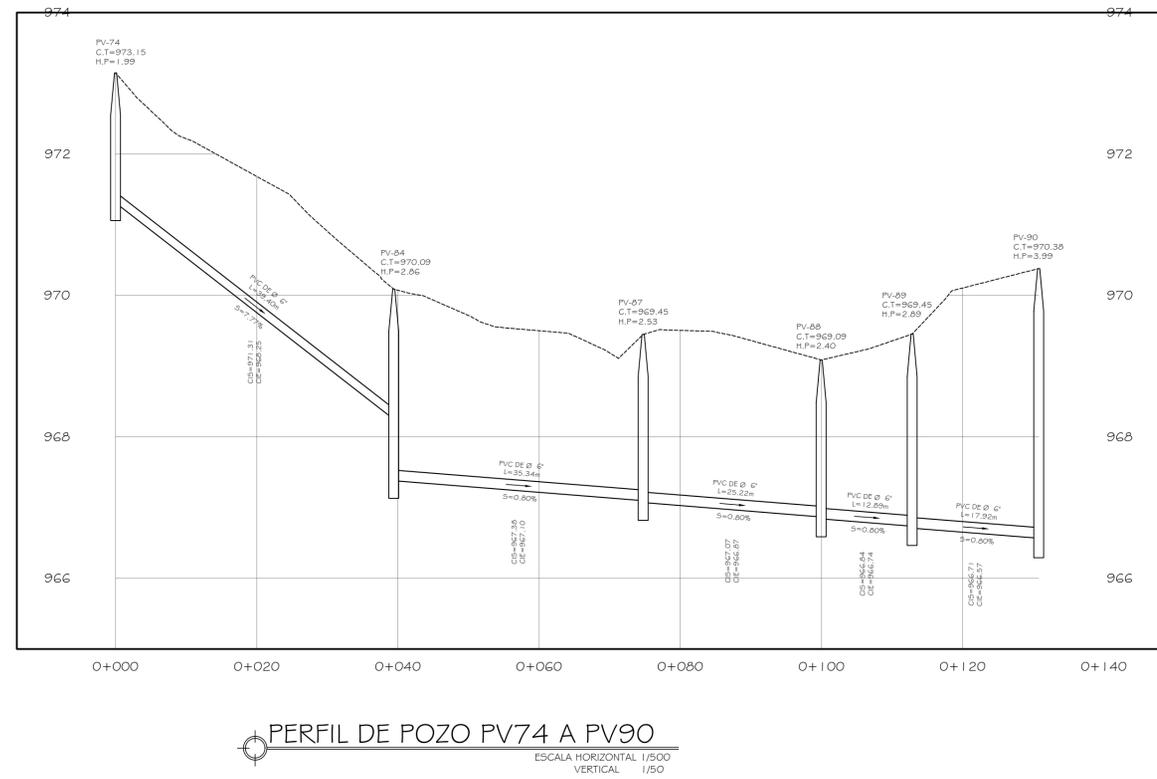
RUDY ALONSO MORALES OLIVA
 EPESISTA DE INGENIERIA

HOJA

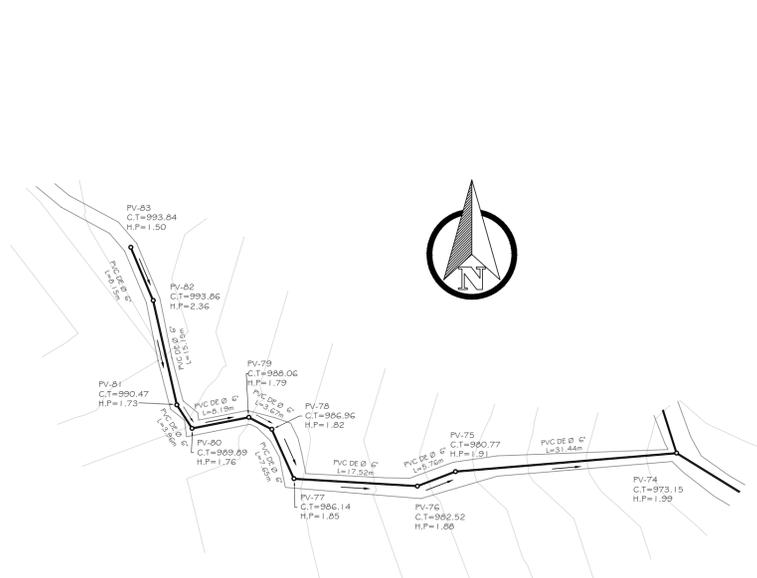
8
14



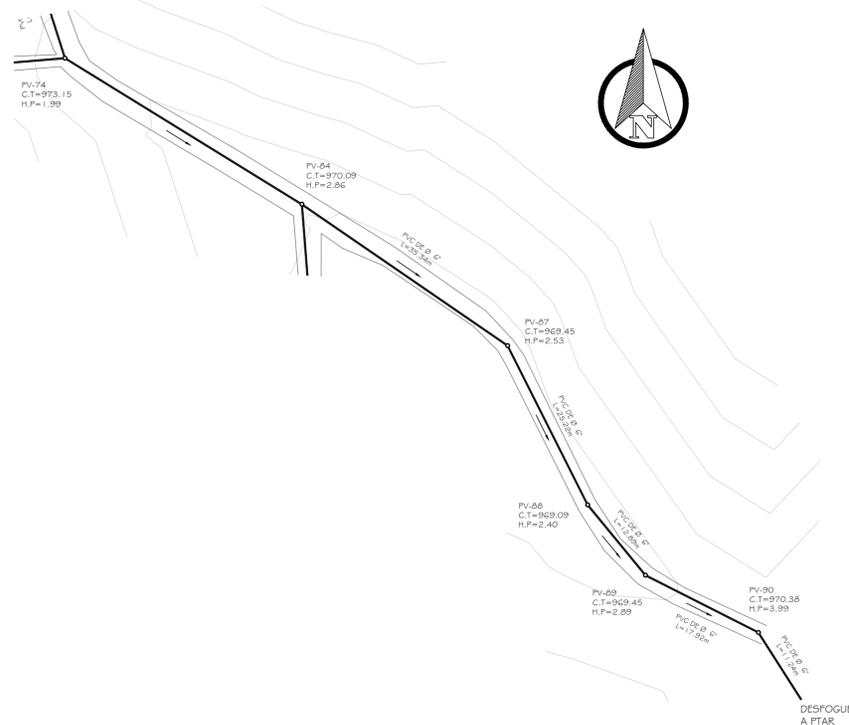
PERFIL DE POZO PV83 A PV74
ESCALA HORIZONTAL 1/500
VERTICAL 1/100



PERFIL DE POZO PV74 A PV90
ESCALA HORIZONTAL 1/500
VERTICAL 1/50



PLANTA DE POZO PV83 A PV74
ESCALA 1/500



PLANTA DE POZO PV74 A PV90
ESCALA 1/500

SIMBOLOGIA	
	POZO DE VISITA
	TUBERIA DE P.V.C
	DIRECCION DEL FLUJO
TUBERIA PVC NORMA ASTM F949	
	PV=XXX NUMERO DE POZO DE VISITA C.T.=XXX COTA DEL TERRENO H.F.=XXX ALTURA DE POZO DE VISITA CIS=XXX COTA INVERT DE SALIDA CIE=XXX COTA INVERT DE ENTRADA S=XXX PENDIENTE DE TUBERIA (%) L=XXX DISTANCIA HORIZONTAL



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE DEL GOLFO

EPS INGENIERIA

NOMBRE: RUDY ALONSO MORALES OLIVA. CARNET: 201700534

DISEÑO: RUDY MORALES
CALCULO: RUDY MORALES

DIBUJO: RUDY MORALES
FECHA: OCTUBRE 2022

CONTENIDO: PLANTA - PERFIL
ESCALA: INDICADA

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA EL CAULOTE

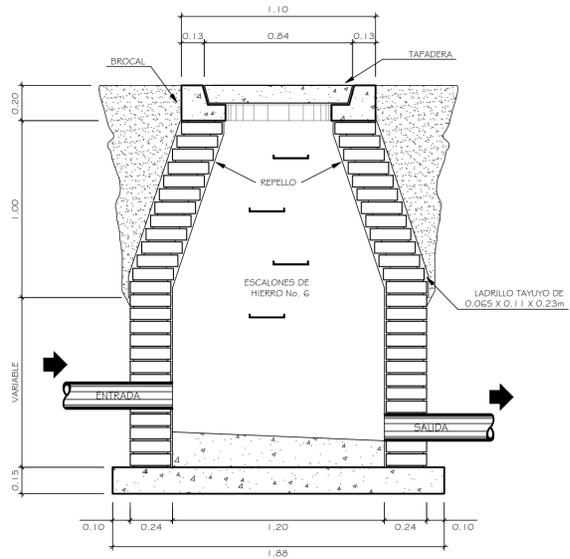
INGA. MAYRA GARCIA
ASESOR - SUPERVISOR

RUDY ALONSO MORALES OLIVA
EPESISTA DE INGENIERIA

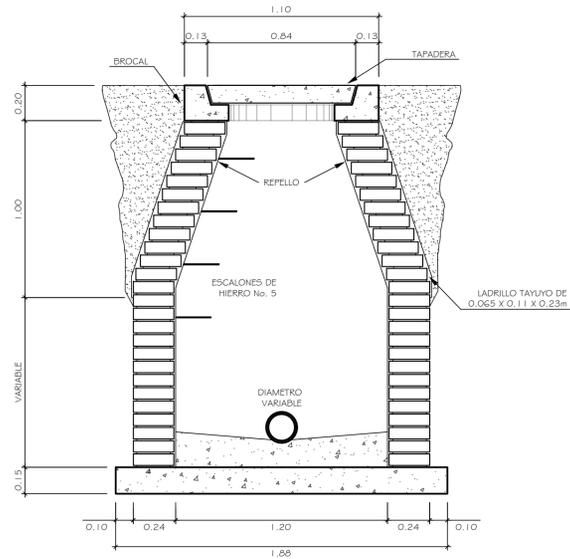
HOJA

9 / 14

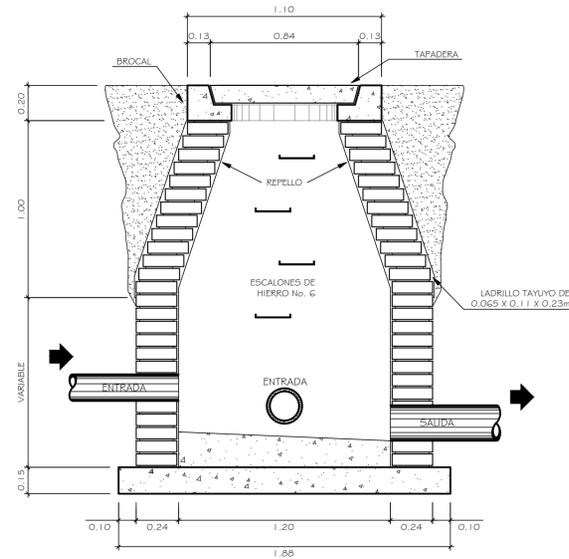
POZO DE VISITA TÍPICOS



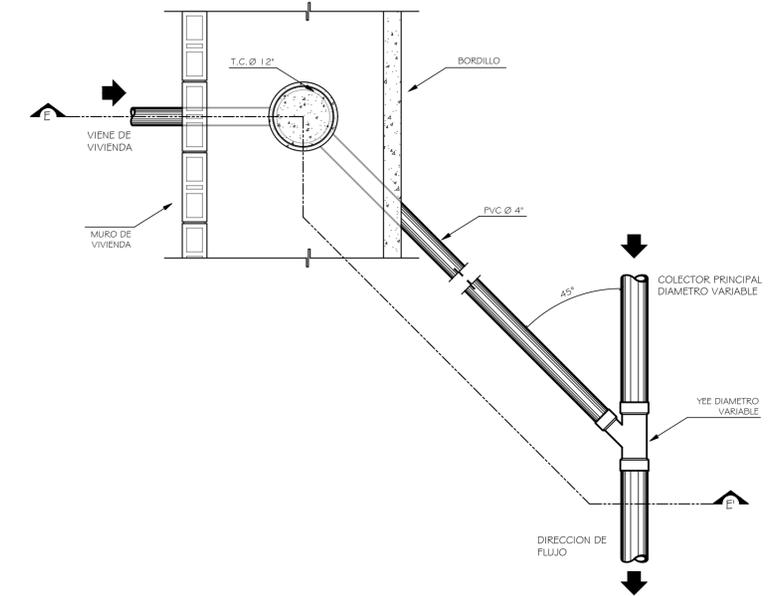
SECCION B-B'
ESCALA 1/20



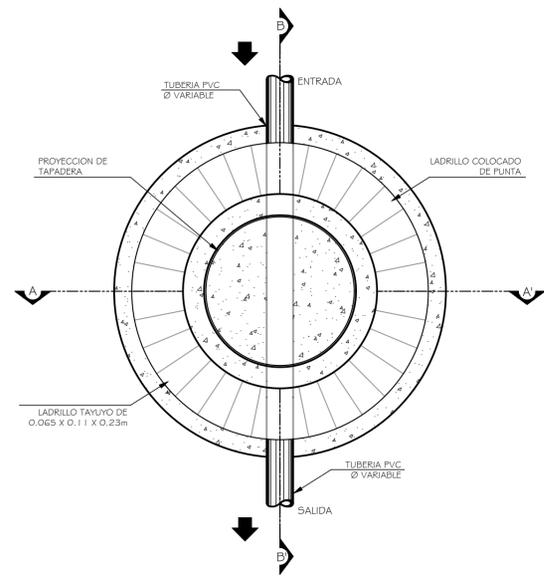
SECCION A-A'
ESCALA 1/20



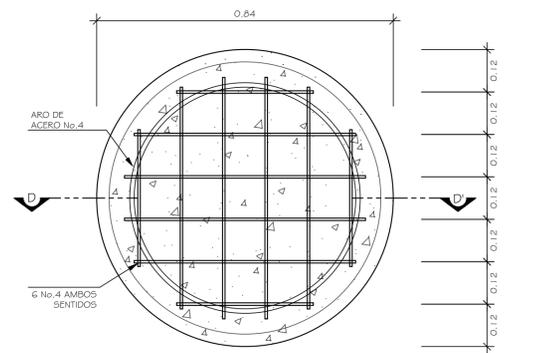
SECCION C-C'
ESCALA 1/20



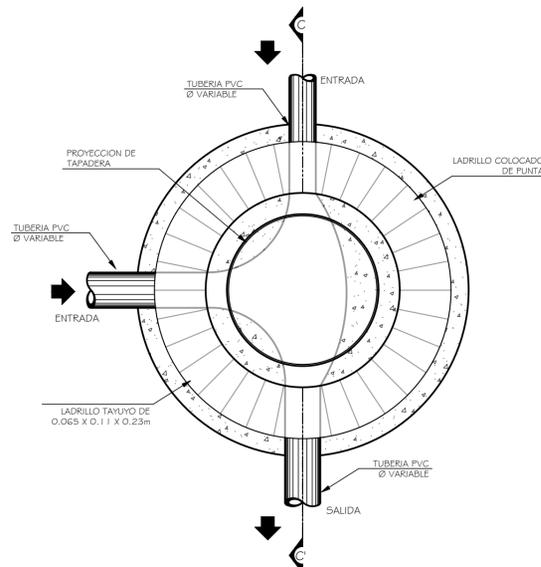
PLANTA DE CANDELA DOMICILIAR
ESCALA 1/20



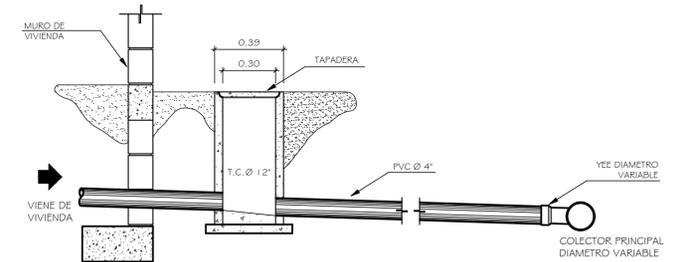
PLANTA DE POZO
ESCALA 1/20



PLANTA DE TAPADERA
ESCALA 1/10



PLANTA DE POZO CON 2 ENTRADAS
ESCALA 1/20

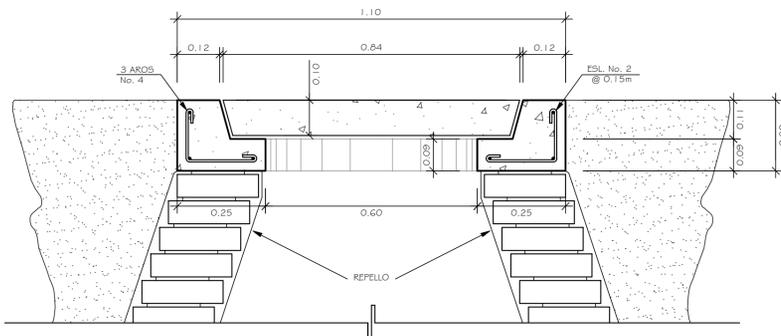


SECCION E-E'
ESCALA 1/20

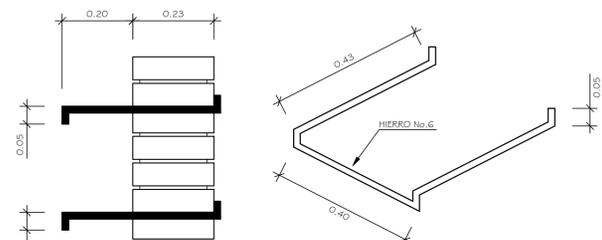


PLANTA DE TAPADERA
ESCALA 1/10

SECCION F-F'
ESCALA 1/10



DETALLE DEL BROCAL
ESCALA 1/10



DETALLE DEL ESCALON
ESCALA 1/10

ESPECIFICACIONES

EL MORTERO A UTILIZAR EN EL LEVANTADO DEL LADRILLO DE LOS POZOS DE VISITA SERA CON MORTERO CEMENTO - ARENA CON PROPORCION 1:3.

EL EXTERIOR E INTERIOR DE LOS POZOS DE VISITA SE REPELLARA CON MORTERO CEMENTO - ARENA CON PROPORCION 1:3, MEZCLANDO CON IMPERMEABILIZANTE PARA EVITAR LA CONTAMINACION Y LA ENTRADA DE AGUAS FREATICAS.

EL CONCRETO DEBERA TENER UNA RESISTENCIA A COMPRESION DE $f_c = 210 \text{ KG/CM}^2$ Y UNA PROPORCION 1:2:3.

EL ACERO DE REFUERZO SERA CON $f_y = 2610 \text{ KG/CM}^2$ (GRADO 40).

SE UTILIZARA CAMARA DE CAIDA EN LOS DE POZOS QUE TENGAN UNA DIFERENCIA DE 0.75M ENTRE LAS COTAS DE BATEA DE LAS TUBERIAS DE ENTRADA Y SALIDA.

LOS POZOS CON PROFUNDIDAD MAYORES DE 4 METROS UTILIZARAN REFUERZO DE CONCRETO ARMADO EN SUS PAREDES.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE DEL GOLFO

EPS INGENIERIA

NOMBRE: RUDY ALONSO MORALES OLIVA. CARNET: 201700534

CONTENIDO:
DETALLE DE POZO DE VISITA Y CANDELA DOMICILIAR

PROYECTO:
ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA EL CAULOTE

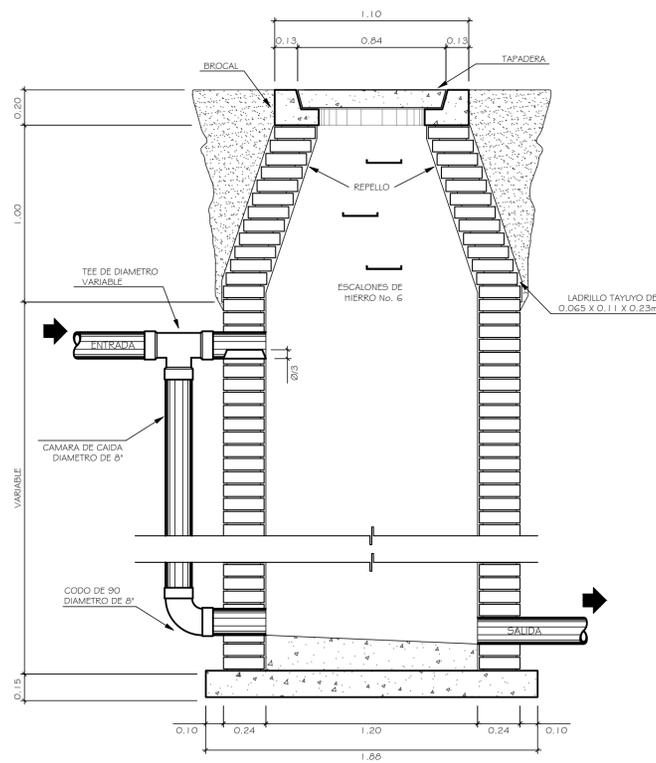
INGA. MAYRA GARCIA
ASESOR - SUPERVISOR

RUDY ALONSO MORALES OLIVA
EPESISTA DE INGENIERIA

HOJA

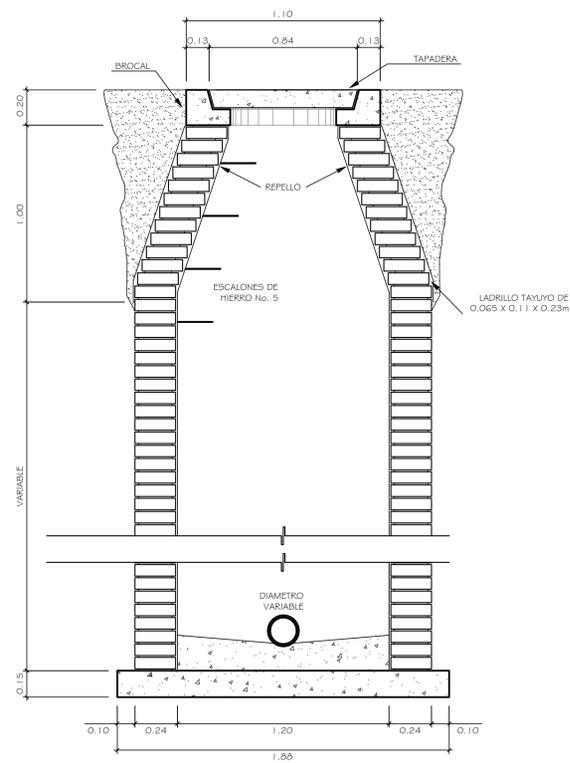
10
14

POZO DE VISITA TÍPICOS DE GRAN CAIDA



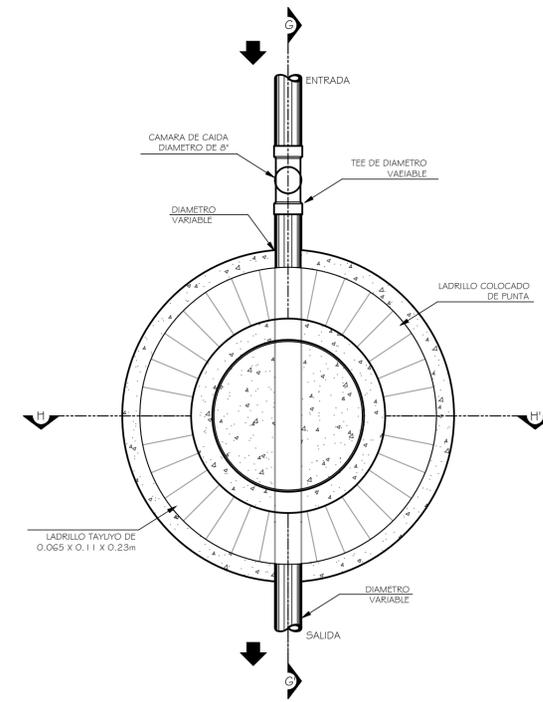
SECCION G-G' POZO DE GRAN CAIDA

ESCALA 1/20



SECCION H-H' POZO DE GRAN CAIDA

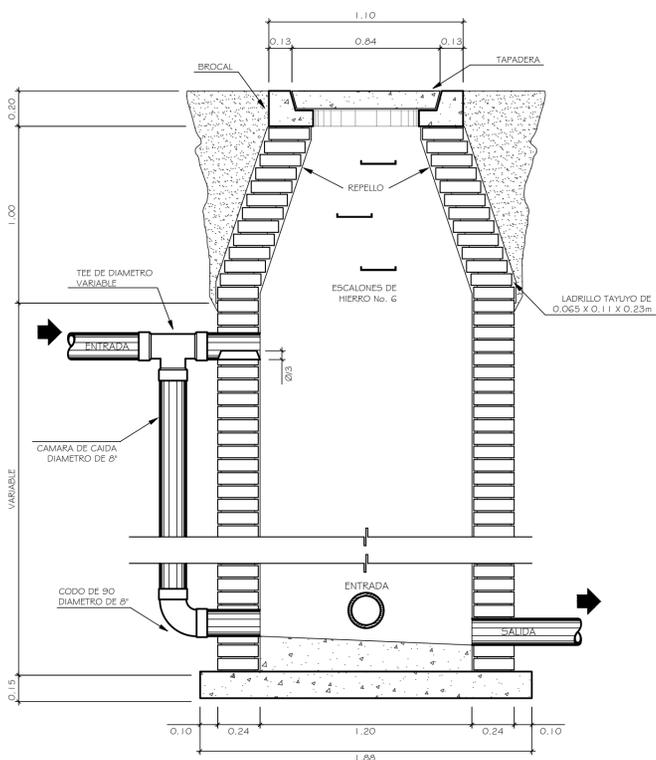
ESCALA 1/20



PLANTA DE POZO DE GRAN CAIDA

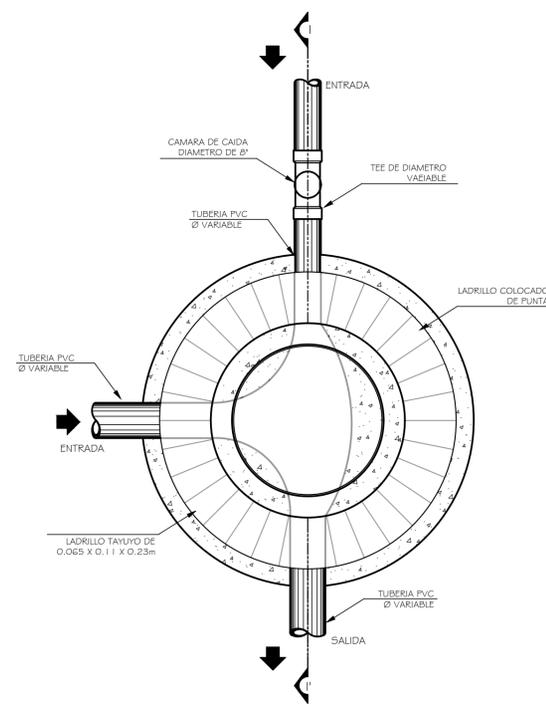
ESCALA 1/20

POZO DE VISITA DE GRAN CAIDA CON 2 ENTRADAS



SECCION I-I' POZO DE GRAN CAIDA

ESCALA 1/20



PLANTA DE POZO DE GRAN CAIDA CON 2 ENTRADAS

ESCALA 1/20

ESPECIFICACIONES

EL MORTERO A UTILIZAR EN EL LEVANTADO DEL LADRILLO DE LOS POZOS DE VISITA SERA CON MORTERO CEMENTO - ARENA CON PROPORCION 1:3.

EL EXTERIOR E INTERIOR DE LOS POZOS DE VISITA SE REPELLARA CON MORTERO CEMENTO - ARENA CON PROPORCION 1:3, MEZCLANDO CON IMPERMEABILIZANTE PARA EVITAR LA CONTAMINACION Y LA ENTRADA DE AGUAS FREATICAS.

EL CONCRETO DEBERA TENER UNA RESISTENCIA A COMPRESION DE $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$ Y UNA PROPORCION 1:2:3.

EL ACERO DE REFUERZO SERA CON $f_y = 2810 \text{ KG/CM}^2$ (GRADO 40).

SE UTILIZARA CAMARA DE CAIDA EN LOS POZOS QUE TENGAN UNA DIFERENCIA DE 0.75M ENTRE LAS COTAS DE BATEA DE LAS TUBERIAS DE ENTRADA Y SALIDA.

LOS POZOS CON PROFUNDIDAD MAYORES DE 4 METROS UTILIZARAN REFUERZO DE CONCRETO ARMADO EN SUS PAREDES.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE DEL GOLFO

EPS INGENIERIA

DISEÑO:
RUDY MORALES

CALCULO:
RUDY MORALES

NOMBRE: RUDY ALONSO MORALES OLIVA. CARNET: 201700534

DIBUJO:
RUDY MORALES

FECHA:
OCTUBRE 2022

CONTENIDO:
DETALLE DE POZO DE VISITA CON CAMARA DE CAIDA

ESCALA:
INDICADA

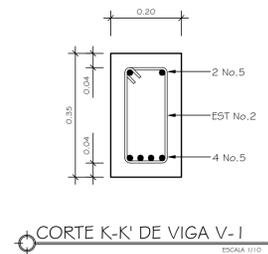
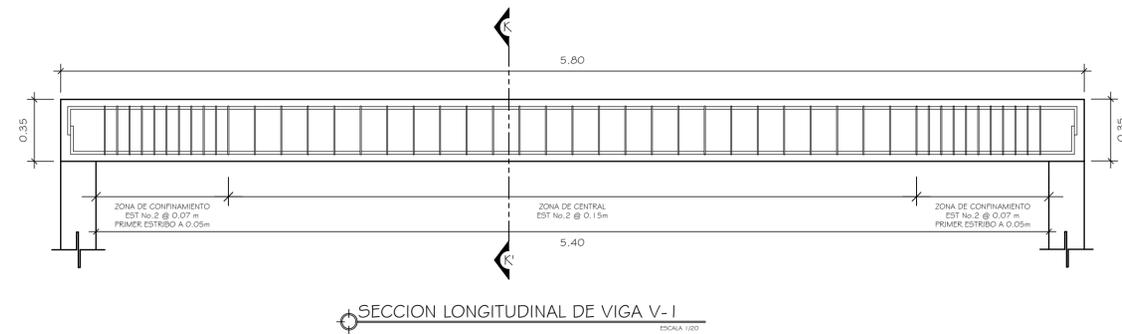
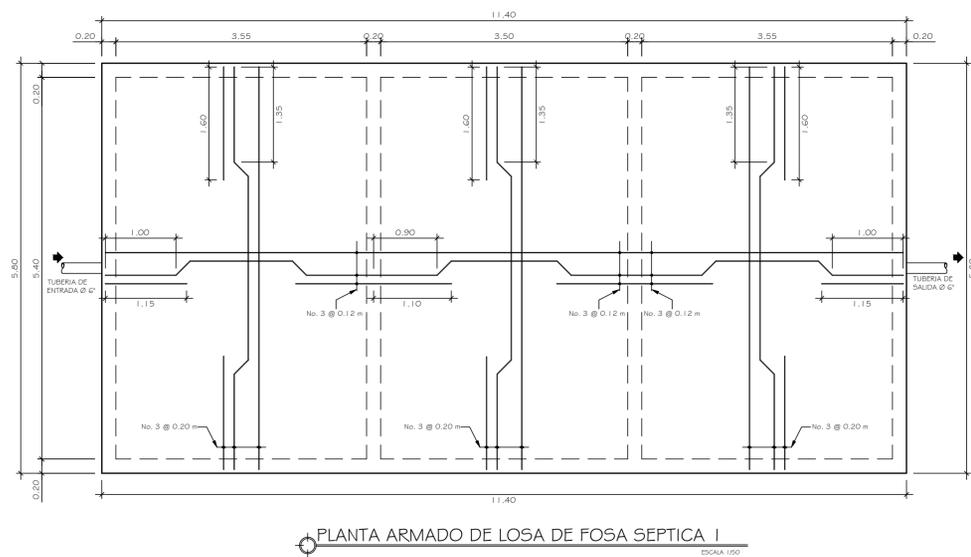
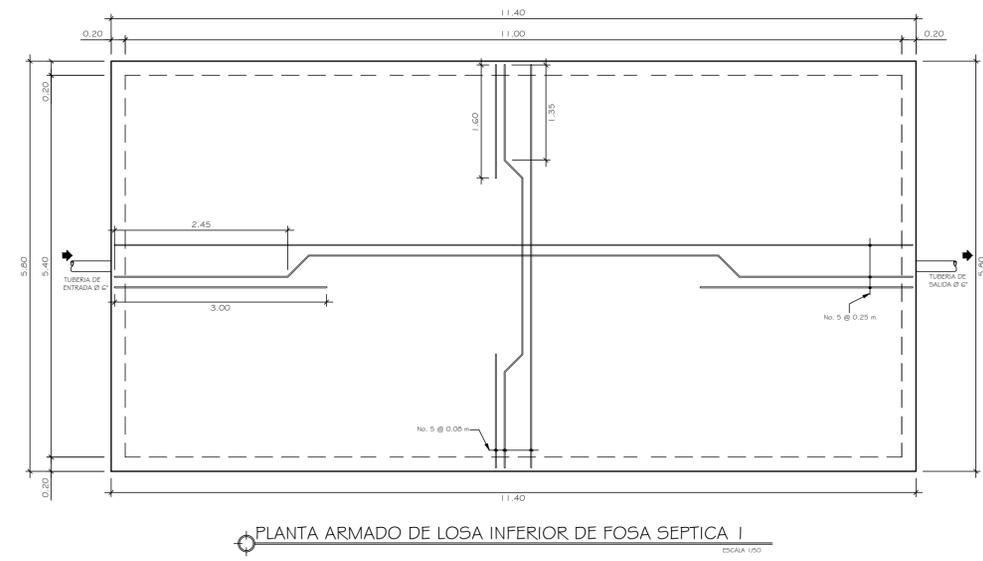
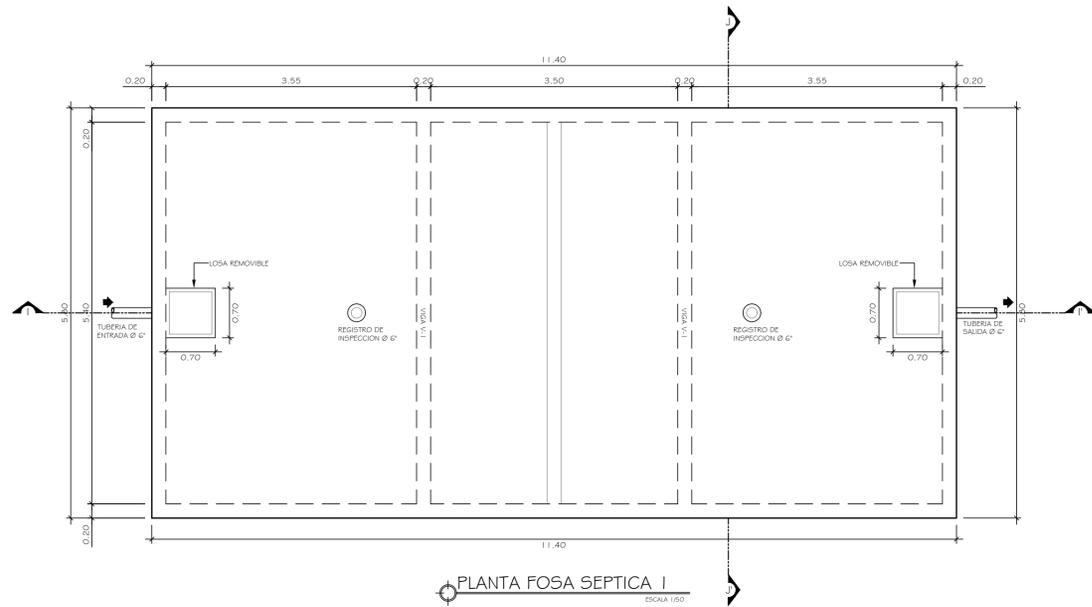
PROYECTO:
ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA EL CAULOTE

INGA. MAYRA GARCIA
ASESOR - SUPERVISOR

RUDY ALONSO MORALES OLIVA
EPESISTA DE INGENIERIA

HOJA

11 / 14



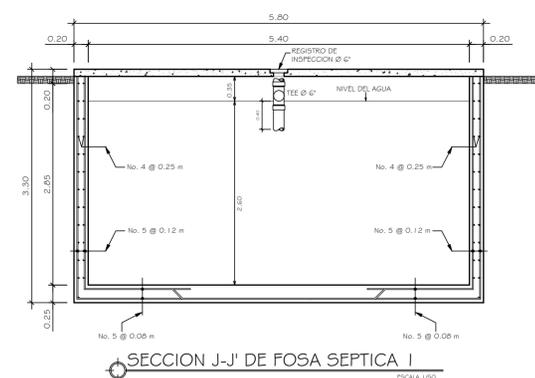
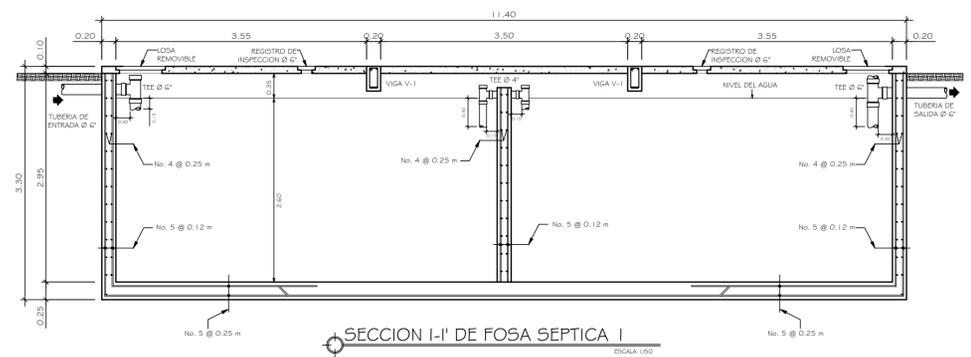
ESPECIFICACIONES

EL CONCRETO DEBERA TENER UNA RESISTENCIA A COMPRESION DE $FC=210$ KG/CM² Y UNA PROPORCION 1:2:3.

EL ACERO DE REFUERZO SERA CON $FY=2810$ KG/CM² (GRADO 40) EN EXCEPCION DE LA LOSA INFERIOR, QUE SERA DE $FY=4200$ KG/CM² (GRADO 60).

TODAS LAS TUBERIAS Y ACCESORIOS PARA LAS INSTALACIONES DE LA FOSA SEPTICA SERA DE PVC DE Ø 6".

LOS REGISTROS DE INSPECCION SERAN DE Ø 6".



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE DEL GOLFO

EPS INGENIERIA

DISEÑO:
RUDY MORALES

CALCULO:
RUDY MORALES

NOMBRE: RUDY ALONSO MORALES OLIVA. CARNET: 201700534

DIBUJO:
RUDY MORALES

FECHA:
OCTUBRE 2022

CONTENIDO:
DETALLE DE FOSA SEPTICA I

ESCALA:
INDICADA

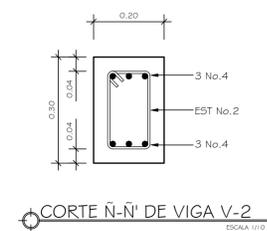
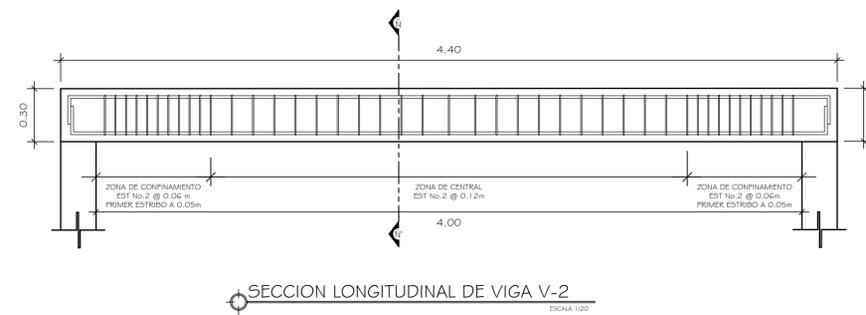
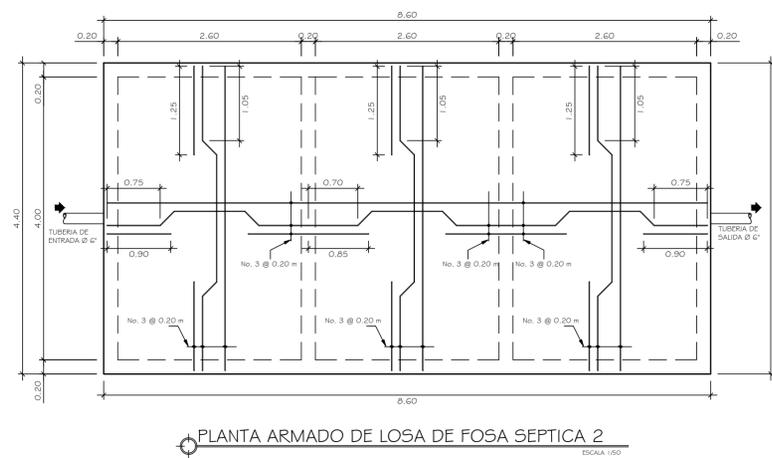
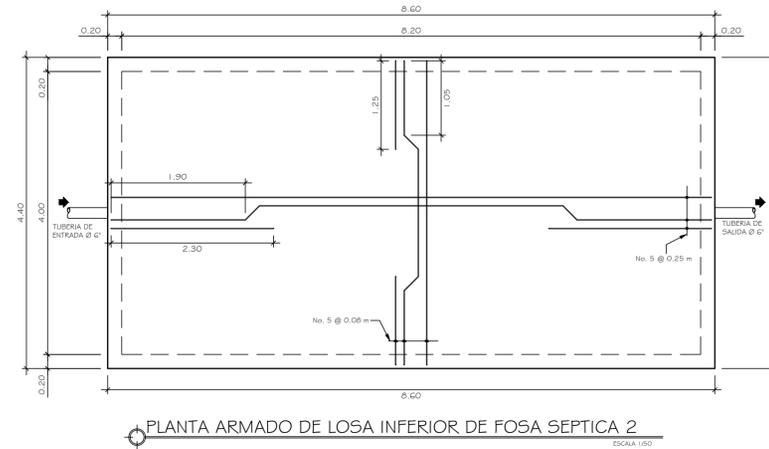
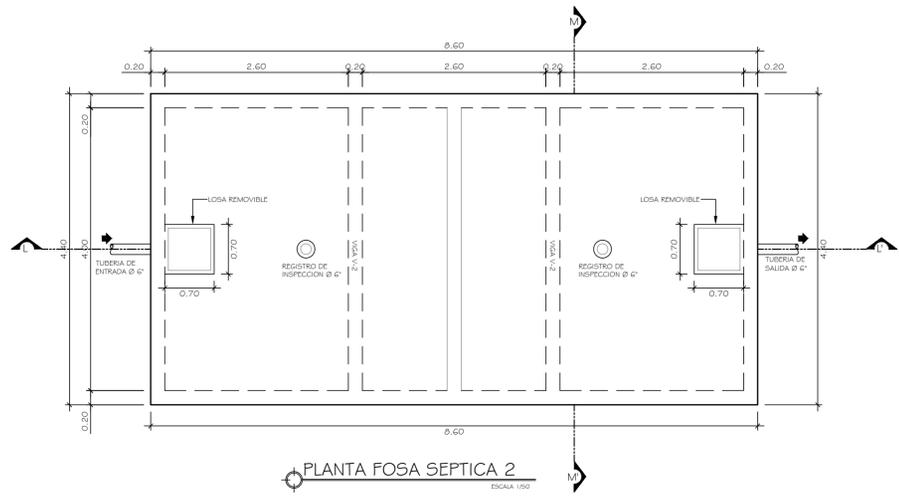
PROYECTO:
ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA EL CAULOTE

INGA. MAYRA GARCIA
ASESOR - SUPERVISOR

RUDY ALONSO MORALES OLIVA
EPESISTA DE INGENIERIA

HOJA

12
14



ESPECIFICACIONES

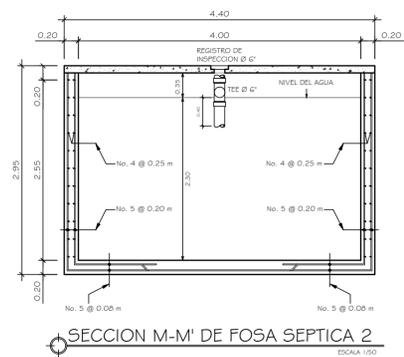
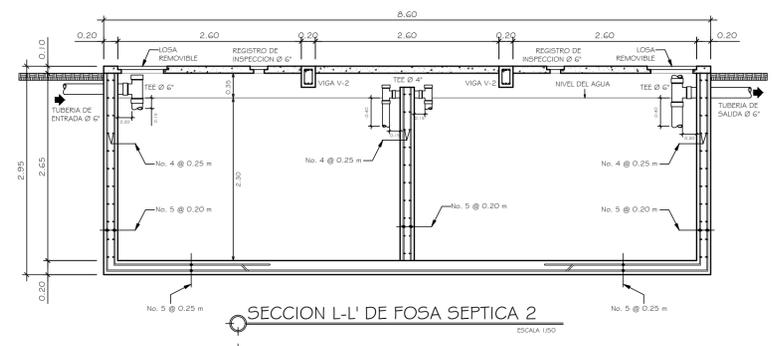
EL CONCRETO DEBERA TENER UNA RESISTENCIA A COMPRESION DE $FC=21$ O KG/CM^2 Y UNA PROPORCION 1:2:3.

EL ACERO DE REFUERZO SERA CON $FY=281$ O KG/CM^2 (GRADO 40).

TODAS LAS TUBERIAS Y ACCESORIOS PARA LAS INSTALACIONES DE LA FOSA SEPTICA Y POZO DE ABSORCION SERA DE PVC DE $\varnothing 6"$.

LOS REGISTROS DE INSPECCION SERAN DE $\varnothing 6"$.

EL MORTERO A UTILIZAR EN EL LEVANTADO DEL LADRILLO DE LOS POZOS DE ABSORCION SERA CON MORTERO CEMENTO - ARENA CON PROPORCION 1:3.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE DEL GOLFO

EPS INGENIERIA

DISEÑO: RUDY MORALES
CALCULO: RUDY MORALES

NOMBRE: RUDY ALONSO MORALES OLIVA. CARNET: 201700534

DIBUJO: RUDY MORALES
FECHA: OCTUBRE 2022

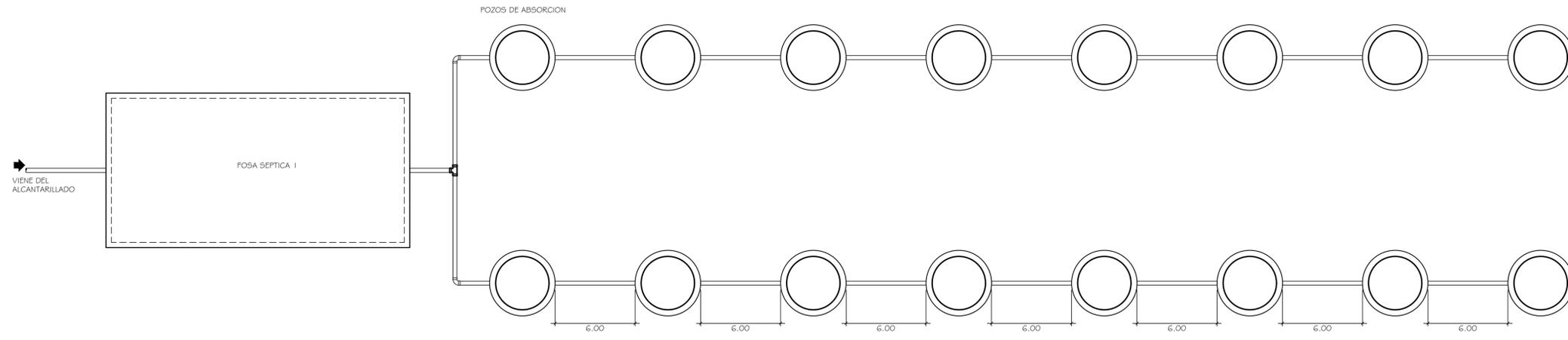
CONTENIDO: DETALLE DE FOSA SEPTICA 2
ESCALA: INDICADA

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA EL CAULOTE

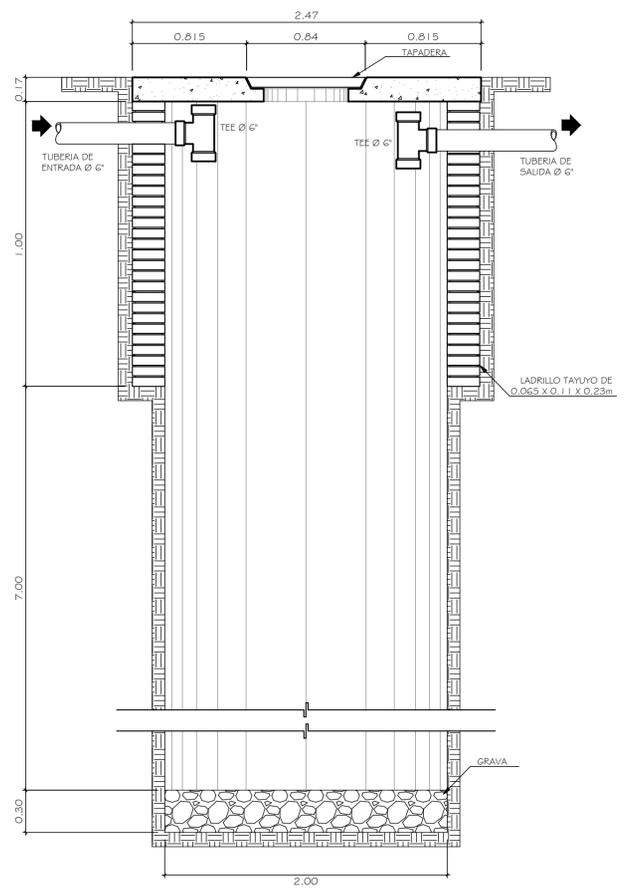
INGA. MAYRA GARCIA
ASESOR - SUPERVISOR

RUDY ALONSO MORALES OLIVA
EPESISTA DE INGENIERIA

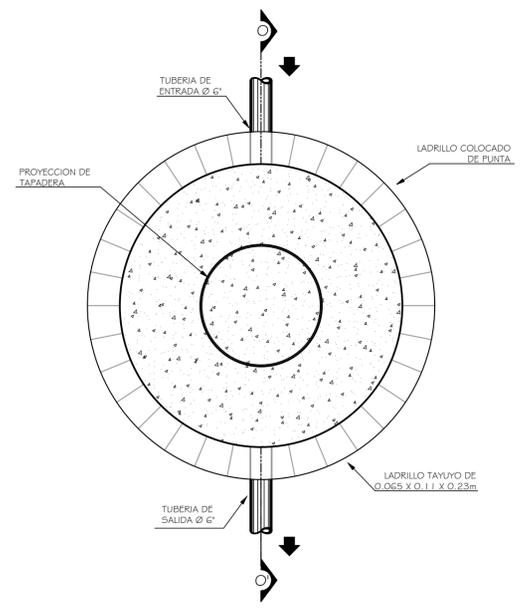
HOJA
13
14



ESQUEMA DE DESFOGUE DE E-20 A E-1
ESCALA 1/75

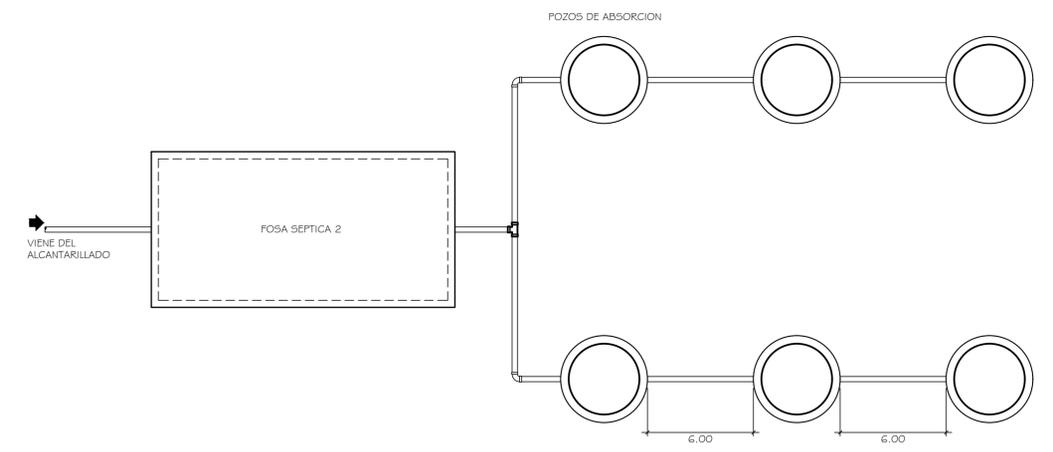


SECCION O-O'
ESCALA 1/25



PLANTA DE POZO DE ABSORCION
ESCALA 1/25

ESPECIFICACIONES
 EL MORTERO A UTILIZAR EN EL LEVANTADO DEL LADRILLO DE LOS POZOS DE ABSORCION SERA CON MORTERO CEMENTO - ARENA CON PROPORCION 1:3.
 EL CONCRETO DEBERA TENER UNA RESISTENCIA A COMPRESION DE $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$ Y UNA PROPORCION 1:2:3.
 EL ACERO DE REFUERZO SERA CON $f'y = 2810 \text{ KG/CM}^2$ (GRADO 40).
 TODAS LAS TUBERIAS Y ACCESORIOS PARA LA INSTALACION DE LOS POZOS DE ABSORCION SERA DE PVC DE Ø 6\"/>



ESQUEMA DE DESFOGUE DE E-46 A E-49
ESCALA 1/75



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE DEL GOLFO

EPS INGENIERIA		DISEÑO: RUDY MORALES	CALCULO: RUDY MORALES
NOMBRE: RUDY ALONSO MORALES OLIVA. CARNET: 201700534		DIBUJO: RUDY MORALES	FECHA: OCTUBRE 2022
CONTENIDO: POZO DE ABSORCION		ESCALA: INDICADA	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA EL CAULOTE			
INGA. MAYRA GARCIA ASESOR - SUPERVISOR		RUDY ALONSO MORALES OLIVA EPESISTA DE INGENIERIA	

Apéndice 4.

Diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea el Caulote

Nota. Tabla de cálculos que muestra los resultados del diseño del sistema de alcantarillado sanitario en la aldea El Caulote, San José del Golfo, Guatemala. Elaboración propia, realizado con Excel

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE DEL GOLFO

Proyecto: Sistema de alcantarillado sanitario
Ubicación: Aldea el Caulote, San José del Golfo

DE PV	A PV	COTAS TERRENO		DH (m)	S (%) TERRENO	No. DE CASAS		No. HABITANTES		FACTOR DE HARMOND		Q Dom (L/s)		Q Inf (L/s)	Q Ilícitas (L/s)		Q Sanitario (L/s)		f _{qm} calculado	f _{qm}	Q Dis (L/s)		DIAM (plg)	S (%) TUBO	SECC. LLENA		CONDICIONES HIDRAULICAS				Vel (m/s)		COTA INVERT		PROFUNDIDAD DE POZO		ANCHO ZANJA (m)	EXCAVACION m ³				
		INICIO	FINAL			LOCAL	ACUMULADA	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO		ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO			ACTUAL	FUTURO			ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO			ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO
		RELACION (g/O)	RELACION (g/V)			RELACION (d/D)	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL		FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL			FUTURO	ACTUAL			FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL			FUTURO	ACTUAL	FUTURO	
24	23	1006.89	1005.88	30.04	3.36	9	9	45	130	4.3237	4.2106	0.0417	0.1204	0.1134	0.0083	0.0241	0.1634	0.2578	0.00198	0.002	0.39	1.09	6	3.36	2.08	37.87	0.010275	0.028908	0.322342	0.442883	0.071	0.117	0.67	0.92	1005.54	1004.53	1.50	1.50	0.55	24.78		
23	22	1005.88	1004.38	30.34	4.94	2	11	55	159	4.3062	4.1827	0.0509	0.1472	0.1134	0.0102	0.0294	0.1745	0.2901	0.00182	0.002	0.47	1.33	6	4.94	2.52	45.92	0.010315	0.028964	0.325255	0.442883	0.072	0.117	0.82	1.11	1004.50	1003.00	1.53	1.53	0.55	25.53		
22	21	1004.38	1004.97	9.68	-6.10	2	13	65	188	4.2903	4.1577	0.0602	0.1741	0.1134	0.0120	0.0348	0.1856	0.3223	0.00171	0.002	0.56	1.56	6	2.00	1.60	29.21	0.010905	0.053522	0.390908	0.531449	0.096	0.157	0.63	0.85	1002.97	1002.78	1.56	2.34	0.65	12.27		
21	20	1004.97	1003.80	23.79	4.92	6	19	95	274	4.2496	4.0950	0.0880	0.2537	0.1134	0.0176	0.0507	0.2190	0.4178	0.00152	0.002	0.81	2.24	6	4.00	2.26	41.31	0.019547	0.054326	0.393487	0.533517	0.097	0.158	0.89	1.21	1002.75	1001.80	2.37	2.15	0.65	34.95		
20	25	1003.80	998.50	22.57	23.47	2	21	105	303	4.2377	4.0766	0.0972	0.2806	0.1134	0.0194	0.0561	0.2301	0.4501	0.00149	0.002	0.89	2.47	6	18.00	4.80	87.63	0.010156	0.028193	0.322342	0.438117	0.071	0.115	1.55	2.10	1001.05	996.99	2.90	1.66	0.65	33.46		
25	26	998.50	995.81	13.82	19.46	0	21	105	303	4.2377	4.0766	0.0972	0.2806	0.1134	0.0194	0.0561	0.2301	0.4501	0.00149	0.002	0.89	2.47	6	19.46	5.00	91.12	0.009766	0.027112	0.319412	0.433316	0.070	0.113	1.60	2.16	996.96	994.27	1.69	1.69	0.55	12.85		
26	27	995.81	993.97	13.36	13.77	1	22	110	318	4.2320	4.0675	0.1019	0.2944	0.1134	0.0204	0.0589	0.2356	0.4667	0.00147	0.002	0.93	2.59	6	13.77	4.20	76.65	0.012147	0.033751	0.339587	0.463893	0.077	0.126	1.43	1.95	994.24	992.40	1.72	1.72	0.55	12.64		
27	28	993.97	991.95	19.01	10.63	4	26	130	376	4.2106	4.0348	0.1204	0.3481	0.1134	0.0241	0.0696	0.2578	0.5312	0.00141	0.002	1.09	3.03	6	10.63	3.69	67.33	0.016261	0.045067	0.372532	0.506117	0.089	0.145	1.37	1.87	992.37	990.35	1.75	1.75	0.55	18.30		
28	29	991.95	990.90	26.95	3.90	3	29	145	419	4.1958	4.0125	0.1343	0.3880	0.1134	0.0269	0.0776	0.2745	0.5790	0.00138	0.002	1.22	3.36	6	3.90	2.23	40.77	0.029847	0.082480	0.447612	0.604001	0.119	0.194	1.00	1.35	990.32	989.27	1.78	1.78	0.55	26.38		
29	30	990.90	990.46	18.15	2.42	3	32	160	462	4.1818	3.9916	0.1481	0.4278	0.1134	0.0296	0.0856	0.2912	0.6267	0.00136	0.002	1.34	3.69	6	2.42	1.76	32.16	0.041613	0.114694	0.493076	0.666604	0.139	0.229	0.87	1.17	989.24	988.80	1.81	1.81	0.55	18.07		
30	31	990.46	989.87	22.98	2.57	2	34	170	491	4.1729	3.9783	0.1574	0.4546	0.1134	0.0315	0.0909	0.3023	0.6590	0.00134	0.002	1.42	3.91	6	2.57	1.81	33.09	0.042872	0.118048	0.497452	0.671122	0.141	0.232	0.90	1.22	988.77	988.18	1.84	1.84	0.55	23.26		
31	32	989.87	988.77	23.14	4.75	2	36	180	520	4.1644	3.9654	0.1667	0.4815	0.1134	0.0333	0.0963	0.3134	0.6912	0.00133	0.002	1.50	4.12	6	4.75	2.47	45.03	0.033292	0.091582	0.461593	0.622332	0.125	0.204	1.14	1.54	988.15	987.05	1.87	1.87	0.55	23.80		
32	33	988.77	988.32	7.39	6.09	0	36	180	520	4.1644	3.9654	0.1667	0.4815	0.1134	0.0333	0.0963	0.3134	0.6912	0.00133	0.002	1.50	4.12	6	6.09	2.79	50.97	0.029415	0.080917	0.445252	0.600274	0.118	0.192	1.24	1.68	987.02	986.57	1.90	1.90	0.55	7.72		
20.1	19	1003.83	1003.52	10.94	2.83	1	1	5	14	4.4392	4.3994	0.0046	0.0130	0.1134	0.0009	0.0026	0.1190	0.1290	0.00921	0.002	0.04	0.12	6	7.00	3.00	54.64	0.000812	0.002254	0.149945	0.203503	0.022	0.035	0.45	0.61	1002.48	1001.71	1.50	1.96	0.55	10.41		
19	18	1003.52	1003.11	15.64	2.62	3	4	20	58	4.3805	4.3012	0.0185	0.0537	0.1134	0.0037	0.0107	0.1356	0.1778	0.00307	0.002	0.18	0.50	6	4.00	2.26	41.31	0.004242	0.012079	0.246749	0.339587	0.047	0.077	0.56	0.77	1001.65	1001.02	2.24	2.24	0.65	21.65		
18	17	1003.11	1003.11	33.30	0.00	1	5	25	72	4.3669	4.2800	0.0231	0.0667	0.1134	0.0046	0.0133	0.1412	0.1934	0.00269	0.002	0.22	0.62	6	3.00	1.96	35.77	0.006104	0.017229	0.276517	0.377842	0.056	0.091	0.54	0.74	1000.99	999.99	2.27	3.27	0.65	59.96		
17	16	1003.11	1003.55	24.72	-1.78	2	7	35	101	4.3436	4.2424	0.0324	0.0935	0.1134	0.0065	0.0187	0.1523	0.2256	0.00223	0.002	0.30	0.86	6	2.00	1.60	29.21	0.010410	0.029329	0.325255	0.445252	0.072	0.118	0.52	0.71	999.96	999.47	3.20	4.23	0.75	69.80		
16	15	1003.55	1004.08	33.52	-1.58	5	12	60	173	4.2980	4.1703	0.0556	0.1602	0.1134	0.0111	0.0320	0.1801	0.3056	0.00177	0.002	0.52	1.44	6	2.00	1.60	29.21	0.017658	0.049401	0.380479	0.518904	0.092	0.151	0.61	0.83	999.44	998.77	4.26	5.46	0.75	122.18		
15	14	1004.08	1002.92	54.55	2.13	4	16	80	231	4.2689	4.1246	0.0741	0.2139	0.1134	0.0148	0.0428	0.2023	0.3701	0.00160	0.002	0.68	1.91	6	1.60	1.43	26.12	0.026144	0.072940	0.428476	0.583240	0.111	0.183	0.61	0.84	998.74	997.87	5.49	5.20	0.75	218.68		
14	13	1002.92	1002.22	17.85	3.92	2	18	90	260	4.2558	4.1043	0.0833	0.2407	0.1134	0.0167	0.0481	0.2134	0.4023	0.00155	0.002	0.77	2.13	6	1.50	1.39	25.30	0.030284	0.084372	0.447612	0.607708	0.119	0.196	0.62	0.84	997.84	997.57	5.23	4.80	0.75	67.14		
13	12	1002.22	1001.89	22.82	1.45	2	20	100	289	4.2436	4.0853	0.0926	0.2676	0.1134	0.0185	0.0535	0.2245	0.4345	0.00140	0.002	0.85	2.36	6	1.35	1.32	24.00	0.033667	0.094000	0.470746	0.636643	0.129	0.212	0.62	0.84	997.54	997.23	4.83	4.81	0.75	82.49		
12	11	1001.89	1002.44	22.89	-2.40	2	22	110	318	4.2320	4.0675	0.1019	0.2944	0.1134	0.0204	0.0589	0.2356	0.4667	0.00147	0.002	0.93	2.59	6	1.15	1.21	22.15	0.042036	0.116801	0.495268	0.669441	0.140	0.231	0.60	0.81	997.20	996.94	4.84	5.65	0.75	90.04		
11	10	1002.44	1002.55	21.38	-0.51	3	25	125	361	4.2158	4.0429	0.1157	0.3343	0.1134	0.0231	0.0669	0.2523	0.5145	0.00143	0.002	1.05	2.92	6	1.10	1.19	21.66	0.048655	0.134754	0.516790	0.697453	0.150	0.248	0.61	0.83	996.91	996.67	5.68	6.03	0.75	93.88		
10	9	1002.55	1002.23	30.09	1.06	5	30	150	433	4.1910	4.0056	0.1389	0.4009	0.1134	0.0278	0.0802	0.2801	0.5945	0.00137	0.002	1.26	3.47	6	1.00	1.13	20.65	0.060876	0.167953	0.551845	0.742568	0.167	0.277	0.62	0.84	996.64	996.34	6.06	6.04	0.75	136.53		
9	8	1002.23	1001.88	42.35	0.83	5	35	175	506	4.1686	3.9716	0.1620	0.4685	0.1134	0.0324	0.0937	0.3078	0.6756	0.00134	0.002	1.46	4.02	6	0.83	1.03	18.78	0.077707	0.214062	0.594644	0.795670	0.189	0.314	0.61	0.82	996.31	996.96	6.					

ANEXOS

A continuación, se muestran las tablas de coeficientes de momentos del método 3 del ACI, para el diseño de losas macizas; los resultados de los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos de las muestras de agua del pozo mecánico de la aldea El Caulote y la evaluación ambiental inicial de los proyectos.

Anexo 1.

Tablas de coeficiente para momentos del método 3 ACI

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00	<input type="checkbox"/>								
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.045 0.045	0.076	0.050 0.050	0.075	0.071	0.071	0.033 0.061	0.061 0.033
0.95		0.050 0.041	0.072	0.055 0.045	0.079	0.075	0.067	0.038 0.056	0.065 0.029
0.90		0.055 0.037	0.070	0.060 0.040	0.080	0.079	0.062	0.043 0.052	0.068 0.025
0.85		0.060 0.031	0.065	0.066 0.034	0.082	0.083	0.057	0.049 0.046	0.072 0.021
0.80		0.065 0.027	0.061	0.071 0.029	0.083	0.086	0.051	0.055 0.041	0.075 0.017
0.75		0.069 0.022	0.056	0.076 0.024	0.085	0.088	0.044	0.061 0.036	0.078 0.014
0.70		0.074 0.017	0.050	0.081 0.019	0.086	0.091	0.038	0.068 0.029	0.081 0.011
0.65		0.077 0.014	0.043	0.085 0.015	0.087	0.093	0.031	0.074 0.024	0.083 0.008
0.60		0.081 0.010	0.035	0.089 0.011	0.088	0.095	0.024	0.080 0.018	0.085 0.006
0.55		0.084 0.007	0.028	0.092 0.008	0.089	0.096	0.019	0.085 0.014	0.086 0.005
0.50		0.086 0.006	0.022	0.094 0.006	0.090	0.097	0.014	0.089 0.010	0.088 0.003

Continuación del anexo 1.

Relación	Caso1	Caso2	Caso3	Caso4	Caso5	Caso6	Caso7	Caso8	Caso9
l_b	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.00	$C_{a,dl}$ 0.036 $C_{b,dl}$ 0.036	0.018 0.018	0.018 0.027	0.027 0.027	0.027 0.018	0.033 0.027	0.027 0.033	0.020 0.023	0.023 0.020
0.95	$C_{a,dl}$ 0.040 $C_{b,dl}$ 0.033	0.020 0.016	0.021 0.025	0.030 0.024	0.028 0.015	0.036 0.024	0.031 0.031	0.022 0.021	0.024 0.017
0.90	$C_{a,dl}$ 0.045 $C_{b,dl}$ 0.029	0.022 0.014	0.025 0.024	0.033 0.022	0.029 0.013	0.039 0.021	0.035 0.028	0.025 0.019	0.026 0.015
0.85	$C_{a,dl}$ 0.050 $C_{b,dl}$ 0.026	0.024 0.012	0.029 0.022	0.036 0.019	0.031 0.011	0.042 0.017	0.040 0.025	0.029 0.017	0.028 0.013
0.80	$C_{a,dl}$ 0.056 $C_{b,dl}$ 0.023	0.026 0.011	0.034 0.020	0.039 0.016	0.032 0.009	0.045 0.015	0.045 0.022	0.032 0.015	0.029 0.010
0.75	$C_{a,dl}$ 0.061 $C_{b,dl}$ 0.019	0.028 0.009	0.040 0.018	0.043 0.013	0.033 0.007	0.048 0.012	0.051 0.020	0.036 0.013	0.031 0.007
0.70	$C_{a,dl}$ 0.068 $C_{b,dl}$ 0.016	0.030 0.007	0.046 0.016	0.046 0.011	0.035 0.005	0.051 0.009	0.058 0.017	0.040 0.011	0.033 0.006
0.65	$C_{a,dl}$ 0.074 $C_{b,dl}$ 0.013	0.032 0.006	0.054 0.014	0.050 0.009	0.036 0.004	0.054 0.007	0.065 0.014	0.044 0.009	0.034 0.005
0.60	$C_{a,dl}$ 0.081 $C_{b,dl}$ 0.010	0.034 0.004	0.062 0.011	0.053 0.007	0.037 0.003	0.056 0.006	0.073 0.012	0.048 0.007	0.036 0.004
0.55	$C_{a,dl}$ 0.088 $C_{b,dl}$ 0.008	0.035 0.003	0.071 0.009	0.056 0.005	0.038 0.002	0.058 0.004	0.081 0.009	0.052 0.005	0.037 0.003
0.50	$C_{a,dl}$ 0.095 $C_{b,dl}$ 0.006	0.037 0.002	0.080 0.007	0.059 0.004	0.039 0.001	0.061 0.003	0.089 0.007	0.056 0.004	0.038 0.002

Continuación del anexo 1.

Relación	Caso1	Caso2	Caso3	Caso4	Caso5	Caso6	Caso7	Caso8	Caso9
l_b	<input type="checkbox"/>								
1.00	$C_{a,dt}$ 0.036	0.018	0.018	0.027	0.027	0.033	0.027	0.020	0.023
	$C_{b,dt}$ 0.036	0.018	0.027	0.027	0.018	0.027	0.033	0.023	0.020
0.95	$C_{a,dt}$ 0.040	0.020	0.021	0.030	0.028	0.036	0.031	0.022	0.024
	$C_{b,dt}$ 0.033	0.016	0.025	0.024	0.015	0.024	0.031	0.021	0.017
0.90	$C_{a,dt}$ 0.045	0.022	0.025	0.033	0.029	0.039	0.035	0.025	0.026
	$C_{b,dt}$ 0.029	0.014	0.024	0.022	0.013	0.021	0.028	0.019	0.015
0.85	$C_{a,dt}$ 0.050	0.024	0.029	0.036	0.031	0.042	0.040	0.029	0.028
	$C_{b,dt}$ 0.026	0.012	0.022	0.019	0.011	0.017	0.025	0.017	0.013
0.80	$C_{a,dt}$ 0.056	0.026	0.034	0.039	0.032	0.045	0.045	0.032	0.029
	$C_{b,dt}$ 0.023	0.011	0.020	0.016	0.009	0.015	0.022	0.015	0.010
0.75	$C_{a,dt}$ 0.061	0.028	0.040	0.043	0.033	0.048	0.051	0.036	0.031
	$C_{b,dt}$ 0.019	0.009	0.018	0.013	0.007	0.012	0.020	0.013	0.007
0.70	$C_{a,dt}$ 0.068	0.030	0.046	0.046	0.035	0.051	0.058	0.040	0.033
	$C_{b,dt}$ 0.016	0.007	0.016	0.011	0.005	0.009	0.017	0.011	0.006
0.65	$C_{a,dt}$ 0.074	0.032	0.054	0.050	0.036	0.054	0.065	0.044	0.034
	$C_{b,dt}$ 0.013	0.006	0.014	0.009	0.004	0.007	0.014	0.009	0.005
0.60	$C_{a,dt}$ 0.081	0.034	0.062	0.053	0.037	0.056	0.073	0.048	0.036
	$C_{b,dt}$ 0.010	0.004	0.011	0.007	0.003	0.006	0.012	0.007	0.004
0.55	$C_{a,dt}$ 0.088	0.035	0.071	0.056	0.038	0.058	0.081	0.052	0.037
	$C_{b,dt}$ 0.008	0.003	0.009	0.005	0.002	0.004	0.009	0.005	0.003
0.50	$C_{a,dt}$ 0.095	0.037	0.080	0.059	0.039	0.061	0.089	0.056	0.038
	$C_{b,dt}$ 0.006	0.002	0.007	0.004	0.001	0.003	0.007	0.004	0.002

Continuación del anexo 1.

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00	$C_{a,II}$ 0.036 $C_{b,II}$ 0.036	0.027 0.027	0.027 0.032	0.032 0.032	0.032 0.027	0.035 0.032	0.032 0.035	0.028 0.030	0.030 0.028
0.95	$C_{a,II}$ 0.040 $C_{b,II}$ 0.033	0.030 0.025	0.031 0.029	0.035 0.029	0.034 0.024	0.038 0.029	0.036 0.032	0.031 0.027	0.032 0.025
0.90	$C_{a,II}$ 0.045 $C_{b,II}$ 0.029	0.034 0.022	0.035 0.027	0.039 0.026	0.037 0.021	0.042 0.025	0.040 0.029	0.035 0.024	0.036 0.022
0.85	$C_{a,II}$ 0.050 $C_{b,II}$ 0.026	0.037 0.019	0.040 0.024	0.043 0.023	0.041 0.019	0.046 0.022	0.045 0.026	0.040 0.022	0.039 0.020
0.80	$C_{a,II}$ 0.056 $C_{b,II}$ 0.023	0.041 0.017	0.045 0.022	0.048 0.020	0.044 0.016	0.051 0.019	0.051 0.023	0.044 0.019	0.042 0.017
0.75	$C_{a,II}$ 0.061 $C_{b,II}$ 0.019	0.045 0.014	0.051 0.019	0.052 0.016	0.047 0.013	0.055 0.016	0.056 0.020	0.049 0.016	0.046 0.013
0.70	$C_{a,II}$ 0.068 $C_{b,II}$ 0.016	0.049 0.012	0.057 0.016	0.057 0.014	0.051 0.011	0.060 0.013	0.063 0.017	0.054 0.014	0.050 0.011
0.65	$C_{a,II}$ 0.074 $C_{b,II}$ 0.013	0.053 0.010	0.064 0.014	0.062 0.011	0.055 0.009	0.064 0.010	0.070 0.014	0.059 0.011	0.054 0.009
0.60	$C_{a,II}$ 0.081 $C_{b,II}$ 0.010	0.058 0.007	0.071 0.011	0.067 0.009	0.059 0.007	0.068 0.008	0.077 0.011	0.065 0.009	0.059 0.007
0.55	$C_{a,II}$ 0.088 $C_{b,II}$ 0.008	0.062 0.006	0.080 0.009	0.072 0.007	0.063 0.005	0.073 0.006	0.085 0.009	0.070 0.007	0.063 0.006
0.50	$C_{a,II}$ 0.095 $C_{b,II}$ 0.006	0.066 0.004	0.088 0.007	0.077 0.005	0.067 0.004	0.078 0.005	0.092 0.007	0.076 0.005	0.067 0.004

Nota. Tablas para el cálculo de momentos de carga última y combinación de cargas para losas. Obtenida de Nilson, H., & Ambrose, J. (2001). *Diseño de estructuras de concreto*. (p. 378.) McGraw-Hill.

Anexo 2.

Análisis fisicoquímico



LABORATORIO INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
La calidad y confiabilidad nos acreditan

Fecha: 16/01/2023	INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS	Pág. 01/02
-------------------	--	------------

Datos del Cliente		Identificación de Muestra	
Empresa	Municipalidad de San José del Golfo	Tipo de muestra	Agua de Pozo
Dirección	San José del Golfo	Lugar de captación	Pozo El Caulote
Remitido por	Rudy Morales	Fecha y hora de captación	11/01/2023 7:30 hrs.
Teléfono:	3088 6763	Identificación de Muestra	Grifo del Pozo El Caulote

Datos Ingreso al Laboratorio			
Código	AP0012023	Captada por	El Cliente
Fecha y hora de ingreso	11/01/2023 10:30 hrs	Temperatura de Ingreso	20 °C
Fecha y hora de análisis	11/01/2023 11:00 hrs	Tipo de recipiente	Plástico

Resultados Análisis Organolépticos y Fisicoquímicos						
Parámetro	Dimensional	Método	Limite de detección	Resultado	LIMITE MÁXIMO ADMISIBLE*	LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE*
Temperatura	°C	Apera PC60-Z adaptado SMWW-2550B	0.0 a +100.0	20.0	-----	-----
Cloro residual libre	mg/L Cl ₂	Hach 10069 adaptado SMWW-4500Cl G	0.1 a 10.0	<0.1	0.5	1.0
Olor	R / NR	Organoléptico adaptado SMWW-2150B	-----	NR	NR	NR
Apariencia	R / NR	Visual adaptado SMWW-2110	-----	NR	-----	-----
Color	u Pt/Co	Hach 8025 adaptado SMWW-2120C	Desde 3.0	75	5	35
Turbiedad	UNT	Hach 8237 adaptado Chemical Analysis for WW	Desde 1.0	8	5	15
Conductividad	µS/cm	Apera PC60-Z adaptado SMWW-2510B	0.0 a 20,000.0	605	750	1500
Salinidad	g/L	Apera PC60-Z adaptado SMWW-2520B	0.0 a 10	0.30	-----	-----
Potencial de hidrógeno	u pH	Apera PC60-Z adaptado SMWW-4500H+B	0.00 a 14.00	7.82	7.0 – 7.5	6.5 – 8.5
Sólidos totales disueltos	mg/L	Apera PC60-Z adaptado SMWW-2510B	0.1 a 1000.0	428	500	1000
Dureza total	mg/L CaCO ₃	Hach model 5B adaptado SMWW-2340C	desde 17.1	342.4	100	500
Calcio	mg/L Ca ²⁺	Saifert Profi Test adaptado SMWW-3500Ca D	desde 4.0	90	75	150
Magnesio	mg/L Mg ²⁺	Saifert Profi Test adaptado SMWW-3500Mg E	desde 3.0	28	50	100
Dureza de Calcio	mg/L CaCO ₃	Saifert Profi Test adaptado SMWW-2340B	Desde 10	225	-----	-----
Dureza de Magnesio	mg/L CaCO ₃	Saifert Profi Test adaptado SMWW-2340B	Desde 12	125	-----	-----
Hierro total	mg/L Fe	Hach 8008 adaptado SMWW-3500Fe B	0.02 a 3.00	0.43	0.3	-----
Manganeso total	mg/L Mn	Hach 8049 adaptado SMWW-3500Mn B	0.005 a 0.800	0.035	0.1	0.4
Nitrato	mg/L N-NO ₃	Hach 8039 Cadmium Reduction Method	0.3 a 30.0	0.9	-----	50
Nitrito	mg/L N-NO ₂	Hach 8153 Ferrous Sulfate Method	2 a 150	3	-----	3
Cloruro	mg/L Cl ⁻	Hanna HI753 adaptado SMWW-4500Cl C	0.0 a 80.0	21	100	250
Sulfato	mg/L SO ₄ ²⁻	Hach 10248 adaptado SMWW-4500SO ₄ ²⁻ E	2 a 70	27	100	250
Fluoruro	mg/L F ⁻	SJ Wave water test adaptado SMWW-4500F F	2 a 40	<2	-----	1.7
Silice	mg/L SiO ₂	Hach 8185 adaptado SMWW-4500Si ₂ C	1 a 175	91	-----	-----
Alcalinidad total	mg/L	SJ Wave water test adaptado SMWW 2320A	40 a 240	100	-----	-----
Alcalinidad Bicarbonato	mg/L	SJ Wave water test adaptado SMWW 2320A	0 a 240	200	-----	-----
Alcalinidad Carbonato	mg/L	SJ Wave water test adaptado SMWW 2320A	0 a 240	0	-----	-----
Alcalinidad Hidróxido	mg/L	SJ Wave water test adaptado SMWW 2320A	0 a 240	0	-----	-----
Taninos	mg/L	Hach 8193 adaptado SMWW 5550B	0.1 a 9	0.2	-----	-----

mg/L = miligramos por litro = ppm = partes por millón RNR = rechazable / no rechazable UNT = unidades nefelométricas de turbiedad UFC = unidades formadoras de colonias u Pt/Co = unidades platino cobalto mV = milivolt
 SMWW = standard methods for the examination of water and waste water 23th. Edition. WW = water and waste water USEPA = United States Environmental Protection Agency * = Norma COGUANOR 29001 --Indefinido
Resultados válidos únicamente a la muestra analizada y tal como fue recibida en el laboratorio. Los resultados de este informe no pueden ser reproducidos parcial o totalmente sin previa autorización del laboratorio.



Guillermo Adolfo Macario Castro
Ingeniero Químico, Colegiado No. 1465

30 calle 9-71, zona 11, San Antonio Las Charcas, Guatemala, Guatemala • PBX. (502) 22211664
isalaboratorioambiental@gmail.com

Nota. Informe de resultados del análisis fisicoquímica del agua para el sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea El Caulote. Obtenido del Laboratorio Ingeniería Sanitaria y Ambiental (2023).

Anexo 3.

Análisis bacteriológico

 COPROSERSA	
Análisis Microbiológico de aguas	
08/17	
Dirigido a:	Municipalidad de San José Del Golfo
Lugar/dirección de captación:	Pozo: El Caulote Grifo Tanque de Captación
Tipo de muestra:	Tratada
Envase:	Bolsa estéril p/muestreo (Nasco Whirl-Pak)
No. De muestra:	1 (una)
Captadas Por:	Personal COPROSERSA
Captación:	19/10/2022
Ingreso al Laboratorio:	19/10/2022
Temperatura de ingreso:	Refrigeración
Inicio de análisis:	19/10/2022
Reporte Final:	27/10/2022
Cloro residual:	1.0 ppm

Análisis	Limites COGUANOR	Resultado
Coliformes Totales R.A.T. UFC/ml	No detectable UFC/ml	No detectable UFC/ml
Coliformes Totales N.M.P. NMP/100ml	No detectable NMP/100ml	No detectable NMP/100ml
Coliformes Fecales Aislamiento E. coli UFC/ml	No detectable UFC/ml	Ausencia

1. Conclusión:
La muestra recibida y analizada en el laboratorio, satisface los criterios microbiológicos de calidad de la norma COGUANOR NTG 29 001, agua para consumo humano (Agua Potable). Por lo que se considera **SANITARIAMENTE SEGURA PARA CONSUMO HUMANO**.

*Métodos de referencia: APHA-AWWA-WEF: Standard Methods for the Examination of water and Wastewater, 21 ed. 2005.
*Prohibida la parcial o total reproducción por el cliente u otra persona, sin la debida autorización escrita por parte de Coprosersa
*Estos informe pertenecen única y exclusivamente a la muestra descrita, tal y como fue recibida en el laboratorio.

2. Nomenclatura utilizada
NMP/100MI Número más probable por cien mililitros

NTG Norma Técnica Guatemalteca
NPL No presenta Limite

Vo. Bo. F: 
Lic. Anibal Ventura M.
Químico Biólogo

*Lic. Anibal Ventura M.
QUÍMICO BIÓLOGO
Registro No. 1.701*

OFICINAS: 4ta avenida 6-53 Sector A-3, San Cristóbal, zona 8 Mixco * PBX: 2227-3800 * 41042059
copromantenimientos@yahoo.com

Nota. Informe de resultados del análisis bacteriológico y microbiológico del agua para el sistema de abastecimiento de agua potable. Obtenido de COPRESERSA (202

Continuación del anexo 4.

Patente de Comercio	Registro No.	No aplica	No aplica	No.	Folio No.	No aplica	No.	Libro No.	No aplica
Patente de Comercio (Sucursal)	Registro No.	No aplica	No aplica	No.	Folio No.	No aplica	No.	Libro No.	No aplica
Finca donde se ubica el Proyecto	Finca No.	No aplica	Folio No.	No aplica	Libro No.	No aplica	de	No aplica	No aplica
Número de RTU	660393-9								
1.3. Información de contacto del proponente									
Teléfono	66416215			Correo electrónico			dmpsanjosedelgolfo@gmail.com		
Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal)	1Ave. 2-05zona 1, San José del Golfo (Identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)								
1.4. Información de contacto de Profesional de apoyo Si para consignar la información en este formato fue apoyado por un profesional, anote la siguiente información:									
Nombre	Jose Santisteban Estuardo Orellana			Profesión			Arquitecto Ingeniero		
Teléfono	66416215			Correo electrónico			munidmp2021@gmail.com		
No. de Licencia de Consultor (Si aplica)	NO APLICA								
1.5. Fases de desarrollo del Proyecto									
Fase de construcción			Fase de operación			Fase de abandono			
¿Aplica? Si/No	SI		¿Aplica? Si/No	SI		¿Aplica? Si/No	NO		
En caso no aplique alguna de las fases, justificarse:									
No aplica, los trabajos se tienen que concluir en su totalidad.									
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO									
Realizar una breve descripción del Proyecto, mencionando las fases que abarcará (construcción, operación y/o abandono), así como las actividades más relevantes de cada fase. Tomar como referencia los planos de distribución del Proyecto.									
El presente instrumento ambiental forma parte de los requisitos que debe llenar el proyecto en la gestión del financiamiento ante la SEGEPLAN. Por lo que el mismo esta sujeto a la normativa vigente del Sistema Nacional de Inversión Pública -SNIP-. El SNIP también establece la comunicación escalonada entre las políticas de gobierno, la programación de las inversiones, la participación y comunicación interinstitucional dentro de las cuales se encuentran el MARN y la Municipalidad de San Jose del Golfo. Como parte de la asignación de recursos a los proyectos que presenten la mayor rentabilidad social y la concrecion de la inversión por medio de la ejecución de proyectos.									
El título que identifica al proyecto en el presente instrumento esta basado en datos del SNIP, cuyo código es el 0299999, por lo que el nombre y datos no pueden ser alterados, para darle cumplimiento al normativo de la SEGEPLAN. Por lo anterior los componentes descritos en este instrumento deberán tomarse como un solo proyecto, que beneficiara a los habitantes del municipio en especial a la aldea el Caulote.									
El presente proyecto en el listado taxativo esta categorizado por ser municipal en la categoría "C", Sector 11 Saneamiento; subsector D. Agua Potable. Actividad Económica: Captación, tratamiento y distribución de agua. Descripción: Obras de captación, tratamiento y distribución de agua potable, de las aguas subterráneas (pozo mecánico).									
Establecer las coordenadas donde se ubicará su proyecto.									
Coordenadas geográficas (en grados, minutos, segundos; o grados decimales)									
Latitud			14°47'56.0868 "N Inicio - 14°48'13.9594"N Final						
Longitud			90°21'46.3640 "O Inicio - 90°21'27.7952"O Final						
2.1. Área de Influencia Indirecta del Proyecto Describir detalladamente las características más importantes cercanas al Proyecto (viviendas, barrancos, cuerpos de agua, hospitales, iglesias, centros educativos, centros culturales, áreas protegidas, etc.)									
Dirección	Descripción del entorno					Distancia (metros)			
Norte	Vivienda								
Sur	Vivienda								
Este	Vivienda								

7 avenida 03-67 zona 13
PBX:2423-0500

www.marn.gob.gt Síguenos en:    

Continuación del anexo 4.

Oeste	Vivienda	
2.2. Área de Influencia Directa del Proyecto		
Actividades colindantes al Proyecto (vecindad inmediata).		
Norte	Vivienda	
Sur	Vivienda	
Este	Vivienda	
Oeste	Vivienda	
Indicar si se encuentra en área urbana, rural o mixta:		
2.3. Exposición a riesgos		
Indicar con una "X" los riesgos a los que se está expuesto por la ubicación del Proyecto.		
Inundación	Explosión	Deslizamientos
Derrumbes	Sismos	Incendios
Otros (explicar)		Erupciones Biológicos
2.4. Área del Proyecto		
En Sistema Internacional (metros cuadrados, hectáreas, o como corresponda).		
<ul style="list-style-type: none"> Área del terreno: área que tiene toda la propiedad, finca o terreno. Área de ocupación: área de intervención que tiene el proyecto en el primer nivel o planta baja. Área de construcción: área total que tiene la intervención del proyecto, desde su planta baja hacia niveles superiores. 		
Área del terreno: 220,000.00 M2 Área de ocupación: 220,000.00 M2 Área de construcción: 220,000.00 M2		
2.5. Descripción de las fases de desarrollo del Proyecto		
Proporcionar una descripción de las actividades que apliquen y serán efectuadas en el Proyecto. Puede utilizar hojas adicionales de ser necesario, especificando los temas a tratar.		
Fase de construcción	Actividades a realizar	Los trabajos consisten en el diseño de la línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución, en la cual se realizará la excavación de la zanja. Se realizará el relleno y compactación correspondiente.
	Insumos necesarios	Tubería de PVC norma ASTM D-2466 de diámetros y presiones diferentes, arena, piedrín, cemento, cal, alambre de amarre, clavos, tablas, accesorios de pvc, varillas de diferentes medidas, etc.
	Maquinaria y equipo	Excavadora, mezcladora de concreto, compactador, pala, carreta, escobas, etc
	Horario de trabajo	7:00 am a 16:00 pm
	Contratación de personal	De acuerdo a cuadrillas de Trabajo (personal calificado) total contratado de 10 a 15 personas.
	Otros de relevancia	
Fase de operación	Actividades o procesos	Contar con un sistema de abastecimiento de agua potable adecuadas así brindarles salud.
	Materia prima e insumos	Equipo de limpieza
	Maquinaria y equipo	No aplica
	Productos y subproductos (bienes y servicios)	No aplica
	Horario de trabajo	Dependerá del mantenimiento que se quiera
	Contratación de personal	Se contratará de 1 a 4 personas
Otros de relevancia		
Fase de abandono	Acciones a tomar en caso de cierre o abandono del Proyecto	No aplica
2.6. Información específica de insumos		
<ul style="list-style-type: none"> En el caso de equipo eléctrico, considerar los lineamientos del Acuerdo Gubernativo No. 194-2018 "Reglamento para la Gestión Integral de Bienes Policlорados (PCB) y Equipos que lo Contienen". 		

7 avenida 03-67 zona 13
PBX:2423-0500

www.marn.gob.gt Síguenos en:



Continuación del anexo 4.

<ul style="list-style-type: none"> En el caso de refrigerantes, agroquímicos o aceites dieléctricos a utilizar, especificar tipo y considerar el Convenio de Estocolmo, Protocolo de Montreal y Enmienda de Kigali, Convenio de Basilea, ratificados y vigentes, entre otros que aplique. Remitirse al Departamento de Coordinación para el Manejo Ambientalmente Racional de Productos Químicos y Desechos Peligrosos en Guatemala, del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Por uso o almacenamiento de hidrocarburos, ver requisito 10. 						
Agua	Forma de suministro	Si/No	Consumo (mensual)	Forma de almacenamiento	Uso y medidas de seguridad	Proveedor
	Servicio municipal	Si	5.00 m3/mes	Pipa	Para uso personal	Empresa contratada
	Servicio privado	No	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
	Pozo manual	No	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
	Pozo mecánico	Si	150 gal/min	No aplica	No aplica	No aplica
	Superficial	No	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
Otro						
Combustibles	Tipo	Si/No	Consumo (mensual)	Forma de almacenamiento	Uso y medidas de seguridad	Proveedor
	Gasolina	No	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
	Diésel	No	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
	Bunker	No	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
	GLP	No	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
	Otro					
Lubricantes	Solubles	No	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
	No solubles	No	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
Energía eléctrica	Forma de suministro	Si/No	Consumo (mensual)	Uso y medidas de seguridad		Proveedor
	Público	No	No aplica	No aplica		No aplica
	Privado	No	No aplica	No aplica		No aplica
	Propio	No	No aplica	No aplica		No aplica
Equipo eléctrico	Tipo	Si/No	Uso y medidas de seguridad		Forma de mantenimiento y proveedor	
	Transformadores	No	No aplica		No aplica	
	Condensadores	No	No aplica		No aplica	
	Capacitores	No	No aplica		No aplica	
	Inductores eléctricos	No	No aplica		No aplica	
	Otro equipo que contenga aceite dieléctrico	No	No aplica		No aplica	
	En caso afirmativo indicar lo siguiente:					
Usuario (correo electrónico) registrado en el Sistema de Información de PCB:						
Número de equipos con aceite dieléctrico en la institución:						
Número de equipos clasificados como:			Sospechoso de PCB:			
			Bajo Nivel de PCB:			
			Contaminado con PCB (mayor a 50 ppm de PCB):			
Otros	Tipo	Consumo (mensual)		Forma de almacenamiento	Uso y medidas de seguridad	Proveedor
	Especificar:					
	Refrigerantes (para A/C u otro sistema de enfriamiento)	No aplica	No aplica		No aplica	No aplica
Agroquímicos y fertilizantes (COP's,	No aplica	No aplica		No aplica	No aplica	No aplica

7 avenida 03-67 zona 13
PBX:2423-0500

www.marn.gob.gt Síguenos en:



Continuación del anexo 4.

organofosforados, fertilizantes nitrogenados, etc.)					
Baterías de Ácido Plomo y Litio	No aplica				
Otros gases (hospitalarios, O₂, N₂, C₂H₂, etc.)	No aplica				
3. IMPACTOS AL AIRE Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN					
3.1. Gases y material particulado					
¿Las actividades o acciones en las fases de construcción, operación y/o abandono del Proyecto, producirán gases o partículas (Ejemplo: polvo, humo, niebla, material particulado, ceniza, ¿etc.) que se dispersarán en el aire? Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generarán.					
No aplica					
¿Qué se hace o se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?					
No aplica					
3.2. Fuentes de radiaciones (ionizantes / no ionizantes) * Consignar únicamente cuando corresponde					
¿Las actividades o acciones en las fases de construcción, operación y/o abandono del Proyecto, producirán radiaciones de tipo ionizante o no ionizante? Justificar su respuesta.					
No aplica					
¿Qué se hace o se hará para controlar las radiaciones ionizantes o no ionizantes para que no impacten el vecindario o a los trabajadores?					
No aplica					
3.3. Ruidos y vibraciones					
Las actividades o acciones en las fases de construcción, operación y/o abandono del Proyecto ¿producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones? ¿En dónde se genera el sonido y/o las vibraciones? (ejemplo: maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.)					
Se genera ruido y vibración en la etapa de construcción, por descarga de materiales, arribo de maquinaria, corte y compactación del terreno					
¿Qué acciones se toman o tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores?					
Realizar los trabajos en horas hábiles y a la brevedad posible					
3.4. Olores					
Las actividades o acciones en las fases de construcción, operación y/o abandono del Proyecto, ¿generan olores? Explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores.					
No se generan olores en la etapa de construcción					
Explicar qué se hace o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente.					
Si existiera algún tipo de basura que produzca olor se retirara lo más pronto posible, así evitar algún tipo de inconveniente.					
4. IMPACTOS AL AGUA Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN					
4.1. Aguas residuales Deberá consultar el Acuerdo Gubernativo No. 236-2006 "Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos" y sus Reformas.					

7 avenida 03-67 zona 13
PBX:2423-0500

www.marn.gob.gt Síguenos en:    

Continuación del anexo 4.



**GOBIERNO de
GUATEMALA**
DR. ALEJANDRO GIAMMATTEI

**MINISTERIO
DE AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES**

Fase de construcción

¿Qué tipo de aguas residuales (aguas servidas) se generarán? Marcar con una X la información.

<input type="checkbox"/>	Aguas residuales de tipo ordinario (domésticas)
<input type="checkbox"/>	Aguas residuales de tipo especial (incluye la mezcla de tipo ordinario y especial)
<input type="checkbox"/>	Otro

Describir el manejo y las medidas de mitigación a aplicarse para las aguas residuales a generarse.

Fase de operación

¿Qué tipo de aguas residuales (aguas servidas) se generarán? Marcar con una X la información.

<input checked="" type="checkbox"/>	Aguas residuales de tipo ordinario (domésticas)
<input type="checkbox"/>	Aguas residuales de tipo especial (incluye la mezcla de tipo ordinario y especial)
<input type="checkbox"/>	Otro

Indicar caudal de agua residual a generarse (de tipo ordinario y/o especial).

No se cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario

Indicar el o los lugar (es) de descarga(s) de las aguas residuales a generarse (alcantarillado sanitario, cuerpo receptor). Adjuntar en un mapa o croquis, el o los lugares de descarga como Anexo.

No cuenta con un cuerpo receptor.

Según Acuerdo Gubernativo No. 236-2006 y por las características del Proyecto, ¿es necesario implementar sistema de tratamiento de aguas residuales? Justificar su respuesta.

No, ya que también se diseñará y se ejecutará un sistema de alcantarillado sanitario

Sistema de tratamiento de aguas residuales

Describir el sistema de tratamiento que se propone para dar tratamiento a las aguas residuales previo a su disposición, así como el tratamiento y la disposición de lodos (usar hojas adicionales, adjuntando manual de operación y mantenimiento).

4.2. Agua de lluvia (aguas pluviales)

¿Existen impermeabilizaciones que generen escorrentías, que impidan la infiltración natural del agua de lluvia durante todas las fases del proyecto?

No aplica

Explicar la forma de captación, conducción y el punto de descarga del agua de lluvia (zanjones, cunetas, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, etc.)

No aplica

5. IMPACTOS AL SUELO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN

5.1. Cambio de Uso del suelo

Por la ubicación y las características del proyecto, ¿se producirá algún cambio en el uso del suelo?

No aplica

¿Qué acciones o medidas de mitigación se plantean para adecuarse a las áreas colindantes del Proyecto?

No aplica

5.2. Geomorfología

¿Existirá movimientos de tierra? Justificar. Si su respuesta es afirmativa, indique la cantidad.

Se genera movimiento de tierra en la excavación de zanja con un volumen aproximadamente de 866.98m³, la cual se reutilizará como relleno

7 avenida 03-67 zona 13
PBX:2423-0500

www.marn.gob.gt Síguenos en:

Continuación del anexo 4.



**GOBIERNO de
GUATEMALA**
DR. ALEJANDRO GIAMMATTEI

**MINISTERIO
DE AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES**

5.3. Calidad del suelo

Residuos y desechos comunes: Aquellos cuya naturaleza no representa, en sí misma, un riesgo especial a la salud humana o al ambiente; por lo que no poseen características tóxicas, corrosivas, reactivas, explosivas, patológicas, infecciosas, punzocortantes, u otras de similar riesgo.

Residuos y desechos peligrosos. Entiéndase los peligrosos aquellos que poseen al menos una de las siguientes características: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable, biológico-infecciosos. Incluye los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos –RAEE. Pueden ser luminarias (lámparas), solventes, baterías (cadmio, ácido plomo, litio, etc.), desechos hospitalarios, etc.

Residuos y desechos de manejo especial: Aquellos que, aunque no posean las características de los residuos y desechos peligrosos, requieren de un manejo específico, en virtud de su tamaño, volumen, complejidad o potencial de riesgo de algunos de sus componentes.

Generación de residuos y desechos sólidos comunes.
Marcar con una X la cantidad de residuos y desechos a generarse.

- Hasta 5 kg/día
- De 5 a 20 kg/día
- De 20 a 100 kg/día
- Mayor a 100 kg/día

Determinar la cantidad de residuos y desechos a generar (en kg/día), según tipo de clasificación (ejemplo: orgánico e inorgánico). Considerar los lineamientos estipulados en el Acuerdo Ministerial 7-2019 "Guía para elaborar Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Comunes".

Fase de construcción	Fase de operación
De 2 a 5 kg/día	

Describir acciones de reducción, reúso y clasificación para valorización. Considerar los lineamientos estipulados en el Acuerdo Ministerial 6-2019 "Guía para la identificación Gráfica de los Residuos Sólidos Comunes".

Fase de construcción	Fase de operación
No aplica	

Describir el manejo de los residuos y desechos sólidos a generar, tales como el acopio, almacenamiento, extracción, tratamiento y/o disposición final.

Fase de construcción	Fase de operación
Serán transportado a botadero autorizado	

Generación de residuos y desechos peligrosos.
Marcar con una X la cantidad de residuos y desechos a generarse.

- Hasta 0.5 kg/mes
- De 0.5 a 5 kg/mes
- De 5 a 50 kg/mes
- Mayor a 50 kg/mes

Explicar el manejo interno y el acopio de los residuos y desechos peligrosos dentro del proyecto.

Fase de construcción	Fase de operación
No aplica	

Indique forma de tratamiento y/o disposición final de los residuos y desechos peligrosos.

Fase de construcción	Fase de operación
No aplica	

Indicar las medidas a adoptar para la correcta gestión de equipos con aceite dieléctrico a fin de prevenir la contaminación con PCB, indicando la actividad a realizar y plazos de estas:

• Compra de equipos con aceite dieléctrico:	No aplica
• Inventario de equipos:	No aplica
• Análisis químico y etiquetado:	No aplica
• Operación y mantenimiento:	No aplica
• Almacenamiento Temporal:	No aplica
• Disposición final:	No aplica

7 avenida 03-67 zona 13
PBX:2423-0500

www.marn.gob.gt Síguenos en:



Continuación del anexo 4.



GOBIERNO de GUATEMALA
DR. ALEJANDRO GIANMATTEI

MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Generación de residuos y desechos de manejo especial.
 Marcar con una X la cantidad de residuos y desechos a generarse.

Explicar el manejo interno y el acopio de los residuos y desechos de manejo especial dentro del proyecto.

Fase de construcción	Fase de operación
No aplica	No aplica

Indique forma de tratamiento y/o disposición final de los residuos y desechos de manejo especial.

Fase de construcción	Fase de operación
No aplica	No aplica

6. IMPACTOS AL ELEMENTO BIÓTICO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN

¿En el sitio donde se ubica el proyecto, existen bosques, animales u otros? Especificar la información.

¿El proyecto requiere efectuar corte de árboles? Indique el volumen de madera y su manejo. Si no aplica, justificarse. Ver requisito 10.

No se realizará ningún corte de árbol, ya que el proyecto consiste en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua

Por la construcción u operación del proyecto, ¿puede afectar la biodiversidad del área? Explicar.

No tendrá ningún tipo de inconveniente a la biodiversidad del área

En caso existan impactos al elemento biótico, proponer las medidas de mitigación para reducir, minimizar, remediar o compensar los impactos.

No tiene ningún impacto biótico en la ejecución del proyecto

7. IMPACTOS A LOS ELEMENTOS SOCIOECONÓMICOS, CULTURALES Y ESTÉTICOS

7.1. Elementos Socioeconómicos y Culturales

En el área donde funciona o funcionará el proyecto, ¿existe alguna(s) etnia(s) predominantes? Indicar cuál.

La actividad no afecta a ningún recurso cultura, natural o arqueológico

¿El proyecto provoca o provocaría alguna molestia al vecindario? Explicar su respuesta.

Realizar los trabajos por tramos a la brevedad posible

¿El proyecto cuenta o contará con vehículos en sus distintas fases? Mencione qué tipo, cantidad de unidades y lugar de estacionamiento.

Se estarán utilizando 2 vehículos, 1 liviano para la supervisión del proyecto y 1 pesado para la ejecución del proyecto.

¿Qué medidas se hacen o se proponen realizar para no afectar al vecindario?

Realizar los trabajos por tramos a la brevedad posible

En el área del proyecto o sus alrededores, ¿existe algún vestigio paleontológico o arqueológico? Explique de qué trata, dónde está ubicado, y a qué distancia de donde se propone el proyecto. Si no aplica, justificarse. Ver requisito 10.

No aplica, el proyecto consiste en la construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable.

7.2. Elementos Estéticos

En el área donde funciona o funcionará el proyecto, ¿se considera patrimonio histórico o cultural? Si no aplica, justificarse. Ver requisito 10.

No aplica, el proyecto consiste en la construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable.

7 avenida 03-67 zona 13
PBX:2423-0500

www.marn.gov.gt Síguenos en:    

Continuación del anexo 4.

Donde se encuentra o encontrará el proyecto, ¿es área protegida? Si no aplica, justificarse. ver requisito 10.
 No aplica, No es área protegida, el proyecto consiste en construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable.

¿Qué medidas se proponen para conservar en lo posible la belleza arquitectónica o paisajística por la implementación del proyecto?
 No aplica, No es área protegida, el proyecto consiste en construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable.

8. SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL

De ser necesario, mencione qué medidas de seguridad ocupacional requieren los empleados para realizar los distintos trabajos en todas las fases del proyecto (guantes, máscara, entre otros).

1. Guantes: Estos deberán utilizarse siempre, durante la ejecución del proyecto donde implique algún tipo de riesgo a las manos y cuando se utilicen elementos peligrosos, irritación o tóxico.
2. Mascarillas: Este tipo de protección debe ser utilizados de uso obligatorio y cuando exista presencia de partículas que puedan afectar a las vías respiratorias o vapores que sean tóxicos, sean estos agroquímicos, vapores y partículas, siguiendo las recomendaciones del fabricante.
3. Lentes: Se deberá a utilizar lentes de seguridad especialmente cuando exista presencia de agroquímicos, partículas sólidas, fluidos o polvo que puedan afectar a los ojos.
4. Chaleco reflectivo: es de uso obligatorio para los trabajadores y visitantes al área del Proyecto, ya que se tendrá identificado al personal presente.
5. Casco: Es de uso obligatorio en la ejecución del Proyecto, así evitar cualquier tipo de accidente.
6. Botas industrial: Se deberán colocar en todos los sitios que se requieren en la ejecución del proyecto.

9. DOCUMENTACIÓN TECNICA Y LEGAL

No.	Requisitos	Si	No	Observaciones MARN
9.1	Formato de "INSTRUMENTOS AMBIENTALES CATEGORÍA C" completo. Planos legibles (únicamente tamaño carta, oficio o doble carta)			
9.2	2.1. Plano de localización a escala visible	Si		
	2.2. Plano de distribución arquitectónica.	Si		
	2.3. Plano de curvas de nivel naturales y modificadas. ¹	Si		
	2.4. Plano de instalaciones hidráulicas (agua potable). ²	Si		
	2.5. Plano de instalaciones hidráulicas (agua pluvial). ²		No	
	2.6. Plano de instalaciones sanitarias (agua residual). ²		No	
	2.7. Plano de detalles del sistema de tratamiento de las aguas residuales. ²		No	
9.3	Si el proyecto se encuentra dentro de un complejo regulado ambientalmente indicar número de expediente y resolución ambiental aprobatoria y/o licencia ambiental vigente.			No aplica
9.4	Fotocopia completa del DPI o pasaporte del proponente o su Representante Legal. (Legible, no fotografía).			No aplica
9.5	Personería (fotocopias):			
	6.1. Fotocopia del nombramiento del Representante Legal con su registro respectivo.			No aplica
	6.2. Fotocopia de Acta de toma de posesión (si aplica).			No aplica
	6.3. Fotocopia de Acuerdo emitido por el Tribunal Supremo Electoral (si aplica).			No aplica
9.6	6.4. Fotocopia del mandato con su inscripción del registro respectivo.			No aplica
	Documento de derecho sobre el predio: se aceptará únicamente (según sea el caso):			No aplica
	a) Fotocopia simple completa del documento que acredita el derecho sobre el predio a favor del proponente: ✓ Certificación del Registro General de la Propiedad (vigencia no mayor a 6 meses). ✓ Certificación de nomenclatura emitida por la Municipalidad (vigencia no mayor a 6 meses).			No aplica

¹ Cuando existan movimientos de tierra: excavaciones, cortes, rellenos, nivelaciones, etc.
² Cuando aplique al proyecto y consignar la justificación en el formato descrito en el inciso 1.

Continuación del anexo 4.

	<p>b) Fotocopia simple del documento legal que aplique a su proyecto completo y vigente, con dirección exacta registrada en el instrumento ambiental presentado.</p> <p>Si la Empresa o el interesado no es propietario del terreno donde se desarrollará el proyecto:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Contrato de Arrendamiento o Subarrendamiento. ✓ Contrato de Compra Venta o Promesa de Compra Venta. ✓ Contrato de derechos posesorios. <p>Para los inmuebles del Estado debe incluirse el documento legal que aplique:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Certificación del Registro General de la Propiedad. ✓ Testimonio de la Escritura Pública de la Donación del bien inmueble. ✓ Certificación del punto de acta donde conste la donación del bien inmueble. <p>Si carece de cualquiera de los anteriores documentos, deberán de presentar el testimonio de escritura pública donde se les otorgan los derechos posesorios del (los) inmueble (s) a nombre del Proponente.</p> <p>En caso no cuente con la documentación anterior, deberá hacer la consulta por escrito a la Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales indicando el documento con el que cuente que pruebe la propiedad, posesión y/o uso del inmueble donde se desarrolla o desarrollará el proyecto, obra, industria o actividad, para su validación previo al ingreso del instrumento ambiental.</p>			
9.7	Fotocopia de las Patentes que apliquen: Patente de Sociedad, de comercio/sucursal.			No aplica
9.8	Constancia de RTU con respectivo carné vigente (impresión dúplex).			No aplica
9.9	Fotocopia de licencias, contratos, certificaciones, resoluciones, oficios, providencias, permisos o dictámenes de MEM, CONAP, INAB, IDAEH, MSPAS, Gobernación, u otros cuando aplique. En el caso de documentación que haya sido generada por el MARN indicar el número de licencia, resoluciones, oficios, providencia, dictamen para ser ubicados en los registros internos.			No aplica
9.10	Fotocopia de la Ficha de Registro del proyecto en el Sistema de Nacional de Inversión Pública –SNIP. Aplica únicamente a proyectos, obras, industrias o actividades de inversión pública con recursos del Estado; si no se cuenta con el mismo al momento de la presentación del instrumento ambiental, se establecerá como un compromiso. <u>Si los recursos son propios de la entidad quedará exento de su presentación, mas no con la obligación de su obtención.</u>			No aplica
9.11	Adjuntar fotografías recientes del sitio, terreno, y/o de instalaciones interiores y/o exteriores del proyecto.			No aplica
9.12	El instrumento ambiental debidamente foliado de adelante hacia atrás y únicamente en el anverso de las hojas, en la esquina superior derecha, con números arábigos enteros (no alfanumérico), de forma consecutiva, sin tachones, enmendaduras, sin corrector o cualquier otro medio que cubra o altere la numeración. La información debe estar ordenada, estructurada y dividida acorde a los requisitos establecidos por este Ministerio. <u>La foliación deberá iniciar con el formulario de Instrumentos Ambientales (debidamente llenado), planos, documentos legales y anexos.</u>			No aplica
9.13	Escanear el documento completo, en orden de foliación, creando 1 solo archivo en PDF, presentándolos de la siguiente manera: a) Para proyectos que se ingresen en el mismo departamento en donde están ubicados, grabar los archivos en dos (2) CD y adjuntarlos al expediente.			No aplica

7 avenida 03-67 zona 13
PBX:2423-0500

www.marn.gob.gt Síguenos en:



Continuación del anexo 4.

		GOBIERNO de GUATEMALA <small>DR. ALEJANDRO GIAMMATTEI</small>	MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
b)	Para proyectos que se ubiquen fuera del departamento de Guatemala, pero que se ingresen en el MARN Central, grabar los archivos en tres (3) CD y adjuntarlos al expediente.		
Yo _____ el infrascrito proponente, declaro: (Nombre del Proponente o Representante Legal)			
a) Que he leído y comprendido los requerimientos técnicos y legales que implican la presente solicitud.			
b) Que los datos contenidos en este formulario y los anexos, son verdaderos y que conozco la pena correspondiente al delito de perjurio, falsedad ideológica y material, por lo tanto, someto ante la autoridad ambiental la presente solicitud, renunciando al fuero de mi domicilio y sujetándome a los tribunales que la autoridad ambiental elija.			
Firma: _____			
Guatemala,		de	de 20

INSTRUCTIVO DE PRESENTACIÓN – INSTRUMENTO AMBIENTAL
CATEGORÍA C

Generalidad:

- Este formato se puede descargar en el portal: www.marn.gov.gt (link: http://www.marn.gov.gt/paginas/Categoria_C1_Actividades_de_Bajo_Impacto_Ambiental).
- Presentar Instrumento Ambiental original en forma física y una copia de la primera página del formato para sellar de recibido.
 - a) Para proyectos ingresados en MARN Central: presentarlo en un sobre papel manila, sin folder, sin gancho y sin perforaciones.
 - b) Para proyectos ingresados en alguna Delegación Departamental del MARN: presentarlo en sobre, folder y gancho.
- Se deberá consignar exactamente el mismo nombre de proyecto y dirección de ubicación en el formulario, planos y/o anexos. Se deberá consignar la dirección según documento de derecho sobre el predio indicando: **calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE** indicar el municipio y el departamento al que corresponde.
- Cuando el proyecto, obra, industria o actividad, se encuentre en ÁREA PROTEGIDA y no cuente con Contrato entre CONAP y el Proponente se deberá presentar un expediente ORIGINAL adicional y se deberá ingresar en la ventanilla de CONAP ubicada en las instalaciones de MARN o Ventanilla Única de CONAP Central o Ventanillas Regionales de dicha institución.
- Costo de ingreso según tipo de instrumento EAI Q.100.00 y DABI Q.150.00.
- Para Anexo(s) no usar hojas con membrete del MARN.
- En caso de error de foliación en el ingreso del instrumento ambiental, deberá llenar la boleta correspondiente emitida por el MARN para adjuntarse al expediente.

Indicaciones:

1. Formulario: Deberá presentarse sin tachones, sin corrector, ni modificaciones o alteraciones.
2. El nombre del proyecto, obra, industria o actividad, deberá estar relacionado a la actividad del proyecto y al nombre de la Patente de Comercio, cuando aplique.
3. Planos: Respectivamente firmados, timbrados y sellados en original, por el profesional correspondiente. Los planos se recibirán únicamente en tamaño carta, oficio o doble carta.

7 avenida 03-67 zona 13
PBX:2423-0500

www.marn.gov.gt Síguenos en:    

Nota. Instrumento ambiental de categoría C. Obtenido del Ministerio de Ambiente y Recursos Ambientales (2023). *Evaluación ambiental inicial del sistema de abastecimiento de agua potable.* (https://www.marn.gov.gt/wpfd_file/instrumentos-ambientales-predictivos-y-correctivos-categoria-c/h), consultado el 16 de abril de 2023. De dominio público.

Continuación del anexo 5.

Patente de Comercio	Registro No.	No aplica	Folio No.	No aplica	No.	No aplica	Libro No.	No aplica
Patente de Comercio (Sucursal)	Registro No.	No aplica	Folio No.	No aplica	No.	No aplica	Libro No.	No aplica
Finca donde se ubica el Proyecto	Finca No.	No aplica	Folio No.	No aplica	Libro No.	No aplica	de	No aplica
Número de RTU	660393-9							
1.3. Información de contacto del proponente								
Teléfono	66416215		Correo electrónico			dmpsanjosedelgolfo@gmail.com		
Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal)	1Ave. 2-05zona 1, San José del Golfo (Identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)							
1.4. Información de contacto de Profesional de apoyo Si para consignar la información en este formato fue apoyado por un profesional, anote la siguiente información:								
Nombre	Jose Santisteban Estuardo Orellana		Profesión			Arquitecto Ingeniero		
Teléfono	66416215		Correo electrónico			munidmp2021@gmail.com		
No. de Licencia de Consultor (Si aplica)	NO APLICA							
1.5. Fases de desarrollo del Proyecto								
Fase de construcción			Fase de operación			Fase de abandono		
¿Aplica? Si/No	SI		¿Aplica? Si/No	SI		¿Aplica? Si/No	NO	
En caso no aplique alguna de las fases, justificarse: No aplica, los trabajos se tienen que concluir en su totalidad.								
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO								
Realizar una breve descripción del Proyecto, mencionando las fases que abarcará (construcción, operación y/o abandono), así como las actividades más relevantes de cada fase. Tomar como referencia los planos de distribución del Proyecto.								
El presente instrumento ambiental forma parte de los requisitos que debe llenar el proyecto en la gestión del financiamiento ante la SEGEPLAN. Por lo que el mismo esta sujeto a la normativa vigente del Sistema Nacional de Inversión Pública -SNIP-. El SNIP también establece la comunicación escalonada entre las políticas de gobierno, la programación de las inversiones, la participación y comunicación interinstitucional dentro de las cuales se encuentran el MARN y la Municipalidad de San José del Golfo. Como parte de la asignación de recursos a los proyectos que presenten la mayor rentabilidad social y la concreción de la inversión por medio de la ejecución de proyectos.								
El título que identifica al proyecto en el presente instrumento esta basado en datos del SNIP, cuyo código es el 0299999, por lo que el nombre y datos no pueden ser alterados, para darle cumplimiento al normativo de la SEGEPLAN. Por lo anterior los componentes descritos en este instrumento deberán tomarse como un solo proyecto, que beneficiara a los habitantes del municipio en especial a la aldea el Caulote.								
El presente proyecto en el listado taxativo esta categorizado por ser municipal en la categoría "C", Sector 11 Saneamiento; subsector C. Gestión de aguas residuales y disposición de lodos. Actividad Económica: Evacuación de aguas residuales. Descripción: Proyectos de alcantarillado sanitario o pluvial.								
Los trabajos consisten en un sistema de alcantarillado sanitario por medio de tubería de PVC de 6 pulgadas de diámetro, también se construirán pozos de visita, no mayor a una distancia de 100 metros o cambios bruscos de dirección de tubería.								
Establecer las coordenadas donde se ubicará su proyecto.								
Coordenadas geográficas (en grados, minutos, segundos; o grados decimales)								
Latitud			14°47'56.0868 "N Inicio - 14°48'13.9594"N Final					
Longitud			90°21'46.3640 "O Inicio - 90°21'27.7952"O Final					
2.1. Área de Influencia Indirecta del Proyecto Describir detalladamente las características más importantes cercanas al Proyecto (viviendas, barrancos, cuerpos de agua, hospitales, iglesias, centros educativos, centros culturales, áreas protegidas, etc.)								
Dirección	Descripción del entorno					Distancia (metros)		
Norte	Vivienda							

7 avenida 03-67 zona 13
PBX:2423-0500

www.marn.gob.gt Síguenos en:



Continuación del anexo 5.

Sur	Vivienda	
Este	Vivienda	
Oeste	Vivienda	
2.2. Área de Influencia Directa del Proyecto Actividades colindantes al Proyecto (vecindad inmediata).		
Norte	Vivienda	
Sur	Vivienda	
Este	Vivienda	
Oeste	Vivienda	
Indicar si se encuentra en área urbana, rural o mixta: _____		
2.3. Exposición a riesgos Indicar con una "X" los riesgos a los que se está expuesto por la ubicación del Proyecto.		
Inundación	Explosión	Deslizamientos
Derrumbes	Sismos	Incendios
		Erupciones Biológicas
Otros (explicar) _____		
2.4. Área del Proyecto En Sistema Internacional (metros cuadrados, hectáreas, o como corresponda).		
<ul style="list-style-type: none"> • Área del terreno: área que tiene toda la propiedad, finca o terreno. • Área de ocupación: área de intervención que tiene el proyecto en el primer nivel o planta baja. • Área de construcción: área total que tiene la intervención del proyecto, desde su planta baja hacia niveles superiores. 		
Área del terreno: <u>220,000.00 M2</u> Área de ocupación: <u>220,000.00 M2</u> Área de construcción: <u>220,000.00 M2</u>		
2.5. Descripción de las fases de desarrollo del Proyecto Proporcionar una descripción de las actividades que apliquen y serán efectuadas en el Proyecto. Puede utilizar hojas adicionales de ser necesario, especificando los temas a tratar.		
Fase de construcción	Actividades a realizar	Los trabajos consisten en el diseño de la red de colectores de PVC, pozos de visitas, fosas sépticas y pozos de absorción, en la cual se realizará la excavación correspondiente. Se realizará el relleno y compactación correspondiente.
	Insumos necesarios	Tubería de PVC TDP F-949 de 6 pulgadas para los colectores, ladrillos, arena, piedrín, cemento, cal, alambre de amarre, clavos, tablas, accesorios de PVC, varillas de diferentes medidas, etc.
	Maquinaria y equipo	Excavadora, mezcladora de concreto, compactador, pala, carreta, escobas, etc
	Horario de trabajo	7:00 am a 16:00 pm
	Contratación de personal	De acuerdo a cuadrillas de Trabajo (personal calificado) total contratado de 10 a 15 personas.
	Otros de relevancia	
Fase de operación	Actividades o procesos	Contar con un sistema de abastecimiento de agua potable adecuadas así brindarles salud.
	Materia prima e insumos	Equipo de limpieza
	Maquinaria y equipo	No aplica
	Productos y subproductos (bienes y servicios)	No aplica
	Horario de trabajo	Dependerá del mantenimiento que se quiera
	Contratación de personal	Se contratará de 1 a 4 personas
Fase de abandono	Otros de relevancia	
	Acciones a tomar en caso de cierre o abandono del Proyecto	No aplica
2.6. Información específica de insumos		

7 avenida 03-67 zona 13
PBX:2423-0500

www.marn.gov.gt Síguenos en:    

Continuación del anexo 5.

<ul style="list-style-type: none"> En el caso de equipo eléctrico, considerar los lineamientos del Acuerdo Gubernativo No. 194-2018 "Reglamento para la Gestión Integral de Bifenilos Policlorados (PCB) y Equipos que lo Contienen". En el caso de refrigerantes, agroquímicos o aceites dieléctricos a utilizar, especificar tipo y considerar el Convenio de Estocolmo, Protocolo de Montreal y Enmienda de Kigali, Convenio de Basilea, ratificados y vigentes, entre otros que aplique. Remitirse al Departamento de Coordinación para el Manejo Ambientalmente Racional de Productos Químicos y Desechos Peligrosos en Guatemala, del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Por uso o almacenamiento de hidrocarburos, ver requisito 10. 							
Agua	Forma de suministro	Si/No	Consumo (mensual)	Forma de almacenamiento	Uso y medidas de seguridad	Proveedor	
	Servicio municipal	Si	5.00 m3/mes	Pipa	Para uso personal	Empresa contratada	
	Servicio privado	No	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	
	Pozo manual	No	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	
	Pozo mecánico	Si	150 gal/min	No aplica	No aplica	No aplica	
	Superficial Otro	No	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	
Combustibles	Tipo	Si/No	Consumo (mensual)	Forma de almacenamiento	Uso y medidas de seguridad	Proveedor	
	Gasolina	No	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	
	Diésel	No	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	
	Bunker	No	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	
	GLP	No	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	
	Otro						
Lubricantes	Solubles	No	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	
	No solubles	No	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	
Energía eléctrica	Forma de suministro	Si/No	Consumo (mensual)	Uso y medidas de seguridad		Proveedor	
	Público	No	No aplica	No aplica		No aplica	
	Privado	No	No aplica	No aplica		No aplica	
	Propio	No	No aplica	No aplica		No aplica	
Equipo eléctrico	Tipo	Si/No	Uso y medidas de seguridad		Forma de mantenimiento y proveedor		
	Transformadores	No	No aplica		No aplica		
	Condensadores	No	No aplica		No aplica		
	Capacitores	No	No aplica		No aplica		
	Inductores eléctricos	No	No aplica		No aplica		
	Otro equipo que contenga aceite dieléctrico	No	No aplica		No aplica		
	En caso afirmativo indicar lo siguiente:						
	Usuario (correo electrónico) registrado en el Sistema de Información de PCB:						
	Número de equipos con aceite dieléctrico en la institución:						
	Número de equipos clasificados como:			Sospechoso de PCB:			
Bajo Nivel de PCB:							
Contaminado con PCB (mayor a 50 ppm de PCB):							
Otros	Tipo Especificar:		Consumo (mensual)	Forma de almacenamiento	Uso y medidas de seguridad	Proveedor	
	Refrigerantes (para A/C u otro sistema de enfriamiento)	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	
	Agroquímicos y		No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	

7 avenida 03-67 zona 13
PBX:2423-0500

Continuación del anexo 5.

fertilizantes (COP's, organofosforados, fertilizantes nitrogenados, etc.)	No aplica				
Baterías de Ácido Plomo y Litio	No aplica				
Otros gases (hospitalarios, O₂, N₂, C₂H₂, etc.)	No aplica				

3. IMPACTOS AL AIRE Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN

3.1. Gases y material particulado

¿Las actividades o acciones en las fases de construcción, operación y/o abandono del Proyecto, producirán gases o partículas (Ejemplo: polvo, humo, niebla, material particulado, ceniza, ¿etc.) que se dispersarán en el aire? Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generarán.

Se producirá leves gases en la excavación de zanja, arribo de vehículos y camiones al área del proyecto.

¿Qué se hace o se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?

-Humectar las áreas durante el corte
-Programar visitas y llegadas de camiones con materiales para minimizar la presencia de estos vehículos en la zona de construcción.

3.2. Fuentes de radiaciones (ionizantes / no ionizantes) * Consignar únicamente cuando corresponde

¿Las actividades o acciones en las fases de construcción, operación y/o abandono del Proyecto, producirán radiaciones de tipo ionizante o no ionizante? Justificar su respuesta.

No aplica

¿Qué se hace o se hará para controlar las radiaciones ionizantes o no ionizantes para que no impacten el vecindario o a los trabajadores?

3.3. Ruidos y vibraciones

Las actividades o acciones en las fases de construcción, operación y/o abandono del Proyecto ¿producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones? ¿En dónde se genera el sonido y/o las vibraciones? (ejemplo: maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.)

Se genera ruido y vibración en la etapa de construcción, por descarga de materiales, arribo de maquinaria, corte y compactación del terreno

¿Qué acciones se toman o tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores?

Realizar los trabajos en horas hábiles y a la brevedad posible

3.4. Olores

Las actividades o acciones en las fases de construcción, operación y/o abandono del Proyecto, ¿generan olores? Explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores.

No se generan olores en la etapa de construcción

Explicar qué se hace o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente.

Si existiera algún tipo de basura que produzca olor se retirara lo más pronto posible, así evitar algún tipo de inconveniente.

4. IMPACTOS AL AGUA Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Continuación del anexo 5.



**GOBIERNO de
GUATEMALA**
DR. ALEJANDRO GIAMMATTEI

**MINISTERIO
DE AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES**

4.1. Aguas residuales
Deberá consultar el Acuerdo Gubernativo No. 236-2006 "Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos" y sus Reformas.

Fase de construcción

¿Qué tipo de aguas residuales (aguas servidas) se generarán? Marcar con una X la información.	<input type="checkbox"/> Aguas residuales de tipo ordinario (domésticas) <input type="checkbox"/> Aguas residuales de tipo especial (incluye la mezcla de tipo ordinario y especial) <input type="checkbox"/> Otro
---	--

Describir el manejo y las medidas de mitigación a aplicarse para las aguas residuales a generarse.

Fase de operación

¿Qué tipo de aguas residuales (aguas servidas) se generarán? Marcar con una X la información.	<input checked="" type="checkbox"/> Aguas residuales de tipo ordinario (domésticas) <input type="checkbox"/> Aguas residuales de tipo especial (incluye la mezcla de tipo ordinario y especial) <input type="checkbox"/> Otro
---	---

Indicar caudal de agua residual a generarse (de tipo ordinario y/o especial).
 5.7 litros/segundo aproximadamente

Indicar el o los lugar (es) de descarga(s) de las aguas residuales a generarse (alcantarillado sanitario, cuerpo receptor). Adjuntar en un mapa o croquis, el o los lugares de descarga como Anexo.
 A planta de tratamiento y fosas sépticas

Según Acuerdo Gubernativo No. 236-2006 y por las características del Proyecto, ¿es necesario implementar sistema de tratamiento de aguas residuales? Justificar su respuesta.
 No aplica, las aguas residuales se descargarán a planta de tratamiento y fosas sépticas

Sistema de tratamiento de aguas residuales

Describir el sistema de tratamiento que se propone para dar tratamiento a las aguas residuales previo a su disposición, así como el tratamiento y la disposición de lodos (usar hojas adicionales, adjuntando manual de operación y mantenimiento).

4.2. Agua de lluvia (aguas pluviales)

¿Existen impermeabilizaciones que generen escorrentías, que impidan la infiltración natural del agua de lluvia durante todas las fases del proyecto?
 No aplica

Explicar la forma de captación, conducción y el punto de descarga del agua de lluvia (zanjones, cunetas, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, etc.)
 No aplica

5. IMPACTOS AL SUELO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN

5.1. Cambio de Uso del suelo

Por la ubicación y las características del proyecto, ¿se producirá algún cambio en el uso del suelo?
 No aplica

¿Qué acciones o medidas de mitigación se plantean para adecuarse a las áreas colindantes del Proyecto?
 No aplica

5.2. Geomorfología

7 avenida 03-67 zona 13
PBX:2423-0500

www.marn.gob.gt Síguenos en:    

Continuación del anexo 5.

¿Existirá movimientos de tierra? Justificar. Si su respuesta es afirmativa, indique la cantidad.
Se genera movimiento de tierra en la excavación de zanja con un volumen aproximadamente de 3,976.21 m3, la cual se reutilizará como relleno

5.3. Calidad del suelo
Residuos y desechos comunes: Aquellos cuya naturaleza no representa, en sí misma, un riesgo especial a la salud humana o al ambiente; por lo que no poseen características tóxicas, corrosivas, reactivas, explosivas, patológicas, infecciosas, punzocortantes, u otras de similar riesgo.
Residuos y desechos peligrosos. Entiéndase los peligrosos aquellos que poseen al menos una de las siguientes características: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable, biológico-infecciosos. Incluye los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos –RAEE. Pueden ser luminarias (lámparas), solventes, baterías (cadmio, ácido plomo, litio, etc.), desechos hospitalarios, etc.
Residuos y desechos de manejo especial: Aquellos que, aunque no posean las características de los residuos y desechos peligrosos, requieren de un manejo específico, en virtud de su tamaño, volumen, complejidad o potencial de riesgo de algunos de sus componentes.

Generación de residuos y desechos sólidos comunes. Marcar con una X la cantidad de residuos y desechos a generarse.	<input checked="" type="checkbox"/>	Hasta 5 kg/día
	<input type="checkbox"/>	De 5 a 20 kg/día
	<input type="checkbox"/>	De 20 a 100 kg/día
	<input type="checkbox"/>	Mayor a 100 kg/día

Determinar la cantidad de residuos y desechos a generar (en kg/día), según tipo de clasificación (ejemplo: orgánico e inorgánico). Considerar los lineamientos estipulados en el Acuerdo Ministerial 7-2019 "Guía para elaborar Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Comunes".

Fase de construcción	Fase de operación
De 2 a 5 kg/día	

Describir acciones de reducción, reúso y clasificación para valorización. Considerar los lineamientos estipulados en el Acuerdo Ministerial 6-2019 "Guía para la identificación Gráfica de los Residuos Sólidos Comunes".

Fase de construcción	Fase de operación
No aplica	

Describir el manejo de los residuos y desechos sólidos a generar, tales como el acopio, almacenamiento, extracción, tratamiento y/o disposición final.

Fase de construcción	Fase de operación
Serán transportado a botadero autorizado	

Generación de residuos y desechos peligrosos. Marcar con una X la cantidad de residuos y desechos a generarse.	<input type="checkbox"/>	Hasta 0.5 kg/mes
	<input type="checkbox"/>	De 0.5 a 5 kg/mes
	<input type="checkbox"/>	De 5 a 50 kg/mes
	<input type="checkbox"/>	Mayor a 50 kg/mes

Explicar el manejo interno y el acopio de los residuos y desechos peligrosos dentro del proyecto.

Fase de construcción	Fase de operación
No aplica	

Indique forma de tratamiento y/o disposición final de los residuos y desechos peligrosos.

Fase de construcción	Fase de operación
No aplica	

Indicar las medidas a adoptar para la correcta gestión de equipos con aceite dieléctrico a fin de prevenir la contaminación con PCB, indicando la actividad a realizar y plazos de estas:

• Compra de equipos con aceite dieléctrico:	No aplica
• Inventario de equipos:	No aplica

Continuación del anexo 5.

• Análisis químico y etiquetado:	No aplica
• Operación y mantenimiento:	No aplica
• Almacenamiento Temporal:	No aplica
• Disposición final:	No aplica

Generación de residuos y desechos de manejo especial.
Marcar con una X la cantidad de residuos y desechos a generarse.

Explicar el manejo interno y el acopio de los residuos y desechos de manejo especial dentro del proyecto.

Fase de construcción	Fase de operación
No aplica	

Indique forma de tratamiento y/o disposición final de los residuos y desechos de manejo especial.

Fase de construcción	Fase de operación
No aplica	

6. IMPACTOS AL ELEMENTO BIÓTICO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN

¿En el sitio donde se ubica el proyecto, existen bosques, animales u otros? Especificar la información.

¿El proyecto requiere efectuar corte de árboles? Indique el volumen de madera y su manejo. Si no aplica, justificarse. Ver requisito 10.

No se realizará ningún corte de árbol, ya que el proyecto consiste en el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario

Por la construcción u operación del proyecto, ¿puede afectar la biodiversidad del área? Explicar.

No tendrá ningún tipo de inconveniente a la biodiversidad del área

En caso existan impactos al elemento biótico, proponer las medidas de mitigación para reducir, minimizar, remediar o compensar los impactos.

No tiene ningún impacto biótico en la ejecución del proyecto

7. IMPACTOS A LOS ELEMENTOS SOCIOECONÓMICOS, CULTURALES Y ESTÉTICOS

7.1. Elementos Socioeconómicos y Culturales

En el área donde funciona o funcionará el proyecto, ¿existe alguna(s) etnia(s) predominantes? Indicar cuál.

La actividad no afecta a ningún recurso cultura, natural o arqueológico

¿El proyecto provoca o provocaría alguna molestia al vecindario? Explicar su respuesta.

Realizar los trabajos por tramos a la brevedad posible

¿El proyecto cuenta o contará con vehículos en sus distintas fases? Mencione qué tipo, cantidad de unidades y lugar de estacionamiento.

Se estarán utilizando 2 vehículos, 1 liviano para la supervisión del proyecto y 1 pesado para la ejecución del proyecto.

¿Qué medidas se hacen o se proponen realizar para no afectar al vecindario?

Realizar los trabajos por tramos a la brevedad posible

En el área del proyecto o sus alrededores, ¿existe algún vestigio paleontológico o arqueológico? Explique de qué trata, dónde está ubicado, y a qué distancia de donde se propone el proyecto. Si no aplica, justificarse.

Ver requisito 10.

No aplica, el proyecto consiste en la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario.

7.2. Elementos Estéticos

7 avenida 03-67 zona 13
PBX:2423-0500

www.marn.gob.gt Síguenos en:    

Continuación del anexo 5.

En el área donde funciona o funcionará el proyecto, ¿se considera patrimonio histórico o cultural? Si no aplica, justificarse. Ver requisito 10.

No aplica, el proyecto consiste en la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario.

Donde se encuentra o encontrará el proyecto, ¿es área protegida? Si no aplica, justificarse. ver requisito 10.

No aplica, No es área protegida, el proyecto consiste en construcción de un sistema de alcantarillado sanitario.

¿Qué medidas se proponen para conservar en lo posible la belleza arquitectónica o paisajística por la implementación del proyecto?

No aplica, No es área protegida, el proyecto consiste en construcción de un sistema de alcantarillado sanitario

8. SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL

De ser necesario, mencione qué medidas de seguridad ocupacional requieren los empleados para realizar los distintos trabajos en todas las fases del proyecto (guantes, máscara, entre otros).

1. Guantes: Estos deberán utilizarse siempre, durante la ejecución del proyecto donde implique algún tipo de riesgo a las manos y cuando se utilicen elementos peligrosos, irritación o tóxico.
2. Mascarillas: Este tipo de protección debe ser utilizados de uso obligatorio y cuando exista presencia de partículas que puedan afectar a las vías respiratorias o vapores que sean tóxicos, sean estos agroquímicos, vapores y partículas, siguiendo las recomendaciones del fabricante.
3. Lentes: Se deberá a utilizar lentes de seguridad especialmente cuando exista presencia de agroquímicos, partículas sólidas, fluidos o polvo que puedan afectar a los ojos.
4. Chaleco reflectivo: es de uso obligatorio para los trabajadores y visitantes al área del Proyecto, ya que se tendrá identificado al personal presente.
5. Casco: Es de uso obligatorio en la ejecución del Proyecto, así evitar cualquier tipo de accidente.
6. Botas industrial: Se deberán colocar en todos los sitios que se requieren en la ejecución del proyecto.

9. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA Y LEGAL

No.	Requisitos	Si	No	Observaciones MARN
9.1	Formato de "INSTRUMENTOS AMBIENTALES CATEGORÍA C" completo.			
	Planos legibles (únicamente tamaño carta, oficio o doble carta)			
	2.1. Plano de localización a escala visible	Si		
	2.2. Plano de distribución arquitectónica.	Si		
9.2	2.3. Plano de curvas de nivel naturales y modificadas. ¹	Si		
	2.4. Plano de instalaciones hidráulicas (agua potable). ²		No	
	2.5. Plano de instalaciones hidráulicas (agua pluvial). ²		No	
	2.6. Plano de instalaciones sanitarias (agua residual). ²	Si		
	2.7. Plano de detalles del sistema de tratamiento de las aguas residuales. ²	Si		
9.3	Si el proyecto se encuentra dentro de un complejo regulado ambientalmente indicar número de expediente y resolución ambiental aprobatoria y/o licencia ambiental vigente.			No aplica
9.4	Fotocopia completa del DPI o pasaporte del proponente o su Representante Legal. (Legible, no fotografía).			No aplica
	Personería (fotocopias) :			
9.5	6.1. Fotocopia del nombramiento del Representante Legal con su registro respectivo.			No aplica
	6.2. Fotocopia de Acta de toma de posesión (si aplica).			No aplica
	6.3. Fotocopia de Acuerdo emitido por el Tribunal Supremo Electoral (si aplica).			No aplica
	6.4. Fotocopia del mandato con su inscripción del registro respectivo.			No aplica
9.6	Documento de derecho sobre el predio: se aceptará únicamente (según sea el caso):			No aplica
	a) Fotocopia simple completa del documento que acredita el derecho sobre el predio a favor del proponente:			

¹ Cuando existan movimientos de tierra: excavaciones, cortes, rellenos, nivelaciones, etc.

² Cuando aplique al proyecto y consignar la justificación en el formato descrito en el inciso 1.

Continuación del anexo 5.

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Certificación del Registro General de la Propiedad (vigencia no mayor a 6 meses). ✓ Certificación de nomenclatura emitida por la Municipalidad (vigencia no mayor a 6 meses). <p>b) Fotocopia simple del documento legal que aplique a su proyecto completo y vigente, con dirección exacta registrada en el instrumento ambiental presentado.</p> <p>Si la Empresa o el interesado no es propietario del terreno donde se desarrollará el proyecto:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Contrato de Arrendamiento o Subarrendamiento. ✓ Contrato de Compra Venta o Promesa de Compra Venta. ✓ Contrato de derechos posesorios. <p>Para los inmuebles del Estado debe incluirse el documento legal que aplique:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Certificación del Registro General de la Propiedad. ✓ Testimonio de la Escritura Pública de la Donación del bien inmueble. ✓ Certificación del punto de acta donde conste la donación del bien inmueble. <p>Si carece de cualquiera de los anteriores documentos, deberán de presentar el testimonio de escritura pública donde se les otorgan los derechos posesorios del (los) inmueble (s) a nombre del Proponente.</p> <p>En caso no cuente con la documentación anterior, deberá hacer la consulta por escrito a la Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales indicando el documento con el que cuente que pruebe la propiedad, posesión y/o uso del inmueble donde se desarrolla o desarrollará el proyecto, obra, industria o actividad, para su validación previo al ingreso del instrumento ambiental.</p>			
9.7	Fotocopia de las Patentes que apliquen: Patente de Sociedad, de comercio/sucursal.			No aplica
9.8	Constancia de RTU con respectivo carné vigente (impresión dúplex).			No aplica
9.9	Fotocopia de licencias, contratos, certificaciones, resoluciones, oficios, providencias, permisos o dictámenes de MEM, CONAP, INAB, IDAEH, MSPAS, Gobernación, u otros cuando aplique. En el caso de documentación que haya sido generada por el MARN indicar el número de licencia, resoluciones, oficios, providencia, dictamen para ser ubicados en los registros internos.			No aplica
9.10	Fotocopia de la Ficha de Registro del proyecto en el Sistema de Nacional de Inversión Pública –SNIP. Aplica únicamente a proyectos, obras, industrias o actividades de inversión pública con recursos del Estado; si no se cuenta con el mismo al momento de la presentación del instrumento ambiental, se establecerá como un compromiso. <u>Si los recursos son propios de la entidad quedará exento de su presentación, mas no con la obligación de su obtención.</u>			No aplica
9.11	Adjuntar fotografías recientes del sitio, terreno, y/o de instalaciones interiores y/o exteriores del proyecto.			No aplica
9.12	El instrumento ambiental debidamente foliado de adelante hacia atrás y únicamente en el anverso de las hojas, en la esquina superior derecha, con números arábigos enteros (no alfanumérico), de forma consecutiva, sin tachones, enmendaduras, sin corrector o cualquier otro medio que cubra o altere la numeración. La información debe estar ordenada, estructurada y dividida acorde a los requisitos establecidos por este Ministerio. <u>La foliación deberá iniciar con el formulario de Instrumentos Ambientales (debidamente llenado), planos, documentos legales y anexos.</u>			No aplica
9.13	Escanear el documento completo, en orden de foliación, creando 1 solo archivo en			No aplica

7 avenida 03-67 zona 13
PBX:2423-0500

www.marn.gob.gt Síguenos en:    

Continuación del anexo 5.

 GOBIERNO de GUATEMALA <small>DR. ALEJANDRO GIANMATTEI</small>		MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES	
	PDF, presentándolos de la siguiente manera: a) Para proyectos que se ingresen en el mismo departamento en donde están ubicados, grabar los archivos en dos (2) CD y adjuntarlos al expediente. b) Para proyectos que se ubiquen fuera del departamento de Guatemala, pero que se ingresen en el MARN Central, grabar los archivos en tres (3) CD y adjuntarlos al expediente.		
Yo _____ el infrascrito proponente, declaro: (Nombre del Proponente o Representante Legal)			
a) Que he leído y comprendido los requerimientos técnicos y legales que implican la presente solicitud. b) Que los datos contenidos en este formulario y los anexos, son verdaderos y que conozco la pena correspondiente al delito de perjurio, falsedad ideológica y material, por lo tanto, someto ante la autoridad ambiental la presente solicitud, renunciando al fuero de mi domicilio y sujetándome a los tribunales que la autoridad ambiental elija.			
Firma: _____			
Guatemala,		de _____ de 20____	

INSTRUCTIVO DE PRESENTACIÓN – INSTRUMENTO AMBIENTAL

CATEGORÍA C

Generalidad:

- Este formato se puede descargar en el portal: www.marn.gov.gt (link: http://www.marn.gov.gt/paginas/Categoria_C1_Actividades_de_Bajo_Impacto_Ambiental).
- Presentar Instrumento Ambiental original en forma física y una copia de la primera página del formato para sellar de recibido.
 - a) Para proyectos ingresados en MARN Central: presentarlo en un sobre papel manila, sin folder, sin gancho y sin perforaciones.
 - b) Para proyectos ingresados en alguna Delegación Departamental del MARN: presentarlo en sobre, folder y gancho.
- Se deberá consignar exactamente el mismo nombre de proyecto y dirección de ubicación en el formulario, planos y/o anexos. Se deberá consignar la dirección según documento de derecho sobre el predio indicando: **calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE** indicar el municipio y el departamento al que corresponde.
- Cuando el proyecto, obra, industria o actividad, se encuentre en **ÁREA PROTEGIDA** y no cuente con Contrato entre CONAP y el Proponente se deberá presentar un expediente ORIGINAL adicional y se deberá ingresar en la ventanilla de CONAP ubicada en las instalaciones de MARN o Ventanilla Única de CONAP Central o Ventanillas Regionales de dicha institución.
- Costo de ingreso según tipo de instrumento EAI Q.100.00 y DABI Q.150.00.
- Para Anexo(s) no usar hojas con membrete del MARN.
- En caso de error de foliación en el ingreso del instrumento ambiental, deberá llenar la boleta correspondiente emitida por el MARN para adjuntarse al expediente.

Indicaciones:

- Formulario: Deberá presentarse sin tachones, sin corrector, ni modificaciones o alteraciones.
- El nombre del proyecto, obra, industria o actividad, deberá estar relacionado a la actividad del proyecto y al nombre de la Patente de Comercio, cuando aplique.

7 avenida 03-67 zona 13
PBX:2423-0500

www.marn.gov.gt Síguenos etc. 

Nota. Instrumento ambiental de categoría C. Obtenido del Ministerio de Ambiente y Recursos Ambientales (2023). *Evaluación ambiental inicial del sistema de alcantarillado sanitario.* (https://www.marn.gov.gt/wpfd_file/instrumentos-ambientales-predictivos-y-correctivos-categoria-c/h), consultado el 16 de abril de 2023. De dominio público.