



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR
TAMARINDO, ALDEA PALÍN, MUNICIPIO NUEVO PROGRESO, DEPARTAMENTO SAN
MARCOS**

Vincen Leonardo Peña Abrego

Asesorado por la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto

Guatemala, octubre del 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR
TAMARINDO, ALDEA PALÍN, MUNICIPIO NUEVO PROGRESO, DEPARTAMENTO SAN
MARCOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

VINCEN LEONARDO PEÑA ABREGO
ASESORADO POR LA INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DEL 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
EXAMINADOR	Ing. Alejandro Castañón López
EXAMINADORA	Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
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 DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR
TAMARINDO, ALDEA PALÍN, MUNICIPIO NUEVO PROGRESO, DEPARTAMENTO SAN
MARCOS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 26 de octubre del 2020.

Vincen Leonardo Peña Abrego

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 04 de agosto de 2021
REF.EPS.DOC.296.08,2021

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 **Vincen Leonardo Peña Abrego, Registro Académico 201113879 y CUI 2502 38462 1801** de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR EL TAMARINDO, ALDEA PALÍN, MUNICIPIO NUEVO PROGRESO, DEPARTAMENTO SAN MARCOS.**

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"


Inga. Chrída Classon de Pinto
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
CCdP/ra

Edificio de EPS, Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria, zona 12.
Teléfono directo: 2442-3509

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 14 de agosto de 2021
REF.EPS.D.155.08.2021

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 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR EL TAMARINDO, ALDEA PALÍN, MUNICIPIO NUEVO PROGRESO, DEPARTAMENTO SAN MARCOS**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Vincen Leonardo Peña Abrego, CUI 2502 38462 1801 y Registro Académico 201113879**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Christa Classon de Pinto.

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”

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS



OAH/ra

Guatemala, 14 de agosto de 2021

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

Respetado Ingeniero:

Le informo que he revisado el informe Final de EPS **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR EL TAMARINDO, ALDEA PALÍN, MUNICIPIO NUEVO PROGRESO, DEPARTAMENTO SAN MARCOS**, por el estudiante de Ingeniería Civil, **VINCEN LEONARDO PEÑA ABREGO, CUI: 2502 38462 1801**, quien contó con la asesoría de la **INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO**. 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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
U S A C
Ing. Civil Pedro Antonio Aguilar Polanco
Jefe Del Departamento de Hidráulica

Cc: Estudiante xxxxxxxxx
Archivo



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto y del Coordinador de E.P.S. Ing. Oscar Argueta Hernández, al trabajo de graduación del estudiante Vincen Leonardo Peña Abrego **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR TAMARINDO, ALDEA PALÍN, MUNICIPIO NUEVO PROGRESO, DEPARTAMENTO SAN MARCOS** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Sin otro particular, le saludo muy atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Armando Fuentes Roca

Director Escuela Ingeniería Civil



Guatemala, octubre 2021

/mrrm





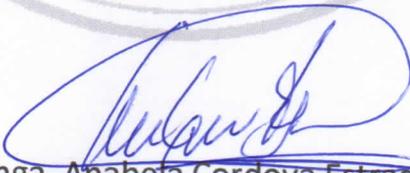
USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

DTG.548.2021

La Decana 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 DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR TAMARINDO, ALDEA PALÍN, MUNICIPIO NUEVO PROGRESO, DEPARTAMENTO SAN MARCOS**, presentado por el estudiante universitario: **Vincen Leonardo Peña Abrego**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, octubre de 2021

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Con mucho amor, por darme la vida, e iluminar mi camino, permitiéndome alcanzar esta meta.
- Mis padres** Edna Leticia Abrego y Conrado Peña Riera, Gracias por su amor y todo el esfuerzo realizado, para poder cumplir mis metas y sueños.
- Mi tía** Graciela Eugenia Abrego, por todo el amor brindado y ser como una segunda madre.
- Mis hermanos** Conrado Hany y Mario Josué Peña Abrego, por su apoyo durante el transcurso de mi carrera y toda mi vida.
- Mis abuelos** Carlos Méndez Abrego (q. e. p. d.), Argentina Limatug De Méndez (q. e. p. d.), María Cefalia Riera (q. e. p. d.), Reina Engracia Abrego (q. e. p. d.), y Conrado Peña, con mucho amor y respeto.
- Mi familia** Tíos, primos, sobrinos y padrinos, por todo el amor y apoyo incondicional brindado, siempre estaré en gratitud por contar con personas maravillosas en mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por darme la vida y la oportunidad de conocer a mí amado Jesús quien es mi guía y la luz de mi vida, que en los momentos difíciles de mi vida siempre me ha brindado su amor, y protección
USAC y Colegio Itzagual	Especialmente a la Facultad de Ingeniería, por ser parte fundamental de mi formación profesional.
Mi asesora	Inga. Christa Classon, por todo el apoyo, dedicación, tiempo, constancia y contribución en el desarrollo de mi proyecto de EPS-
Familia Samuel's Franco	Por todo el apoyo brindado en mi vida.
UNEPAR	Por abrirme las puertas de sus instalaciones para la realización de mi proyecto de EPS, en especial al departamento de preinversión.
Comunidad del Tamarindo	Por todo el apoyo y enseñarnos el lado humano de nuestra profesión.

**Mis amigos
y compañeros**

Ronaldo Morales, Renato Morales, Peter Samuel's, Luis Pedro Valdez, Douglas Santisteban, Elder Morataya, Luis Guzmán, Diego Ren, Elmer García, José Luis Paz, Emerson Curup, Nelson y Helio Hernández, Adid Bigvai, Jonathan Meicke. Por su amistad sincera y los momentos vividos durante mi carrera estudiantil.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SIMBOLOS.....	IX
GLOSARIO.....	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía del sector Tamarindo, aldea Palín, Nuevo Progreso, San Marcos.....	1
1.1.1. Antecedentes.....	1
1.1.2. División política.....	2
1.2. Caracterización del área de influencia microlocalización.....	3
1.2.1. Zona geográfica.....	3
1.2.2. Límites y localización.....	3
1.2.3. Acceso y comunidades.....	4
1.2.4. Aspectos ambientales y de salubridad.....	4
1.2.5. Morbilidad.....	5
1.2.6. Mortalidad.....	5
1.2.7. Análisis de amenazas.....	5
1.2.8. Aspectos climáticos.....	6
1.2.9. Suelos.....	6
1.2.10. Hidrología.....	7
1.3. Caracterización y descripción de aspectos socioeconómico.....	7
1.3.1. Población.....	8

1.3.2.	Demografía departamental	9
1.3.3.	Trabajo y empleo.....	9
1.3.4.	Niveles de pobreza y pobreza extrema.....	9
1.3.5.	Aspecto educación	10
1.3.6.	Aspectos salud	11
1.3.7.	Situación habitacional.....	11
1.3.8.	Servicios existentes.....	12
2.	SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	13
2.1.	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el sector Tamarindo y aldea Palín, Nuevo Progreso, San Marcos	13
2.1.1.	Descripción del proyecto	13
2.1.2.	Fuentes de abastecimiento de agua potable	14
2.1.3.	Aforos, dotación y tipos de servicio	14
2.1.4.	Calidad de agua y normas.....	16
2.1.4.1.	Análisis fisicoquímico.....	17
2.1.4.2.	Análisis bacteriológico	17
2.1.5.	Tasa de crecimiento poblacional	18
2.1.6.	Período de diseño y población futura.....	18
2.1.7.	Factores de consumo y caudales	19
2.1.7.1.	Caudal medio diario.....	21
2.1.7.2.	Caudal máximo diario	21
2.1.7.3.	Caudal máximo horario.....	22
2.1.7.4.	Caudal de uso simultaneo	23
2.1.8.	Ecuaciones, coeficientes y diámetros de tubería	24
2.1.9.	Presiones y velocidades	26
2.1.10.	Levantamiento topográfico	28
2.1.10.1.	Altimetría	28

2.1.10.2.	Planimetría.....	28
2.1.10.3.	Taquimetría.....	29
2.1.11.	Diseño hidráulico del sistema.....	29
2.1.11.1.	Captación.....	30
2.1.11.2.	Línea de conducción.....	31
2.1.11.3.	Red de distribución.....	36
2.1.12.	Tanque de distribución.....	41
2.1.12.1.	Cálculo del volumen de tanque de distribución.....	41
2.1.12.2.	Diseño de tanque de concreto armado.....	42
2.1.13.	Desinfección.....	109
2.1.14.	Obras hidráulicas.....	112
2.1.14.1.	Pasos aéreos.....	112
2.1.14.1.1.	Diseño de cable principal.....	116
2.1.14.2.	Caja unificadora de caudales.....	136
2.1.14.3.	Caja rompe presión.....	136
2.1.14.4.	Válvulas de limpieza.....	137
2.1.14.5.	Válvulas de aire.....	138
2.1.14.6.	Válvulas de compuerta.....	138
2.1.14.7.	Conexiones domiciliarias.....	138
2.1.15.	Presupuesto y cronograma.....	139
2.1.16.	Operación y mantenimiento.....	141
2.1.17.	Costos operativos y de mantenimiento.....	146
2.1.18.	Evaluación socioeconómica.....	149
2.1.19.	Evaluación de impacto ambiental.....	154
2.1.20.	Análisis de riesgo y vulnerabilidad.....	159

CONCLUSIONES	163
RECOMENDACIONES	165
BIBLIOGRAFÍA	167
APÉNDICES	169
ANEXOS	191

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Municipio de Nuevo Progreso (12), San Marcos	2
2. Ubicación y localización de la comunidad beneficiada	4
3. Esquema de línea de conducción	32
4. Esquema de tipos de redes de distribución	37
5. Planta de tanque de distribución	43
6. Elevaciones de tanque de distribución	44
7. Diagrama de fuerzas ejercidas sobre el muro	47
8. Condiciones para el diseño t por método PCA	52
9. Coeficientes de momentos flectores, caso 3	59
10. Armado de muro del tanque	67
11. Planta de losa superior del tanque	73
12. Coeficiente de momentos, caso 10	74
13. Armado de losa superior	82
14. Vista de planta de losa superior	85
15. Diagrama de momentos en losa superior	90
16. Armado de losa superior del tanque	96
17. Sección de viga propuesta	98
18. Esquema de área tributaria	98
19. Diagrama de corte y momento	101
20. Armado de losa inferior del tanque	108
21. Clorador de pastillas	110
22. Partes de un paso aéreo	113
23. Armado de columna para pasos aéreos	126

24. Elevación de zapata para pasos aéreos	127
25. Armado de zapata (pasos aéreos).....	132
26. Dimensionamiento de anclajes	135

TABLAS

I. Población por edad y género sector, Tamarindo, aldea Palín, Nuevo Progreso.....	8
II. Tasa de alfabetismo y analfabetismo, Tamarindo, aldea Palín, Nuevo Progreso.....	11
III. Tipo de construcción de las viviendas	12
IV. Aforo de las fuentes.....	15
V. Coeficiente de fricción	24
VI. Bases de diseño de sistema por gravedad	30
VII. Cálculo de diámetro.....	34
VIII. Cálculo de momentos en el borde inferior del muro (Punto A)	47
IX. Coeficientes de corte C_s , caso 3	54
X. Coeficientes de momento, caso 3 muro lado largo	60
XI. Coeficientes de momento, caso 3 muro lado corto	60
XII. Coeficientes de momento, caso 3 muro central	61
XIII. Resumen de momento calculados para el muro	63
XIV. Distribución del acero vertical para los muros del tanque	67
XV. Resumen de momento calculados para cada muro, condición núm. 2	72
XVI. Coeficientes de momentos positivos M_{tx} y M_{ty} caso 10	75
XVII. Coeficientes de momentos negativos M_{tx} y M_{ty} caso 10.....	75
XVIII. Distribución de acero de losa de cubierta lado X y Y	81
XIX. Coeficientes de momentos del ACI.....	88
XX. Resultados de momentos (Método 3 ACI)	89

XXI.	Áreas de acero y distribución de acero	95
XXII.	Ubicación de pasos aéreos	113
XXIII.	Cálculo de flecha (d), para pasos aéreos	117
XXIV.	Resultados de cálculos de flechas	117
XXV.	Cálculo de longitud de péndolas	121
XXVI.	Presupuesto total del proyecto	140
XXVII.	Manuel de operación y mantenimiento	142
XXVIII.	Gastos de operación y mantenimiento	149

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
h	Altura o carga disponible
At	Área tributaria
As	Área de acero
CH	Carga horizontal
CM	Carga muerta
U	Carga última
CV	Carga viva
Q	Caudal
q	Caudal de uso simultaneo
Qmd	Caudal máximo diario
Qmh	Caudal máximo horario
Qm	Caudal medio
cm	Centímetro
C	Coeficiente de fricción
Ka	Coeficiente de presión activa
Kp	Coeficiente de presión pasiva
Vmax	Cortante máximo
Vc	Cortante permisible del concreto
D	Diámetro
E	Empuje
S	Espaciamiento
t	Espesor
e	Excentricidad

FCU	Factor de carga última
FMD	Factor de día máximo
FMH	Factor de hora máximo
fy	Fluencia del acero
Hg	Hierro galvanizado
I	Inercia
kg-m	Kilogramo - metro
kg/cm²	Kilogramo por centímetro cuadrado
km	Kilómetro
Lb/Pulg²	Libras por pulgada cuadrada
PSI	Libra por pulgada cuadrada
L/Hab/día	Litros por habitante por día
L/s	Litros por segundo
m	Metro
m.c.a	Metros columna de agua
m³	Metros cúbicos
m³/s	Metros cúbicos por segundo (caudal)
mg/L	Miligramo por litro
mm	Milímetro
Ma	Momentos actuantes
Mr	Momentos resistentes
Mu	Momento último
d	Peralte efectivo o flecha
Hf	Pérdida de carga
n	Período de diseño
Wa	Peso del agua
Wcc	Peso del concreto ciclópeo
Ws	Peso del suelo

Pz	Piezométrica
Pf	Población futura
PCA	<i>Portland Cement Association</i>
PU	Precio unitario
P	Presión
f'c	Resistencia del concreto
R	Tasa de crecimiento
TIR	Tasa interna de retorno
TH	Tensión horizontal
Tmax	Tensión máxima
TV	Tensión vertical
VPN	Valor presente neto
Vs	Valor soporte
v	Velocidad

GLOSARIO

Abastecimiento	Actividad de cubrir las necesidades de consumo de agua en cantidad y calidad a una comunidad.
Acero	Varilla de acero corrugada, utilizada como refuerzo en el concreto reforzado.
ACI	Instituto Americano del Concreto.
Aforo	Operación que consiste medir el caudal de agua de una fuente. Se mide en L/s o g.p.m.
Agua potable	Agua que es sanitariamente segura para el consumo humano.
Aldea	Asentamiento humano comúnmente localizado en áreas rurales. Es generalmente de tamaño y población menor que un pueblo.
Amenaza	Se representa por una probable manifestación de un fenómeno de la naturaleza poniendo en peligro el sistema de agua.
Análisis de agua	Es el conjunto de parámetros, que tienen por objeto, definir la calidad de agua, comparándolos con los parámetros establecidos en la norma.

Captación	Estructura que es utilizada para captar, almacenar y proteger el agua proveniente de una fuente.
Caudal	Cantidad de agua que tiene una corriente o que fluye en un manantial o fuente.
Comunidad	Conjunto de personas que viven bajo las mismas reglas y tienen los mismos intereses.
Conducción	Conjunto de tuberías que trasportan un líquido desde la captación hacia el tanque disponible.
Consumo	Cantidad de agua que una persona utiliza para realizar sus actividades del día.
Cota	Es la distancia vertical que hay entre un punto del terreno y el plano de referencia horizontal definido.
Cronograma	Es la representación gráfica de un conjunto de tareas, actividades o eventos ordenados en el tiempo.
Diseño	Es la fase de trabajo de gabinete, en donde se elabora el proyecto. Con base en los datos y resultados obtenidos en etapas de investigación.
Dotación	Cantidad de agua asignada a un habitante para satisfacer sus necesidades del día.
EPS	Ejercicio Profesional Supervisado.

Fuente	Lugar donde aflora una corriente de agua, proveniente de un manantial.
Fuerzas	Carga que, al ser inducida, produce esfuerzos en una estructura.
Pendiente	Es el porcentaje de inclinación o declive que tiene un terreno con respecto a una línea horizontal.
Presión dinámica	Es la presión del fluido en la tubería, bajo condiciones de operación. Se mide en m.c.a.
Presión estática	Es la distancia vertical que existe entre la superficie libre de la fuente de abastecimiento a la caja rompe presión o tanque de distribución, se mide en m.c.a.
Presupuesto	Es la estimación detallada de todos los costos directos e indirectos necesarios para completar las obras de un proyecto.
Riesgo	Es la exposición a una situación donde hay una posibilidad de sufrir un daño o de estar en peligro.
Tanque	Estructura que permite almacenar, regular y nos satisfacer las demandas de consumo de agua de una población.
Topografía	Procedimiento que consiste en describir y representar en un plano la superficie o relieve de un terreno.

UNEPAR

Unidad ejecutora del programa de acueductos
rurales.

RESUMEN

En el municipio de Nuevo Progreso, en el sector Tamarindo, aldea Palín es necesario construir la infraestructura para un sistema de agua potable, que brinde cobertura a las 116 viviendas, 4 iglesias y 1 escuela, abasteciendo a un total de 580 pobladores, que conforman la comunidad por beneficiar. Actualmente, cuentan con un sistema de agua, pero este se encuentra en muy mal estado. La mayoría de viviendas no cuenta con una conexión predial, el servicio es de mala calidad debido a la caducidad de la infraestructura del sistema construido; provocando que las familias recurran a acarreos de agua a fuentes superficiales cercanas.

Por lo tanto, es importante darle prioridad a la construcción de dicho sistema de agua potable y con esto desarrollar programas de capacitación para el comité de agua, en temas técnicos, administrativos, operativos, de mantenimiento y contables; para que su gestión sea diligente y eficiente respecto al funcionamiento del sistema. Con el objetivo de tener la correcta administración de fondos; con las cuotas que habrán de cobrar por vivienda. Capacitación técnica al fontanero que dará el mantenimiento preventivo al sistema.

El proyecto de EPS consistirá en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad del sector Tamarindo aldea Palín, Nuevo Progreso San Marcos. El proyecto contará con 4 captaciones, con 1 línea de conducción de aproximadamente 5,5 km y 7 km de distribución, 1 tanque de almacenamiento, y obras especiales. El proyecto se realiza con la finalidad de mitigar la necesidad primordial de los pobladores del vital líquido y de mejorar su calidad de vida.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable, para la comunidad del sector Tamarindo, aldea Palín del municipio de Nuevo Progreso San Marcos.

Específicos

1. Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad con base en los conocimientos de ingeniería adquiridos durante la formación académica, basándonos en las normas y códigos establecidos.
2. Aplicar criterios técnicos y profesionales para la solución de problemas y necesidades de servicios básicos e infraestructura en las comunidades rurales de nuestro país.
3. Proveer a la comunidad del sector Tamarindo un sistema de agua potable eficiente, con el fin de aumentar la calidad de vida de la población.

INTRODUCCIÓN

El abastecimiento de agua potable constituye un peldaño importante en el desarrollo de las regiones o países y de las poblaciones que habitan en los mismos. Un sistema de agua potable correctamente diseñado conlleva consecuencias positivas en la calidad de vida de las personas que tienen acceso a este servicio, en especial en el campo de la salud. El sistema de agua potable debe contar con todos los elementos necesarios para captar, conducir, almacenar, tratar y distribuir de una manera eficiente el agua hasta los distintos sectores en la que será servida.

El sistema de agua potable propuesto debe respetar las normativas vigentes que garantizan la calidad del agua potable que se quiere suministrar, reduciendo así enfermedades y muertes en las poblaciones que se benefician de este tipo de sistemas. En referencia a Guatemala, muchas de las pequeñas comunidades no cuentan con sistemas de agua potable o cuentan con sistemas que necesitan de urgente rehabilitación. Así es el caso de la comunidad del sector Tamarindo, aldea Palín, la cual no cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable eficiente.

Los Estudios técnicos y los diseños definitivos del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad del sector Tamarindo, aldea Palín proporcionarán toda la información necesaria (Diseño hidráulico y de obras, presupuesto, planos constructivos, cronogramas) con el objetivo de que la entidad o institución encargada (INFOM.UNEPAR) pueda ejecutar el proyecto que beneficiará a más de 600 personas de la comunidad del sector Tamarindo.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del sector Tamarindo, aldea Palín, Nuevo Progreso, San Marcos

A continuación, se detallan los aspectos monográficos más importantes y relevantes para este estudio del sector Tamarindo.

1.1.1. Antecedentes

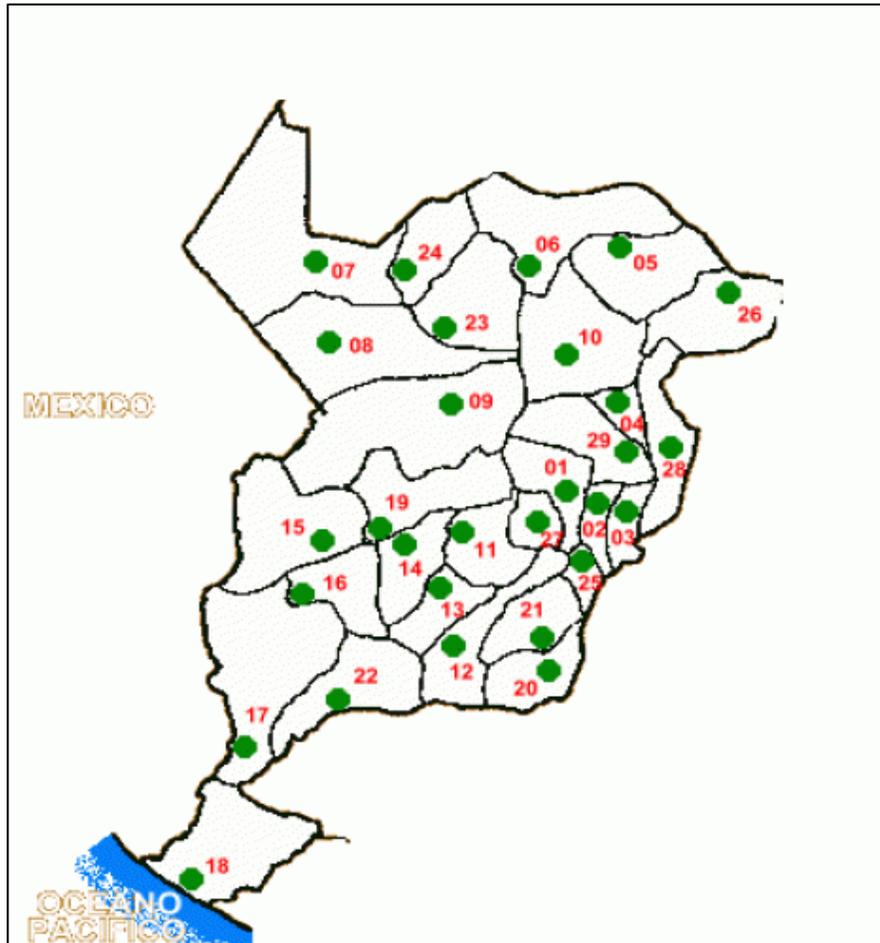
El sector Tamarindo, pertenece a la aldea Palín, del municipio Nuevo Progreso, departamento de San Marcos.

Está ubicado a una distancia de 6 km aproximadamente de la cabecera municipal, a 87 km de la cabecera departamental y 256 km de la Ciudad de Guatemala. El sector Tamarindo colinda al norte con el municipio de San Pedro Sacatepéquez, al Oriente con el municipio de La Reforma, al Sur con los municipios de Pajapita y Coatepeque.

El sector Tamarindo se encuentra ubicado de la siguiente manera:

- Región VI o Sur Occidente
- Latitud 14° 44' 54.1", longitud 91° 56' 27,00"
- 368 metros sobre el nivel del mar
- El sector se encuentra ubicado a 6 kilómetros de distancia de la cabecera municipal de Nuevo Progreso.

Figura 1. **Municipio de Nuevo Progreso (12), San Marcos**



Fuente: INFOM UNEPAR. *Programa de Gestión Social*. p 18.

1.1.2. **División política**

El municipio de Nuevo Progreso cuenta con aproximadamente 36 500 habitantes, su altura es de 5 500 pies en la parte alta y 400 pies en la parte baja sobre el nivel del mar; su topografía es de partes planas y quebradas. Consta de 11 aldeas, 13 cantones, 15 caseríos, 25 sectores y 44 fincas.

1.2. Caracterización del área de influencia micro localización

A continuación, se muestra a detalle el área establecida para la construcción del sistema de agua potable que permitirá a los habitantes del sector Tamarindo contar con agua sanitariamente segura para sus actividades diarias:

1.2.1. Zona geográfica

El sector Tamarindo, pertenece a la aldea Palín, del municipio Nuevo Progreso, departamento de San Marcos.

1.2.2. Límites y localización

Está ubicado a una distancia de 6 km aproximadamente de la cabecera municipal, a 87 km de la cabecera departamental y 256 km de la Ciudad de Guatemala. El sector Tamarindo colinda al Norte con el municipio de San Pedro Sacatepéquez, al Oriente con el municipio de La Reforma, al Sur con los municipios de Pajapita y Coatepeque.

Figura 2. **Ubicación y localización de la comunidad beneficiada**



Fuente: INFOM UNEPAR. *Programa de Gestión Social*. p. 25.

1.2.3. Acceso y comunidades

Para acceder al sector Tamarindo, se utiliza la ruta principal de Coatepeque, sobre la carretera de Pajapita, en dirección a Nuevo Progreso. Al llegar a aldea Palín, se cruza en dirección a la comunidad El Tamarindo. El camino es transitable durante todo el año, la distancia pavimentada es de 4 km, y al aproximarse al sector, la distancia de terracería es de 2 km.

1.2.4. Aspectos ambientales y de salubridad

En el sector Tamarindo, aldea Palín existe contaminación ambiental, debido a que no se cuenta con un sistema de abastecimiento de agua eficiente y tampoco se cuenta con un sistema adecuado para la disposición de los desechos sólidos, estos desechos son extraídos a la intemperie o hacia los ríos cercanos a

la comunidad. No existe servicio de recolección de basura domiciliar, por lo que se observa basura regada en la comunidad y viviendas. Esta situación ha provocado daños en la salud como resfriado común, infecciones urinarias y parasitismo, derivado a que la población, utiliza el recurso de agua sin tratamiento adecuado. Ante esta situación se deben realizar actividades de educación y saneamiento básico y ambiental.

1.2.5. Morbilidad

Se presenta por diferentes enfermedades afectando más a las mujeres y niños de la comunidad en: resfriado común, escabiosis, parasitosis intestinales, gastritis, duodenitis y otras anemias.

1.2.6. Mortalidad

Entre las enfermedades que causan la muerte en el sector son las siguientes: neumonías, enfermedades cardiacas, diabetes, desnutrición, malformaciones congénitas y ACV (accidente cerebro vascular).

1.2.7. Análisis de amenazas

En el sector Tamarindo, aldea Palín, la amenaza es representada por una probable manifestación de un fenómeno de la naturaleza poniendo en peligro la vida de las personas, la infraestructura, el ambiente, entre otros. Según el diagnóstico participativo comunitario estas amenazas son los temblores, terremotos, huracanes y desbordes de ríos.

1.2.8. Aspectos climáticos

En la mayor parte del año es un clima cálido, húmedo. La temperatura media anual es de 22,5 °C, con variaciones de 15,6 °C a 27 °C. La temporada de lluvia por lo general es de mayo a octubre y la seca de noviembre a abril. El mes más caluroso son marzo y abril. Además, debido a la variación de clima el sector se beneficia de todos los productos que abarcan según su climatología requerida.

1.2.9. Suelos

El departamento de San Marcos se caracteriza por tener un sistema de cordilleras en el altiplano. Sus suelos se dividen en 20 unidades que consisten de 17 series; una fase de suelo y dos clases de terreno misceláneo. Pertenece al grupo de suelo compuesto sobre materiales volcánicos, así mismo es parte del grupo de suelo de las montañas volcánicas.

Por otra parte, los suelos de la parte alta del municipio, se encuentran elevaciones mayores a los 2 600 metros sobre el nivel del mar, las cuales no son aptas para cultivos, sin embargo, son utilizados para producción de café, maíz, hojas de mashán, malanga, yuca entre otros.

Los métodos agrícolas en su gran mayoría son ineficientes lo que resulta en baja producción de cultivos y desperdicio del recurso de suelo. El café es una de las plantaciones más grandes y es una de las operaciones más eficientes.

1.2.10. Hidrología

El municipio de Nuevo Progreso del departamento de San Marcos, es una zona de muy buena recarga hídrica, el sector Tamarindo cuenta con variedad de acuíferos, dicho sector se encuentra en la zona baja de del municipio de Nuevo Progreso, lo cual para proyectos de agua potable por gravedad para la cual se tienen 4 fuentes que están en la parte alta de la comunidad a abastecer.

El sector Tamarindo pertenece a la cuenca del río el Naranjo. El 15,20 % del territorio posee zonas con recarga hídrica y tienen cobertura boscosa; mientras que el 84,80 % esta deforestada situación que de alguna manera altera las situaciones climáticas. Otras características del municipio es el paso de los ríos por el territorio entre los que figuran: Ixtal (límite territorial con el Municipio de la Reforma), Ixtalito, San Ramón, San Luis, Pajapa, Chisna, La Unión, Zarco, entre ríos, veremos, Ixcahuin, todos afluentes del Río naranjo. Entre los manantiales están: el Chichicaste, el Sombrerito, San Agustín, Manila.

Una de las principales causas del deterioro de los recursos naturales locales, es porque la mayoría de fuentes de agua se encuentran parcial o totalmente contaminadas. Los recursos han sido contaminados por sedimentos, aguas mieles, inexistencia de un sistema de tratamiento de aguas residuales, inadecuada recolección, tratamiento y disposición final de la basura.

1.3. Caracterización y descripción de aspectos socioeconómicos

La condición socioeconómica, es una medida de situación social que incluye típicamente ingresos, educación y ocupación, está ligada a una amplia gama de repercusiones de la vida, a continuación, se muestra los principales aspectos socioeconómicos para la comunidad del sector Tamarindo:

1.3.1. Población

El sector Tamarindo, municipio de Nuevo Progreso, del departamento de San Marcos tiene una población de 580 habitantes según Censo Poblacional realizado en marzo del 2020. La población afectada es el 100 % de las familias. La población beneficiada del proyecto, es decir, la población objetivo es de 349 habitantes equivalente a 116 viviendas. El promedio de número de hijos por familia es de 5 datos recientes de la visita de campo realizada. Según el Censo indicado con anterioridad.

Tabla I. **Población por edad y género sector, Tamarindo, aldea Palín, Nuevo Progreso**

Rango de edad (Años)	Hombres	Mujeres	Total
De 0 a 2	22	6	28
De 3 a 5	25	18	43
De 6 a 15	52	55	107
De 16 a 30	72	66	138
De 31 a 49	68	59	127
De 50 a 60	42	38	80
De 61 en adelante	29	22	51
Población total	310	264	572

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

La tabla anterior muestra la población total que vive en el sector Tamarindo, municipio de Nuevo Progreso, departamento de San Marcos de las cuales hacen un total de 575 habitantes departamento de San Marcos de las cuales 310 son hombres y 264 son mujeres.

1.3.2. Demografía departamental

Según el Censo Poblacional 2018 del Instituto Nacional de Estadística INE, la Población del departamento de San Marcos es de 1 032 277 habitantes. Así mismo según Censo 2018 del Instituto de Estadística INE, la población del municipio de Nuevo Progreso actualmente es de 30 067 habitantes.

1.3.3. Trabajo y empleo

Al respecto el Plan Municipal de Desarrollo Municipal (PDM) indica que la Población Económica Activa del municipio de Nuevo Progreso según proyección del Instituto Nacional de Estadística (INE), es del 37 29 % y está marcada y basada en la agricultura, seguidamente del café.

El café se ha constituido como el principal motor económico de la población generando ocupación para la mano de obra que migró del altiplano del departamento, la cual posteriormente fue ausentándose en el territorio conformando las poblaciones existentes.

La población económicamente activa está constituida por hombres, con pocas capacidades laborales que desempeñan básicamente actividades relacionadas con la agricultura en las fincas comerciales de café.

1.3.4. Niveles de pobreza y pobreza extrema

La brecha de pobreza es una de las más altas a nivel departamental. De acuerdo con la información publicada por el Instituto Nacional de Estadística (INE) hasta octubre de 2019 en Guatemala, el costo estimado mensual de la Canasta básica alimentaria es de Q3 592,02 –CBA- y de la Canasta básica vital

o Ampliada –CBV- es de Q8 293,74, la primera como su nombre lo indica solo incluye productos alimenticios para las familias; la segunda además de alimentos incluye, los servicios básicos, tales como agua, luz, vestuario, vivienda, salud, transporte, recreación, educación, entre otros; así mismo, se hace referencia de los índices de pobreza identificados y publicados por el INE, XI censo de población y VI de habitación 2002 y la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida 2014 (ENCOVI), para el Departamento de San Marcos siendo Pobreza extrema de 22,00 % y Total pobreza 60,20 %.

1.3.5. Aspecto educación

La educación es un factor del desarrollo económico, que contribuye a un incremento de la productividad de la fuerza laboral y del nivel de vida. El problema del analfabetismo se percibe en mayor grado en el área rural del municipio, siendo parte del problema central.

El sector cuenta con una escuela, llamada E.O.R.M; dentro de la información que la escuela brindó mencionan que el servicio sanitario con el que cuentan es letrina lavable, pero se encuentra en un estado regular. Por otro lado, cuentan con almacenamiento de agua, pero en mal estado ya que tiene más de 10 años de uso. Es importante mencionar que esta fue la única información recabada debido a que la escuela se encontraba cerrada por vacaciones de fin de año.

Tabla II. **Tasa de alfabetismo y analfabetismo, Tamarindo, aldea Palín, Nuevo Progreso**

Tasa de alfabetismo				
	de 0 a 15 años	%	De 16 a 61 en adelante	%
Hombres	29	8 %	85	24 %
Mujeres	28	8 %	69	20 %

Tasa de Analfabetismo				
	de 0 a 15 años	%	De 16 a 61 en adelante	%
Hombres	36	10 %	35	10 %
Mujeres	25	7 %	42	12 %

Fuente: INFOM UNEPAR. *Programa de gestión social*. p. 14.

1.3.6. Aspectos salud

Dentro del sector Tamarindo no existe un puesto de salud, sin embargo, tienen acceso al puesto de salud de aldea Buena vista. La consulta no tiene ningún costo y una vez al año se realizan jornadas médicas, realizadas por APROFAM. Según información brindada por el Centro de Salud de dicha aldea la población que más requiere los servicios de salud son los siguientes:

- Morbilidad: las diez primeras causas de morbilidad reportadas por la encargada del Centro de salud son las siguientes: resfriado común, amigdalitis bacteriana, amebiasis, infección urinaria, infecciones de la piel, parasitismo, dolores articulares, conjuntivitis y diarrea.

1.3.7. Situación habitacional

La mayoría de viviendas se conforman de uno y dos ambientes, una cocina que en algunos casos está separada de la vivienda principal, por lo regular, fuera

de la misma, sus condiciones son de regular a malas en términos de seguridad, salud, ventilación y luz, entre otros

Tabla III. **Tipo de construcción de las viviendas**

Paredes		Techo		Piso	
Block / ladrillo	66,67 %	Lámina	100 %	Tierra	16,67 %
Adobe	0,00 %	Teja	0,00 %	Torta de cemento	76,67 %
Bajareque	0,00 %	Concreto	0,00 %	Granito	3,33 %
Caña	0,00 %	Paja	0,00 %	Cerámico	3,33 %
Madera	33,33 %	Otro	0,00 %	Otro	0,00 %
Otros	0,00 %				

Fuente elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

En el sector Tamarindo, el 66,67 % de viviendas son de block y el 33,33 % de madera. Los techos son 100 % de lámina y los pisos el 16,67 % es de tierra, el 76,67 % de torta de cemento, el 3,33 % de granito y el otro 3,33 % de cerámico. El 68,97 % de estas viviendas no tienen un sistema adecuado para el desfogue de aguas residuales y de excretas, todas las viviendas utilizan el método de descarga libre y únicamente el 31,03 % utiliza el pozo ciego.

1.3.8. Servicios existentes

Los servicios con los que cuenta el sector Tamarindo, son los siguientes:

- Escuelas preprimarias y primaria
- Iglesia católica
- Energía domiciliar
- Energía pública
- Agua entubada
- Iglesias evangélicas

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el sector Tamarindo y aldea Palín, Nuevo Progreso, San Marcos

A continuación, se detallan todos los conceptos y procedimientos necesarios para el diseño del sistema de agua potable.

2.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad, el cual está conformado por un sistema de 4 captaciones de brote definido donde los caudales en la estación E-1003 son unificados por medio de una caja unificadora de caudales, se debe contar con una o varias fuentes que nos proporcionen el caudal suficiente para abastecer a la población actual y a la población de diseño(futura), este dato se obtiene por medio de aforos, los cuales se recomiendan realizarlos en época de estiaje para tener un dato más exacto.

Unificado los caudales se conducirá por medio de tubería PVC y HG de diámetros entre 1½" y 3" según sea el caso, hacia un taque de distribución de 45 m³ (de concreto reforzado), el cual abastecerá a una red de distribución de ramales abiertos que tendrá diferentes diámetros de tubería hacia cada uno de las viviendas del sector Tamarindo y Aldea Palín.

En la línea de conducción, como en la red de distribución, debido a la topografía quebrada del terreno se deberán colocar obras de arte, válvulas,

pasos aéreos donde lo indique el diseño. El proyecto tiene una longitud 13 746,62 metros (13,75 km), y la cantidad de beneficiarios es de 580 habitantes.

2.1.2. Fuentes de abastecimiento de agua potable

Las fuentes de agua constituyen un elemento primordial en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y antes de dar cualquier paso es necesario definir su ubicación, tipo, cantidad y calidad. De acuerdo con la ubicación, naturaleza de la fuente de abastecimiento y topografía del terreno. Para el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, es importante seleccionar una fuente adecuada o una combinación de fuentes para abastecer de agua en cantidad suficiente a la población. De acuerdo con la forma de abastecimiento se consideran tres tipos principales de fuentes: aguas de lluvia, aguas superficiales y aguas subterráneas. Para el presente proyecto, se construirá un sistema de 4 captaciones de brote definido que nos permitirán abastecer a la comunidad en el período de vida del proyecto.

2.1.3. Aforos, dotación y tipos de servicio

Se le conoce como aforo a la determinación del caudal de una fuente, los aforos pueden hacerse de distintas maneras según los caudales; para este caso se utilizó el método volumétrico, el cual consiste en determinar el tiempo que tarda una corriente de agua en llenar un recipiente de capacidad conocida. Este es un método sencillo y muy preciso siempre y cuando se realice con el debido cuidado.

Para realizar el aforo por medio del método volumétrico se utilizará la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{V}{T} \text{ (l/s)}$$

Donde:

V = volumen del recipiente conocido en litros

T = tiempo de llenado en segundos

Q = caudal expresado en litros / segundo

Tabla IV. **Aforo de las fuentes**

Nacimiento	Caudal (L/s)	Fecha
Capotal 1	0,321	10/03/2020
Capotal 2	1,563	10/03/2020
Capotal 3	0,467	10/03/2020
Capotal 4	0,631	10/03/2020
Aforo total = 2,982 L/s		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Dotación es la cantidad de agua asignada a un habitante en un día en una población. Comúnmente se expresa en litros por habitante por día: l/hab./día. La dotación está formada por: caudal doméstico, caudal industrial, caudal comercial y caudal público. A estos consumos se deberá agregar un porcentaje de pérdidas por fugas y mal uso del agua. Para la elección adecuada de la dotación es importante tomar cuenta diferentes factores como clima, nivel de vida, calidad, uso doméstico, entre otros. Es recomendable que la dotación se determine con base en estudios de demanda de agua de la población que se investiga o poblaciones cercanas con características similares.

Debido a que no se tienen los estudios mencionados para el presente proyecto se utilizarán los parámetros de dotación mencionados en la guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de INFOM-UNEPAR:

- Servicio a base de llena cántaros exclusivamente: 30 a 60 l/hab/día.
- Servicio mixto de llena cántaros y conexiones prediales: 60 a 90 l/hab/día.
- Servicio exclusivo de conexiones prediales fuera de la vivienda: 60 a 120 l/hab/día.
- Servicio de conexiones intradomiciliarias con opción a varios grifos por vivienda de 90 a 170 l/hab/día.

Tomando en cuenta lo anterior y que se cuenta con un buen aforo, utilizaremos una dotación de 120 litros/habitante/día. Debido a las condiciones que se presentan, a la influencia en la economía familiar y tomando en cuenta que la población tiene características rurales, se utilizará un tipo de servicio predial.

2.1.4. Calidad de agua y normas

La calidad del agua es un dato esencial para el diseño, ya que dependiendo de los resultados de los análisis y estudios realizados se observará que tan apta es para el consumo humano. La calidad del agua depende de factores físico-químicos y bacteriológicos que deben cumplir ciertos parámetros que permitan beberla y destinarla a otros usos sin riesgos a la salud. Es necesario realizar los análisis del agua de la fuente o fuentes que se utilizaran para abastecer a la comunidad con los objetivos de conocer el tratamiento que deberá utilizarse o la ausencia del mismo.

Se considera agua potable a la que es agradable a los sentidos y sanitariamente segura, para garantizar que el agua es potable y que esta no ponga en riesgos la salud de la comunidad es necesario que cumpla con los requisitos mínimos establecidos por la norma COGUANOR NGO 29001, que contempla el análisis químico sanitario y el examen bacteriológico.

2.1.4.1. Análisis fisicoquímico

El análisis físico químico permite determinar si el agua contiene microorganismos patógenos, cuya presencia indica la contaminación del líquido vital provocando enfermedades de origen hídrico. Este análisis físico está relacionado con los sentidos ya que determina aspectos como color, olor, sabor, temperatura, turbiedad, sólidos disueltos, entre otros. Que en caso contrario causaría rechazo al consumidor. Mientras que los análisis químicos permiten medir minerales químicos disueltos, ph, conductividad, entre otros. Los resultados de dichos análisis deben estar en los parámetros establecidos por la Norma para que esta pueda ser consumida si correr riesgos de contraer enfermedades de origen hídrico.

2.1.4.2. Análisis bacteriológico

El análisis bacteriológico del agua tiene como objetivo conocer la calidad de agua determinando los microorganismos presentes en el agua analizada. Dependiendo del origen del agua se determinarán distintos grupos de bacterias, es decir, las que marcan las normativas vigentes para análisis de aguas potables, entre otros. Los indicadores bacterianos más usados son: Grupo coliforme, Coliformes termo tolerantes (fecales) y *Escherichia coli*, Coliformes totales Recuento en placa de bacterias heterotróficas, entre otros.

2.1.5. Tasa de crecimiento poblacional

La tasa de crecimiento poblacional es un indicador importante que permite medir el aumento (crecimiento) o disminución (decrecimiento) de la población de una región para un período determinado, el cual indica los cambios que experimenta la población a causa de tres fenómenos demográficos fundamentales: migración, mortalidad y fecundidad, con dicho valor se estiman poblaciones futuras. Para este proyecto se utilizará una tasa de crecimiento de 1.7 por ciento, valor establecido por el Instituto Nacional de Estadística (INE) para el departamento de San Marcos.

2.1.6. Período de diseño y población futura

El período de diseño es la determinación del tiempo para el cual se considera funcional el sistema, intervienen una serie de variables que deben ser evaluadas para lograr un proyecto económicamente viable. Por lo tanto, el período de diseño puede definirse como el tiempo en el cual el sistema será 100 % eficiente, ya sea por capacidad en la conducción del gasto deseado o por la existencia física de las instalaciones. Según lo establecido en la normativa del Instituto de fomento municipal (INFOM) para este caso se utilizará un período de diseño de 20 años más 2 años de gestión del proyecto.

Para llevar a cabo los cálculos de la población futura de una comunidad o región, es necesario conocer ciertos datos que permitirán conocer el crecimiento poblacional que se tendrá mientras dure el período de diseño. Existen 3 métodos para el cálculo de la población futura los cuales son: Métodos matemáticos, geométricos y aritméticos. Para este proyecto se utilizará el método geométrico, considerando un período de diseño de 22 años y una tasa de crecimiento de 1.7, se procede a calcular la población futura por medio de la siguiente ecuación:

$$P_f = P_o (R + 1)^n$$

Donde:

P_f = población futura

P_o = población inicial = 580 habitantes

r = tasa de crecimiento = 1,7 %

n = período de diseño = 22 años

Aplicando la ecuación indicada se tiene el siguiente resultado:

$$P_f = P_o (R + 1)^n$$
$$P_f = 580 \text{ hab } (0,017 + 1)^{22}$$
$$P_f = 840 \text{ habitantes}$$

Al término del período de vida del proyecto (22 años) se estima que la población futura será de 840 habitantes.

2.1.7. Factores de consumo y caudales

En los sistemas de abastecimiento de agua potable el consumo del vital líquido varía durante el día inclusive durante los meses del año, dependiendo de ciertos factores como el clima, las características de la comunidad en estudio y las mismas costumbres de la región. En el transcurso del día, el caudal va variando continuamente dependiendo de las actividades que se van realizando alrededor de las jornadas, como, por ejemplo, en las actividades que se realizan en la jornada diurna, la demanda del consumo de agua es mayor que en horas de madrugada donde el valor que se obtiene es mínimo.

Es por ello, que el sistema de abastecimiento de agua potable debe estar diseñado con los criterios y parámetros correctos, para cubrir esa variación de demandas, y de ahí surgen los conceptos de los factores de consumo. Con base en lo estipulado en la guía de normas sanitarias de INFOM se deben tomar los siguientes valores:

- Factor de día máximo de 1,2 a 1,5
- Factor de hora máxima de 2 a 3

Factor de día máximo (FDM). El factor de día máximo, compensa la variación en el consumo de agua por parte de la comunidad en un tiempo determinado y se calcula tabulando los datos de consumo durante un año. Según INFOM-UNEPAR el factor de día máximo está entre 1,2 y 1,5 para poblaciones menores a 1 000 habitantes y 1,2 para poblaciones mayores a 1 000 habitantes, en este caso se utilizará un FMD de 1,5 ya que la población futura será menor a 1 000 habitantes.

Factor de hora máxima (FHM). El factor de hora máxima sirve para compensar las variaciones en las horas de mayor consumo. Este factor se debe calcular tabulando los datos de consumo horarios; según INFOM-UNEPAR este valor varía entre 2,0 a 3,0, para poblaciones menores a 1 000 habitantes, y 2,0 para poblaciones mayores a 1 000 habitante, para el presente proyecto se utilizará un FHM de 2,5 debido a que la población futura será menor a 1 000 habitantes.

2.1.7.1. Caudal medio diario

El caudal medio diario, se define como el resultado de una estimación del consumo diario de la población futura del período de diseño, expresada en litros por segundo (l/s). El Proyecto cuenta con diferentes servicios: 1 escuela y 4 iglesias, a las cuales se les asignará una dotación considerable de 1 000 L/hab/día y 1 500 L/hab/día respectivamente, servicios que se tomarán en cuenta en el cálculo del caudal medio diario que se determina mediante la siguiente ecuación:

$$Q_m = \frac{(Dot * P_f)}{86\ 400\ seg} (l/s)$$

Donde:

Q_m: caudal medio diario en l/s.

Dot: dotación en l/hab/día (120 l/hab/día)

P_f: número de habitantes proyectados al futuro (840 habitantes)

Aplicando la ecuación indicada se obtiene el siguiente resultado:

$$Q_m = \frac{(120\ l/hab/día * 840\ habitantes)}{86\ 400\ seg} + \frac{(1 * 1000\ L/hab/día)}{(86400)} + \frac{(4 * 1\ 500\ L/hab/día)}{(86\ 400)}$$
$$Q_m = 1,25\ l/s$$

2.1.7.2. Caudal máximo diario

El caudal máximo diario se define como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año, este valor es utilizado

para el diseño de la línea de conducción, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{MD} = Q_m * FMD$$

Donde:

Q_{MD}: caudal máximo diario en l/s

Q_m : caudal medio diario en l/s (1,25 l/s)

FMD : factor máximo diario (1,5)

Aplicando la ecuación indicada se obtiene el siguiente resultado:

$$Q_{MD} = 1,25 \frac{l}{s} * 1,5$$

$$Q_{MD} = 1,875 \text{ l/s}$$

2.1.7.3. Caudal máximo horario

El caudal máximo horario, se define como el máximo consumo en una hora observado en el período de un año; se utiliza para el diseño de la red de distribución, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{MH} = Q_m * FMH$$

Donde:

Q_{MH}: caudal máximo horario en l/s.

Q_m : caudal medio diario en l/s (1,25 l/s)

FMH: factor máximo horario. (2,5)

Aplicando la ecuación indicada se obtiene el siguiente resultado:

$$Q_{MH} = 1, \frac{25l}{s} * 2,5$$

$$Q_{MH} = 3,125 \text{ l/s}$$

2.1.7.4. Caudal de uso simultaneo

Para el diseño de los ramales de distribución se debe hacer una comparación entre los valores del caudal obtenidos con el FMH y el criterio de uso simultáneo. Deberá utilizarse el resultado que sea mayor de ambos. Se calculará el caudal de uso simultáneo para el primer ramal usando la siguiente ecuación:

$$q = k\sqrt{n - 1}$$

Donde:

q = caudal de uso simultáneo no menor de 0,20 l/s. (en el ramal analizado)

k = coeficiente; 0,20 predial; 0,15 llenacántaros.

n = número de conexiones o llenacántaros futuros. (168 conexiones)

Aplicando la ecuación indicada se obtiene el siguiente resultado:

$$q = 0,20\sqrt{168 - 1}$$

$$q = 2,58 \text{ l/s}$$

Ver tabla de los resultados obtenidos para la distribución de caudales en el apéndice Núm. 2 Memoria de cálculo.

2.1.8. Ecuaciones, coeficientes y diámetros de tubería

Una de las fórmulas que más se utilizan para el cálculo hidráulico de pérdidas por fricción en tuberías que trabajan a presión es la de Hazen & Williams. Esta es una fórmula empírica resultante del análisis estadístico de una gran cantidad de datos experimentales. Su formulación es la siguiente:

$$hf = \frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * D^{4,87}}$$

Donde:

$Q = \text{caudal } \left(\frac{l}{s}\right)$.

$L = \text{longitud de la tubería (m)}$.

$C = \text{coeficiente de fricción (ver tabla)}$.

$D = \text{diámetro de la tubería (pulg.)}$

$hf = \text{pérdida de carga (m)}$

Tabla V. **Coeficiente de fricción**

Material	C
Acero o hierro galvanizado	100
Hierro fundido	100
Asbesto o cemento	100
PVC	150

Fuente: AGÜERO PITTMAN, Roger. *Agua potable para poblaciones rurales*. p. 57.

Utilizando la misma fórmula de Hazen & Williams, se calcula el diámetro teórico de la tubería, esto se realiza despejando el diámetro de la ecuación mencionado, la cual se define de la siguiente manera:

$$\emptyset = \left(\frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * hf} \right)^{1/4,87}$$

Donde:

Hf = pérdida de carga (m)

L = longitud de la tubería (m)

Qb = caudal de bombeo (l/s)

C = coeficiente que depende del material de la tubería

D = diámetro de la tubería pulgadas

Con el diámetro calculado se procede a utilizar el diámetro interno comercial superior y se calcula nuevamente la pérdida real con la ecuación de Hazen y Williams para pérdidas por fricción. En el inciso 2.1.11.2. y 2.1.11.3. Se muestran los cálculos hidráulicos de línea de conducción y red de distribución del presente proyecto.

Para determinar los diámetros de la tubería se estudian diversas alternativas desde el punto de vista económico. Los diámetros seleccionados deben tener la capacidad de conducir el caudal cumpliendo con los parámetros de velocidades y presiones. El diámetro no debe ser menor de ¾ de pulgada.

Recomendaciones para la colocación de la tubería:

Tanto para la línea de conducción y la red de distribución del proyecto se utilizará tubería de PVC y HG dependiendo lo que el diseño hidráulico requiera, es muy importante conocer los criterios que INFOM-UNEPAR muestra en su guía de normas:

- En líneas de conducción, se recomienda utilizar un diámetro no menor de 1 pulgada de diámetro.
- La tubería de PVC debe enterrarse con un mínimo de profundidad de 0,80 metros, (la medida se toma a partir de la parte superior del tubo).
- Cuando la tubería PVC atraviese calles o carreteras, deberá enterrarse con un mínimo de profundidad de 1,20 metros, (la medida se toma a partir de la parte superior del tubo).
- En terrenos inclinados, la tubería deberá protegerse mediante la construcción de muros, esto para evitar algún deslave.
- De ser necesario se deberán construir anclajes en los cambios de dirección.

2.1.9. Presiones y velocidades

La presión hidrostática máxima en líneas de conducción y de distribución no debe sobrepasar la presión de trabajo de la tubería que se utilizará, por lo tanto, es muy importante conocer las presiones a las que trabaja la tubería, accesorios y grifería, ya que debido a los cambios que se tienen en la topografía en ciertos puntos se tienen presiones arriba de lo estipulado en la normativa y esto puede generar fugas cuando el sistema esté en funcionamiento.

Las presiones a tomar en cuenta con base en la Guía de normas de INFOM-UNEPAR son las siguientes:

- Mínima 10 mca (presión de servicio).
- Máxima 60 mca (presión de servicio).

En los sistemas de agua interfieren dos tipos de presiones que deben tomarse en cuenta para que el sistema trabaje de manera eficiente, estas presiones son las siguientes:

Presión estática: es la presión que se genera cuando el líquido tanto en la tubería como en el recipiente que la almacena no se encuentra en movimiento, es decir, cuando el líquido está en reposo.

Presión dinámica: es la presión que se genera cuando existe flujo de agua, la presión estática modifica su valor disminuyéndose por las pérdidas por fricción de la tubería.

La velocidad a la que debe viajar el líquido en el sistema, para evitar sedimentación y erosión en la tubería, según la normativa de INFOM-UNEPAR debe ser dentro de los siguientes límites:

- Mínima 0,4 m/seg
- Máxima 3,0 m/seg

En casos en que inevitablemente se consideren velocidades mayores, éstas deben justificarse y preverse la protección de las obras que puedan quedar expuestas a deterioro por ello.

2.1.10. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico es la parte esencial de cualquier proyecto a construir o planificar, esta puede ser plana, accidentada o muy accidentada. Para lograr la información topográfica es necesario realizar ciertas actividades que permitan determinar la posición o inclinación del terreno por donde pasará la línea de conducción y distribución del proyecto. Dicha información es utilizada para realizar el diseño hidráulico de las partes o componentes del sistema de abastecimiento de agua potable; para determinar la longitud total de la tubería, establecer la ubicación exacta de las estructuras y obras a construir dentro del sistema. Por lo tanto, es primordial contar con una buena representación gráfica del área, para que se pueda diseñar con los datos correctos y que el sistema cumpla con las necesidades de la comunidad.

La topografía se divide en tres partes que son:

2.1.10.1. Altimetría

Altimetría es el conjunto de métodos y procedimientos que permiten determinar o representar de forma gráfica las diferentes altitudes de los puntos con respecto a una superficie de referencia. El objetivo de la altimetría es obtener una representación en relieve del terreno donde se trabajará y con ello obtener información importante que es representada por medio de planos de curvas de nivel, perfiles, entre otros.

2.1.10.2. Planimetría

Planimetría es la parte de la topografía que por medio de métodos y procedimientos permiten representar de forma gráfica un terreno, sin tomar en

cuenta los desniveles o diferentes alturas (Cotas) del mismo, el objetivo de la planimetría es conocer los detalles importantes del terreno a trabajar sobre una superficie plana (Vista en planta), permitiendo hallar posiciones relativas de los puntos del terreno proyectados en un plano horizontal.

2.1.10.3. Taquimetría

La taquimetría también conocida como topografía integral, es el conjunto de procedimientos que permite determinar de forma simultánea las coordenadas norte, este y cota de los puntos sobre la superficie del terreno. Es un método de medición rápida pero no preciso. Se utiliza para el levantamiento topográfico de magnitudes grandes donde es difícil el manejo de la cinta métrica. El levantamiento topográfico del presente proyecto se realizó por el método taquimétrico debido a su gran magnitud haciendo uso la estación total, bastón o primas y otros instrumentos complementarios para el desarrollo del levantamiento.

2.1.11. Diseño hidráulico del sistema

Para los cálculos del diseño hidráulico se tomarán los siguientes datos obtenidos de las bases de diseño:

Tabla VI. **Bases de diseño de sistema por gravedad**

Viviendas actuales (viv)	116	Núm. de auxiliaturas+comercios	0
Densidad de vivienda (hab/viv)	5,00	Núm. de iglesias	4
Población actual (hab)	580	Núm. de escuelas	1
Tasa de crecimiento (%)	1,7	Conexiones futuras (viv)	173
Período de diseño (años)	22	Población futura (hab)	840
Aforo de la fuente (L/s)	2,980	Caudal medio Qm (L/s)	1,25
Dotación (L/hab/día)	120	Caudal máximo diario - CMD (L/s)	1,87
		Caudal máximo h horario - CMH (L/s)	3,12
Factor máximo diario - FMD	1,5	Tanque 1 distribución calculado (m ³)	43,14
Factor máximo horario - FMH	2,5	Tanque 1 distribución recomendado (m ³)	45
		Caudal ecológico 10 % (0,90*Q fuente ≥ CMD)	2,68
% para calcular Vol. en T.D.	40		Cumple
Tanque de distribución Existente (m ³)	No tiene		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

2.1.11.1. Captación

Las captaciones son estructuras necesarias para recolectar el agua, para que luego pueda ser conducida mediante las tuberías de conducción hacia el reservorio de almacenamiento. El diseño hidráulico y dimensionamiento de la captación dependerá de la topografía de la zona, de la textura del suelo y de la clase del nacimiento; buscando no alterar la calidad y la temperatura del agua ni modificar la corriente y el caudal natural del manantial, ya que cualquier

obstrucción puede tener consecuencias fatales; el agua crea otro cauce y el manantial desaparece.

Con la finalidad de proteger el agua ante la contaminación se construirá un sistema de 4 captaciones de brotes definidos con sello sanitario. Cada captación será para un volumen de agua de $1 m^3$ y se construirán de mampostería de piedra. (Ver plano 32/48) en apéndices.

2.1.11.2. Línea de conducción

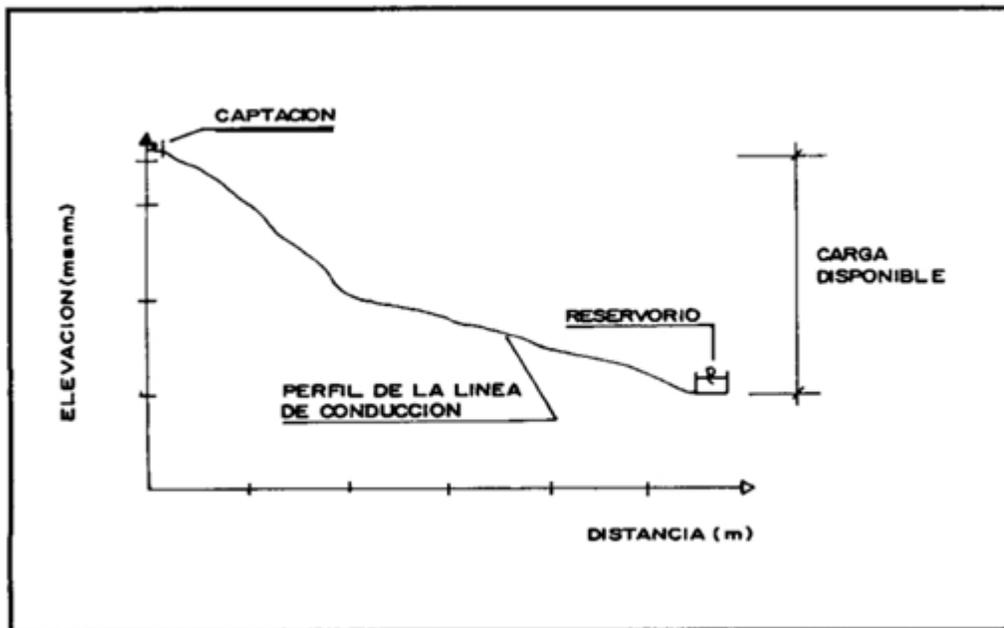
La línea de conducción en un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad es el conjunto de tuberías, válvulas, accesorios, estructuras y obras de arte encargados de la conducción del agua desde la captación hasta el tanque de almacenamiento, aprovechando la carga estática existente. Estas se calculan siguiendo varios procedimientos existentes. Su diseño en general consiste en definir el diámetro en función de las pérdidas de carga, a partir del gasto que se conducirá y el material de la tubería. Las pérdidas de carga, se obtienen aplicando las ecuaciones de Hazen-Williams.

Para lograr un mejor funcionamiento del sistema, a lo largo de la línea de conducción puede requerirse cajas rompe presión (CRP), válvulas de aire, válvulas de limpieza, entre otros. Cada uno de estos elementos precisa de un diseño de acuerdo con las características particulares.

Se tiene una línea de conducción por gravedad para este proyecto de 5 492,19 metros y debido a la topografía accidentada del terreno es necesaria la construcción de 1 caja rompe presión sin válvula de flote en la estación E-1106, 14 pasos aéreos de diferentes luces, 24 válvulas de aire y 27 válvulas limpieza con el fin de que el sistema pueda trabajar correctamente en el período de vida

del proyecto. La conducción se diseñó con tubería de cloruro de Polivinilo (PVC) y tubería galvanizada (HG) para los tramos donde lo solicite el diseño y los planos.

Figura 3. Esquema de línea de conducción



Fuente: AGÜERO PITTMAN, Roger. *Agua potable para poblaciones rurales*. p. 57.

Ejemplo de un tramo del diseño hidráulico en la línea de conducción

Tramo desde la estación (E-1070), hacia la caja rompe presión en estación (E-1106).

Nota: entre la estación (E-1070) y el tanque de distribución (E.1106) existen diferentes obras hidráulicas (Pasos aéreos, CRP, válvulas) para fines del ejemplo se tomarán las estaciones mencionadas.

Datos:

$$CT_{E-1070} = 945,09 \text{ metros}$$

$$CT_{E-1106} = 935,10 \text{ metros}$$

$$\text{Longitud del tramo} = 1\,128,43 \text{ metros}$$

$$\text{Caudal} = 1,87 \text{ l/s}$$

$$C = 150$$

$$CT \text{ piezométrica}_{E-1070} = 968,61 \text{ metros}$$

- Cálculo de pérdida de carga disponible o diferencia de nivel entre las estaciones, es decir:

$$Hf \text{ disp.} = (CT \text{ piezométrica}_{E-1070}) - (CT_{E-1106})$$

$$Hf \text{ disp.} = (968,61 \text{ metros} - 935,10 \text{ metros})$$

$$Hf \text{ disp.} = 33,15 \text{ m}$$

- Cálculo del diámetro teórico con la carga disponible, despejando de la fórmula Hazen-Williams, y sustituyendo los datos se obtendrá lo siguiente:

$$\emptyset = \left(\frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * hf} \right)^{1/4,87}$$

Al sustituir los datos conocidos se obtiene como resultado:

$$\emptyset = \left(\frac{1\,743,811 * 1\,128,43 \text{ m} * 1,87^{1,85}}{150^{1,85} * 33,15 \text{ m}} \right)^{1/4,87}$$

$$\emptyset = 1,80 \text{ pulg}$$

Este resultado se aproxima a un diámetro comercial superior e inferior, se verifican las pérdidas para cada diámetro seleccionado.

Tabla VII. **Cálculo de diámetro**

Diámetro menor	Diámetro teórico	Diámetro mayor
1,5" = 1,754	1,80"	2" = 2,193

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

- Cálculo de las pérdidas reales de los diámetros comerciales utilizando la fórmula Hazen-Williams, y sustituyendo los datos se obtendrá lo siguiente:

$$hf_{\phi=1,5 \text{ in}} = \frac{1\,743,811 * 1\,128,43 \text{ m} * 1,87^{1,85}}{150^{1,85} * 1,754^{4,87}}$$

$$hf_{\phi=2 \text{ in}} = 38,25 \text{ m}$$

$$hf_{\phi=2 \text{ in}} = \frac{1\,743,811 * 1\,128,43 \text{ m} * 1,87^{1,85}}{150^{1,85} * 2,193^{4,87}}$$

$$hf_{\phi=2 \text{ in}} = 12,89 \text{ m}$$

En el cálculo realizado anteriormente se observa que la pérdida de carga con el diámetro mayor es menor, tomando en cuenta que se tiene una topografía muy accidentada entre las estaciones del tramo seleccionado, se utilizará el diámetro mayor por lo tanto para este tramo se utilizará el diámetro de 2" de 160 PSI.

- Cálculo de la velocidad por medio de la fórmula siguiente:

$$V = \frac{1,974 * Q}{D^2} (m/s)$$

$$V = \frac{1,974 * 1,87 \text{ l/s}}{(2,193)^2} = 0,767 \text{ m/s}$$

El resultado obtenido se encuentra en el rango de 0,4 m/s – 3,0 m/S, por lo tanto, la velocidad si cumple con lo establecido en la guía de normas de INFOM-UNEPAR.

- Cálculo de la cota piezométrica para la E-1106:

$$CT \text{ piezométrica}_{E-1106} = CT \text{ piezométrica}_{E-1070} - hf$$

$$CT \text{ piezométrica}_{E-1106} = 968,61 \text{ metros} - 12,89 \text{ m}$$

$$CT \text{ piezométrica}_{E-1106} = 955,72 \text{ m}$$

- Cálculo de la presión dinámica

Se determina restándole a la cota piezométrica, la cota del terreno final, obteniendo el siguiente resultado:

$$P_{Dinámica E-1070} = CT.piezométrica_{E-1070} - CT.terreno_{E-1070}$$

$$P_{Dinámica E-1070} = 968,61 \text{ metros} - 945,09 \text{ metros} = 23,52 \text{ mca}$$

$$P_{Dinámica E-1106} = CT.piezométrica_{E-1106} - CT.terreno_{E-1106}$$

$$P_{Dinámica E-1106} = 955,72 \text{ metros} - 935,10 \text{ metros} = 20,62 \text{ mca}$$

- Cálculo de la presión estática

Se determina restándole a la cota piezométrica inicial del sistema, la cota del terreno final obteniendo el siguiente resultado:

$$P_{Dinámica E-1 249} = CT.piezométrica_{inicial} - CT.terreno_{E-1 249}$$

$$P_{Dinámica E-1 249} = 996,43 \text{ metros} - 945,09 \text{ metros} = 51,34 \text{ mca}$$

$$P_{Dinámica E-1 260} = CT.piezométrica_{inicial} - CT.terreno_{E-1 260}$$

$$P_{Dinámica E-1 249} = 996,43 \text{ metros} - 935,10 \text{ metros} = 61,33 \text{ mca}$$

2.1.11.3. Red de distribución

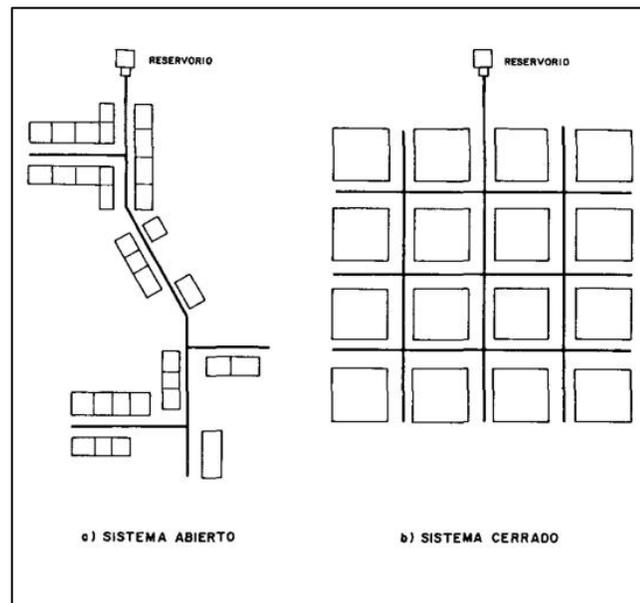
Se define como red de distribución al conjunto de tuberías de diferentes diámetros, válvulas, obras hidráulicas y demás accesorios que suministran el agua potable a una población. El trazo de la red debe obedecer a la disposición de la población y por lo tanto no existe una forma predefinida. Desde el punto de vista hidráulico existen las redes abiertas, redes cerradas y redes combinadas.

Para el diseño de la red de distribución es necesario definir la ubicación exacta del tanque de almacenamiento con la finalidad de suministrar la cantidad de agua y presión adecuada a todos los puntos de la red. La dotación de agua se ha definido en las bases de diseño mostrado en el inciso 2.1.11.

Para el presente proyecto se tiene una red de distribución de ramales abiertos de 8 254,43 m de tubería de diámetros comprendidos entre Ø 3/4" a 3", se utilizará tubería de Cloruro de Polivinilo (PVC) y tubería galvanizada (HG) con base en lo que se presente en el diseño hidráulico y planos. Teniendo en cuenta analizarlo por ramales o nudos, debido a las grandes distancias que existen entre

las viviendas y las condiciones de topografía del lugar. Se utilizarán los caudales que se muestran en la distribución de caudales con base en el ramal o tramo analizado. Ver distribución de caudales en apéndice 2.

Figura 4. **Esquema de tipos de redes de distribución**



Fuente: AGÜERO PITTMAN, Roger. *Agua potable para poblaciones rurales*. p 94.

A continuación, se presenta el cálculo para el tramo de tubería para el sector Tamarindo entre las estaciones E-1 249. Y E-1 260, que corresponden al ramal 1, cuyo resumen de cálculo se presenta en los apéndices.

Ejemplo se utilizará el tramo entre las estaciones E-1 249 y E-1 260 del diseño hidráulico en la red de distribución:

Datos:

$$CT_{E-1249} = 842,41 \text{ metros}$$

$$CT_{E-1260} = 836,07 \text{ metros}$$

$$\text{Longitud del tramo} = 360,35 \text{ metros}$$

$$\text{Caudal} = 0,45 \text{ l/s}$$

$$C = 150$$

$$CT \text{ piezométrica}_{E-1249} = 867,27 \text{ metros}$$

- Cálculo de pérdida de carga disponible o diferencia de nivel entre las estaciones, es decir:

$$Hf \text{ disp.} = (CT \text{ piezométrica}_{E-1249}) - (CT_{E-1260})$$

$$Hf \text{ disp.} = (867,27 \text{ metros} - 836,07 \text{ metros})$$

$$Hf \text{ disp.} = 31,2 \text{ metros}$$

- Cálculo del diámetro teórico con la carga disponible, despejando de la fórmula Hazen Williams, y sustituyendo los datos se obtendrá lo siguiente:

$$\emptyset = \left(\frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * hf} \right)^{1/4,87}$$

$$\emptyset = \left(\frac{1\,743,811 * 360,65 \text{ m} * 0,45^{1,85}}{150^{1,85} * 31,2} \right)^{1/4,87}$$

$$\emptyset = 0,84 \text{ pulg}$$

Este resultado se aproxima a un diámetro comercial superior e inferior, se verifican las pérdidas para cada diámetro seleccionado.

Diámetro Menor	Diámetro Teórico	Diámetro Mayor
3/4" = 0,926	0,84"	1" = 1,195

- Cálculo de pérdida real con la fórmula de Hazen y Williams:

$$hf_{\phi=3/4 \text{ in}} = \frac{1\,743,811 * 360,65m * 0,45^{1,85}}{150^{1,85} * 0,926^{4,87}}$$

$$hf_{\phi=1 \text{ pulg}} = 19,673 \text{ m}$$

$$hf_{\phi=1 \text{ in}} = \frac{1\,743,811 * 360,35m * 0,45^{1,85}}{150^{1,85} * 1,195^{4,87}}$$

$$hf_{\phi=1 \text{ pulg}} = 5,682 \text{ m}$$

Con el resultado obtenido anteriormente se pueden observar que con el diámetro mayor de 1 pulgada se tiene menos pérdida en comparación al de 3/4 de pulgada, por lo tanto, para este tramo se utilizará tubería PVC de 160 psi, de 1 pulgada de diámetro.

- Cálculo de la velocidad por medio de la fórmula siguiente:

$$V = \frac{1,974 * Q}{D^2} (m/s)$$

$$V = \frac{1,974 * 0,45l/s}{(1,195)^2} = 0,62 \text{ m/s}$$

El resultado obtenido se encuentra en el rango de 0,4 m/s – 3,0 m/S, por lo tanto, la velocidad si cumple con lo establecido en la guía de normas de INFOM-UNEPAR.

- Cálculo de la cota piezométrica para la E-1260:

$$CT \text{ piezométrica}_{E-1260} = CT \text{ piezométrica}_{E-1249} - hf$$

$$CT \text{ piezométrica}_{E-1260} = 867,27m - 5,682m$$

$$CT \text{ piezométrica}_{E-1260} = 861,49 m$$

- Cálculo de la presión dinámica

Se determina restándole a la cota piezométrica, la cota del terreno final, obteniendo el siguiente resultado:

$$P_{Dinámica E-1249} = CT. \text{piezométrica}_{E-1249} - CT. \text{terreno}_{E-1249}$$

$$P_{Dinámica E-1249} = 867,27 \text{ metros} - 842,41 \text{ metros} = 24,86 \text{ mca}$$

$$P_{Dinámica E-1260} = CT. \text{piezométrica}_{E-1260} - CT. \text{terreno}_{E-1260}$$

$$P_{Dinámica E-1260} = 861,49 \text{ metros} - 836,07 \text{ metros} = \mathbf{25,42 mca}$$

- Cálculo de la presión estática

Se determina restándole a la cota piezométrica inicial del sistema, la cota del terreno final obteniendo el siguiente resultado:

$$P_{Dinámica E-1249} = CT. \text{piezométrica}_{inicial} - CT. \text{terreno}_{E-1249}$$

$$P_{Dinámica E-1249} = 883,22 \text{ metros} - 842,41 \text{ metros} = \mathbf{40,81 mca}$$

$$P_{Dinámica E-1260} = CT. \text{piezométrica}_{inicial} - CT. \text{terreno}_{E-1260}$$

$$P_{Dinámica E-1249} = 883,22 \text{ metros} - 836,07 \text{ metros} = \mathbf{47,15 mca}$$

2.1.12. Tanque de distribución

Los tanques de distribución son de suma importancia para los sistemas de agua potable ya que estos nos permiten garantizar el funcionamiento óptimo y eficiente del sistema, el tanque de distribución permite almacenar la cantidad de agua suficiente para satisfacer la demanda de una población, su objetivo principal es cubrir las variaciones de las demandas de consumo de la comunidad alrededor del día. El diseño y la construcción van a depender de las condiciones del terreno, del material disponible en el área, de la mano de obra existente, entre otros.

Con base en la población futura a tener en el período de vida del proyecto se construirá un tanque de distribución de $45 m^3$, este será de doble celda con el objetivo de realizar el mantenimiento adecuado sin interrumpir el suministro de agua a la población y previo al ingreso de la línea de conducción al tanque se le realizará la desinfección correspondiente. El tanque se construirá de concreto armado y estará ubicado en la estación E-1162, con la altura adecuada para que el sistema pueda trabajar por medio de la gravedad abasteciendo sin ningún problema a la comunidad.

2.1.12.1. Cálculo del volumen de tanque de distribución

Para el cálculo del volumen del tanque de distribución se utilizará un factor del 40 % del consumo máximo diario, esto debido a que la población futura a servir será 840 habitantes, para este cálculo se utiliza la siguiente ecuación:

- Cálculo de volumen de tanque de distribución

$$Vol = \frac{(40 \% * Qm * 86\ 400)}{1\ 000\ l/m^3}$$

Donde:

Vol = volumen del tanque

Qm = caudal medio diario $\left(\frac{l}{s}\right) = 1,25l/s$

30% = porcentaje para cálculo del volumen del tanque

86 400 = segundos que tiene un día

Aplicando la fórmula anteriormente mencionada se obtiene el siguiente resultado:

$$Vol = \frac{(40 \% * 1,25l/s * 86\ 400)}{1\ 000\ l/m^3}$$

$$Volumen = 43,2\ m^3 = \mathbf{45\ m^3}$$

Para efectos de diseño, el volumen del tanque será de 45 m³ y conforme la geología del terreno, se construirá un tanque concreto reforzado con especificaciones en el plano constructivo.

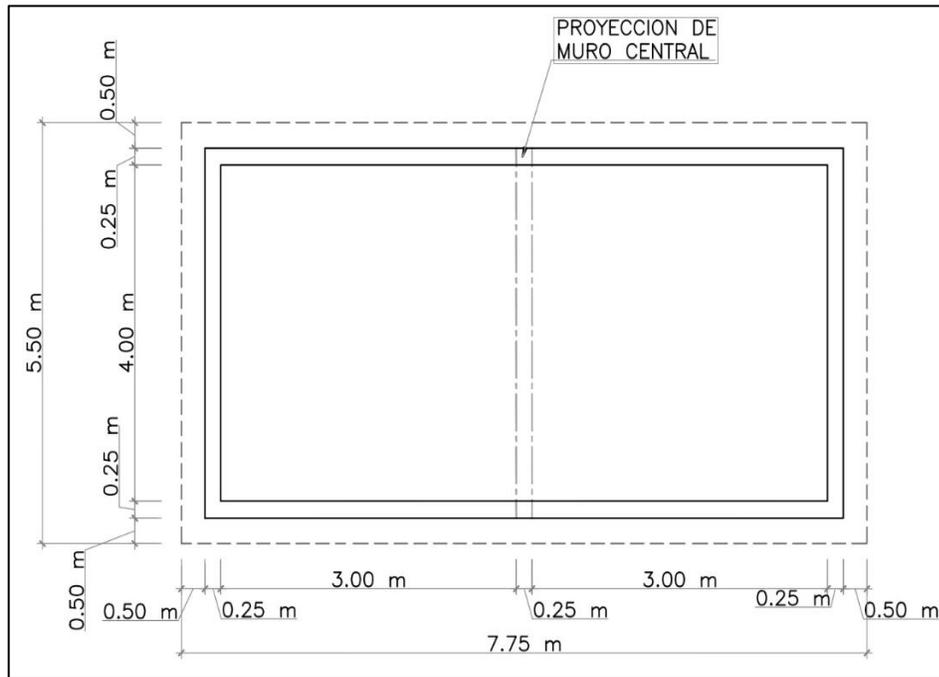
2.1.12.2. Diseño de tanque de concreto armado

Este tipo de tanques resisten las presiones del suelo y del agua a través de la combinación del concreto y el acero, compresión y flexión, respectivamente. Para este proyecto, el diseño se hizo con base en el Manual de tanques rectangulares de la *Portland Cement Association (PCA)*.

Con base en el volumen del tanque calculado en el inciso 2.1.12.1., se diseñará un tanque de 45 m³ de doble cámara, para el cual se presentan las

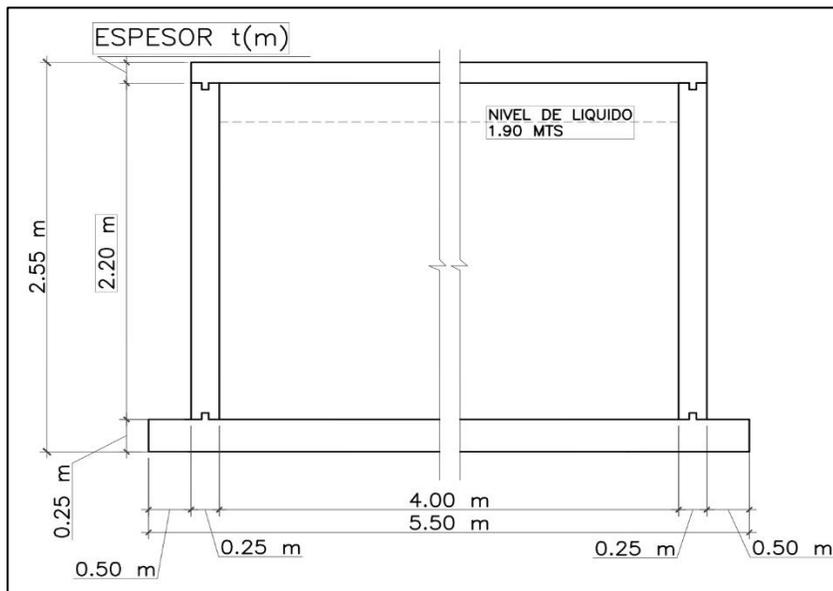
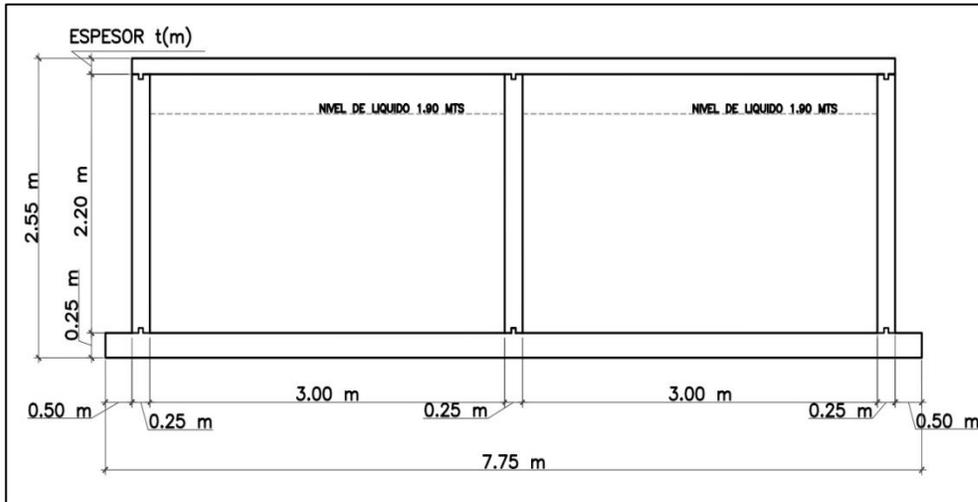
propiedades de los materiales que intervienen en el diseño del tanque de distribución. A continuación, se presenta un gráfico donde se muestran las dimensiones del tanque de distribución:

Figura 5. **Planta de tanque de distribución**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3d 2018.

Figura 6. Elevaciones de tanque de distribución



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3d 2018.

Para el diseño del tanque de distribución se utilizarán las siguientes propiedades de los materiales:

Datos:

$$\text{Volumen del tanque (Vol)} = 45 \text{ m}^3$$

$$\text{Altura (h)} = 2,20 \text{ m}$$

$$\text{Peso específico del agua } W_a = 1 \text{ Ton/m}^3 = 1\,000 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso específico del suelo } W_s = 1,8 \text{ Ton/m}^3 = 1\,800 \text{ kg/m}^3$$

$$q_s = \text{valor soporte del suelo} = 15 \text{ Ton/m}^2 \text{ (asumido)}$$

$$\text{Peso específico del concreto } W_c = 2,4 \text{ Ton/m}^3 = 2\,400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Coeficiente de presión activa del agua } K_a = 1,00$$

$$\text{Coeficiente de presión activa del suelo } K_s = 0,33$$

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

$$f_y = 2\,810 \text{ kg/cm}^2$$

Nota: se asumirá un valor soporte del suelo de 15 Ton/m^2 , dicho valor se tomó con base en estudios geotécnicos de proyectos cercanos al sector Tamarindo, San Marcos, con suelos de características similares, tomando el valor crítico para el diseño del tanque de distribución.

Para garantizar la estabilidad de la estructura del tanque, se tendrán que hacer los chequeos de deslizamiento y volteo.

- Chequeo de estabilidad

Para el chequeo por estabilidad del muro se tomará en cuenta la condición crítica del tanque y esto ocurre cuando está lleno de agua hasta el punto de rebalse. Los muros del tanque están sometidos tanto a fuerzas del agua como del suelo, por lo que se diseñará tomando en cuenta las dimensiones propuestas.

Presión del suelo

Se calcula la presión del suelo con la siguiente ecuación:

$$K_a = (1 - \operatorname{sen} \Phi) / (1 + \operatorname{sen} \Phi) = (1 - \operatorname{sen} 30) / (1 + \operatorname{sen} 30) = 0,33$$

$$P_s = \frac{k_{\text{suelo}} * w_s * H^2}{2}$$

Aplicando la ecuación anterior se tiene el siguiente resultado:

$$P_s = \frac{0,33 * 1\ 800 * (1,25)^2}{2}$$

$$P_s = 464,06 \text{ kg/m} * 1 \text{ m}$$

$$\mathbf{P_s = 464,06 \text{ kg}}$$

Cálculo de presión generado por el agua con la siguiente ecuación:

$$P_a = \frac{k_{\text{agua}} * w_s * H^2}{2}$$

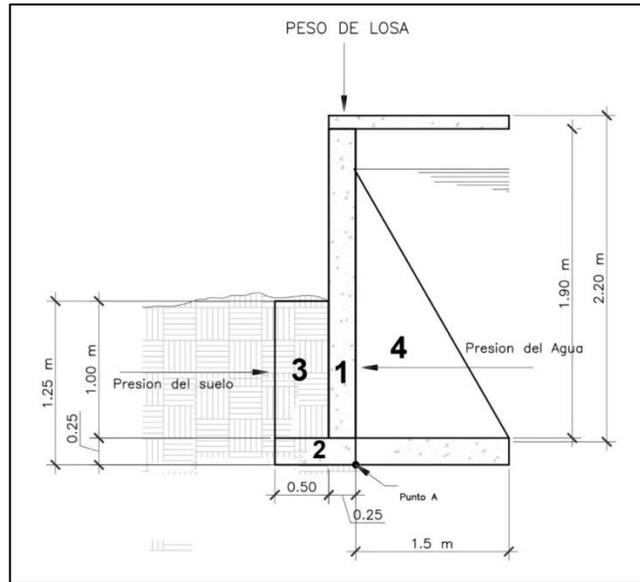
Aplicando la ecuación anterior se tiene el siguiente resultado:

$$P_a = \frac{1\ 000 * (1,90)^2}{2}$$

$$P_a = 1\ 805 \text{ kg/m} * 1 \text{ m}$$

$$P_a = 1\ 805 \text{ kg}$$

Figura 7. Diagrama de fuerzas ejercidas sobre el muro



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3d 2018.

Tabla VIII. Cálculo de momentos en el borde inferior del muro (Punto A)

Figura	Área (m^2)	Peso específico (kg/m^3)	Peso (kg)	Brazo (m)	Momento ($kg - m$)
1	0,55	2 400	1 320	0,125	165
2	0,1875	2 400	450	0,375	168,5
3	0,5	1 800	900	0,0	450
4	1,425	1 000	1 425	0,50	712,5
<i>W_{Losa superior}</i>			312	0,125	39,5
<i>Total</i>			4 347		1 535,50

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

$$M_{muro} = 1\ 535,50\ kg - m$$

$$W_{muro} = 4\ 347\ kg$$

Estabilidad por volteo

La estabilidad por volteo de muros se determina utilizando la siguiente relación:

$$FSv = MR / MA, \text{ y este resultado debe ser } > 1,5$$

Donde:

$M_R = \text{momentos resistentes}$

$M_A = \text{momentos actuantes}$

Cálculo de momentos resistentes

Con base en que el tanque está lleno, los momentos resistentes estarán dados por los momentos generados por el peso del muro y la presión generada por el agua. Se considera que la acción del momento actúa a un tercio de la altura del suelo de relleno, o sea $h/3$. Se calcula con la siguiente ecuación:

$$M_a = Pa * \frac{H}{3}$$

Aplicando la ecuación anterior se tiene el siguiente resultado:

$$M_a = 1\,805 \text{ kg} * 1,90/3$$

$$M_a = 1\,143 \text{ kg} - m$$

Cálculo de momentos actuantes:

El momento actuante está dado por la presión generada por el suelo se calcula con siguiente ecuación:

$$M_s = P_s * \frac{H}{3}$$

$$M_s = 464,06 \text{ kg} * \frac{1,25 \text{ m}}{3}$$

$$M_s = 193,38 \text{ kg}$$

Aplicando la relación de volteo mencionada se tiene el siguiente resultado:

$$FSv = M_R / M_a, \text{ y este resultado debe ser } > 1,5$$

$$FSv = \frac{(1\ 535,50 \text{ Kg} - m) + (1\ 143 \text{ kg} - m)}{193,8 \text{ kg}} > 1,5$$

$$FSv = 13,85 > 1,5$$

La estructura resiste claramente el volteo, por lo tanto, las dimensiones propuestas son correctas.

Estabilidad por deslizamiento:

El chequeo de deslizamiento del muro se calcula con la siguiente relación:

$$FSd = F_{Resistente} / F_{Actuante} > 1,5$$

$$FSd = \frac{Wm * \delta}{P_s} > 1,5$$

Donde:

$FSd = \text{factor de deslizamiento}$

$Wm = \text{peso del muro} = 4\,347 \text{ kg}$

$\delta = \text{coeficiente del concreto} = 0,5$

$Ps = \text{empuje del suelo (presión del suelo)}$

Aplicando la ecuación anterior se tiene el siguiente resultado:

$$FSd = Wm * \delta / Ps > 1,5$$

$$FSd = 4\,347 \text{ kg} * 0,5 / 464,06 > 1,5$$

$$\mathbf{FSd = 4,68 > 1,5}$$

Con base en el resultado anterior se comprueba que no se presentará deslizamiento de la estructura.

Chequeo por capacidad soporte del suelo

Este chequeo permite conocer si la capacidad del suelo soportará el peso de la estructura. Se asume una capacidad soporte de $qs = 15 \text{ Ton}/m^2$, este chequeo se calculará con la siguiente ecuación:

$$q = \frac{WT}{B * L} * \left(1 \pm \frac{(6 * e)}{L}\right)$$

Donde:

$q = \text{presión en el suelo}$

$Wt = \text{peso total del muro}$

$L = \text{franja unitaria de 1 m}$

$e = \text{excentricidad}$

$B = \text{ancho de muro}$

Verificación máxima del muro

$$a = \frac{(MR_{total} - Ma)/WT}{4\,347\text{ kg}}$$
$$a = \frac{(1\,535,50\text{ kg} - m) - (193,38\text{ kg} - m)}{4\,347\text{ kg}}$$

$$a = 0,31$$

$$3a > \text{base}$$

$$3(0,31) > 0,80 = \mathbf{0,93} > \mathbf{0,80}$$

Con base en la relación anterior, se tiene la certeza que no existen presiones negativas.

Cálculo de excentricidad:

$$e = \frac{b}{2} - a = \frac{0,80}{2} - 0,31 = \mathbf{0,09}$$

Cálculo de presión máxima:

$$q = \frac{WT}{B * L} * \left(1 \pm \frac{(6 * e)}{B}\right)$$
$$q = \frac{4\,347\text{ kg}}{0,80\text{ m} * 1\text{ m}} * \left(1 + \frac{(6 * 0,09)}{0,8}\right)$$
$$q = 9\,101,53\text{ kg/m}^2 < 15\,000\text{ kg/m}^2$$

Como se puede observar la presión máxima del muro es menor a la capacidad soporte del suelo por lo tanto las dimensiones propuestas son adecuadas y cumplen con los chequeos de estabilidad.

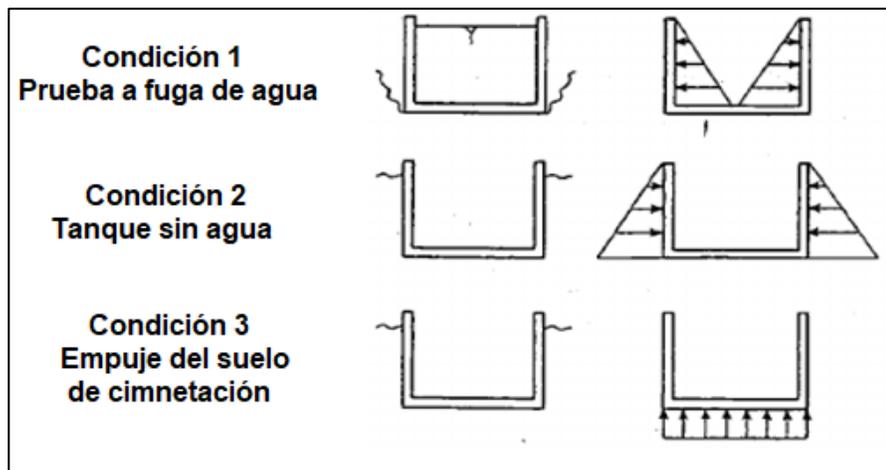
Diseño de muros del tanque:

Para el diseño del tanque se considera el caso 3 del manual de la PCA donde la base del tanque estará empotrada y la parte superior libre.

El manual de diseño de tanques rectangular de la *Portland Cement Association* (PCA) en forma general establece tres condiciones planteadas para el diseño de tanques rectangulares; a estas se les realiza un análisis de las cargas que actúan sobre el tanque, fuerzas y momentos, considerándolo lleno y vacío del líquido a contener, con empujes de suelos sobre los muros y con posibilidades de flotabilidad de la estructura.

A continuación, se muestran las tres condiciones para el diseño de tanques según la PCA:

Figura 8. Condiciones para el diseño t por método PCA



Fuente: PORTLAND CEMENT ASSOCIATION. *Manual de tanques rectangulares*. Cap. 1. p. 8.

Diseño de los muros del tanque por el método PCA

Para el desarrollo del análisis de los muros del tanque se inicia con la condición de carga 1, que representará la situación donde el tanque está lleno del líquido y la resistencia del suelo es ignorada.

Condición 1:

Cálculo de presión de agua con la siguiente ecuación:

$$q = k_a * w_a * a \text{ (kg/m}^2\text{)}$$

Donde:

$k_a = \text{coeficiente de presión activa del agua} = 1,00$

$w_a = \text{peso específico del agua} = 1\ 000 \text{ kg/m}^3$

$a = \text{altura del tanque} = 2,20 \text{ m}$

Aplicando la ecuación anterior se tiene el siguiente resultado:

$$q = 1,00 * 1\ 000 \text{ kg/m}^3 * 2,20 \text{ m}$$

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

Diseño para fuerzas cortantes

Las fueras cortantes se deben en varios puntos a lo largo de los bordes el muro, según el manual de la PCA los puntos para el análisis de los muros del tanque se calculan de la siguiente manera:

- Se deberá calcular la razón de la longitud del muro respecto de la altura del líquido.

$$\frac{b}{a} = \frac{4,50 \text{ m}}{2,20 \text{ m}} = 2,045$$

- Se deberá calcular la razón del ancho del muro respecto de la altura del líquido.

$$\frac{b}{a} = \frac{3,50 \text{ m}}{2,20 \text{ m}} = 1,60 \approx 1,5$$

Las razones ($b/a = 2, c/a = 1,5$), sirven para establecer las tablas a utilizar. A continuación, se muestra la tabla de coeficientes de corte C_s que se utilizarán:

Tabla IX. **Coefficientes de corte C_s , caso 3**

Ubicación	b/a	
	2,00	1,5
Borde inferior-punto medio	0,45	0,40
Borde lateral-punto máximo	0,27	0,26
Borde lateral-punto medio	0,26	0,26

Fuente: *PORTLAND CEMENT ASSOCIATION. Manual de tanques rectangulares. Cap. 2. p. 17.*

Chequeo del cortante en el fondo del muro

Para el siguiente cálculo, se utilizarán los valores del muro de mayor longitud debido a que estos presentan coeficientes de corte máximos.

$$V = C_s * q * a \left(\frac{Kg}{m} \right)$$

Donde:

$C_s = \text{coeficiente de corte} = 0,45$

$q = \text{presión del agua} = 2\ 200 \text{ kg/m}^2$

$a = \text{altura del tanque} = 2,20 \text{ m}$

Aplicando la ecuación anterior se tiene el siguiente resultado

$$V = 0,45 * 2\ 200 \text{ kg/m}^2 * 2,20 \text{ m}$$

$$V = 2\ 178 \text{ kg/m}$$

Cálculo del cortante último:

$$V_u = 1,7 * 2\ 178 \text{ kg/m}$$

$$V_u = 3\ 702,6 \text{ kg}$$

Se calcula la distancia “d” desde la fibra extrema sometida a compresión hasta el eje neutro del refuerzo a tensión

Utilizará varillas Núm. 4

$$d = \text{espesor de muro} - \text{recubrimiento} - 0,5 D_v$$

$$d = 25 \text{ m} - 5 \text{ cm} - 0,5 \left(\frac{1}{2} * 2,54 \right) = 19,365 \text{ cm}$$

Chequeo del cortante permisible del concreto

$$V_c = \phi * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d \text{ (kg)}$$

Donde:

ϕ = factor de reducción de resistencia. $\phi = 0,85$

b = franja unitaria de concreto. $b_w = 100 \text{ cm}$

f'_c = resistencia nominal del concreto. $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

d = distancia al acero de refuerzo = 19,365 cm

Aplicando la ecuación anterior se tiene el siguiente resultado

$$V_c = 0,53 * \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2} * 100 \text{ cm} * 19,365 \text{ cm}$$

$$V_c = 14\ 873,15 \text{ kg}$$

Chequeo del cortante último en la base del muro:

$$V_u \leq 0,85 V_c$$

$$3\ 702,6 \text{ kg} \leq 12\ 642,18 \text{ kg}$$

Chequeo del cortante en el borde lateral del muro

$$V = C_s * q * a \text{ (Kg/m)}$$

Donde:

C_s = coeficiente de corte punto máximo = 0,27

q = presión del agua = 2 200 kg/m²

a = altura del tanque = 2,20 m

Aplicando la ecuación anterior se tiene el siguiente resultado

$$V = 0,27 * 2 \cdot 200 \text{ kg/m}^2 * 2,20 \text{ m}$$
$$V = 1 \, 306,8 \text{ kg}$$

Cálculo del cortante último:

$$V_u = 1,7 * 1 \, 306,8 \text{ kg/m}$$
$$V_u = 2 \, 221,56 \text{ kg}$$

Chequeo del cortante permisible del concreto

Debido a que en el borde lateral se une el muro largo con el muro corto, la fuerza cortante V del muro corto provoca tensión en el muro largo, por lo tanto, para determinar la fuerza cortante del concreto se hace uso de la Ec 11-8 del ACI 318-65:

$$V_c = 0,53 \left(1 + \frac{N_U}{35A_g} \right) * \sqrt{f'c} * b * d \text{ (Kg)}$$

Donde:

b = franja unitaria de concreto. $b_w = 100 \text{ cm}$

$f'c$ = resistencia nominal del concreto. $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

d = distancia al acero de refuerzo = 19,365 cm

N_U = tensión en la pared larga debido al corte en la pared corta

A_g = área gruesa del concreto = $100 * 20 = 2 \, 000 \text{ cm}^2$

Calcula N_U de la forma siguiente:

$$N_U = -1,7 C_s * q * a$$

$$N_U = -1,7 * 0,27 * 2 \ 200 \text{ kg/m}^2 * 2,20 \text{ m}$$

$$N_U = -2 \ 221,56 \text{ kg}$$

Aplicando la ecuación anterior para el cortante permisible del concreto se tiene el siguiente resultado.

$$V_c = 0,53 \left(1 + \frac{-2 \ 221,56}{35(2 \ 000)} \right) * \sqrt{210} * 100 * 19,365$$

$$V_c = 14 \ 401,13 \text{ kg}$$

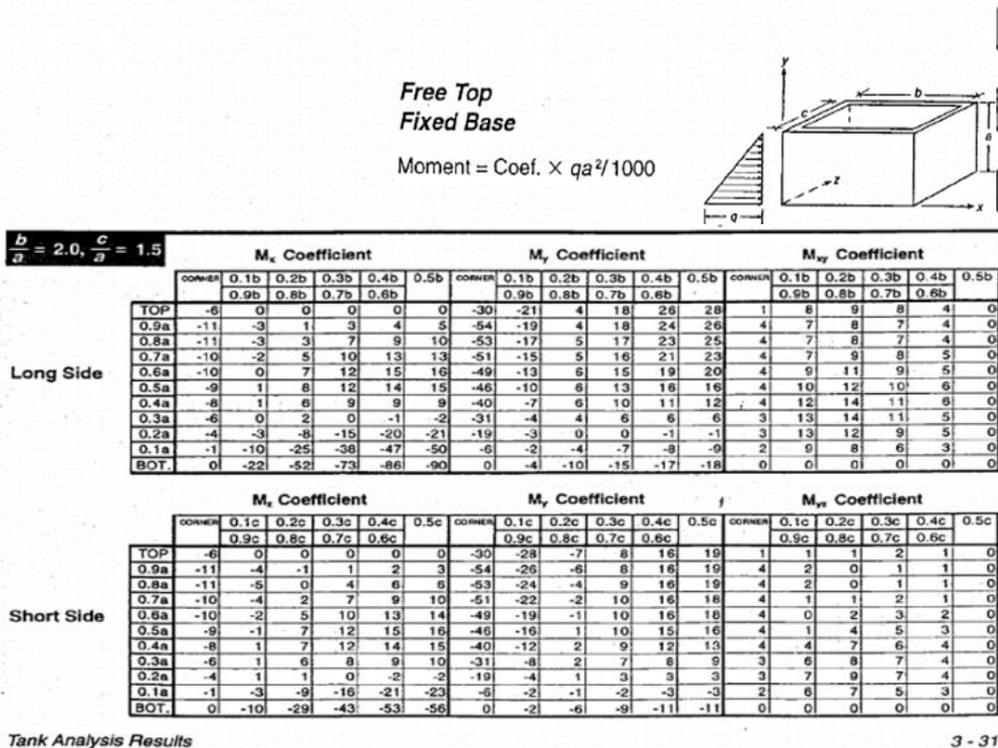
$$V_u < 0,85V_c$$

$$2 \ 221,56 \text{ kg} < 12 \ 240,95 \text{ kg}$$

Diseño para momentos flectores verticales (determinar acero vertical):

Para el diseño de los momentos flectores se utilizarán las tablas de coeficientes de momentos para tanques rectangulares del manual de diseño de la PCA.

Figura 9. Coeficientes de momentos flectores, caso 3



Fuente: PORTLAND CEMENT ASSOCIATION. Manual de Tanques rectangulares. Cap. 3. p.

31.

Los coeficientes mostrados en la ilustración anterior, se utilizan para tanques de una celda, para este proyecto se propone un tanque de doble celda, por lo tanto, se le deben realizar correcciones a los coeficientes debido a que las condiciones de los muros cambian debido a que se tiene un muro central que divide los tanques.

En la siguiente tabla se muestran las correcciones de los momentos para el tanque de doble celda, dichos momentos se calcularon como lo indica el capítulo 4 del manual de tanques de la PCA:

Tabla X. **Coefficientes de momento, caso 3 muro lado largo**

Coefficientes de momentos (muro largo)												
Mx = Coeficiente							My = Coeficiente					
	Corner	0,1b	0,2b	0,3b	0,4b	0,5b	Corner	0,1b	0,2b	0,3b	0,4b	0,5b
		0,9b	0,8b	0,7b	0,6b			0,9b	0,8b	0,7b	0,6b	
Top	-6	0	0	0	0	0	-30	-21	4	18	28	28
0,9a	-11	-3	1	3	4	5	-54	-19	4	18	24	26
0,8a	-11	-3	3	7	9	10	-53	-17	5	17	23	25
0,7a	-10	-3	5	10	13	13	-51	-15	5	16	20	23
0,6a	-10	0	7	12	15	16	-49	-13	6	15	19	20
0,5a	-9	1	8	12	14	15	-46	-10	6	13	16	16
0,4a	-8	1	6	9	9	9	-40	-7	6	10	11	12
0,3a	-6	0	2	0	-1	-2	-31	-4	4	6	6	6
0,2a	-4	-3	-8	-15	-20	-21	-19	-3	0	0	-1	-1
0,1a	-1	-10	-25	-38	-47	-50	-6	-2	-7	-7	-8	-9
Bot	0	-22	-52	-73	-86	-90	0	-4	-15	-15	-17	-18

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XI. **Coefficientes de momento, caso 3muro lado corto**

Coefficientes de momentos (muro corto)							Coefficientes de momentos (muro corto)							
Mz = Coeficiente							My = Coeficiente							
	ESQ. L	0,1b	0,2b	0,3b	0,4b	0,5b	ESQ. T	ESQ. L	0,1b	0,2b	0,3b	0,4b	0,5b	ESQ. T
		0,9b	0,8b	0,7b	0,6b				0,9b	0,8b	0,7b	0,6b		
Top	-6	0	0	0	0	0	-7	-30	-21	4	18	28	28	-33
0,9a	-11	-4	-1	1	2	3	-9	-54	-19	4	18	24	26	-43
0,8a	-11	-5	0	4	6	6	-9	-53	-17	5	17	23	25	-44
0,7a	-10	-4	2	7	9	10	-9	-51	-15	5	16	20	23	-44
0,6a	-10	-2	5	10	13	14	-9	-49	-13	6	15	19	20	-44
0,5a	-9	-1	7	12	15	16	-9	-46	-10	6	13	16	16	-43
0,4a	-8	1	7	12	14	15	-8	-40	-7	6	10	11	12	-38
0,3a	-6	1	6	8	9	10	-6	-31	-4	4	6	6	6	-30
0,2a	-4	1	1	0	-2	-2	-4	-19	-3	0	0	-1	-1	-19
0,1a	-1	-3	-9	-16	-21	-23	-1	-6	-2	-7	-7	-8	-9	-6
Bot	0	-10	-29	-43	-53	-56	0	0	-4	-15	-15	-17	-18	0

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XII. **Coeficientes de momento, caso 3 muro central**

Coeficientes de momentos (muro central)							Coeficientes de momentos (muro central)							
Mx = Coeficiente							My = Coeficiente							
	ESQ. L	0,1b 0,9b	0,2b 0,8b	0,3b 0,7b	0,4b 0,6b	0,5b	ESQ. T	ESQ. L	0,1b 0,9b	0,2b 0,8b	0,3b 0,7b	0,4b 0,6b	0,5b	ESQ. T
Top	-8	0	0	0	0	0	-8	-41	-21	4	18	28	28	-41
0,9a	-12	-3	1	3	4	5	-12	-58	-19	4	18	24	26	-58
0,a	-12	-3	3	7	9	10	-12	-56	-17	5	17	23	25	-56
0,7a	-11	-3	5	10	13	13	-11	-54	-15	5	16	20	23	-54
0,6a	-11	0	7	12	15	16	-11	-51	-13	6	15	19	20	-51
0,5a	-10	1	8	12	14	15	-10	-48	-10	6	13	16	16	-48
0,4a	-8	1	6	9	9	9	-8	-41	-7	6	10	11	12	-41
0,3a	-6	0	2	0	-1	-2	-6	-32	-4	4	6	6	6	-32
0,2a	-4	-3	-8	-15	-20	-21	-4	-19	-3	0	0	-1	-1	-19
0,1a	-1	-10	-25	-38	-47	-50	-1	-7	-2	-7	-7	-8	-9	-7
Bot	0	-22	-52	-73	-86	-90	0	0	-4	-15	-15	-17	-18	0

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Diseño de acero vertical muro largo:

Con base en las tablas mostradas anteriormente se calculan los momentos flectores máximos:

Momento máximo para muro largo:

$$M_x = \frac{M_x \text{ coeficiente} * q * a^2}{1\ 000}$$

Donde:

Mx = momento flector

Mx Coef. = coeficiente de momento

q = presión del agua = 2 200kg/m²

a = altura del tanque = 2,20 m

Aplicando la fórmula anterior y utilizando el coeficiente de momento máximo se obtiene el siguiente resultado:

$$M_x = \frac{M_x \text{Coef.} * 2 \cdot 200 * 2,20^2}{1\,000}$$

$$M_x = M_x \text{Coef} * 10,648$$

Se calcula el momento último, teniendo como resultado:

$$M_x = M_x \text{coef} * 1,7 * 10,65$$

$$M_x = -90 * 18,105 = -1\,629,45 \text{ kg} - \text{m}$$

El coeficiente de durabilidad sanitaria para el acero provisto a flexión será igual a $S = 1,3$, siendo la resistencia requerida $1,3 M_{ux}$.

$$M_x = -2\,117,89 \text{ kg} - \text{m}$$

El momento máximo positivo en la dirección vertical que causa tensión es pequeño en comparación con el negativo y la cantidad de refuerzo requerida para disiparlo será controlado por los otros casos de carga.

A continuación, en la tabla siguiente, se muestran los momentos máximos verticales y horizontales para los muros largos cortos y centrales del tanque:

Tabla XIII. **Resumen de momento calculados para el muro**

	Muro largo kg-m	Muro corto kg-m	Muro central kg-m
Momento vertical	$M_{uy} = -1\ 270,97$	$M_{uy} = -1\ 270,97$	$M_{uy} = -1\ 365,12$
	$M_{uy} = 659,02$	$M_{uy} = 659,02$	$M_{uy} = +659,02$
Momento horizontal	$M_{ux} = -2\ 117,89$	$M_{uz} = -1\ 318,04$	$M_{ux} = -2\ 117,89$
	$M_{ux} = +376,58$	$M_{uz} = +376,58$	$M_{ux} = +376,58$

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

El acero se distribuirá en función de los momentos calculados previamente; el signo positivo indica que el acero será provisto en la cara interna del muro en contacto con el líquido y el signo negativo en la cara externa en contacto con el suelo.

Distribución de acero vertical en el muro largo

Se asume varillas de acero núm. 4 y recubrimiento de 5 cm. El peralte efectivo se calcula de la siguiente manera:

$$d = \text{espesor de muro} - \text{recubrimiento} - 0,5D_v$$

$$d = 25\ m - 5\ cm - 0,5\left(\frac{1}{2} * 2,54\right) = \mathbf{19,365\ cm}$$

Acero mínimo:

$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{F_y} * b * d$$

Donde:

$A_{s_{min}}$ = área de acero mínimo (cm^2)

f'_c = resistencia nominal del concreto. $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

f_y = resistencia nominal del acero. $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$

b = franja unitaria para distribución de acero. $b = 100 \text{ cm}$

d = distancia desde la fibra extrema a compresión hasta el eje neutro del acero a tracción. $d = 19,365 \text{ cm}$

Aplicando la fórmula anterior se tiene el siguiente resultado:

$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{2810} * 100 * 19,365$$
$$A_{s_{min}} = 9,72 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento para el acero mínimo:

$$S_{min} = \frac{(A_s \text{ req} * b)}{A_{s_{min}}}$$
$$S_{min} = \frac{(1,29 * 100)}{9,72} = 13,27 \text{ cm} \approx 14 \text{ cm}$$

Cálculo de momento resistente del acero mínimo

$$M_u = \phi \left[A_{s_{min}} * f_y * \left(d - \left(\frac{A_{s_{min}} * f_y}{1,7 * f'_c * b} \right) \right) \right]$$

Donde:

M_u = momento último del acero mínimo

$f'c$ = resistencia nominal del concreto. $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

fy = resistencia nominal del acero. $f'c = 2\ 810 \text{ kg/cm}^2$

b = franja unitaria para distribución de acero. $b = 100 \text{ cm}$

d = distancia desde la fibra extrema a compresión hasta el eje neutro del acero a tracción. $d = 19,365 \text{ cm}$

As_{min} = Área de acero mínimo. $9,72 \text{ cm}^2$

Aplicando la ecuación se tiene el siguiente resultado:

$$Mu = 0,85 \left[9,72 * 2\ 810 * \left(19,365 - \left(\frac{9,72 * 2\ 810}{1,7 * 210 * 100} \right) \right) \right]$$
$$Mu = 4\ 318,38 \text{ kg} - m$$

Área de acero requerida:

$$As_{req} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 * - \left(\frac{Mu * b}{0,003825 * fc} \right)} \right] * \left(\frac{0,85fc}{fy} \right)$$

Donde:

As_{req} = área de acero requerido.

Mu = momento último. Momento máximo calculado = $Mux = -2,117,89$

$f'c$ = resistencia nominal del concreto. $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

fy = resistencia nominal del acero. $f'c = 2\ 810 \text{ kg/cm}^2$

b = franja unitaria para distribución de acero. $b = 100 \text{ cm}$

d = distancia desde la fibra extrema a compresión hasta el eje neutro del acero a tracción. $d = 19,365 \text{ cm}$

Aplicando la ecuación se tiene el siguiente resultado:

$$A_{s_{req}} = \left[100 * 19 \ 365 - \sqrt{(100 * 19 \ 365)^2 - \left(\frac{2 \ 117,89 * 100}{0,003825 * 210} \right)} \right] * \frac{0,85 * 210}{2 \ 810}$$

$$A_{s_{req}} = 4,40 \text{ cm}^2$$

De conformidad con la sección 10.5.3 de ACI 318-95, no es necesario aplicar las disposiciones anteriores relativas al refuerzo mínimo, si en cada una de las secciones del elemento estructural el área suministrada del refuerzo para tensión es cuando menos una tercera parte mayor a la que el análisis haya requerido:

$$A_{s_{req}} = \left(\frac{4}{3} \right) * 3,48 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{req}} = 5,86 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento requerido

$$S_{req} = \frac{(A_s \ 1/2 * b)}{A_{s_{req}}}$$

$$S_{req} = \frac{(1,29 * 100)}{5,86} = 22,01 \text{ cm} \approx 22 \text{ cm}$$

Para el muro corto y central con base en que los momentos son menores a los del muro largo se utilizarán el área de acero mínimo para la distribución del acero.

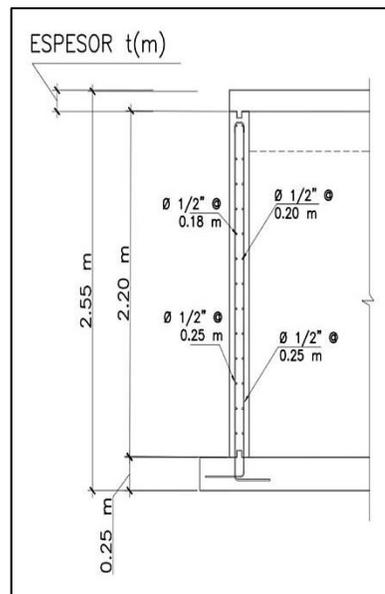
En la tabla siguiente se muestran los resultados de los momentos y acero suministrado para el muro largo:

Tabla XIV. **Distribución del acero vertical para los muros del tanque**

	Mux	As requerido	As mínimo	Refuerzo suministrado
Acero horizontal	2 117,89	5,86 cm ²	9,72 cm ²	Núm. 4 @ 0,18 m (Cara interior) Núm. 4 @ 0,20 m (Cara exterior)
Acero vertical	1 364,74	3,76 cm ²	9,72 cm ²	Núm. 4 @ 0,25 m (Cara interior) Núm. 4 @ 0,25 m (Cara exterior)

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 20113.

Figura 10. **Armado de muro del tanque**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2018.

Condición núm. 2

El procedimiento es el mismo que para la condición 1. La diferencia radica en que la presión actuante será la ejercida por el suelo de relleno (con el tanque vacío) sobre los muros.

Cálculo de presión del suelo con la siguiente ecuación:

$$q = k_s * w_s * a \text{ (kg/m}^2\text{)}$$
$$q = 0,32 * 1\ 800 * 2,20 = 1\ 267,2 \text{ kg/m}^2$$

Chequeo del cortante en el fondo del muro

Para el chequeo del cortante se utilizarán los mismos factores C_s , de la condición 1:

$$V = C_s * q_s * a_s \text{ (kg/m)}$$

Donde:

$$C_s = \text{coeficiente de corte} = 0,45$$

$$q = \text{presión del agua} = 1\ 267,2 \text{ kg/m}^2$$

$$a = \text{altura del tanque} = 2,20 \text{ m}$$

Aplicando la ecuación anterior se tiene el siguiente resultado

$$V = 0,45 * 1\ 267,2 \text{ kg/m}^2 * 2,20 \text{ m}$$

$$V = 1\ 254,53 \text{ kg/m}$$

Cálculo del cortante último:

$$V_u = 1,7 * 1\ 254,53 \text{ kg/m}$$

$$V_u = 2\ 132,0 \text{ kg}$$

Se calcula la distancia d desde la fibra extrema sometida a compresión hasta el eje neutro del refuerzo a tensión.

Se utilizan varillas núm. 4

$$d = \text{espesor de muro} - \text{recubrimiento} - 0,5D_v$$
$$d = 25 \text{ m} - 5 \text{ cm} - 0,5 \left(\frac{1}{2} * 2,54 \right) = 19,365 \text{ cm}$$

Chequeo del cortante permisible del concreto

$$V_c = \phi * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d \text{ (kg)}$$

Donde:

ϕ = factor de reducción de resistencia. $\phi = 0,85$

b = franja unitaria de concreto. $b_w = 100 \text{ cm}$

f'_c = resistencia nominal del concreto. $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

d = distancia al acero de refuerzo = 19,365 cm

Aplicando la ecuación anterior se tiene el siguiente resultado

$$V_c = 0,53 * \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2} * 100 \text{ cm} * 19,365 \text{ cm}$$
$$V_c = 14 \ 873,15 \text{ kg}$$

Chequeo del cortante último en la base del muro:

$$V_u \leq 0,85 V_C$$
$$2 \ 132 \text{ kg} \leq 12 \ 642,18 \text{ kg}$$

Chequeo del cortante en el borde lateral del muro:

$$V = C_s * q * a \text{ (Kg/m)}$$

Donde:

$C_s = \text{coeficiente de corte punto máximo} = 0,27$

$q = \text{presión del agua} = 1 \ 254,53 \text{ kg/m}^2$

$a = \text{altura del tanque} = 2,20 \text{ m}$

Aplicando la ecuación anterior se tiene el siguiente resultado:

$$V = 0,27 * 1 \ 254,53 \text{ kg/m}^2 * 2,20 \text{ m}$$

$$V = 745,19 \text{ kg}$$

Cálculo del cortante último:

$$V_u = 1,7 * 745,19 \text{ kg/m}$$

$$V_u = 1 \ 266,82 \text{ kg}$$

Chequeo del cortante permisible del concreto

Debido a que en el borde lateral se une el muro largo con el muro corto, la fuerza cortante V del muro corto provoca tensión en el muro largo, por lo tanto, para determinar la fuerza cortante del concreto se hace uso de la Ec 11-8 del ACI 318-65:

$$V_c = 0,53 \left(1 + \frac{N_u}{35 A_g} \right) * \sqrt{f'c} * b * d \text{ (kg)}$$

Donde:

b = franja unitaria de concreto. $b_w = 100 \text{ cm}$

$f'c$ = resistencia nominal del concreto. $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

d = distancia al acero de refuerzo = 19,365 cm

N_U = tensión en la pared larga debido al corte en la pared corta

A_g = área, grueso del concreto = $100 * 20 = 2\ 000 \text{ cm}^2$

Se calcula N_U de la forma siguiente:

$$N_U = -1,7 C_s * q * a$$

$$N_U = -1,7 * 0,27 * 1\ 254,53 * 2,20 \text{ m}$$

$$N_U = -1\ 266,82 \text{ kg}$$

Aplicando la ecuación anterior para el cortante permisible del concreto se tiene el siguiente resultado:

$$V_c = 0,53 \left(1 + \frac{-1\ 266,82}{35(2\ 000)} \right) * \sqrt{210} * 100 * 19,365$$

$$V_c = 14\ 728,42 \text{ kg}$$

$$V_u < 0,85 V_c$$

$$2\ 221,56 \text{ kg} < 12\ 519,16 \text{ kg}$$

Para el cálculo de los momentos, debido a que los coeficientes de los momentos son los mismos que en la condición 1 solo se mostrará la tabla con los resultados de los momentos máximos obtenidos.

Tabla XV. **Resumen de momento calculados para cada muro, condición
núm. 2**

	Muro largo kg-m	Muro corto kg-m	Muro central kg-m
Momento positivo	$M_{ux} = 216,8$ $M_{uy} = 379,84$	$M_{uz} = 216,8$ $M_{uy} = 379,4$	$M_{ux} = 216,8$ $M_{uy} = 379,4$
Momento negativo	$M_{ux} = -1\ 219,5$ $M_{uy} = -731,7$	$M_{uz} = -758,8$ $M_{uy} = -731,7$	$M_{ux} = -1\ 219,5$ $M_{uy} = -785,9$

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Como se observa en la tabla anterior los momentos obtenidos para la condición 2 son menores que los obtenidos en la condición 1, por lo tanto, se utilizará para los muros la distribución de acero calculada en la condición 1.

Condición núm.3

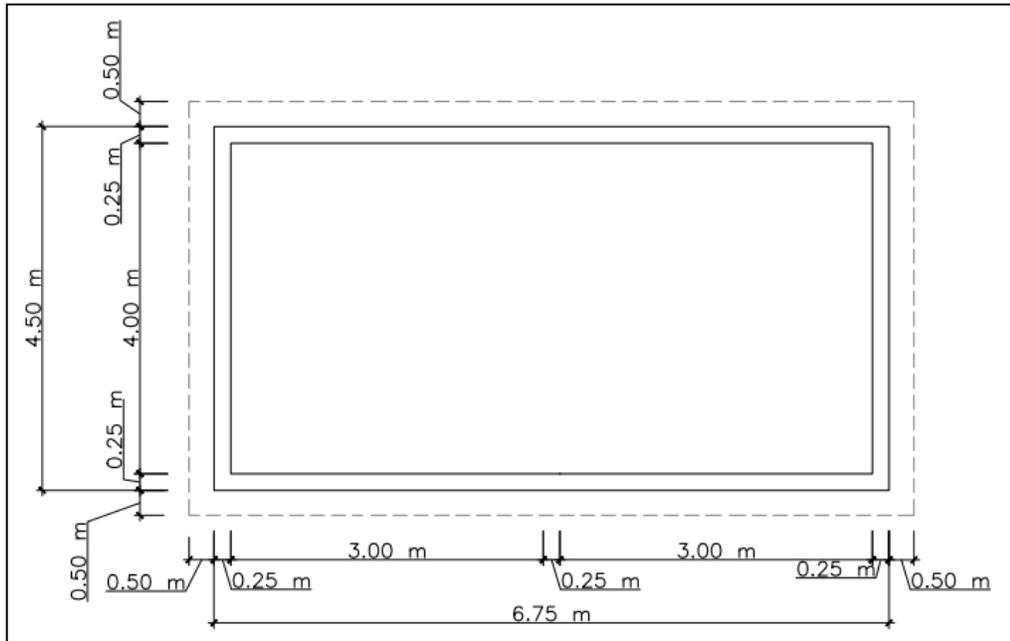
Dependiendo de la altura del nivel freático, se pueden desarrollar fuerzas debajo del tanque que pueden ser lo suficientemente grandes como para levantar la estructura cuando está vacío. Para este proyecto se asumirá que el nivel freático estará muy por debajo del tanque y no ocasionará fuerzas que lo puedan hacer flotar.

Para ello, se necesitan realizar estudios de suelo y geotécnicos para conocer a detalle las características del suelo y conocer la altura a que le se encuentra el nivel freático.

Diseño de losa de cubierta por método PCA:

El diseño se realiza con la misma metodología utilizada para los muros, considerando que la losa estará simplemente apoyada en los muros del tanque.

Figura 11. **Planta de losa superior del tanque**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2018.

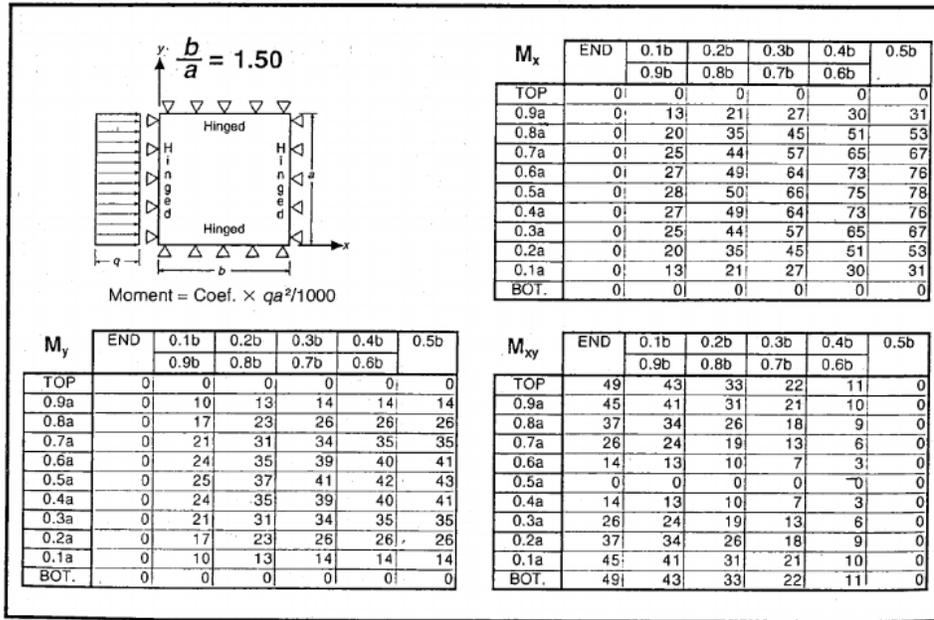
Para la combinación de momentos se establece la relación entre el largo y ancho. Por la condición de los bordes se considera el caso 10, establecido en el capítulo 2, del Rectangular *concrete tanks*.

Relación largo ancho:

$$\frac{a}{b} = \frac{6,75 \text{ m}}{4,50 \text{ m}} = 1,50$$

La relación de lados a/b para la cubierta dio como resultado 1,5, por lo tanto, se utilizarán las tablas que se muestran del caso núm. 10 tomando en cuenta que la losa estará simplemente apoyada.

Figura 12. Coeficiente de momentos, caso 10



Fuente: PORTLAND CEMENT ASSOCIATION. Manual de tanques rectangulares. Cap. 2. p. 52.

Para el cálculo de los momentos se utilizarán las siguientes ecuaciones,
Para momentos positivos que producen tensión en el fondo de la cubierta:

$$Mtx = Mx + |Mxy| > 0$$

$$Mty = My + |Mxy| > 0$$

Para momentos negativos que producen tensión en la parte superior de la cubierta:

$$Mtx = Mx - |Mxy| < 0$$

$$Mty = My - |Mxy| < 0$$

Tabla XVI. **Coefficientes de momentos positivos M_{tx} y M_{ty} caso 10**

	MTX = $M_x + IM_{xyl}$						MTY = $M_y + IM_{xyl}$					
	END	0,1b	0,2b	0,3b	0,4b	0,5b	END	0,1b	0,2b	0,3b	0,4b	0,5b
		0,9b	0,8b	0,7b	0,6b			0,9b	0,8b	0,7b	0,6b	
Top	49	43	33	22	11	0	49	43	33	22	11	0
0,9a	45	54	52	48	40	31	45	51	44	35	24	14
0,8a	37	54	61	63	60	53	37	51	49	44	35	26
0,7a	26	50	63	70	71	67	26	45	50	47	41	35
0,6a	14	40	59	71	76	76	14	37	45	46	43	41
0,5a	0	28	50	66	75	78	0	25	37	41	42	43
0,4a	14	40	59	71	76	76	14	37	45	46	43	41
0,3a	26	49	63	70	71	67	26	45	50	47	41	35
0,2a	37	54	61	63	60	53	37	51	49	43	35	26
0,1a	45	54	52	48	37	31	45	51	44	35	24	14
Bot	49	43	33	22	11	0	49	43	33	22	11	0

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XVII. **Coefficientes de momentos negativos M_{tx} y M_{ty} caso 10**

	MTX = $M_x - IM_{xyl}$						MTY = $M_y - IM_{xyl}$					
	END	0,1b	0,2b	0,3b	0,4b	0,5b	END	0,1b	0,2b	0,3b	0,4b	0,5b
		0,9b	0,8b	0,7b	0,6b			0,9b	0,8b	0,7b	0,6b	
Top	-49	-43	-33	-22	-11	0	-49	-43	-33	-22	-11	0
0,9a	-45	-28	-10	0	0	0	-45	-31	-18	-7	0	0
0,8a	-37	-14	0	0	0	0	-37	-17	-3	0	0	0
0,7a	-26	0	0	0	0	0	-26	-3	0	0	0	0
0,6a	-14	0	0	0	0	0	-14	0	0	0	0	0
0,5a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,4a	-14	0	0	0	0	0	-14	0	0	0	0	0
0,3a	-26	0	0	0	0	0	-26	-3	0	0	0	0
0,2a	-37	-14	0	0	0	0	-37	-17	-3	0	0	0
0,1a	-45	-28	-10	0	0	0	-45	-31	-18	-7	0	0
Bot	-49	-43	-33	-22	-11	0	-49	-43	-33	-22	-11	0

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

- Para la losa se establece el espesor:

$$\text{Espesor } t = \frac{2(6,75 + 4,50)}{180}$$

$$\text{Espesor } t = 12,5 \text{ cm} \approx 13 \text{ cm}$$

- Estimación de carga de trabajo sobre la losa de cubierta:

$$qu = 1,3 * (1,4 \text{ cm} + 1,7 \text{ cv})$$

Donde:

CM = carga muerta. $cm = 0,13 \text{ m} * 2\,400 \text{ kg/m}^3 = 312 \text{ kg/m}^2$

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

Aplicando la fórmula anterior se tiene el siguiente resultado:

$$qu = 1,3 * (1,4 * 312 + 1,7 * 100) = 788,84 \text{ kg/m}^2$$

- Cálculo de momentos en la dirección corta (lado "X").

$$Mtx = \frac{Mtxcoef * qu * a^2}{1\,000}$$

Donde:

Mtx = momento flector

Mx coef. = coeficiente de momento (ver tablas)

q = carga de trabajo = $788,84 \text{ kg/m}^2$

a = lado corto = $4,50 \text{ m}$

Aplicando la fórmula anterior y utilizando el coeficiente de momento máximo positivo se obtiene el siguiente resultado:

$$M_{tx} = \frac{78 * 788,84 * 4,50^2}{1\ 000} = 1\ 245,97\ kg - m$$

Diseño del acero de refuerzo para el momento calculado:

Se asumen varillas de acero núm. 3 y recubrimiento de 2,5 cm.

Peralte efectivo:

$$d = 13\ cm - 2,5\ cm - 0,5\ (0,9525\ cm)$$

$$d = 10,02\ cm$$

Se calcula el acero requerido y se tiene el siguiente resultado:

$$A_{s_{req}} = \left[100 * 10,02 - \sqrt{(100 * 10,02)^2 - \left(\frac{1\ 245,97 * 100}{0,003825 * 210} \right)} \right] * \frac{0,85 * 210}{2\ 810}$$

$$A_{s_{req}} = 5,12\ cm^2$$

Espaciamiento para acero requerido:

$$S_{req} = \frac{\left(A_s \frac{3}{8} * b \right)}{A_{s_{req}}}$$

$$S_{req} = \frac{(0,71\ cm^2 * 100\ cm)}{5,12\ cm^2}$$

$$S_{req} = 13,86\ cm \approx 14,00\ cm$$

- Cálculo de momentos en la dirección larga

$$M_{ty} = \frac{M_{txcoef} * q_u * a^2}{1\ 000}$$

Donde:

M_{ty} = momento flector

M_{xcoef} = coeficiente de momento

q_u = carga de trabajo = 788,84 kg/m²

a = lado corto = 4,50 m

Aplicando la fórmula anterior y utilizando el coeficiente de momento máximo positivo se obtiene el siguiente resultado:

Para el momento máximo positivo M_{ty} coef= 51

$$M_{ty} = \frac{51 * 788,84 * 4,50^2}{1\ 000} = 814,68\ kg - m$$

Diseño del acero de refuerzo para el momento calculado:

Se asumen varillas de acero núm. 3 y recubrimiento de 2,5 cm.

Peralte efectivo:

$$d = 13\ cm - 2,5\ cm - 0,5\ (0,9525\ cm)$$

$$d = 10,02\ cm$$

Se calcula el acero requerido y se tienen el siguiente resultado:

$$A_{s_{req}} = \left[100 * 10,02 - \sqrt{(100 * 10,02)^2 - \left(\frac{841,68 * 100}{0,003825 * 210} \right)} \right] * \frac{0,85 * 210}{2810}$$

$$A_{s_{req}} = 3,30 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento para acero requerido:

$$S_{req} = \frac{\left(A_s \frac{3}{8} * b \right)}{A_{s_{req}}}$$

$$S_{req} = \frac{(0,71 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm})}{3,30 \text{ cm}^2}$$

$$S_{req} = 21,52 \text{ cm} \approx 22,00 \text{ cm}$$

Cálculo de momentos en la dirección corta y larga (lado “X” y “Y”).

Para el momento máximo negativo M_{tx} y M_{ty} . Coef= -49

$$M_{tx}, M_{ty} = \frac{-49 * 788,84 * 4,50^2}{1000} = 782,73 \text{ kg} - \text{m}$$

Se asumen varillas de acero núm. 3 y recubrimiento de 2,5 cm.

Peralte efectivo:

$$d = 13 \text{ cm} - 2,5 \text{ cm} - 0,5 (0,9525 \text{ cm})$$

$$d = 10,02$$

Se calcula el acero requerido y se tienen el siguiente resultado:

$$A_{s_{req}} = \left[100 * 10,02 - \sqrt{(100 * 10,02)^2 - \left(\frac{782,73 * 100}{0,003825 * 210} \right)} \right] * \frac{0,85 * 210}{2810}$$

$$A_{s_{req}} = 3,17 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento para acero requerido:

$$S_{req} = \frac{\left(A_s \frac{3}{8} * b \right)}{A_{s_{req}}}$$

$$S_{req} = \frac{(0,71 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm})}{3,17 \text{ cm}^2}$$

$$S_{req} = 22,40 \text{ cm} \approx 23,00 \text{ cm}$$

Cálculo de acero mínimo:

$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{F_y} * b * d$$

Donde:

$A_{s_{min}}$ = área de acero mínimo (cm^2)

$f'c$ = resistencia nominal del concreto. $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

f_y = resistencia nominal del acero. $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$

b = franja unitaria para distribución de acero. $b = 100 \text{ cm}$

d = peralte efectivo. $d = 10,02 \text{ cm}$

Aplicando la fórmula anterior se tiene el siguiente resultado:

$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{2810} * 100 * 10,02$$

$$A_{s_{min}} = 5,02 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento para el acero mínimo:

$$S_{min} = \frac{\left(A_s \frac{3}{8} * b \right)}{A_{s_{min}}}$$

$$S_{min} = \frac{(0,71 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm})}{5,02 \text{ cm}^2}$$

$$S_{min} = 14,15 \text{ cm}$$

El espaciamiento máximo del refuerzo para una losa, según código ACI318S-14, sección 8.7.2.2:

$$\text{Espaciamiento} = 2h = 2 * 13 \text{ cm} = 26 \text{ cm}$$

Como se observan los valores calculados de acero requerido es menor que el acero mínimo, por lo tanto, se utilizará el área de acero requerido para el armado de la losa superior. Ver tabla XVIII para la distribución del acero para la losa.

Tabla XVIII. **Distribución de acero de losa de cubierta lado X y Y**

Dirección corta	As requerido	As mínimo	As suministrado
$M_{tx} (+) = 1\,245,97 \text{ kg} - \text{m}$	$5,12 \text{ cm}^2$	$3,52 \text{ cm}^2$	Núm. 3 @ 0,12 m
$M_{tx} (-) = -623,99 \text{ kg} - \text{m}$	$3,17 \text{ cm}^2$		Núm. 3 @ 0,19 m

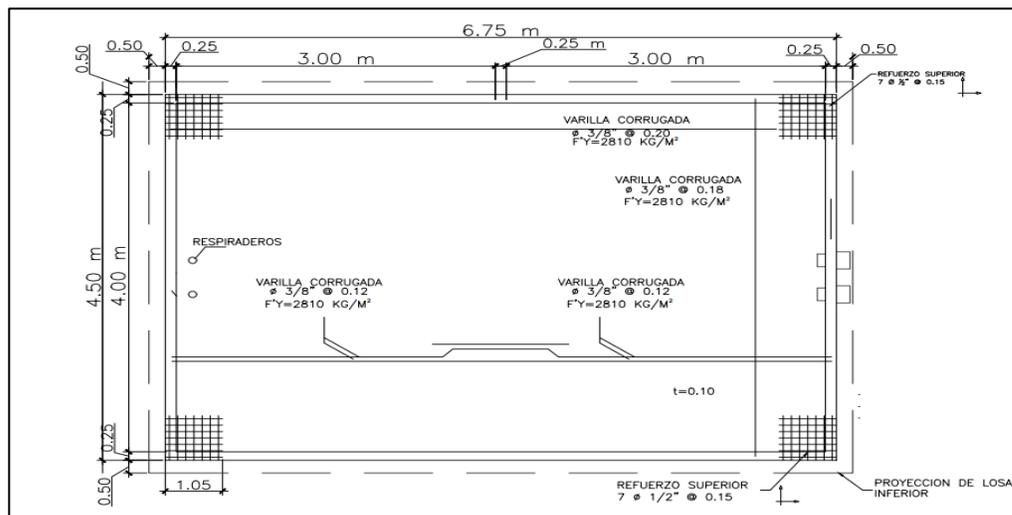
Continuación de la tabla XVIII.

Dirección larga			
$M_{ty} (+) = 814,68 \text{ kg} - \text{m}$	$3,30 \text{ cm}^2$	$3,52 \text{ cm}^2$	Núm. 3 @ 0,18 m
$M_{ty} (-) = -782,73 \text{ kg} - \text{m}$	$3,17 \text{ cm}^2$		Núm. 3 @ 0,20 m

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Se utilizará riel tensión y bastón con varilla núm. 3 a 0,12 metros hacia el lado largo, y varilla núm. 3 a 0,18 hacia lado corto. Ver plano del diseño estructural del tanque en apéndice núm. 3.

Figura 13. Armado de losa superior



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2018.

Chequeo del cortante en la losa superior:

Chequeo por cortante, el coeficiente para el caso 10 y la relación $b/a = 1,5$ es de $CS = 0,42$.

$$Vu = C_s * q * a \text{ (kg/m)}$$

$$qu = 1,4 \text{ cm} + 1,7 \text{ cv}$$

$$qu = 1,4 \text{ cm} + 1,7 \text{ cv} = 1,4 * (240) + 1,7 * (100) = 506 \text{ kg/m}^2$$

$$Vu = cs * qu * a = 0,42 * 506 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 4,40 \text{ m} = 935,01 \text{ kg}$$

Estimación de cortante resistente del concreto con la ecuación:

$$\phi V_c = 0,53 * \sqrt{f_c} * b * d \text{ (kg)}$$

$$\phi V_c = 0,53 * \sqrt{210} * 100 * 7,02 \text{ (kg)}$$

$$\phi V_c = 5,391,67 \text{ kg}$$

$$0,85 V_c = 4 582,91 \text{ kg}$$

$$935,01 \text{ kg} < 4 582,91 \text{ kg}$$

Chequeo por deflexión, el coeficiente para el caso 10 y la relación $b/a = 1,5$ es de $Cd = 7,7$. Al centro de la losa.

$$qu = CM + CV$$

$$qu = cm + cv = 240 + 100 = 340,00 \text{ kg/m}^2$$

S utilizará la siguiente ecuación para el cálculo de la deflexión:

$$\text{Deflexión} = \frac{Cd * q * a^4}{1 000 (D)}$$

$$D = \frac{3 834 \text{ ksi} (3 95 \text{ plg})^3}{12(1 - 0,20^2)} = 20 511,20 \text{ kips} - \text{plg}$$

$$D = 1 709,27 \text{ kips} - \text{pie}$$

Se calcula la deflexión de la losa con la ecuación mencionada:

$$Deflexión = \frac{7,7 * 69,84 \text{ lb/pie} * (13,12 \text{ pie})^4}{1\ 000 * (1\ 709,27 \text{ kips} - \text{pie}) * 1\ 000}$$

$$Deflexión = 0,12 \text{ pulg} \approx 0,305 \text{ cm}$$

La deflexión máxima permisible se calcula con base en lo estipulado en la tabla 24.2.2, del ACI 318S-14.

$$Def_{permisible} = \frac{b}{180} = \frac{4,50 \text{ m}}{180} * 100 = 2,50 \text{ cm}$$

La deflexión actuante de 0,305 cm, no supera la deflexión máxima permitida de 2,40 cm. Por lo tanto, la losa diseñada cumple con los parámetros de deflexión establecidos.

Diseño de losa de cubierta por el método 3 del ACI:

Se calcula una losa por el método 3 del ACI usando una viga secundaria para reducir espesor y tener mayor rigidez en la losa:

Tomando en cuenta que el volumen del tanque es de 45 m³, se calculan las dimensiones del mismo de la siguiente manera:

Tomando en cuenta una relación larga/ancho de 1,50:1 y una altura de 1,90 metros se obtiene que:

$$Volumen = \text{área} * \text{altura}$$

$$\text{Área} = \text{largo} * \text{ancho}; \text{largo} = 1,5 * \text{ancho}, \text{entonces:}$$

$$\text{Área} = 1,5 * \text{ancho} * \text{ancho} = 1,5 (\text{ancho})^2$$

$$45 \text{ m}^3 = 1,5 * (\text{ancho})^2 * 1,90$$

Despejando la variable se tiene el siguiente resultado:

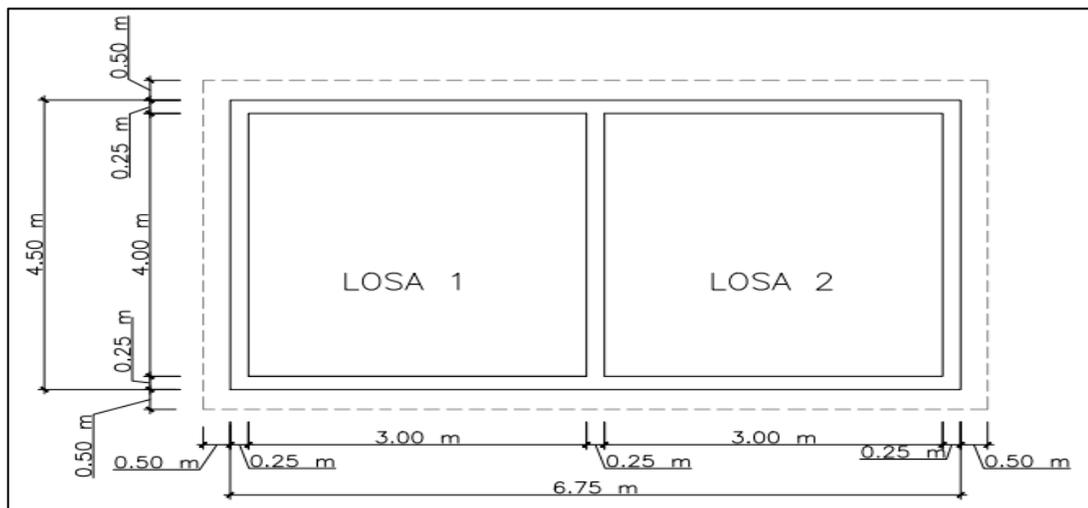
$$45 \text{ m}^3 = 1,5 (\text{ancho})^2 * 1,90$$

$$\text{Ancho} = 3,97 \text{ m} \approx 4,00 \text{ m}$$

$$\text{Largo} = 1,5 * 4,00 = 6,00 \text{ m}$$

Por la relación a utilizar de largo/ancho = 1.5:1, se determina que el tanque tendrá un largo de 6 metros. Debido a que el tanque será de doble celda, las dimensiones serán las siguientes: largo = 4,0 metros, ancho = 3,0 metros alto = 1,90 metros para cada celda del tanque.

Figura 14. **Vista de planta de losa superior**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2018.

Por lo tanto, se diseñarán dos losas exactamente iguales, se presentará el diseño de una de ellas, ya que para ambas es el mismo.

Determinar la relación de los lados:

si $\frac{a}{b} < 0,5$, losa en 1 sentido Dónde: lado a = lado menor

si $\frac{a}{b} \geq 0,5$, losa en 2 sentidos lado = lado mayor

El tanque estará conformado por 2 losas de iguales dimensiones, por lo tanto, se tiene la relación siguiente:

$$\frac{3,00}{4,00} \geq 0,75$$

$0,75 \geq 0,5$, por lo tanto la losa sera en 2 sentidos

Se calcula el espesor de losa, como es en 2 sentidos se calcula con la siguiente ecuación:

$$t = \frac{2 (\text{lado } a) + 2 (\text{lado } b)}{180}$$

$$t = \frac{2(4) + 2(3)}{180}$$

$$t = \frac{2 (3,5) + 2 (3,5)}{180} = 7,78 \approx 8,00 \text{ cm}$$

Según el ACI, el espesor de losa debe estar en un rango de 10 cm a 13 cm, por lo tanto, para cumplir con lo estipulado se utilizará un espesor para cada losa de 10 cm.

Entonces se tiene un espesor para cada losa de:

$$t = 10 \text{ cm}$$

Determinado el espesor se procede a realizar la integración de cargas, siendo estas las siguientes:

- Carga muerta:

$$W_{losa} = 0,10 * 2\ 400\ \text{kg/m}^3$$

$$W_{losa} = 240\ \text{kg/m}^2$$

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

$$C_{Muertatotal} = 340\ \text{kg/m}^2$$

- Carga viva:

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

- Carga última:

Se utilizan los factores descritos por el ACI para cada tipo de carga:

$$C_{última} = 1,4 C_{Muerta} + 1,7 C_{viva}$$

$$C_{última} = 1,4 \left(340 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) + 1,7 (100\ \text{kg/m}^2)$$

$$C_{última} = 646\ \text{kg/m}^2$$

- Cálculo de momentos

Debido a que el tipo de losa seleccionado es en 2 sentidos, se utiliza el método de coeficientes propuesto por el código ACI, para el cálculo de los momentos negativos y positivos en la losa, se deben emplear las siguientes ecuaciones:

Momentos negativos:

$$Ma (-) = Ca (-) \cdot CU \cdot l_a^2 ; \text{para lado A}$$

$$Mb (-) = Cb (-) \cdot CU \cdot l_b^2 \text{ para lado B}$$

Momentos positivos totales generados por la carga viva y carga muerta:

$$Mtotal_a (+) = Ma (+)_{\text{carga viva}} + Ma (+)_{\text{carga muerta}}$$

$$Mtotal_a (+) = Ca (+)_{\text{viva}} * C_{\text{viva}} * l_a^2 + Ca (+)_{\text{muerta}} * C_{\text{muerta}} * l_a^2$$

$$Mtotal_b (+) = Mb (+)_{\text{carga viva}} + Mb (+)_{\text{carga muerta}}$$

$$Mtotal_b (+) = Cb (+)_{\text{viva}} * C_{\text{viva}} * l_b^2 + Cb (+)_{\text{muerta}} * C_{\text{muerta}} * l_b^2$$

Donde:

$Ca (-)$ y $Cb (-)$ = coeficientes de momentos del ACI C_u = carga última

l_a y l_b = lado largo y lado corto respectivamente

En la tabla siguiente se muestran los coeficientes de momentos tomando la relación $\frac{b}{a} = 3,0 \text{ m}/4,0 \text{ m} = 0,75$ y debido a las condiciones de la losa se utilizará el caso 6 del método de coeficientes del ACI:

Tabla XIX. **Coefficientes de momentos del ACI**

Coeficientes de momentos para a/b= 0,75	Lado corto	Lado largo
Momento negativo Ca y $Cb (-)$	0,088	0,00
Momento positivo $Ca (+)$ y $Cb (+)$ viva	0,055	0,016
Momento positivo Ca y $Cb (+)$ y muerta	0,048	0,012

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Utilizando las ecuaciones y la tabla de coeficientes se calculan los momentos positivos y negativos para nuestra losa:

$$Ma (-) = 0,088 * 646 \text{ kg/m}^2 * (4,00 \text{ m})^2$$

$$Ma (-) = 909,57 \text{ kg} - \text{m}$$

$$Mb (-) = 0,00 * 646 \text{ kg/m}^2 * 3,00 \text{ m}^2$$

$$Mb (-) = 0,00 \text{ kg} - \text{m}$$

$$Mtotal_a (+) = 0,055 * 170 * 3,00^2 + 0,048 * 476 * 3,00^2$$

$$Mtotal_a (+) = 289,78 \text{ kg/m}$$

$$Mtotal_b (+) = 0,016 * 170 * 4,00^2 + 0,012 * 476 * 4,00^2$$

$$Mtotal_b (+) = 134,91 \text{ kg/m}$$

En la siguiente tabla se muestra el resumen de los momentos calculados:

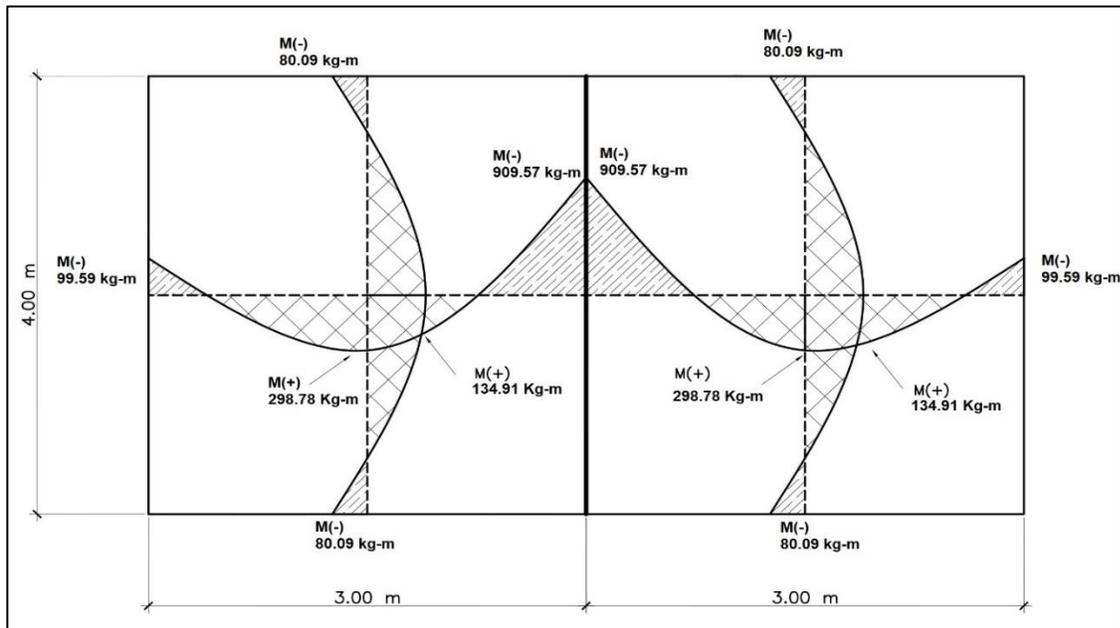
Tabla XX. **Resultados de momentos (Método 3 ACI)**

Momento	Losa 1 (kg-m)	Losa 2 (kg-m)
$Ma (-)$	909,57	909,57
$Mb (-)$	0,00	0,00
$Mtotal_a (+)$	289,78	289,78
$Mtotal_b (+)$	134,91	134,91

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Los momentos negativos en bordes discontinuos se suponen iguales a un tercio de los momentos positivos para la misma dirección. (Ver diagrama de momentos).

Figura 15. Diagrama de momentos en losa superior



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2018.

Diseño del acero de refuerzo:

Se colocaron varillas núm. 3, $\varnothing = 0,9525$ cm

Peralte efectivo:

$$d = \text{espesor de muro} - \text{recubrimiento} - 0,5 D_v$$

Donde:

$d = \text{peralte efectivo (cm)}$

$t = \text{espesor de la losa} = 10 \text{ cm}$

$R = \text{recubrimiento} = 2,5 \text{ cm}$

$\emptyset = \text{diámetro de la varilla} = 0,9525 \text{ cm}$

Aplicando la ecuación anterior se tiene el siguiente resultado:

$$d = 10 \text{ cm} - 2,5 \text{ cm} - 0,5 (0,9525 \text{ cm})$$

$$d = 7,02 \text{ cm}$$

Cálculo de acero mínimo $A_{s_{min}}$:

$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{2810} * b * d$$

Donde:

$A_{s_{min}}$ = acero mínimo (cm^2)

y = esfuerzo último del acero

b = franja unitaria = 100 cm

d = peralte efectivo

$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{2810} * 100 * 7,02 = 3,52 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento mínimo:

$$S_{min} = \frac{\left(As \frac{3}{8} * b\right)}{A_{s_{min}}}$$

Donde:

S_{min} = espaciamiento mínimo (cm)

$A_{s\ 3/8}$ = área de acero de la varilla núm.3 = 0,71 cm²

b = franja unitaria = 100 cm

$A_{s\ min}$ = acero mínimo = 3,512 cm²

Aplicando la ecuación se calcula el esparcimiento mínimo:

$$S_{min} = \frac{(0,71\text{ cm}^2 * 100\text{ cm})}{3,512\text{ cm}^2}$$
$$S_{min} = 20,21\text{ cm}$$

Según el ACI, el espaciamiento máximo no debe exceder de dos veces el espesor de la losa, siendo el espaciamiento máximo el siguiente:

$$\text{Espaciamiento máximo} = 2 * \text{espesor de la losa (cm)}$$

$$\text{Espaciamiento máximo} = 2 * 10\text{ cm} = 20\text{ cm}$$

El espaciamiento a utilizar será de 20 cm, por lo tanto, se calcula el área de acero para el S_{max} y se tiene el siguiente resultado:

Área de acero para el espaciamiento máximo:

$$A_s = (A_{s\ 3/8} * b) / S_{max}$$
$$A_s = \frac{(0,71\text{ cm}^2 * 100\text{ cm})}{20\text{ cm}} = 3,55\text{ cm}^2$$

Momento resistente para el acero mínimo (M_u)

$$M_u = \phi \left[A_{s_{min}} * f_y * \left(d - \left(\frac{A_{s_{min}} * f_y}{1,7 * f'_c * b} \right) \right) \right]$$

Donde:

M_u = momento último del acero mínimo

f'_c = resistencia nominal del concreto. $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

f_y = resistencia nominal del acero. $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$

b = franja unitaria para distribución de acero. $b = 100 \text{ cm}$

d = peralte efectivo. $d = 7,02 \text{ cm}$

$A_{s_{min}}$ = área de acero mínimo. $3,55 \text{ cm}^2$

Aplicando la fórmula anterior se tiene el siguiente resultado:

$$M_u = 0,90 \left[3,55 * 2810 * \left(7,02 - \left(\frac{3,55 * 2810}{1,7 * 210 * 100} \right) \right) \right]$$

$$M_u = 60\ 516,53 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_u = 605,17 \text{ kg} - \text{m}$$

Para los momentos mayores al momento último ($M_u = 605,17 \text{ kg} - \text{m}$), se calculará el área de acero requerido, para los que son menores al momento último se utilizará el área de acero mínimo ($A_{s_{min}} = 3,55 \text{ cm}^2$).

Debido a que se tiene el momento negativo $M_a (-) > M_u$, se calcula el área de acero requerido para el momento negativo $M_a (-) = 909,57 \text{ kg} - \text{m}$, usando la siguiente ecuación:

$$A_{s_{req}} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \left(\frac{M_u * b}{0,003825 * f_c} \right)} \right] * \left(\frac{0,85 f_c}{f_y} \right)$$

Donde:

$A_{s_{req}}$ = área de acero requerido.

M_u = momento último. Momento máximo calculado = 909,57 kg – m

$f'c$ = resistencia nominal del concreto. $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

f_y = resistencia nominal del acero. $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$

b = franja unitaria para distribución de acero. $b = 100 \text{ cm}$

d = distancia desde la fibra extrema a compresión hasta el eje neutro del acero a tracción. $d = 7,02 \text{ cm}$

Aplicando la ecuación se tiene el siguiente resultado:

$$A_{s_{req}} = \left[100 * 7,02 - \sqrt{(100 * 7,02)^2 - \left(\frac{909,57 * 100}{0,003825 * 210} \right)} \right] * \frac{0,85 * 210}{2810}$$

$$A_{s_{req}} = 5,47 \text{ cm}^2$$

Aplicando la ecuación se calcula el espaciamiento:

$$S_{req} = \frac{(0,71 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm})}{5,47 \text{ cm}^2}$$

$$S_{req} = 12,97 \text{ cm} \approx 13 \text{ cm}$$

Con base en que el espaciamiento máximo debe ser de 20 cm, para el momento máximo se utilizará un espaciamiento de 18 cm.

Tabla XXI. **Áreas de acero y distribución de acero**

Momento (kg-m)	As	Armado
909,57	$A_{req} = 5,47 \text{ cm}^2$	#3 @ 0,12 m
231,03	$A_{min} = 3,55 \text{ cm}^2$	#3 @ 0,20 m
108,80	$A_{min} = 3,55 \text{ cm}^2$	#3 @ 0,20 m

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Chequeo por corte

Se calcula el cortante máximo actuante con la siguiente ecuación

$$V_{act} = \frac{(CU * L)}{2} = \frac{(646 * 4)}{2} = 1,292 \text{ kg}$$

Cálculo de cortante máximo resistente del concreto:

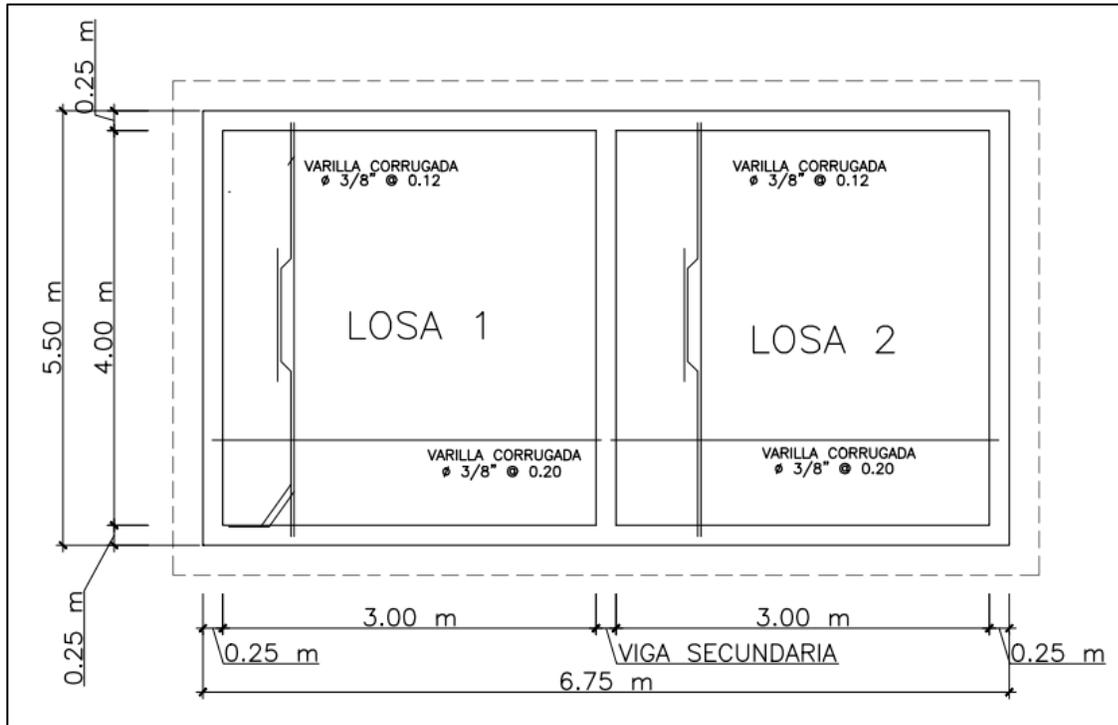
$$V_{res} = 45 * \sqrt{f'_c} * t = 45 * 210 * 10 = 6 521,12 \text{ kg}$$

$$1 292,50 \text{ kg} < 6 521,12 \text{ kg}$$

El corte máximo resistente es mayor al corte máximo actuante, por lo tanto, la losa resiste los esfuerzos por corte y tiene un espesor adecuado.

A continuación, se muestra el armado de losa, se colocarán riel, tensión y bastón con varillas núm.3 @ 0,12 m. en el lado largo y varillas núm.3 @ 0,20 m en lado corto.

Figura 16. Armado de losa superior del tanque



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2018.

Diseño de viga intermedia:

A continuación, se muestra el diseño de la viga situada sobre el muro central:

- Predimensionamiento

Datos:

$f'c$ = resistencia nominal del concreto. $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

f_y = resistencia nominal del acero. $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$

$$Luz = 4,00 \text{ m}$$

Para dimensionar la viga se tomaron en cuenta dos criterios que marca el ACI, los cuales se detallan a continuación:

$$H = \frac{L}{16} = \frac{4}{16} = 0,25 \text{ cm}$$

$$H = 8 \% Luz = 0,08 * 4 = 0,32 \text{ cm}$$

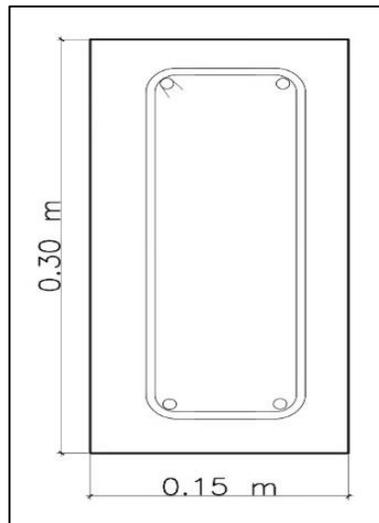
Con base en los criterios del ACI se utilizará una altura para la viga de 40 cm, tomando en cuenta una relación de base/altura de 2:1 y se determina que la viga tenga una altura de 0,30 m y una base de 0,15 m.

Las dimensiones de la viga serán las siguientes:

$$H = 30 \text{ cm} \quad b = 15 \text{ cm}$$

Peralte = 0,30 cm - 0,04 cm = 26 cm, para comprobar que se tiene el peralte adecuado se debe considerar la relación base/peralte, la cual debe estar entre 0,25 y 0,65, para este caso la relación base/peralte = 0,57, por lo tanto, si cumple el criterio establecido.

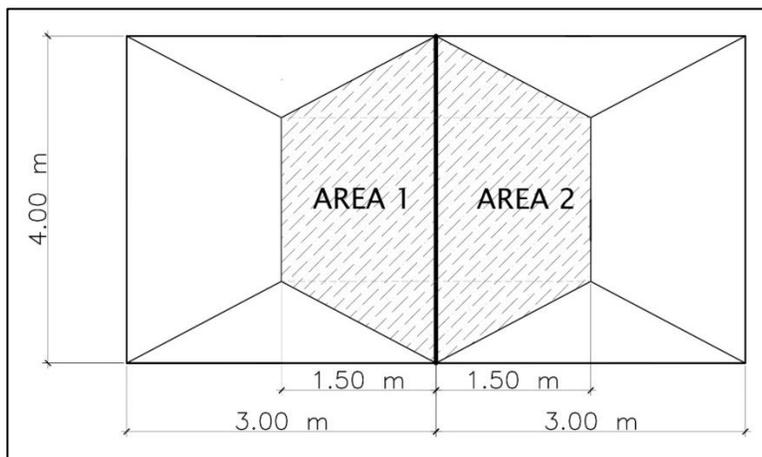
Figura 17. **Sección de viga propuesta**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2018.

- Cálculo del área tributaria de la viga:

Figura 18. **Esquema de área tributaria**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2018.

$$A_{\text{trapezoid}} = \frac{(B + b) * h}{2}$$

$$A = \frac{(4,00 + 1,00 \text{ m}) * 1,5}{2} = 3,75 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{Total}} = 2 * 3,75 = 7,5 \text{ m}^2$$

- Cargas

$$W_{\text{Losas1}} = W_{\text{Losas2}} = \frac{\text{Carga última} * A}{L}$$

$$W_{\text{Losas1}} = W_{\text{Losas2}} = \frac{646 \text{ kg/m}^2 * 3,75 \text{ m}^2}{4,00 \text{ m}}$$

$$W_{\text{Losas1}} = W_{\text{Losas2}} = 605,63 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{Viga}} = \text{área viga} * \text{peso concreto}$$

$$W_{\text{Viga}} = 0,15 \text{ m} * 0,30 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$W_{\text{Viga}} = 108 \text{ kg/m}$$

$$C_{u\text{Viga}} = 1,4 (108) \text{ kg/m} = 151 \text{ kg/m}$$

- Carga última total:

$$C_{u\text{Total}} = W_{\text{Losas1}} + W_{\text{Losas2}} + W_{\text{Viga}}$$

$$C_{u\text{Total}} = 606,63 \text{ kg/m} + 605,63 \text{ kg/m} + 151 \text{ kg/m}$$

$$C_{\text{última}} = 1362,26 \text{ kg/m}$$

La viga estará simplemente apoyada y no deberían existir momentos. Sin embargo, la viga está construida monolíticamente con las vigas de borde (apoyo), por lo que existe cierto grado de oposición al movimiento (momento en bordes). El ACI 6.5 especifica que los momentos se pueden calcular por medio de las siguientes ecuaciones:

Momento y cortes actuantes en la viga:

Momento máximo:

$$M = \frac{(W * L^2)}{8}$$
$$M = \frac{(1\,362,26\text{ kg/m} * 4\text{ m}^2)}{8}$$
$$M = 2\,724,52\text{ kg} - m$$

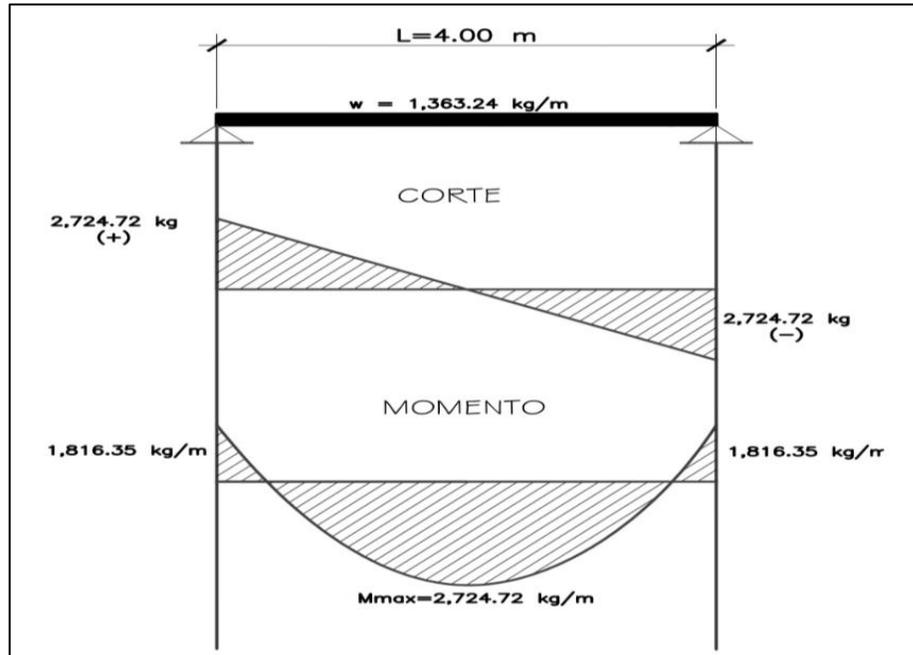
Momento en apoyos:

$$M = \frac{(W * L^2)}{12}$$
$$M = \frac{(1\,362,26\text{ kg/m} * 4\text{ m}^2)}{12}$$
$$M = 1\,816,35\text{ kg} - m$$

Corte último (Vu):

$$Vu = \frac{(1\,120\text{ kg/m} * 4\text{ m})}{2}$$
$$Vu = 2\,240\text{ kg}$$

Figura 19. Diagrama de corte y momento



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2018.

Cálculo de acero requerido:

Momento negativo $M(-) = 2\ 724,52 \text{ kg} - m$

$$A_{s_{req}} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \left(\frac{M_u * b}{0,003825 * f_c} \right)} \right] * \left(\frac{0,85 f_c}{f_y} \right)$$

$$A_{s_{req}} = \left[15 * 26 - \sqrt{(15 * 26)^2 - \left(\frac{2\ 724,52 * 15}{0,003825 * 210} \right)} \right] * \frac{0,85 * 210}{2\ 810}$$

$$A_{s_{req}} = 4,56 \text{ cm}^2$$

Momento positivo $M(+)$ = 1 816,35 kg – m

$$A_{s_{req}} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \left(\frac{M_u * b}{0,003825 * f_c} \right)} \right] * \left(\frac{0,85 f_c}{f_y} \right)$$
$$A_{s_{req}} = \left[15 * 26 - \sqrt{(15 * 26)^2 - \left(\frac{1,815.35 * 15}{0,003825 * 210} \right)} \right] * \frac{0,85 * 210}{2 810}$$
$$A_{s_{req}} = 2,94 \text{ cm}^2$$

Cálculo de acero máximo:

Para el cálculo del acero máximo se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$A_{s_{max}} = \rho_{max} b_w d ; \quad \rho_{max} = 0,5 * \rho_b$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \beta_1 f'_c}{f_y} * \left(\frac{6 120}{(f_y + 6 120)} \right)$$

Se calculó el factor de cuantía balanceada ρ_b , aplicando la ecuación mencionada:

$$\rho_b = \frac{0,85 * 0,85 * 210}{2 810} * \left(\frac{6 120}{(2 810 + 6 120)} \right)$$
$$\rho_b = 0,037$$

Aplicando la ecuación se calculó el acero máximo:

$$A_{s_{max}} = 0,5 * 0,037 * 15 \text{ cm} * 26 \text{ cm}$$
$$A_{s_{max}} = 7,22 \text{ cm}^2$$

Cálculo de área de acero mínimo $A_{s_{min}}$:

$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{F_y} * b * d$$
$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{2810} * 15 \text{ cm} * 26 \text{ cm} = 1,96 \text{ cm}^2$$

Acero requerido para la viga intermedia:

$$A_{s_{req}} = \left[15 * 26 - \sqrt{(15 * 26)^2 - \left(\frac{2724,52 * 15}{0,003825 * 210} \right)} \right] * \frac{0,85 * 210}{2810}$$
$$A_{s_{req}} = 4,56 \text{ cm}^2$$

Como el área de acero mínimo es menor al área de acero requerido, se considera la viga como simplemente reforzada.

Refuerzo longitudinal

Con base en las áreas requeridas para los momentos positivos y negativos calculados anteriormente se propone el armado longitudinal para la viga intermedia:

$$\text{Acero } M(-) = A_{s_{req}} = 4,56 \text{ cm}^2$$

$$\text{Acero } M(+) = A_{s_{req}} = 2,94 \text{ cm}^2$$

Según el ACI, para la cama superior se debe considerar el mayor de los siguientes criterios:

- Mínimo 2 varillas corridas
- 33 % del acero requerido = 1,50 cm²

- Área de acero mínimo = 1,96 cm²

Por lo tanto, se colocarán 2 varillas núm. 4 corridas, obteniendo un área de acero de 2,54 cm².

Según el ACI, para la cama inferior se debe considerar el mayor de los siguientes criterios:

- Mínimo 2 varillas corridas
- 50 % del acero requerido = 1,47 cm²
- Área de acero mínimo = 1,96 cm²

El área de acero requerido es 4,56 cm², por lo tanto, se colocarán 2 varillas núm. 4 + 2 varilla núm.4 corridas, obteniendo un área de acero suministrado de 5.16 cm², logrando cumplir con el acero requerido.

Refuerzo transversal:

El esfuerzo por corte, es suministrado en forma de estribos espaciados a intervalos variables a lo largo del eje de la viga según sea necesario. El cálculo se realiza de la forma siguiente:

Cortante último:

$$V_u = \frac{(1,120 \text{ kg/m} * 4 \text{ m})}{2}$$

$$V_u = 2 \ 724,72 \text{ kg}$$

Cortante resistente:

$$V_c = \Phi * 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d$$
$$V_c = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 15 * 26$$
$$V_c = 2\ 546,06\ kg$$

Cálculo del espaciamiento:

$$S = (2 * A_{var} * f_y * d) / V_u$$
$$S = (2 * 0,71 * 2\ 810 * 26) / 2\ 742,72$$
$$S = 37,82\ cm \approx 38\ cm$$

Cálculo de espaciamiento máximo:

$$S_{max} = d/2 \leq 0,30$$
$$S_{max} = 26 / 2 = 13\ cm$$

Los primeros 4 estribos por lado se colocarán a S/2; es decir 4 estribos núm.3 @ 0,07 m en ambos lados, luego el resto se colocará estribos núm.3 @ 0,15 m.

Diseño de losa del fondo del tanque:

Con base en que la losa del fondo (piso) del tanque no tiene ninguna función estructural más que la de retener el peso de líquido contenido, se utilizarán las condiciones mínimas para las dimensiones y armado de la losa del fondo del tanque:

Dimensiones de losa inferior:

$$Largo = 7,70 \text{ m}$$

$$Ancho = 5,50 \text{ m}$$

$$t = 25,00 \text{ cm}$$

Chequeo del cortante en la losa inferior

Este chequeo estará generado por la carga hidrostática del agua, para una franja unitaria 1,00 m.

Cálculo de carga hidrostática del agua:

$$q = w_a * h \text{ (kg/m}^2\text{)}$$
$$q = 1\ 000 \text{ kg/m}^3 * 1,90 \text{ m}$$
$$q = 1\ 900 \text{ kg/m}^2$$

El cortante último se calcula con la siguiente ecuación:

$$V_u = 1,7 * 1,3 * q * h \text{ (kg/m)}$$
$$V_u = 1,7 * 1,3 * 1\ 900 \text{ kg/m}^2 * 1,90 \text{ m}$$
$$V_u = 7\ 978,1 \text{ kg/m} * 1 \text{ m}$$
$$V_u = 7\ 978,1 \text{ kg}$$

Chequeo cortante resistente por el concreto:

Se utilizarán varillas núm.4 por lo tanto, el peralte efectivo será $d = 19\ 365$

$$\phi V_c = \phi * 0,53 * \sqrt{f' c} * b * d$$

$$\phi V_c = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 100 * 19\ 365$$

$$\phi V_c = 12\ 642,18\ kg$$

$$V_u \leq \phi V_c = 7\ 978,1\ kg \leq 12\ 642,18\ kg$$

Estimación de cortante resistente del concreto con la ecuación:

$$\phi V_c = 0,53 * \sqrt{f_c} * b * d\ (kg)$$

$$\phi V_c = 0,53 * \sqrt{210} * 100 * 7,02\ (kg)$$

$$\phi V_c = 5\ 391,67\ kg$$

$$0,85 V_c = 4\ 582,91\ kg$$

$$935,01\ kg < 4\ 582,91\ kg$$

El acero de refuerzo que se utilizará es el mínimo establecido por las restricciones para el elemento estructural.

El acero para la losa se calculará según la sección 9.6.1.2 del ACI 318S-14

$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{f_y} b_w d$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{2\ 810} 100 * 19,365$$

$$A_{s_{min}} = 9,72\ cm^2$$

El espaciamiento máximo del refuerzo para una losa, según código ACI318S-14, sección 8.7.2.2:

$$Espaciamiento\ Max. = 2\ h = 2 * 25\ cm = 50\ cm$$

Espaciamiento mínimo:

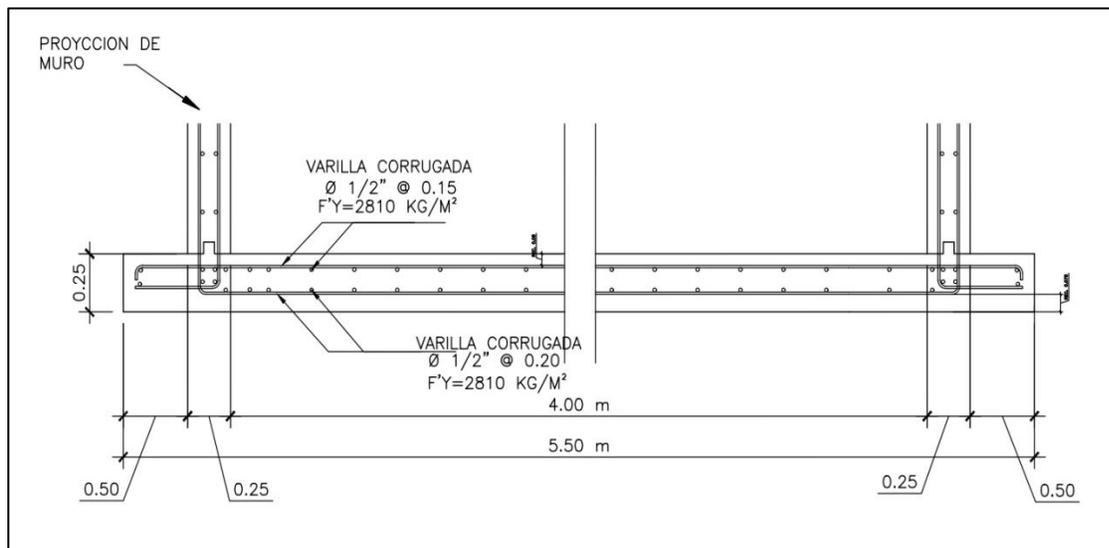
$$S_{min} = \frac{\left(As \frac{1}{2} * b\right)}{As_{min}}$$

$$S_{min} = \frac{(1,29 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm})}{9,72 \text{ cm}^2}$$

$$S_{min} = 14 \text{ cm}$$

Por conveniencia se utilizará para la losa del fondo acero de refuerzo núm. 4 @ 0,15 m en ambos sentidos, para la cama superior. Y para la cama inferior núm. 4 @ 0,20 m en ambos sentidos.

Figura 20. Armado de losa inferior del tanque



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2018.

2.1.13. Desinfección

Es muy importante que en los sistemas de agua potable se haga una desinfección previa a que el agua sea almacenada en el tanque de distribución, debido a que esta es captada de nacimientos, manantiales o fuentes que puedan estar contaminadas o que tenga microorganismos comunes en el agua que son las causantes de enfermedades de carácter hídrico.

El proceso de desinfección permite la extracción o eliminación de los microorganismos patógenos que existen en el agua, virus y bacterias principalmente. La desinfección se logra mediante procesos químicos y/o físicos, que se encargan de extraer y eliminar los contaminantes orgánicos del agua, que son nutrientes para los microorganismos, estos procesos no solo deben matar los microorganismos si no que deben además tener un efecto residual en el agua.

Existen diferentes métodos físicos (filtración, ebullición, radiación ultravioleta, entre otros), pero estos métodos no garantizan la calidad del agua o el mantenimiento y operación tiene un alto coste, por lo tanto, se opta por utilizar métodos químicos.

Los métodos químicos más empleados para desinfección son: el yodo, la plata y cloro. Siendo el cloro el más utilizado por su eficiencia, costo y fácil operación.

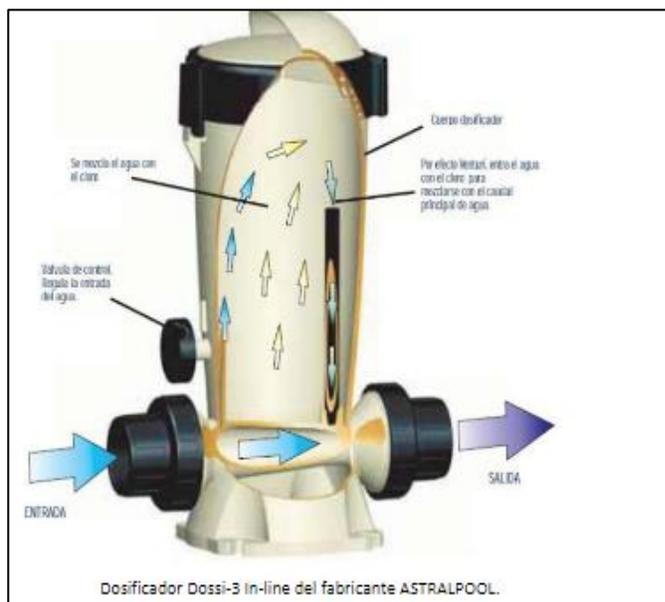
Por lo tanto, con base en los resultados de análisis de calidad del agua y con el fin de garantizar que el agua suministrada por el sistema sea realmente potable, se utilizará cloro para la desinfección, el proceso se realizará por medio de un dosificador automático de pastillas o tabletas de cloro (estas son pastillas de cloro, con una solución al 90 % y un 10 % de estabilizador, el peso de la tableta

es de 200 gramos). Y la velocidad a la que se disuelve en agua en reposo es de 15 gramos en 24 horas.

Dosificador de pastillas

Son accesorios en los cuales se libera hipoclorito de calcio mediante el desgaste de tabletas circulares que sucede por medio del paso de flujo, una vez el sistema se encuentra instalado este funciona de forma sencilla y eficiente, por lo cual es una alternativa ideal para comunidades del área rural, ya que únicamente se necesita instalar periódicamente pastillas y calibrar la concentración a través de válvulas de control, las cuales permitirán un mayor o menor caudal, en el sistema de cloración.

Figura 21. **Clorador de pastillas**



Fuente: INFOM- UNEPAR. *Operación y mantenimiento*. p 41.

Las pastillas del cloro granular van en el interior del cuerpo dosificador el agua accede al interior de este debido al estrechamiento que se produce en el conducto principal, atraviesa las pastillas y va diluyendo las mismas poco a poco. Una vez llega a la altura correspondiente, esta agua clorada regresa a la vía principal y sale del dosificador hacia el tanque de almacenamiento.

En la ilustración anterior. En la parte izquierda del dibujo se puede observar una pequeña válvula. Esta válvula sirve para regular la cantidad de agua que se deja pasar al interior del dosificador y así regular la cantidad de cloro que necesita.

Para determinar la cantidad de tabletas de cloro a utilizar en el sistema del proyecto se utilizó la siguiente ecuación:

$$G = \frac{C * M * D}{\%C}$$

Donde:

G = gramos de tricloro

C = miligramos por litro. 1,00 mg/litro

*M = litros de agua a tratarse por día. Qm * 86 400 s*

D = número de días que durará . 10 días

%C = concentración de cloro. 0,60 .070

Para el proyecto se calculará la cantidad de tabletas que se utilizarán en un período de 10 días.

Aplicando la ecuación mencionada se tiene el siguiente resultado:

$$G = \frac{0,001 * (1,25 * 86\ 400) * 10}{0,6}$$
$$G = 1\ 800\ gr$$

Como se utilizarán pastillas de 200 gr, entonces se utilizarán 9 tabletas de cloro cada de 10 días.

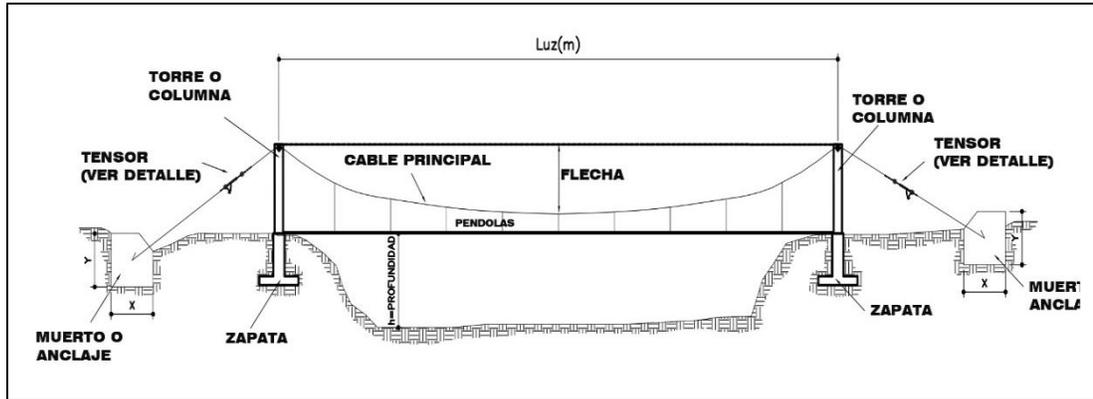
2.1.14. Obras hidráulicas

Las obras hidráulicas, son estructuras importantes para el funcionamiento correcto del sistema, el uso de estas va depender de las características del terreno (topografía), clima y el tipo de abastecimiento a utilizar, para el sector Tamarindo se utilizarán las siguientes obras:

2.1.14.1. Pasos aéreos

Los pasos aéreos deben utilizarse cuando la línea de la tubería pase o atravesie ríos o tenga que salvar precipicios o accidentes geográficos en donde la tubería no pueda quedar enterrada debido a las características topográficas del terreno.

Figura 22. Partes de un paso aéreo



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2018.

En la tabla siguiente se muestran las estaciones donde estarán ubicados los pasos aéreos con sus respectivas dimensiones:

Tabla XXII. Ubicación de pasos aéreos

E-1037, E-1042, E-1045, E-1086, E-1308	5 pasos aéreo de 10 m
E-1024	1 paso aéreo de 15 m
E-1020, E-1047, E-1059, E-1063, E-1134, E-1144. E-1281	6 pasos aéreos de 20 m
E-1057	1 paso aéreo de 25 m
E-1117	1 paso aéreo de 30 m

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Diseño de pasos aéreos

A continuación, se presentan los datos para el diseño de un paso aéreo de 52 metros:

Datos:

$$\Phi_{Tubería} = 2 \frac{1}{2} \text{ pulg}$$

$$Luz = 52 \text{ metros} = 170,56 \text{ pies}$$

$$\text{Peso de tubería} = 5,80 \text{ lb/pie}$$

$$\text{Peso específico del agua} = 62,4 \text{ lb/pie}^3$$

$$\text{Área del tubo } 2 \frac{1}{2} \text{ pulg} = \frac{\pi}{4} D^2 = \left(\frac{\pi}{4}\right) \left(\frac{2,5}{12}\right)^2 = 0,034 \text{ pie}^2$$

1. Cálculo de carga viva y carga muerta:

Carga muerta CM:

La carga muerta se calculará con la siguiente ecuación:

$$CM = C_{M.Agua} + C_{M.Tubo}$$

$$CM = A * W_{S_{Agua}} + W_{Tubo}$$

Donde:

$CM = \text{carga muerta}$

$$A = \text{área de tubería de } 2 \frac{1}{2} \text{ in } 0,034 \text{ pie}^2$$

$$W_s = \text{peso específico del agua} = 62,4 \text{ lb/pie}^3$$

$$W_s = \text{peso de tubería de } 2 \frac{1}{2} \text{ in} = 5,80 \frac{\text{lb}}{\text{pie}}$$

Aplicando la ecuación anterior se tiene el siguiente resultado:

$$CM = 0,034 \text{ pie}^2 * 62,4 \text{ lb/pie}^3 + 5,80 \text{ lb/pie}$$

$$CM = 7,93 \text{ lb/pie}$$

Carga viva CV:

Se considerará el peso de una persona de 150 libras en cada tubo.

$$CV = \frac{150 \text{ lb}}{6,04 \text{ m} * 3,28} = 7,57 \text{ lb / pie}$$

Carga horizontal

La carga horizontal crítica para los pasos aéreos, es la provocada por el viento. Para esto, se asumirá una velocidad de viento crítico de 60 km/h, la cual desarrollará una presión de 15 Lb/pie^2 .

$$W_v = \emptyset \text{ Tubo} * \text{Presión del viento}$$

$$W_v = \frac{2,5 \text{ pulg}}{12 \text{ pies}} * 15 \text{ lb/pie}^2$$

$$W_v = 3,125 \frac{\text{lb}}{\text{pie}}$$

Integración de cargas (U)

Según el reglamento de la ACI 318S-14, cuando existen cargas de viento, la carga última está dada por:

$$U = 0,75[(1,4 CM_u) + (1,7CV) + (1,7W)]$$

Sustituyendo los valores calculados en la ecuación anterior y se tiene el siguiente resultado:

$$U = 0,75[(1,4 * 7,93) + (1,7 * 7,57) + (1,7 * 3,125)]$$

$$U = 21,95 \text{ lb/pie}$$

U no debe ser menor de $1,4 \text{ CMu} + 1,7\text{CV}$

$$1,4 (7,92) + 1,7 (7,57) = 23,96 \text{ lb / pie}$$

Entonces la carga crítica será de $23,96 \text{ lb/pie}$.

2.1.14.1.1. Diseño de cable principal

El cable se diseñará usando las fórmulas siguientes:

$$H = \frac{W * S^2}{8 * d}; \quad T = H * \sqrt{1 + \frac{16 * d^2}{S^2}}; \quad V = \sqrt{T^2 - H^2}$$

Donde

$W = \text{carga última}$

$S = \text{luz}$

$H = \text{tensión horizontal del cable}$

$T = \text{tensión máxima del cable}$

$V = \text{tensión vertical del cable}$

$d = \text{flecha}$

Para el cálculo de la flecha (d) en pasos aéreos y puentes colgantes, el Dr. D.B. Steinman recomienda una relación entre flecha y luz, de L/19 a L/12.

Pero estos valores son estimados para puentes colgantes de luces grandes, dando como resultados columnas muy esbeltas, por lo que se determinará la

flecha cumpliendo con las condiciones de esbeltez según lo estableció en el reglamento de la ACI 318S-14.

Aplicando las relaciones mencionadas se calculan las flechas teniendo el siguiente resultado.

Tabla XXIII. **Cálculo de flecha (d), para pasos aéreos**

L/19	2,736842105 m
L/12	4,333333333 m

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Luego modificando d se obtienen las relaciones para calcular la flecha en paso aéreo de 52 metros. En la tabla siguiente se muestran los cálculos de las flechas con sus tensiones respectivas:

Tabla XXIV. **Resultados de cálculos de flechas**

U(lb/pie)	L(Pie)	d(m)	d(pie)	H(lb)	T(lb)	V(lb)
23,96	170,56	4,33	14,22	6 128,36	6 460,02	2 043,31
		4,00	13,12	6 639,05	6 946,38	2 043,31
		3,50	11,48	7 587,49	7 857,81	2 043,31
		3,00	9,84	8 852,07	9 084,84	2 043,31
		2,50	8,20	10 622,49	10 817,22	2 043,31
		2,00	6,56	13 278,11	13 434,40	2 043,31
		1,50	4,92	17 704,14	17 821,67	2 043,31
		1,00	3,28	26 556,21	26 634,71	2 043,31
		0,50	1,64	53 112,43	53 151,72	2 043,31

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

De la tabla anterior se seleccionó la flecha que constructivamente sea más conveniente, por lo tanto, se utilizará $d=1.50$ m, con lo cual se obtiene una tensión máxima de 17,747.36 lb.

Los resultados de las tablas se calculan de la siguiente forma tomando en cuenta una flecha $d= 1,50$ metros:

$$H = \frac{23,96 * 170,56^2}{8 * (1,50 * 3,28)} = 17,704,14 \text{ lb}$$

$$T = 17,704,14 * \sqrt{1 + \frac{16 * (4,92)^2}{(170,56)^2}} = 17,821,60 \text{ lb}$$

$$V = \sqrt{17,821,60^2 - 17,704,14^2} = 2,042,76 \text{ lb}$$

Con base en los resultados obtenidos se utilizará el cable de $\frac{1}{2}$ " que resiste 24, 600 lb de tensión, cuyo peso es de 0,46 lb/pie.

Integrando el peso propio del cable a la carga muerta se tiene el siguiente resultado:

$$Cm = 7,93 \text{ lb/pie} + 0,46 \text{ lb/pie} = 8,39 \text{ lb/pie}$$

$$CM = 8,38 \text{ lb/pie}$$

Se calcula nuevamente la carga última y se tiene el siguiente resultado:

$$U = (1,4 * 8,38) + (1,7 * 7,57) = 24,60 \text{ lb/pie}$$

Longitud del cable principal (LT)

Para el cálculo de la longitud del cable se utilizan las ecuaciones mostradas sección 3 del *Wire Hand Book*, 1963, para flechas menores de 5 % de luz (S), donde:

$$LT = [L1 + (L2 * 2)] * 1,10 * (\text{factor por empalmes y dobleces})$$

$$L_1 = S + \left(\frac{8 * d^2}{3 * S} \right); \quad L_2 = \sqrt{\left(\frac{S}{4} \right)^2 + d^2}$$

Donde:

$$S = \text{luz} = 52 \text{ m}$$

$$d = \text{flecha máxima en el cable. } d = 1,50 \text{ m}$$

$$L1 = \text{longitud de cable entre columnas}$$

$$L2 = \text{longitud de cable entre anclaje y columna}$$

Aplicando las ecuaciones mencionadas anteriormente se tienen los siguientes resultados:

$$L_1 = 52 + \left(\frac{8 * 1,50^2}{3 * 52} \right) = 52,11 \text{ m}$$

$$L_2 = \sqrt{\left(\frac{52}{4} \right)^2 + (1,50)^2} = 13,09 \text{ m}$$

Cálculo de longitud total de cable principal

Se le sumará un 10 % por empalmes y dobleces a la longitud del cable:

$$LT = [52,11 + (13,09 * 2)] * 1,10$$

$$LT = 86 \text{ m}$$

Cálculo de péndolas

Las péndolas son las que sostienen la tubería y van unidas al cable principal, la separación máxima ($S_{\text{máx}}$) entre péndolas es de 2 metros.

La carga de tensión (Q), soportada por cada péndola está dada por:

$$Q = U * S_{\text{max}}$$

Donde:

$U = \text{carga última } U = 24,60 \text{ lb/pie}$

$S = \text{separación entre péndolas}$

Aplicando la fórmula mencionada anteriormente se tiene el siguiente resultado:

$$Q = 24,60 \text{ lb/pie} * 6,56 \text{ pie}$$

$$Q = 157,74 \text{ lb/pie}$$

Para las péndolas se utilizará cable galvanizado 3/8" con una resistencia de 13,128 lb.

Para calcular la longitud de péndolas se utiliza la ecuación mencionada en la sección 3 del *Wire Rope Hand Book* que esta expresada de la forma siguiente:

$$Y = W * X * \frac{S - X}{2 * H}$$

Donde:

Y = *variación de la flecha*

W = *carga última. 24,60 lb/pie (36,69 kg/m)*

X = *variable*

S = *luz, 52 metros*

H = *tensión máxima del cable 17,704,14 lb(8,047,34 kg)*

Aplicando la ecuación anterior se obtiene los resultados de la siguiente tabla:

W [Kg/m]	H [Kg]
36,52	8,047,34

Tabla XXV. **Cálculo de longitud de péndolas**

Núm.	$W/(2*H)$	X [m]	S-X [m]	Y [m]	Longitud	Núm. de péndola	Longitud total [m]
-	-	-	52	-	2,00	-	-
1	0,00226884	2,00	50	0,227	1,773	2	3,5462318
2	0,00226884	4	48	0,436	1,564	2	3,12876506
3	0,00226884	6	46	0,626	1,374	2	2,74759977
4	0,00226884	8	44	0,799	1,201	2	2,40273594
5	0,00226884	10	42	0,953	1,047	2	2,09417357
6	0,00226884	12	40	1,089	0,911	2	1,82191265
7	0,00226884	14	38	1,207	0,793	2	1,58595318
8	0,00226884	16	36	1,307	0,693	2	1,38629518
9	0,00226884	18	34	1,389	0,611	2	1,22293863
10	0,00226884	20	32	1,452	0,548	2	1,09588353
11	0,00226884	22	30	1,497	0,503	2	1,00512989
12	0,00226884	24	28	1,525	0,475	2	0,95067771
13	0,00226884	26	26	1,534	0,466	2	0,93252698
						Total	23,9208239

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Debido a que las péndolas van sujetas por medio de accesorios como guardacables y abrazaderas, la longitud del cable para las péndolas debe incrementarse en un 15 %.

$$L_{pendola} = 23,93 * 1,15 = 27,52$$

$$L_{pendola} \approx 28 \text{ mt}$$

Diseño de las torres que soportan los cables:

En los pasos aéreos la función de las columnas es cambiarle el sentido a la tensión del cable principal en dirección a los anclajes. Las dimensiones de las columnas serán las siguientes:

$$\textit{Altura (h) = Flecha (d) + Desplante de cimentación}$$

Se utilizará una flecha $d= 1,50 \text{ m}$ y el desplante de cimentación será de $1,00 \text{ m}$ calculado la altura se tiene el siguiente resultado:

$$\textit{Altura (h) = } 1,50 \text{ m} + 1,00 \text{ m} = 2,50 \text{ m}$$

La sección de las columnas será de $(0,30 \times 0,30) \text{ m}$, serán de concreto reforzado y se diseñarán bajo el código ACI 318S-14, usando las siguientes especificaciones.

$F'c = \textit{resistencia a la compresión del concreto (210 kg/cm}^2\text{)}$

$Fy = \textit{esfuerzo de fluencia del acero grado 40 (2 810 kg/cm}^2\text{)}$

$E = \textit{módulo de elasticidad del concreto } 15,100 \sqrt{210}$

$\Gamma c = \textit{peso específico del concreto (2 400 kg/m}^3\text{)}$

$\Gamma s = \textit{peso específico del suelo (1,80 ton/m}^3\text{)}$

$V_s = \text{valor soporte del suelo (15 ton/m}^2\text{)}$

$\Gamma_{cc} = \text{peso específico del concreto ciclópeo (2,2 ton/m}^3\text{)}$

$\text{Longitud de columna} = 2,5 \text{ mt}$

Cálculo de la esbeltez de la columna:

Según ACI 318S-14, con respecto a la función de esbeltez (E):

Cortas $E < 21$

Medianas $21 \leq E \leq 100$

Largas $E > 100$

Para el cálculo de la esbeltez (E) utilizaremos las siguientes ecuaciones:

$$E = \frac{K * lu}{r}; \quad r = \sqrt{\frac{I}{A}}; \quad I = \frac{1}{12} b * h^3$$

Donde:

$E = \text{Esbeltez} = 2$

$K = \text{Factor de pandeo} = 2$

$lu = (d + 0,50) = (\text{flecha} + \text{separación mínima entre cable y tubo})$

$r = \text{Radio de giro}$

$I = \text{Inercia de la sección de la columna. } I = \frac{1}{12} * 0,30 * 0,30^3 = 0,000675 \text{ m}^4$

$A = \text{Área de la sección de la columna}$

Aplicando las ecuaciones mencionadas se tiene el siguiente resultado:

$$E = \frac{2 * (1,50 + 0,50)}{\sqrt{\frac{0,000675}{0,30 * 0,30}}}$$

$$E = 46,19$$

Se tiene como resultado una esbeltez $E = 46,19$ con base en lo estipulado en el ACI se tiene una columna intermedia.

Carga crítica (P_{cr})

Para encontrar la carga crítica en una columna se considerará con un extremo empotrado y el otro articulado, y estará regida por la siguiente ecuación de Euler:

$$P_{cr} = \frac{n * EI * \pi^2}{(K * lu)^2}; \text{ debido la condición de la columna } n = 2$$

$$P_{cr} = \frac{2 * 15\,100\sqrt{210} * 67\,500 * \pi^2}{(2 * (200))^2} \div 1\,000$$

$$P_{cr} = 1\,822,22 \text{ ton} (4\,008,884 \text{ lb})$$

La columna trabaja compresión bajo una fuerza vertical ejercida por la tensión del cable de $V = 2\,043,31 \text{ lb}$ (0,93 ton), como se observa la tensión vertical es sumamente pequeña en comparación a la carga crítica que soporta la columna. Para el refuerzo de la columna se utiliza el área de acero mínimo como lo recomienda la sección 9.6.1.2 del ACI 318S-14.

Refuerzo de columna

$$A_{smin} = 0,01 * 30^2 = 9 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = \frac{9 \text{ cm}^2}{2} = 4,5 \text{ cm}^2$$

Con base en el acero mínimo calculado se utilizarán 6 varillas Núm.4 Teniendo un área total de 7,924, con el refuerzo suministrado en la columna se cubre lo requerido por el acero mínimo.

Se calcula la carga axial que soporta la columna

La carga última que puede soportar el acero suministrado 7,92 cm^2 , es:

$$P_u = 0,7[0,85 * f'_c(A_g - A_s) + (A_s * f_y)] \div 1\ 000$$

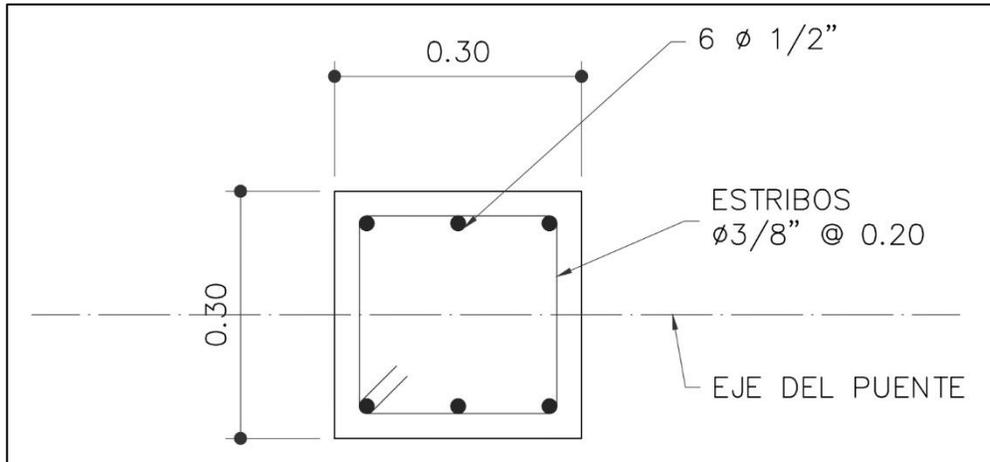
$$P_u = 0,7[0,85 * 210 ((30 * 30) - 7,92) + (7,92 * 2\ 810)] \div 1\ 000$$

$$P_u = 127,04 \text{ ton}$$

$$1\ 822,22 \text{ ton} > 127,04 \text{ ton}$$

$P_u = 127,04 \text{ ton} > V = 0,93 \text{ ton}$; por lo que la columna propuesta es suficiente para soportar la carga resistente. Por lo tanto, la columna se reforzará transversalmente con varilla núm. 3 @ 0,20 m, tomando en cuenta que la columna no estará sometida a ningún esfuerzo flexionante considerable.

Figura 23. Armado de columna para pasos aéreos



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2018.

Diseño de zapata:

Para el diseño de la zapata debido a que la carga que esta soportará no será muy grande, se utilizará el peralte mínimo recomendado en el capítulo 13 del ACI 318S-14.

Peralte mínimo encima del refuerzo interior = 15 cm

Recubrimiento mínimo del refuerzo = 7,5 cm

Con base en lo estipulado anteriormente el peralte de la zapata será el siguiente:

$$t = 15 \text{ cm} + 7,5 \text{ cm} = 22,5 \text{ cm, se utilizará } t = 25 \text{ cm}$$

Por lo tanto, las dimensiones de la zapata serán las siguientes:

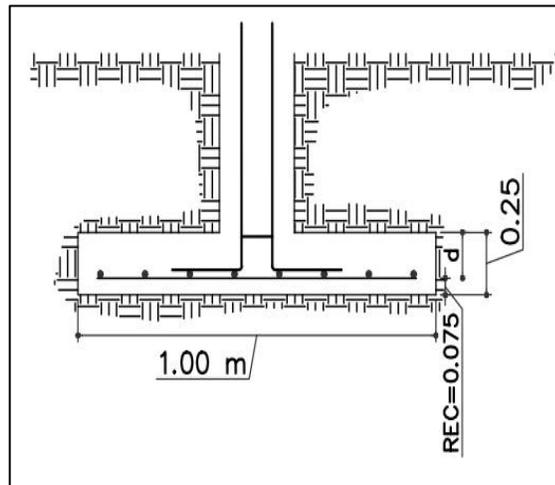
$$a = 1,00 \text{ m}$$

$$b = 1,00 \text{ m}$$

$$t = 0,25 \text{ m}$$

$$A_{zapata} = 1,00 \text{ m} * 1,00 \text{ m} = 1,00 \text{ m}^2$$

Figura 24. Elevación de zapata para pasos aéreos



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2018.

Factor de carga última se calcula de la siguiente manera:

$$FCU = \frac{C_u}{C_m + C_v} = \frac{24,60 \text{ lb/pie}}{(8,38 + 7,53) \text{ lb/pie}}$$
$$FCU = 1,55$$

Cálculo de carga que soportara la zapata:

Componente vertical de la tensión del cable	0,46 ton
Peso propio de la columna $(2,5 * 0,3 * 0,3)m^3 * (2,4 T/m^3)$	0,54 ton
Peso propio del suelo $(1,8 T/m^3 * (1,00 m * 1,00 m - 0,09))$	1,64 ton
Peso propio de la zapata $(1 * 1 * 0,25)m^3 * (2,4 T/m^3)$	0,60 ton
$P_z = \Sigma \text{cargas que actúa bajo la zapata}$	3,24 ton

Debe cumplirse la siguiente relación

$$\frac{P_z}{A_z} < V_s \text{ (Valor soporte del suelo)}$$

$$3,24 \text{ ton/m}^2 < 15 \text{ ton/m}^2$$

Se calcula la carga última que soportará la zapata de la siguiente manera:

$$C_u = P_z * FCU = \left(3, \frac{24 \text{ ton}}{m^2} \right) * 1,55$$

$$C_u = 5,02 \text{ ton/m}^2$$

Chequeo por corte simple:

Cálculo de peralte efectivo para la zapata.

$$\text{Peralte (d)} = t - R - \phi/2$$

Donde:

t = espesor de la zapata. (25 cm)

R = recubrimiento mínimo del refuerzo en metros. (7,5 cm)

ϕ = diámetro del refuerzo en metros (se asume $\phi = 1/2"$; área = 1,27 cm²)

Aplicando la ecuación mencionada se tiene el siguiente resultado:

$$\text{Peralte } d = 25 - 7,5 - 1,27/2 = 16,87 \text{ cm}$$

Cálculo de corte actuante (V_a) y corte resistente (V_r) se tiene que cumplir el siguiente criterio: $V_a < V_r$, se utilizarán las siguientes ecuaciones:

Cálculo de corte actuante (V_a)

$$V_a = C_u * \text{ancho de zapata} * c$$
$$V_a = 5,02 \text{ ton/m}^2 * 1,00 \text{ m} * (1,00 - 0,1687) \text{ m} = 4,17 \text{ ton}$$

Cálculo de corte simple resistente (V_r)

$$V_c = (0,85 * 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d) / 1000$$
$$V_c = \frac{0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 100 * 16,87}{1000} = 11,01 \text{ Ton}$$
$$4,17 \text{ Ton} < 11,01 \text{ Ton}$$

El corte actuante es menor que el corte resistente, por lo tanto, se cumple con el criterio establecido.

Chequeo por corte punzonante:

Cálculo de corte punzonante actuante (V_a) y corte punzonante resistente (V_r) se tiene que cumplir el siguiente criterio: $V_a < V_r$, se utilizarán las siguientes ecuaciones:

Cálculo del corte punzonante actuante:

$$V_a = 5,02 \text{ ton/m}^2 [(1,00 \text{ m})^2 - (0,30 + 0,1687 \text{ m})^2]$$

$$V_a = 3,92 \text{ ton}$$

Cálculo del corte punzonante resistente:

$$V_r = \frac{0,85 * 1,06 \sqrt{f'_c} * b_o * d}{1,000}; \quad \text{donde } b_o = 4(30 + d)$$

$$V_r = \frac{0,85 * 1,06 \sqrt{210} * 4(30 + 16,87) * 16,87}{1,000} = 41,29 \text{ Ton}$$

$$3,92 \text{ ton} < 41,29 \text{ ton}$$

El corte punzonante actuante es menor que el corte punzonante resistente, por lo tanto, se cumple con el criterio establecido.

Chequeo por flexión:

$$M_u = \frac{C_u * L^2}{2} * 1\,000; \quad L = \left[\left(\frac{b_{zapata} - \text{Ancho. Columna}}{2} \right) - d \right]$$

$$M_u = \frac{5,02 \text{ ton/m}^2 * \left[\left(\frac{1,00 \text{ m} - 0,3 \text{ m}}{2} \right) - 0,1687 \text{ m} \right]^2}{2} * 1\,000$$

$$M_u = 0,08250 \text{ ton/m} (82,50 \text{ kg/m})$$

Cálculo de refuerzo:

$$A_{s_{req}} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \left(\frac{M_u * b}{0,003825 * f_c} \right)} \right] * \left(\frac{0,85 f_c}{f_y} \right)$$

$$A_{s_{req}} = \left[100 * 16,87 - \sqrt{(100 * 16,87)^2 - \left(\frac{82,50 * 100}{0,003825 * 210} \right)} \right] * \frac{0,5 * 210}{2 * 810}$$

$$A_{s_{req}} = 0,19 \text{ cm}^2$$

Comprobación del acero mínimo:

$$A_{s_{min}} = 0,002 * b * d$$

$$A_{s_{min}} = 0,002 * 100 \text{ cm} * 16,87 \text{ cm} = 3,37 \text{ cm}^2$$

Como $A_{s_{req}} < A_{s_{min}}$ entonces se colocará acero mínimo que es $3,37 \text{ cm}^2$.

Utilizando varillas núm. 4 grado 40 con área de $1,27 \text{ cm}^2$

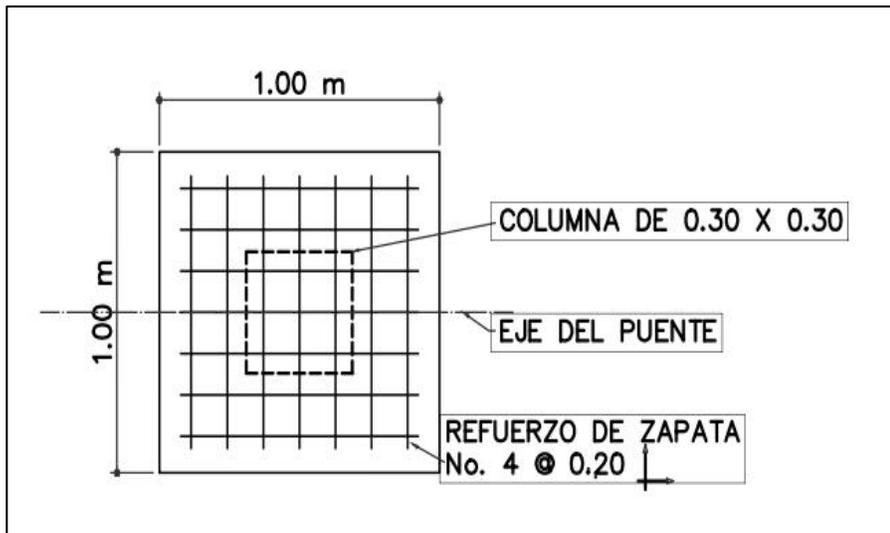
Entonces se tiene un área = $4 (1,27 \text{ cm}^2) = 5,08 \text{ cm}^2$, con el armado propuesto se cubre el área de acero mínimo calculado.

Se calcula el espaciamiento de la siguiente manera:

$$\begin{array}{l} 5,08 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100 \text{ cm} \\ 1,27 \text{ cm}^2 \text{ ----- } S \\ \text{Espaciamiento } (S) = 20 \text{ cm} \end{array}$$

Por seguridad reforzamos la zapata con varilla núm.4 grado 40 @ 0.20 cm ambos sentidos.

Figura 25. Armado de zapata (pasos aéreos)



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2018.

Diseño de anclajes:

Los anclajes son elementos, que actúan bajo las cargas producidas por la tensión del cable, el empuje del suelo y su peso propio. El diseño del anclaje se basará en la teoría de Rankine, para empuje de tierras. Y serán de concreto Ciclópeo:

A continuación, se presentan los datos y especificaciones que se utilizarán para el diseño de los anclajes:

Datos de diseño:

$H = \text{tensión horizontal } 17\ 704,14 \text{ lb} \approx 8,01 \text{ ton}$

$T = \text{tensión máxima } 17\ 821,60 \text{ lb} \approx 8\ 06 \text{ ton}$

$V = \text{tensión vertical } 2\ 043,31 \text{ lb} \approx 0\ 93 \text{ ton}$

$f_c = \text{peso específico de concreto } 2,4 \text{ ton/m}^3$

$f_{cc} = \text{peso específico de concreto ciclópeo } 2,2 \text{ ton/m}^3$

$f_s = \text{peso específico del suelo } 1,8 \text{ ton/m}^3$

$K_p = \text{coeficiente rankine. } 2,80$

$K_a = \text{coeficiente rankine. } 0,30$

Cálculo del peso propio del anclaje (W):

El anclaje tiene forma de cubo, con longitud h , en metros ($h = \text{ancho} = \text{largo} = \text{altura}$).

$$W = f'_{cc} * h^3$$

$$W = 2,2 \text{ ton/m}^3 * h^3 = 2,2 h^3$$

Empuje del suelo:

$$P_p = \frac{1}{2} * k_p * f_s * h^3; \quad P_a = \frac{1}{2} * k_a * f_s * h^3;$$

$$P_p = \frac{1}{2} * 2,8 * 1,8 * h^3$$

$$P_p = 2,52 h^3$$

$$P_a = \frac{1}{2} * 0,30 * f_s * h^3$$

$$P_a = \frac{1}{2} * 0,30 * 1,8 * h^3$$

$$P_a = 0,27 h^3$$

Chequeo por volteo:

$$M_p = P_p \frac{h}{3} = 2,52 h^3 * \frac{h}{3} = 0,84 h^4$$

$$M_a = P_a \frac{h}{3} = 0,27 h^3 * \frac{h}{3} = 0,09 h^4$$

Chequeo por volteo:

Para la verificación de los anclajes por volteo se considerará el siguiente criterio utilizado un factor de seguridad $F_s = 1,5$:

Σ momentos resistentes $>$ $F_s \Sigma$ momentos actuantes

$$M_p + w \left(\frac{h}{2} \right) > 1,5 \left[\frac{V * h}{2} + \frac{H * h}{2} + M_a \right]$$

$$0,84 h^4 + 2,2 h^3 \left(\frac{h}{2} \right) > 1,5 \left[\frac{0,93 * h}{2} + \frac{8,01 * h}{2} + 0,09 h^4 \right]$$

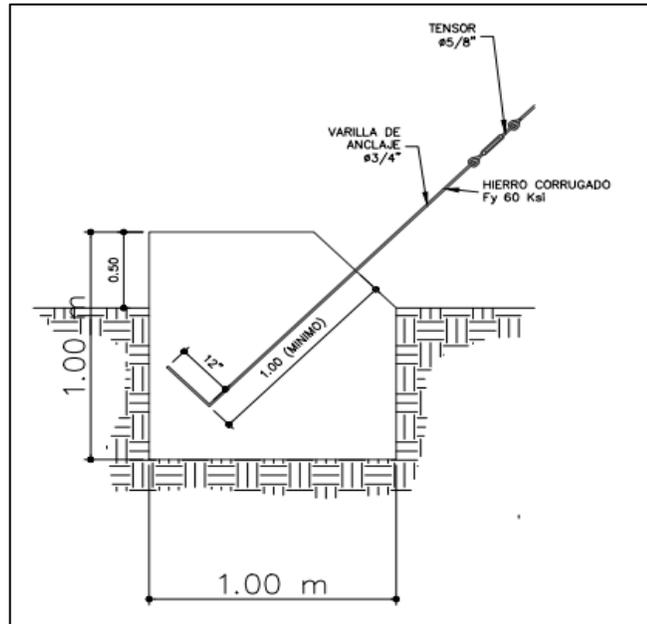
$$0,84 h^4 + 2,2 h^3 \left(\frac{h}{2} \right) > 1,5 \left[\frac{0,93 * h}{2} + 8,01 * h + 0,09 h^4 \right]$$

$$1,94 h^4 > 1,5 [0,47 h + 8,01 h + 0,09 h^4]$$

$$1,94 h^4 = 12,72 h + 0,14 h^4$$

$$1,80 h^4 = 12,86 h; \quad h = 1,92 m \approx 2,00 m$$

Figura 26. Dimensionamiento de anclajes



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2018.

Chequeo por volteo:

$$\frac{\sum \text{momentos resistentes}}{\sum \text{momentos actuantes}} > 1,5$$

$$\frac{1,94 h^4}{[0,47 * h + 8,01 * h + 0,09 h^4]} > 1,5$$

Sustituyendo el valor de $h = 2,00 m$, en la ecuación se tiene el siguiente resultado:

$$\frac{1,94 (2,00)^4}{[0,47 * 2,00 + 8,01 * 2,00 + 0,09 (2,00)^4]} > 1,5$$

1,68 > 1,5 . Se concluye que la estructura soporta el volteo.

Chequeo por deslizamiento:

$$\frac{\sum \text{Fuerzas resistentes}}{\sum \text{Fuerzas actuantes}} > 1,5$$

$$\frac{(2,2 h^3 * \mu) + 2,52 h^3}{8,01 + 0,93} > 1,5$$

Sustituyendo el valor de $h = 2,0 m$, en la ecuación se tiene el siguiente resultado:

3,41 > 1,5 se concluye que la estructura soporta el deslizamiento.

2.1.14.2. Caja unificadora de caudales

La caja unificadora de caudales es utilizada cuando se tienen más de 1 fuente o nacimiento de agua, con el objetivo de reunir los caudales en un punto específico para trasportar el caudal total hacia el tanque de almacenamiento. Para este proyecto se construirá una caja unificadora, ubicada en la estación (E-1003). Ver plano 32/48 en apéndice.

2.1.14.3. Caja rompe presión

Estas son dispositivos que se utilizan tanto en la línea de conducción como en la distribución, con la finalidad de romper la presión interna de la tubería.

Cuando esta iguala o supera a la presión de trabajo máximo establecida por la normativa.

La caja disipa la presión cuando el agua tiene contacto con la presión atmosférica disminuyendo súbitamente su velocidad, al tener un cambio drástico de sección hidráulica.

Las cajas para este proyecto serán construidas de mampostería. Normalmente las cajas rompe presión se ubican en puntos donde la presión supera los 60 mca. Para que el sistema del presente proyecto trabaje de manera correcta es necesario la construcción de una caja rompe presión con válvula de flote en la línea de conducción específicamente en la estación (E-1106) y en la red de distribución se construirán 5 cajas rompe presión sin válvula de flotes ubicadas en las estaciones (E-1166, E-1262, E-1285, E-1289, E-1299). Ver planos 38/48 y 39/48, en apéndices.

2.1.14.4. Válvulas de limpieza

Se instalarán válvulas de limpieza en los puntos bajos de la línea de conducción, con el objetivo de limpiar y extraer los sedimentos que se vayan acumulando en la tubería, cuidando que, al hacer uso de ellas, los caudales que afloren deberán ser conducidos a alguna cloaca o zanjón, sin que provoquen daño o inundación. Las válvulas son instaladas dentro de una caja de mampostería de block. Este tipo de válvulas no se utilizan en la red de distribución debido a que las conexiones prediales de cada vivienda permiten realizar la limpieza de la tubería cuando es utilizada. Para el presente proyecto será necesario construir 24 válvulas de limpieza con el objetivo de que el sistema trabaje de forma eficiente. Ver en planos de diseño hidráulico las ubicaciones de cada válvula limpieza.

2.1.14.5. Válvulas de aire

Las válvulas de aire son utilizadas en los puntos altos de la línea de conducción, con la finalidad de expulsar el aire acumulado en la tubería previniendo que el sistema se vuelva intermitente debido a la disminución del diámetro de la tubería evitando con ello la formación de burbujas de aire que bloquean el libre paso del agua. Al igual que las válvulas de limpieza estas solo se colocarán en la línea de conducción, donde son necesarias estas también se deben instalar dentro de una caja de mampostería de piedra para evitar mal uso de las mismas. Para el presente proyecto debido a lo accidentado de la topografía se construirán 27 válvulas de aire con el objetivo de que el sistema trabaje de forma eficiente. Ver en planos de diseño hidráulico las ubicaciones de cada válvula de aire.

2.1.14.6. Válvulas de compuerta

Son válvulas de compuertas que son utilizadas en un sistema de agua potable para efectuar reparaciones y mantenimiento, son ubicadas con forma que permitan aislar un tramo, sin dejar fuera de servicio una gran extensión de la red de distribución. Según la guía de normas sanitarias de INFOM, se sugiere una válvula para cada 20 viviendas. Ver plano 37/48 en apéndices.

2.1.14.7. Conexiones domiciliarias

Se entiende por conexión domiciliar o predial a cada servicio que se presta a una comunidad, a base de un grifo instalado fuera de la vivienda, pero dentro del predio o lote que la ocupa. Para el presente proyecto se instalarán 121 conexiones tipo predial en total. Y su construcción se hará con base en lo estipulado en el plano 46/48.

2.1.15. Presupuesto y cronograma

Integración de costos unitarios

Es el proceso mediante el cual, se determina el costo total de un proyecto antes de su ejecución, desglosando el costo de las diferentes actividades que se llevan a cabo para su realización (mano de obra), y cada elemento que integra el proyecto.

Para los presupuestos se toman en cuenta los costos directos (mano de obra no calificada y, calificada, materiales locales y no locales, costo de herramienta y transporte) y los costos indirectos (son los gastos que se efectúan en un proyecto para lograr su perfecta ejecución en tiempo y costo o en su caso la supervisión del mismo, durante el período de ejecución del proyecto).

Para este proyecto en los costos indirectos solo se tomó en cuenta un porcentaje de imprevistos de 3 %, ya que los otros costos indirectos (seguridad industrial, administración, educación sanitaria, utilidades, entre otros), queda a consideración de la institución.

A continuación, se presenta la integración del presupuesto para el sistema de agua.

Tabla XXVI. Presupuesto total del proyecto

Código	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
A	Análisis de calidad del agua	3	Análisis	Q1 493,50	Q4 480,50
B	Replanteo topográfico	12,916.14	m	Q1,42	Q18 336,06
C	Sistema de captación de brotes definidos	1	Global	Q24 118,71	Q24 118,71
D	Tanque de distribución de 45 m ³	1	Global	Q80 872,66	Q80 872,66
E	Sistema de desinfección	1	Global	Q7 803,16	Q7 803,16
F	Paso aéreo de 10 m	5	Unidad	Q11 616,75	Q58 083,75
G	Paso aéreo de 15 m	1	Unidad	Q12 922,28	Q12 922,28
H	Paso aéreo de 20 m	7	Unidad	Q20 721,38	Q145 049,66
I	Paso aéreo de 25 m	1	Unidad	Q23 433,94	Q23 433,94
J	Paso aéreo de 30 m	1	Unidad	Q28 277,00	Q28 277,00
K	Paso aéreo de 50 m	1	Unidad	Q35 085,32	Q35 085,32
L	Línea de conducción	5,492.19	m	Q40,55	Q222 693,68
M	Líneas de distribución	8,254.43	m	Q43,58	Q359 728,06
N	Conexión predial con medidor de chorro único	121	Unidad	Q1 819,03	Q211 007,48
Ñ	Caja rompedor sin válvula de flote	1	Unidad	Q6 577,06	Q6 577,06
O	Caja rompedor con válvula de flote	5	Unidad	Q7 486,71	Q37 433,55
P	Cerco de alambre espigado en predio de tanque	1	Global	Q9 893,67	Q9 893,67
Q	Cerco de alambre espigado en predio de captación	1	Global	Q11 389,48	Q11 389,48
R	Válvulas de seccionamiento con caja de mampostería de block	8	Unidad	Q2 463,40	Q19 707,20
S	Válvulas de limpieza con caja de mampostería de block	24	Unidad	Q2 301,82	Q55 243,68
T	Macromedidor	1	Unidad	Q7 564,73	Q7 564,73
U	Válvulas de aire con caja de mampostería de block	27	Unidad	Q2 503,69	Q67 599,63
V	Anclajes para tubo en puente	1	Global	Q848,72	Q848,72
W	Anclajes para tubo hg	60	Unidad	Q302,82	Q18 169,20
X	Anclajes para tubo pvc	50	Unidad	Q200,56	Q10 028,00
Y	Puesta en marcha	1	Global	Q7 158,50	Q7 158,50
Z	Manejo de material particulado y gases	3592	m ²	Q1,37	Q4 921,04
AA	Manejo del ruido	1	unidad	Q1 442,00	Q1 442,00
AB	Manejo de desechos sólidos	5	m ³	Q821,20	Q4 106,00
AC	Manejo de flora y fauna	1,000	Árbol	Q24,99	Q24 990,00
AD	Plan de gestión social	1	Global	Q10 733,68	Q10 733,68
AE	Plan de capacitación	2	Capacitaciones	Q725,98	Q1 451,96
				Total de costos directos	Q 1,540,738.63
Costos indirectos					
	Administración	0	%	Q	-
	Dirección técnica	0	%	Q	-
	Educación sanitaria (gestión social)	0	%	Q	-
	Imprevistos	3	%	Q	46,328,25
				Total de costos indirectos	Q 46,22,16
				Costo total del proyecto	Q 1 586 960,79

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Los cronogramas de ejecución para el proyecto del sector Tamarindo se encuentran en la memoria de cálculo en el apéndice 3, del presente informe.

2.1.16. Operación y mantenimiento

La operación y mantenimiento son acciones muy importantes para el funcionamiento y durabilidad de los sistemas de agua potable, su adecuada planificación y ejecución, así como una activa participación y vinculación de la organización comunitaria es un paso firme hacia la sostenibilidad de la infraestructura. Y con ello cumplir el período de diseño establecido.

Una adecuada operación y mantenimiento sumados a una correcta composición del sistema, pueden ser garantía de un servicio de calidad. En cambio, deficiencias en estos niveles pueden redundar en que la población acceda a agua de mala calidad. La sustentabilidad de un proyecto depende mucho del nivel organizativo de la comunidad a beneficiar, debido a que en la fase de implementación del mismo, la capacidad de resolver cualquier eventualidad mediante sus propios medios es muy necesaria para lo cual es bastante indispensable tanto el recurso humano como el financiero para llevar a cabo la administración; se requiere una estructura mínima que genere la organización básica así como el recurso económico suficiente para garantizar el buen funcionamiento del sistema.

A continuación, en la siguiente tabla se muestran las acciones a realizar por los fontaneros para el mantenimiento del sistema:

Tabla XXVII. **Manuel de operación y mantenimiento**

Sistema de captaciones	Acciones
<ul style="list-style-type: none"> • Revisar la caja de captación y el muro para ver si hay grietas, filtraciones o tapaderas quebradas. • En caso de detectar filtraciones, se deben reparar con mezcla de una parte de cemento por tres de arena. • Inspeccionar la contracuneta; si está obstruida con basura, tierra u otros, deben limpiarla en su totalidad, eliminando todo objeto que se halle en ella. • Revisar el interior de la caja de captación y lavarla. Para esto cerrar la válvula de la línea de conducción; luego abrir la válvula de desagüe. • Asegurar que las válvulas giren con facilidad; si tiene fugas o partes quebradas, debe repararlas. 	C/mes
<ul style="list-style-type: none"> • En caso de deforestación, se debe informar inmediatamente al Comité para que tome las acciones necesarias de investigación sobre los responsables y que avise a las autoridades competentes. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Revisar el cerco de protección y reparémoslo si detectamos daños. 	•
Línea de conducción	Acciones
<ul style="list-style-type: none"> • Recorramos toda la línea y revisemos si hay fugas de agua, deslizamientos o hundimientos de la tierra que puedan afectar la línea. Si encontramos alguna parte húmeda, debemos excavar con cuidado y mirar si se trata de alguna fuga. • Si la tubería es de PVC, se debe asegurar que en ningún lugar esté descubierta o al aire libre. Asimismo, verificar el estado de estructuras tales como cajas de válvulas, pasos aéreos. • Limpiar el área alrededor de la línea de conducción, quitando la maleza, ramas, hojas, entre otros., con el fin de facilitar la inspección. Figura a. • Si se encuentra con algún problema, se debe reparar inmediatamente. Si el problema requiere de una reparación mayor, comunicarlo al Comité de Agua Potable para que se tomen las medidas correctivas correspondientes. 	C/Mes
<ul style="list-style-type: none"> • Siempre se debe recordar a los vecinos, que informen inmediatamente al Comité de Agua Potable si hay algún problema en cualquier tramo de la tubería. 	

Continuación de la tabla XXVII.

Caja unificadora de caudales	Acciones
<ul style="list-style-type: none"> • Hacer una revisión general del estado de las cajas y las válvulas; asegurando que las válvulas giren con facilidad. Si tienen fugas o partes quebradas, se debe reparar o cambiar. 	C/Mes
<ul style="list-style-type: none"> • Si hay grietas en las paredes, se deben reparar con una mezcla de una parte de cemento por tres de arena. • Revisar la tubería, si existen fugas, se deben reparar inmediatamente. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Lavar el interior de la caja, de la siguiente forma (lavar el piso y paredes con agua y cepillo de raíz o plástico). 	
Cajas rompe presión	
<ul style="list-style-type: none"> • Hacer una revisión general del estado de la caja y de la válvula; asegurarse que la válvula gire con facilidad. Si tienen fugas o partes quebradas, reparar. • Si hay grietas en los muros, repara con una mezcla de una parte de cemento por tres de arena. • Revisa muy bien la tubería, si hay fugas, reparar inmediatamente. 	C/Mes
Válvulas automáticas de aire	
<ul style="list-style-type: none"> • Hacer una revisión general del estado de la caja. Si hay grietas en los muros, reparar con una mezcla de una parte de cemento por tres de arena. • Revisar la tubería; si existen fugas, repararlas inmediatamente. • Hacer una revisión de roturas o fugas en la válvula de aire, válvula de globo o en el té reductora. • Verificar si expulsa aire. • Revisar internamente la válvula de aire, para verificar si tiene óxido. • Limpiar y lubricar el mecanismo interno. • Revisar si hay presencia de raíces de árboles o malezas 	C/mes C/3Meses

Continuación de la tabla XXVII.

Válvulas de limpieza	Acciones
<ul style="list-style-type: none"> Hacer una revisión general del estado de la caja. Si hay grietas en los muros, reparar con una mezcla de una parte de cemento por tres de arena. Revisar las tuberías, si existen fugas, reparar inmediatamente. 	C/Mes
<ul style="list-style-type: none"> Abrir lentamente y por completo la válvula para dejar salir los sedimentos y lodos. Después de unos minutos, volver a cerrar lentamente en su totalidad la válvula. 	
Pasos aéreos	Acciones
Cada mes cuando recorremos toda la línea de conducción o de distribución, se debe hacer una revisión general de las estructuras (torres, poleas, cables, péndolas, tubería) y hacer las reparaciones correspondientes.	C/Mes
Tanque de distribución	Acciones
<ul style="list-style-type: none"> Debe verificar si hay grietas en muros, tapaderas o losas. Si se detecta la presencia de grietas debe repararlas con mezcla. La mezcla será de una parte de cemento por tres de arena. Figura a. 	C/Mes
<ul style="list-style-type: none"> Revisar el interior del tanque, usar una linterna para ver mejor. Revisar los candados de las tapaderas y echar un poco de aceite. 	C/Mes
<ul style="list-style-type: none"> Verificar que las válvulas estén funcionando bien, dándoles vuelta despacio para comprobar que cierran y abren fácilmente. Comprobar que no existan fugas en las válvulas. 	C/Mes
<ul style="list-style-type: none"> Lavar el interior del tanque cada tres meses o más seguido en caso que sea necesario: 	
<ul style="list-style-type: none"> Ponerse botas de hule limpias y utilizando cepillo de raíz o plástico, lavar las paredes y el fondo del tanque hasta que quede completamente limpio. <ul style="list-style-type: none"> No debe usar ningún tipo de jabón o detergente. 	C/3Meses

Continuación de la tabla XXVII.

Clorador de pastillas	Acciones
<ul style="list-style-type: none"> • Cada 10 días el fontanero inspeccionará el sistema donde se encuentra el clorador de pastilla con el fin de determinar si es necesaria la colocación de nuevas pastillas, de acuerdo a las indicaciones que le haga e ingeniero de la oficina Regional del INFOM. De ser así, se deben cerrar las válvulas de control para habilitar el bypass y que el servicio no se interrumpa. 	C/10 días
Línea de distribución	Acciones
<ul style="list-style-type: none"> • Recorrer toda la línea y red de distribución y revisar si hay fugas de agua, deslizamientos o hundimientos de la tierra que puedan afectar la línea. Si se encuentra alguna parte húmeda, excavar con cuidado y mirar si se trata de alguna fuga. 	C/Mes
<ul style="list-style-type: none"> • Si la tubería es de PVC, se debe asegurar que en ningún lugar esté expuesta al aire libre. Asimismo, verificar el estado en qué se encuentran las estructuras tales como las cajas de válvulas, puentes colgantes, pasos aéreos o pazos de zanjón. • Limpiar el área alrededor de la línea de distribución, quitando la maleza, ramas, hojas, entre otras., con el fin de facilitar la inspección. Figura a. • Si existe algún problema, repararlo inmediatamente. Si el problema requiere de una reparación mayor, comunicarlo al Comité de agua potable para que se tomen las medidas correctivas correspondientes. • Siempre recordar a los vecinos, que informen inmediatamente al Comité de agua potable si hay algún problema en cualquier tramo de la tubería. 	C/Mes
Válvulas de seccionamiento	Acciones
<ul style="list-style-type: none"> • Hacer una revisión general del estado en que se encuentra la caja. Si hay grietas en los muros, reparar con una mezcla de una parte de cemento por tres de arena. 	C/3Meses
<ul style="list-style-type: none"> • Verificar que la válvula esté funcionando bien, dándole vuelta despacio para comprobar que se cierra y se abre fácilmente. Comprobar que no existan fugas al manejarla. 	

Continuación de la tabla XXVII.

Conexiones prediales	
<ul style="list-style-type: none"> • Que la tubería de la conexión predial no esté superficial. • Que el medidor de agua o la válvula no estén cubiertos con tierra o lodo. • Que la caja del medidor y de la válvula no esté rota. <p>Todos los usuarios deben informar al Comité de agua potable de cualquier fuga o desperfecto en las conexiones prediales, para que sean reparadas en forma inmediata.</p>	C/Semana
Medidores de agua	
<ul style="list-style-type: none"> • Cuando se realice la lectura de los medidores, verificar si existen fugas, para reparar inmediatamente, apretando las coplas con un cangrejo. • Limpiar las cajas y los medidores. • Si un medidor no está funcionando, cambiarlo por uno nuevo. 	C/Mes

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

2.1.17. Costos operativos y de mantenimiento

Costos de operación

Los costos de operación, son todos aquellos costos que permiten que el proyecto pueda operar durante un período determinado, está representado por el pago del fontanero encargado de revisar los componentes del sistema (tubería en línea de conducción y distribución, conexiones domiciliarias, tanque sistema de desinfección, entre otros).

Se contemplará el salario mínimo actual de Q92,88 para el pago del jornal por día. Con base en la magnitud del proyecto se considera que el fontanero se tardará 10 días aproximadamente por mes para realizar la revisión total del sistema. Además, se contempla un factor que representa las prestaciones como aguinaldo, bono 14 e indemnización.

Los costos de operación se calcularán de la siguiente manera donde se tomará un factor de 1,70 que representará las prestaciones del jornal:

$$\begin{aligned} \text{Costo de operación } (O) &= 1,70(Q\ 92,88 * 10) \\ O &= Q1\ 578,96/\text{mensual} \end{aligned}$$

Costo de mantenimiento

Los costos de mantenimiento, son todos aquellos costos que se utilizarán para la compra de materiales del proyecto, cuando sea necesario mejorar o sustituir los que estén instalados y con ello prolongar y garantizar el período de diseño del proyecto para el cual fue programado. Se estimará como el 3 por millar del costo total del proyecto presupuestado para el período de diseño.

El costo de mantenimiento se calculará por medio de la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \text{Costo de mantenimiento } (M) &= \frac{1\ 586\ 960,79 * 0,003}{12} \\ M &= Q396,75/\text{mensual} \end{aligned}$$

Costo de desinfección

Este será el que se requiere para la compra y mantenimiento del método de desinfección, para mantener el sistema de desinfección funcionando es necesario tener una dotación constante de pastillas de tricolor de 200 miligramos, además, se determinó que en un mes serán necesarios 18 tabletas para cumplir la demanda de cloro requerida.

$$\text{Costo de tratamietno } (T) = \text{Costo tableta} * \# \text{Tabletas}/\text{mes}$$

$$T = Q12,00 * 27 \text{ tabletas} = Q324 / \text{mensual}$$

Costo de administración

Los costos de administración, son todos aquellos que permiten que el proyecto pueda ser administrado durante un período determinado, como por ejemplo, la papelería a utilizar por recibos, los viáticos de las personas que administran el sistema para cuando viajen a comprar el hipoclorito de calcio y otras actividades relacionadas al sistema como los honorarios para el tesorero por concepto del tiempo a invertir para cobrar la tarifa y atender las actividades que involucren la administración del sistema.

Se estima que es un 15 % de la suma de los costos de operación, mantenimiento y tratamiento.

Costo de administración (A)

$$= 15 \%(Q1\ 578,96 + Q396,75 + Q324,00) / \text{mensual}$$

$$A = Q344,96 / \text{mensual}$$

Costos de reserva

Los costos de reservas es la cantidad de dinero dedicada a cualquier imprevisto que afecte al proyecto. Será del 10 % de la suma de los costos de operación, mantenimiento y tratamiento:

$$\text{Costo de reserva (R)} = 10 \%(Q1\ 578,96 + Q396,75 + Q324) / \text{mensual}$$

$$A = Q229,97 / \text{mensual}$$

A continuación, se presenta la tabla de resumen de los gastos de mantenimiento y operación.

Tabla XXVIII. **Gastos de operación y mantenimiento**

Costos	Cantidad	Unidad	Precio Q	Costos Q
Operativos	1	Mes	1 578,96	1 578,96
Mantenimiento	1	Global	396,75	396,75
Desinfección	27	Unidad	12	324,00
Administrativos	15	%		344,96
Reserva	10	%		229,97
Total				2 874,64

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Propuesta de tarifa para consumo

Luego de la integración de los costos de administración, desinfección, operación mantenimiento y gastos de imprevistos. La tarifa por vivienda se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Tarifa (T)} = \text{Gastos totales de mantenimiento} / \# \text{ Viviendas}$$

$$\text{Tarifa (T)} = (Q2\ 874,64)/(121 \text{ viviendas})$$

$$\text{Tarifa (T)} = Q23,75/\text{mes}/\text{vivienda}$$

Se determinó que para la sostenibilidad del proyecto es necesario que la población pague una tarifa de Q24,00 al mes por vivienda (conexión).

2.1.18. Evaluación socioeconómica

Valor presente neto (VPN)

El Valor Presente Neto (VPN) o Valor Actual Neto (VAN) es la suma del valor presente de los flujos de efectivo individuales. Es una herramienta que permite determinar la viabilidad de una inversión o de un proyecto. Consiste en restar la cantidad invertida inicialmente con el valor presente de los flujos que se esperan recibir en diferentes períodos del futuro.

Se utiliza para comparar alternativas de inversión. Consiste en transformar todos los movimientos monetarios de un proyecto a través del tiempo, a valores actuales, para determinar la rentabilidad al término del período de funcionamiento; la tasa de interés, corresponde a la tasa de rendimiento mínima atractiva, que en el mercado actual oscila entre el 12 %.

Al ejecutarse el proyecto con la inversión total de Q1 586 960,79 utilizando una tasa de interés del 12 % para la actualización de los ingresos, beneficios y los costos de operación y mantenimiento durante el tiempo de vida del proyecto de 20 años, con la siguiente ecuación calcularemos el VPN del proyecto, tomando en cuenta que los egresos estarán representados por un signo negativo y los ingresos por un signo positivo:

$$VPN = -CI - CO * \left(\frac{P}{A}, i, n\right) + IA \left(\frac{P}{F}, i, n\right)$$

Donde:

VPN = valor presente neto

CI = costo inicial = Q1 586 960,79

CA = costo anual de operación y mantenimiento = Q34 495,68

IA = cuota fija anual de ingresos = Q34 848,48

n = vida útil del proyecto = 20 años

i = interés 12 %

$\frac{P}{A} = \text{presente dado una anualidad}$

$\frac{P}{F} = \text{presente dado un futuro}$

Aplicando la ecuación del valor presente neto se tiene el siguiente resultado:

$$VPN = -1\ 586\ 960,79 - 34\ 495,68 * \left[\frac{(1 + 0,12)^{20} - 1}{0,12(1 + 0,12)^{20}} \right] + 0 + 34,848,48 * \left[\frac{(1 + 0,12)^{20} - 1}{0,12(1 + 0,12)^{20}} \right] + 0$$

$$VPN = -1\ 584\ 325,37$$

Como se puede observar se tiene como resultado un VPN negativo, esto indica que el proyecto no es rentable económicamente y, por lo tanto, no se obtendrán ganancias, sino que al contrario existirán muchas pérdidas, pero el proyecto si será rentable socialmente, ya que beneficiará a muchas familias dotándoles del vital líquido, bajo este criterio el proyecto “no es factible” financieramente debido no se recupera la inversión inicial. Por lo tanto, el valor presente neto estará dado por la sumatoria de ingresos menos los egresos que se realizará para el proyecto serán con base en la tarifa propuesta y los costos operativos del sistema:

Costo de operación y mantenimiento anual:

$$CA = Q2\ 874,64 * 12 \text{ meses} = Q34\ 494,68$$

Tarifa poblacional anual

$$IA = Q24/\text{vivienda} * 121 \text{ viviendas} * 12 \text{ meses} = Q\ 34\ 848,48$$

Para el cálculo del VPN se utilizará la siguiente ecuación:

$$VPN = -CI - CO * \left(\frac{P}{A}, i, n\right) + IA \left(\frac{P}{F}, i, n\right)$$

Costo de operación y mantenimiento

$$VPN = CO * \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}\right] + F \left[\frac{1}{(1+i)^n}\right]$$

$$VPN = 34\ 495,68 * \left[\frac{(1+0,12)^{20} - 1}{0,12(1+0,12)^{20}}\right] + 0$$

$$VP = Q257\ 682,73$$

Tarifa poblacional

$$VPN = CA * \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}\right] + F \left[\frac{1}{(1+i)^n}\right]$$

$$VPN = 34\ 848,48 * \left[\frac{(1+0,12)^{20} - 1}{0,12(1+0,12)^{20}}\right] + 0$$

$$VP = Q260\ 318,16$$

El valor presente neto estará dado por la sumatoria de ingresos menos los egresos que se realizaron durante el período de funcionamiento del sistema.

$$VPN = Q260\ 318,16 - Q257\ 682,73$$

$$VPN = Q2\ 635,43$$

El resultado obtenido nos garantiza que la tarifa propuesta, podrá cubrir todos los gastos en operación y mantenimiento que se necesita durante el período de funcionamiento.

Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno TIR, es el porcentaje de interés o rentabilidad que genera un proyecto. Y es utilizada para medir la rentabilidad de una inversión. La TIR es la tasa que iguala el valor presente neto a cero. La tasa interna de retorno también es conocida como la tasa de rentabilidad producto de la reinversión de los flujos netos de efectivo dentro de la operación propia del negocio y se expresa en porcentaje.

Para el cálculo del valor de la TIR, que se simboliza con la letra r , se iguala el VAN a cero y se aísla r para hallar su valor. Se utilizará la siguiente ecuación donde se deben traer todos los flujos de caja a través de los años al presente como se muestra a continuación:

$$VAN = -CI + \frac{FC}{(1+r)^1} + \frac{FC}{(1+r)^2} + \frac{FC}{(1+r)^3} + \dots + \frac{FC}{(1+r)^n}$$

Donde:

$FC =$ flujo de caja del período t

$CI =$ costo inicial de proyecto

$r =$ tasa de retorno de la inversión

$n =$ duración de la inversión

El paso siguiente es encontrar el valor de r , despejando en la ecuación; tarea complicada si el número de períodos es elevado.

La forma más sencilla de encontrar el valor es mediante la hoja de cálculo o con calculadora financiera. Para este proyecto debido a que el proyecto tiene

un período de 20 años utilizando EXCEL para sacar el valor de la TIR se tiene como resultado.

$$TIR = - 11 \%$$

2.1.19. Evaluación de impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental es un conjunto de estudios e informes técnicos que permite conocer las consecuencias que un determinado proyecto o actividad pueda causar sobre el medioambiente. Es por ello, que desde la construcción del proyecto hasta la operación del mismo .se tienen que estudiar los impactos ambientales negativos que se van a producir, para tomar medidas preventivas que los reduzcan lo máximo posible o realizar un plan de compensación medioambiental que logre una pérdida neta cero en la biodiversidad y ecosistemas del entorno.

Es por ello, que el diseño y la construcción de la obra física del proyecto “Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable para el sector Tamarindo y aldea Palín, municipio Nuevo Progreso, departamento San Marcos” se tomará en cuenta la variabilidad y el cambio climático de acuerdo con las características de la región donde se localiza el proyecto.

Todos los posibles efectos que tanto la construcción como la operación del sistema de agua potable puedan tener en el medioambiente de la comunidad. Así mismo se reflejan todas las medidas de mitigación aplicables que pueda provocar la ejecución y la operación del proyecto. El responsable de las medidas de mitigación durante la etapa de construcción será el ejecutor del proyecto y el responsable de las medidas de mitigación durante la etapa de operación serán las autoridades del sector Tamarindo aldea Palín, Nuevo Progreso San Marcos.

- Para el cuidado de las fuentes de agua durante la construcción se deberá instruir a los trabajadores para no depositar residuos sólidos en la fuente y deberá de existir una supervisión para no contaminar la fuente de agua con acelerantes, aceites, combustibles u otros.
- Con respecto al cuidado y manejo de la flora y fauna consistirá en instruir a los trabajadores para no remover vegetación de áreas donde no afectará el proyecto, además de instruir y prohibir a los trabajadores la caza y pesca de cualquier tipo de fauna, en áreas verdes o cuerpos de agua cercanos al proyecto, así como instruir a los trabajadores en el manejo ambiental del proyecto.
- En el manejo de desechos sólidos se debe proveer depósitos de basura adecuados (para orgánicos e inorgánicos), considerando el traslado de recipientes a terreno de disposición final y la disposición final será de manera separativa en un terreno comunal.

Dentro de las etapas del proyecto se ha tomado la etapa de preinversión del proyecto que es una fase muy importante, dentro de la cual se sensibiliza a la población de los diversos problemas y se proponen las soluciones. Posterior a esto se pasa a la etapa de construcción y luego al funcionamiento. Dentro de este análisis se desestima la etapa de abandono ya que, por ser un proyecto de beneficio social, se pretende que esta etapa no se llegue a presentar, sino que se le de mantenimiento al proyecto para aprovechar todos los beneficios que pueda generar.

En la etapa inicial del proyecto los impactos positivos se concentran sobre las expectativas de bienestar y desarrollo que genera el proyecto. Los impactos negativos en esta etapa se generan sobre los elementos visuales, flora y fauna,

derivado de los estudios preliminares que deben realizarse en el área del proyecto. Estos impactos negativos son puntuales de poca intensidad y se presentan aisladamente en el recorrido de las tuberías.

En la etapa de construcción se tienen la mayor cantidad de impactos negativos sobre los elementos suelo, agua, aire visual, flora y fauna, en mucho menor grado sobre lo social al afectar momentáneamente la infraestructura pública del lugar. Dentro de la construcción los impactos negativos se centran en la generación de empleo dentro del municipio y la estabilización de algunas pendientes fuertes por las actividades de construcción.

En la etapa de operación se tiene la mayor cantidad de impactos positivos sobre los aspectos de salud y sociales, por los beneficios que conlleva la implementación del proyecto. También se tiene impactos positivos en menor grado sobre los elementos agua, suelo, visual, flora y fauna, como efecto derivado de los cuidados de operación y mantenimiento además por la implementación de las medidas de mitigación ambientales que son necesarias para este tipo de proyectos.

Medidas de mitigación

De acuerdo con los impactos negativos que pueden afectar al medioambiente; se hace una breve descripción de las medidas de mitigación ambientales; considerados para minimizar principalmente las amenazas y riesgo.

Muchas de las acciones propuestas en el instrumento ambiental para llevar a cabo las medidas de mitigación y planes de manejo, son acciones inherentes al profesional residente de la obra. Ya que son trabajos de supervisión con un énfasis específico a los aspectos ambientales; por lo que dichas acciones fácilmente pueden adherirse a la supervisión rutinaria que el residente de obra

realiza. Si el ejecutor lo considera podrá integrar en su equipo una persona específica para velar por el cumplimiento de la ejecución de las medidas de mitigación ambiental. Por lo antes descrito el ejecutor con autorización del supervisor (residente de obra) deberá llevar a cabo todas las acciones descritas en el instrumento ambiental para asegurar la implementación de las medidas de mitigación y planes de manejo ambiental.

- Manejo de aguas de lluvia y de escorrentía
 - Construcción de cunetas conformadas en el suelo.
 - Siembra con gramíneas.
 - Realizar o conformar barreras muertas y vivas para controlar el agua de escorrentía.

- Manejo de material articulado y gases
 - Ejecución de los trabajos dentro del tiempo estipulado.
 - Mantenimiento oportuno a los vehículos del ejecutor.
 - Humectar área de excavación de ser necesario.
 - Cobertura promontorios de tierra, escombros o pilas de material.

- Manejo de ruido en el trabajo
 - Programar llegadas de vehículos proveedores de materiales y mantenimiento de vehículos que llegan al proyecto.

- Manejo de desechos sólidos

- Proveer depósitos de basura adecuados (para orgánicos e inorgánicos).
 - Traslado de recipientes a terreno de disposición final.
 - Disposición final de manera separativa en un terreno comunal.
- Manejo de la flora y fauna
 - Instruir a los trabajadores para no remover vegetación de áreas donde no afectará el proyecto.
 - Instruir y prohibir a los trabajadores la caza y pesca de cualquier tipo de fauna, en áreas verdes o cuerpos de agua cercanos al proyecto.
 - Instruir a los trabajadores en el manejo ambiental del proyecto.
 - Siembra de 1,000 árboles en terrenos comunales dentro del área de la comunidad con especies nativas de la región.
- Plan de gestión social

Los trabajadores están expuestos a algún riesgo durante la construcción del proyecto, por la manipulación de tubería y accesorios, el acarreo de materiales a los predios, la apertura de zanjas y la instalación de tubería y cableado en los pasos aéreos y de zanjón. Como medida de mitigación se plantea que las personas sean adultas y debidamente capacitadas para los trabajos a realizar, así como cumplir con las medidas de seguridad industrial pertinentes. Además, se contará con equipo de protección para los trabajadores y botiquín de emergencia con medicina para enfermedades comunes y accidentes.

2.1.20. Análisis de riesgo y vulnerabilidad

El análisis de gestión de riesgo se refiere a la identificación de las amenazas existentes en el sitio y la vulnerabilidad del sistema.

El proyecto consiste en la construcción de un sistema de agua potable que abastecerá a los miembros de la comunidad del sector Tamarindo aldea Palin , Nuevo Progreso San Marcos. Los nacimientos, la captación, la línea de conducción, los tanques de distribución y red de distribución se encuentran en una zona libre de amenazas y riesgos.

- Amenaza por sequía: muy bajo.
- Municipios priorizados según superficie amenazada por sequía: muy baja, en sexta lugar.
- Cuencas priorizadas según probabilidad de ocurrencia de inundación: baja.
- Municipios priorizados según probabilidad de inundación y superficie inundable: baja, en donde se localiza el proyecto no presenta amenaza por inundación.
- Municipios amenazados por deslizamiento: baja, con 2 frecuencias de eventos de deslizamiento. En la ubicación del proyecto se mantiene baja la amenaza por deslizamiento.
- Indicador de peligro y exposición natural: medio.
- Degradación ambiental, con indicador en deforestación: alto.

Gestión de riesgo

Para el análisis de riesgo del territorio municipal se incluyeron todos los poblados, agrupados de acuerdo con la división interna en microrregiones,

utilizando para el efecto la matriz elaborada por SEGEPLAN de acuerdo con la metodología elaborada (SEGEPLAN, 2010c). Amenazas desde la percepción de los actores locales que participaron en los talleres participativos, las amenazas principales que se determinaron son las siguientes:

- Geológicas: derrumbes y deslizamientos.
- Hidrometeorológicas: temporales, vientos fuertes.
- Antrópicas: contaminación por desechos sólidos (basura), contaminación por desechos líquidos (aguas residuales municipales, de beneficio de café), epidemia de rotavirus, organización de grupos delincuenciales, contaminación por sustancias agroquímicas.
- Socio naturales: agotamiento de fuentes de agua.
- Los pobladores identifican los terremotos y las erupciones volcánicas como amenaza latente.

Vulnerabilidad

El análisis de vulnerabilidad en el Municipio de Nuevo Progreso, realizado también en taller participativo, de acuerdo con la percepción de los pobladores indica lo siguiente: Los factores de vulnerabilidad más altos están relacionados con indicadores ambientales tales como la falta de gestión del recurso hídrico con enfoque de cuenca intensidad de uso del suelo y la ausencia de gestión de ecosistemas prioritarios; indicadores económicos caracterizados por bajos ingresos, empleo temporal relacionado con actividades agrícolas y migración laboral; y el indicador Funcional en donde destacan principalmente los problemas ocasionados por la falta de manejo adecuado de desechos sólidos y líquidos, así como el mal estado de las vías de acceso.

Los indicadores de vulnerabilidad social se originan por la baja capacidad de respuesta para enfrentar los riesgos, el escaso nivel de organización poblacional y baja participación en la toma de decisiones. Respecto al indicador cultural – ideológico, la población en su mayoría aún no percibe el impacto de sus actividades y mal manejo de recursos que los lleva a situaciones de riesgo (básicamente lo relacionado con amenazas socio naturales como agotamiento de fuentes de agua y deforestación, así como las antrópicas principalmente en cuanto a la ausencia de manejo de desechos sólidos y líquidos) y una actitud de ausencia de prevención del riesgo.

Para el análisis de gestión de riesgo y vulnerabilidad, las amenazas naturales que con mayor frecuencia que se presentan son:

Sismos, inundaciones, deslizamientos.

Los sismos pueden causar la destrucción total o parcial de las obras existentes en el sistema de agua potable, es conocido que alrededor de la historia tanto en Guatemala que es un país sísmico como en el departamento de San Marcos se han registrado numerosos sismos o terremotos que han causado daños materiales irreparables, por lo tanto, es necesario mitigar o reducir lo máximo posible los daños que se puedan ocasionar.

Reforzando las obras importantes del sistema de agua potable (captaciones, tanque de distribución, pasos aéreos, entre otros), con la finalidad de reducir los daños ante esta amenaza natural.

Las inundaciones son fenómenos naturales que se generan como la acumulación de agua en cierta región debido a las excesivas lluvias, desborde de ríos y huracanes. Para la construcción de un proyecto en áreas rurales es

importante conocer datos estadísticos de niveles de lluvias, caudal de ríos, tipo de suelo, entre otros. Para tener una idea de posibles áreas que se puedan ver afectadas por inundaciones. Para ubicar en las áreas con menos vulnerables a inundaciones las obras importantes del proyecto, El sector Tamarindo aldea Palín el predio del tanque, captaciones y las otras complementarias al proyecto se ubican geográficamente en un punto alto por lo que las obras que forman parte del proyecto no presentan ninguna amenaza por inundación.

Un deslizamiento es un tipo de movimiento en la masa de la tierra, provocado por la inestabilidad de un talud. Los deslizamientos se producen cuando en la franja se alcanza la tensión tangencial máxima en todos sus puntos. Y son causados por alteraciones en el equilibrio natural de una pendiente. Para el presente proyecto en las áreas donde estarán el tanque de distribución, captación no se presentan amenazas por deslizamientos.

CONCLUSIONES

1. La construcción del proyecto de agua potable para el sector Tamarindo, aldea Palín, beneficiaría a 116 familias con agua potable en cantidad suficiente para los próximos 20 años que es el período para el cual fue diseñado y, de esa manera, satisfacer las necesidades de crecimiento y salubridad de los habitantes.
2. El sistema de abastecimiento de agua potable para el sector Tamarindo, aumentará la calidad de vida y los índices de bienestar de los miembros de la comunidad.
3. Los estudios físicos, químicos y bacteriológicos realizados al agua que llega al tanque de distribución y posteriormente a las viviendas de la comunidad del sector Tamarindo determinan que el agua que consumirán los habitantes posee buenas características, encontrándose todos los parámetros de estudio por debajo de los límites máximos permisibles. Sin embargo, se determinó que la desinfección que necesita el agua del Sistema de abastecimiento de la comunidad del sector Tamarindo se hará por medio de un corlador de pastillas.
4. El sistema de abastecimiento de la comunidad del sector Tamarindo al momento funciona con un caudal de 2,58 l/s en época de estiaje, por lo tanto, el caudal de la fuente es suficiente para abastecer correctamente a la comunidad del sector Tamarindo en el período de diseño establecido.

5. El tanque tendrá un volumen de 45 m³, y será construido de concreto armado, este tipo de estructuras tienen mayor resistencia a sismos, mayor período de vida útil, y menor costos de mantenimiento en comparación a los tanques de mampostería.

6. Debido a la topografía accidentada que se tiene en la comunidad del sector Tamarindo, se tienen presiones altas en diferentes puntos por lo tanto para no sobrepasar la presión de trabajo de la tubería se instalaron cajas rompe presión para cumplir con lo establecido en las normas.

RECOMENDACIONES

1. Garantizar la supervisión técnica a través de un profesional de Ingeniería Civil, para que se puedan cumplir los lineamientos establecidos en planos y especificaciones técnicas del proyecto, durante la ejecución del proyecto de agua potable.
2. Programar cada cierto tiempo actividades de mantenimiento y limpieza de los elementos que conforman el sistema de abastecimiento de agua potable, actividades que pueden ser realizadas por personal previamente capacitado.
3. Asignar un operador para el sistema de agua potable, esta persona debe recibir capacitación acerca del funcionamiento y operación de todos los elementos del sistema de agua potable rehabilitado, así como debe ser capacitado a realizar reparaciones menores y el mantenimiento de los elementos que conforman dicho sistema.
4. Revisar periódicamente el sistema de desinfección del agua, verificando que se tenga las suficientes pastillas de cloro, con el fin de que el sistema siempre provea agua de calidad a los consumidores evitando enfermedades.
5. Proteger las obras importantes del sistema (fuentes, captaciones, tanque de almacenamiento) con un cerco perimetral para evitar contaminación de cualquier tipo.

BIBLIOGRAFÍA

1. *AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. Diseño de Estructuras de Concreto Contenedoras de Líquido (ACI 350.3-01) y comentarios (ACI 350.3R-01).* Estados Unidos: Comité 350, 2001. 91 p.
2. *AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-14) y Comentario (ACI 318 SR-14).* Estados Unidos. 2014. 91 p.
3. *INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL – INFOM. Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano.* 2011. 65 p.
4. *MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA. Guía para la preparación, construcción y supervisión de abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento.* Guatemala, 1991. 64 p.
5. *NILSON, ARTHUR H. Diseño de estructuras de concreto.* Santa Fe de Bogotá: McGraw-Hill Interamericana, 1999. 37 p.
6. *PORTLAND CEMENT ASSOCIATION. Manual de diseño de tanques rectangulares de concreto.* Estados Unidos: PCA, 1993. 29 p.
7. *ROGER AGÜERO, PITTMAN. Sistemas de abastecimiento de agua, por gravedad sin tratamiento.* Lima, Perú. 1997. 169 p.

8. SANTIZO, JULIO RICARDO. *Metodología para el diseño estructural de tanques rectangulares superficiales, en secciones regulares de concreto reforzado basado en el método (PCA-C) y (PCA-R) de la Portland Cement Association*. Guatemala, 2016.
9. UNIDAD EJECUTORA DEL PROGRAMA DE ACUEDUCTOS RURALES, UNEPAR. *Programa de gestión social, informe técnico del sector Tamarindo*. Guatemala. 2019.
10. UNIDAD EJECUTORA DEL PROGRAMA DE ACUEDUCTOS RURALES, UNEPAR. Programa de Pre inversión, Manual de mantenimiento y operaciones. Guatemala, 2019.
11. INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL, INFOM - UNEPAR. *Informe de análisis de calidad del Agua*. Guatemala, 2020.
12. MUNICIPALIDAD DE NUEVO PROGRESO SAN MARCOS. *Plan de desarrollo municipal y ordenamiento territorial (PDM OT)*. Guatemala, septiembre 2020.

APÉNDICES

Apéndice 1. Topografía del sector, Tamarindo, aldea Palín, Nuevo Progreso

P.O.	Este (m)	Norte (m)	Cota (m)	Observaciones
1 000	5 000,000	1 0000,000	1 000,000	Estación
1 001	4 996,786	9 964,680	998,324	Estación
1 002	4 998,061	9 905,986	996,715	Estación
1 003	4 994,439	9 892,050	996,429	Estación
1 004	4 988,284	9 854,473	995,413	Estación
1 005	4 991,204	9 798,658	990,394	Estación
1 006	4 988,869	9 776,377	990,121	Estación
1 007	4 986,090	9 766,813	988,919	Estación
1 008	4 960,194	9 737,665	987,825	Estación
1 009	4 941,483	9 721,559	986,826	Estación
1 011	4 927,383	9 711,249	987,178	Estación
1 011	4 910,532	9 697,820	985,572	Estación
1 012	4 867,210	9 672,789	984,114	Estación
1 013	4 799,185	9 645,956	988,687	Estación
1 014	4 792,698	9 636,142	988,230	Estación
1 015	4 778,429	9 623,476	988,968	Estación
1 016	4 755,292	9 614,921	988,128	Estación
1 017	4 746,590	9 615,542	985,668	Estación
1 018	4 720,891	9 620,982	981,690	Estación
1 019	4 696,079	9 617,707	974,337	Estación
1 020	4 674,476	9 625,854	975,154	Estación
1 021	4 638,657	9 628,992	976,049	Estación
1 022	4 614,442	9 612,926	974,627	Estación
1 023	4 607,099	9 575,572	965,946	Estación
1 024	4 559,322	9 530,045	965,400	Estación
1 025	4 547,428	9 521,233	963,736	Estación
1 026	4 540,111	9 514,569	965,008	Estación
1 027	4 534,399	9 503,783	964,938	Estación
1 028	4 510,921	9 419,883	975,247	Estación
1 029	4 507,617	9 409,636	978,041	Estación
1 030	4 480,820	9 399,175	977,678	Estación
1 031	4 455,733	9 392,207	978,923	Estación
1 032	4 427,865	9 385,662	974,523	Estación
1 033	4 416,235	9 385,796	977,052	Estación
1 034	4 401,955	9 383,475	976,744	Estación
1 035	4 383,789	9 372,681	974,292	Estación
1 036	4 344,537	9 347,824	971,079	Estación

Continuación del apéndice 1.

1 037	4 320,781	9 324,180	973,967	Estación
1 038	4 298,428	9 314,386	967,831	Estación
1 039	4 289,997	9 306,207	970,796	Estación
1 040	4 263,394	9 295,591	969,378	Estación
1 041	4 233,458	9 287,047	966,994	Estación
1 042	4 175,499	9 264,598	962,921	Estación
1 043	4 151,012	9 240,677	963,954	Estación
1 044	4 090,433	9 181,069	964,424	Estación
1 045	4 072,952	9 179,222	956,792	Estación
1 046	4 036,838	9 166,820	963,825	Estación
1 047	3 995,820	9 164,777	955,571	Estación
1 048	3 967,364	9 170,560	955,213	Estación
1 174	1 179,995	6 966,236	856,652	Estación
1 175	1 092,707	6 913,729	864,988	Estación
1 176	1 010,750	6 828,987	870,144	Estación
1 177	979,324	6 767,095	871,188	Estación
1 178	964,777	6 712,679	870,169	Estación
1 179	935,746	6 678,164	866,773	Estación
1 180	881,199	6 667,701	857,679	Estación
1 181	845,845	6 667,990	851,116	Estación
1 182	834,301	6 648,585	846,859	Estación
1 183	825,976	6 577,085	838,891	Estación
1 184	766,855	6 534,597	835,187	Estación
1 185	718,675	6 460,082	830,461	Estación
1 186	685,670	6 424,109	827,941	Estación
1 187	676,379	6 410,836	828,026	Estación
1 188	658,554	6 396,444	827,823	Estación
1 189	628,551	6 334,521	839,864	Estación
1 190	612,629	6 322,200	833,406	Estación
1 191	596,908	6 312,646	824,716	Estación
1 192	552,066	6 291,846	826,136	Estación
1 193	517,577	6 275,728	828,385	Estación
1 194	492,337	6 232,236	826,342	Estación
1 195	485,744	6 202,869	825,903	Estación
1 196	458,384	6 158,671	839,015	Estación
1 197	418,280	6 152,930	841,991	Estación
1 198	386,212	6 123,467	843,184	Estación
1 199	355,618	6 073,702	849,058	Estación
1 200	303,878	6 048,584	862,904	Estación
1 201	267,243	6 034,143	870,040	Estación
1 202	231,719	6 027,952	865,604	Estación
1 203	227,689	6 026,404	863,239	Estación
1 204	224,837	6 018,133	863,196	Estación
1 205	221,455	5 995,458	863,160	Estación
1 206	221,781	5 957,856	864,432	Estación
1 207	221,384	5 911,197	866,536	Estación
1 208	241,971	5 950,427	863,504	Estación

Continuación del apéndice 1.

1 209	337,488	5 905,860	841,485	Estación
1 210	200,736	5 846,890	866,563	Estación
1 211	202,678	5 738,536	860,747	Estación
1 212	217,620	5 675,119	858,564	Estación
1 213	215,824	5 655,727	857,026	Estación
1 214	204,465	5 635,513	853,694	Estación
1 215	164,144	5 601,374	847,150	Estación
1 216	144,934	5 583,280	846,236	Estación
1 217	134,582	5 561,139	845,957	Estación
1 218	128,060	5 530,769	846,148	Estación
1 219	121,798	5 450,141	853,886	Estación
1 220	119,647	5 399,912	856,348	Estación
1 221	128,475	5 349,492	857,049	Estación
1 222	118,655	5 318,944	859,854	Estación
1 223	61,887	5 256,253	857,694	Estación
1 224	17,067	5 234,557	857,972	Estación
1 225	-10,983	5 204,682	858,833	Estación
1 226	-49,979	5 179,502	854,780	Estación
1 227	-86,905	5 147,858	853,480	Estación
1 228	-94,862	5 133,702	853,232	Estación
1 229	-114,994	5 095,732	851,655	Estación
1 230	-128,855	5 066,537	850,141	Estación
1 231	-160,405	5 134,735	857,853	Estación
1 232	-186,822	5 133,096	855,004	Estación
1 233	-250,980	5 150,107	845,027	Estación
1 234	-75,634	5 071,737	847,439	Estación
1 235	-136,256	5 045,419	849,235	Estación
1 236	-140,120	5 014,162	848,489	Estación
1 237	-138,227	4 999,098	848,167	Estación
1 238	-127,716	4 951,301	847,552	Estación
1 239	-128,463	4 927,197	846,535	Estación
1 240	-132,567	4 889,665	846,013	Estación
1 241	-131,527	4 880,889	846,130	Estación
1 242	-115,938	4 842,250	846,849	Estación
1 243	-120,758	4 758,416	849,373	Estación
1 244	-107,878	4 738,984	847,659	Estación
1 245	-77,561	4 723,471	844,097	Estación
1 246	-45,299	4 737,018	843,362	Estación
1 247	-32,566	4 734,221	842,764	Estación
1 248	-19,425	4 719,276	842,873	Estación
1 249	-2,576	4 675,589	843,206	Estación
1 250	34,070	4 694,856	848,674	Estación
1 251	58,613	4 709,486	849,894	Estación
1 252	103,686	4 737,626	839,031	Estación
1 253	12,823	4 623,085	844,275	Estación
1 254	41,005	4 590,259	843,421	Estación
1 255	40,806	4 574,659	843,076	Estación

Continuación del apéndice 1.

1 256	-17,855	4 522,763	840,869	Estación
1 257	-31,034	4 453,907	839,236	Estación
1 258	-26,003	4 428,199	839,016	Estación
1 259	-44,455	4 404,010	839,080	Estación
1 260	-69,483	4 375,409	836,873	Estación
1 261	-241,700	5 003,338	850,793	Estación
1 262	-279,604	5 006,777	850,780	Estación
1 263	-339,064	5 009,573	841,222	Estación
1 264	-408,837	5 009,241	837,755	Estación
1 266	-485,695	5 009,239	839,191	Estación
1 267	-494,259	5 031,682	842,136	Estación
1 268	-500,013	5 052,990	841,877	Estación
1 269	-552,227	5 056,601	836,194	Estación
1 270	-592,659	5 022,311	833,245	Estación
1 271	-662,061	5 003,393	830,903	Estación
1 272	-706,423	4 996,079	826,399	Estación
1 273	-772,661	4 947,989	824,423	Estación
1 274	-781,959	4 933,841	820,621	Estación
1 275	-814,236	4 882,847	810,330	Estación
1 276	-865,005	4 856,931	801,527	Estación
1 277	-888,769	4 868,067	800,655	Estación
1 278	-906,318	4 871,575	795,947	Estación
1 279	-930,510	4 873,241	788,728	Estación
1 280	-954,022	4 866,696	783,054	Estación
1 300	-1 538,954	4 541,942	791,372	Estación
1 301	-1 530,316	4 488,275	782,093	Estación
1 302	-1 550,030	4 456,497	778,999	Estación
1 303	-1 548,214	4 396,616	780,018	Estación
1 304	-1 591,239	4 344,743	773,721	Estación
1 305	-1 557,237	4 548,412	788,005	Estación
1 306	-1 591,001	4 580,608	780,323	Estación
1 307	-1 604,998	4 595,448	774,841	Estación
1 308	-1 636,888	4 602,373	771,482	Estación
1 309	-1 677,466	4 634,022	776,605	Estación
1 310	-1 701,914	4 656,223	785,586	Estación
1 311	-1 751,967	4 660,960	798,196	Estación
1 312	-1 780,498	4 640,859	794,833	Estación
1 313	-1 883,621	4 593,784	789,285	Estación

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Apéndice 2. **Memoria de cálculo. Tablas de resultados del diseño de los pasos aéreos**

Paso aéreo de 20 m (Tubería 2")

Resultados de flechas obtenidas

U(lb/pie)	L(Pie)	d [m]	d [pies]	H [lb]	T [lb]	V [lb]
21, 19	65, 6	1,67	5,47	2 084,36	2 197,17	694,97
		1,50	4,92	2 315,96	2 417,98	694,97
		1,00	3,28	3 473,94	3 542,77	694,97
		0,50	1,64	6 947,87	6 982,54	694,97

Resultados de péndolas

W [Kg/m]	H [Kg]
32,55	1 052,71

Núm.	$W/(2*H)$	X [m]	S-X [m]	Y [m]	Longitud [m]	Núm. de péndola	Longitud total [m]
-	-	-	20	-	2,00	-	-
1	0,01545985	2,00	18	0,557	1,443	2	2,88689073
2	0,01545985	4,00	16	0,989	1,011	2	2,02113907
3	0,01545985	6,00	14	1,299	0,701	2	1,40274503
4	0,01545985	8,00	12	1,484	0,516	2	1,03170861
5	0,01545985	10,00	10	1,546	0,454	2	0,9080298
						Total	8,25 m

Continuación del apéndice 2.

Paso aéreo de 25 m tubería de (2")

Resultados de flechas obtenidas

U[lb/pie)	L(Pie)	d [m]	d [pies]	H [lb]	T [lb]	V [lb]
20,12	82	2,08	6,84	2 279,09	2 402,43	759,89
		2,00	6,56	2 374,05	2 492,70	759,89
		1,50	4,92	3 165,40	3 255,33	759,89
		1,00	3,28	4 748,10	4 808,52	759,89
		0,50	1,64	9 496,19	9 526,55	759,89

Resultados de péndolas

W [Kg/m]	H [Kg]
28,59	1 438,32

Núm.	W/(2*H)	X [m]	S-X [m]	Y [m]	Longitud [m]	Núm. de péndola	Longitud total [m]
-	-	-	25	-	2,00	-	-
1	0,00993575	2,50	22,50	0,559	1,441	2	2,88222868
2	0,00993575	5,00	20	0,994	1,006	2	2,01285099
3	0,00993575	7,50	17,5	1,304	0,696	2	1,39186692
4	0,00993575	10,00	15	1,490	0,510	2	1,01927648
5	0,00993575	12,50	12,5	1,552	0,448	2	0,89507967
						Total	8,20m

Continuación del apéndice 2.

Paso aéreo de 30 m
Resultados de flechas obtenidas

U(lb/pie)	L(Pie)	d [m]	d [pies]	H [lb]	T [lb]	V [lb]
21,96	98,4	2,50	8,20	3 126,54	3 295,75	1 042,45
		2,00	6,56	3 908,18	4 044,82	1 042,45
		1,50	4,92	5 210,91	5 314,15	1 042,45
		1,00	3,28	7 816,36	7 885,57	1 042,45
		0,50	1,64	15 632,72	15 667,44	1 042,45

Resultados de péndolas

W [Kg/m]	H [Kg]
32,55	2 368,59

No.	W/(2*H)	X [m]	S-X [m]	Y [m]	Longitud [m]	No. De Péndola	Longitud Total [m]
-	-	-	30	-	2,00	-	-
1	0,00687104	2,00	28	0,385	1,615	2	3,23044297
2	0,00687104	4,00	26	0,715	1,285	2	2,57082266
3	0,00687104	6,00	24	0,989	1,011	2	2,02113907
4	0,00687104	8,00	22	1,209	0,791	2	1,5813922
5	0,00687104	10,00	20	1,374	0,626	2	1,25158205
6	0,00687104	12,00	18	1,484	0,516	2	1,03170861
7	0,00687104	15,00	15	1,546	0,454	2	0,9080298
						Total	12,49 m,

Continuación del apéndice 2.

Paso aéreo de 10 m, tubería de 2"

Resultados de péndolas

W [Kg/m]	H [Kg]
28,59	230,21

Núm.	W/(2*H)	X [m]	S-X [m]	Y [m]	Longitud [m]	Num. de péndola	Longitud total [m]
1	0,0620986	2,00	8	0,994	1,006	1	1,00642245
2	0,0620986	4,00	6	1,490	0,510	1	0,50963368
3	0,0620986	5,00	5	1,552	0,448	1	0,44753508
4	0,0620986	6,00	4	1,490	0,510	1	0,50963368
5	0,0620986	8,00	2	0,994	1,006	1	1,00642245
						Total	3,4796

Paso aéreo de 15 m, tubería de 2"

Resultados de péndolas

W [Kg/m]	H [Kg]
28,59	517,97

No.	W/(2*H)	X [m]	S-X [m]	Y [m]	Longitud [m]	Núm. de péndola	Longitud total [m]
-	-	-	15	-	2,00	-	-
1	0,02759929	1,50	13,5	0,559	1,441	2	2,88222868
2	0,02759929	3,00	12	0,994	1,006	2	2,01285099
3	0,02759929	4,50	10,5	1,304	0,696	2	1,39186692
4	0,02759929	6,00	9	1,490	0,510	2	1,01927648
5	0,02759929	7,50	7,5	1,552	0,448	2	0,89507967
						Total	8,2013

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Apéndice 3. **Diseño hidráulico del sistema de agua potable:
Distribución de caudales**

De Est	A Est	Viviendas A Actuales	IG ES EC CU	Habitantes Actuales	Viviendas Futuras	Habitantes Futuros	QHM Tramo	Viv Act acumulada	QHM Acumulado	Viv Futura Acumuladas	Q Instantaneo	Caudal Q Diseño
1206	1206	24		120	35	174	0.60	116	2.52	169	2.59	2.59
1209	1209	2		10	3	14	0.05	2	0.05	3	0.28	0.28
1214	1214	2	1	10	3	14	0.09	90	2.47	131	2.29	2.47
1228	1228	12		60	17	87	0.30	88	2.37	128	2.25	2.37
1233	1233	4	1	20	6	29	0.14	4	0.14	6	0.49	0.49
1229	1229	2		10	3	14	0.05	72	1.93	105	2.04	2.04
1234	1234	4	1	20	6	29	0.17	4	0.17	6	0.53	0.53
1237	1237	9	1	45	13	65	0.27	66	1.70	96	1.96	1.96
1249	1249	6		30	9	43	0.15	15	0.38	22	0.92	0.92
1252	1252	5		25	7	36	0.13	5	0.13	8	0.53	0.53
1260	1260	4		20	6	29	0.10	4	0.10	6	0.45	0.45
1265	1265	12		60	17	87	0.30	42	1.06	61	1.55	1.55
1283	1283	15		75	22	109	0.38	30	0.75	44	1.31	1.31
1289	1289	3		15	4	22	0.08	15	0.38	22	0.92	0.92
1292	1292	3		15	4	22	0.08	3	0.08	5	0.40	0.40
1299	1299	4		20	6	29	0.10	9	0.23	14	0.72	0.72
1313	1313	3		15	4	22	0.08	3	0.08	5	0.40	0.40
1304	1304	2		10	3	14	0.05	2	0.05	3	0.28	0.28
		116	0 4 1	460	133	667	2.52		2.52			
		Q conducción 1.87										

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Apéndice 4.

Línea de conducción

EST.	P.O.	INST. REAL MEDIDA	DIST. REAL ACCUMULADA (m)	COTA TUBERIA (m)	PROFUNDIDAD INSTALACION TUBERIA (m)	COTA INSTALACION TUBERIA (m)	LONGITUD BROTE (m)	DIAMETRO NOM.	DIAMETRO INT.	CLASE TUBERIA	PRESION TRABAJO	C	Qd (l/s)	V (m/s)	HF (m)	PIEZOMETRICA (m)	DRAMICA (m)	ESTATEA (m)	
LÍNEA DE CONDUCCION																			
CAPTACION 1																			
100008	100008	0.00	0+000.00	1001.09	-0.60	999.40	17.27	1	1.195	PVC	160	150	0.47	0.65	0.29	1001.09	1.40	1.69	
100009	100010	35.51	52.60	998.32	-0.60	997.72	35.86	1	1.195	PVC	160	150	0.47	0.65	0.61	1000.19	2.47	3.36	
100011	100012	58.73	111.33	996.72	-0.60	996.12	59.32	127.00	1.195	PVC	160	150	0.47	0.65	1.00	999.19	3.08	4.97	
100013	100014	14.40	125.74	996.43	-0.60	995.83	14.55		1.195	PVC	160	150	0.47	0.65	0.25	998.95	3.12	5.26	
CAPTACION 2																			
100014	100015	0.00	0.00	999.67	-0.60	999.07	35.52	2	2.193	PVC	160	150	1.56	0.64	0.29	999.67	1.65	1.94	
100016	100017	35.16	35.16	998.32	-0.60	997.72	35.52	109.39	2.193	PVC	160	150	1.56	0.64	0.49	998.89	2.78	3.55	
100018	100019	58.73	93.89	996.72	-0.60	996.12	59.32	2	2.193	PVC	160	150	1.56	0.64	0.12	998.77	2.84	3.84	
100020	100021	14.40	108.30	996.43	-0.60	995.83	14.55	2	2.193	PVC	160	150	1.56	0.64	0.12	998.77	2.84	3.84	
CAPTACION 3																			
100021	100022	0.00	0.00	996.92	-0.60	996.32	2.42	16.97	1.532	PVC	160	150	0.32	0.27	0.01	996.92	0.80	0.81	
100023	100024	2.40	2.40	996.72	-0.60	996.12	2.42	16.97	1.532	PVC	160	150	0.32	0.27	0.04	996.88	1.05	1.09	
CAPTACION 4																			
100306	100306	0.00	0.00	998.26	-0.60	997.66	14.55	11.4	1.532	PVC	160	150	0.32	0.27	0.04	998.26	1.05	1.09	
100306	100307	8.55	8.55	996.43	-0.60	995.83	8.64	8.64	1.131	HG	TL	100	0.63	0.97	0.70	997.55	1.72	2.43	
NOTA: SE CAPTA TODA EL AGUA PRODUCIDA POR LOS BROTES. EN CADA UNIFICADORA UNICAMENTE SE APROVECHA EL CAUDAL DE DRENO.																			
UNIFICADORA																			
1003	1003	0.00	0.00	996.43	0.00	996.43	38.47	21/2	2.744	HG	TL	100	1.87	0.49	0.31	996.43	0.60	0.92	
1004	1004	38.09	259.38	995.41	0.10	995.51	38.47	21/2	2.744	HG	TL	100	1.87	0.49	0.46	995.66	5.16	5.93	
1005	1005	56.12	315.50	990.39	0.10	990.49	56.68	192.26	2.744	HG	TL	100	1.87	0.49	0.18	995.47	5.25	6.21	
1006	1006	22.40	337.90	990.12	0.10	990.22	22.63	192.26	2.744	HG	TL	100	1.87	0.49	0.08	995.39	6.37	7.41	
1007	1007	10.03	347.94	988.92	0.10	989.02	10.13	192.26	2.744	HG	TL	100	1.87	0.49	0.32	995.07	7.15	8.50	
1008	1008	39.01	386.94	987.83	0.10	987.93	39.40	192.26	2.744	HG	TL	100	1.87	0.49	0.20	994.87	7.94	9.50	
1009	1009	24.71	411.65	986.83	0.10	986.93	24.95	192.26	2.744	HG	TL	100	1.87	0.49	0.20	994.87	7.94	9.50	
1010	1010	17.47	429.12	987.18	-0.60	986.58	17.65	192.26	2.655	PVC	160	150	1.87	0.52	0.08	994.79	8.21	9.85	
1011	1011	21.61	450.73	985.57	-0.60	984.97	21.82	192.26	2.655	PVC	160	150	1.87	0.52	0.10	994.69	9.72	11.46	
1012	1012	50.05	500.78	984.11	-0.60	983.51	50.56	192.26	2.655	PVC	160	150	1.87	0.52	0.23	994.46	10.95	12.91	
1013	1013	73.27	574.05	988.69	-0.60	988.09	74.00	192.26	2.655	PVC	160	150	1.87	0.52	0.33	994.13	6.04	8.34	
1014	1014	11.77	585.82	988.23	-0.60	987.63	11.89	192.26	2.655	PVC	160	150	1.87	0.52	0.05	994.08	6.65	8.80	
1015	1015	19.09	604.92	988.07	-0.60	987.47	19.28	309.14	2.655	PVC	160	150	1.87	0.53	0.09	993.99	5.62	8.05	
1016	1016	24.68	629.60	988.13	-0.60	987.53	24.93	309.14	2.655	PVC	160	150	1.87	0.53	0.11	993.88	6.35	8.90	
1017	1017	50.06	658.66	985.67	-0.60	985.07	51.16	309.14	2.655	PVC	160	150	1.87	0.53	0.04	993.88	8.77	11.316	
1018	1018	26.57	685.33	981.69	-0.60	981.09	26.83	309.14	2.655	PVC	160	150	1.87	0.53	0.31	993.53	12.44	15.24	
1019	1019	26.08	691.32	974.34	-0.60	973.74	26.33	309.14	2.655	PVC	160	150	1.87	0.53	0.27	993.23	18.49	21.69	
1020	1020	23.10	714.42	975.15	-0.60	974.55	23.33	309.14	2.655	PVC	160	150	1.87	0.53	0.27	992.96	18.49	21.69	
102002	102002	3.31	717.73	974.23	-0.60	973.63	3.54	309.14	2.655	PVC	160	150	1.87	0.53	0.04	992.92	19.29	22.60	
102002	102003	16.89	734.62	974.96	-0.20	974.36	17.06	17.06	2.142	HG	TL	100	1.87	0.80	0.46	992.46	17.35	21.31	
102008	102008	15.96	750.59	976.05	-0.60	975.45	16.12	17.06	2.193	PVC	160	150	1.87	0.77	0.18	992.28	16.85	20.98	
1021	1021	29.08	779.66	974.63	-0.60	974.03	29.37	17.06	2.193	PVC	160	150	1.87	0.77	0.34	991.94	17.91	22.60	
1022	1022	39.05	818.71	965.35	-0.60	965.35	39.44	154.12	2.193	PVC	160	150	1.87	0.77	0.45	991.49	26.14	31.08	
1023	1023	66.00	884.71	965.40	-0.60	964.80	66.66	154.12	2.193	PVC	160	150	1.87	0.77	0.76	990.73	25.93	31.63	
1024	1024	2.51	887.22	964.90	-0.60	964.30	2.53	11.18	2.193	PVC	160	150	1.87	0.77	0.03	990.70	26.40	32.12	
102402	102401	11.07	898.29	963.62	-0.20	963.62	11.18	11.18	2.142	HG	TL	100	1.87	0.80	0.30	990.40	26.58	32.61	

UNIFICADORA EN E-1003
PARA LOS 4 RACHOS

ENTRAN 4 LINEAS A LA CAA
U.C. EN E-1003
DE E-1003 A E-1009 TERRENO
ROCCOSO HG

PASO AEREO DE 20 MTS

PASO AEREO DE 15 MTS

Continuación del apéndice 4.

111700	111800	22.42	4125.77	871.03	0.20	871.23	27.69	27.69	2.1/2	2.744	H/C	TL	100	1.87	0.49	0.22	934.12	62.90	64.68	PASO AEREO DE 30 MTS
111801	1118	41.14	4129.91	873.15	-0.80	872.36	4.18		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.02	934.10	61.74	63.54	
111810	1119	18.93	4146.84	879.15	-0.80	878.35	19.12		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.09	933.96	52.76	54.71	
111811	1120	12.77	4161.61	882.00	-0.80	881.20	12.90		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.20	933.76	43.58	45.72	
111812	1121	43.46	4205.07	890.98	-0.80	890.18	43.80		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.08	933.68	45.12	47.34	
111821	1122	17.16	4222.23	889.36	-0.80	888.56	17.33		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.03	933.60	37.05	39.95	
111822	1123	18.08	4240.31	895.76	-0.80	894.96	18.28		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.03	933.52	47.43	49.83	
111823	1124	15.42	4267.47	897.76	-0.80	896.96	15.65		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.03	933.44	48.47	51.03	
112502	1125	5.45	4291.92	899.70	-0.80	898.90	5.50	430.00	2/1/2	2.537	P/C	160	150	1.87	0.57	0.03	933.36	43.46	46.00	ZANON DE INVIERNO TUB RECUBIERTA 5.4 m.
112511	1126	23.24	4320.16	891.44	-0.80	890.64	23.52		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.13	933.23	42.60	45.27	
112512	1127	23.75	4343.91	893.59	-0.80	892.79	23.99		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.11	933.13	40.34	43.11	
112513	1128	18.08	4361.98	893.38	-0.80	892.58	18.26		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.06	933.04	40.46	43.32	
112514	1129	31.41	4393.40	886.59	-0.80	885.79	31.73		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.14	932.90	47.11	50.11	
112515	1130	24.38	4417.76	888.69	-0.80	887.89	24.61		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.11	932.79	44.90	48.02	
112516	1131	34.01	4451.77	900.28	-0.80	899.48	34.33		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.13	932.63	33.16	36.42	
112517	1132	32.53	4486.24	897.45	-0.80	896.65	32.86		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.13	932.50	30.76	34.02	
112518	1133	32.53	4525.63	887.34	-0.80	886.54	32.86		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.13	932.30	30.76	34.02	
113301	1134	23.60	4559.23	873.02	-0.80	872.22	23.83		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.11	932.19	59.97	63.68	
113401	1135	2.28	4551.50	871.81	-0.80	871.01	2.30		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.01	932.18	61.17	64.89	
113402	1136	16.36	4567.87	872.55	-0.20	872.75	16.53	16.33	2/1/2	2.744	H/C	TL	100	1.87	0.49	0.13	932.05	59.30	63.15	PASO AEREO DE 20 MTS
113501	1137	11.88	4579.74	877.62	-0.80	876.82	11.99		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.05	931.99	55.17	59.08	
113502	1138	20.95	4600.69	884.19	-0.80	883.39	21.16		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.10	931.90	48.51	52.51	
113503	1139	35.20	4633.89	887.02	-0.80	886.22	35.33		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.13	931.75	45.52	49.68	
113504	1140	21.68	4667.08	891.85	-0.80	891.05	21.90		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.10	931.54	39.89	44.22	
113801	1141	33.83	4712.91	890.94	-0.80	890.14	34.16	229.45	2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.15	931.39	41.25	45.76	
114001	1142	18.82	4731.72	892.74	-0.80	891.94	19.01		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.09	931.30	39.37	43.97	
114101	1143	23.73	4755.45	892.76	-0.80	891.96	23.96		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.11	931.19	39.24	43.95	
114201	1144	19.90	4775.35	883.52	-0.80	882.72	20.10		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.09	931.10	48.38	53.18	
114301	1145	18.24	4793.59	872.43	-0.80	871.63	18.42		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.08	931.02	59.39	64.27	
114401	1146	1.47	4795.05	871.88	-0.80	871.08	1.48		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.01	931.01	59.94	64.82	
114402	1147	18.87	4823.93	889.43	-0.20	889.63	18.05	18.05	2/1/2	2.744	H/C	TL	100	1.87	0.49	0.13	930.87	61.24	65.27	PASO AEREO DE 20 MTS
114501	1148	32.53	4866.63	890.23	-0.80	889.43	32.76		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.09	930.62	40.21	45.49	
114502	1149	30.79	4897.42	895.30	-0.80	894.50	31.10		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.14	930.48	35.98	41.40	
114601	1150	22.78	4920.20	904.06	-0.80	903.26	23.01		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.10	930.38	27.12	32.64	
114801	1151	29.41	4949.61	912.47	-0.80	911.67	29.71		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.13	930.25	18.58	24.23	
114901	1152	14.39	4984.00	919.01	-0.80	918.21	14.53		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.07	930.18	11.97	17.69	
115001	1153	26.80	4990.79	920.91	-0.80	920.11	27.06		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.12	930.06	9.95	15.79	
115101	1154	45.39	5036.18	927.78	-0.80	926.98	45.84		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.21	929.85	8.87	14.92	
115201	1155	27.05	5086.59	930.11	-0.80	929.31	27.22		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.19	929.63	21.15	27.43	
115301	1156	19.03	5086.59	909.16	-0.80	908.36	19.32	502.14	2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.01	929.63	22.26	28.54	TUBERIA RECUBIERTA DE CONCRETO
115302	1157	2.06	5086.06	909.11	-0.80	908.31	2.08		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.01	929.61	21.30	27.59	ZANON DE INVIERNO 4.86
115306	1158	9.60	5098.66	911.39	-0.80	910.59	9.70		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.04	929.57	18.98	25.31	
115401	1159	49.49	5148.15	918.01	-0.80	917.21	49.98		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.23	929.34	12.14	18.69	
115402	1160	30.75	5178.90	918.02	-0.80	917.22	31.06		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.14	929.20	11.98	18.68	
115501	1161	32.71	5216.60	918.20	-0.80	917.40	33.08		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.17	929.03	11.64	18.51	
115502	1162	25.64	5257.62	920.15	-0.80	919.35	25.99		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.12	928.82	9.98	16.95	
115601	1163	42.18	5303.11	920.24	-0.80	919.44	42.61		2/1/2	2.655	P/C	160	150	1.87	0.52	0.19	928.61	9.17	16.45	
115801	1164	49.16	5359.59	913.57	-0.80	912.77	49.78		2/1/2	2.754	P/C	160	150	1.87	1.20	1.01	927.60	14.83	23.14	
115901	1165	36.16	5375.75	907.99	-0.80	907.19	36.52	89.62	1/1/2	2.754	P/C	160	150	1.87	1.20	1.24	926.36	19.17	28.72	
116101	1166	23.09	5398.84	907.12	-0.80	906.32	23.32		1/1/2	2.754	P/C	160	150	1.87	1.20	0.79	925.57	19.24	29.58	
116201	ET			907.12	2.00	909.12		5491.32	1/1/2	1.754	P/C	160	150	1.87	1.20	0.00	925.57	16.45	26.78	IMPUBA A.TD

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Apéndice 5.

Línea de distribución

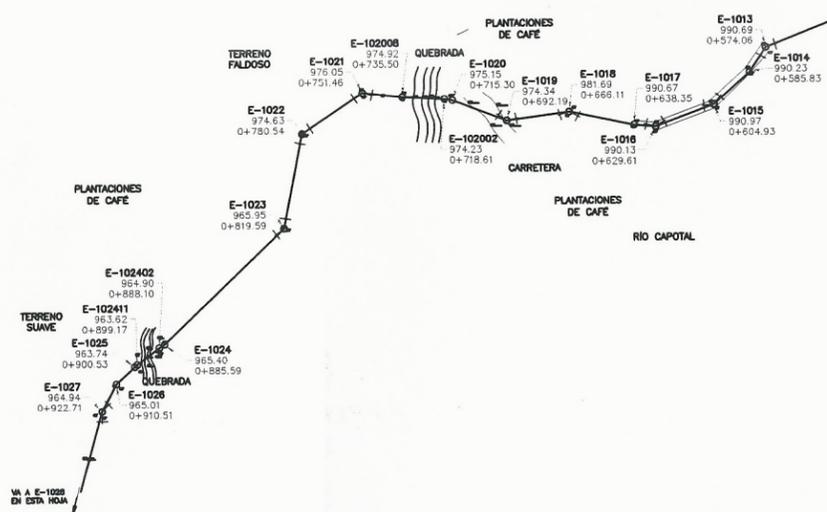
EST.	P.O.	DIST. MEDIDA (m)	DIST.H. ACUMULADA (m)	COTA INSTALACIÓN TUBERÍA (m)	PROFUNDIDAD INSTALACIÓN TUBERÍA (m)	COTA INCLINACIÓN TUBERÍA (m)	LONGITUD DISEÑO (m)	METROS DE TUBERÍA	DIÁMETRO NOM. (m)	DIÁMETRO INT. (m)	CLASE TUBERÍA	PERSON. TRABAJO	C	QM (m/s)	V (m/s)	RF (m)	PERÍMETRO CA (m)	DINÁMICA (m)	ESTÁTICA (m)
LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN																			
LÍNEA1 (TD - COMUNIDAD BENEFICIADA)																			
TD	1162	0.00	0.00	902.12	0.00	902.12			2	2.142	HG	TL	100	2.59	1.12	1.09	902.12	0.90	1.99
1162	1163	21.74	21.74	904.93	0.20	905.13	21.96	59.92	2	2.142	HG	TL	100	2.59	1.12	1.89	904.15	6.61	9.59
1163	1164	37.58	59.32	897.34	0.20	897.54	37.96	220.27	2	2.142	HG	TL	100	2.59	1.12	1.89	904.15	6.61	9.59
1164	1165	42.94	102.26	889.72	0.20	889.92	43.37	85.06	1 1/2	1.673	HG	TL	100	2.59	1.83	7.17	896.98	7.06	17.20
1165	1166	41.28	143.54	883.22	0.20	883.42	41.69		1 1/2	1.673	HG	TL	100	2.59	1.83	6.89	890.09	6.67	23.70
VRP	1166			883.22	0.00	883.22											883.22	0.00	0.00
1166	1167	164.14	307.68	865.38	-0.80	864.58	165.78		3	3.230	PVC	160	150	2.59	0.49	0.53	882.70	18.12	18.65
1167	1168	49.03	356.71	855.77	-0.80	854.97	49.52	220.27	3	3.230	PVC	160	150	2.59	0.49	0.16	882.54	27.57	28.25
1168	116805	4.92	361.63	855.38	-0.80	854.58	4.97		3	3.230	PVC	160	150	2.59	0.49	0.02	882.53	27.95	28.64
116805	116806	8.93	370.56	855.37	-0.80	854.57	9.02	9.02	3	3.230	HG	TL	100	2.59	0.45	0.05	882.48	27.91	28.65
116806	1169	11.05	381.61	855.74	-0.80	854.94	11.16		3	3.230	PVC	160	150	2.59	0.49	0.04	882.44	27.50	28.28
1169	1170	45.08	426.69	860.65	-0.80	859.85	45.53		3	3.230	PVC	160	150	2.59	0.49	0.14	882.30	22.45	23.38
1170	1171	32.23	458.92	860.28	-0.80	859.48	32.55	256.28	3	3.230	PVC	160	150	2.59	0.49	0.10	882.19	22.71	23.74
1171	1172	42.07	500.99	859.23	-0.80	858.43	42.49		3	3.230	PVC	160	150	2.59	0.49	0.13	882.06	23.63	24.79
1172	1173	83.67	584.65	859.97	-0.80	859.17	84.50		3	3.230	PVC	160	150	2.59	0.49	0.27	881.79	22.62	24.05
1173	1174	23.38	608.03	856.65	-0.80	855.85	23.61		3	3.230	PVC	160	150	2.59	0.49	0.07	881.72	25.86	27.37
1174	117406	16.28	624.31	855.13	-0.80	854.33	16.44		3	3.230	PVC	160	150	2.59	0.49	0.05	881.66	27.33	28.90
117406	117408	1.86	626.17	855.13	0.20	855.33	1.88	1.88	3	3.230	HG	TL	100	2.59	0.45	0.01	881.65	26.32	27.89
117408	1175	84.81	710.99	864.99	-1.20	863.79	85.66		3	3.230	PVC	160	150	2.59	0.49	0.27	881.38	17.59	19.44
1175	1176	118.00	828.99	870.14	-1.20	868.94	119.18		3	3.230	PVC	160	150	2.59	0.49	0.38	881.00	12.06	14.28
1176	1177	69.42	898.41	870.17	-1.20	869.99	70.12		3	3.230	PVC	160	150	2.59	0.49	0.22	880.78	10.79	13.24
1177	1178	56.34	954.75	870.17	-1.20	865.57	56.90		3	3.230	PVC	160	150	2.59	0.49	0.18	880.60	11.63	14.26
1178	1179	45.23	999.98	866.77	-1.20	865.57	45.68		3	3.230	PVC	160	150	2.59	0.49	0.14	880.46	14.88	17.65
1179	1180	56.28	1056.26	857.68	-1.20	856.48	56.84	784.39	3	3.230	PVC	160	150	2.59	0.49	0.18	880.28	23.80	26.75
1180	1181	35.96	1092.22	851.12	-1.20	849.92	36.32		3	3.230	PVC	160	150	2.59	0.49	0.12	880.16	30.25	33.31
1181	1182	22.98	1115.20	846.86	-1.20	845.66	23.21		3	3.230	PVC	160	150	2.59	0.49	0.07	880.09	34.43	37.57
1182	1183	72.42	1187.62	838.89	-1.20	837.69	73.15		3	3.230	PVC	160	150	2.59	0.49	0.23	879.86	42.16	45.53
1183	1184	72.90	1260.52	835.19	-1.20	833.99	73.63		3	3.230	PVC	160	150	2.59	0.49	0.23	879.62	45.64	49.24
1184	1185	88.86	1349.38	830.46	-1.20	829.76	89.75		3	3.230	PVC	160	150	2.59	0.49	0.28	879.34	50.08	53.96
1185	1186	48.88	1398.26	827.94	-0.80	827.14	49.37		3	3.230	PVC	160	150	2.59	0.49	0.16	879.18	52.04	56.08
1186	118610	4.54	1402.80	826.48	-0.80	825.68	4.58		3	3.230	PVC	160	150	2.59	0.49	0.01	879.17	53.49	57.55
118610	118601	9.65	1412.45	827.81	0.20	828.01	9.75	9.75	3	3.230	HG	TL	100	2.59	0.45	0.05	879.11	51.10	55.22
118601	1187	2.36	1414.81	828.03	-0.80	827.23	2.39		3	3.230	PVC	160	150	2.59	0.49	0.01	879.11	51.88	56.00
1187	1188	22.91	1437.72	827.82	-0.80	827.02	23.14		3	3.230	PVC	160	150	2.59	0.49	0.07	879.03	52.01	56.20
1188	1189	69.85	1507.58	839.86	-0.80	839.06	70.55		3	3.230	PVC	160	150	2.59	0.49	0.22	878.81	39.74	44.16
1189	1190	21.14	1528.72	833.41	-0.80	832.61	21.35	148.81	3	3.230	PVC	160	150	2.59	0.49	0.07	878.74	46.13	50.62
1190	1191	20.35	1549.06	824.72	-0.80	823.92	20.55		3	3.230	PVC	160	150	2.59	0.49	0.07	878.68	54.76	59.31
1191	119104	10.72	1559.79	818.62	0.20	818.82	10.83		3	3.230	PVC	160	150	2.59	0.49	0.03	878.64	59.82	64.41
119104	119107	12.50	1572.29	817.88	0.20	818.08	12.62	12.62	3	3.230	HG	TL	100	2.59	0.45	0.07	878.57	60.50	65.15

Apéndice 7. **Planos de sistema de agua potable**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2020.

PLANTA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

ESCALA 1:1,250



PLANTA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

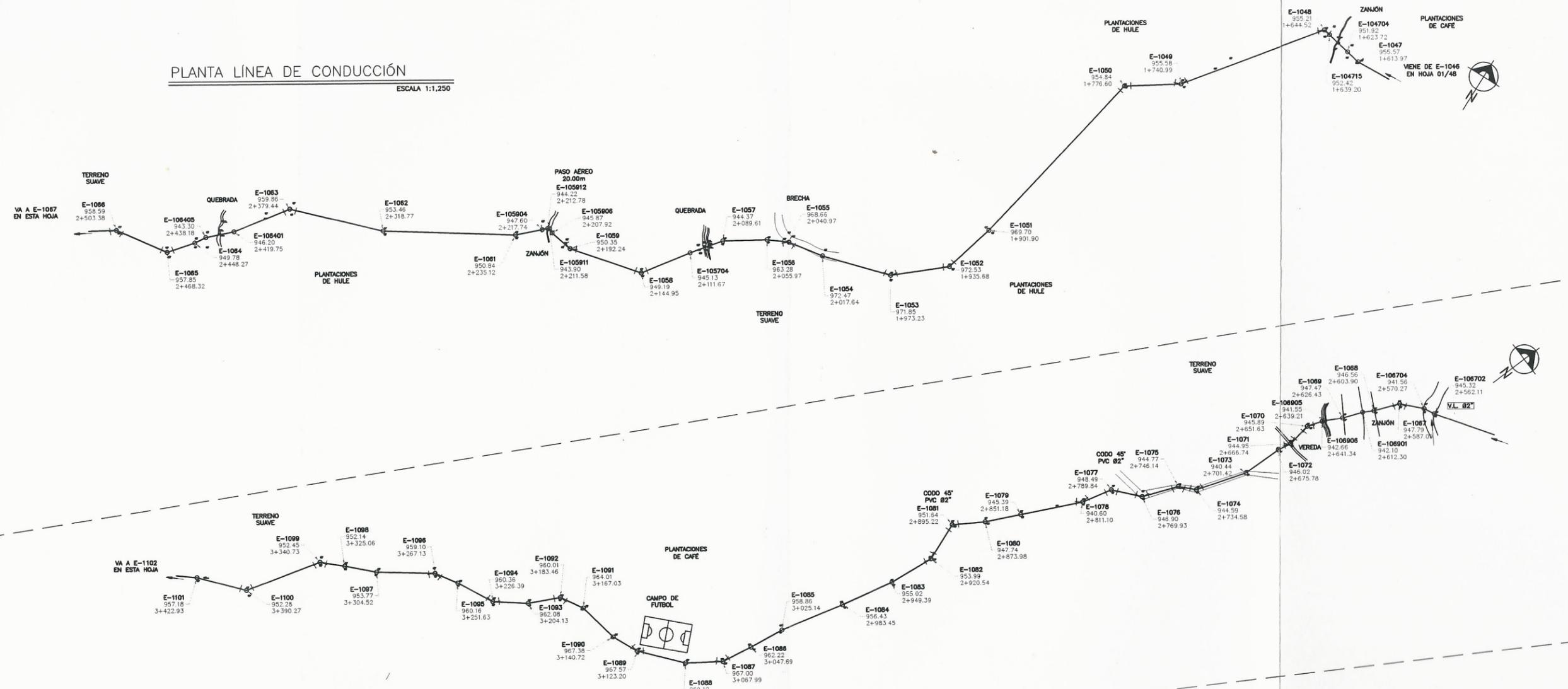
ESCALA 1:1,250

SIMBOLOGIA	
◁ REDUCIDOR BUSHING	☑ CAJA ROMPE PRESIÓN + VALVULA DE FLOTE (CRP + VF)
▣ TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	⊕ TEE
○ ESTACIONES	⊕ TAPON DE TUBERIA
◊ CODO 90° O 45°	☑ CASA, IGLESIA, ESCUELA
⊕ VALVULA DE COMPUERTA DE PRESIÓN E INDICADOR	⊕ TUBERIA DE CONDUCCIÓN
⊕ CRUZ PVC	⊕ TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN
⊕ CAMINO	⊕ TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN (PREVETA)
○ PASOS DE ZANJON	⊕ VALVULA DE CONTROL (V.C.)
⊕ VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN	⊕ VALVULA DE CHEQUE HORIZONTAL (V.C.H.)
⊕ VALVULA DE AIRE	⊕ PIEZOMETRICA Q= l/s
⊕ NACIMIENTO	⊕ VALVULA DE LIMPIEZA
⊕ CAPTACION	⊕ INDICACION DE DETALLES
⊕ ADAPTADOR HEMBRA	⊕ QUEBRADA, RIO O ZANJON

UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
	PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN			FECHA: MARZO 2021
	MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO		INDICADA	
	DEPARTAMENTO: SAN MARCOS		INDICADA	
<p>PLANTA GENERAL Y DENSIDAD DE VIVIENDA LINEA DE CONDUCCION</p>				
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA	DISEÑO: VINCEN LEONARDO REBA ARIAS	FECHA: 01/03/21	46	
DIBUJO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA	REVISOR: [Signature]	01		
DIBUJO HIDRAULICO: VINCEN PERA				
ASESORA DE EPS: INGA. CHRISTA CLASION DE PINTO				

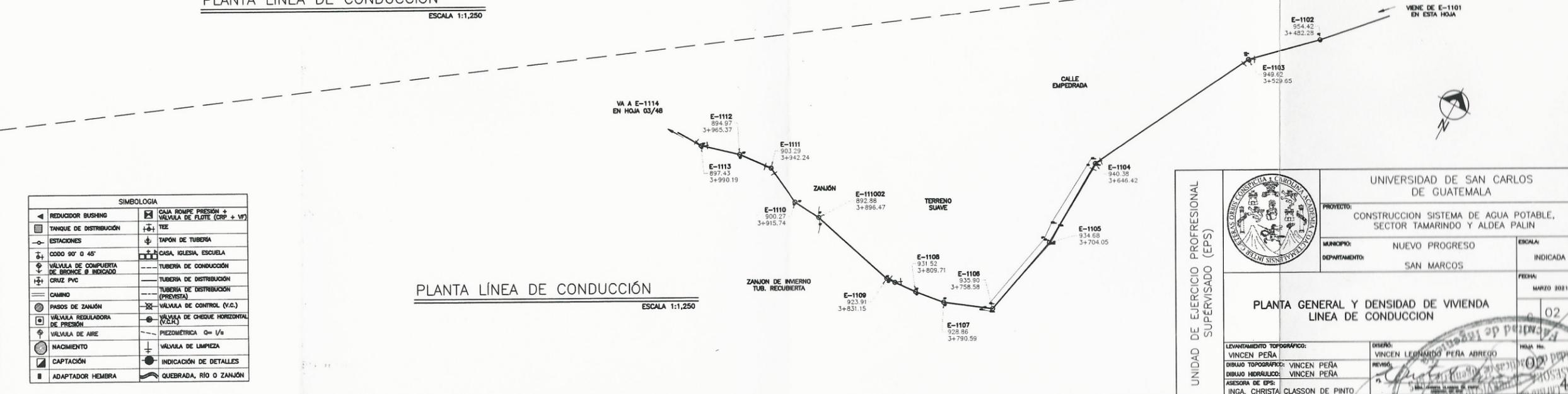
PLANTA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

ESCALA 1:1,250



PLANTA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

ESCALA 1:1,250



SIMBOLOGIA	
REDUCCION BUSHING	CAJA ROMPE PRESION + VALVULA DE FLUJO (GRP + V)
TANQUE DE DISTRIBUCION	TEE
ESTACIONES	TAPON DE TUBERIA
CODO 90° O 45°	CASA, IGLESIA, ESCUELA
VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE Ø INDICADO	TUBERIA DE CONDUCCION
CRUZ PVC	TUBERIA DE DISTRIBUCION
CAMINO	TUBERIA DE DISTRIBUCION (PREVISTA)
PASOS DE ZANJÓN	VALVULA DE CONTROL (V.C.)
VALVULA REGULADORA DE PRESION	VALVULA DE CHEQUE HORIZONTAL (V.C.H.)
VALVULA DE AIRE	PIEZOMETRICA Q= V/s
NACIMIENTO	VALVULA DE LIMPIEZA
CAPTACION	INDICACION DE DETALLES
ADAPTADOR HEMBRA	QUEBRADA, RIO O ZANJÓN

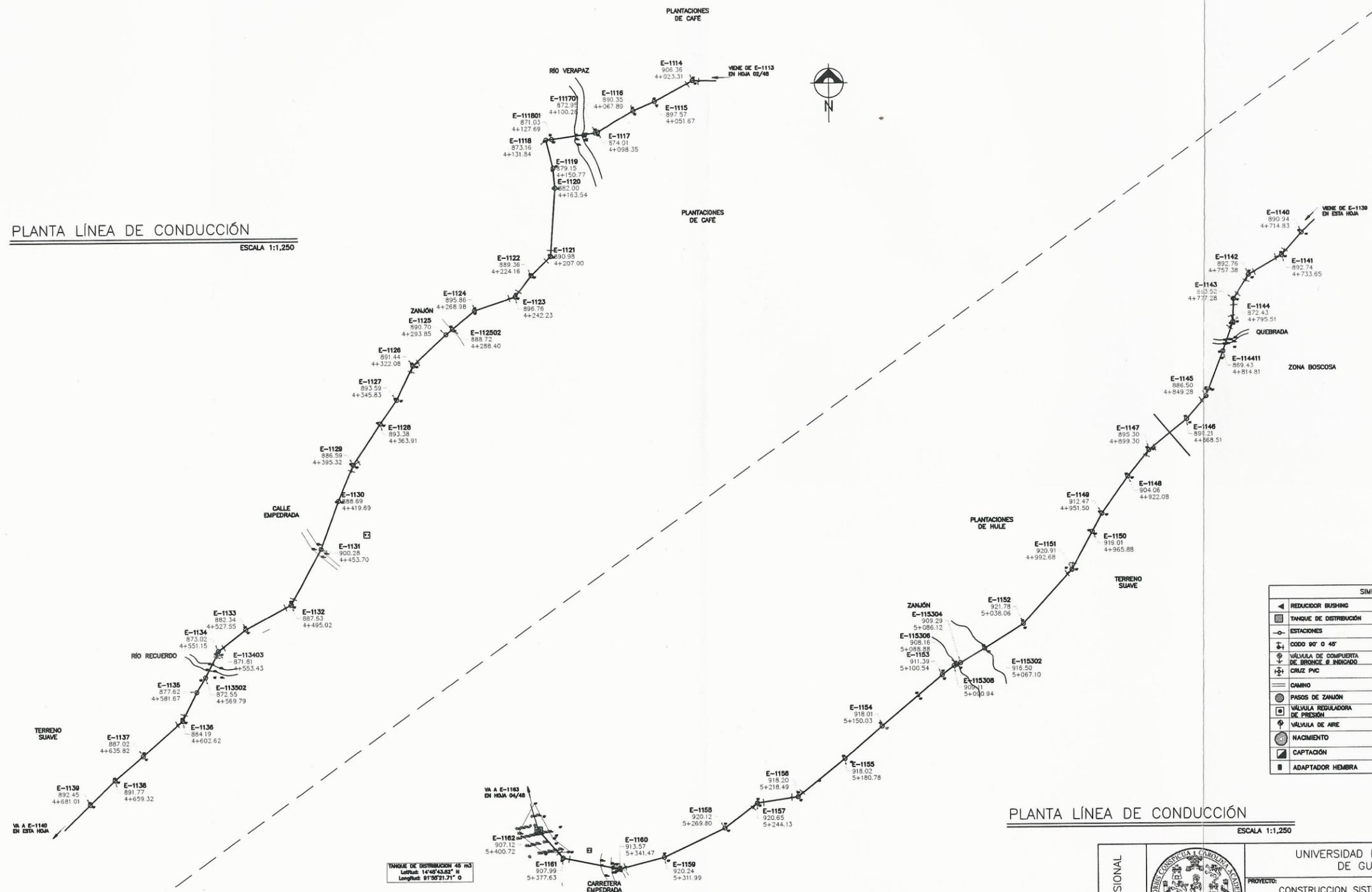
PLANTA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

ESCALA 1:1,250

UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN	
		MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO	ESCALA: INDICADA
		DEPARTAMENTO: SAN MARCOS	FECHA: MARZO 2021
		PLANTA GENERAL Y DENSIDAD DE VIVIENDA LINEA DE CONDUCCION	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA	DISEÑO: VINCEN LEONARDO PERA ABREGO	TRAMA No.	02
DIBUJO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA	REVISOR:		
DIBUJO HIDRAULICO: VINCEN PERA	ASESORA DE EPS: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO		

PLANTA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

ESCALA 1:1,250



SIMBOLOGIA	
REDUCTOR BUSHING	CAJA ROMPE PRESIÓN + VÁLVULA DE FLOTE (CRP + VF)
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	TEE
ESTACIONES	TAPÓN DE TUBERÍA
CODO 90° O 45°	CASA, IGLESIA, ESCUELA
VÁLVULA DE COMPUERTA DE BRONCE 8 INCHADO	TUBERÍA DE CONDUCCIÓN
CRUZ PVC	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN (PREVISTA)
CAMINO	TUBERÍA DE CONTROL (V.C.)
PASOS DE ZANAJÓN	VÁLVULA DE CHEQUE HORIZONTAL (V.C.H.)
VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN	PREZOMÉTRICA Q= 1/4"
VÁLVULA DE AIRE	VÁLVULA DE LIMPIEZA
NACIMIENTO	INDICACIÓN DE DETALLES
CAPTACIÓN	QUEBRADA, RÍO O ZANAJÓN
ADAPTADOR HEMBRA	

PLANTA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

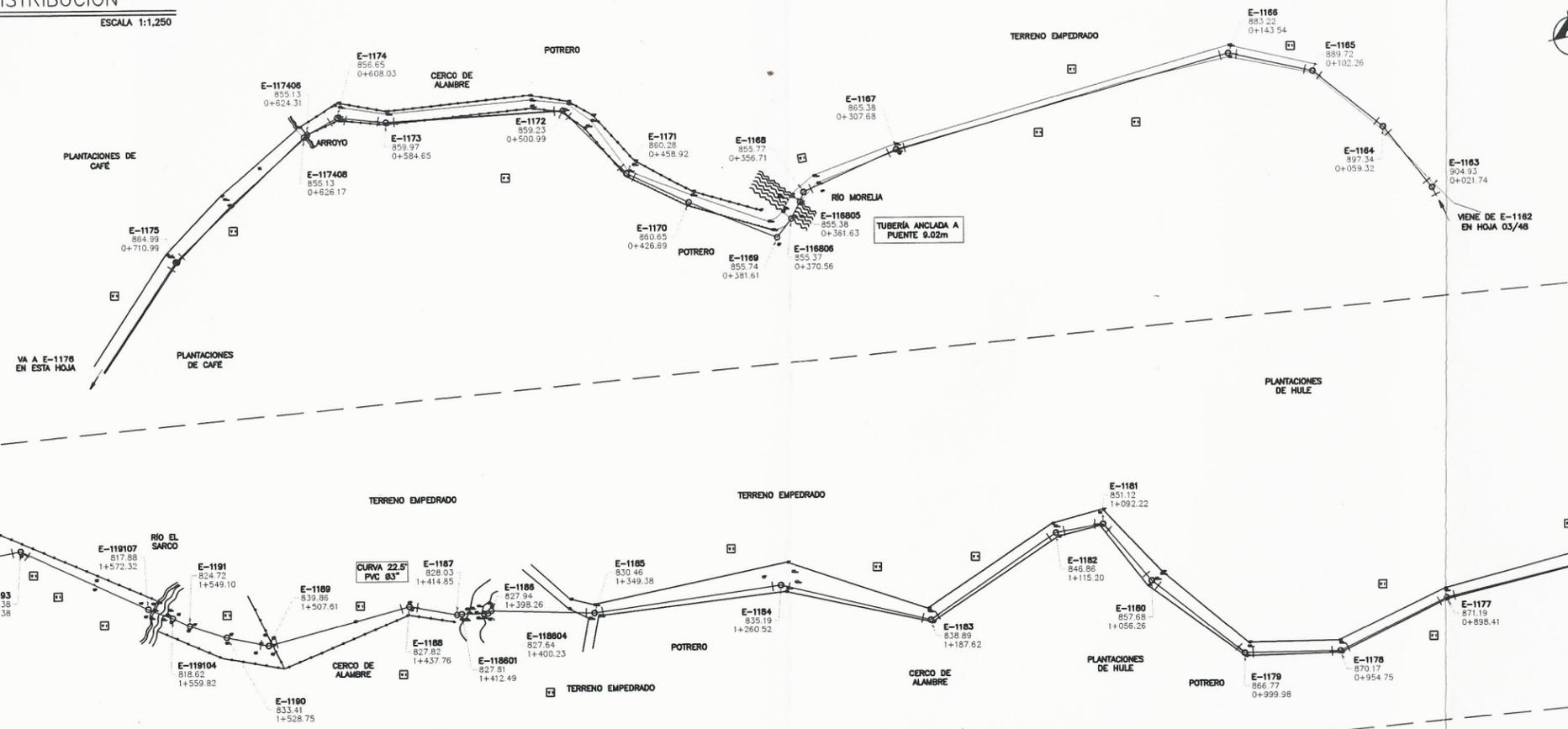
ESCALA 1:1,250

TANQUE DE DISTRIBUCION 48 m3
 Latitud: 14°48'43.82" N
 Longitud: 91°50'31.71" O

UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)	 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN	
	MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO DEPARTAMENTO: SAN MARCOS	ESCALA: INDICADA FECHA: MARZO 2021
	PLANTA GENERAL Y DENSIDAD DE VIVENDA LINEA DE CONDUCCION	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA DIBUJO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA DIBUJO HIDRAULICO: VINCEN PERA ASESORA DE EPS: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO	USUARIO: VINCEN LEONARDO PERA ABREGO REVISOR:	HOJA No. 03 12 46

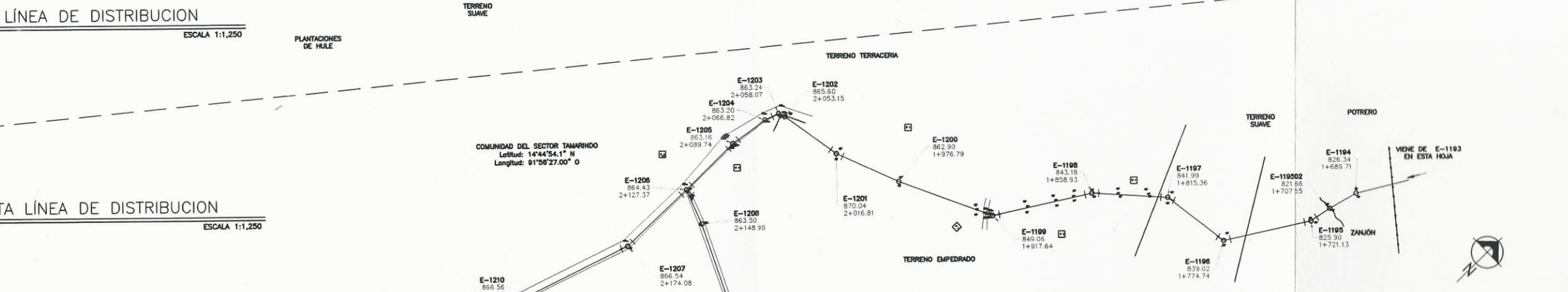
PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCION

ESCALA 1:1,250



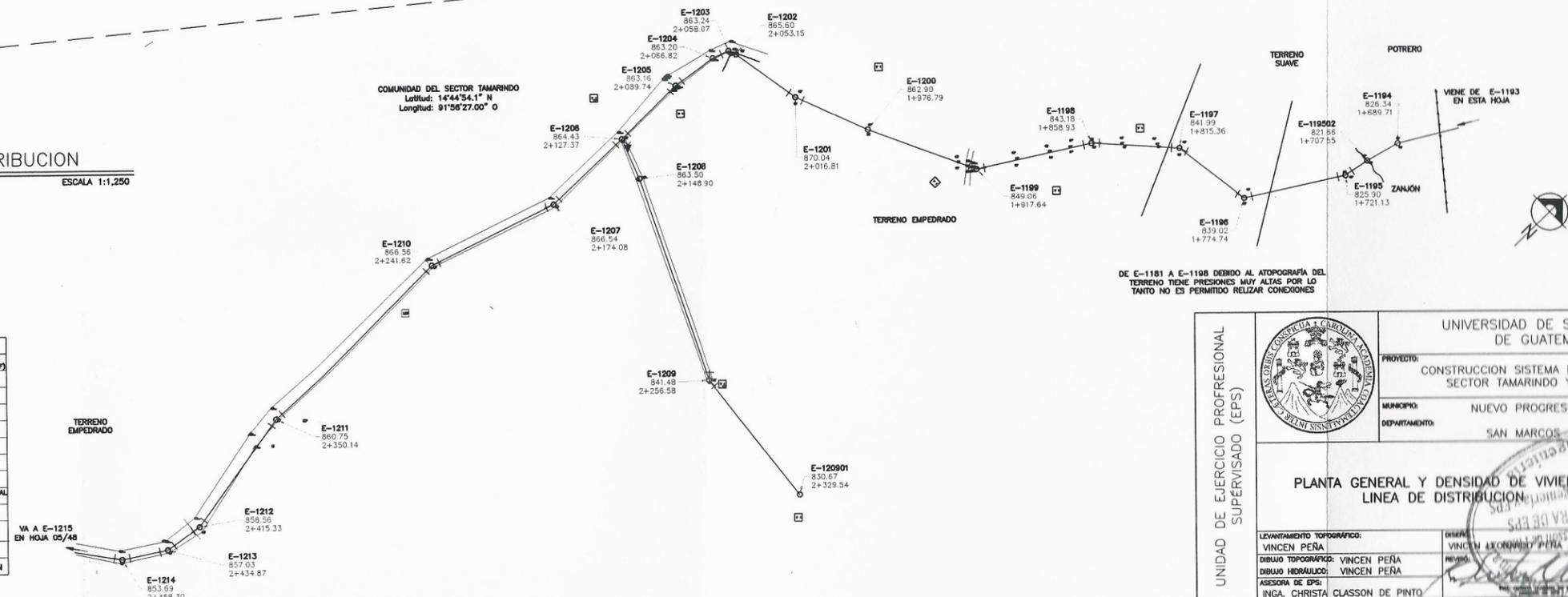
PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCION

ESCALA 1:1,250



PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCION

ESCALA 1:1,250



SIMBOLOGIA	
REDUCTOR BUSHING	CAMA ROMPE PRESION + VALVULA DE FLOTE (CRP + VF)
TANQUE DE DISTRIBUCION	TEE
ESTACIONES	TAPON DE TUBERIA
CODO 90° O 45°	CASA, IGLESIA, ESCUELA
VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE 8" INDICADO	TUBERIA DE CONDUCCION
CRUZ PVC	TUBERIA DE DISTRIBUCION
CAMINO	TUBERIA DE DISTRIBUCION (PREVISTA)
PASOS DE ZANJÓN	VALVULA DE CONTROL (V.C.)
VALVULA REGULADORA DE PRESION	VALVULA DE CHEQUE HORIZONTAL (V.C.H.)
VALVULA DE AIRE	PIEZOMETRICA Q= 1/8"
NACIMIENTO	VALVULA DE LIMPIEZA
CAPTACION	INDICACION DE DETALLES
ADAPTADOR HEMBRA	QUEBRADA, RIO O ZANJÓN

UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN	
MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO	EROGADA: INDICADA
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS	

PLANTA GENERAL Y DENSIDAD DE VIVIENDA
LINEA DE DISTRIBUCION

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: VINCENT PERA

DIBUJO TOPOGRAFICO: VINCENT PERA

DIBUJO HIDRAULICO: VINCENT PERA

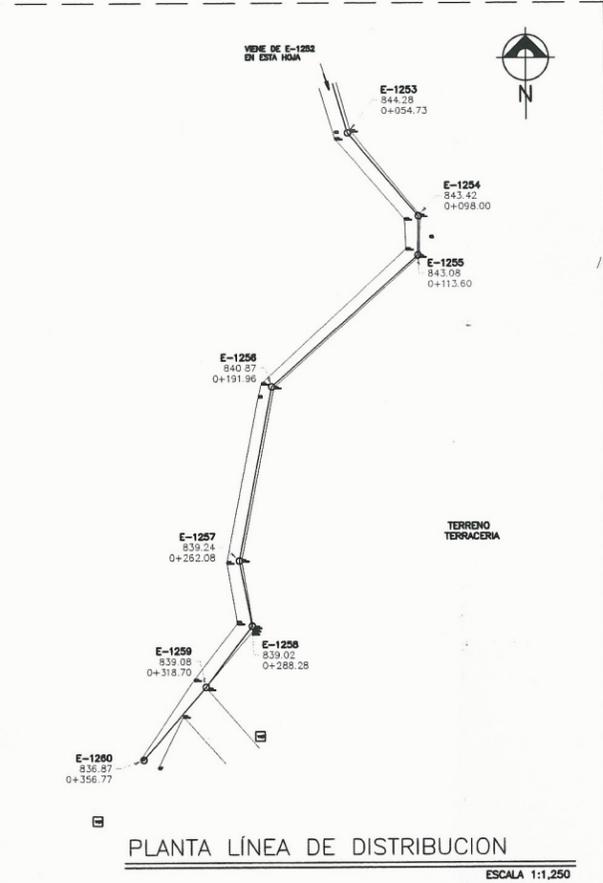
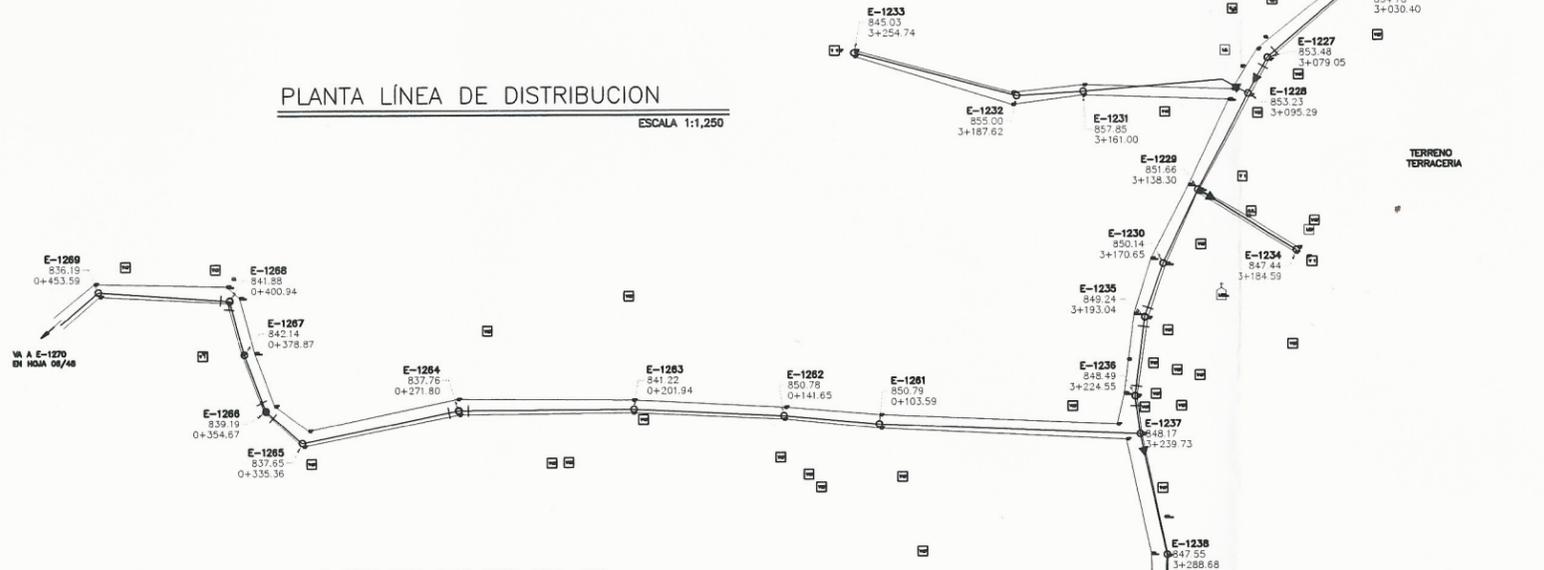
ASESORA DE EPS: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO

FECHA: MARZO 2021

HOJA: 04

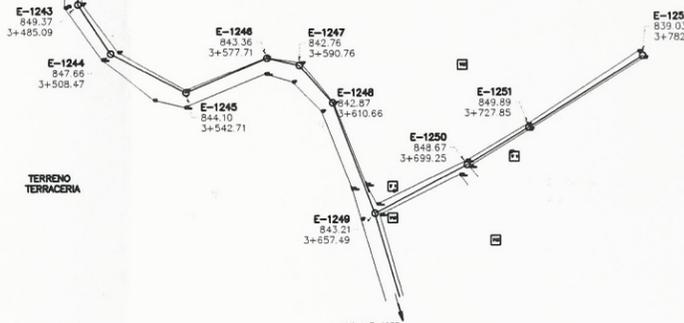
46

PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCION
ESCALA 1:1,250

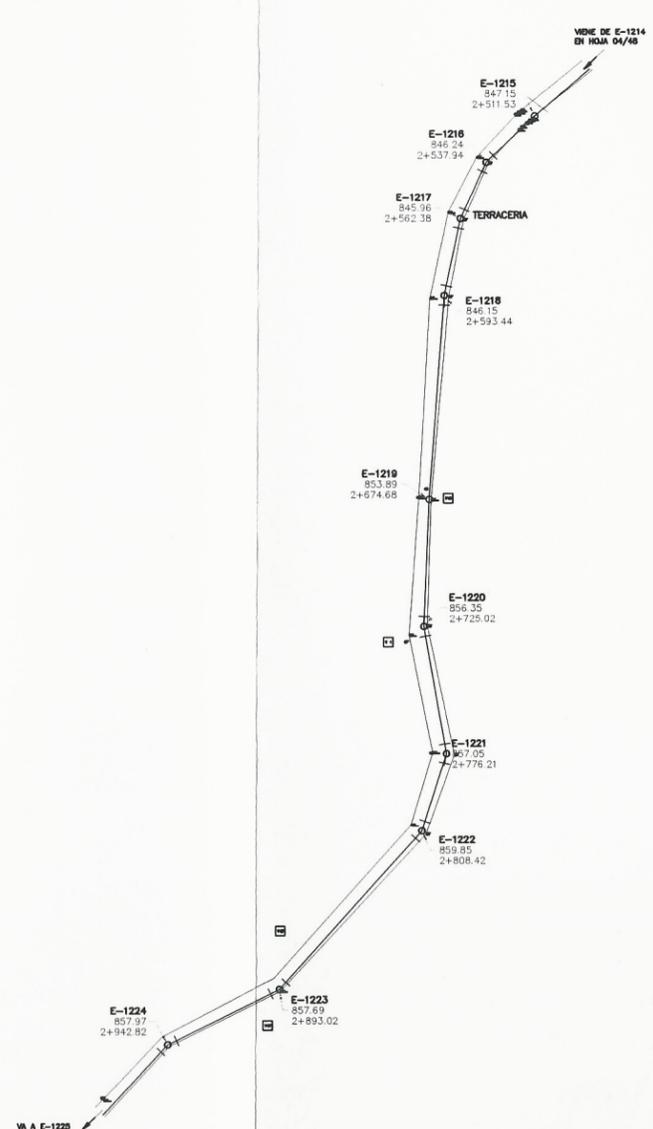


PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCION
ESCALA 1:1,250

SIMBOLOGIA	
◀ REDUCIDOR BUSHING	⊕ CAJA ROMPE PRESIÓN + VALVULA DE FLOTE (CRP + VF)
□ TANQUE DE DISTRIBUCION	⊕ TEE
○ ESTACIONES	⊕ TAPÓN DE TUBERIA
⊕ CODO 90° O 45°	⊕ CASA, IGLESIA, ESCUELA
⊕ VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE # INDICADO	⊕ TUBERIA DE CONDUCCION
⊕ CRUZ PVC	⊕ TUBERIA DE DISTRIBUCION
⊕ CAMINO	⊕ TUBERIA DE DISTRIBUCION (PREVISTA)
⊕ PASOS DE ZANAJÓN	⊕ VALVULA DE CONTROL (V.C.)
⊕ VALVULA REGULADORA DE PRESION	⊕ VALVULA DE CHEQUE HORIZONTAL (V.C.H.)
⊕ VALVULA DE AIRE	⊕ PIEZOMETRICA Q= 1/8
⊕ NACIMIENTO	⊕ VALVULA DE LIMPIEZA
⊕ CAPTACION	⊕ INDICACION DE DETALLES
⊕ ADAPTADOR HEMBRA	⊕ QUEBRADA, RIO O ZANAJÓN



PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCION
ESCALA 1:1,250



UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO:
CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN

MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO

DEPARTAMENTO: SAN MARCÓS

PLANTA GENERAL Y DENSIDAD DE VIVIENDA LINEA DE DISTRIBUCION

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: VINCEN PEÑA

DISEÑO TOPOGRAFICO: VINCEN PEÑA

DISEÑO HIDRAULICO: VINCEN PEÑA

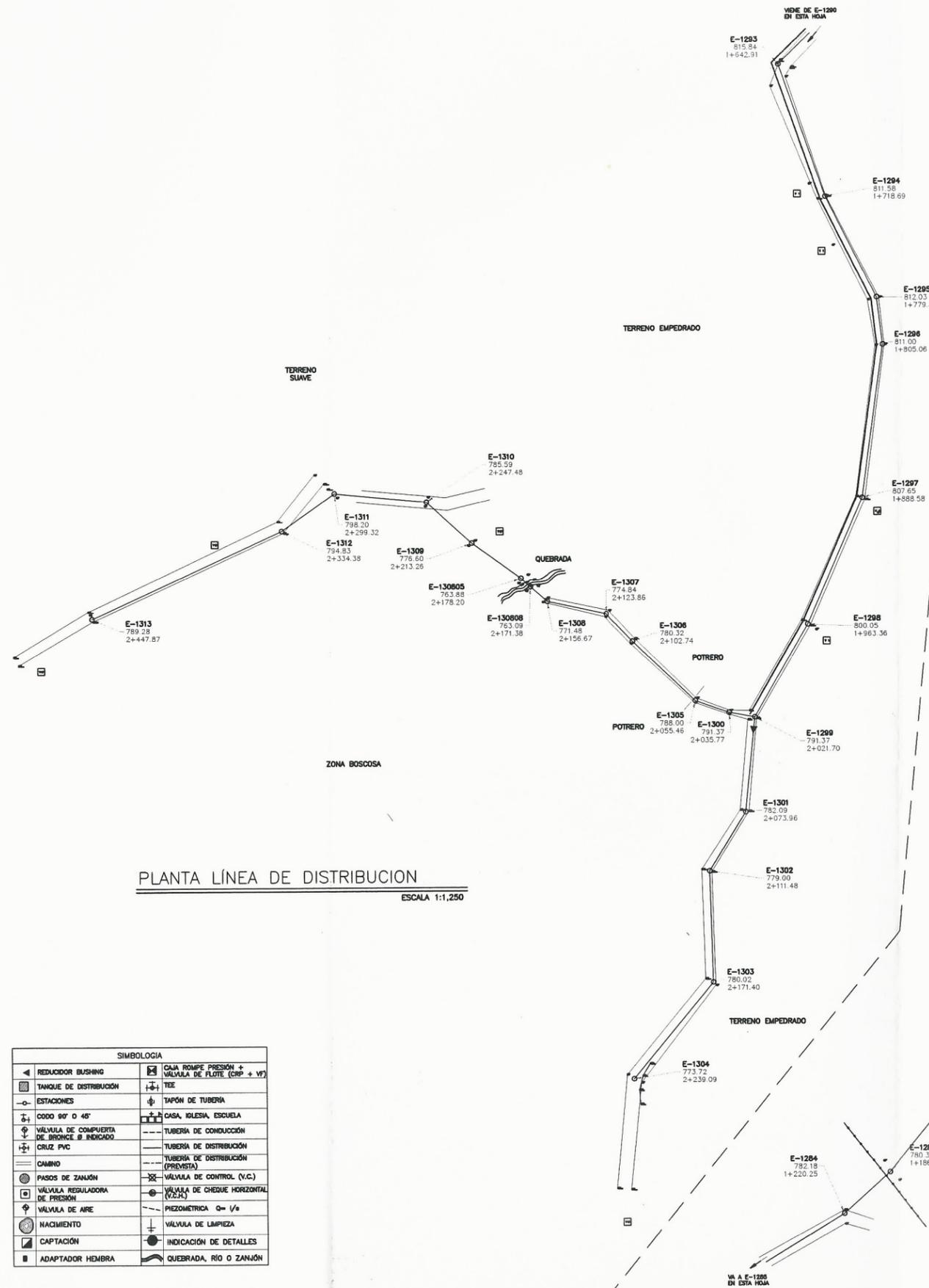
ASESORA DE EPS: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO

FECHA: MARZO 2021

HOJA: 05

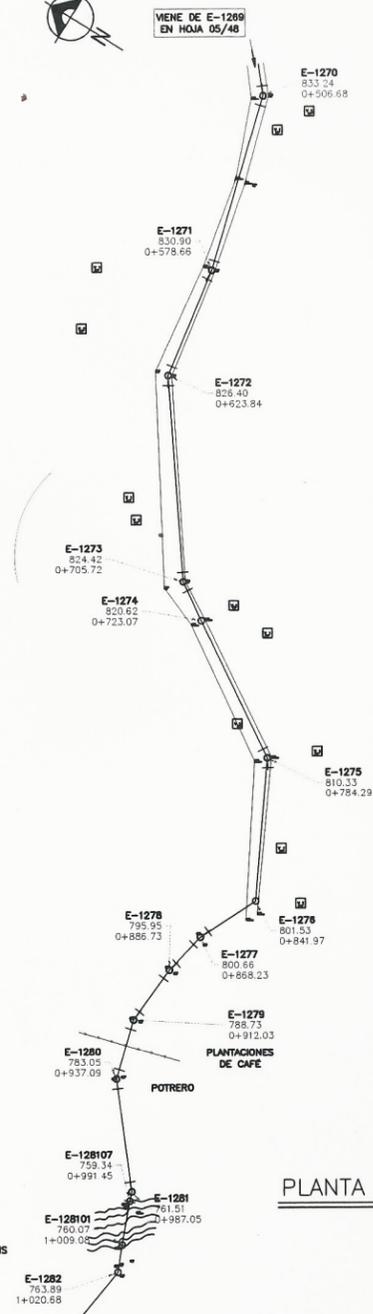
DE: 12

DE: 46

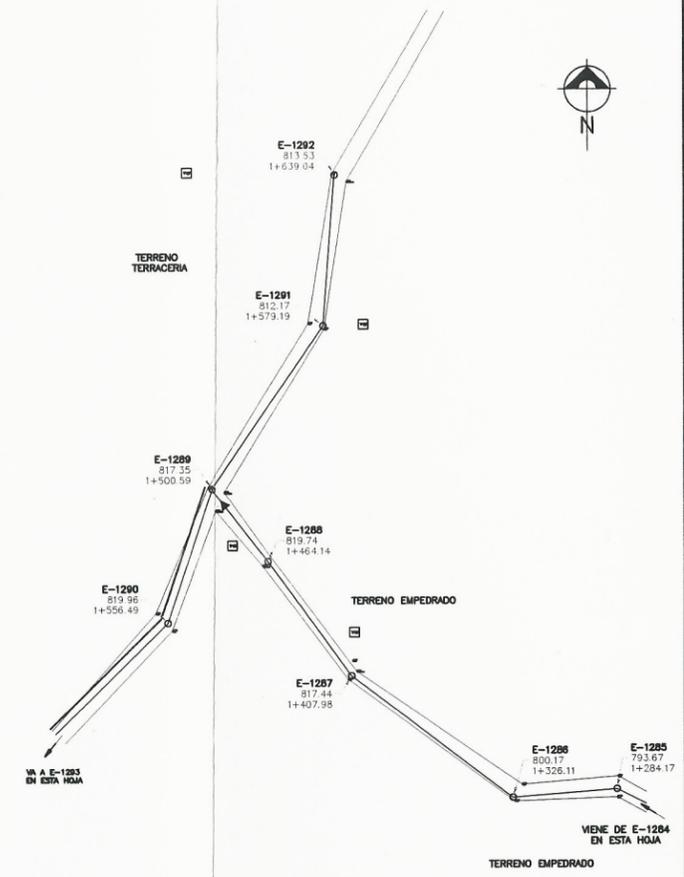


PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCION
ESCALA 1:1,250

SIMBOLOGIA	
REDUCTOR BUSHING	CAJA ROMPE PRESIÓN + VALVULA DE FLOTE (CRP + VF)
TANQUE DE DISTRIBUCION	TEE
ESTACIONES	TAPÓN DE TUBERIA
CORDO 90° O 45°	CASA, IGLESIA, ESCUELA
VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE 8 INDICADO	TUBERIA DE CONDUCCION
CRUZ PVC	TUBERIA DE DISTRIBUCION
CAMINO	TUBERIA DE DISTRIBUCION (PRELISTA)
PASOS DE ZANAJÓN	VALVULA DE CONTROL (V.C.)
VALVULA REGULADORA DE PRESION	VALVULA DE CHEQUE HORIZONTAL (V.C.H.)
VALVULA DE AIRE	PIEZOMETRICA Q= 1/8
NACIMIENTO	VALVULA DE LIMPIEZA
CAPTACION	INDICACION DE DETALLES
ADAPTADOR HEMBRA	QUEBRADA, RIO O ZANAJÓN



PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCION
ESCALA 1:1,250

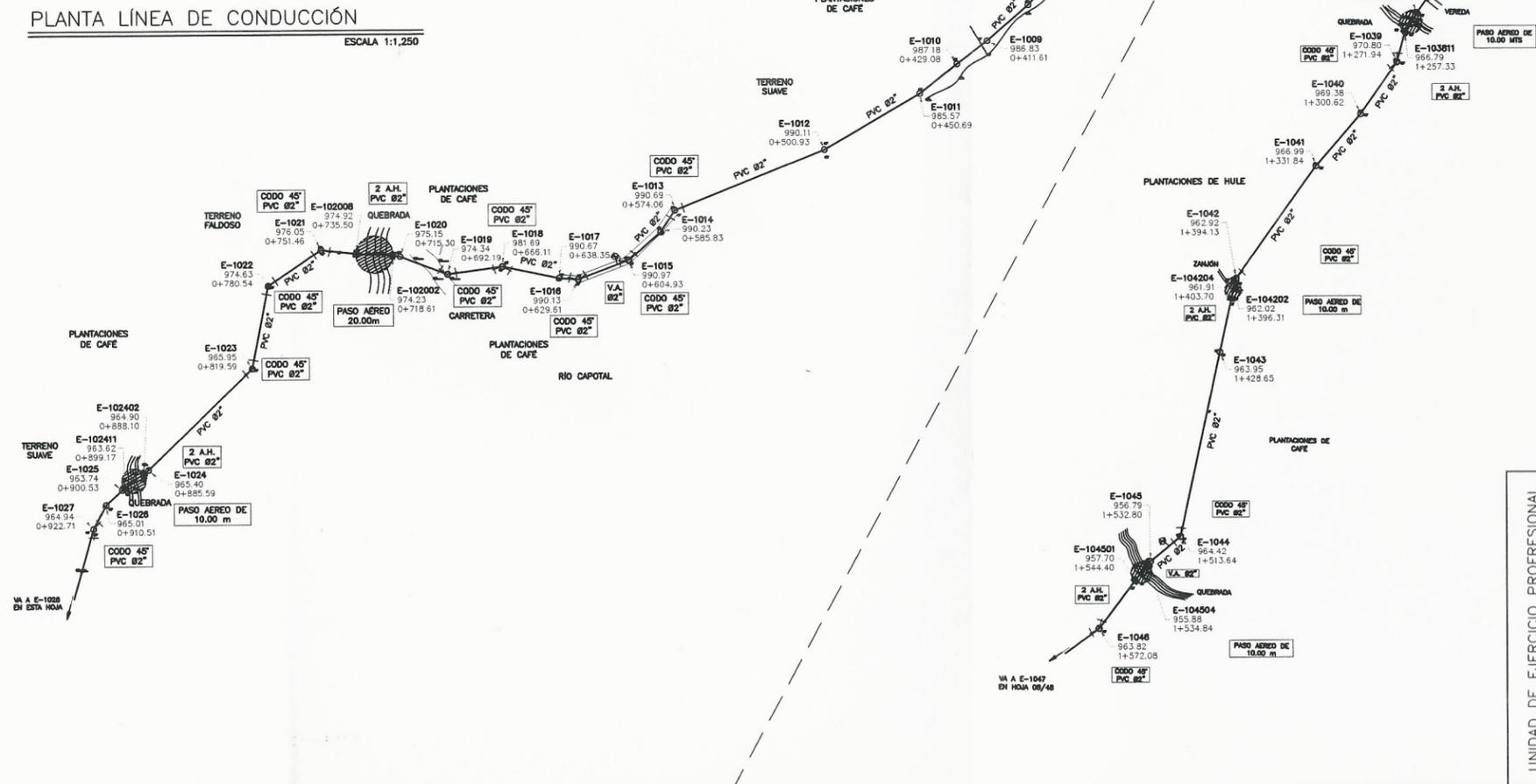


PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCION
ESCALA 1:1,250

UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN	
	MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO	ESCALA: INDICADA	
	DEPARTAMENTO: SAN MARCOS	FECHA: MARZO 2021	
PLANTA GENERA Y DENSIDAD DE VIVIENDA LINEA DE DISTRIBUCION			G 06 12 46
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: VINCEN PEÑA DISEÑO TOPOGRAFICO: VINCEN PEÑA DISEÑO HIDRAULICO: VINCEN PEÑA ASESORA DE EPS: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO			

PLANTA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

ESCALA 1:1,250



PLANTA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

ESCALA 1:1,250

SIMBOLOGÍA	
REDUCIDOR BUSHING	CAJA ROMPE PRESIÓN + VALVULA DE FLOTE (CRP + VF)
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	TEE
ESTACIONES	TAPÓN DE TUBERÍA
CODDO 90° O 45°	CASA, IGLESIA, ESCUELA
VALVULA DE COMPUERTA DE BRENDA E INEGUADO	TUBERÍA DE CONDUCCIÓN
CRUZ PVC	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN (PREVISTA)
CAMINO	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN (PREVISTA)
PASOS DE ZANJÓN	VALVULA DE CONTROL (V.C.)
VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN	VALVULA DE CHEQUE HORIZONTAL (V.C.H.)
VALVULA DE AIRE	PIEZOMÉTRICA 0= 1/2
NACIMIENTO	VALVULA DE LIMPIEZA
CAPTACIÓN	INDICACIÓN DE DETALLES
ADAPTADOR HEMBRA	QUEBRADA, RÍO O ZANJÓN

UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)

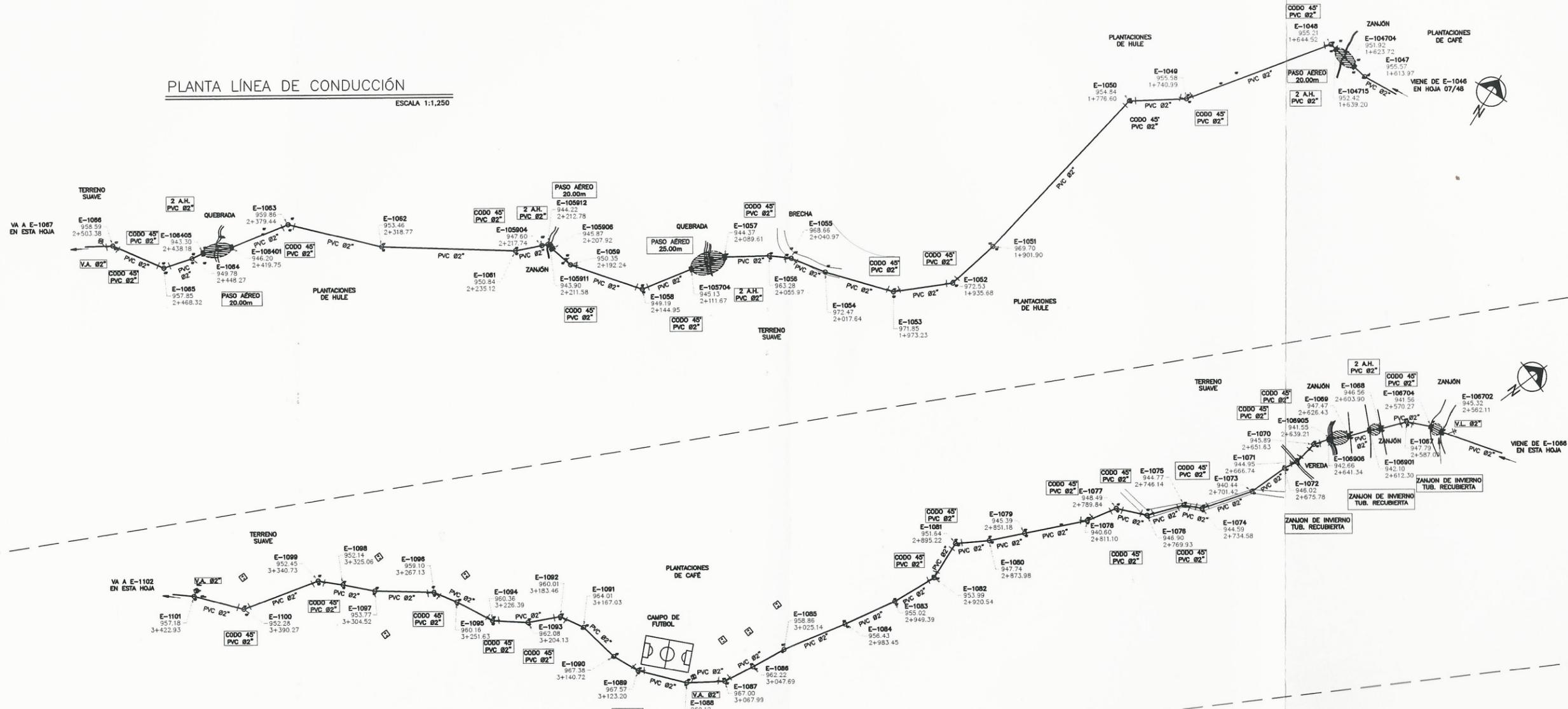


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
PROYECTO:	CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN
MUNICIPIO:	NUOVO PROGRESO
DEPARTAMENTO:	SAN MARCOS
INDICADA	FECHA: MARZO 2021

DISEÑO HIDRAULICO LINEA DE CONDUCCION	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	VINCEN PERA
DISEÑO:	VINCEN LEONARDO PERA ARRIAS
DIBUJO TOPOGRAFICO:	VINCEN PERA
DIBUJO HIDRAULICO:	VINCEN PERA
ASESORA DE EPS:	INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO

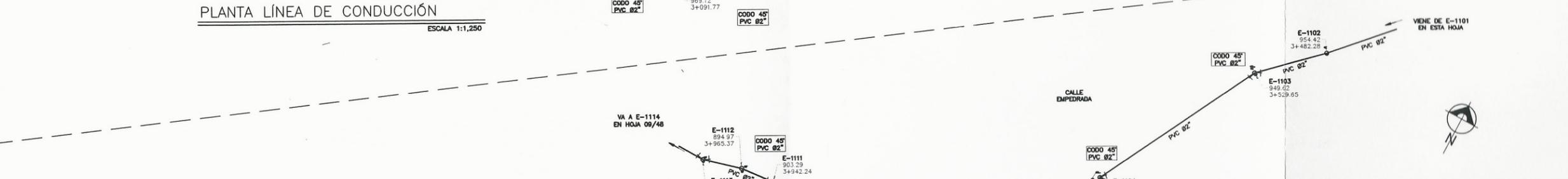
PLANTA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

ESCALA 1:1,250



PLANTA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

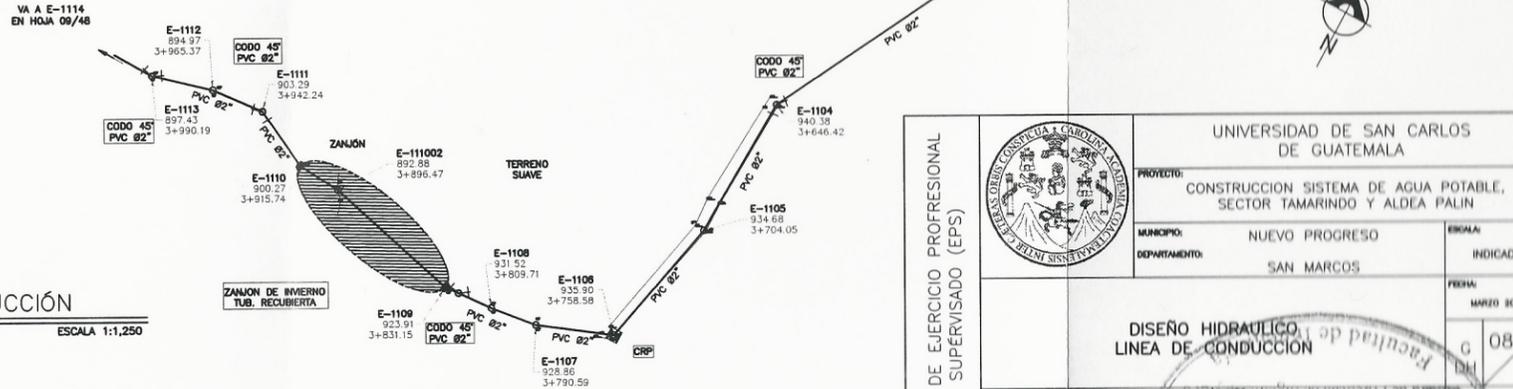
ESCALA 1:1,250



SIMBOLOGÍA	
REDUCIDOR BUSHING	CAJA ROMPE PRESIÓN + VÁLVULA DE FLUJO (CRP + VF)
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	TET
ESTACIONES	TAPÓN DE TUBERÍA
CODO 90° O 45°	CASA, IGLESIA, ESCUELA
VÁLVULA DE COMPUERTA DE BRONCE O INDICADO	TUBERÍA DE CONDUCCIÓN
CRUZ PVC	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN (PRESTA)
CAMINO	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN (PRESTA)
PASOS DE ZANJÓN	VÁLVULA DE CONTROL (V.C.)
VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN	VÁLVULA DE CHEQUE HORIZONTAL (V.C.H.)
VÁLVULA DE AIRE	PIEZOMÉTRICA Q= V/s
NACIMIENTO	VÁLVULA DE LIMPIEZA
CAPTACIÓN	INDICACIÓN DE DETALLES
ADAPTADOR HEMBRA	QUEBRADA, RÍO O ZANJÓN

PLANTA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

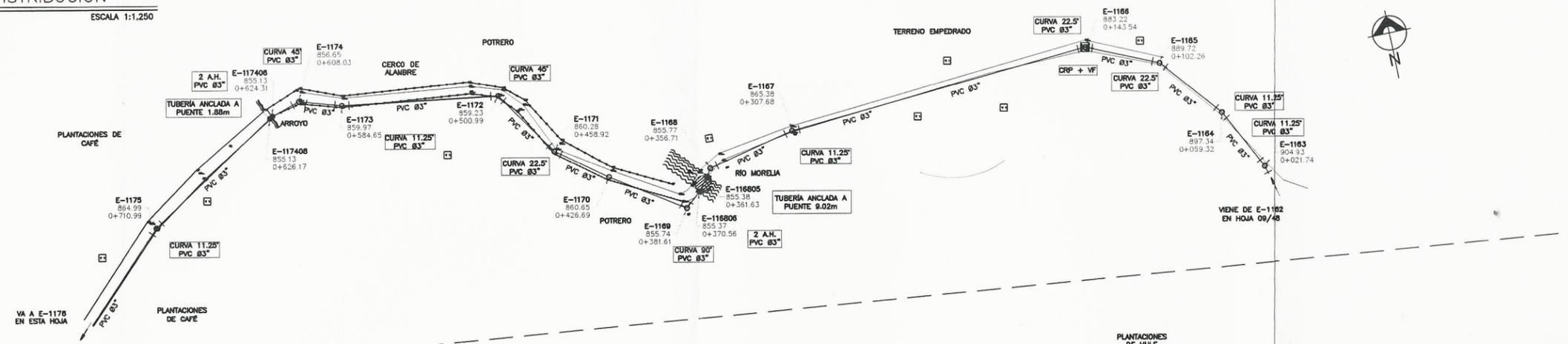
ESCALA 1:1,250



UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN	
		MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO	ESCALA: INDICADA
		DEPARTAMENTO: SAN MARCOS	FECHA: MARZO 2021
		DISEÑO HIDRAULICO, LINEA DE CONDUCCION	
		LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: VINCENTE PERA DISEÑO TOPOGRAFICO: VINCENTE PERA DISEÑO HIDRAULICO: VINCENTE PERA ASESORA DE EPS: INGA. CHRISTA CLASION DE PINTO	
		46	

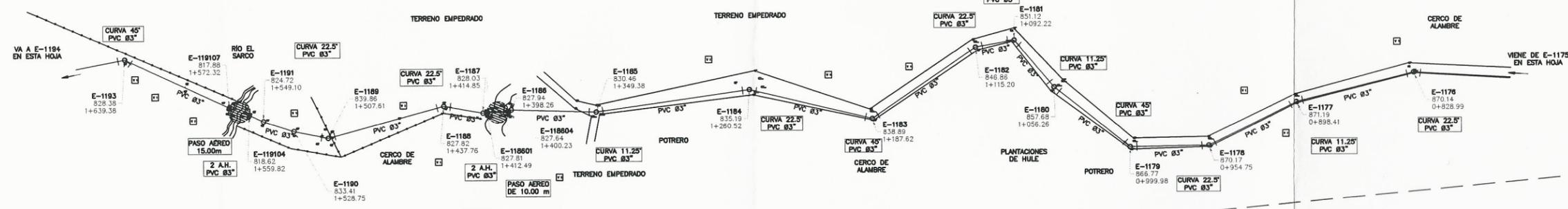
PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCION

ESCALA 1:1,250



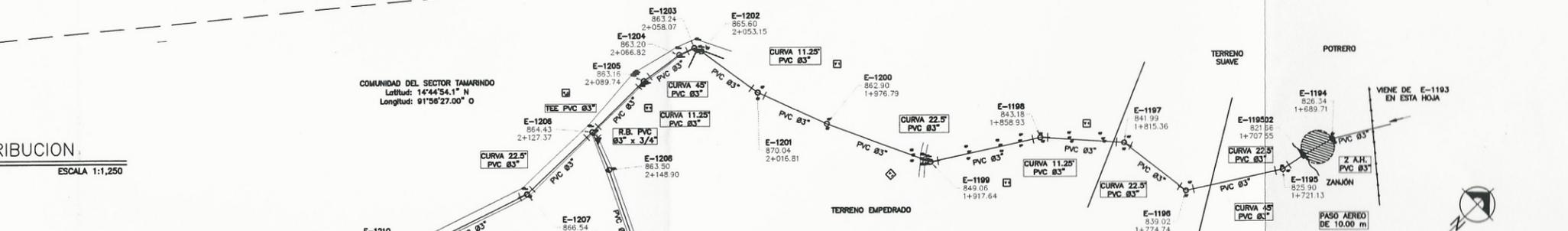
PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCION

ESCALA 1:1,250



PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCION

ESCALA 1:1,250



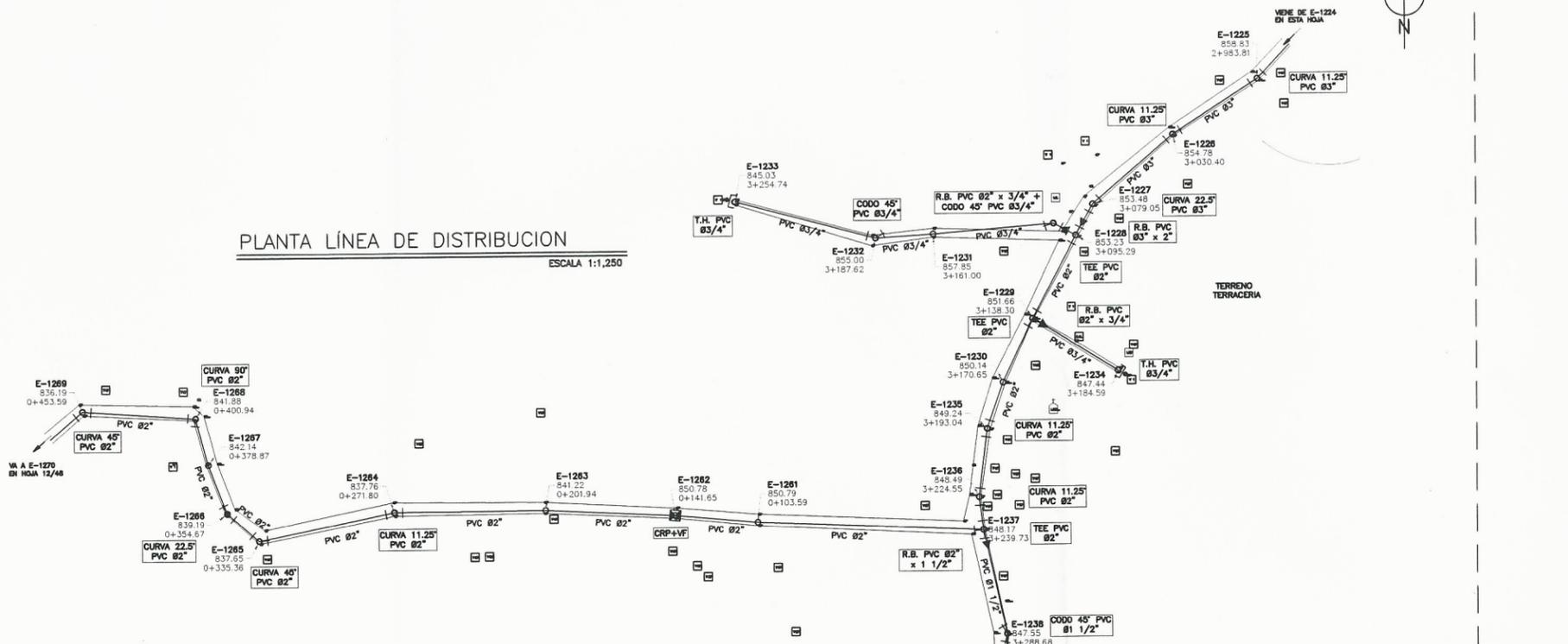
SIMBOLOGIA	
REDUCIDOR BUSHING	CAJA ROMPE PRESION + VALVULA DE FLOTE (CRP + VF)
TANQUE DE DISTRIBUCION	TEE
ESTACIONES	TAPON DE TUBERIA
CODO 90° O 45°	CASA, IGLESIA, ESCUELA
VALVULA DE COMPUERTA DE PRESION O INDICADO	TUBERIA DE CONDUCCION
CRUZ PVC	TUBERIA DE DISTRIBUCION
CAMINO	TUBERIA DE DISTRIBUCION (PREVISTA)
PASOS DE ZANJON	VALVULA DE CONTROL (V.C.)
VALVULA REGULADORA DE PRESION	VALVULA DE CHEQUE HORIZONTAL (V.C.H.)
VALVULA DE AIRE	PIEZOMETRICA Q=1/4
NACIMIENTO	VALVULA DE LIMPIEZA
CAPTACION	INDICACION DE DETALLES
ADAPTADOR HEMBRA	QUEBRADA, RIO O ZANJON

DE E-1181 A E-1198 DEBIDO AL ATOPOGRAFIA DEL TERRENO TIENE PRESIONES MUY ALTAS POR LO TANTO NO ES PERMITIDO RELIZAR CONEXIONES

UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN	
FECHA: MARZO 2021	MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO	ESCALA: INDICADA
	DEPARTAMENTO: SAN MARCOS	
DISEÑO HIDRAULICO DE LINEA DE DISTRIBUCION		10
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA		12
DISEÑO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA		
DISEÑO HIDRAULICO: VINCEN PERA		
ASESORA DE EPS: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO		46

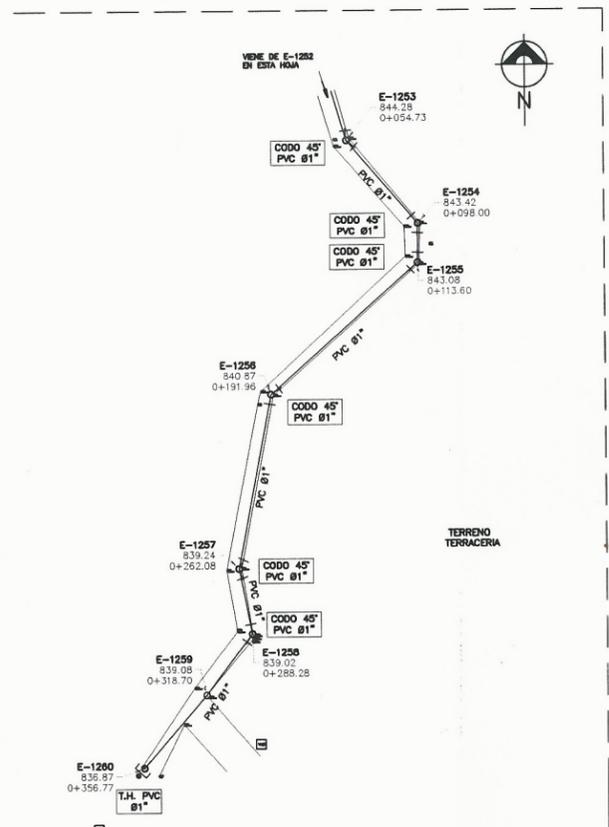
PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCION

ESCALA 1:1,250



PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCION

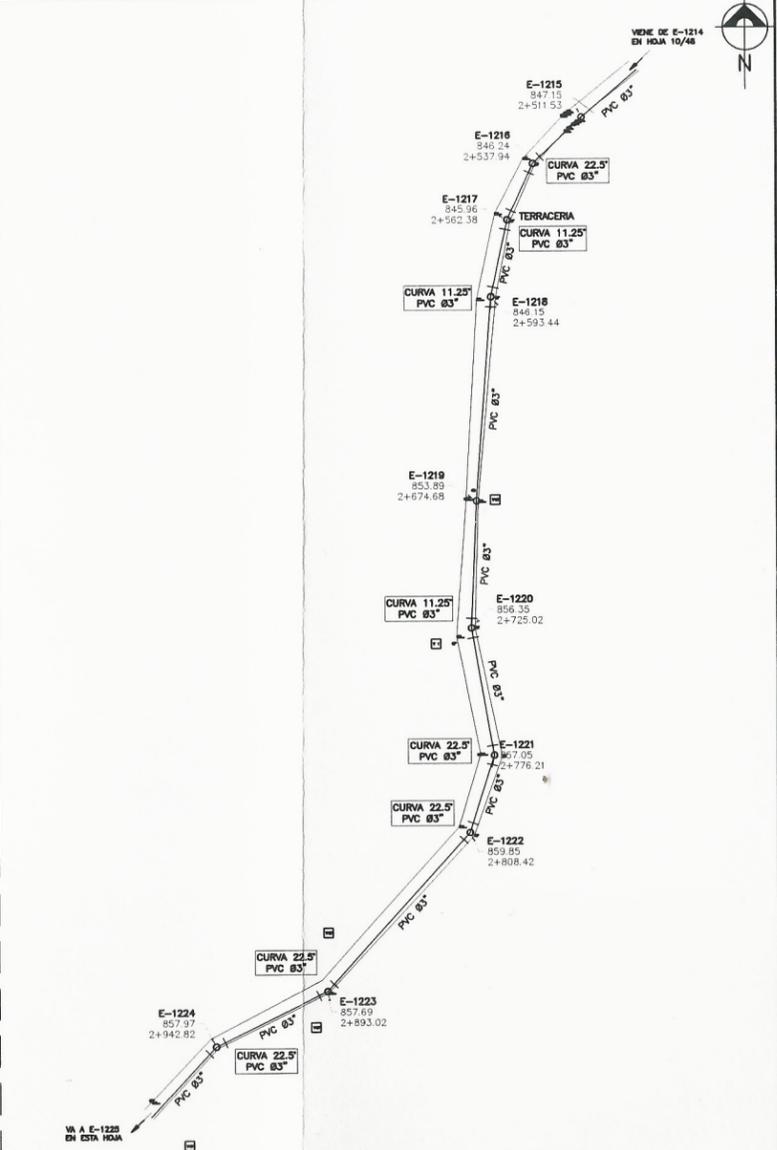
ESCALA 1:1,250



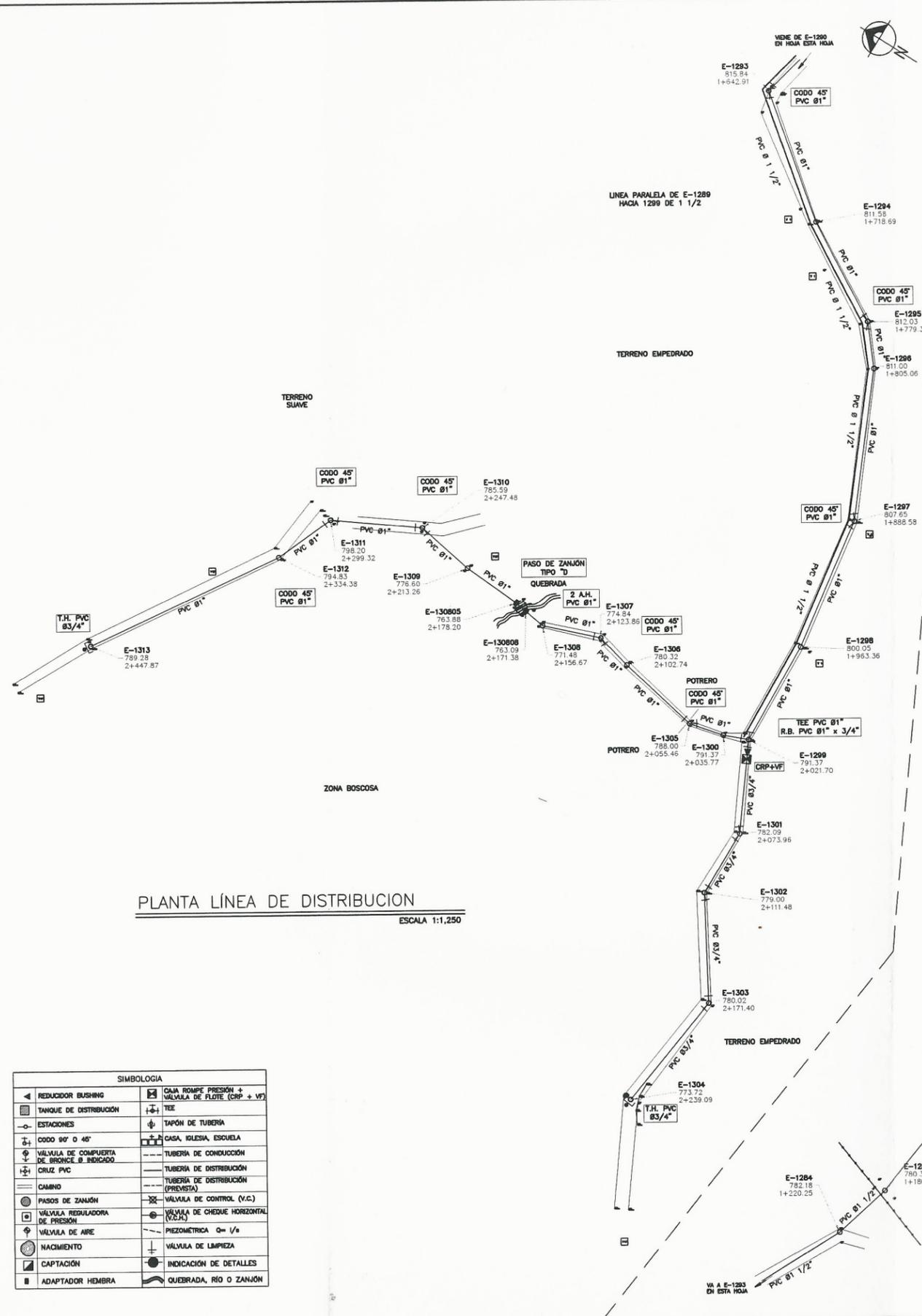
SIMBOLOGIA	
◀ REDUCIDOR BUSHING	☒ CAMA BOMBE PRESIÓN + VALVULA DE FLOTÉ (CRP + VF)
◻ TANQUE DE DISTRIBUCION	⊕ TEE
○ ESTACIONES	⊕ TAPON DE TUBERIA
⊕ CODO 90° O 45°	☒ CASA, IGLESIA, ESCUELA
⊕ VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE # INDICADO	⊕ TUBERIA DE CONDUCCION
⊕ CRUZ PVC	⊕ TUBERIA DE DISTRIBUCION
⊕ CAMINO	⊕ TUBERIA DE DISTRIBUCION (PREVISTA)
⊕ PASOS DE ZANJON	⊕ VALVULA DE CONTROL (V.C.)
⊕ VALVULA REGULADORA DE PRESION	⊕ VALVULA DE CHEQUE HORIZONTAL (V.C.H.)
⊕ VALVULA DE AIRE	⊕ PIEZOMETRICA Q= 1/8"
⊕ NACIMIENTO	⊕ VALVULA DE LIMPIEZA
⊕ CAPTACION	⊕ INDICACION DE DETALLES
⊕ ADAPTADOR HEMBRA	⊕ QUEBRADA, RIO O ZANJON

PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCION

ESCALA 1:1,250

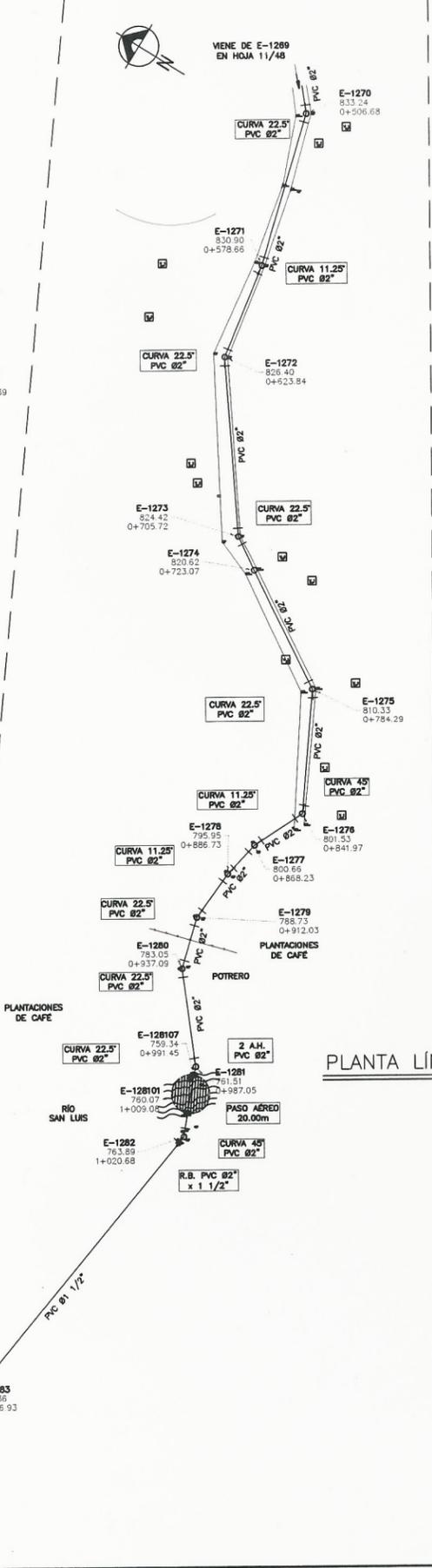


UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN	
	MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO		ESCALA: INDICADA
	DEPARTAMENTO: SAN MARCOS		FECHA: ENERO 2020
DISEÑO HIDRAULICO LINEA DE DISTRIBUCION			
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: VINCEN PEÑA DISEÑO TOPOGRAFICO: VINCEN PEÑA ASESORA DE EPS: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO		REVISADO: VINCEN LEONARDO PERA ARRIEGO ASESORA DE EPS: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO	
		46	

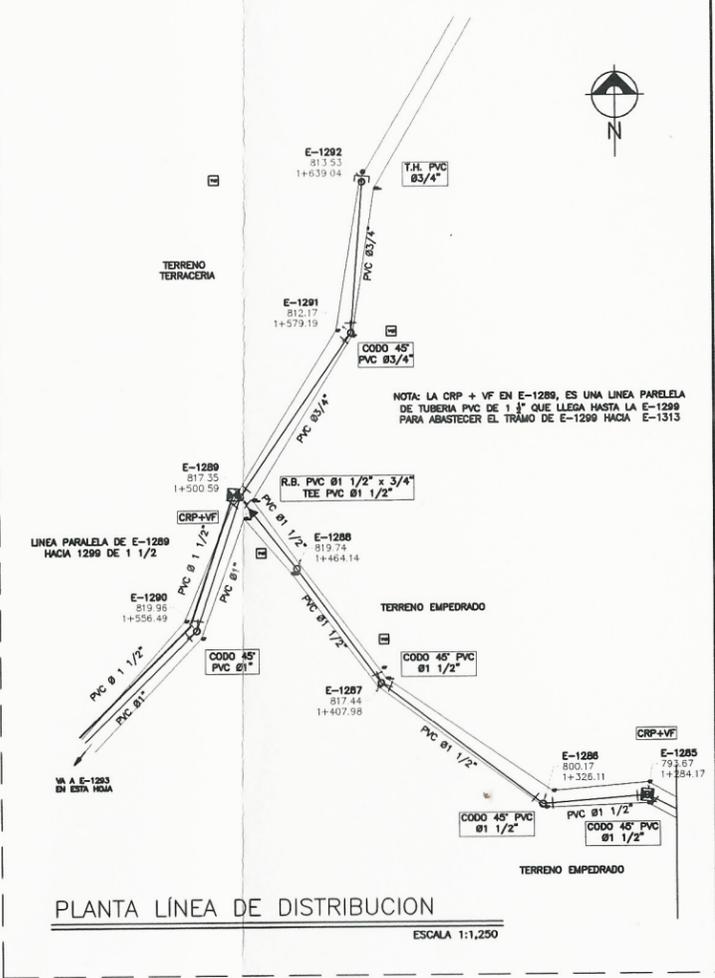


PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCION
ESCALA 1:1,250

SIMBOLOGIA	
REDUCTOR BUSHING	CAJA ROMPE PRESION + VALVULA DE FLOTE (CRP + VF)
TANQUE DE DISTRIBUCION	TEE
ESTACIONES	TAPON DE TUBERIA
CODO 90° o 45°	CASA, IGLESIA, ESCUELA
VALVULA DE COMPUERTA DE SERVIDOR O INDICADO	TUBERIA DE CONDUCCION
CRUZ PVC	TUBERIA DE DISTRIBUCION
CAMINO	TUBERIA DE DISTRIBUCION (PREVISTA)
PASOS DE ZANJON	VALVULA DE CONTROL (V.C.)
VALVULA REGULADORA DE PRESION	VALVULA DE CHEQUE HORIZONTAL (V.C.H.)
VALVULA DE AIRE	PIEZOMETRICA Q=1/2
NACIMIENTO	VALVULA DE LIMPIEZA
CAPTACION	INDICACION DE DETALLES
ADAPTADOR HEMBRA	QUEBRADA, RIO O ZANJON



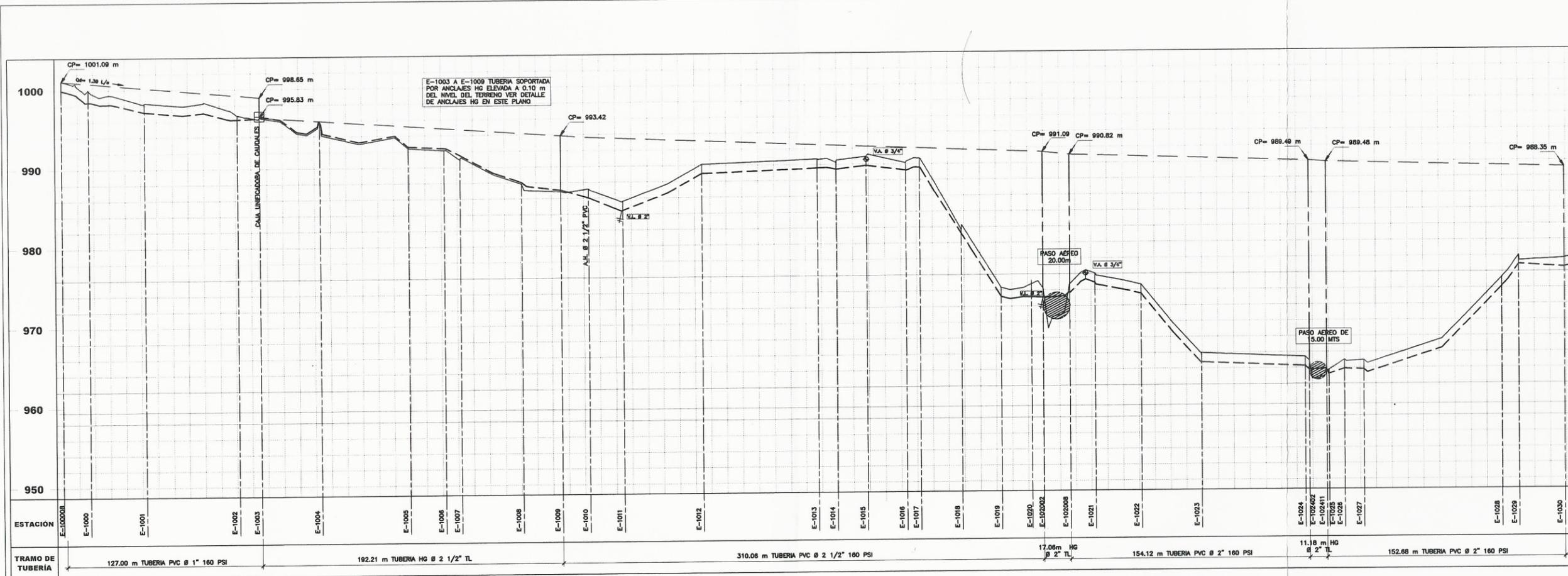
PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCION
ESCALA 1:1,250



PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCION
ESCALA 1:1,250

NOTA: LA CRP + VF EN E-1289, ES UNA LINEA PARALELA DE TUBERIA PVC DE 1" QUE LLEGA HASTA LA E-1289 PARA ABASTECER EL TRAMO DE E-1289 HACIA E-1313

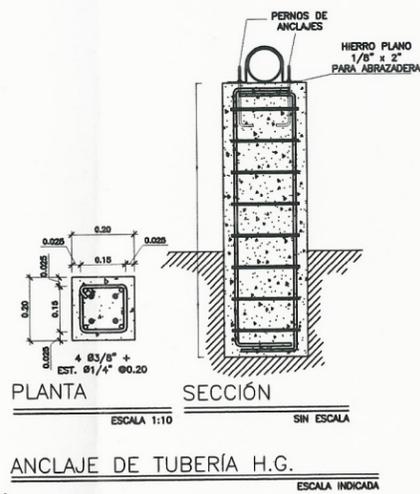
UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN	
		MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO	SIGLA: INDICADA
		DEPARTAMENTO: SAN MARCOS	FECHA: ENERO 2020
DISEÑO HIDRAULICO: Carlos de Guadalupe LINEA DE DISTRIBUCION		12	12
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: VINCENTE PERA DISEÑO TOPOGRAFICO: VINCENTE PERA DISEÑO HIDRAULICO: VINCENTE PERA ASESORA DE EPS: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO			46



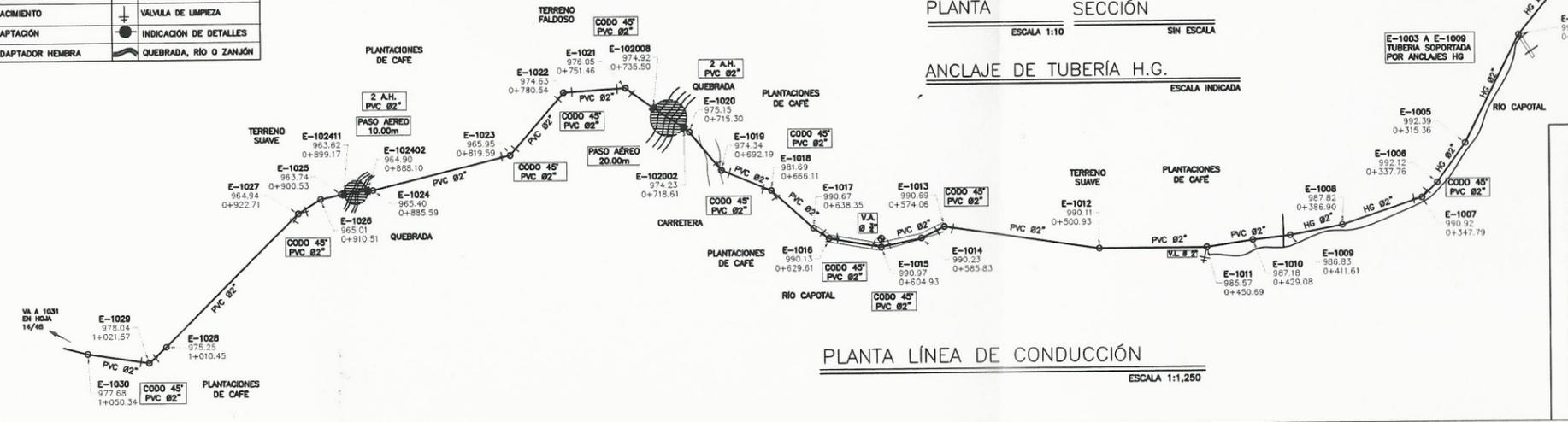
PERFIL LINEA DE CONDUCCIÓN

ESCALA HORIZONTAL 1:1,250
VERTICAL 1:250

SIMBOLOGIA	
REDUCIDOR BUSHING	CAJA ROMPE PRESIÓN + VÁLVULA DE FLOTE (CRP + VF)
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	TEE
ESTACIONES	TAPÓN DE TUBERÍA
CODO 90° O 45°	CASA, IGLESIA, ESCUELA
VÁLVULA DE COMPUERTA DE BRONCE # INDICADO	TUBERÍA DE CONDUCCIÓN
CRUZ PVC	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
CAMINO	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN (PREVISTA)
PASOS DE ZANJÓN	VÁLVULA DE CONTROL (V.C.)
VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN	VÁLVULA DE CHEQUE HORIZONTAL (V.C.H.)
VÁLVULA DE AIRE	PIEZOMETRICA Q= 1/6
NACIMIENTO	VÁLVULA DE LIMPIEZA
CAPTACIÓN	INDICACIÓN DE DETALLES
ADAPTADOR HEMBRA	QUEBRADA, RIO O ZANJÓN



PLANTA LINEA DE CONDUCCIÓN
ESCALA 1:1,250



NACIMIENTO: CAPOTAL 1
Latitud: 14°47'12.5" N
Longitud: 91°53'21.4" O

NOTA: LOS PERFILES DE LOS NACIMIENTOS 2, 3 Y 4 SE ENCUENTRA EN LA HOJA 39/3, 42/3

UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN

MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO

DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

FECHA: MARZO 2001

LINEA DE CONDUCCION PLANTA Y PERFIL

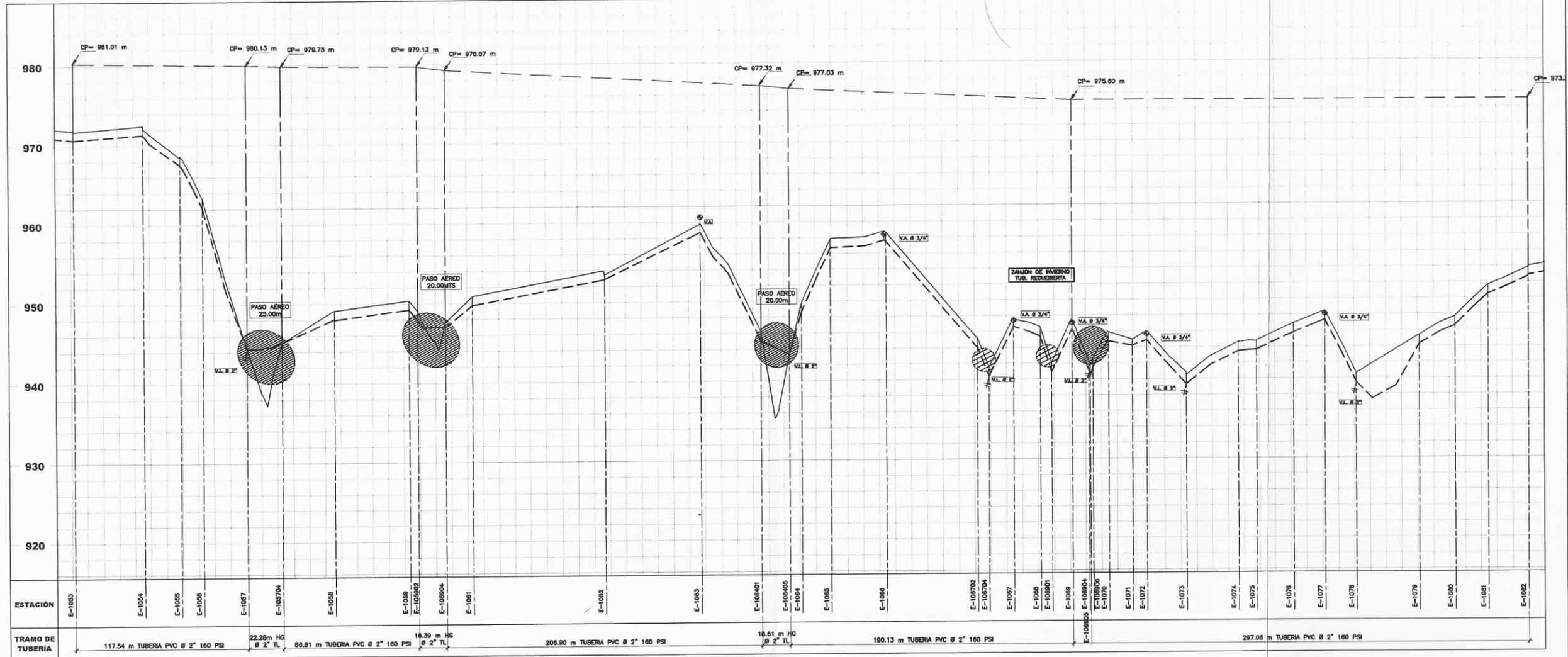
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: VINCENT PERA

DIBUJO TOPOGRAFICO: VINCENT PERA

DIBUJO HIDRAULICO: VINCENT PERA

ASISISTA DE EPS: INGA. CRISTA CLASSON DE PINTO

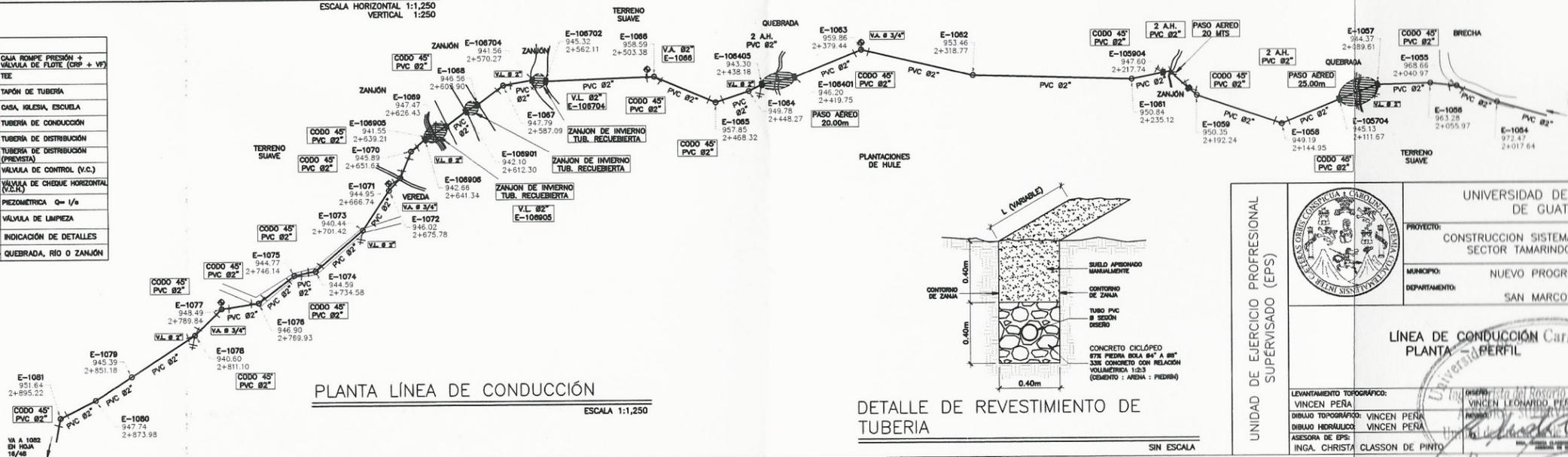
46



PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN

ESCALA HORIZONTAL 1:1,250
VERTICAL 1:250

SIMBOLOGIA	
REDUCIDOR BUSHING	CAJA ROMPE PRESIÓN + VÁLVULA DE FLOTÉ (CRP + VF)
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	TIE
ESTACIONES	TAPÓN DE TUBERÍA
CODO 90° O 45°	CASA, IGLESIA, ESCUELA
VÁLVULA DE COMPUERTA DE BRONCE Ø INDICADO	TUBERÍA DE CONDUCCIÓN
CRUZ PVC	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
CAMINO	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN (PRESIÓNA)
PASOS DE ZANJÓN	VÁLVULA DE CONTROL (V.C.)
VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN	VÁLVULA DE CHEQUE HORIZONTAL (V.C.H.)
VÁLVULA DE AIRE	PIEZOMÉTRICA 0=1/8
NACIMIENTO	VÁLVULA DE LIMPIEZA
CAPTACIÓN	INDICACIÓN DE DETALLES
ADAPTADOR HEMBRA	QUEBRADA, RÍO O ZANJÓN



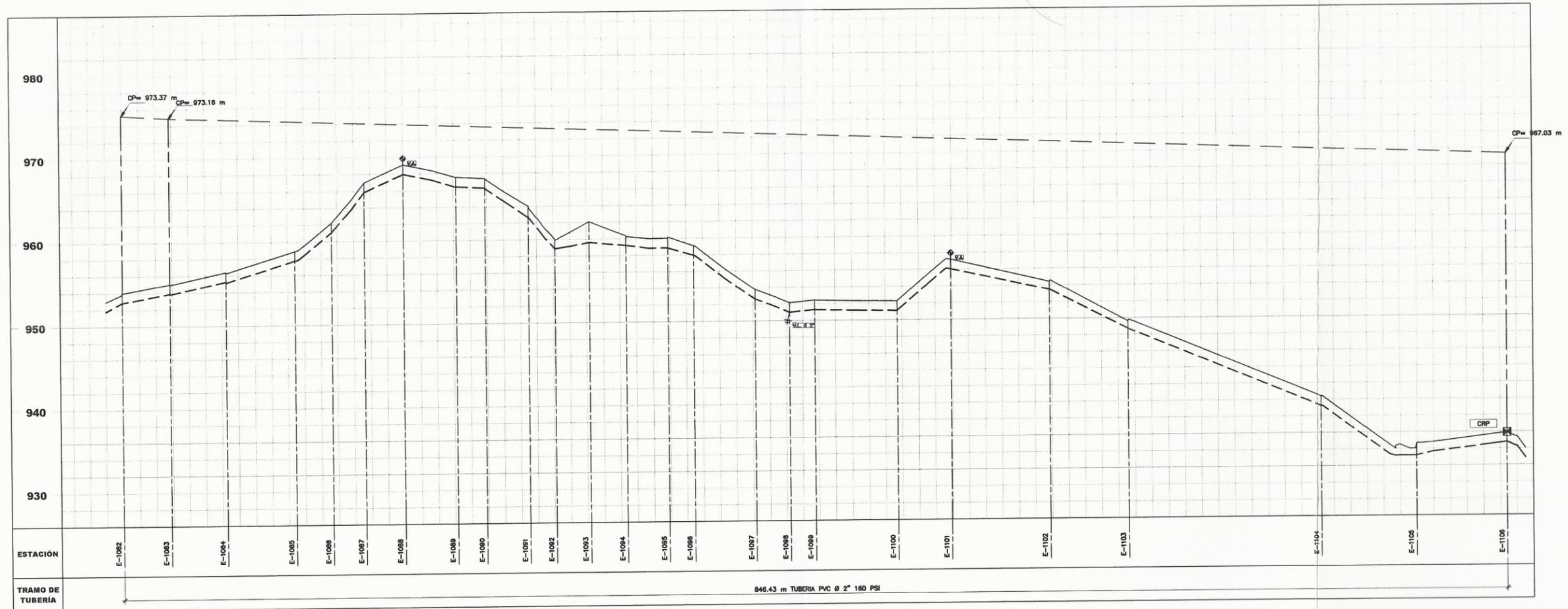
PLANTA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

ESCALA 1:1,250

DETALLE DE REVESTIMIENTO DE TUBERÍA

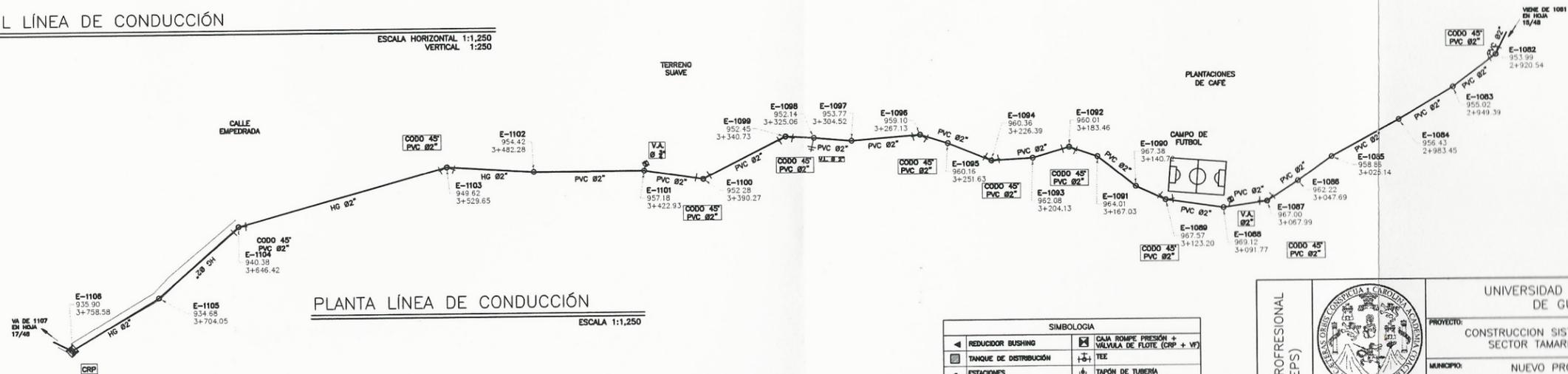
SIN ESCALA

UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN	
	MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO		ESCALA: INDICADA
	DEPARTAMENTO: SAN MARCOS		FECHA: MARZO 2021
LINEA DE CONDUCCIÓN CARLOS DE GUATEMALA PLANTA - PERFIL			3 7 46
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: VICEN PERA DIBUJO TOPOGRÁFICO: VICEN PERA DIBUJO HIDRÁULICO: VICEN PERA ASESORA DE EPS: INGA. CRISTA CLASSON DE PINTO		INGENIERO CIVIL ROSARIO CLASSON DE PINTO VICEN PERA VICEN PERA VICEN PERA	



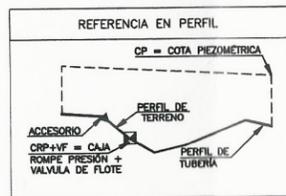
PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN

ESCALA HORIZONTAL 1:1,250
VERTICAL 1:250



PLANTA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

ESCALA 1:1,250



SIMBOLOGÍA	
◀ REDUCIDOR BUSHING	☒ CAJA ROMPE PRESIÓN + VALVULA DE FLOTE (CRP + VF)
☐ TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	⊕ TEE
○ ESTACIONES	⊖ TAPON DE TUBERIA
⊕ CODO 90° O 45°	☐ CASA, IGLESIA, ESCUELA
⊕ VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE 8 INDICADO	--- TUBERIA DE CONDUCCION
⊕ CRUZ PVC	--- TUBERIA DE DISTRIBUCION (PREVISTA)
--- CAMINO	--- TUBERIA DE DISTRIBUCION (REAL)
○ PASOS DE ZANJON	⊗ VALVULA DE CONTROL (V.C.)
⊕ VALVULA REGULADORA DE PRESION	⊕ VALVULA DE CHEQUE HORIZONTAL (V.C.H.)
⊕ VALVULA DE AIRE	--- PIEZOMETRICA Q= 1/4
⊕ NACIMIENTO	⊕ VALVULA DE LIMPIEZA
⊕ CAPTACION	⊕ INDICACION DE DETALLES
⊕ ADAPTADOR HEMBRA	~ QUEBRADA, RIO O ZANJON

UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN

MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO

DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

ESCALA: INDICADA

FECHA: MARZO 2021

LÍNEA DE CONDUCCIÓN Carlos de Guat...

PLANTA ...

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: VINCENT PERA

DIBUJO TOPOGRÁFICO: VINCENT PERA

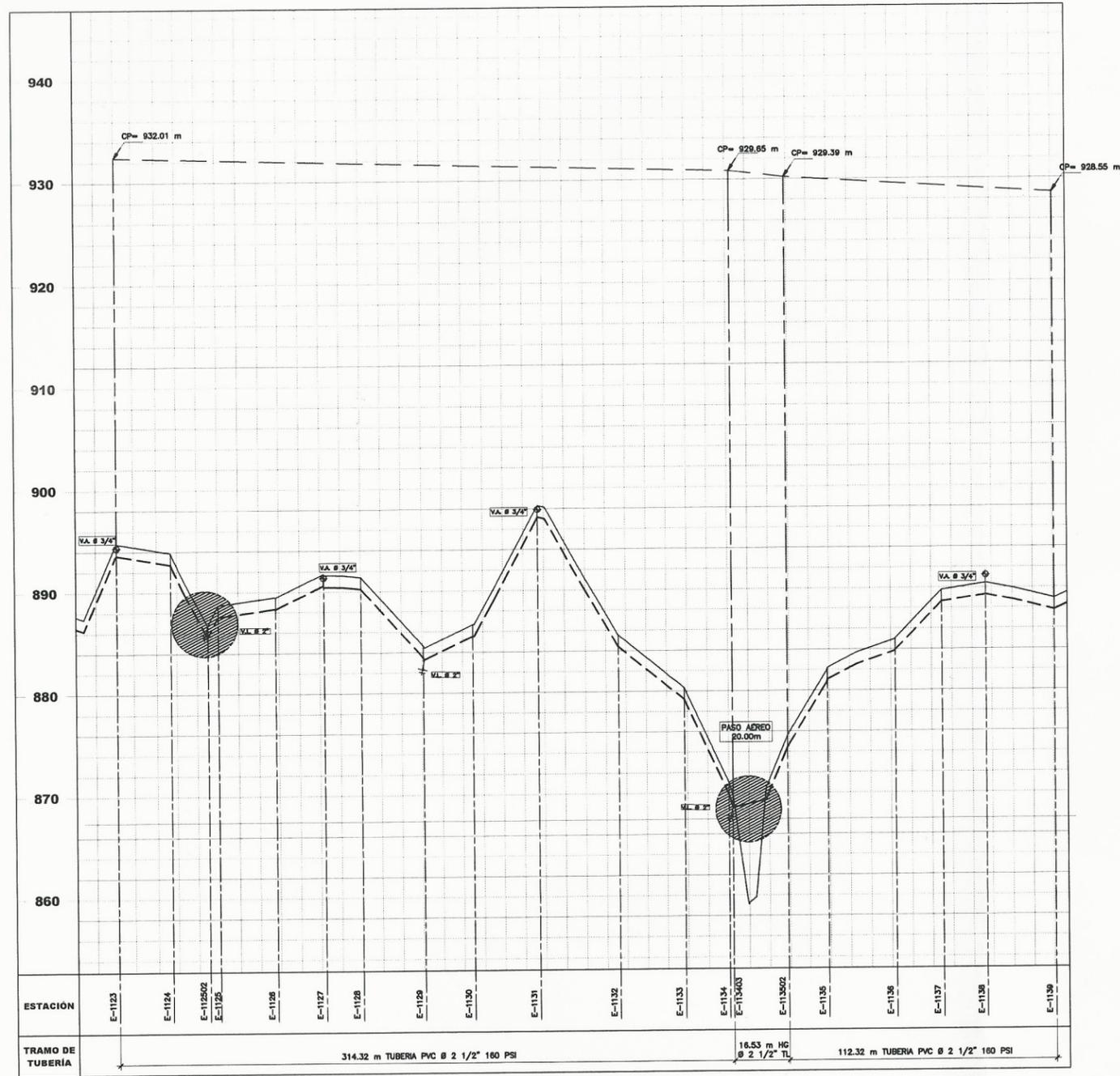
DIBUJO HIDRÁULICO: VINCENT PERA

ASISORA DE EPS: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO

CLASIFICACION DE PINTO

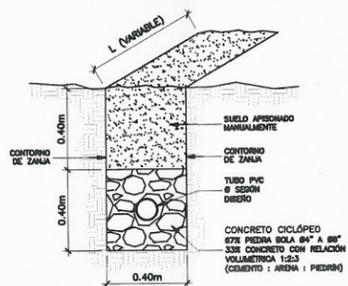
16

46



PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN

ESCALA HORIZONTAL 1:1,250
VERTICAL 1:250

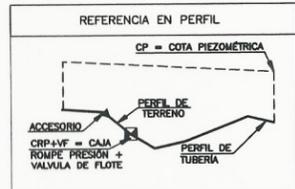
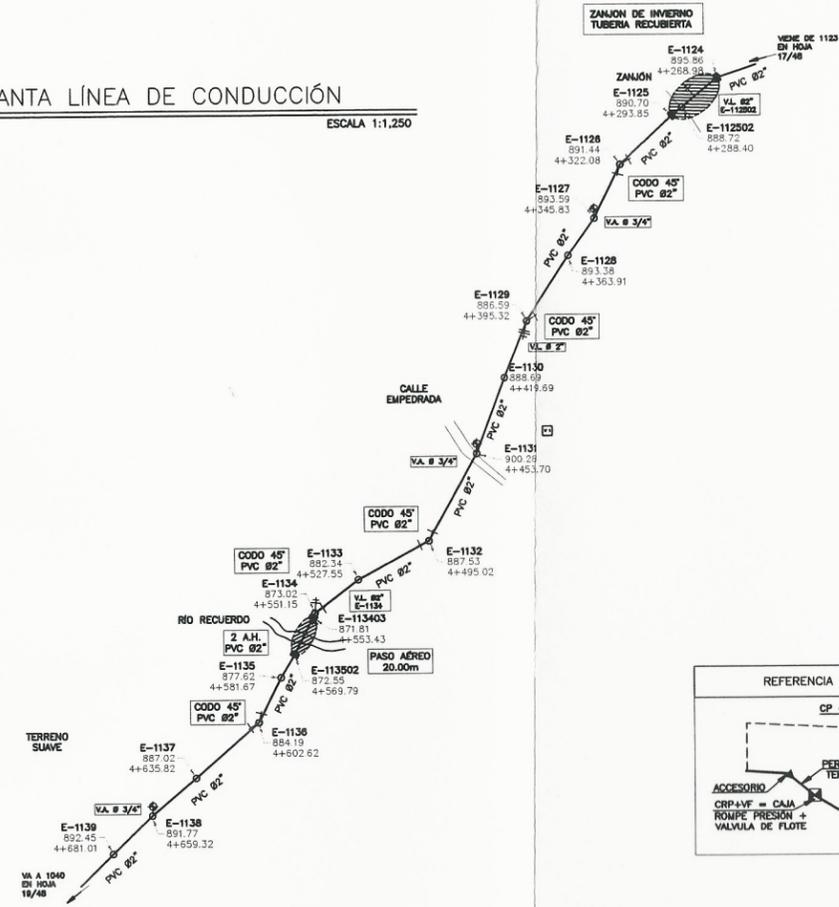


DETALLE DE REVESTIMIENTO DE TUBERIA

SIN ESCALA

PLANTA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

ESCALA 1:1,250



SIMBOLOGÍA	
REDUCTOR BUSHING	CAJA ROMPE PRESIÓN + VÁLVULA DE FLOTE (CRP + VF)
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	TEE
ESTACIONES	TAPÓN DE TUBERÍA
CODO 90° O 45°	CASA, IGLESIA, ESCUELA
VÁLVULA DE COMPUERTA DE BRONCE Ø INDIADO	TUBERÍA DE CONDUCCIÓN
CRUZ PVC	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
CAMINO	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN (PREVISTA)
PASOS DE ZANJÓN	VÁLVULA DE CONTROL (V.C.)
VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN	VÁLVULA DE CHEQUE HORIZONTAL (V.C.H.)
VÁLVULA DE AIRE	PIEZOMÉTRICA Q= 1/8
NACIMIENTO	VÁLVULA DE LIMPIEZA
CAPTACIÓN	INDICACIÓN DE DETALLES
ADAPTADOR HEMBRA	QUEBRADA, RÍO O ZANJÓN

UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)

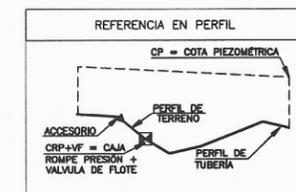
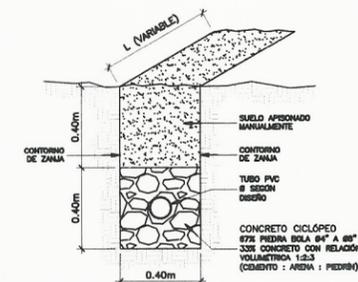
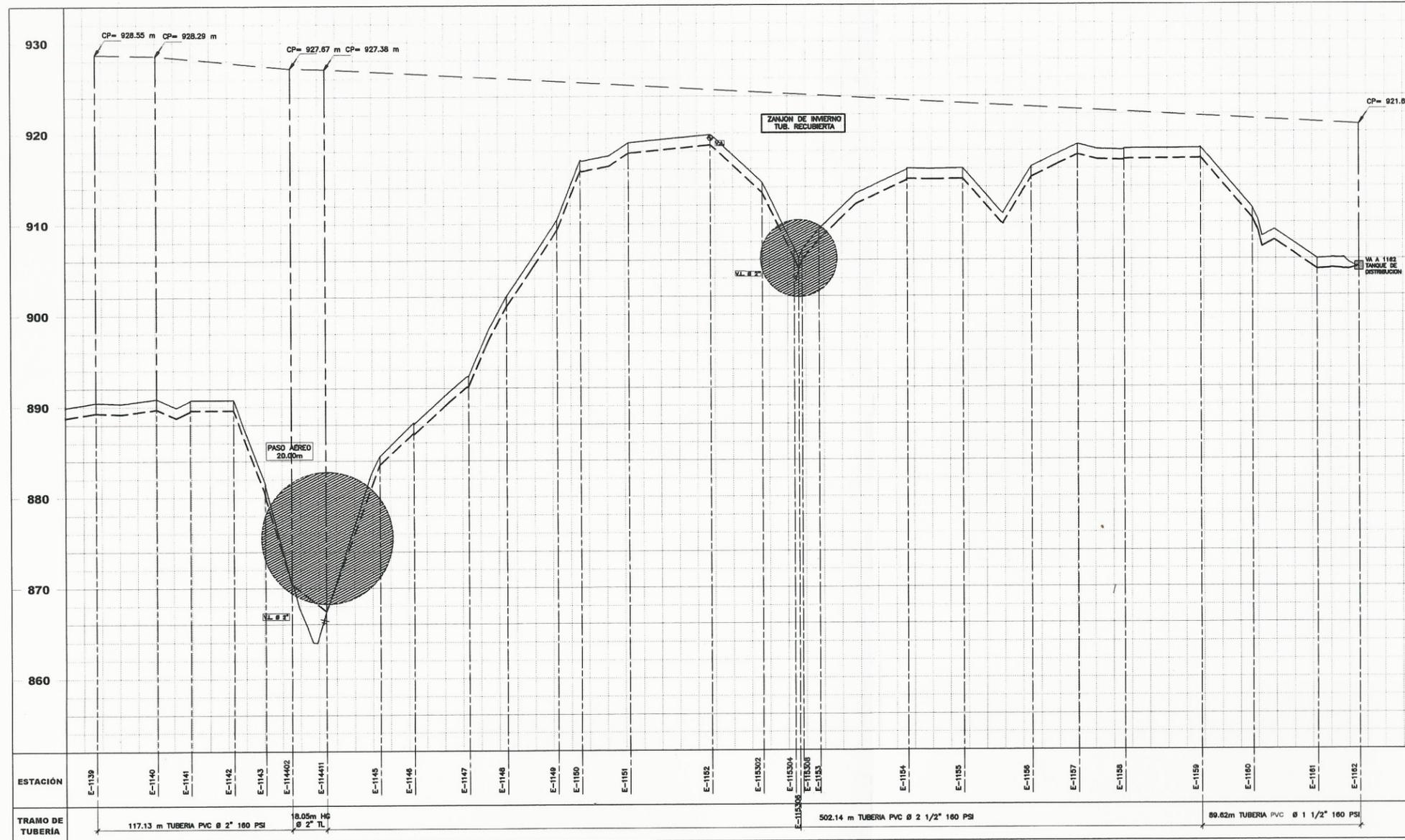


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN
MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

ESCALA: INDICADA
FECHA: MARZO 2021
LÍNEA DE CONDUCCIÓN PLANTA - PERFIL
DISEÑO: VINCENTE LEONARDO PÉREZ ABREGO DE ENTA
DIBUJO TOPOGRÁFICO: VINCENTE PERA
DIBUJO HIDRÁULICO: VINCENTE PERA
ASESORA DE EPS: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO

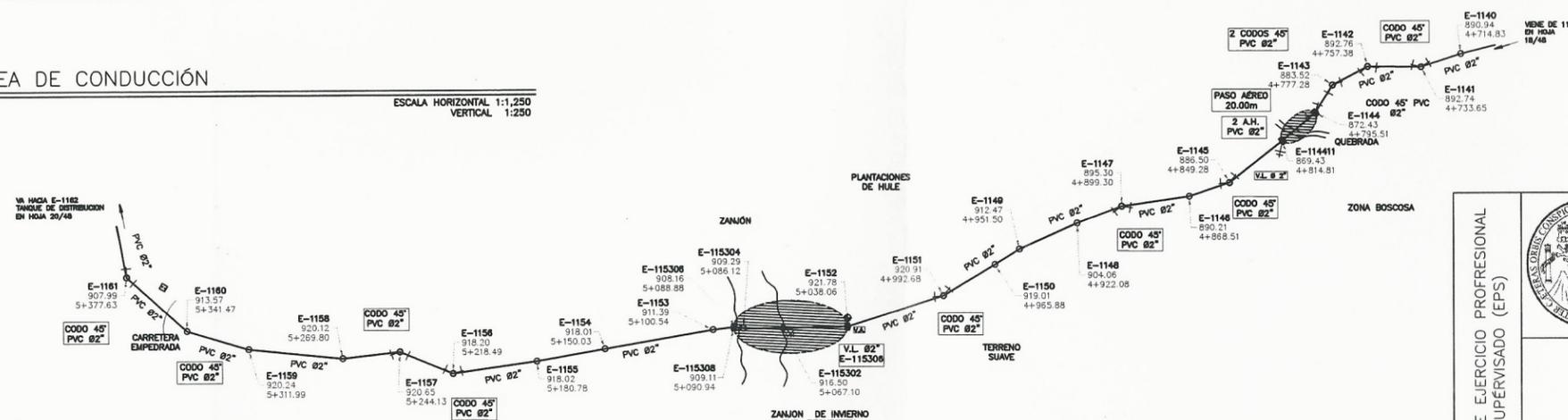


6
7
8
46



SIMBOLOGIA			
◀	REDUCIDOR BUSHING	⊠	CAJA ROMPE PRESION + VALVULA DE FLOTE (CRP + VF)
◻	TANQUE DE DISTRIBUCION	⊕	TEE
○	ESTACIONES	⊥	TAPON DE TUBERIA
⊕	CODDO 90° O 45°	⊕	CASA, IGLESIA, ESCUELA
⊕	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE # INDICADO	⊕	TUBERIA DE CONDUCCION
⊕	CRUZ PVC	⊕	TUBERIA DE DISTRIBUCION
⊕	CAMINO	⊕	TUBERIA DE DISTRIBUCION (PREVISTA)
⊕	PASOS DE ZANJON	⊕	VALVULA DE CONTROL (V.C.)
⊕	VALVULA REGULADORA DE PRESION	⊕	VALVULA DE CHEQUE HORIZONTAL (V.C.H.)
⊕	VALVULA DE AIRE	⊕	PIEZOMETRICA Q = 1/8
⊕	NACIMIENTO	⊕	VALVULA DE LIMPIEZA
⊕	CAPTACION	⊕	INDICACION DE DETALLES
⊕	ADAPTADOR HEMBRA	⊕	QUEBRADA, RIO O ZANJON

PERFIL LINEA DE CONDUCCION



PLANTA LINEA DE CONDUCCION

ESCALA 1:1,250

UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN

MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

ESCALA: INDICADA

FECHA: MARZO 2021

LINEA DE CONDUCCION PLANTA PERFIL

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: VICEN PEÑA

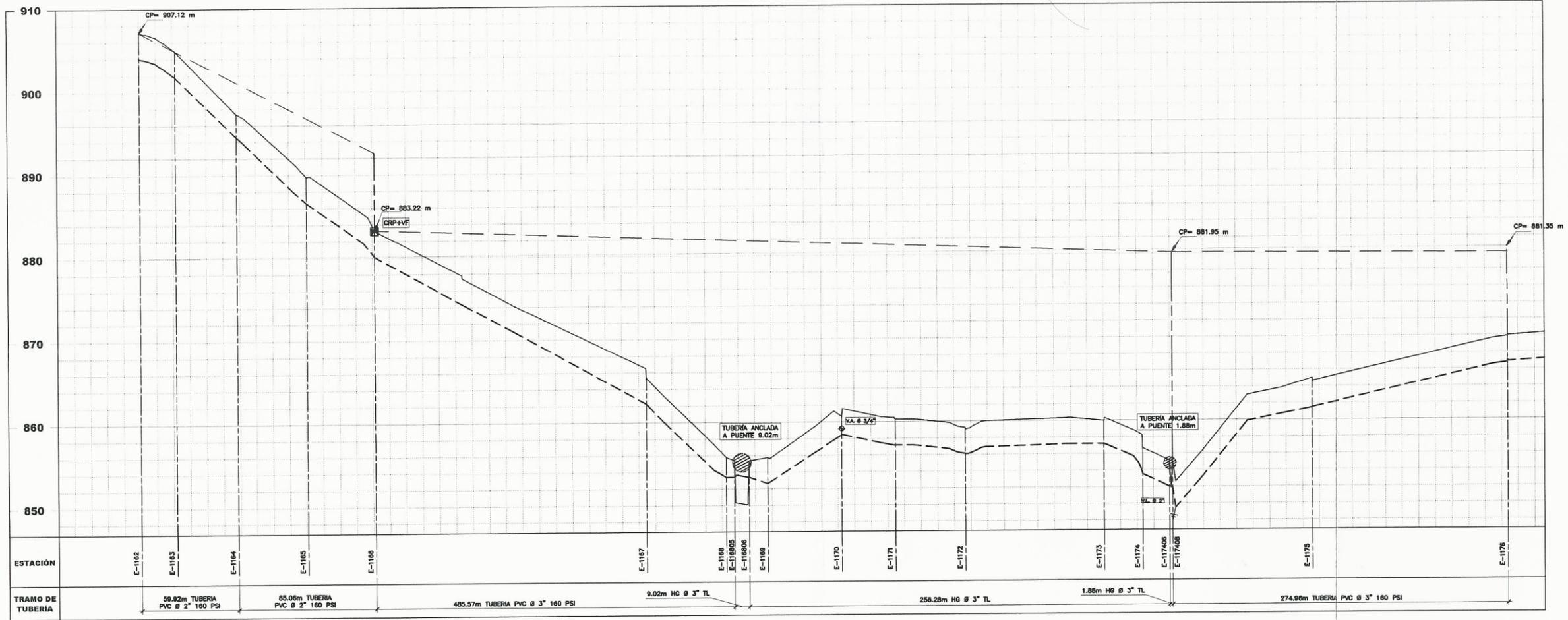
DISEÑO: VICEN LEONARDO PEÑA

DIBUJO TOPOGRAFICO: VICEN PEÑA

DIBUJO HIDRAULICO: VICEN PEÑA

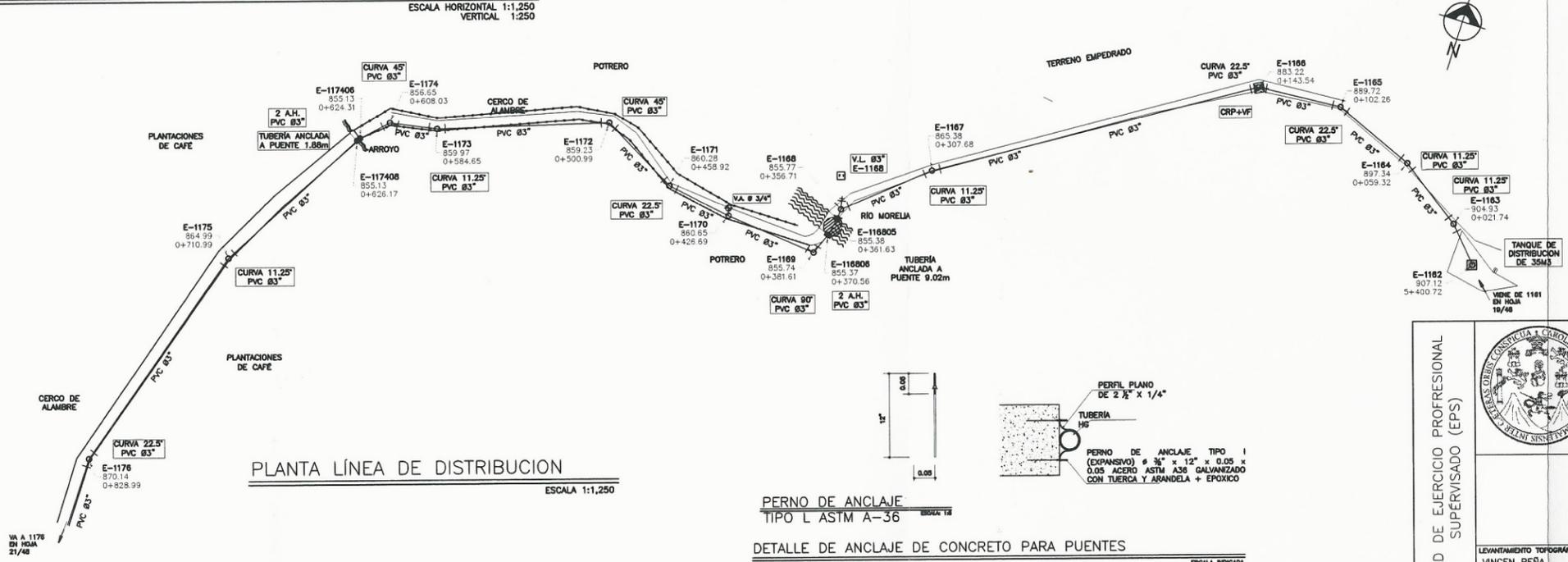
ASISISTENTE DE EPS: INGA. CRISTIA CLASSON DE PINTO

46



PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA HORIZONTAL 1:1,250
VERTICAL 1:250



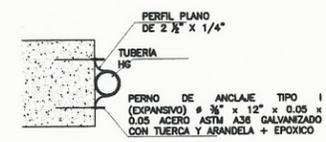
PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA 1:1,250

SIMBOLOGÍA	
REDUCIDOR BUSHING	CAJA ROMPE PRESIÓN + VALVULA DE FLOTE (CRP + VF)
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	TEE
ESTACIONES	TAPÓN DE TUBERIA
CODO 90° O 45°	CASA, IGLESIA, ESCUELA
VALVULA DE COMPUERTA DE BRONZE E INOXIDABLE	TUBERIA DE CONDUCCIÓN
CRUZ PVC	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN (PREVISTA)
CAMINO	VALVULA DE CONTROL (V.C.)
PASOS DE ZANJÓN	VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN
VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN	VALVULA DE CHEQUE HORIZONTAL (V.C.H.)
VALVULA DE AIRE	PIEZOMÉTRICA Ø= 1/2"
NACIMIENTO	VALVULA DE LIMPIEZA
CAPTACIÓN	INDICACIÓN DE DETALLES
ADAPTADOR HEMBRA	QUEBRADA, RÍO O ZANJÓN

PERNO DE ANCLAJE TIPO L ASTM A-36

DETALLE DE ANCLAJE DE CONCRETO PARA PUENTES



UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN

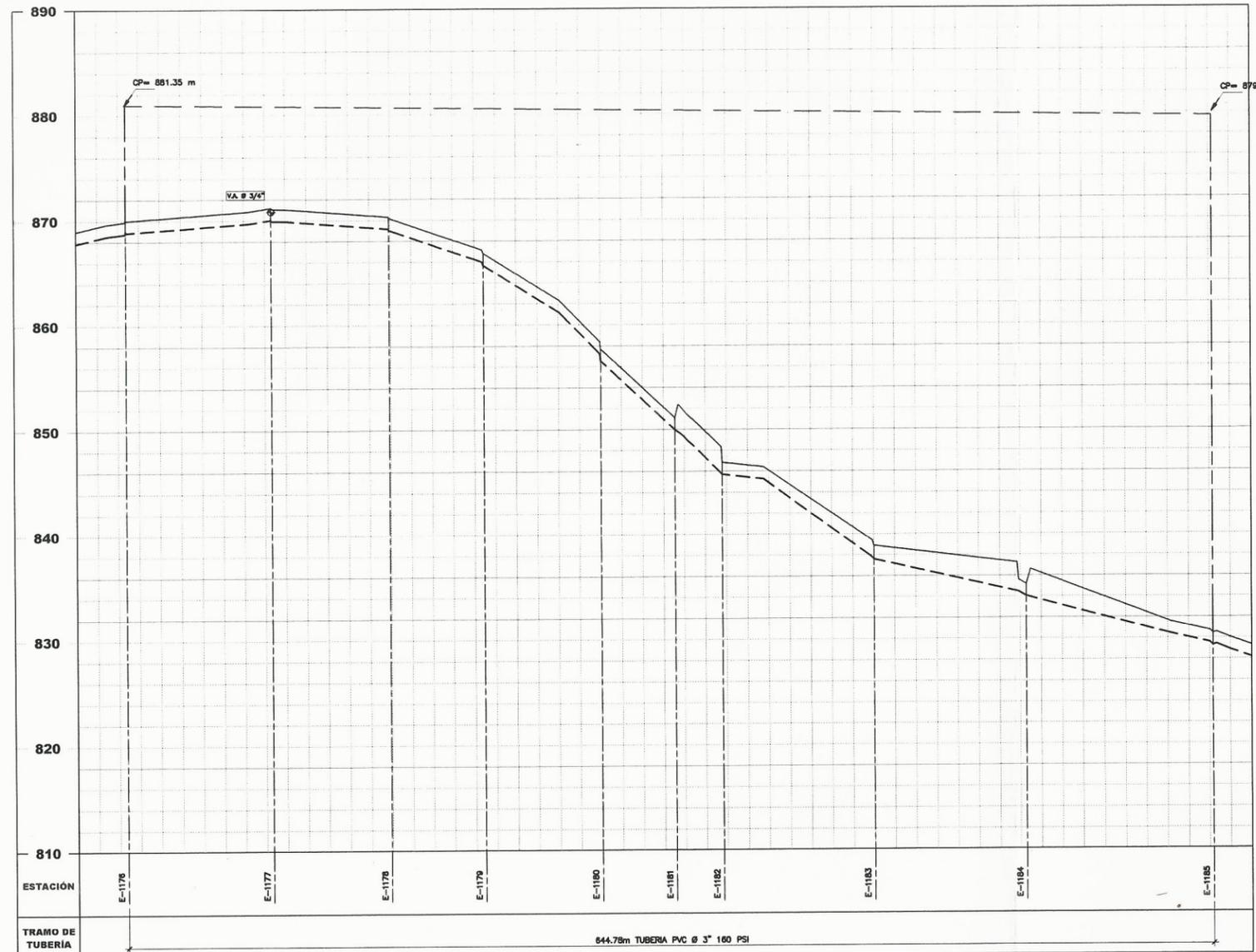
MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO ESCALA: INDICADA
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

FECHA: MARZO 2021

RED DE DISTRIBUCIÓN PLANTA - PERFIL

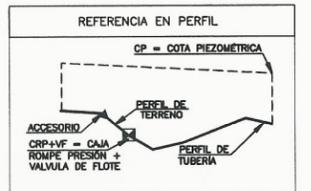
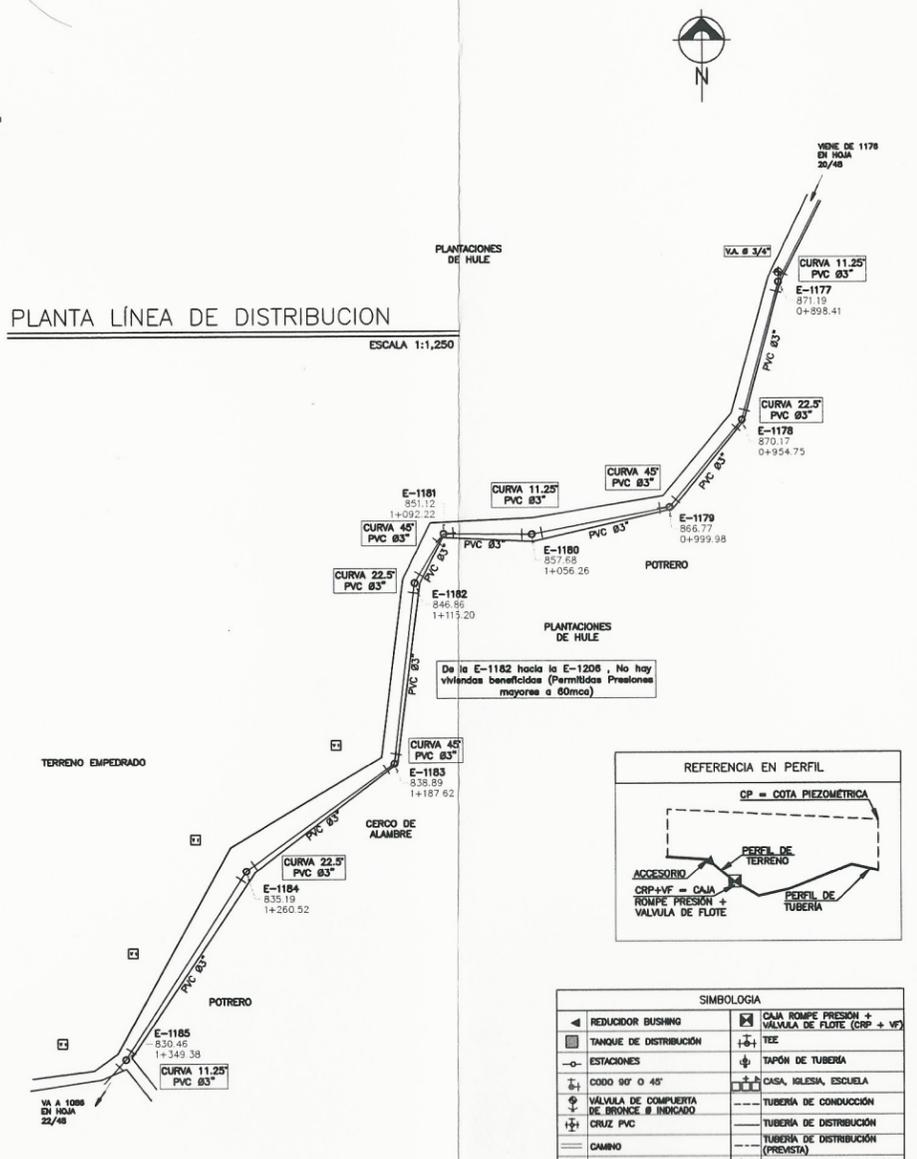
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: VINCEN PERA
DISEÑO: VINCEN LEONARDO PERA ABREGO
DIBUJO TOPOGRÁFICO: VINCEN PERA
DIBUJO HIDRÁULICO: VINCEN PERA
ASESORA DE EPS: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO

RD 1
PP 12



PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN
 ESCALA HORIZONTAL 1:1,250
 ESCALA VERTICAL 1:250

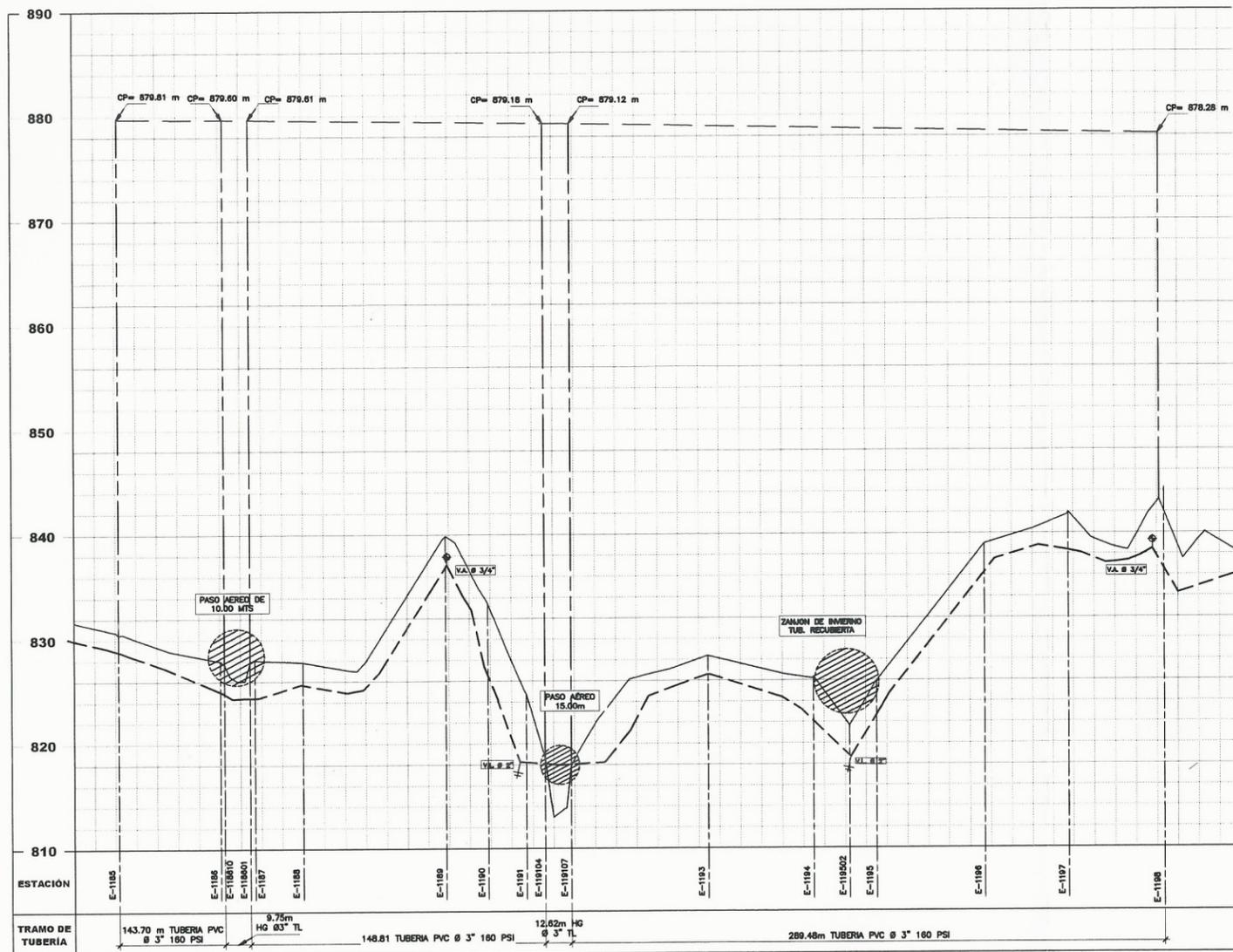
PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCION



SIMBOLOGIA

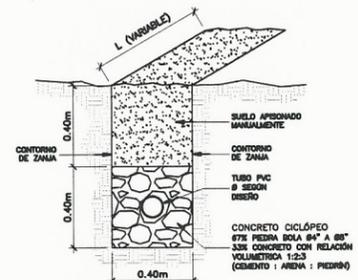
REDUCIDOR BUSHING	CAJA ROMPE PRESION + VALVULA DE FLOTE (CRP + VF)
TANQUE DE DISTRIBUCION	TEE
ESTACIONES	TAPON DE TUBERIA
CODO 90° O 45°	CASA, IGLESIA, ESCUELA
VALVULA DE COMPLETIA DE BRONCE Ø INDICADO	TUBERIA DE CONDUCCION
CRUZ PVC	TUBERIA DE DISTRIBUCION
CAMINO	TUBERIA DE DISTRIBUCION (PREMISTA)
PASOS DE ZANAJON	VALVULA DE CONTROL (V.C.)
VALVULA REGULADORA DE PRESION	VALVULA DE CHEQUE HORIZONTAL (V.C.H.)
VALVULA DE AIRE	PIEZOMETRICA Q= 1/2
NACIMIENTO	VALVULA DE LIMPIEZA
CAPTACION	INDICACION DE DETALLES
ADAPTADOR HEMBRA	QUEBRADA, RIO O ZANAJON

UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN	
	MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO	ESCALA: INDICADA
	DEPARTAMENTO: SAN MARCOS	FECHA: MARZO 2021
RED DE DISTRIBUCION PLANTA - PERFIL		
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA	DISENO: VINCEN LEONARDO PENA ARBEGO	2
DISEÑO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA	REVISOR: [Signature]	12
DISEÑO HIDRAULICO: VINCEN PERA	ASESORA DE EPS: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO	46



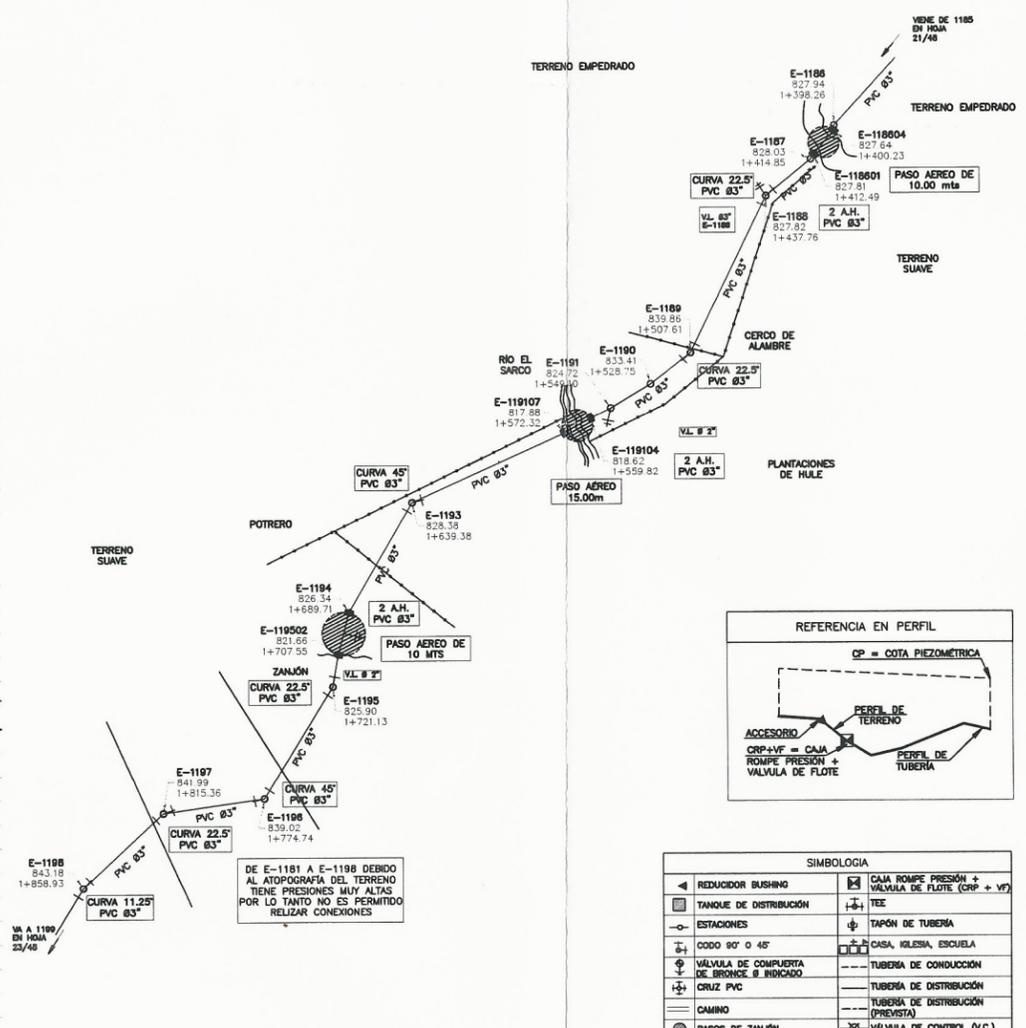
PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA HORIZONTAL 1:1,250
VERTICAL 1:250



DETALLE DE REVESTIMIENTO DE TUBERIA

SIN ESCALA

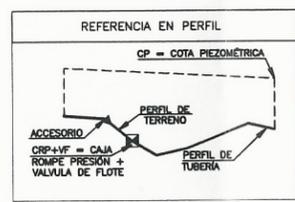
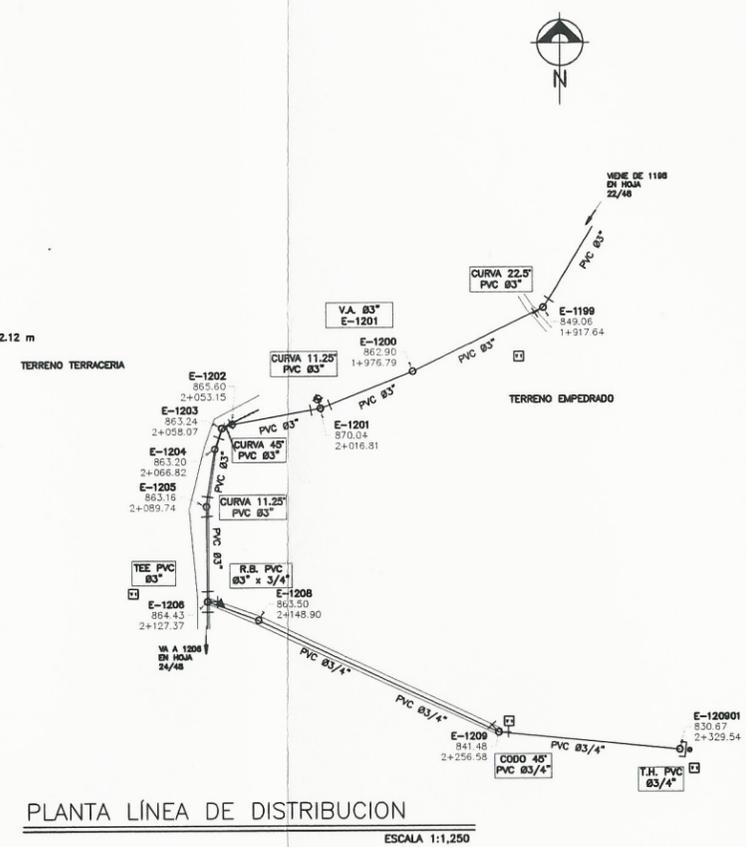
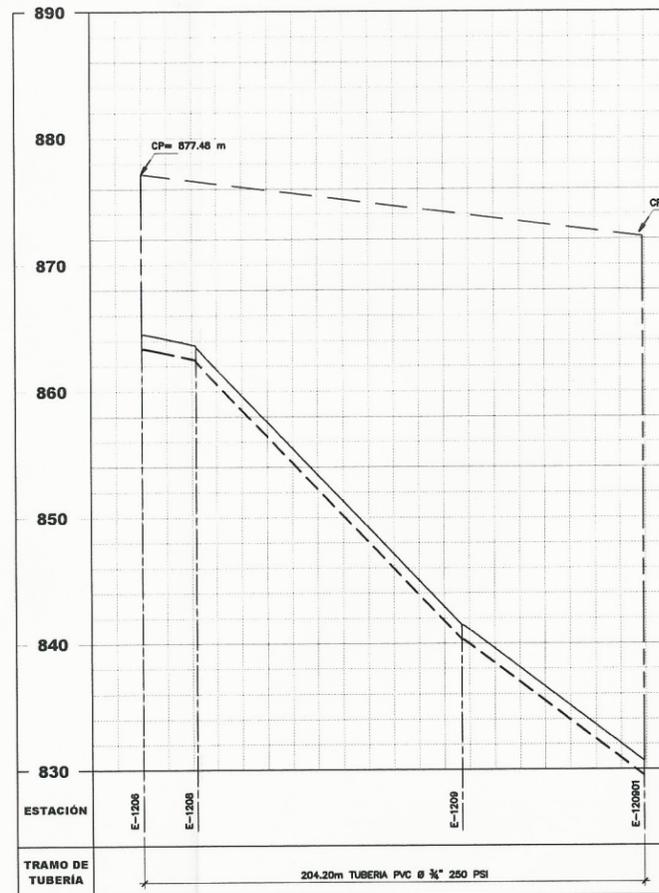
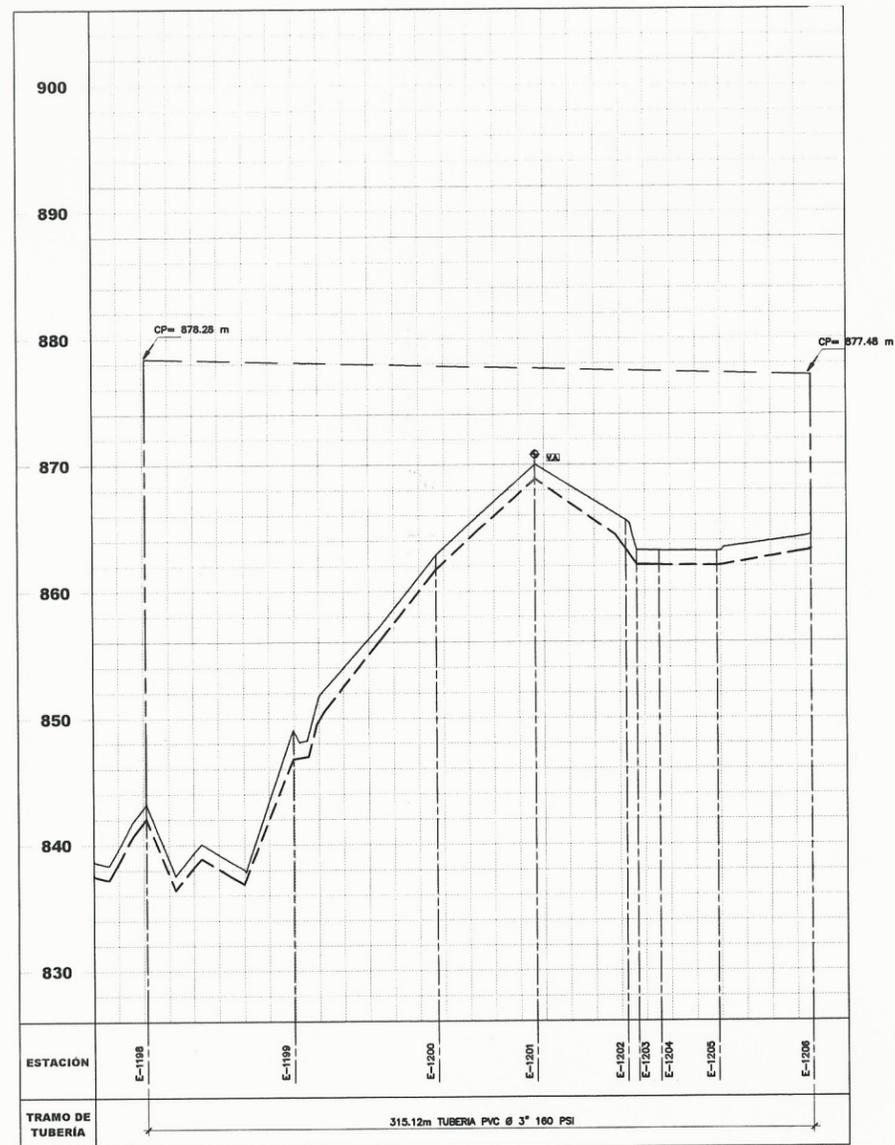


PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA 1:1,250

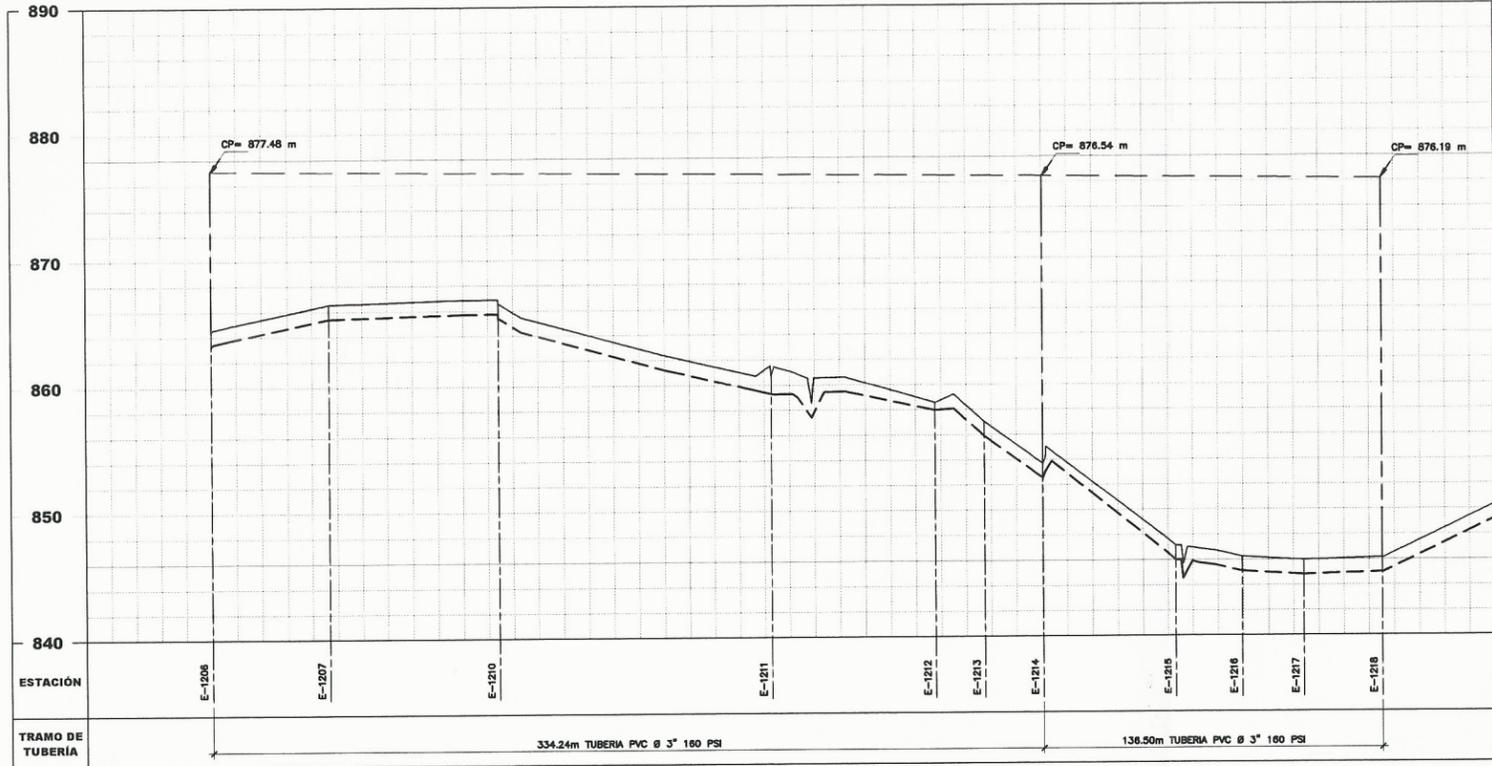
SIMBOLOGIA	
REDUCIDOR BUSHING	CASA ROMPE PRESIÓN + VALVULA DE FLOTE (CRP + VF)
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	TEE
ESTACIONES	TAPON DE TUBERIA
CODO 90° O 45°	CASA, IGLESIA, ESCUELA
VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE 8 INCHADO	TUBERIA DE CONDUCCIÓN
CRUZ PVC	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN
CAMINO	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN (PREVISTA)
PASOS DE ZANAJÓN	VALVULA DE CONTROL (V.C.)
VALVULA REGULADORA DE PRESION	VALVULA DE CHEQUE HORIZONTAL (V.C.H.)
VALVULA DE AIRE	PIEZOMETRICA Q=1/8
NACIMIENTO	VALVULA DE LIMPIEZA
CAPTACION	INDICACION DE DETALLES
ADAPTADOR HEMBRA	QUEBRADA, RIO O ZANAJÓN

UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN	
		MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO	ESCALA: INDICADA
		DEPARTAMENTO: SAN MARCOS	FECHA: MARZO 2021
<p>RED DE DISTRIBUCIÓN PLANTA - PERFIL</p>		<p>HOJA NO. 3</p> <p>DE 12</p> <p>46</p>	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA	DISENO: VINCEN LEONARDO PERA ASESOR DE EPS	HOJA NO. 22	
DIBUJO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA	REVISOR: ASESORA SUPERVISORA DE EPS		
DIBUJO HIDRAULICO: VINCEN PERA	ASESORA DE EPS: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO		

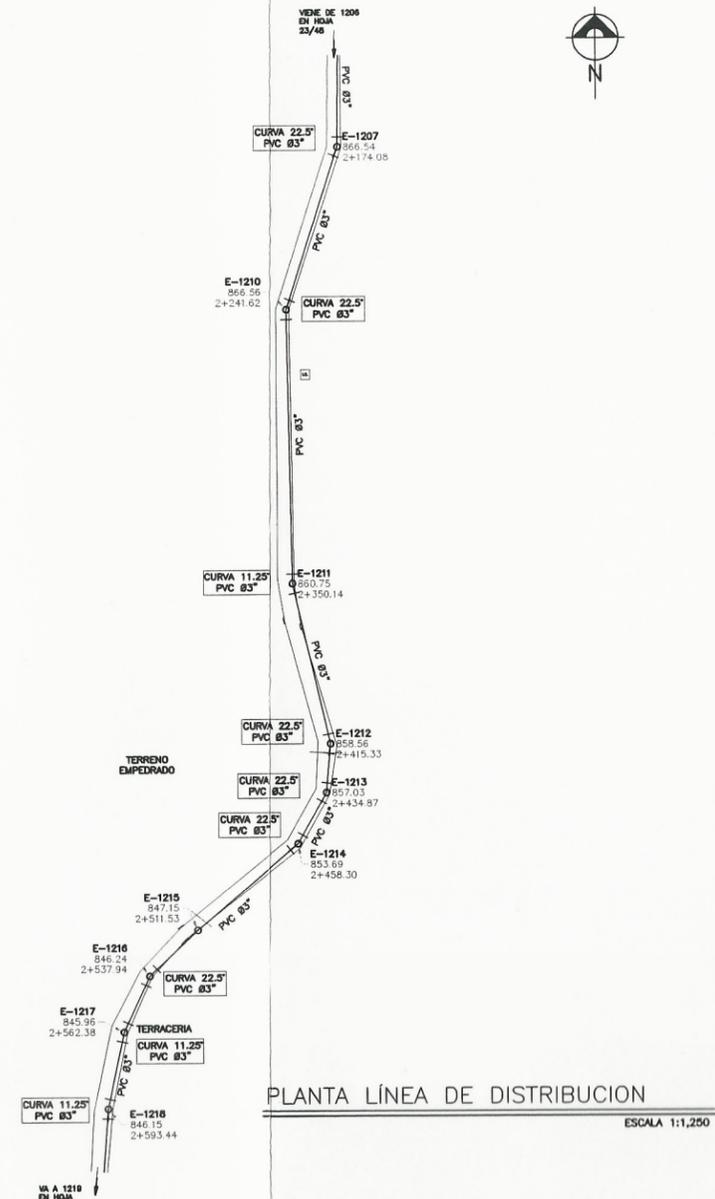


SIMBOLOGIA	
REDUCIDOR BUSHING	CAJA ROMPE PRESIÓN + VALVULA DE FLOTE (CRP + VF)
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	TEE
ESTACIONES	TAPÓN DE TUBERÍA
ODDO 90° O 45°	CASA, IGLESIA, ESCUELA
VALVULA DE COMPUERTA DE BOMBEO O INDICADO	TUBERIA DE CONDUCCIÓN
CRUZ PVC	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN
CAMINO	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN (PREVISTA)
PASOS DE ZANJÓN	VALVULA DE CONTROL (V.C.)
VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN	VALVULA DE CHEQUE HORIZONTAL (V.C.H.)
VALVULA DE AIRE	PIEZOMETRICA Q=1/2
NACIMIENTO	VALVULA DE LIMPIEZA
CAPTACIÓN	INDICACIÓN DE DETALLES
ADAPTADOR HEMBRA	QUEBRADA, RÍO O ZANJÓN

UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN	
		MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO	ESCALA: INDICADA
		DEPARTAMENTO: SAN MARCOS	FECHA: MARZO 2021
RED DE DISTRIBUCION PLANTA - PERFIL		RD	4
		PP	12
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: VINCEN PEÑA DISEÑO TOPOGRAFICO: VINCEN PEÑA DISEÑO HIDRAULICO: VINCEN PEÑA ASESORA DE EPS: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO		DISEÑO: VINCEN LEONARDO PEÑA ADRIGO REVISOR:	
		46	

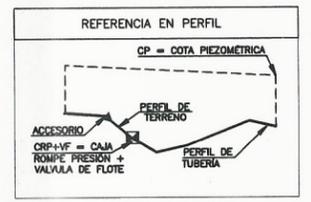


PERFIL LINEA DE DISTRIBUCIÓN
 ESCALA HORIZONTAL 1:1,250
 ESCALA VERTICAL 1:250



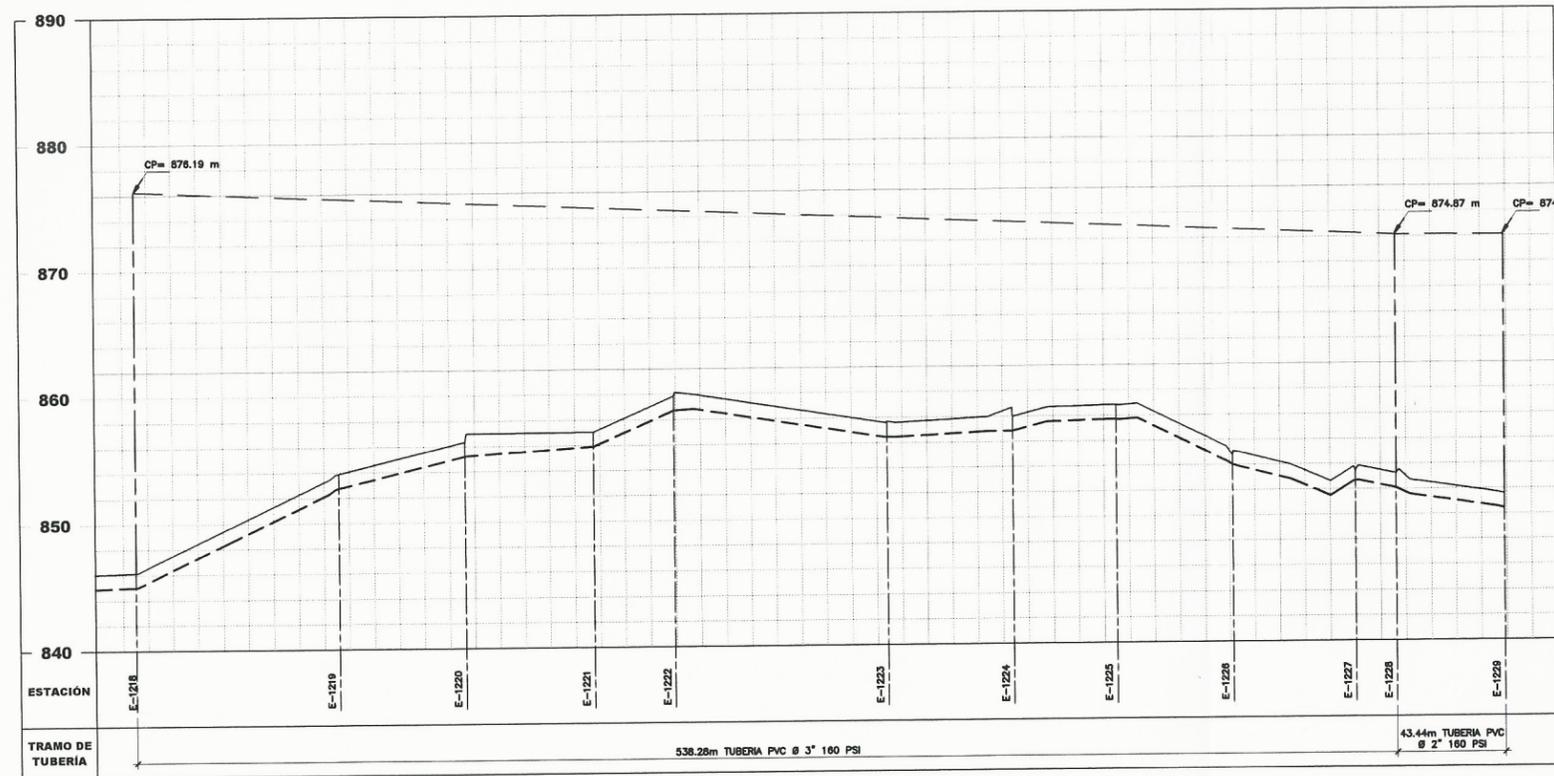
PLANTA LINEA DE DISTRIBUCIÓN
 ESCALA 1:1,250

SIMBOLOGIA	
◀ REDUCTOR BUSHING	☒ CAJA ROMPE PRESIÓN + VALVULA DE FLOTE (CRP + VF)
☐ TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	⊕ TEJ
○ ESTACIONES	⊕ TAPÓN DE TUBERÍA
⊕ CODO 90° O 45°	☐ CASA, IGLESIA, ESCUELA
⊕ VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE Ø INDICADO	--- TUBERÍA DE CONDUCCIÓN
⊕ CRUZ PVC	--- TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
--- CAMINO	--- TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN (PREVISTA)
⊕ PASOS DE ZANUJÓN	⊕ VALVULA DE CONTROL (V.C.)
⊕ VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN	⊕ VALVULA DE CHEQUE HORIZONTAL (V.C.H.)
⊕ VALVULA DE AIRE	--- PIEZOMETRICA Q= 1/2
⊕ NACIMIENTO	⊕ VALVULA DE LIMPIEZA
⊕ CAPTACIÓN	⊕ INDICACIÓN DE DETALLES
⊕ ADAPTADOR HEMBRA	⊕ QUEBRADA, RÍO O ZANUJÓN



UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
	PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN	
	MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO DEPARTAMENTO: SAN MARCOS	ESCALA: INDICADA
	FECHA: MARZO 2021	
RED DE DISTRIBUCION Carlos de Guatemal PLANTA PERFIL		
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA DISEÑO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA DISEÑO HIDRAULICO: VINCEN PERA ASISORA DE EPS: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO	DISEÑO: VINCEN PERA DISEÑO: VINCEN PERA DISEÑO: VINCEN PERA	5 12 46

Facultad de Ingeniería



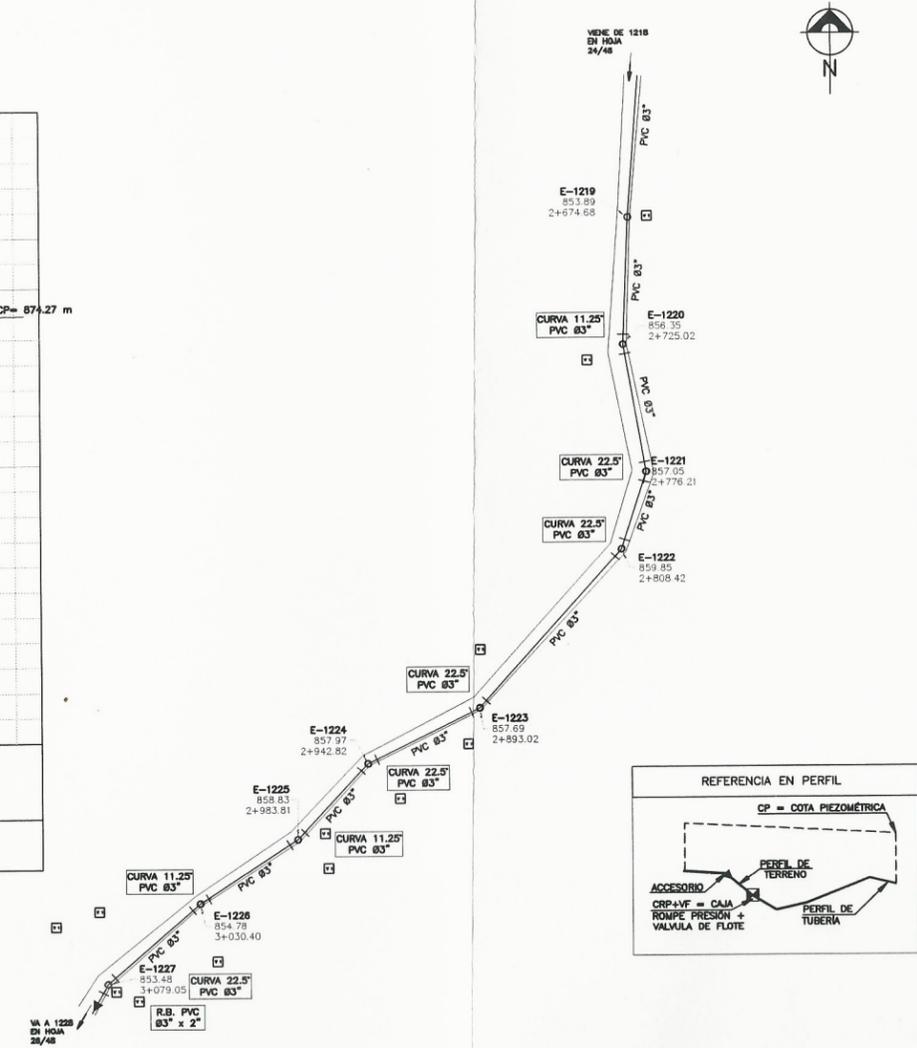
PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA HORIZONTAL 1:1,250
VERTICAL 1:250

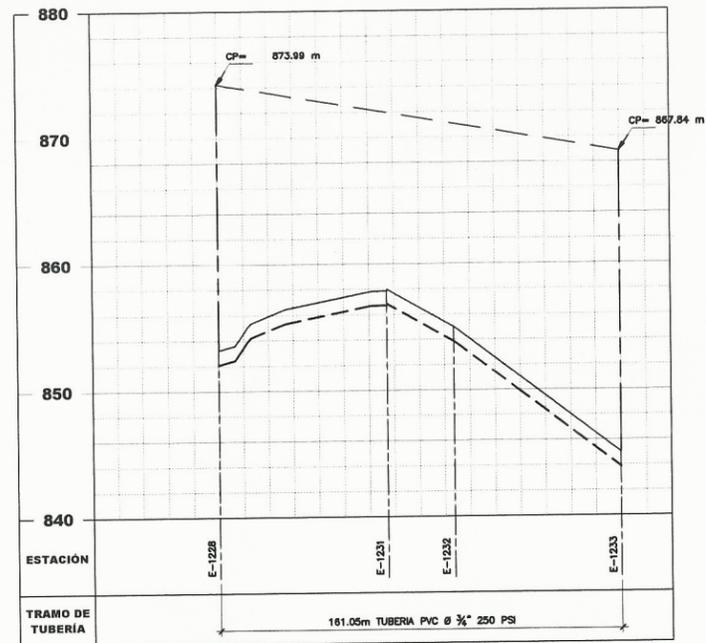
PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCION

ESCALA 1:1,250

SIMBOLOGÍA	
◀ REDUCIDOR BUSHING	☒ CAJA ROMPE PRESIÓN + VALVULA DE FLOTE (CSP + VF)
☐ TANQUE DE DISTRIBUCION	⊕ TEE
○ ESTACIONES	⊥ TAPON DE TUBERIA
⊕ CODO 90° O 45°	☑ CASA, IGLESIA, ESCUELA
⊕ VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE # INDICADO	--- TUBERIA DE CONDUCCION
⊕ CRUZ PVC	--- TUBERIA DE DISTRIBUCION
⊕ CAMINO	--- TUBERIA DE DISTRIBUCION (PREVISTA)
⊕ PASOS DE ZANJÓN	⊕ VALVULA DE CONTROL (V.C.)
⊕ VALVULA REGULADORA DE PRESION	⊕ VALVULA DE CHEQUE HORIZONTAL (V.C.H.)
⊕ VALVULA DE AIRE	⊕ PIEZOMETRICA 0= 1/6
⊕ NACIMIENTO	⊕ VALVULA DE LIMPIEZA
⊕ CAPTACION	⊕ INDICACION DE DETALLES
⊕ ADAPTADOR HEMBRA	⊕ QUEBRADA, RIO O ZANJÓN

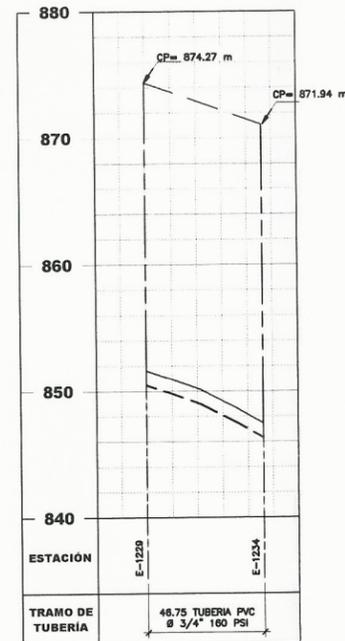


UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN	
		MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO	ESCALA: INDICADA
		DEPARTAMENTO: SAN MARCOS	FECHA: MARZO 2021
		RED DE DISTRIBUCION PLANTA Y PERFIL	
		LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA	6
		DIBUJO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA	12
		DIBUJO HIDRAULICO: VINCEN PERA	25
		ASESORA DE EPS: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO	46



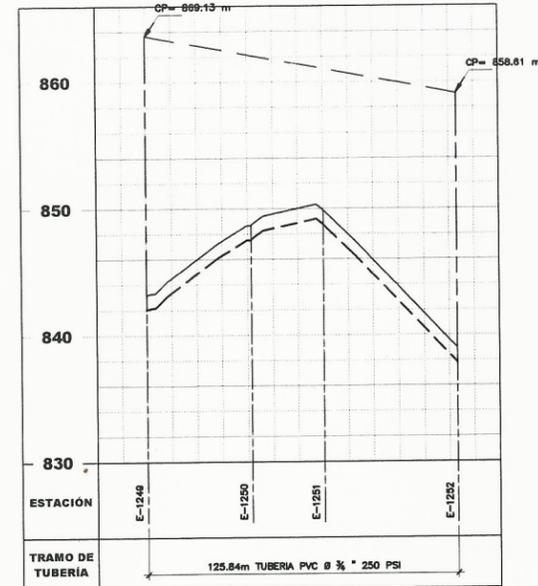
PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA HORIZONTAL 1:1,250
VERTICAL 1:250



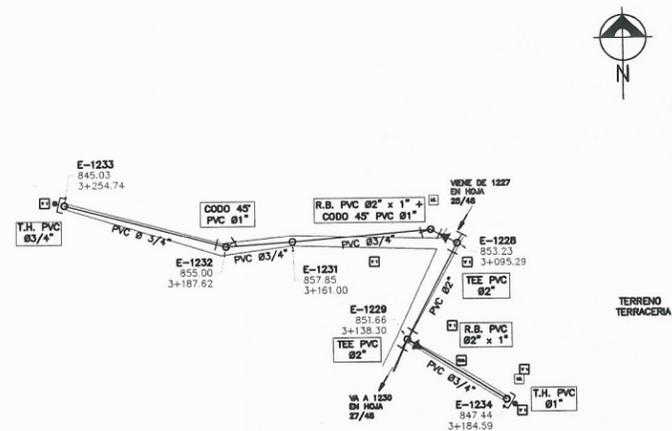
PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA HORIZONTAL 1:1,250
VERTICAL 1:250



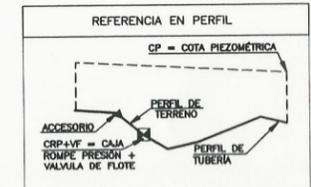
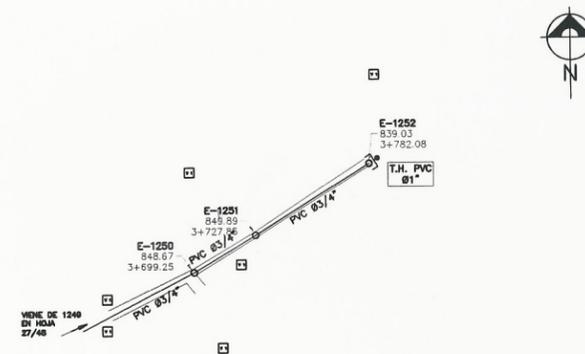
PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA HORIZONTAL 1:1,250
VERTICAL 1:250



PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCION

ESCALA 1:1,250



SIMBOLOGIA	
REDUCIDOR BUSHING	CAJA ROMPE PRESION + VALVULA DE FLOTE (CRP + VF)
TANQUE DE DISTRIBUCION	TEE
ESTACIONES	TAPON DE TUBERIA
CODO 90° O 45°	CASA, IGLESIA, ESCUELA
VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE O INDICADO	TUBERIA DE CONDUCCION
CRUZ PVC	TUBERIA DE DISTRIBUCION
CAMINO	TUBERIA DE DISTRIBUCION (PREVISTA)
PASOS DE ZANJON	VALVULA DE CONTROL (V.C.)
VALVULA REGULADORA DE PRESION	VALVULA DE CHEQUE HORIZONTAL (V.C.H.)
VALVULA DE AIRE	PIEZOMETRICA Q= 1/4
NACIMIENTO	VALVULA DE LIMPIEZA
CAPTACION	INDICACION DE DETALLES
ADAPTADOR HEMBRA	QUEBRADA, RIO O ZANJON

UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN

MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO

DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

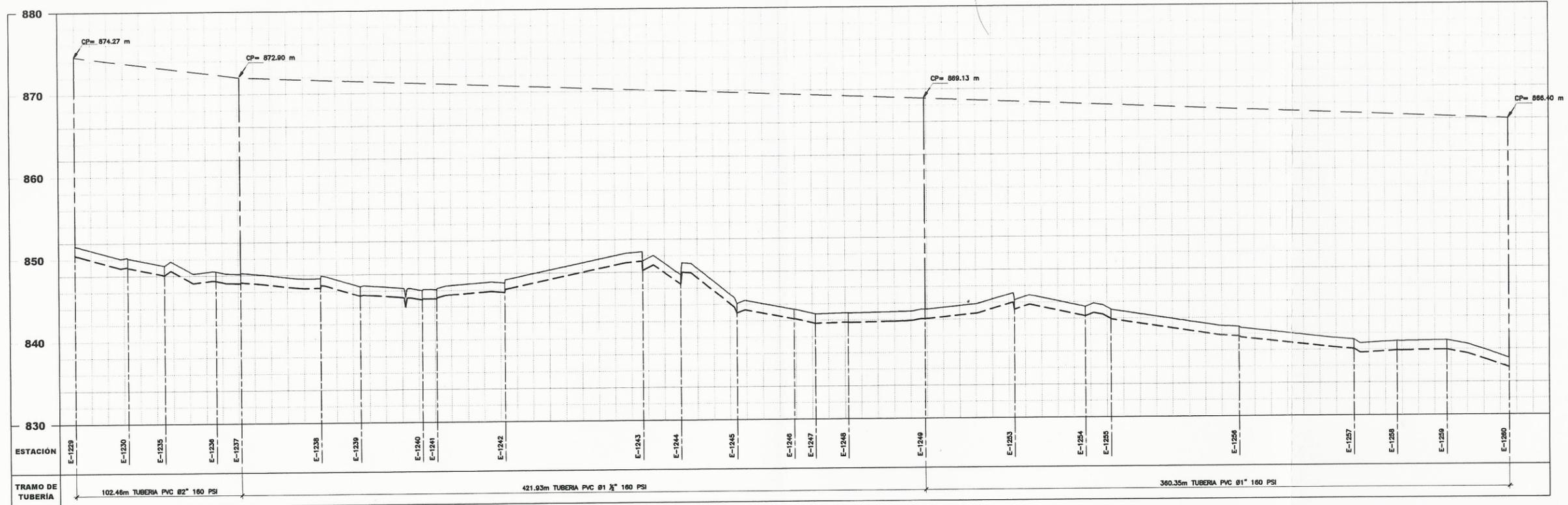
ESCALA: INDICADA

FECHA: MARZO 2021

RED DE DISTRIBUCION PLANTA PERFIL

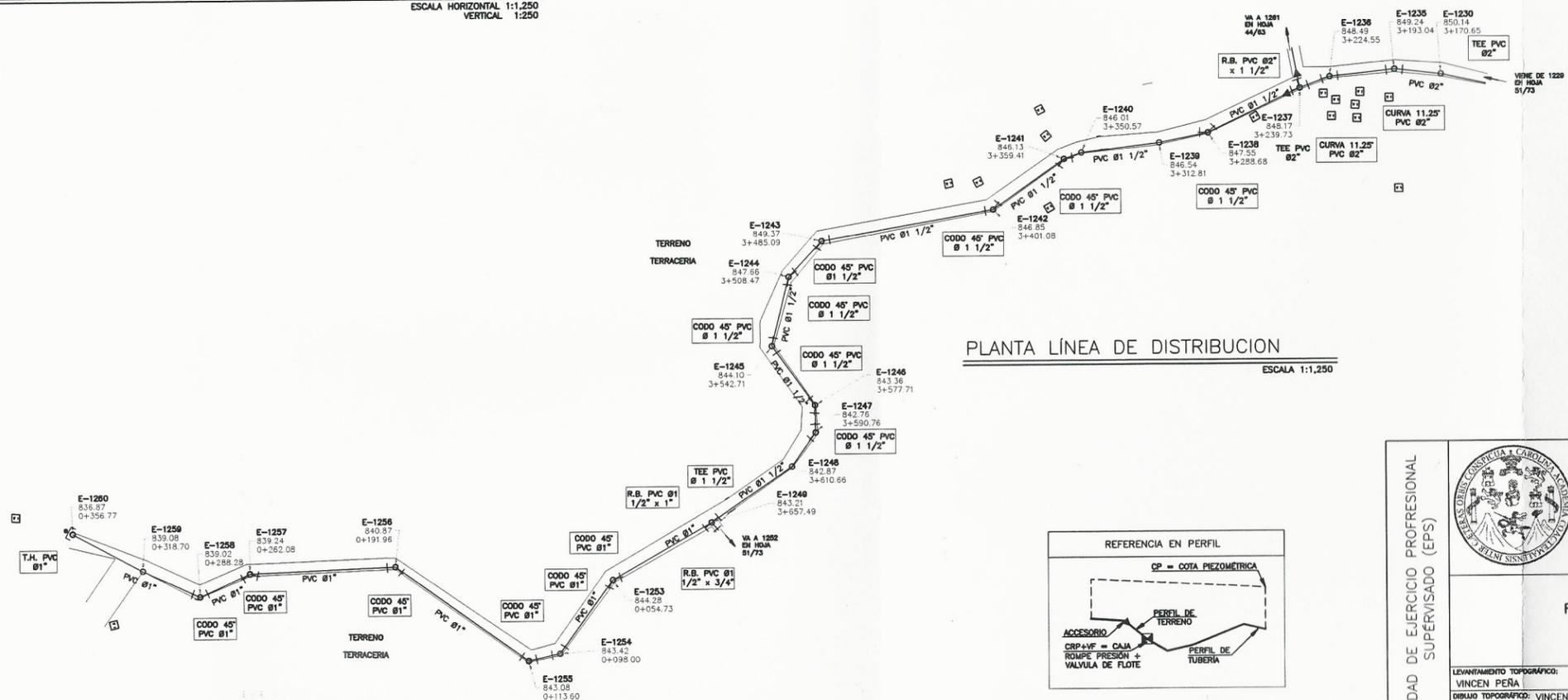
ING. CHRISTA CLASSON DE PINO

INGENIERIA



PERFIL LINEA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA HORIZONTAL 1:1,250
VERTICAL 1:250



PLANTA LINEA DE DISTRIBUCION

ESCALA 1:1,250



SIMBOLOGIA	
◀	REDUCIDOR BUSHING
◻	TANQUE DE DISTRIBUCION
○	ESTACIONES
+	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE Ø INDICADO
+	CRUZ PVC
+	PASOS DE ZANJON
◻	VALVULA REGULADORA DE PRESION
+	VALVULA DE AIRE
○	NACIMIENTO
◻	CAPTACION
◻	ADAPTADOR HEMBRA
◻	CAJA ROMPE PRESION + VALVULA DE FLOTE (CRP + VF)
+	TEE
+	TAPON DE TUBERIA
+	CASA, IGLESIA, ESCUELA
+	TUBERIA DE CONDUCCION
+	TUBERIA DE DISTRIBUCION
+	TUBERIA DE DISTRIBUCION (PREVENTA)
+	VALVULA DE CONTROL (V.C.)
+	VALVULA DE CHECKE HORIZONTAL (V.C.H.)
+	PIEZOMETRICA Q= 1/8
+	VALVULA DE LIMPIEZA
+	INDICACION DE DETALLES
+	QUEBRADA, REG O ZANJON

UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN

MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO

DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

ESCALA: INDICADA

FECHA: MARZO 2021

RED DE DISTRIBUCION PLANTA PERFIL

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA

DIBUJO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA

DIBUJO HIDRAULICO: VINCEN PERA

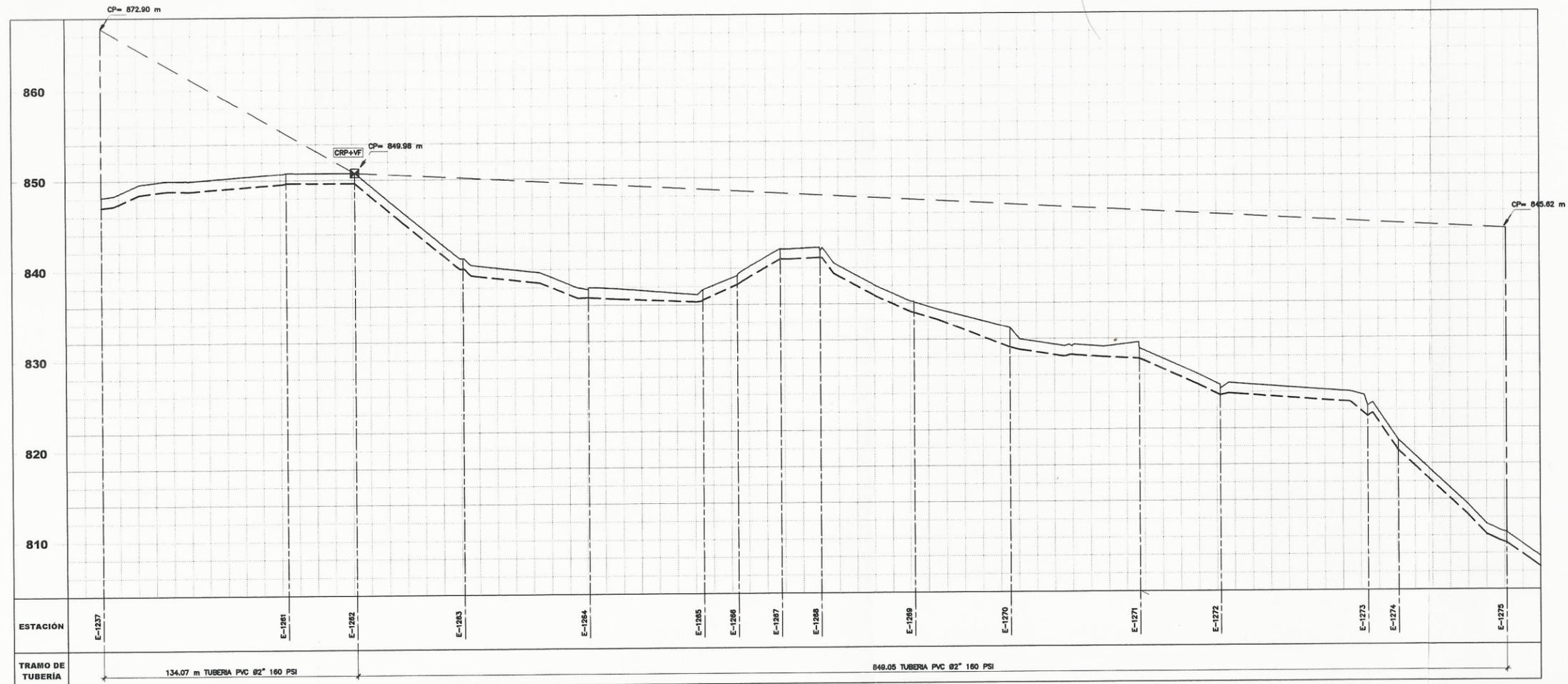
ASESORA DE EPS: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO

8

12

46

Facultad de Ingenieria



PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA HORIZONTAL 1:1,250
VERTICAL 1:250



PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA 1:1,250

SIMBOLOGIA	
◀ REDUCTOR BUSHING	☒ CAJA RAMPE PRESIÓN + VALVULA DE FLOTE (CRP + VF)
☐ TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	⊕ TEE
○ ESTACIONES	⊕ TAPÓN DE TUBERÍA
○ 0000 90° o 45°	☐ CASA, IGLESIA, ESCUELA
⊕ VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE 8\"/>	

UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN

MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO

DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

ESCALA: INDICADA

FECHA: MARZO 2021

RED DE DISTRIBUCION PLANTA - PERFIL

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA

DISEÑO: VINCEN PERA

DIBUJO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA

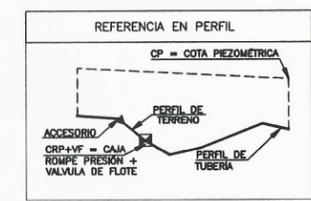
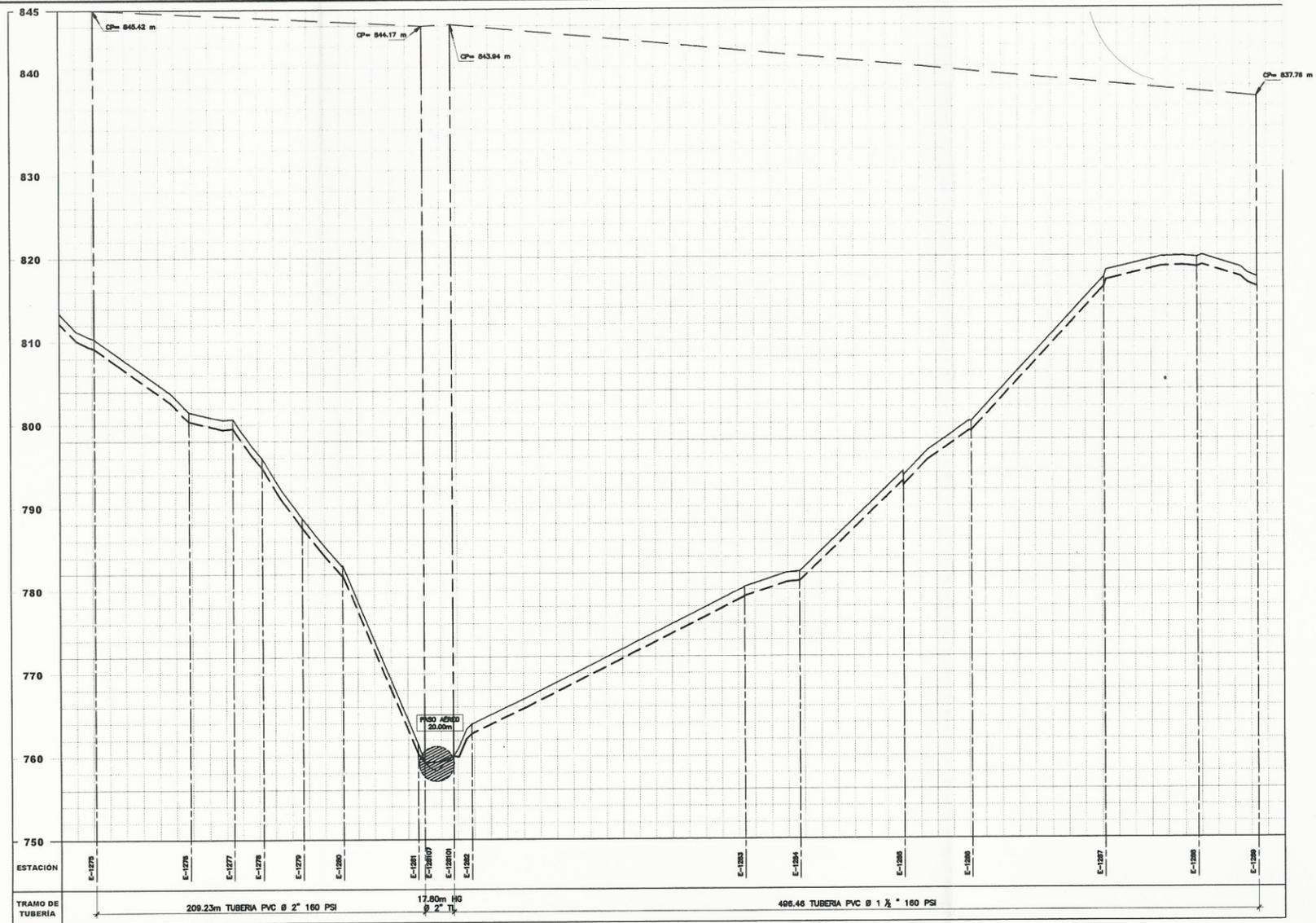
DIBUJO HIDRAULICO: VINCEN PERA

ASISISTA DE EPS: INGA. CRISTA CLASSON DE PINTO

RD 9

12

46

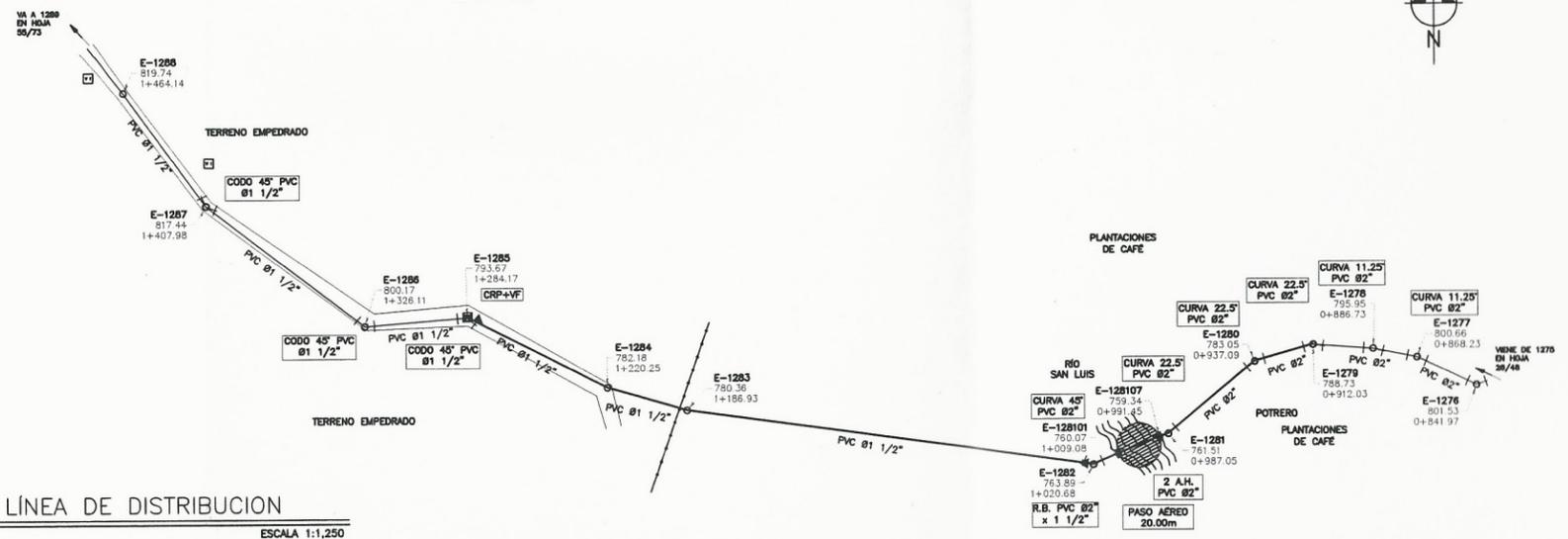


SIMBOLOGIA

REDUCIDOR BUSHING	CAJA ROMPE PRESION + VALVULA DE FLOTE (CRP + VF)
TANQUE DE DISTRIBUCION	TEE
ESTACIONES	TAPON DE TUBERIA
CODDO 90° O 45°	CASA, IGLESIA, ESCUELA
VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE # INDICADO	TUBERIA DE CONDUCCION
CRUZ PVC	TUBERIA DE DISTRIBUCION
CAMINO	TUBERIA DE DISTRIBUCION (PREVISTA)
PASOS DE ZANJON	VALVULA DE CONTROL (V.C.)
VALVULA REGULADORA DE PRESION	VALVULA DE CHEQUE HORIZONTAL (V.C.H.)
VALVULA DE AIRE	PIEZOMETRICA Q= 1/8
NACHIMIENTO	VALVULA DE LIMPIEZA
CAPTACION	INDICACION DE DETALLES
ADAPTADOR HEMBRA	QUEBRADA, RIO O ZANJON

PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION

ESCALA HORIZONTAL 1:1,250
VERTICAL 1:250



PLANTA LINEA DE DISTRIBUCION

ESCALA 1:1,250



UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN

MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO ESCALA: INDICADA

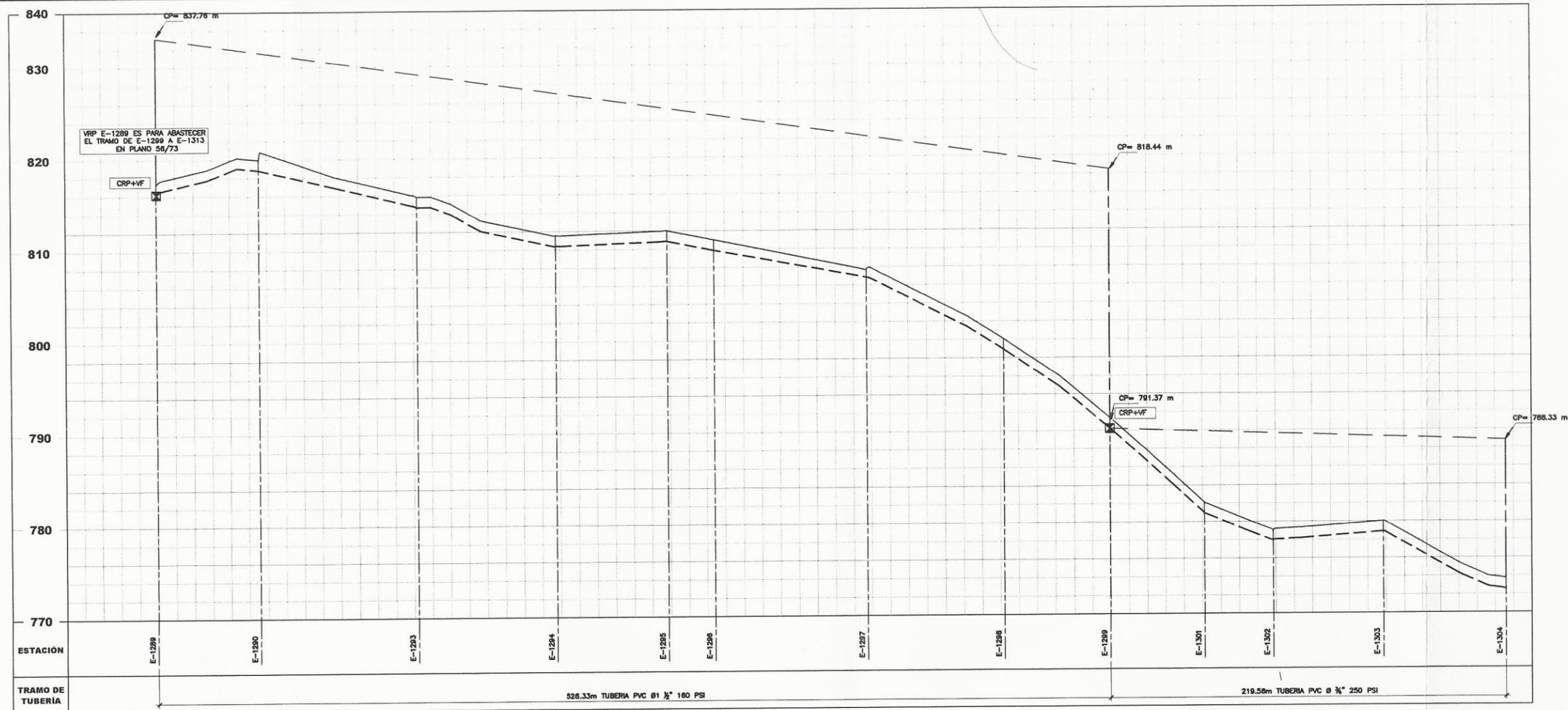
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS FECHA: MARZO 2021

RED DE DISTRIBUCION PLANTA - PERFIL

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: VINCEN PEÑA
DIBUJO TOPOGRAFICO: VINCEN PEÑA
DIBUJO HIDRAULICO: VINCEN PEÑA
ASESORA DE EPS: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO

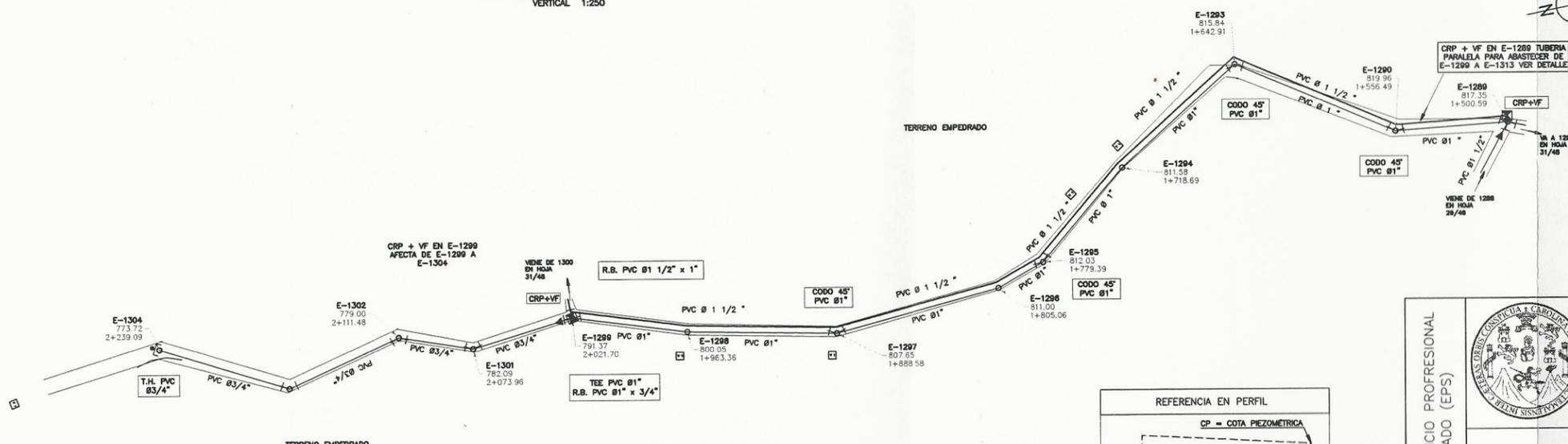
10
12
29
46

Facultad de Ingenieria



PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

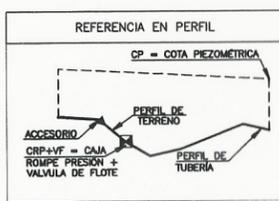
ESCALA HORIZONTAL 1:1,250
VERTICAL 1:250



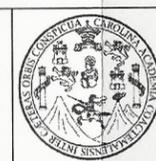
PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA 1:1,250

SIMBOLOGÍA	
REDUCTOR BUSHING	CAJA ROMPE PRESIÓN + VALVULA DE FLOTE (CRP + VF)
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	TEE
ESTACIONES	TAPÓN DE TUBERIA
CORDO 90° O 45°	CASA, IGLESIA, ESCUELA
VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE Ø INDICADO	TUBERIA DE CONDUCCIÓN
VALVULA DE AIRE	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN (PRESTATA)
NACIMIENTO	TUBERIA DE CONTROL (V.C.)
CAPTACIÓN	VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN
ADAPTADOR HEMBRA	VALVULA DE CHEQUE HORIZONTAL (V.C.H.)
	PIEZOMETRICA Q= 1/4"
	VALVULA DE LIMPIEZA
	INDICACION DE DETALLES
	QUEBRADA, RIO O ZANJON



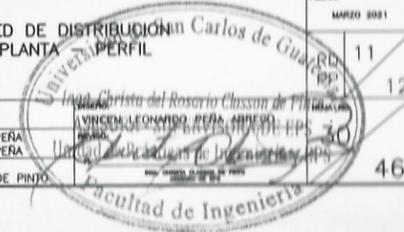
UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)



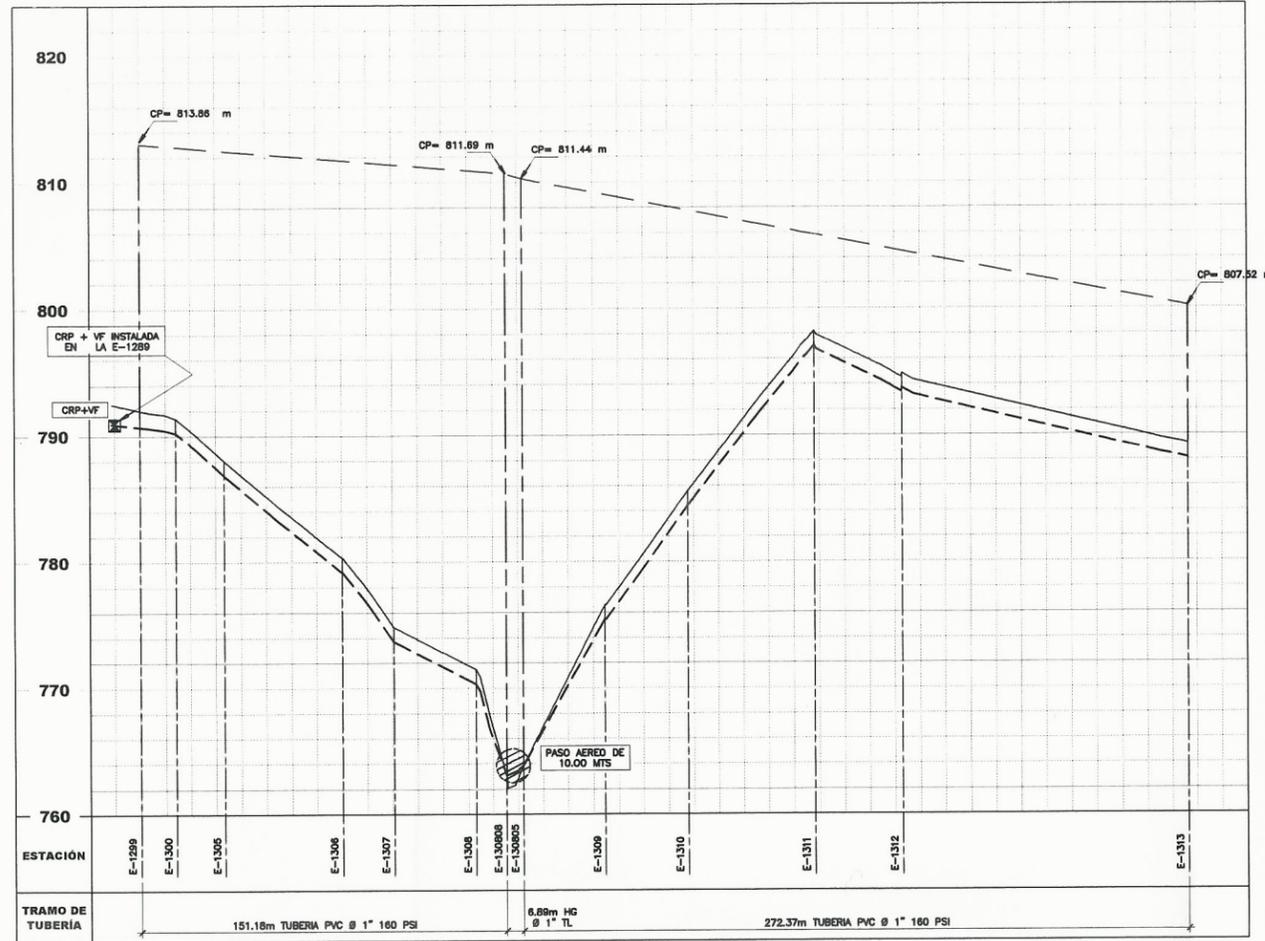
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN
 MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO
 DEPARTAMENTO: SAN MARCOS
 EMBALAJE: INDICADA
 FECHA: MARZO 2021

RED DE DISTRIBUCIÓN
 PLANTA PERFIL

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: VINCEN PERA
 DISEÑO TOPOGRÁFICO: VINCEN PERA
 DISEÑO HIDRÁULICO: VINCEN PERA
 ASESORA DE EPS: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINO

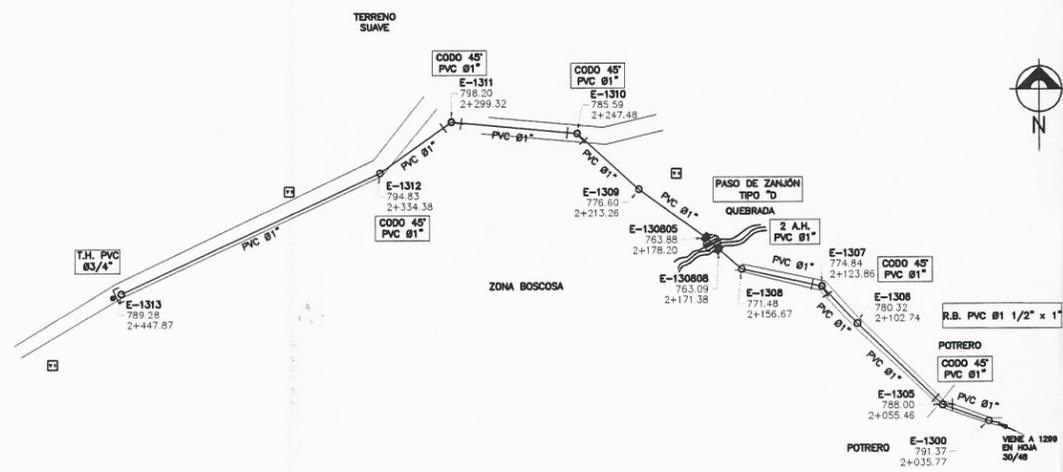


11
12
46



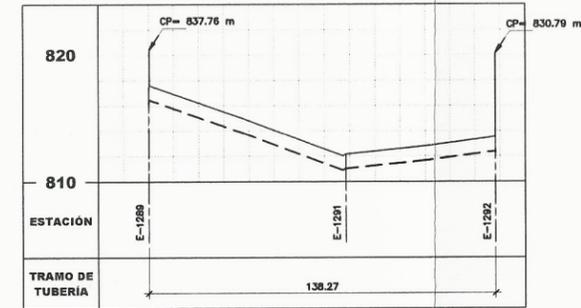
PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA HORIZONTAL 1:1,250
VERTICAL 1:250



PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA 1:1,250



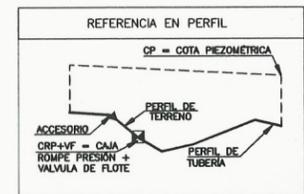
PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA HORIZONTAL 1:1,250
VERTICAL 1:250



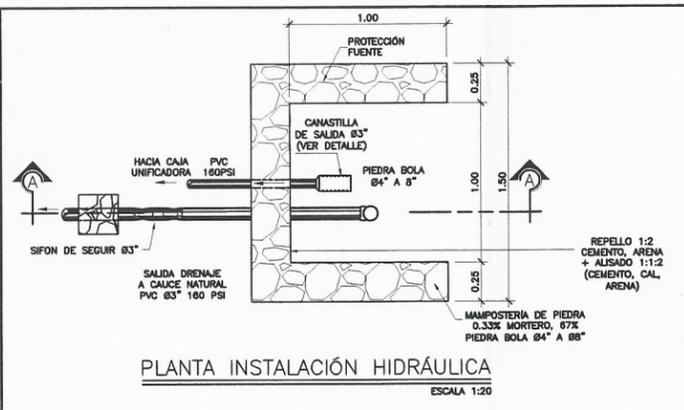
PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA 1:1,250

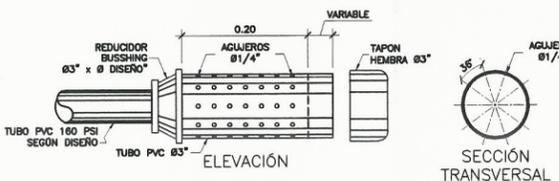


SIMBOLOGÍA	
REDUCIDOR BUSHING	CAJA ROMPE PRESIÓN + VALVULA DE FLOTE (CRP + VF)
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	TEE
ESTACIONES	TAPON DE TUBERIA
CODO 90° O 45°	CASA, IGLESIA, ESCUELA
VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE # INDICADO	TUBERIA DE CONDUCCION
CRUZ PVC	TUBERIA DE DISTRIBUCION (PREVISTA)
CAMINO	VALVULA DE CONTROL (V.C.)
PASOS DE ZANJÓN	VALVULA DE CHEQUE HORIZONTAL (V.C.H.)
VALVULA REGULADORA DE PRESION	PIEZOMETRICA Ø= 1/4"
VALVULA DE AIRE	VALVULA DE LIMPIEZA
NACIMIENTO	INDICACION DE DETALLES
CAPTACION	QUEBRADA, RIO O ZANJÓN
ADAPTADOR HEMBRA	

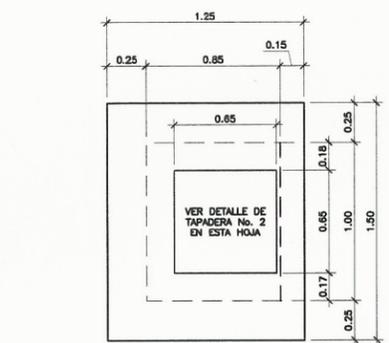
UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN	
		MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO	ESCALA: INDICADA
		DEPARTAMENTO: SAN MARCOS	FECHA: MARZO 2021
RED DE DISTRIBUCION PLANTA PERFIL			
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: VINCEN PEÑA DIBUJO TOPOGRAFICO: VINCEN PEÑA DIBUJO HIDRAULICO: VINCEN PEÑA ASESORA DE EPS: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO		INGENIERO SUPERVISOR DE EPS	INGENIERO SUPERVISOR DE EPS
		12	12
		46	46



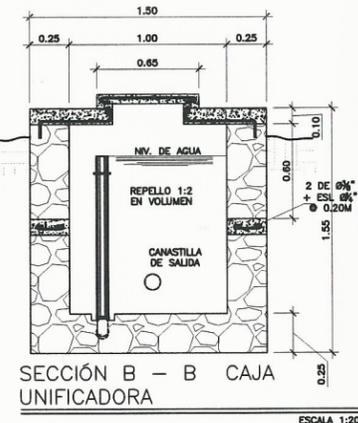
PLANTA INSTALACIÓN HIDRÁULICA
ESCALA 1:20



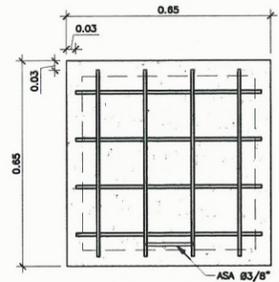
DETALLE CANASTILLA
ESCALA 1:5



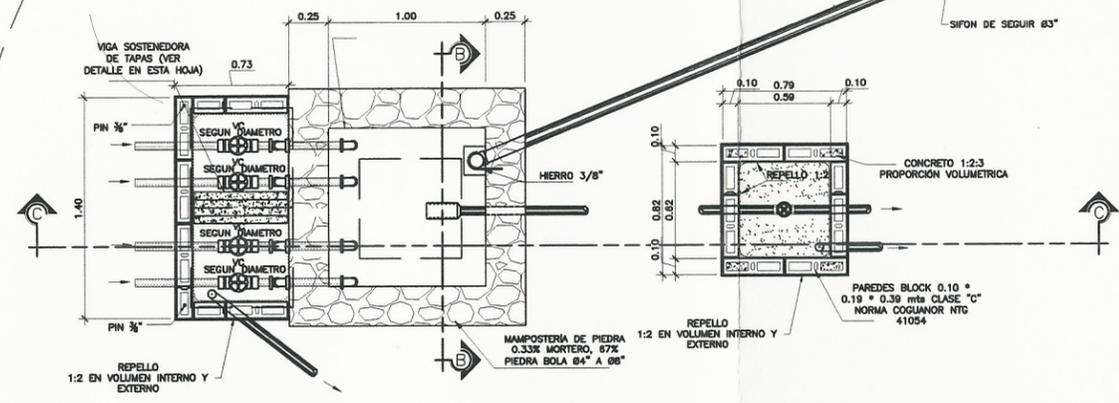
PLANTA DE LOSAS Y TAPADERAS
ESCALA 1:20



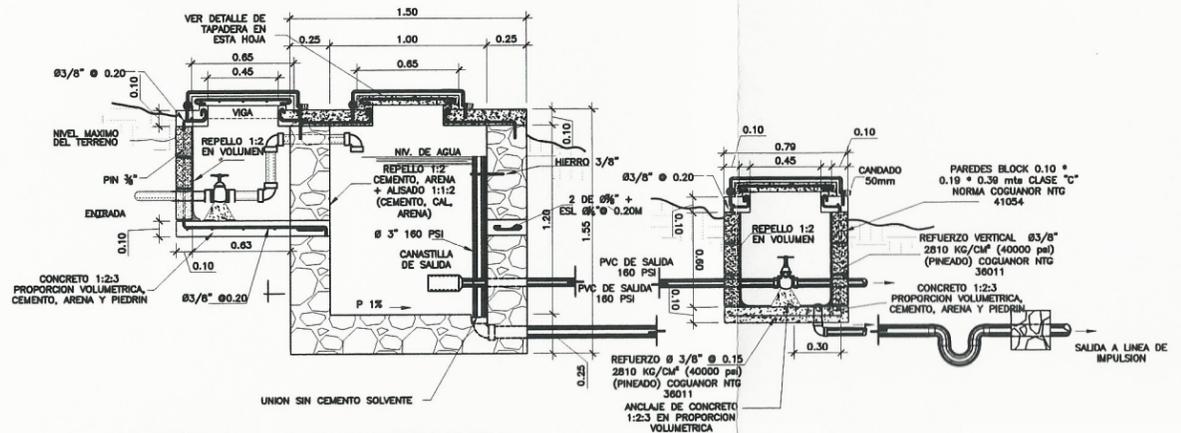
SECCIÓN B - B CAJA UNIFICADORA
ESCALA 1:20



PLANTA DE TAPADERA
ESCALA 1:10



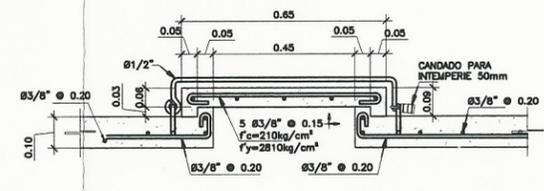
PLANTA INSTALACIÓN HIDRÁULICA CAJA UNIFICADORA
ESCALA 1:20



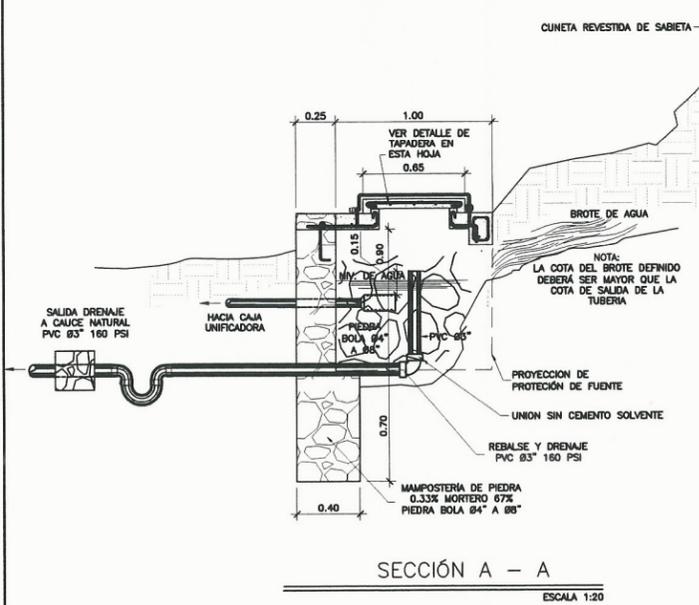
SECCIÓN C - C CAJA UNIFICADORA
ESCALA 1:20



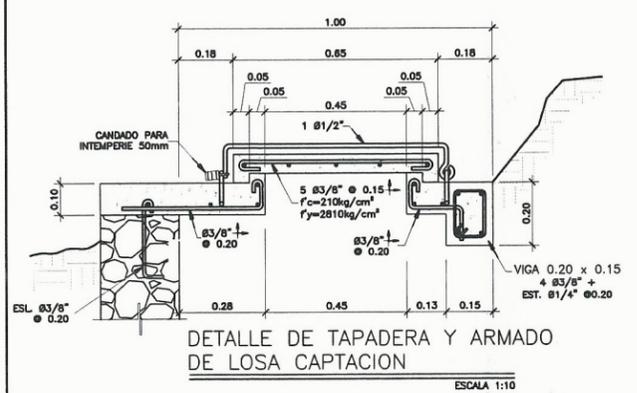
VIGA SOSTENEDORA DE TAPADERAS
ESCALA 1:10



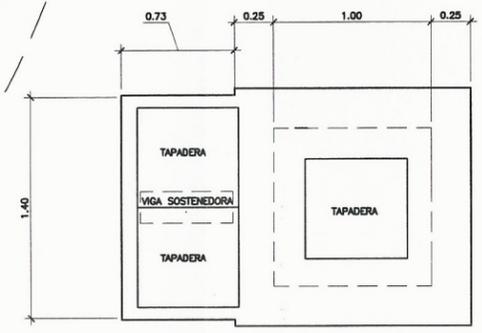
DETALLE DE TAPADERA Y ARMADO DE LOSA
ESCALA 1:10



SECCIÓN A - A
ESCALA 1:20



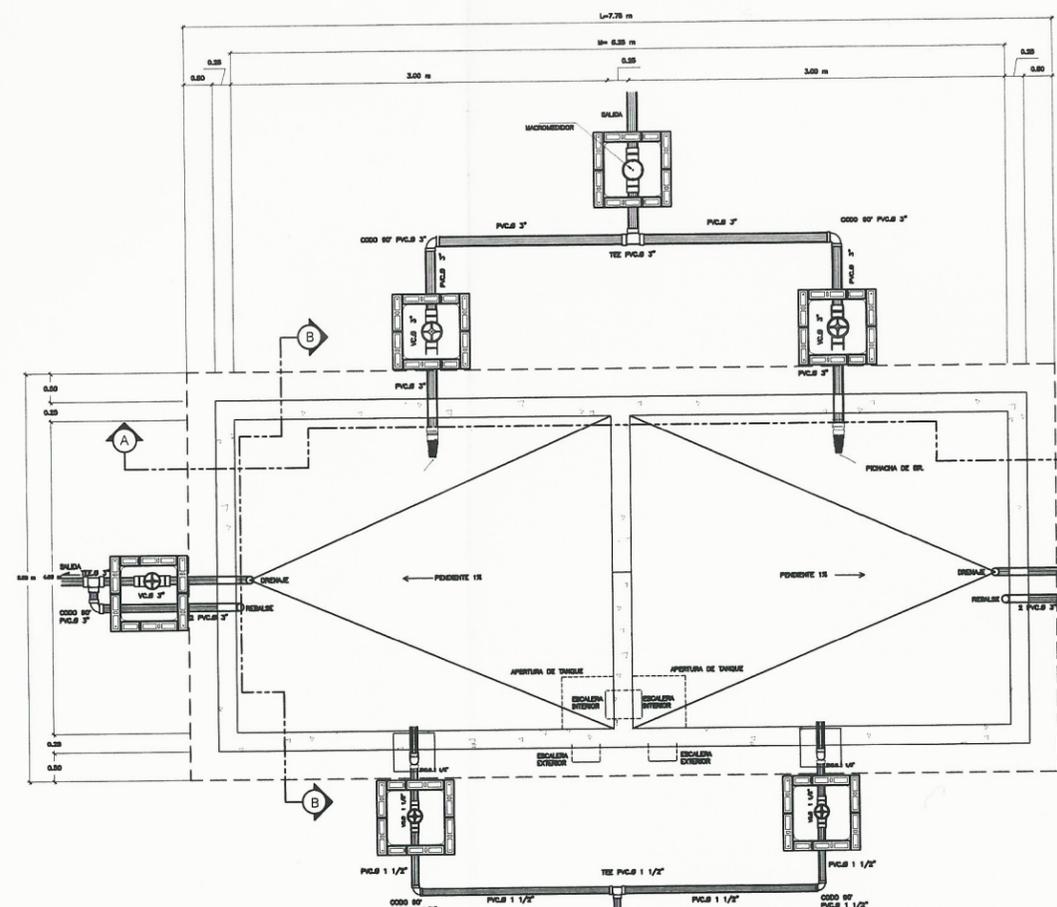
DETALLE DE TAPADERA Y ARMADO DE LOSA CAPTACION
ESCALA 1:10



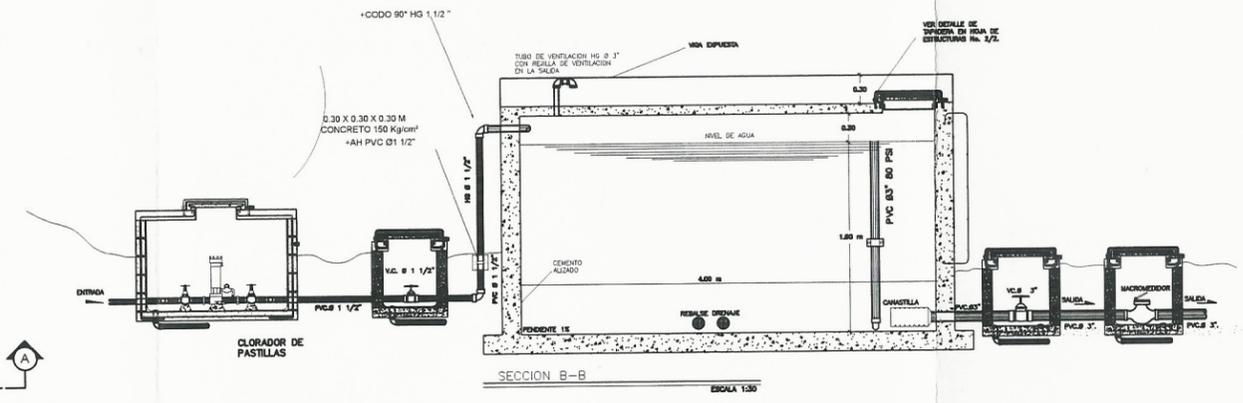
PLANTA DE LOSAS Y TAPADERAS CAJA UNIFICADORA
ESCALA 1:20

UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN	
	MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO	ESCALA: INDICADA	
	DEPARTAMENTO: SAN MARCOS	FECHA: MARZO 2021	
SISTEMA DE CAPTACIONES DE BROTE DEFINIDO + UNIFICADORA			
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA	DISEÑO: VINCEN LEONARDO PERA ABREGO	HOJA: 01	15
DISEÑO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA	DISEÑO HIDRAULICO: VINCEN PERA		46
ASESORA DE EPS: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO			

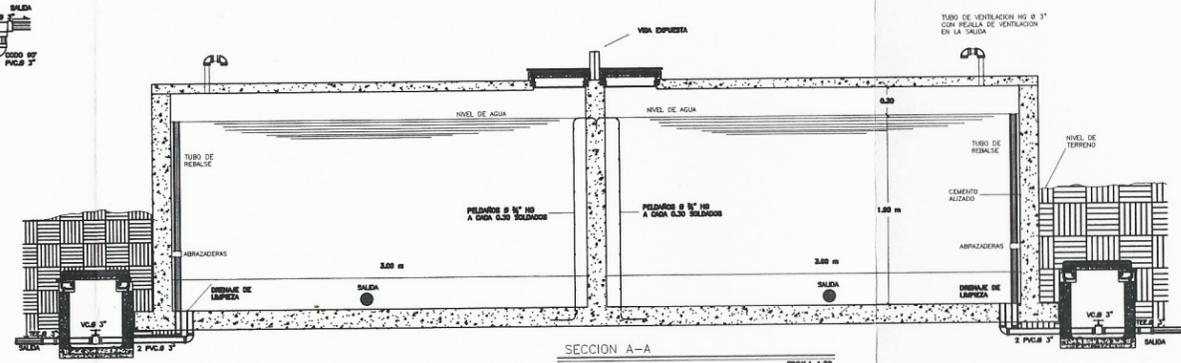
NOTA:
 PARA PODER CUBRIR LA CAPACIDAD DEL TANQUE 45.00 M³ SE DIMENSIONARON LAS CAMARAS CON LAS SIGUIENTES MEDIDAS 4.00*1.90*3.00, DANDO UN TOTAL DE 22.8M³. POR CADA CAMARA.



PLANTA DE TANQUE DE DISTRIBUCION
 ESCALA 1:30

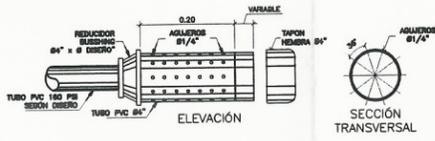


SECCION B-B
 ESCALA 1:30

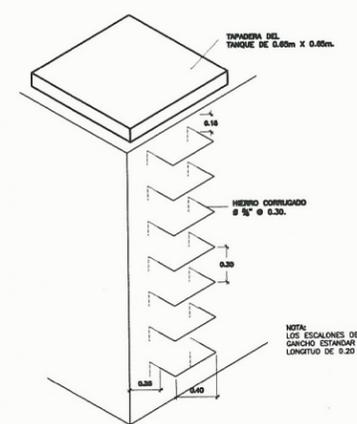


SECCION A-A
 ESCALA 1:30

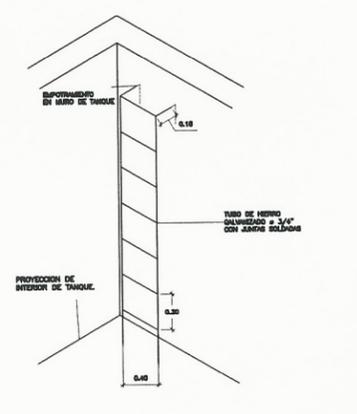
CLORADOR DE PASTILLAS
 (VER DETALLE EN HOJA 36/36)



DETALLE CANASTILLA
 ESCALA 1:5

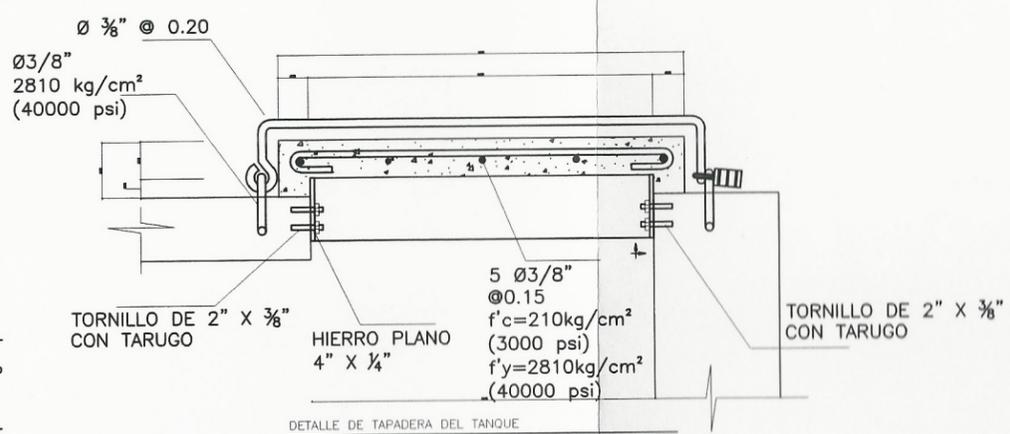


ISOMETRICO DE GRADAS EXTERIORES
 ESCALA 1:30



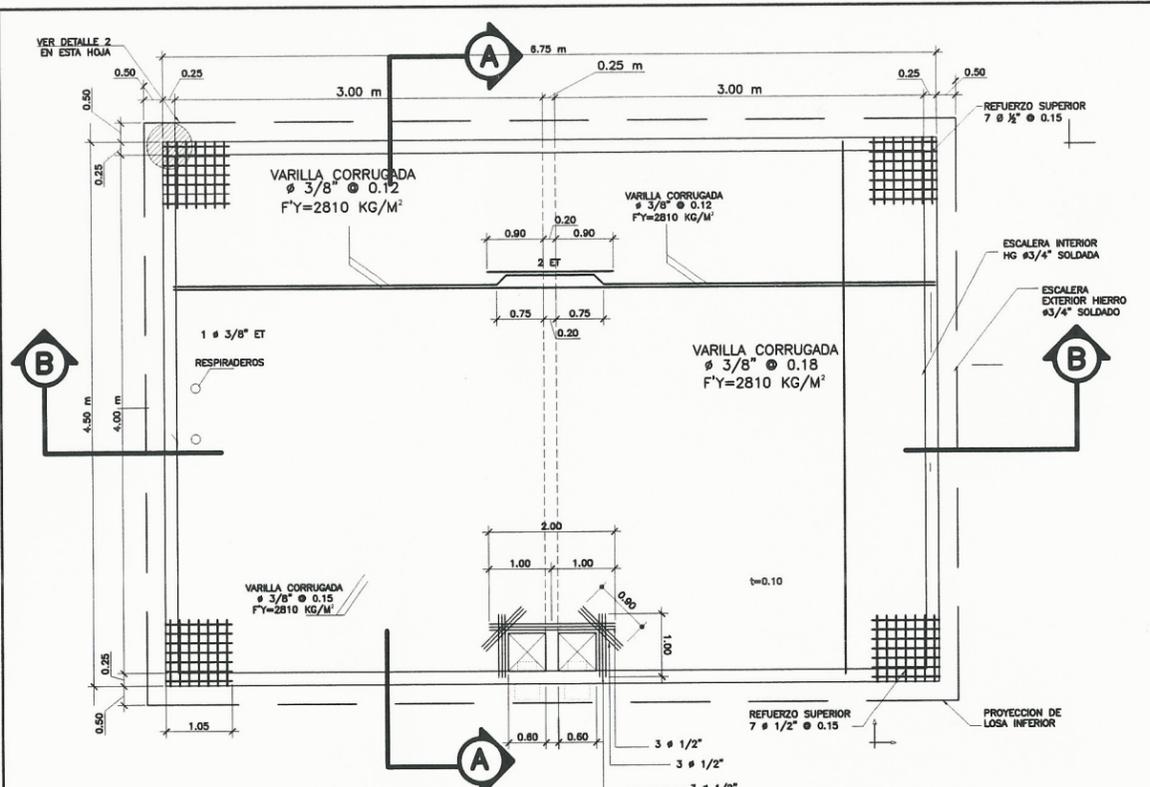
ISOMETRICO DE GRADAS EXTERIORES
 ESCALA 1:30

- NOTAS GENERALES
- 1) SE USARA CONCRETO CON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ A LOS 28 DIAS, CON UNA RELACION AGUA/CEMENTO = 0.50 (6 GAL./ZACOS).
 - 2) SE USARA PIEDRA DE 3/4" - 1".
 - 3) SE USARA ACERO DE REFUERZO CON $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$ (GRADADO MS).
 - 4) TODOS LOS RECIPIEROS INDICADOS SE MEDIRAN DESDE EL ROSTRO DEL REFUERZO A LA CIMA EXTERIOR DEL CONCRETO.
 - 5) LA LOSA SUPERIOR DEBERA FUNDIRSE CON PANELES CON PENDIENTE DEL 1% PARA EVACUACION DEL AGUA PLUVIAL. LA SUPERFICIE DEBERA SER ACABADO CERRADO.
 - 6) LA LLAVE DE CONCRETO EN LA PIZ DE LOS MUROS DEBERA MANTENERSE ENTANDO FRACUTAR EL AGREGADO GRUESO. SE DEBERA LUNAR PERFECTAMENTE ANTES DE FUNDIR EL CONCRETO DE LOS MUROS.
 - 7) EL REFUERZO VERTICAL DEBERA LAMPARSE DE REBAROS DE CONCRETO Y/O LECHADA ANTES DE FUNDIR LOS MUROS.
 - 8) EL TANQUE ESTA DISEÑADO PARA TRABAJAR SUPERFICIALMENTE O ENTERRADO.
 - 9) LA PROFUNDIDAD MINIMA DE LA CIMENTACION SERA DE 0.40 MET.
 - 10) SI EL MATERIAL DE BASE ES ARENOSO DEBERA IMPERMEABILIZARSE CON LECHADA DE CEMENTO ANTES DE FUNDIR LA LOSA INFERIOR.
 - 11) TODO LO REFERENTE A LONGITUDES DE ANCLAJE Y TRASLAPES DEL REFUERZO SE HARA CUMPLIDO CON LAS ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ACEROS REBAROS Y EL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES DE CONCRETO REFORZADO DEL AC-308. EN NINGUN CASO SE DEBERAN TENER TRASLAPES EN LOS PUNTOS SIGUIENTES:
 - EN UNA LONGITUD DE 0.25 M. SOBRE LA BASE DE LOS MUROS, REFUERZO VERTICAL.
 - EN UNA LONGITUD DE 1/4 DEL REFUERZO HORIZONTAL DE LOS MUROS MEDIO DESDE LAS ESCUINAS.
 - EN TODO CASO DEBERA USARSE TRASLAPES ALTERNOS.
 - 12) SE DEBERA INVESTIGAR LA POSIBILIDAD DE LA EXISTENCIA DE SUBSOPRESION POR EL NIVEL FREATICO ALTO. SE DEBERAN TOMAR LAS MEDIDAS PERTINENTES.

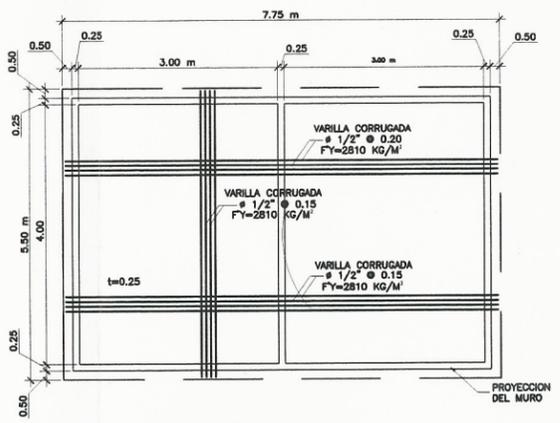


DETALLE DE TAPADERA DEL TANQUE

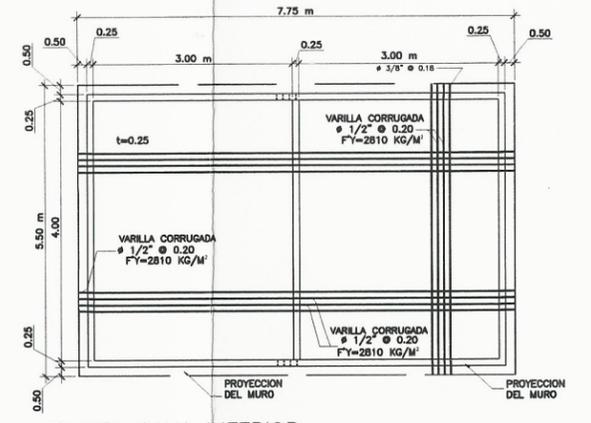
UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
	PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN			ESCALA: INDICADA
	MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO			FECHA: MARZO 2021
	DEPARTAMENTO: SAN MARCOS			HOJA: 2 DE 15
TANQUE DE DISTRIBUCION 45.00 M ³ DE CONCRETO REFORZADO (DOBLE CAMARA)				
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA				
DIBUJO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA				
DIBUJO MECANICO: VINCEN PERA				
ASESORIA DE EPS: INGA. CHRISTA CLASSON DE PENA				
Facultad de Ingenieria				



PLANTA DE ARMADO LOSA SUPERIOR

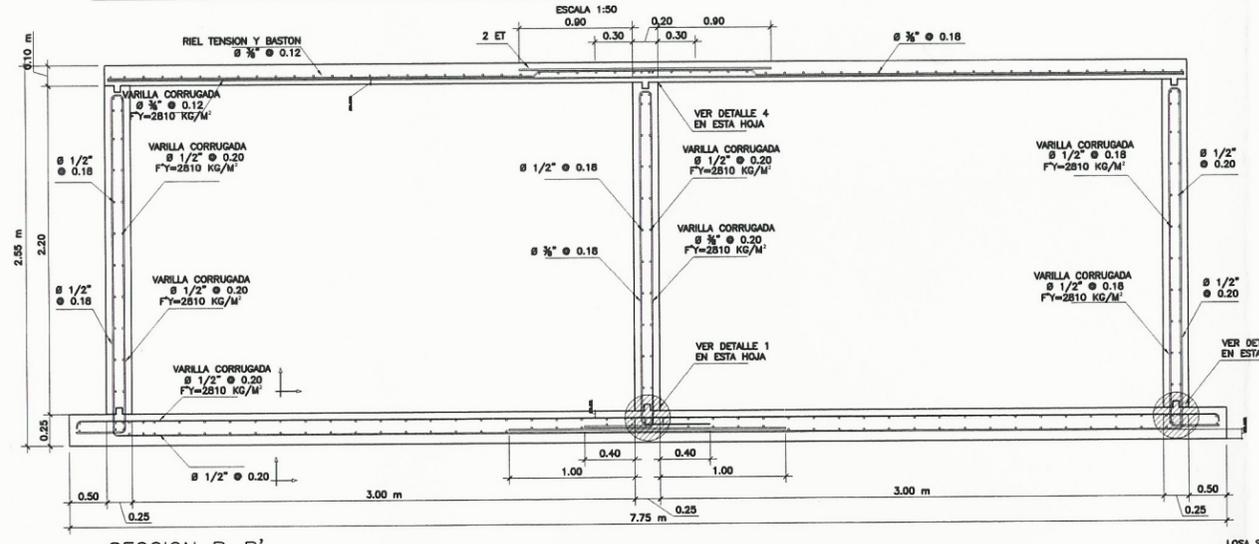


PLANTA CAMA SUPERIOR

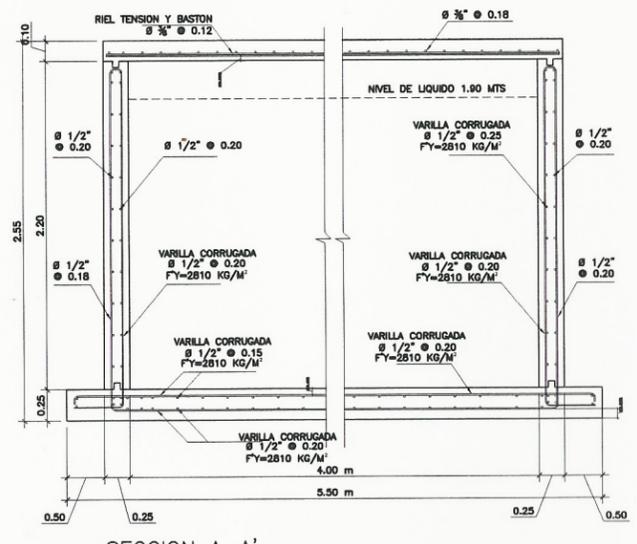


PLANTA CAMA INFERIOR

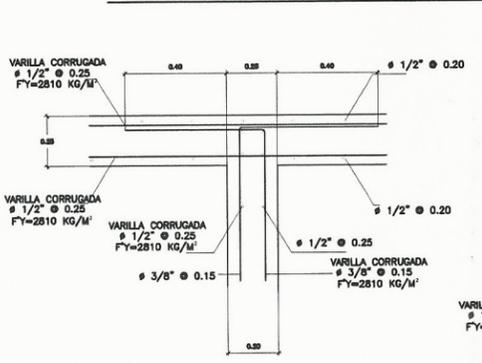
PLANTA ARMADO DE LOSA INFERIOR



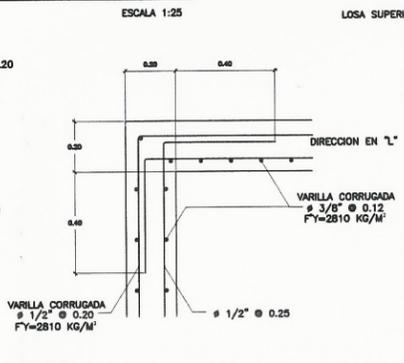
SECCION B-B'



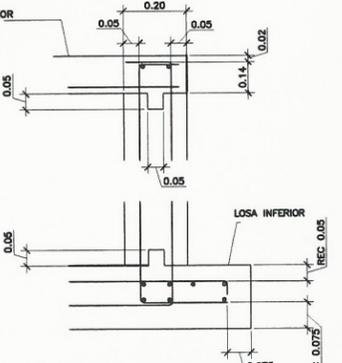
SECCION A-A'



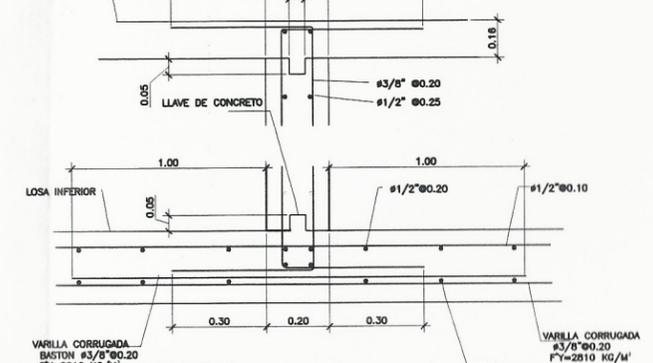
DETALLE 1



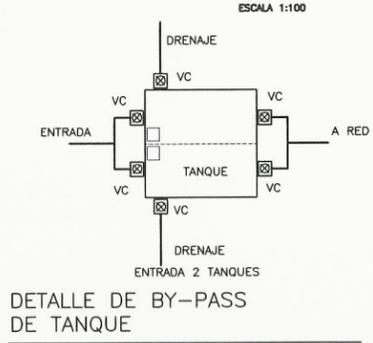
DETALLE 2



DETALLE 3



DETALLE 4



DETALLE DE BY-PASS DE TANQUE

- NOTAS GENERALES:
- 1) SE USARA CONCRETO CON $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ A LOS 28 DIAS, CON UNA RELACION AGUA/CEMENTO= 0.55 (6 GAL./YACD).
 - 2) SE USARA PIEDRIN DE $\frac{3}{4}$ " - 1".
 - 3) SE USARA ACERO DE REFUERZO CON $f_y=2810 \text{ Kg/cm}^2$ (GRADO 40 KSI).
 - 4) TODOS LOS RECURRIMIENTOS INDICADOS SE MEDIRAN DESDE EL ROSTRO DEL REFUERZO A LA CARA EXTERIOR DEL CONCRETO.
 - 5) LA LOSA SUPERIOR DEBERA FUNDIRSE CON PARELLOS CON PENDIENTE AL 1% PARA EVACUACION DEL AGUA PLUVIAL; LA SUPERFICIE DEBERA SER CON ACABADO CERRUDO.
 - 6) LA LLAVE DE CONCRETO EN LA RAZ DE LOS MUROS DEBERA MARTILLEARSE EVITANDO FRACTURAR EL AGREGADO GRUESO. SE DEBERA LAVAR PERFECTAMENTE ANTES DE FUNDIR EL CONCRETO DE LOS MUROS.
 - 7) EL REFUERZO VERTICAL DEBERA LIMPIARSE DE REBASAS DE CONCRETO Y/O LECHADA ANTES DE FUNDIR LOS MUROS.
 - 8) EL TANQUE ESTA DISEÑADO PARA TRABAJAR SUPERFICIALMENTE O ENTERRADO.
 - 9) LA PROFUNDIDAD MINIMA DE CIMENTACION SERA DE 0.40 mts.
 - 10) SI EL MATERIAL DE BASE ES ARENOSO DEBERA IMPERMEABILIZARSE CON LECHADA DE CEMENTO ANTES DE FUNDIR LA LOSA INFERIOR.
 - 11) TODO LO REFERENTE A LONGITUDES DE ANCLAJE Y TRASLAPSE DEL REFUERZO SE HARA CUMPLIENDO CON LAS ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ACERDOS BARRILES DE LINEAR Y EL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES DE CONCRETO REFORZADO DEL ACI-318.
 - EN NINGUN CASO SE DEBERAN TENER TRASLAPES EN LOS PUNTOS SIGUIENTES:
 - AL CENTRO DE LA CAMA SUPERIOR DE LA LOSA DE CIMENTACION.
 - EN UNA LONGITUD DE 0.75 m. SOBRE LA BASE DE LOS MUROS, REFUERZO VERTICAL.
 - EN UNA LONGITUD DE 1/4 DEL REFUERZO HORIZONTAL DE LOS MUROS MEDIDO DESDE LAS ESQUINAS.
 - EN TODO CASO DEBERA USARSE TRASLAPES ALTERNOS.
 - 12) SE DEBERA INVESTIGAR LA POSIBILIDAD DE LA EXISTENCIA DE SUBSUNION POR EL NIVEL PRACTICO ALTO. SE DEBERAN TOMAR LAS MEDIDAS PERTINENTES, SEGUN LA SECCION DE ESTUDIOS Y DISEÑOS.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN

MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO

DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

TANQUE DE DISTRIBUCION DE 45.00 m³ DE CONCRETO REFORZADO + DETALLES ESTRUCTURALES

FECHA: MARZO 2021

INDICADA: 3

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA

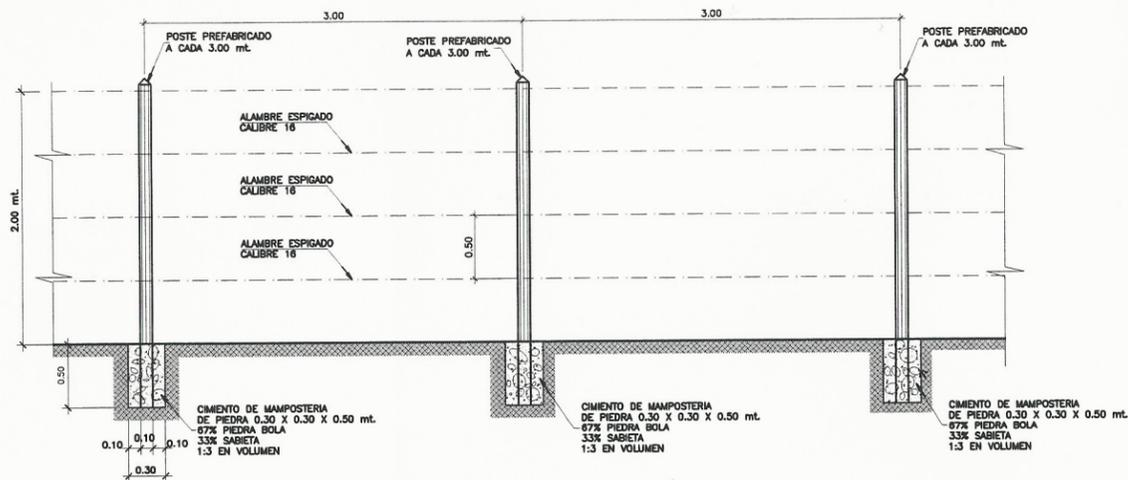
DISEÑO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA

DISEÑO HIDRAULICO: VINCEN PERA

ASISORA DE EPS: INGA. CHRISTA CLASSON DE PITTO

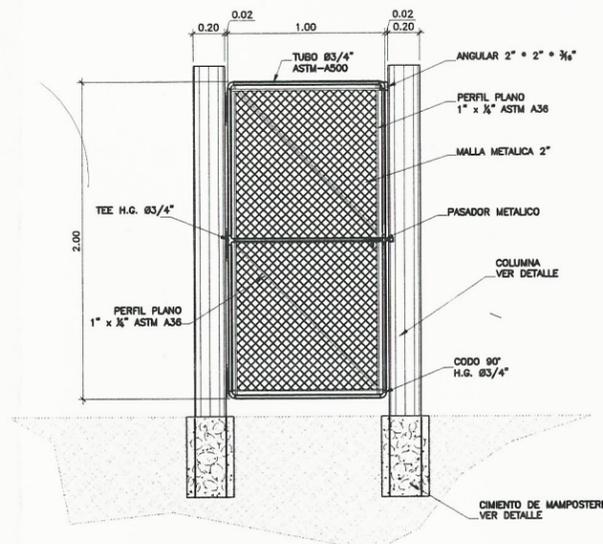
UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)

Facultad de Ingeniería



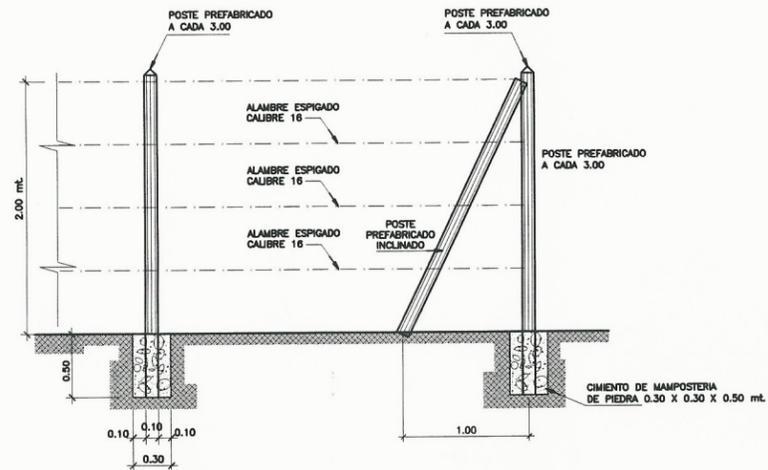
SECCION DEL CERCO DEL PREDIO

ESCALA 1:25



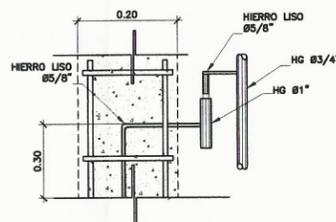
PUERTA DEL PREDIO PARA POZO

ESCALA 1:20



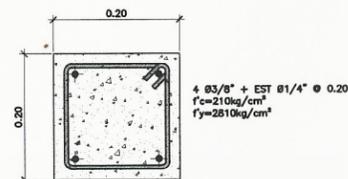
SECCION DEL CERCO, CON 2 APOYOS EN ESQUINAS

ESCALA 1:25



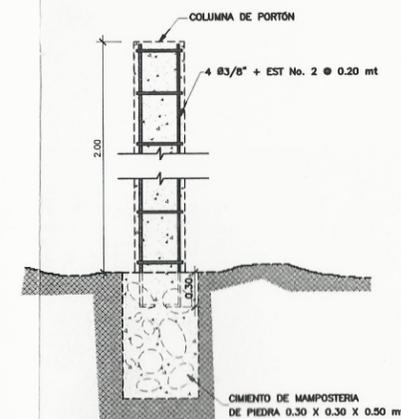
DETALLE DE BISAGRA

SIN ESCALA



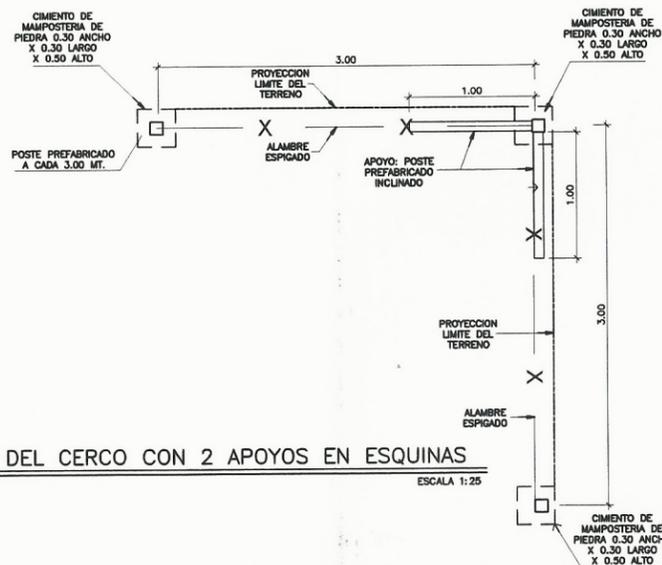
COLUMNA DE PORTÓN

ESCALA 1:5



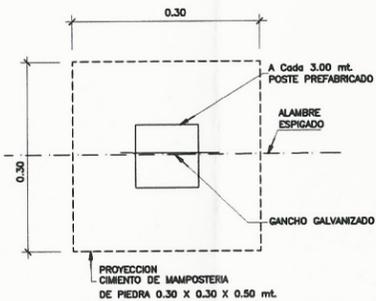
COLUMNA DEL PORTON

ESCALA 1:5



PLANTA DEL CERCO CON 2 APOYOS EN ESQUINAS

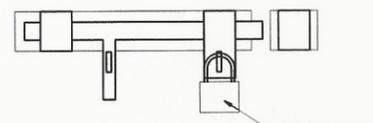
ESCALA 1:25



PEDESTAL

DE POSTE PREFABRICADO

ESCALA 1:5



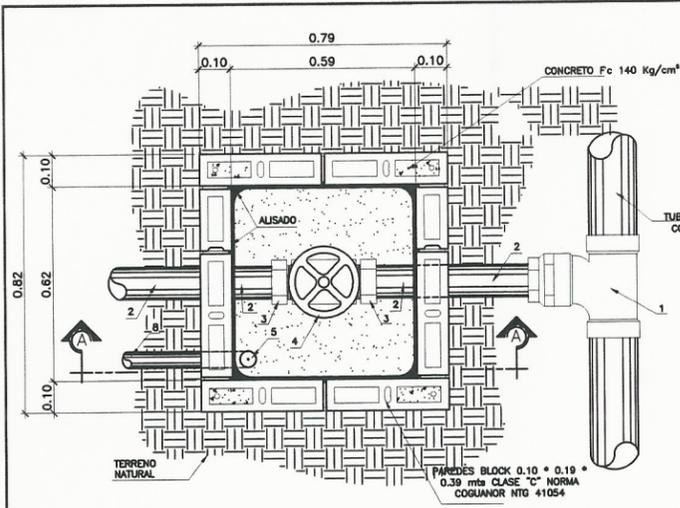
PASADOR DEL PORTON

ESCALA 1:5

ESPECIFICACIONES

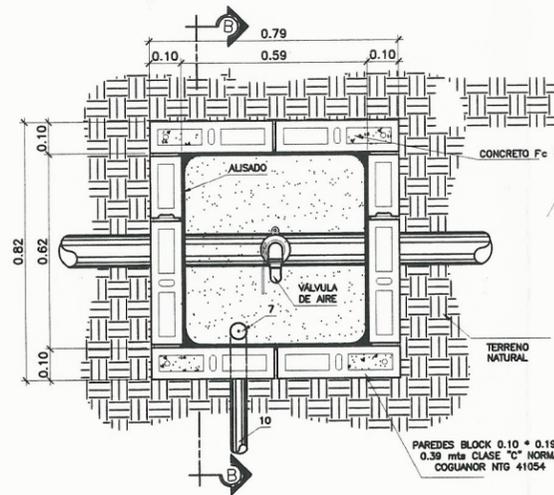
1. POSTES CUADRADOS DE CONCRETO REFORZADO CON ALERO DE ALTA RESISTENCIA UNA DE SUS CARAS CUENTA CON GANCHOS DE ALAMBRE GALVANIZADO QUE FACILITAN LA COLOCACION DEL ALAMBRE ESPIGADO
2. LA DISTANCIA OPTIMA ES DE 3.00 MT. O DADA EN EL PLANO DE CIRCULACION. ADEMÁS SE DEBEN COLOCAR POSTES EN LAS ESQUINAS DEL CERCO CON DOS APOYOS INCLINADOS PARA SOPORTAR LA TENSION QUE SE EJERCE EN EL ALAMBRE AL ESTIRARLO.
3. LA PUERTA TENDRA MALLA METALICA 2".
4. EN EL PASADOR DE LA PUERTA LLEVARA UN PASADOR CON PORTACANADO.

UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN	
	MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO	ESCALA: INDICADA	
	DEPARTAMENTO: SAN MARCÓS	FECHA: MARZO 2021	
CIRCULACION DE PREDIO DE TANQUE DE DISTRIBUCION Y CAPTACION			
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA DISEÑO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA DISEÑO HIDRAULICO: VINCEN PERA ASESORA DE EPS: INGA. CRISTA CLASSON DE PINTO			
			15
			46



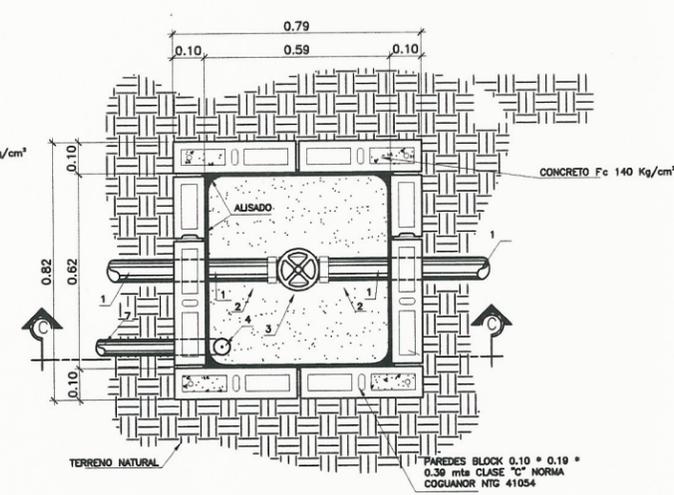
PLANTA VÁLVULA DE LIMPIEZA

ESCALA 1:10



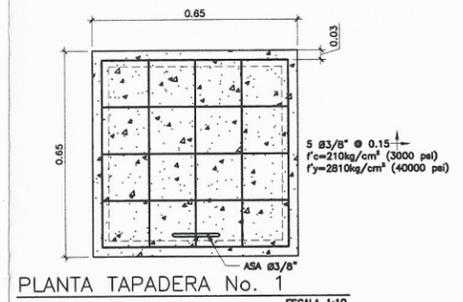
PLANTA VÁLVULA DE AIRE

ESCALA 1:10



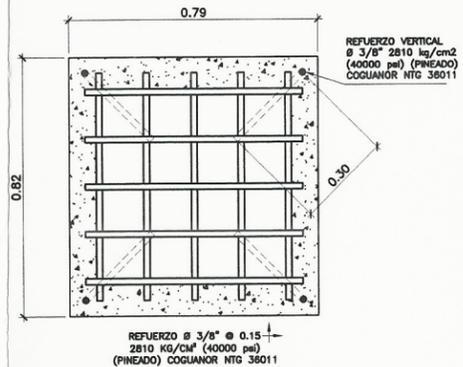
PLANTA VÁLVULA DE CONTROL

ESCALA 1:10



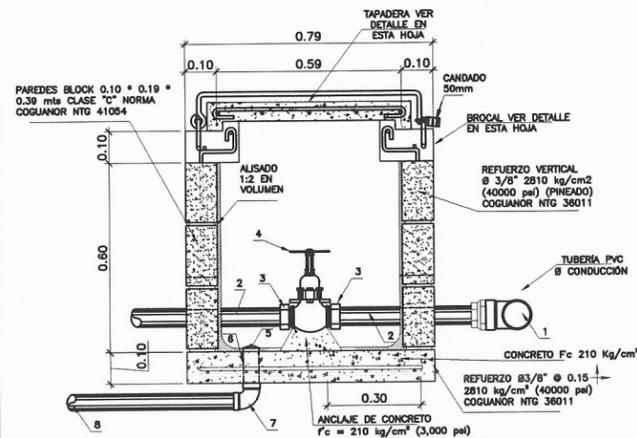
PLANTA TAPADERA No. 1

ESCALA 1:10



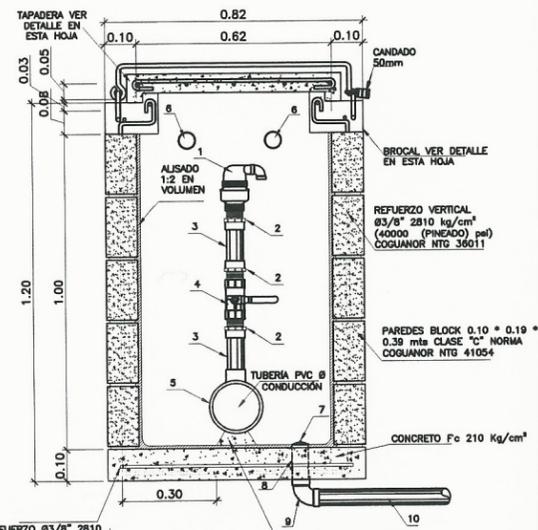
DETALLE DE PLANTA CIMENTACIÓN

ESCALA 1:10



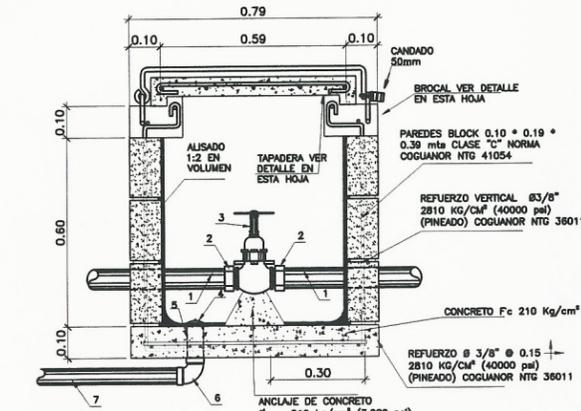
CORTE A-A

ESCALA 1:10



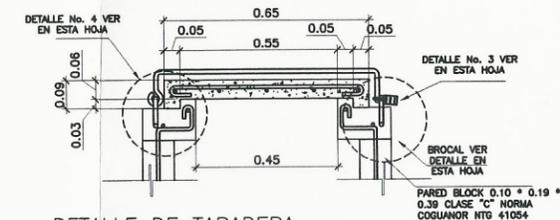
CORTE B-B

ESCALA 1:10



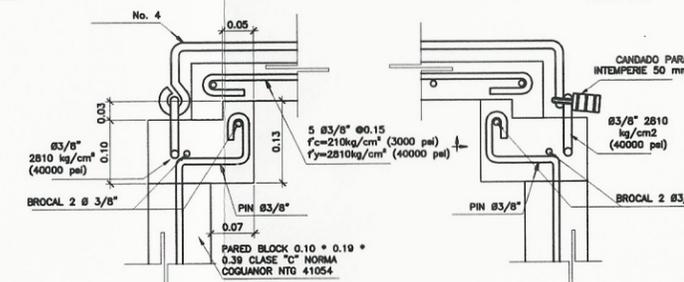
CORTE C-C

ESCALA 1:10



DETALLE DE TAPADERA

ESCALA 1:10



DETALLE No. 3 Y No. 4 DE BROCAL

ESCALA 1:5

SELECCIÓN DE DIÁMETROS DE VÁLVULA DE LIMPIEZA	
Ø DE CONDUCCIÓN	Ø DE VÁLVULA
Ø 6"	Ø 3"
Ø 2" A Ø 4"	Ø 2"
Ø MENORES A 2"	USAR DIÁMETRO DE CONDUCCIÓN

LISTA DE MATERIALES VÁLVULA DE LIMPIEZA		
No. ACCESORIOS DE VÁLVULA DE LIMPIEZA		CANTIDAD
1. TEE REDUCTORA LISA PVC Ø TUBERÍA CONDUCCIÓN" x Ø" DE VÁLVULA		1
2. TUBO PVC Ø" VÁLVULA 160 PSI		2
3. ADAPTADOR MACHO PVC Ø DE VÁLVULA		1
4. VÁLVULA DE COMPUERTA DE LATÓN Ø INDICADO EN ESTE PLANO		1
5. VÁLVULA DE PILA DE BRONCE Ø 2"		1
6. NIPLE PVC Ø 2" x 0.15 m 80 PSI		1
7. CODO PVC Ø 2" x 90°		1
8. NIPLE PVC Ø 2" x 0.75 m 80 PSI		1

CAJA DE CONCRETO REFORZADO VÁLVULA DE LIMPIEZA Y CONTROL	UNIDAD	CANTIDAD
CEMENTO HIDRÁULICO TIPO UGC	SACO	2.5
ARENA DE RÍO	m³	0.15
PIEDRÍN 3/8"	m³	0.10
BLOCK 0.10 X 0.19 X 0.39 COGUANOR 41054	U	21
VARRILLA DE ACERO CORRUGADO No. 3 (3/8") G.40 NTG36001	VARILLA	6
VARRILLA DE ACERO CORRUGADO No. 4 (1/2") G.40 NTG36001	VARILLA	0.25
CANDADO PARA INTEMPERIE DE 50 mm	U	1
MADERA	PIE TABLAR	20
CLAVO	LB	3.00
ALAMBRE DE AMARRE	LB	2.00

LISTA DE MATERIALES VÁLVULA DE AIRE		
No. ACCESORIOS DE VÁLVULA DE AIRE		CANTIDAD
1. VÁLVULA AUTOMÁTICA DE AIRE TRIFUNCIONAL Ø INDICADO EN ESTE PLANO (EXPULSIÓN Y ADMISIÓN DE AIRE, EXPULSIÓN DEL AIRE RESIDUAL)		1
2. ADAPTADOR MACHO PVC Ø DE VÁLVULA DE AIRE		3
3. NIPLE PVC Ø DE VÁLVULA DE AIRE x 0.15 m 160 PSI		2
4. VÁLVULA DE BOLA LATÓN ROSCADA Ø DE VÁLVULA DE AIRE		1
5. TEE REDUCTORA LISA PVC Ø TUBERÍA CONDUCCIÓN" x Ø" VÁLVULA DE AIRE		1
6. NIPLE PVC Ø 2" x 0.10 m 80 PSI CON MALLA PARA VENTILACIÓN		3
7. VÁLVULA DE PILA DE BRONCE Ø 2"		1
8. NIPLE PVC Ø 2" x 0.15 m 80 PSI		1
9. CODO PVC Ø 2" x 90°		1
10. NIPLE PVC Ø 2" x 1.00 m 80 PSI		1

CAJA DE CONCRETO REFORZADO PARA VÁLVULA DE AIRE	UNIDAD	CANTIDAD
CEMENTO HIDRÁULICO TIPO UGC	SACO	3
ARENA DE RÍO	m³	0.20
PIEDRÍN 3/8"	m³	0.10
BLOCK 0.10 X 0.19 X 0.39 COGUANOR 41054	U	35
VARRILLA DE ACERO CORRUGADO No. 3 (3/8") G.40 NTG36001	VARILLA	6
VARRILLA DE ACERO CORRUGADO No. 4 (1/2") G.40 NTG36001	VARILLA	0.25
CANDADO PARA INTEMPERIE DE 50 mm	U	1
MADERA	PIE TABLAR	20
CLAVO	LB	3.00
ALAMBRE DE AMARRE	LB	2.00

LISTA DE MATERIALES VÁLVULA DE CONTROL		
No. ACCESORIOS DE VÁLVULA DE CONTROL		CANTIDAD
1. TUBO PVC Ø DISTRIBUCIÓN"		2
2. ADAPTADOR MACHO PVC Ø TUBERÍA DISTRIBUCIÓN"		1
3. VÁLVULA DE COMPUERTA DE LATÓN Ø TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN"		1
4. VÁLVULA DE PILA DE BRONCE Ø 2"		1
5. NIPLE PVC Ø 2" x 0.15 m 80 PSI		1
6. CODO PVC Ø 2" x 90°		1
7. NIPLE PVC Ø 2" x 0.75 m 80 PSI		1

CAJA DE MAMPOSTERÍA PARA VÁLVULA DE CONTROL	UNIDAD	CANTIDAD
CEMENTO HIDRÁULICO TIPO UGC	SACO	2.5
ARENA DE RÍO	m³	0.15
PIEDRÍN 3/8"	m³	0.10
BLOCK 0.10 X 0.19 X 0.39 COGUANOR 41054	U	21
VARRILLA DE ACERO CORRUGADO No. 3 (3/8") G.40 NTG36001	VARILLA	6
VARRILLA DE ACERO CORRUGADO No. 4 (1/2") G.40 NTG36001	VARILLA	0.25
CANDADO PARA INTEMPERIE DE 50 mm	U	1
MADERA	PIE TABLAR	20
CLAVO 2 1/2"	LB	3.00
ALAMBRE DE AMARRE	LB	2.00

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN

MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO

DEPARTAMENTO: SAN MARCÓS

INDICADA

FECHA: MARZO 2021

PLANO TÍPICO CAJAS PARA VÁLVULAS DE AIRE Y LIMPIEZA - DETALLES

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: VINCEN PERA

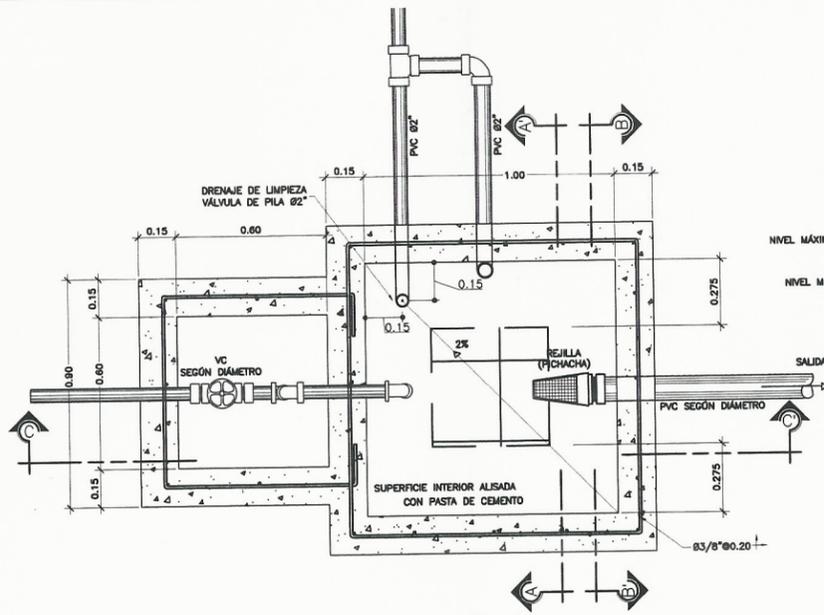
DIBUJO TOPOGRÁFICO: VINCEN PERA

DISEÑO HIDRÁULICO: VINCEN PERA

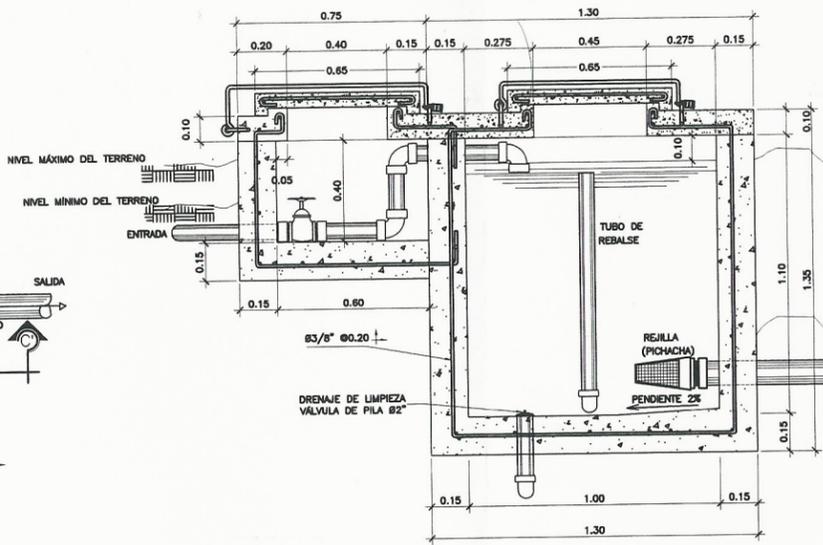
ASISORA DE EPS: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO

UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)

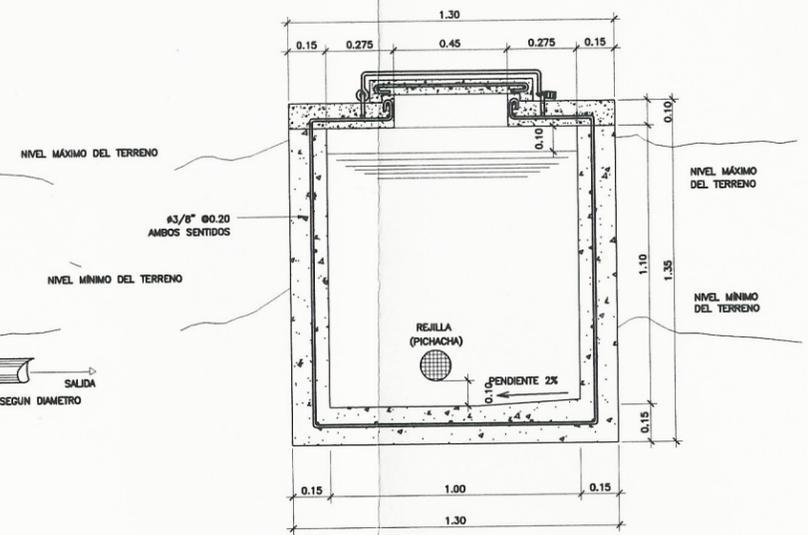
Facultad de Ingeniería



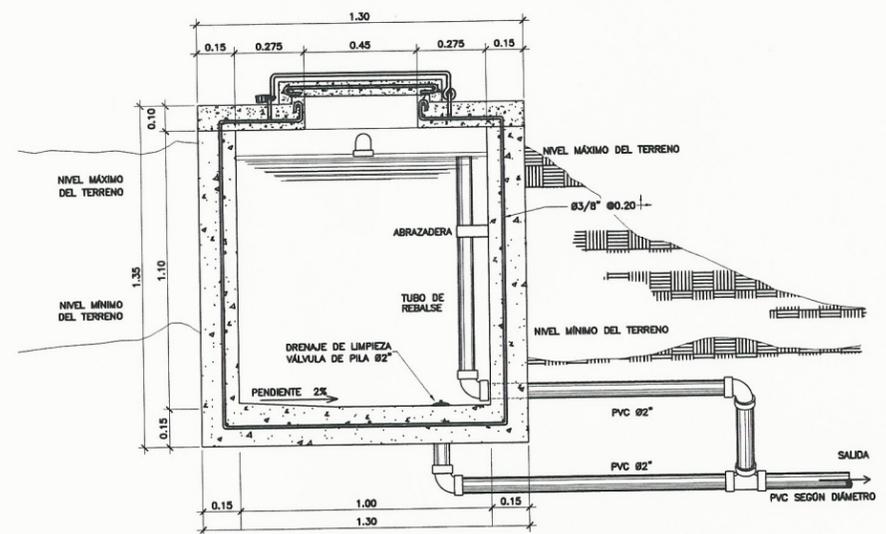
PLANTA
ESCALA 1:12.5



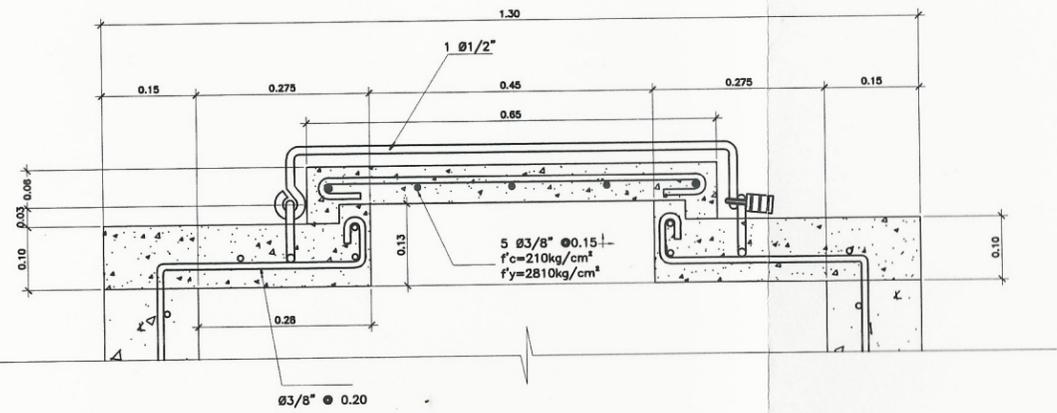
SECCIÓN C - C'
ESCALA 1:12.5



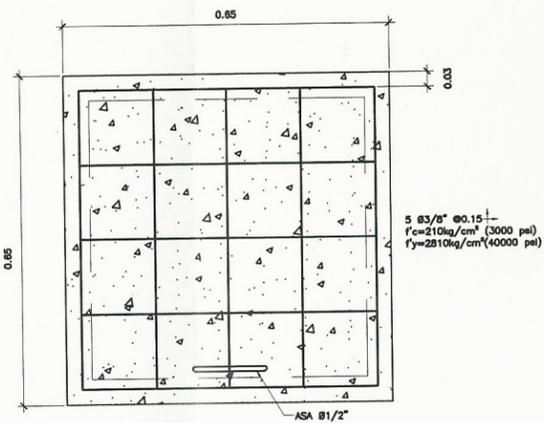
SECCIÓN B - B'
ESCALA 1:12.5



SECCIÓN A - A'
ESCALA 1:12.5



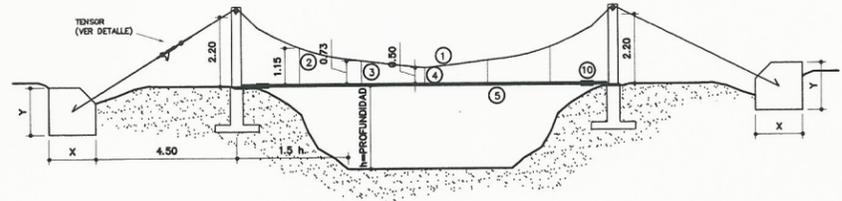
DETALLE TAPADERA
ESCALA 1:5



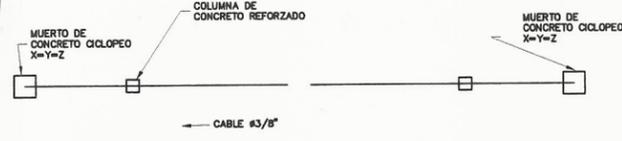
PLANTA TAPADERA
ESCALA 1:12.5

NOTAS:
- CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ (3000 psi)
- ACERO DE REFUERZO $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$ (40000 psi)

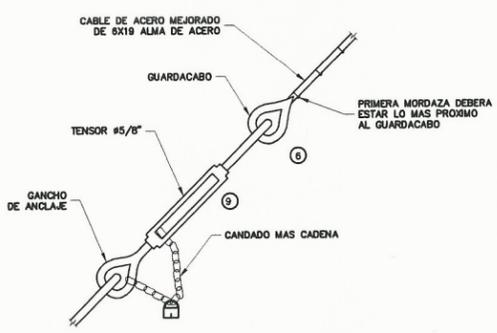
UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN	
		MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO	ESCALA: INDICADA
		DEPARTAMENTO: SAN MARCOS	FECHA: MARZO 2021
CAJA ROMPE PRESION DE 1M ³ SIN VALVULA DE FLOTE DE CONCRETO ARMADO		6	15
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: VINCENTI PERA			
DISEÑO TOPOGRAFICO: VINCENTI PERA			
DISEÑO HIDRAULICO: VINCENTI PERA			
ASESORA DE EPS: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO			
		6	46



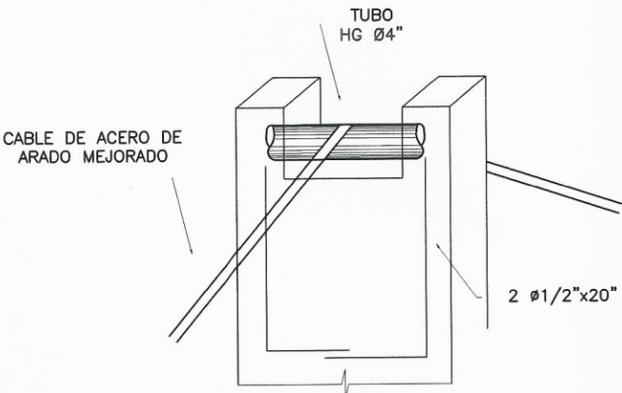
PUENTE COLGANTE DE 10 m.
ESCALA 1:100



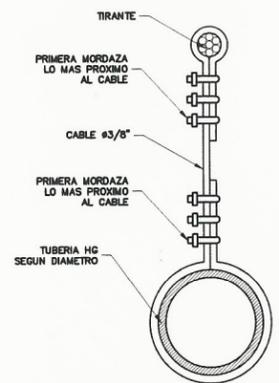
PLANTA, ESQUEMA DE TENSORES TRANSVERSALES
SIN ESCALA



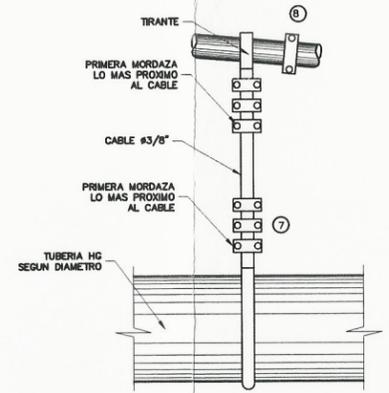
DETALLE DE TENSOR
SIN ESCALA



APOYO DEL CABLE EN COLUMNA
DETALLE A
SIN ESCALA

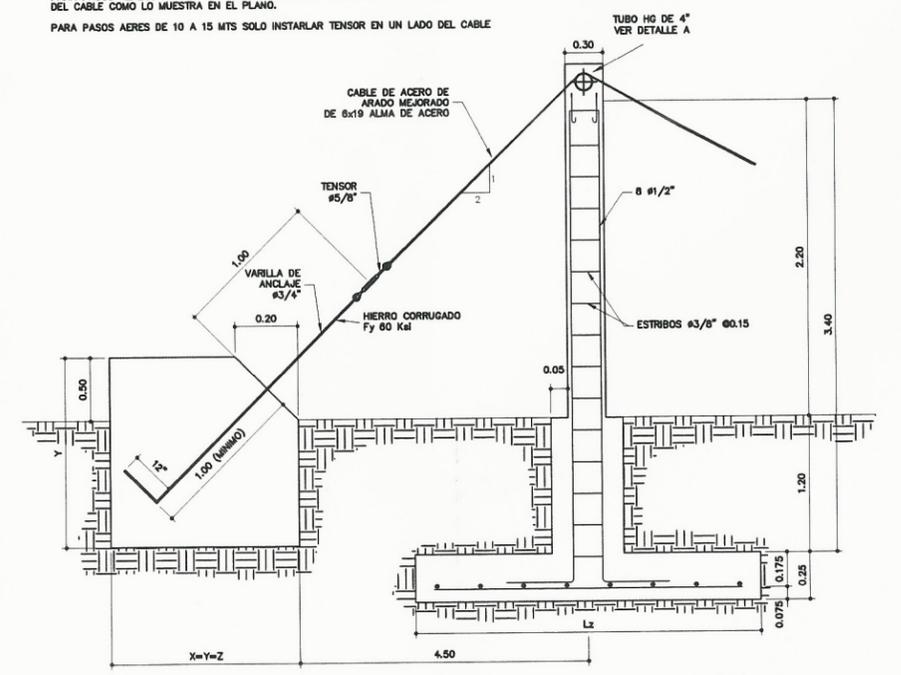


DETALLE DE SUSPENSION DE TUBO
SIN ESCALA



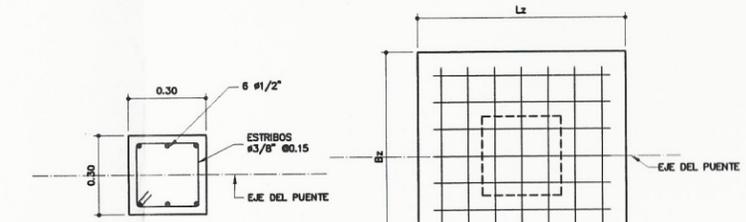
DETALLE DE SUSPENSION DE TUBO
SIN ESCALA

NOTA:
PARA PASOS AEREOS MAYORES DE 15 MTS SE COLOCARAN 2 TENSORES UNO EN CADA LADO DEL CABLE COMO LO MUESTRA EN EL PLANO.
PARA PASOS AERES DE 10 A 15 MTS SOLO INSTALAR TENSOR EN UN LADO DEL CABLE

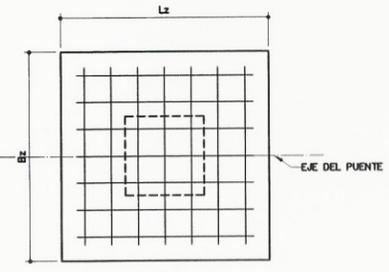


ELEVACION
SIN ESCALA

	2"	3"	4"	6"
Lz	1	1.1	1.15	1.40
Bz	1	1	1	1
REFUERZO EN Bz	5 # 1/4"	5 # 1/4"	5 # 1/4"	6 # 1/4"
REFUERZO EN Lz	5 # 1/4"	5 # 1/4"	6 # 1/4"	7 # 1/4"
X=Y=Z	1.65	1.75	1.85	2.00
# CABLE	3/8"	3/8"	3/8"	1/2"



ESTRUCTURA DE COLUMNA
SIN ESCALA



PLANTA DE ZAPATA
SIN ESCALA

No.	CANTIDAD	DESCRIPCION	LONGITUD (M)
01	1	CABLE TIRANTE	21
02	2	CABLE DE SUSPENSION # 3/8"	2.15
03	2	CABLE DE SUSPENSION # 3/8"	1.73
04	1	CABLE DE SUSPENSION # 3/8"	1.50
05	4	TUBOS DE HG SEGUN DIAMETRO	
06	2	GUARDACABO	
07	54	MORDAZA DE 3/8"	
08	15	MORDAZA # TIRANTE	
09	1	TENSOR 5/8"	
10	2	UNION DRESSER	

NOTAS GENERALES

- A. MATERIALES
- CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A LA COMPRESION DE 210 kg/cm² (3000 lbs/pulg²) A LOS 28 DIAS PARA LA FUNDICION DE LAS COLUMNAS Y ZAPATAS.
 - ACERO DE REFUERZO: SE USARA REFUERZO GRADO 40 Ksi.
 - CABLE DE ALAMBRE: SE USARA CABLE DE ACERO DE ARADO MEJORADO COMPUESTO DE 6 CORDONES DE 19 ALAMBRES POR CORDON CON ALMA DE ACERO CON UN DIAMETRO SEGUN PARA CADA CASO.
- B. VARIOS
- EL NIVEL DE ORIENTACION DE LAS ZAPATAS DEBERA SER EL MISMO PARA AMBAS COLUMNAS Y ESTAS ULTIMAS QUEDARAN PERFECTAMENTE ALINEADAS CON LOS MUERTOS RESPECTIVOS.
 - LA ESTRUCTURA HA SIDO CALCULADA PARA UN SUELO CUYA CAPACIDAD SOPORTE NO SEA MENOR DE 15.0 TONELADAS POR METRO CUADRADO.
 - EL RECUBRIMIENTO EN LAS COLUMNAS Y ZAPATAS SERA DE 4.0 Y 7.5 CM. RESPECTIVAMENTE Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
 - LAS MORDAZAS DE EMPALME SE DEBERAN COLOCAR DE MODO QUE LA BASE DE LA MORDAZA SE HALLE EN CONTACTO CON LA PROLONGACION DEL CABLE.
 - EL PUENTE HA SIDO DISEÑADO PARA EL USO EXCLUSIVO DEL PASO DE LA TUBERIA.
 - A LOS GANCHOS DE ANCLAJE SE LES DEBERAN APLICAR DOS MANOS DE PINTURA ANTICORROSIVA.
 - TODAS LAS DIMENSIONES DADAS EN METROS.
 - TODOS LOS EXTREMOS DEL CABLE DEBERAN PROTEGERSE CON 8 A 10 VUELTAS DE ALAMBRE GALVANIZADO.
 - SI EL TERRENO TIENE PENDIENTE, LA LOCALIZACION DEL MUERTO ESTARA DEFINIDA CONSIDERANDO QUE EL CABLE TIENE UNA INCLINACION CON RELACION 1 VERTICAL 2 HORIZONTAL.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN

MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO

DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

ESCALA: INDICADA

FECHA: MARZO 2021

PASO AEREO DE 10.00 MTS

ING. Christa del Rosario Classon de Pinto

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA

DISEÑO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA

DISEÑO MECANICO: VINCEN PERA

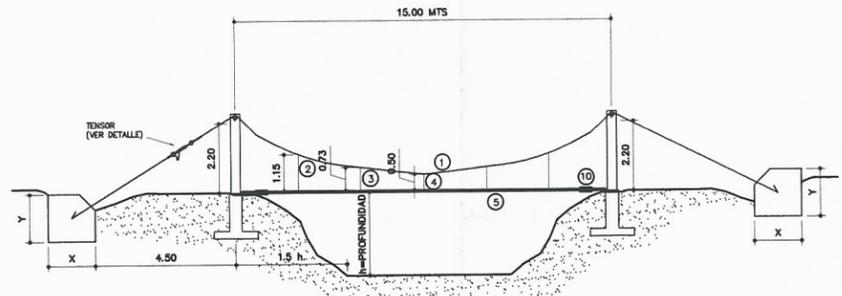
ASESORA DE EPS: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO

UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)

PAÑA No. 15

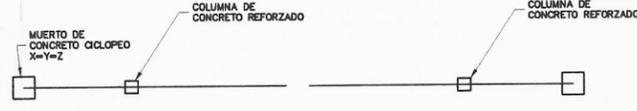
39

46



PUENTE COLGANTE DE 15 m.

ESCALA 1:100

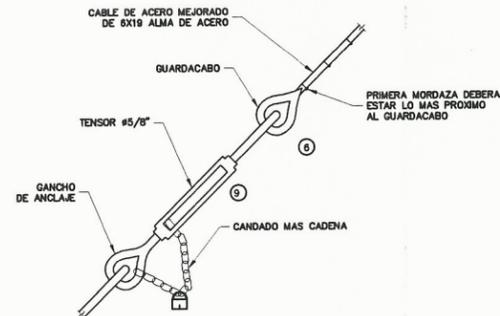


PLANTA, ESQUEMA DE TENSORES TRANSVERSALES

SIN ESCALA

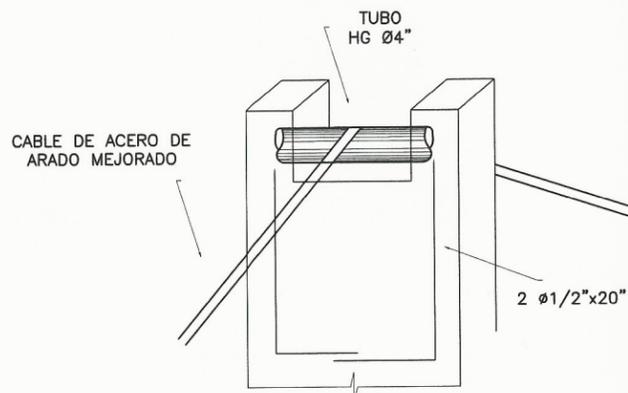
NOTAS GENERALES

- A. MATERIALES
- CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A LA COMPRESION DE 210 kg/cm² (3000 lbs/pulg²) A LOS 28 DIAS PARA LA FUNCION DE LAS COLUMNAS Y ZAPATAS.
 - ACERO DE REFUERZO: SE USARA REFUERZO GRADO 40 KSI.
 - CABLE DE ALAMBRE: SE USARA CABLE DE ACERO DE ARADO MEJORADO COMPUESTO DE 8 CORDONES DE 19 ALAMBRES POR CORDON CON ALMA DE ACERO CON UN DIAMETRO SEGUN PARA CADA CASO.
- B. VARIOS
- EL NIVEL DE CIMENTACION DE LAS ZAPATAS DEBERA SER EL MISMO PARA AMBAS COLUMNAS Y ESTAS ULTIMAS QUEDARAN PERFECTAMENTE ALINEADAS CON LOS MUERTOS RESPECTIVOS.
 - LA ESTRUCTURA HA SIDO CALCULADA PARA UN SUELO CUYA CAPACIDAD SOPORTE NO SEA MENOR DE 15.0 TONELADAS POR METRO CUADRADO.
 - EL RECUBRIMIENTO EN LAS COLUMNAS Y ZAPATAS SERA DE 4.0 Y 7.5 CM. RESPECTIVAMENTE Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
 - LAS MORDAZAS DE EMPALME DEBERAN COLOCAR DE MODO QUE LA BASE DE LA MORDAZA SE HALLE EN CONTACTO CON LA PROLONGACION DEL CABLE.
 - EL PUENTE HA SIDO DISEÑADO PARA EL USO EXCLUSIVO DEL PASO DE LA TUBERIA.
 - A LOS GANCHOS DE ANCLAJE SE LES DEBERAN APLICAR DOS MANOS DE PINTURA ANTICORROSIVA.
 - TODAS LAS DIMENSIONES DADAS EN METROS.
 - TODOS LOS EXTREMOS DEL CABLE DEBERAN PROTEGERSE CON 8 A 10 VUELTAS DE ALAMBRE GALVANIZADO.
 - SI EL TERRENO TIENE PENDIENTE, LA LOCALIZACION DEL MUERTO ESTARA DEFINIDA CONSIDERANDO QUE EL CABLE TIENE UNA INCLINACION CON RELACION 1 VERTICAL 2 HORIZONTAL.



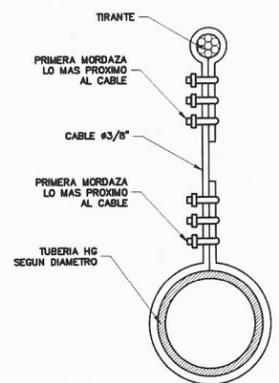
DETALLE DE TENSOR

SIN ESCALA



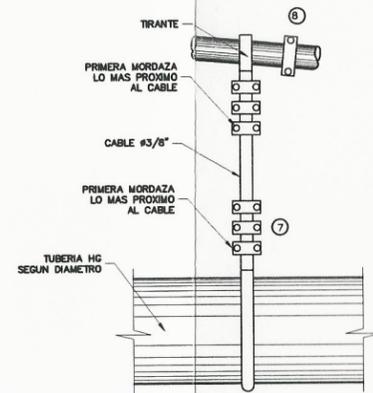
APOYO DEL CABLE EN COLUMNA

DETALLE A



DETALLE DE SUSPENSION DE TUBO

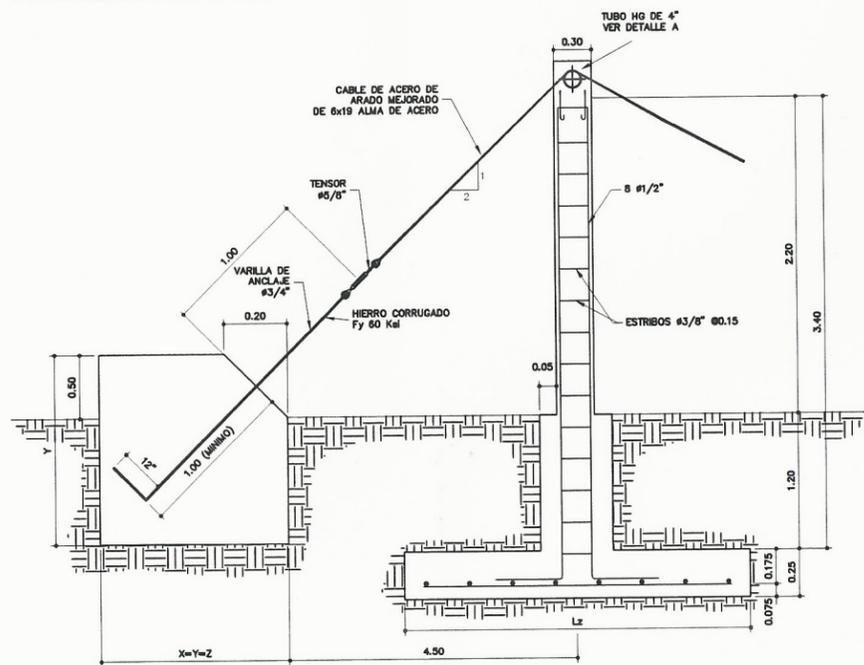
SIN ESCALA



DETALLE DE SUSPENSION DE TUBO

SIN ESCALA

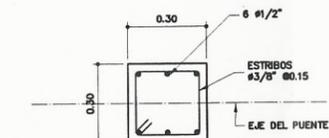
NOTA:
PARA PASOS AEREOS MAYORES DE 15 MTS SE COLOCARAN 2 TENSORES UNO EN CADA LADO DEL CABLE COMO LO MUESTRA EN EL PLANO.
PARA PASOS AERES DE 10 A 15 MTS SOLO INSTALAR TENSOR EN UN LADO DEL CABLE



ELEVACION

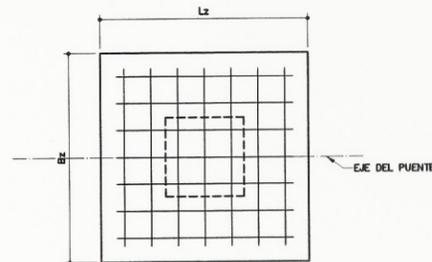
SIN ESCALA

	DIAMETRO DE TUBERIA			
	2"	3"	4"	6"
Lz	1	1.1	1.15	1.40
Bz	1	1	1	1
REFUERZO EN Bz	5 # 1/2"	5 # 1/2"	5 # 1/2"	6 # 1/2"
REFUERZO EN Lz	5 # 1/2"	5 # 1/2"	6 # 1/2"	7 # 1/2"
X=Y=Z	1.4	1.5	1.6	1.70
# CABLE	3/8"	3/8"	3/8"	1/2"



ESTRUCTURA DE COLUMNA

SIN ESCALA



PLANTA DE ZAPATA

SIN ESCALA

No.	CANTIDAD	DESCRIPCION	LONGITUD (M)
01	1	CABLE TIRANTE	21
02	2	CABLE DE SUSPENSION # 3/8"	2.15
03	2	CABLE DE SUSPENSION # 3/8"	1.73
04	1	CABLE DE SUSPENSION # 3/8"	1.50
05	4	TUBOS DE HG SEGUN DIAMETRO	
06	2	GUARDACABO	
07	54	MORDAZA DE 3/8"	
08	15	MORDAZA # TIRANTE	
09	1	TENSOR 5/8"	
10	2	UNION DRESSER	

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN

MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO

DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

ESCALA: INDICADA

FECHA: MARZO 2021

PASO AEREO DE 15.00 MTS

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA

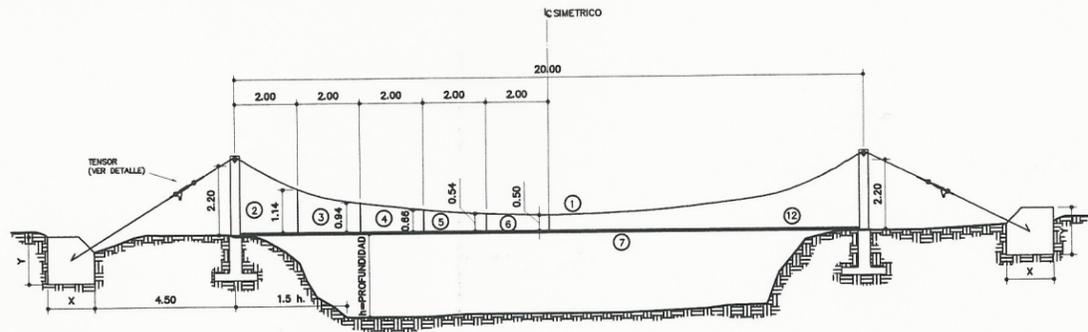
DIBUJO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA

DIBUJO HERRALDICO: VINCEN PERA

ASESORIA DE EPS: ING. CRISTA CLASSON DE PINTO

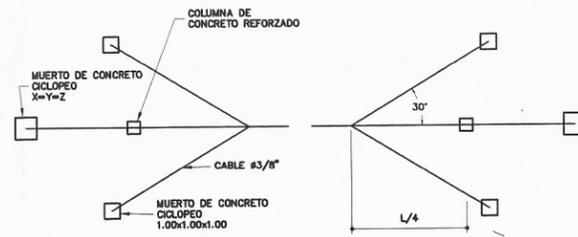
UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)

ING. CRISTA CLASSON DE PINTO



PUENTE COLGANTE DE 20m.

ESCALA 1:100

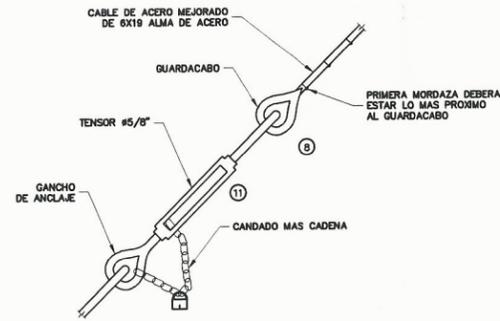


PLANTA, ESQUEMA DE TENSORES TRANSVERSALES

SIN ESCALA

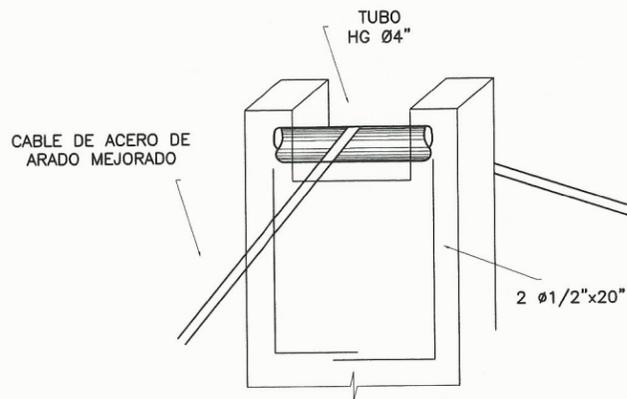
NOTAS GENERALES

- A. MATERIALES
1. CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A LA COMPRESION DE 210 kg/cm² (3000 lbs/pulg²) A LOS 28 DIAS PARA LA FUNDICION DE LAS COLUMNAS Y ZAPATAS.
 2. ACERO DE REFUERZO: SE USARA REFUERZO GRADO 40 KSI.
 3. CABLE DE ALAMBRE: SE USARA CABLE DE ACERO DE ARADO MEJORADO COMPUESTO DE 6 CORDONES DE 19 ALAMBRES POR CORDON CON ALMA DE ACERO CON UN DIAMETRO SEGUN PARA CADA CASO.
- B. VARIOS
4. EL NIVEL DE OMENTACION DE LAS ZAPATAS DEBERA SER EL MISMO PARA AMBAS COLUMNAS Y ESTAS ULTIMAS QUEDARAN PERFECTAMENTE ALINEADAS CON LOS MUERTOS RESPECTIVOS.
 5. LA ESTRUCTURA HA SIDO CALCULADA PARA UN SUELO CUYA CAPACIDAD SOPORTE NO SEA MENOR DE 15.0 TONELADAS POR METRO CUADRADO.
 6. EL RECURRIMIENTO EN LAS COLUMNAS Y ZAPATAS SERA DE 4.0 Y 7.5 CM. RESPECTIVAMENTE Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
 7. LAS MORDAZAS DE EMPALME SE DEBERAN COLOCAR DE MODO QUE LA BASE DE LA MORDAZA SE HALLE EN CONTACTO CON LA PROLONGACION DEL CABLE.
 8. EL PUENTE HA SIDO DISEÑADO PARA EL USO EXCLUSIVO DEL PASO DE LA TUBERIA.
 9. A LOS GANCHOS DE ANCLAJE SE LES DEBERAN APLICAR DOS MANOS DE PINTURA ANTICORROSIONA.
 10. TODAS LAS DIMENSIONES DADAS EN METROS.
 11. TODOS LOS EXTREMOS DEL CABLE DEBERAN PROTEGERSE CON 8 A 10 VUELTAS DE ALAMBRE GALVANIZADO.
 12. SI EL TERRENO TIENE PENDIENTE, LA LOCALIZACION DEL MUERTO ESTARA DEFINIDA CONSIDERANDO QUE EL CABLE TIENE UNA INCLINACION CON RELACION 1 VERTICAL 2 HORIZONTAL.



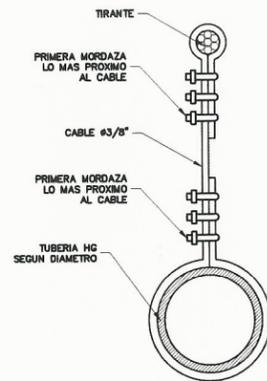
DETALLE DE TENSOR

SIN ESCALA



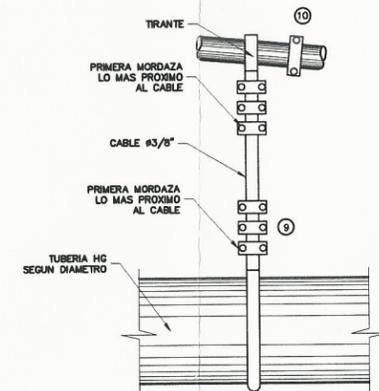
APOYO DEL CABLE EN COLUMNA

DETALLE A



DETALLE DE SUSPENSION DE TUBO

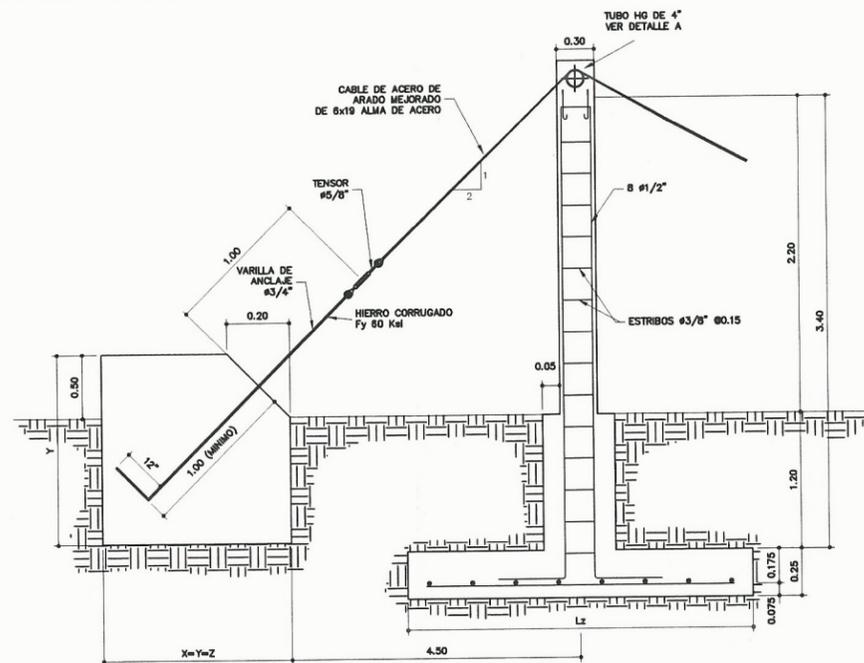
SIN ESCALA



DETALLE DE SUSPENSION DE TUBO

SIN ESCALA

NOTA:
PARA PASOS AEROS MAYORES DE 15 MTS SE COLOCARAN 2 TENSORES UNO EN CADA LADO DEL CABLE COMO LO MUESTRA EN EL PLANO.
PARA PASOS AEROS DE 10 A 15 MTS SOLO INSTALAR TENSOR EN UN LADO DEL CABLE

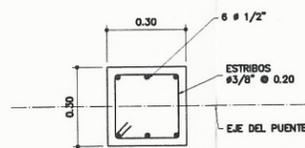


ELEVACION

SIN ESCALA

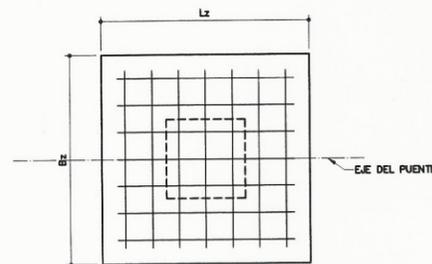
	DIAMETRO DE TUBERIA			
	2"	3"	4"	6"
Lz	1	1.1	1.15	1.40
Bz	1	1	1	1
REFUERZO EN Bz	5 # 1/2"	5 # 1/2"	5 # 1/2"	6 # 1/2"
REFUERZO EN Lz	5 # 1/2"	5 # 1/2"	6 # 1/2"	7 # 1/2"
X=Y=Z	1.4	1.5	1.6	1.70
# CABLE	3/8"	3/8"	3/8"	1/2"

COLUMNA DE 0.30 X 0.30



ESTRUCTURA DE COLUMNA

SIN ESCALA



PLANTA DE ZAPATA

SIN ESCALA

No.	CANTIDAD	DESCRIPCION	LONGITUD (M)
01	1	CABLE TIRANTE	29
02	2	CABLE DE SUSPENSION # 3/8"	2.15
03	2	CABLE DE SUSPENSION # 3/8"	1.85
04	2	CABLE DE SUSPENSION # 3/8"	1.85
05	2	CABLE DE SUSPENSION # 3/8"	1.55
06	1	CABLE DE SUSPENSION # 3/8"	1.50
07	4	TUBOS DE HG SEGUN DIAMETRO	
08	2	GUARDACABO	
09	54	MORDAZA DE 3/8"	
10	15	MORDAZA # TIRANTE	
11	1	TENSOR 5/8"	
12	2	UNION DRESSER	

UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN

MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO

DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

ESCALA: INDICADA

FECHA: MARZO 2021

PASO AEREO DE 20.00 MTS

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA

DISEÑO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA

DISEÑO MECANICO: VINCEN PERA

ASESORIA DE EPS: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO

OPERA: VINCEN PERA

REVISOR: VINCEN PERA

PROYECTISTA: VINCEN PERA

INGENIERO EN CARTELERA: VINCEN PERA

INGENIERO EN CAD: VINCEN PERA

INGENIERO EN DISEÑO: VINCEN PERA

INGENIERO EN ESTRUCTURAS: VINCEN PERA

INGENIERO EN GEOMETRIA: VINCEN PERA

INGENIERO EN HIDRAULICA: VINCEN PERA

INGENIERO EN MECANICA: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUA: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE DRENAJE: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE ELECTRICIDAD: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE TRANSPORTACION: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE URBANISMO: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE ZONIFICACION: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE AMBIENTE: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE ENERGIA: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE INFORMACION: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE MATERIALES: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE METEOROLOGIA: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE OCEANOGRAFIA: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE OPTICA: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE QUIMICA: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE FISICA: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE BIOMEDICINA: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE AGRICULTURA: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE GANADERIA: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE PESQUERIA: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE SILVICULTURA: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE MINERIA: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE PETROLIO: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE GAS: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE ELECTRICIDAD: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE TRANSPORTACION: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE URBANISMO: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE ZONIFICACION: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE AMBIENTE: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE ENERGIA: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE INFORMACION: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE MATERIALES: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE METEOROLOGIA: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE OCEANOGRAFIA: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE OPTICA: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE QUIMICA: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE FISICA: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE BIOMEDICINA: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE AGRICULTURA: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE GANADERIA: VINCEN PERA

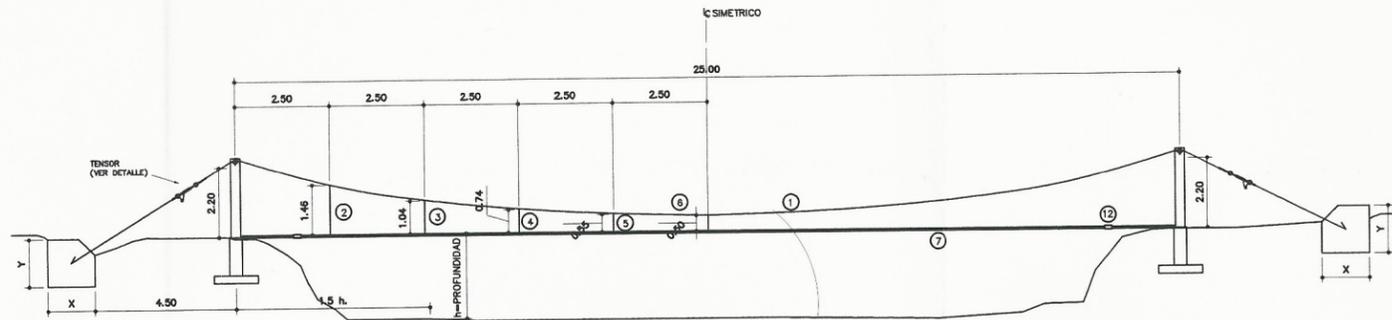
INGENIERO EN SISTEMAS DE PESQUERIA: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE SILVICULTURA: VINCEN PERA

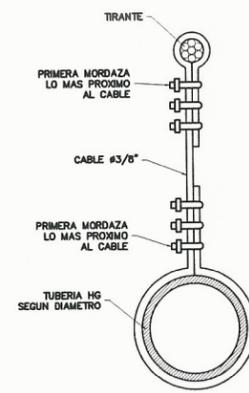
INGENIERO EN SISTEMAS DE MINERIA: VINCEN PERA

INGENIERO EN SISTEMAS DE PETROLIO: VINCEN PERA

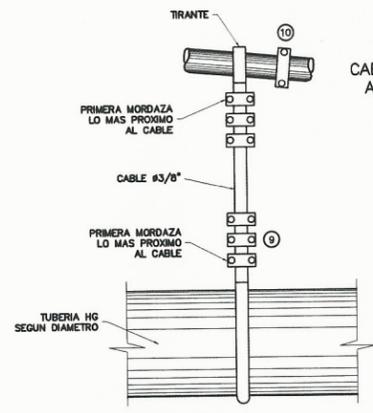
INGENIERO EN SISTEMAS DE GAS: VINCEN PERA



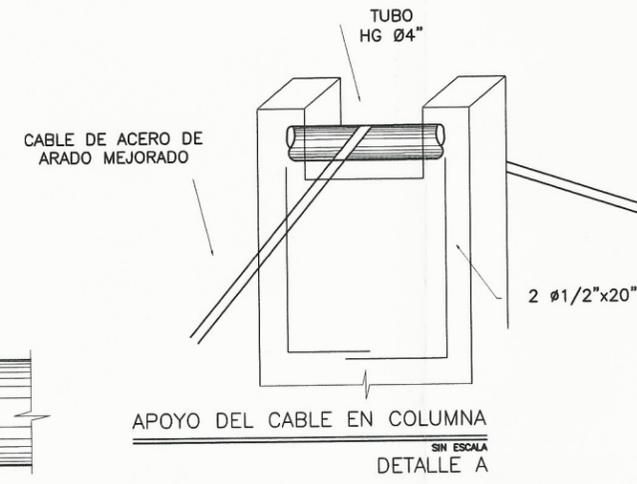
PUENTE COLGANTE DE 25.00 m. ESCALA: 1:100



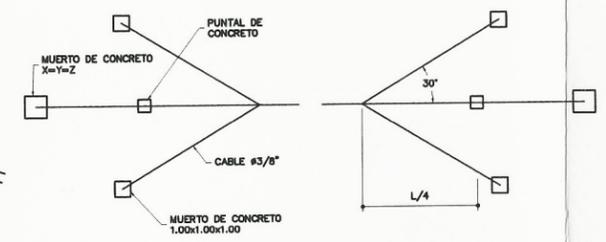
DETALLE DE SUSPENSION DE TUBO SIN ESCALA



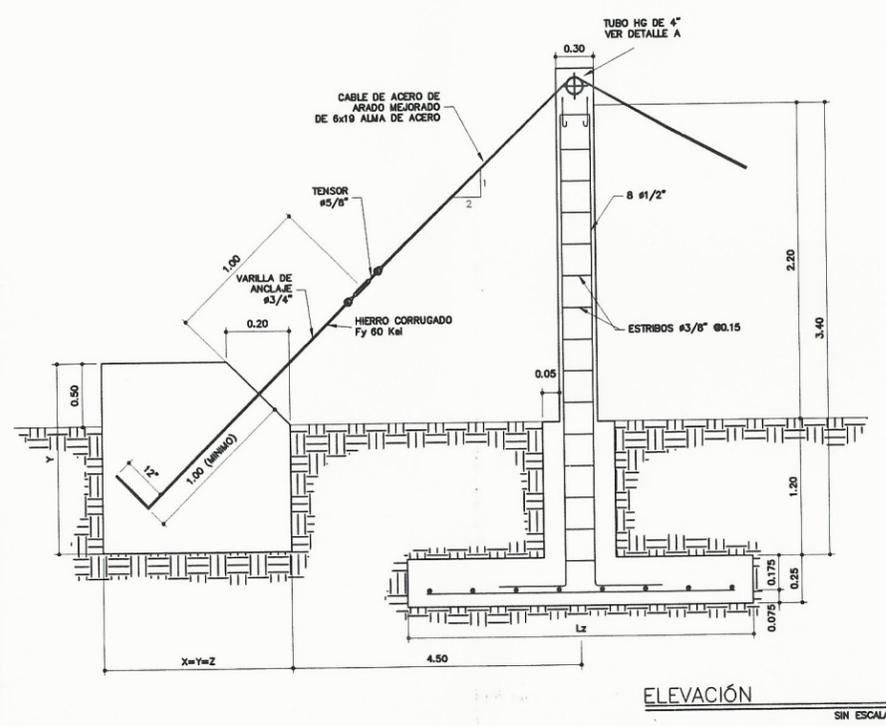
DETALLE DE SUSPENSION DE TUBO SIN ESCALA



APOYO DEL CABLE EN COLUMNA SIN ESCALA DETALLE A

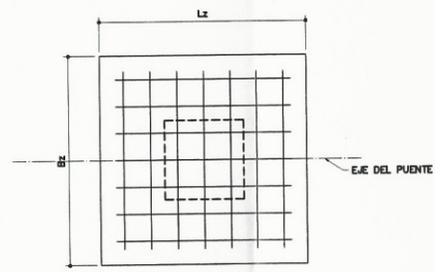


PLANTA, ESQUEMA DE TENSORES TRANSVERSALES

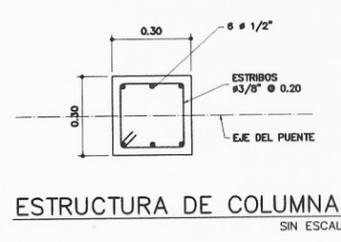


ELEVACION SIN ESCALA

	DIAMETRO DE TUBERIA			
	2"	3"	4"	6"
Lz	1	1.15	1.30	1.60
Bz	1	1	1	1
REFUERZO EN Bz	5 # 1/2"	5 # 1/2"	6 # 1/2"	8 # 1/2"
REFUERZO EN Lz	5 # 1/2"	5 # 1/2"	6 # 1/2"	8 # 1/2"
X=Y=Z	1.75	1.85	2.00	2.10
# CABLE	3/8"	3/8"	1/2"	5/8"

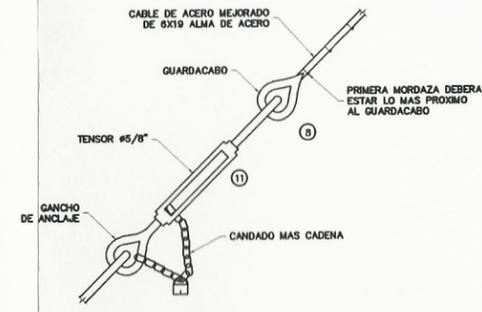


PLANTA DE ZAPATA SIN ESCALA



ESTRUCTURA DE COLUMNA SIN ESCALA

No.	CANTIDAD	DESCRIPCION	LONGITUD (M)
01	1	CABLE TIRANTE	39
02	2	CABLE DE SUSPENSION # 3/8"	2.45
03	2	CABLE DE SUSPENSION # 3/8"	2.00
04	2	CABLE DE SUSPENSION # 3/8"	1.75
05	2	CABLE DE SUSPENSION # 3/8"	1.55
06	1	CABLE DE SUSPENSION # 3/8"	1.50
07	8	TUBOS DE HG SEGUN DIAMETRO	
08	2	GUARDACABO	
09	54	MORDAZA DE 3/8"	
10	15	MORDAZA # TIRANTE	
11	1	TENSOR 5/8"	
12	2	UNION DRESSER	



DETALLE DE TENSOR SIN ESCALA

NOTA:
PARA PASOS AEROS MAYORES DE 15 MTS SE COLOCARAN 2 TENSORES UNO EN CADA LADO DEL CABLE COMO LO MUESTRA EN EL PLANO.
PARA PASOS AEROS DE 10 A 15 MTS SOLO INSTALAR TENSOR EN UN LADO DEL CABLE

NOTAS GENERALES

- A. MATERIALES
 - CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A LA COMPRESION DE 210 kg/cm² (3000 lb/pulg²) A LOS 28 DIAS PARA LA FUNDICION DE LAS COLUMNAS Y ZAPATAS.
 - ACERO DE REFUERZO: SE USARA REFUERZO GRADO 40 Kal.
 - CABLE DE ALAMBRE: SE USARA CABLE DE ACERO DE ARADO MEJORADO COMPUESTO DE 4 CORDONES DE 19 ALAMBRES POR CORDON CON ALMA DE ACERO CON UN DIAMETRO SEGUN PARA CADA USO.
- B. VARIOS
 - EL NIVEL DE OMENTACION DE LAS ZAPATAS DEBERA SER EL MISMO PARA AMBAS COLUMNAS Y ESTAS ULTIMAS QUEDARAN PERFECTAMENTE ALINEADAS CON LOS MUERTOS RESPECTIVOS.
 - LA ESTRUCTURA HA SIDO CALCULADA PARA UN SUELO CUYA CAPACIDAD SOPORTE NO SEA MENOR DE 15.0 TONELADAS POR METRO CUADRADO.
 - EL RECUBRIMIENTO EN LAS COLUMNAS Y ZAPATAS SERA DE 4.0 Y 7.5 CM. RESPECTIVAMENTE Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
 - LAS MORDAZAS DE EMPALME SE DEBERAN COLOCAR DE MODO QUE LA BASE DE LA MORDAZA SE HALLE EN CONTACTO CON LA PROLONGACION DEL CABLE.
 - EL PUENTE HA SIDO DISENADO PARA EL USO EXCLUSIVO DEL PASO DE LA TUBERIA.
 - A LOS GANCHOS DE ANCLAJE SE LES DEBERAN APLICAR DOS MANOS DE PINTURA ANTICORROSIVA.
 - TODAS LAS DIMENSIONES DADAS EN METROS.
 - TODOS LOS EXTREMOS DEL CABLE DEBERAN PROTEGERSE CON 8 A 10 VUELTAS DE ALAMBRE GALVANIZADO.
 - SI EL TERRENO TIENE PENDIENTE, LA LOCALIZACION DEL MUERTO ESTARA DEFINIDA CONSIDERANDO QUE EL CABLE TIENE UNA INCLINACION CON RELACION 1 VERTICAL 2 HORIZONTAL.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN

MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO ESCALA: INDICADA

DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

FECHA: MARZO 2021

PASO AEREO DE 25.00 MTS

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA

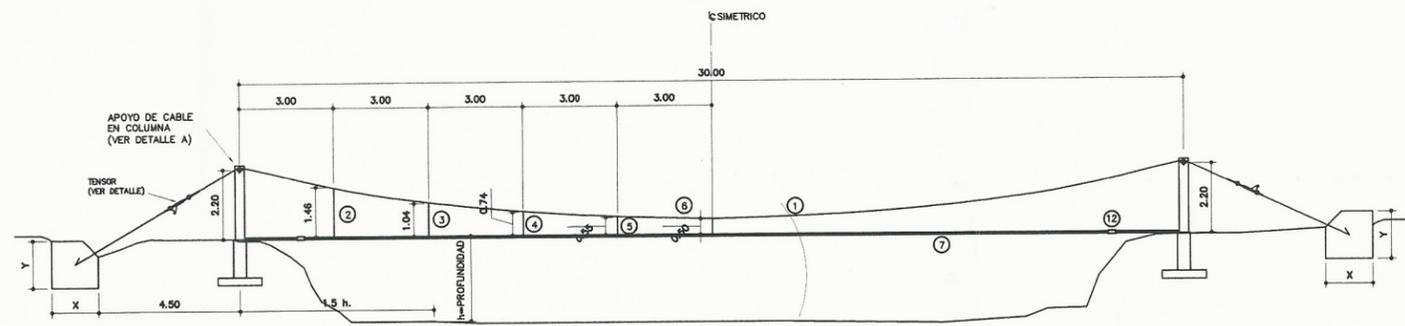
DIBUJO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA

DIBUJO HIDRAULICO: VINCEN PERA

ASESORA DE EPS: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO

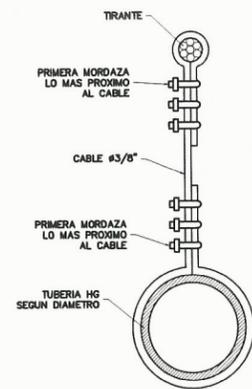
UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)

Facultad de Ingenieria

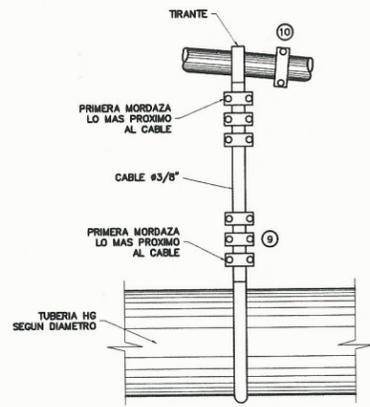


PUENTE COLGANTE DE 30 m.

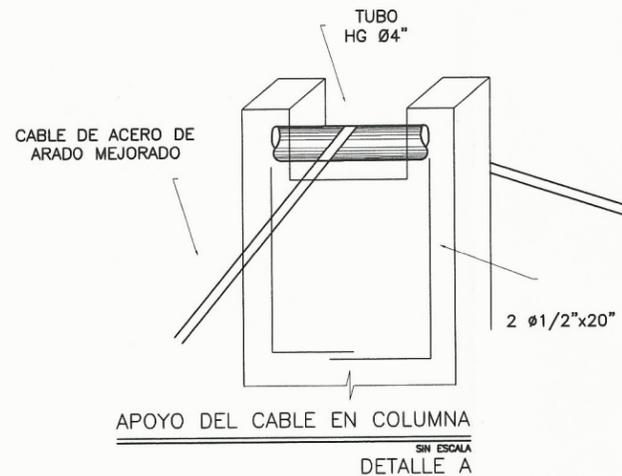
ESCALA: 1:100



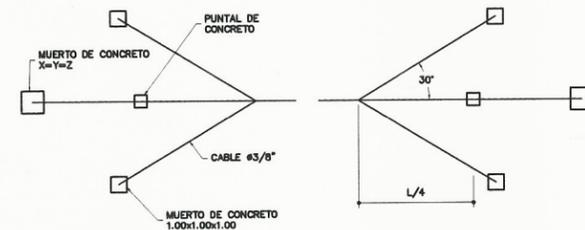
DETALLE DE SUSPENSION DE TUBO
SIN ESCALA



DETALLE DE SUSPENSION DE TUBO
SIN ESCALA



APOYO DEL CABLE EN COLUMNA
SIN ESCALA
DETALLE A



PLANTA, ESQUEMA DE TENSORES TRANSVERSALES

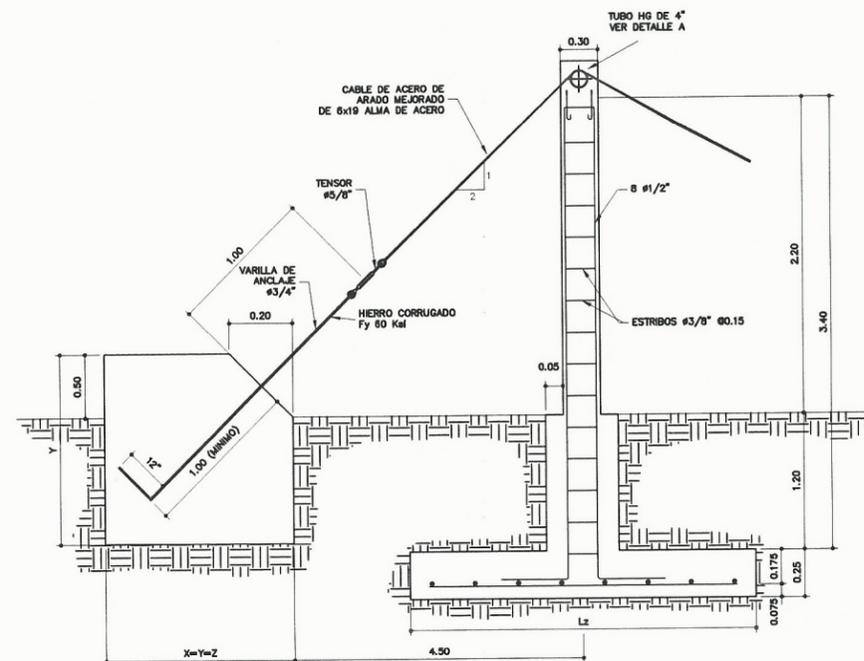
NOTAS GENERALES

- A. MATERIALES
1. CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A LA COMPRESION DE 210 kg/cm². (3000 lbs/pulg²) A LOS 28 DIAS PARA LA FUNDICION DE LAS COLUMNAS Y ZAPATAS.
 2. ACERO DE REFUERZO: SE USARA REFUERZO GRADO 40 Kgf.
 3. CABLE DE ALAMBRE: SE USARA CABLE DE ACERO DE ARADO MEJORADO COMPUESTO DE 6 CORDONES DE 19 ALAMBRES POR CORDON CON ALMA DE ACERO CON UN DIAMETRO SEGUN PARA CADA USO.
- B. VARIOS
4. EL NIVEL DE CIMENTACION DE LAS ZAPATAS DEBERA SER EL MISMO PARA AMBAS COLUMNAS Y ESTAS ULTIMAS QUEDARAN PERFECTAMENTE ALINEADAS CON LOS MUERTOS RESPECTIVOS.
 5. LA ESTRUCTURA HA SIDO CALCULADA PARA UN SUELO CUYA CAPACIDAD SOPORTE NO SEA MENOR DE 15.0 TONELADAS POR METRO CUADRADO.
 6. EL RECUBRIMIENTO EN LAS COLUMNAS Y ZAPATAS SERA DE 4.0 Y 7.5 CM. RESPECTIVAMENTE Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
 7. LAS MORDAZAS DE EMPALME SE DEBERAN COLOCAR DE MODO QUE LA BASE DE LA MORDAZA SE HALLA EN CONTACTO CON LA PROLONGACION DEL CABLE.
 8. EL PUENTE HA SIDO DISEÑADO PARA EL USO EXCLUSIVO DEL PASO DE LA TUBERIA.
 9. A LOS GANCHOS DE ANCLAJE SE LES DEBERAN APLICAR DOS MANOS DE PINTURA ANTICORROSIVA.
 10. TODAS LAS DIMENSIONES DADAS EN METROS.
 11. TODOS LOS EXTREMOS DEL CABLE DEBERAN PROTEGERSE CON 8 A 10 VUELTAS DE ALAMBRE GALVANIZADO.
 12. SI EL TERRENO TIENE PENDIENTE, LA LOCALIZACION DEL MUERTO ESTARA DEFINIDA CONSIDERANDO QUE EL CABLE TIENE UNA INCLINACION CON RELACION 1 VERTICAL 2 HORIZONTAL.



DETALLE DE TENSOR

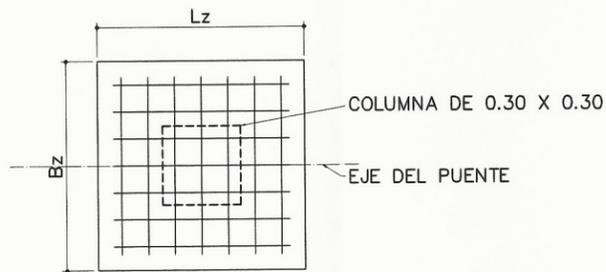
NOTA: SIN ESCALA
PARA PASOS AEROS MAYORES DE 15 MTS SE COLOCARAN 2 TENSORES UNO EN CADA LADO DEL CABLE COMO LO MUESTRA EN EL PLANO.
PARA PASOS AEROS DE 10 A 15 MTS SOLO INSTALAR TENSOR EN UN LADO DEL CABLE



ELEVACION

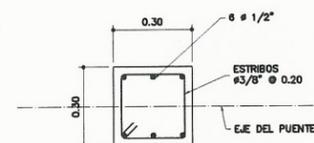
SIN ESCALA

DIAMETRO DE TUBERIA				
	2"	3"	4"	6"
Lz	1	1.15	1.30	1.60
Bz	1	1	1	1
REFUERZO EN Bz	5 # 1/2"	5 # 1/2"	6 # 1/2"	8 # 1/2"
REFUERZO EN Lz	5 # 1/2"	5 # 1/2"	6 # 1/2"	8 # 1/2"
X=Y=Z	1.4	1.5	1.80	1.70
# CABLE	3/8"	3/8"	1/2"	5/8"



PLANTA DE ZAPATA

SIN ESCALA



ESTRUCTURA DE COLUMNA

SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN

MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO

DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

ESCALA: INDICADA

FECHA: MARZO 2021

PASO AEREO DE 30.00 MTS

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: VINCENT PERA

DISEÑO TOPOGRAFICO: VINCENT PERA

DISEÑO HIDRAULICO: VINCENT PERA

ASESORIA DE EPS: INGA, CHRISTA CLASSON DE PINTO

UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)

INGA, CHRISTA CLASSON DE PINTO

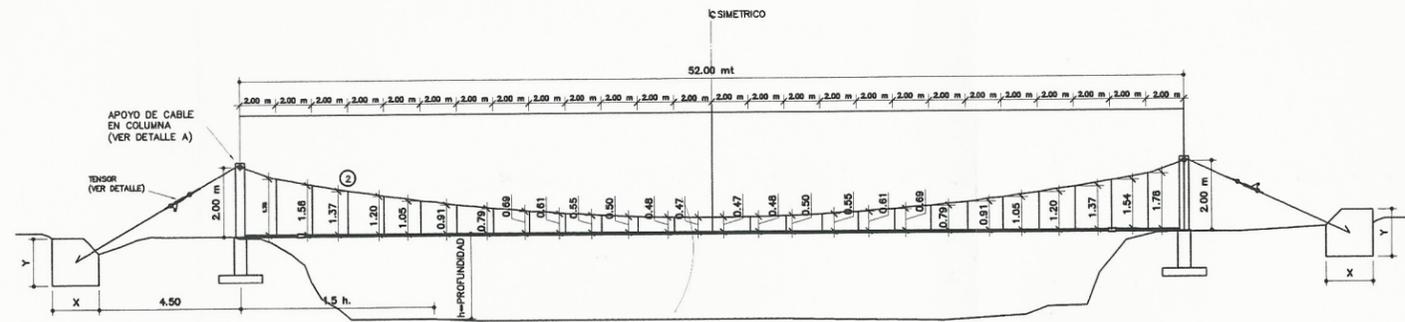
FECHA: MARZO 2021

NO. PA: 13

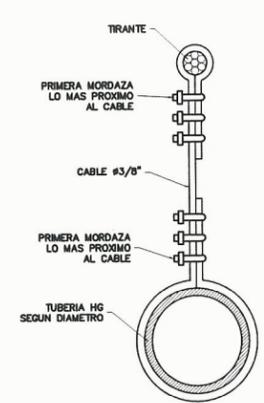
NO. PA: 15

NO. PA: 43

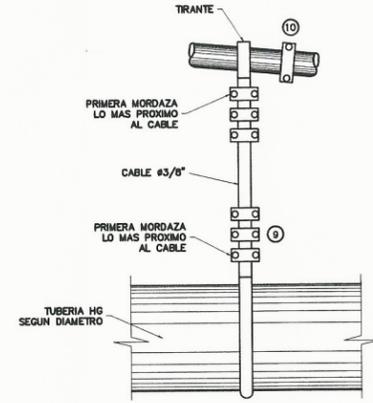
NO. PA: 46



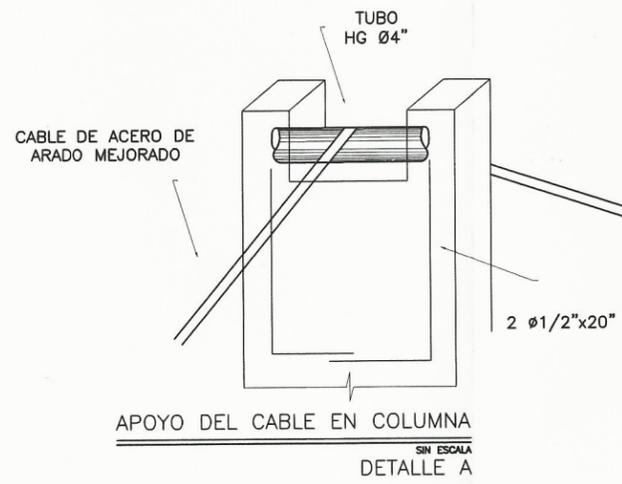
PUENTE COLGANTE DE 52 m. ESCALA: 1:100



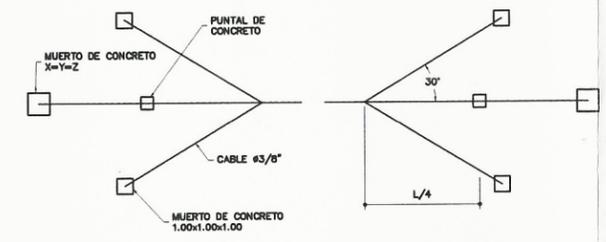
DETALLE DE SUSPENSION DE TUBO SIN ESCALA



DETALLE DE SUSPENSION DE TUBO SIN ESCALA



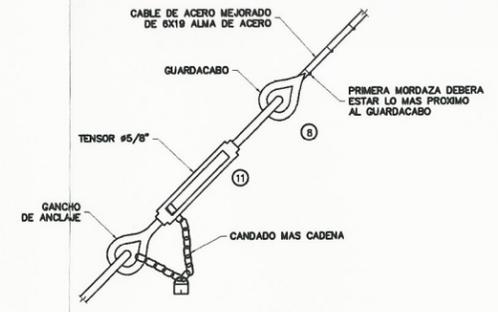
APOYO DEL CABLE EN COLUMNA SIN ESCALA



PLANTA, ESQUEMA DE TENSORES TRANSVERSALES

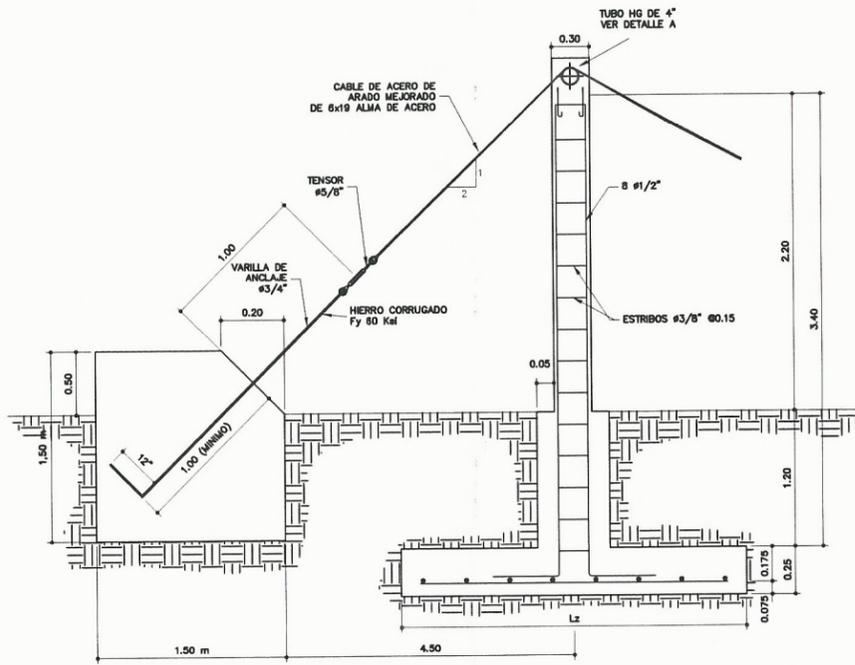
NOTAS GENERALES

- MATERIALES**
 - CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A LA COMPRESION DE 210 kg/cm². (3000 lbs/pulg²) A LOS 28 DIAS PARA LA FUNDICION DE LAS COLUMNAS Y ZAPATAS.
 - ACERO DE REFUERZO: SE USARA REFUERZO GRADO 40 Ksi.
 - CABLE DE ALAMBRE: SE USARA CABLE DE ACERO DE ARADO MEJORADO COMPUESTO DE 6 CORDONES DE 19 ALAMBRES POR CORDON CON ALMA DE ACERO CON UN DIAMETRO SEGUN PARA CADA USO.
- VIARIOS**
 - EL NIVEL DE CIMENTACION DE LAS ZAPATAS DEBERA SER EL MISMO PARA AMBAS COLUMNAS Y ESTAS ULTIMAS QUEDARAN PERFECTAMENTE ALINEADAS CON LOS MUERTOS RESPECTIVOS.
 - LA ESTRUCTURA HA SIDO CALCULADA PARA UN SUELO CUYA CAPACIDAD SOPORTE NO SEA MENOR DE 15.0 TONELADAS POR METRO CUADRADO.
 - EL RECUBRIMIENTO EN LAS COLUMNAS Y ZAPATAS SERA DE 4.0 Y 7.5 CM. RESPECTIVAMENTE Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
 - LAS MORDAZAS DE EMPALME SE DEBERAN COLOCAR DE MODO QUE LA BASE DE LA MORDAZA SE HALLE EN CONTACTO CON LA PROLONGACION DEL CABLE.
 - EL PUENTE HA SIDO DISEÑADO PARA EL USO EXCLUSIVO DEL PASO DE LA TUBERIA.
 - A LOS GANCHOS DE ANCLAJE SE LES DEBERAN APLICAR DOS MANOS DE PINTURA ANTICORROSIVA.
 - TODAS LAS DIMENSIONES DADAS EN METROS.
 - TODOS LOS EXTREMOS DEL CABLE DEBERAN PROTEGERSE CON 8 A 10 VUELTAS DE ALAMBRE GALVANIZADO.
 - SI EL TERRENO TIENE PENDIENTE, LA LOCALIZACION DEL MUERTO ESTARA DEFINIDA CONSIDERANDO QUE EL CABLE TIENE UNA INCLINACION CON RELACION 1 VERTICAL 2 HORIZONTAL.



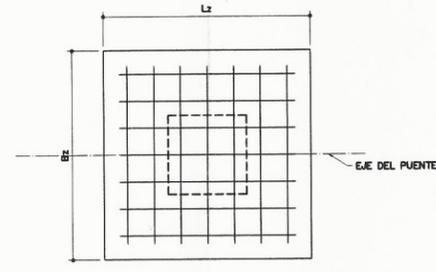
DETALLE DE TENSOR SIN ESCALA

NOTA: PARA PASOS AEREOS MAYORES DE 15 MTS SE COLOCARAN 2 TENSORES UNO EN CADA LADO DEL CABLE COMO LO MUESTRA EN EL PLANO. PARA PASOS AEROS DE 10 A 15 MTS SOLO INSTALAR TENSOR EN UN LADO DEL CABLE

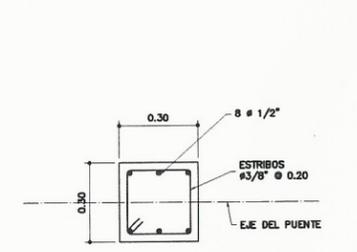


ELEVACION SIN ESCALA

DIAMETRO DE TUBERIA				
	2"	3"	4"	6"
Lz	1	1.15	1.30	1.60
Bz	1	1	1	1
REFUERZO EN Bz	5 # 1/2"	5 # 1/2"	6 # 1/2"	8 # 1/2"
REFUERZO EN Lz	5 # 1/2"	5 # 1/2"	6 # 1/2"	8 # 1/2"
X=Y=Z	1.50	1.60	1.70	1.80
# CABLE	3/8"	3/8"	1/2"	5/8"



PLANTA DE ZAPATA SIN ESCALA



ESTRUCTURA DE COLUMNA SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN

MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

FECHA: MARZO 2021

PASO AEREO DE 52.00 MTS

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA
 DISEÑO TOPOGRAFICO: VINCEN PERA
 DISEÑO HORIZONTAL: VINCEN PERA
 ASESORIA DE EPS: ING. CHRISTA CLASSON DE PINTO

UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)

ING. Christa del Rosario Classon de Pinto

ASESORIA SUPERVISADA POR EPS

FECHA: MARZO 2021

NO. 13

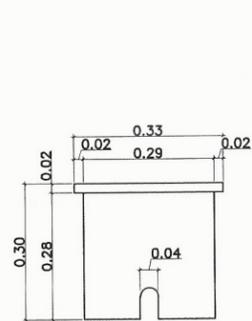
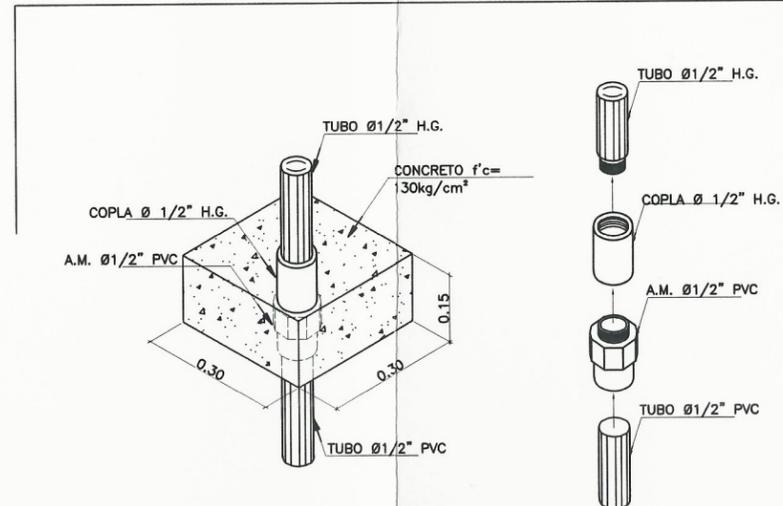
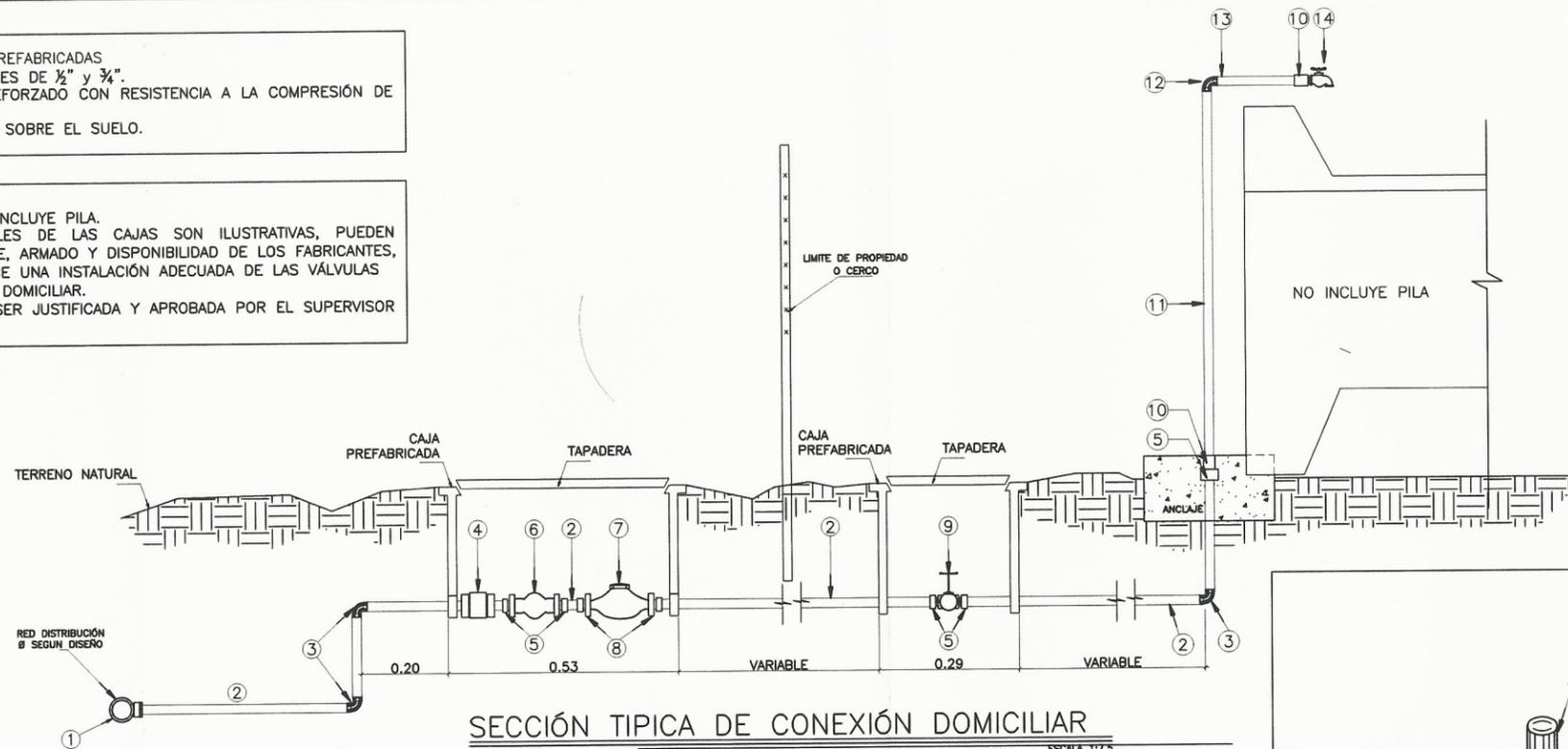
NO. 44

NO. 46

ESPECIFICACIONES PARA CAJAS PREFABRICADAS
 1. DEBERÁN SER PARA CONEXIONES DE 1/2" y 3/4".
 2. FABRICADAS DE CONCRETO REFORZADO CON RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE 5,000 PSI.
 3. PARA INSTALAR DIRECTAMENTE SOBRE EL SUELO.

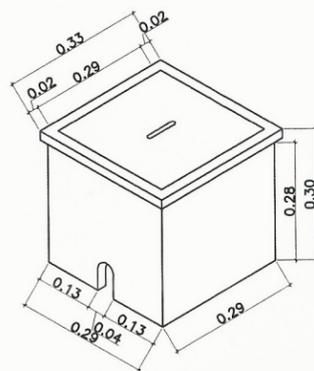
NOTA:
 1. LA CONEXIÓN DOMICILIAR NO INCLUYE PILA.
 2. LAS DIMENSIONES Y DETALLES DE LAS CAJAS SON ILUSTRATIVAS, PUEDEN VARIAR SEGÚN GEOMETRÍA, MOLDE, ARMADO Y DISPONIBILIDAD DE LOS FABRICANTES, SIEMPRE Y CUANDO SE GARANTICE UNA INSTALACIÓN ADECUADA DE LAS VÁLVULAS Y ACCESORIOS DE LA CONEXIÓN DOMICILIAR.
 3. TODO MODIFICACIÓN DEBERÁ SER JUSTIFICADA Y APROBADA POR EL SUPERVISOR Y/O LA UNIDAD EJECUTORA.

REFERENCIA DE MATERIALES	
1	TEE REDUCTORA DE Ø VARIABLE A Ø 1/2"
2	TUBERÍA Ø 1/2" PVC.
3	CODO Ø 1/2" X 90° PVC.
4	UNIÓN UNIVERSAL DE Ø 1/2" PVC
5	ADAPTADOR MACHO Ø 1/2" PVC
6	VÁLVULA ANTI-FRAUDE Ø 1/2" BRONCE O LATÓN
7	MEDIDOR DE CHORRO ÚNICO Ø 1/2" POLIETILENO O BRONCE
8	ADAPTADOR HEMBRA Ø 1/2" PVC
9	VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 1/2" BRONCE O LATÓN
10	COPLA H.G Ø 1/2"
11	NIPLÉ Ø 1/2" H.G. 1.30m
12	CODO 90° Ø 1/2" H.G.
13	NIPLÉ Ø 1/2" H.G. 0.15m
14	LLAVE DE CHORRO Ø 1/2" BRONCE O LATÓN SIN ROSCA



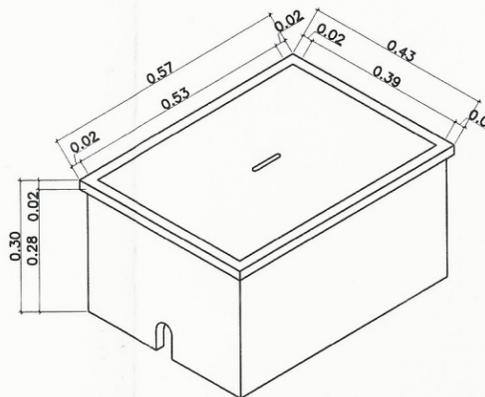
ELEVACIÓN CAJA DE VALVULAS

ESCALA 1:10



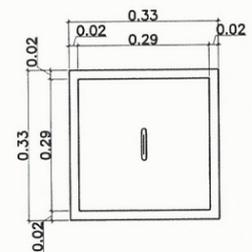
ISOMETRICO CAJA DE VÁLVULAS

ESCALA 1:10



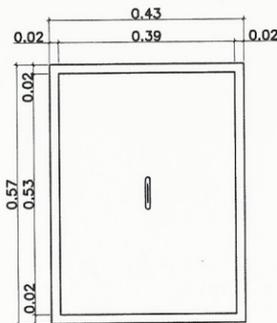
ISOMETRICO CAJA DE REGISTRO PARA CONTADOR

ESCALA 1:10



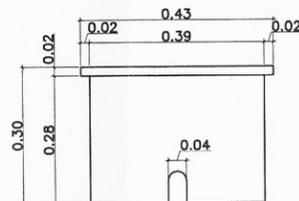
PLANTA CAJA DE VALVULAS

ESCALA 1:10



PLANTA CAJA DE REGISTRO PARA CONTADOR

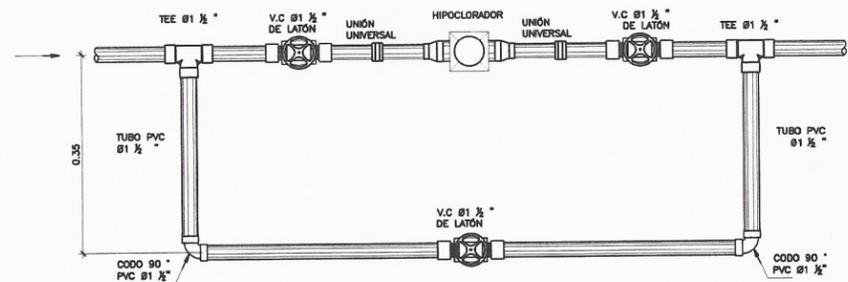
ESCALA 1:10



ELEVACIÓN CAJA DE REGISTRO PARA CONTADOR

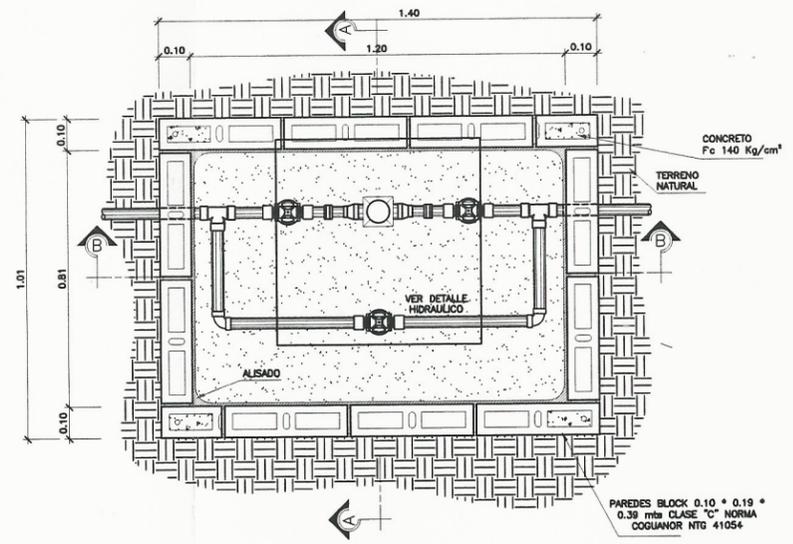
ESCALA 1:10

UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN	
		MUNICIPIO: NUEVO PROGRESO	ESCALA: INDICADA
		DEPARTAMENTO: SAN MARCOS	FECHA: MARZO 2021
CONEXION DOMICILIAR			
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: VINCEN PEÑA	DISEÑO: VINCEN LEONARDO PEÑA ABREGO	ASESORA SUPERVISORA DE EPS INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO Unidad de Practicas de Ingenieros 45 PS	
DIBUJO TOPOGRÁFICO: VINCEN PEÑA	REVISÓ: [Signature]	46	
DIBUJO HIDRÁULICO: VINCEN PEÑA	ASESORA DE EPS: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO		



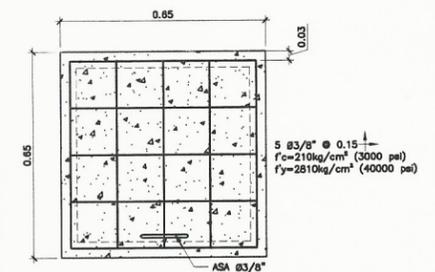
DETALLE HIDRAULICO

SIN ESCALA



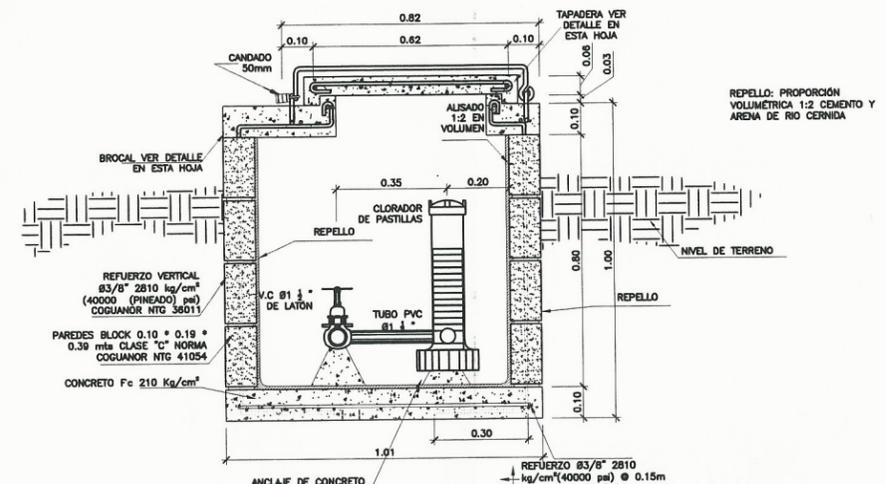
PLANTA CAJA DE HIPOCLORADOR

ESCALA 1:10



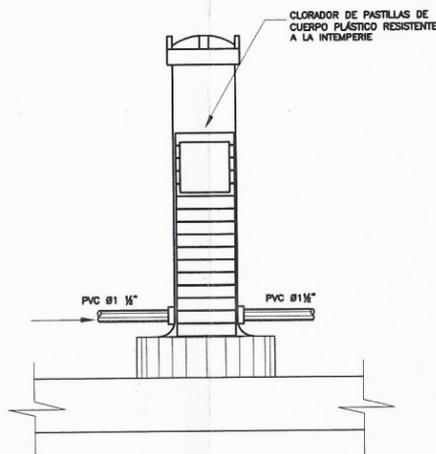
PLANTA TAPADERA 1

ESCALA 1:10



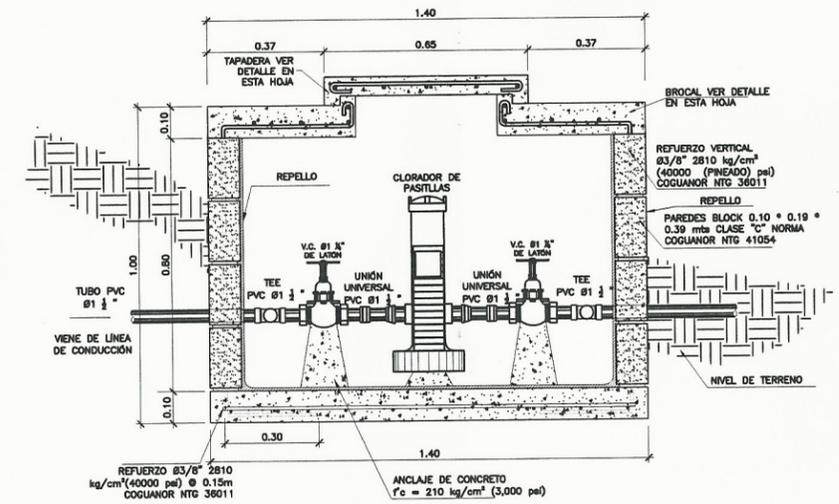
CORTE A-A

ESCALA 1:10



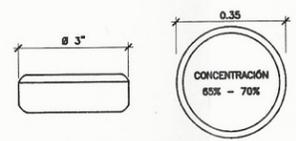
CLORADOR DE PASTILLAS

ESCALA 1:10



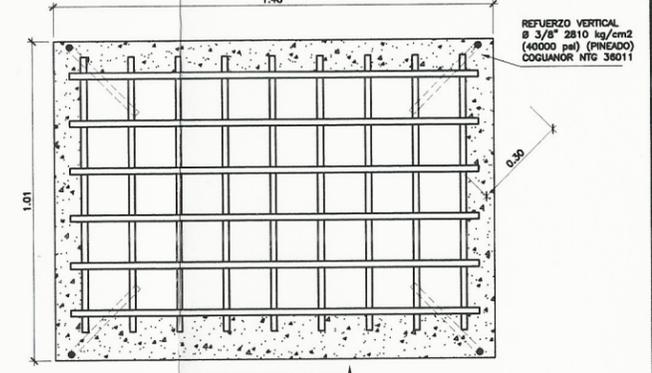
CORTE B-B

ESCALA 1:10



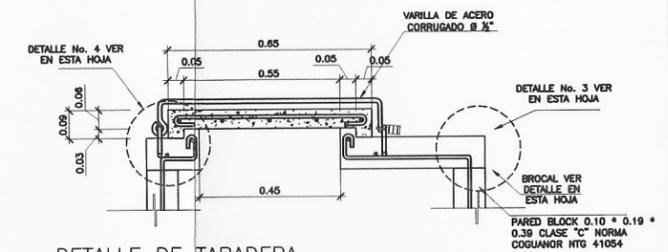
PASTILLA DE HIPOCLORITO DE CALCIO

SIN ESCALA



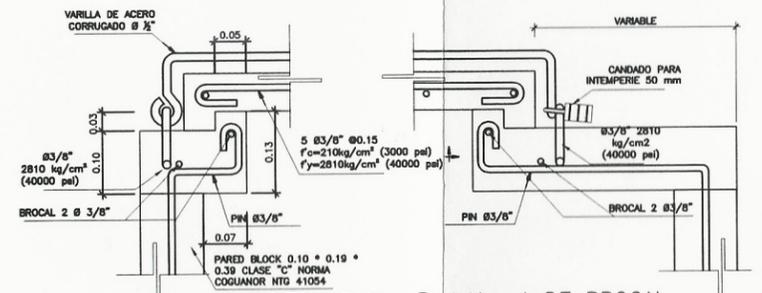
DETALLE DE PLANTA CIMENTACIÓN

ESCALA 1:10



DETALLE DE TAPADERA

ESCALA 1:10



DETALLE No. 3 Y No. 4 DE BROCAL

ESCALA 1:5

UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	PROYECTO:	CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN	
	MUNICIPIO:	NUEVO PROGRESO	ESCALA:
	DEPARTAMENTO:	SAN MARCOS	INDICADA
CLORADOR DE PASTILLAS		Inga. Christa del Rosario Classon de Pineda ASESORA - SUPERVISORA DE EPS	15 46
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	VINCEN PERA	FECHA:	15/02/2021
DISEÑO TOPOGRAFICO:	VINCEN PERA	PROYECTO:	CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN
DISEÑO HIDRAULICO:	VINCEN PERA	PROYECTO:	CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN
ASESORA DE EPS:	INGA. CHRISTA CLASSON DE PINO	PROYECTO:	CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR TAMARINDO Y ALDEA PALIN

ANEXOS

Anexo 1. Aforos y resultados de análisis de calidad del agua. Certificado de aforo en época de estiaje



INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL
UNIDAD EJECUTORA DEL PROGRAMA DE
ACUEDUCTOS RURALES



CERTIFICADO DE AFORO

Nombre del Responsable: Ing. Civil Manfredó Juárez Fecha: 10/03/2020
 Institución Responsable: INFOM-UNEPAR Unidad: Ingeniería

1. DATOS DE LA COMUNIDAD

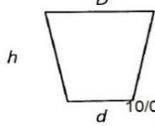
Comunidad: Sector El Tamarindo Municipio: Nuevo Progreso
 Departamento: San Marcos Código INE: _____

Coordenadas Geográficas Latitud: 14° 44.901' Longitud: 91° 56.448'
 Altitud en metros sobre el nivel del mar (msnm): 327 m.

2. METODO DE AFORO

El sistema más práctico para realizar el aforo fue el de VOLUMÉTRICO.

Datos del recipiente:



$D = 0.29$ metros
 $d = 0.26$ metros
 $h = 0.350$ metros

$$Volumen = \frac{1}{3} \pi \cdot h \cdot \left[\left(\frac{D}{2}\right)^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2 + \left(\frac{D \cdot d}{4}\right) \right]$$

Volumen = 0.02081 Metro cúbico
 Volumen = 20.81 Litros

10/03/2020

3. INFORMACIÓN DEL AFORO

Interesado: Sector El Tamarindo, Nuevo Progreso Hora de aforo: 11:00 a.m.
 Fecha aforo: 10/03/2020

Nombre del Nacimiento: El Capotal 1 Longitud: 91° 53.345'
 Ubicación: Latitud 14° 47.269' 518 m.
 Altitud en metros sobre el nivel del mar (msnm): _____

No.	Cronometro	Tiempo (s)	Volumen (l)	Aforo (l/s)	AFORO PROMEDIO (Litros/segundo)
1	00:00.00	64.80	20.81	0.321	
2	00:00.00	64.81	20.81	0.321	
3	00:00.00	64.79	20.81	0.321	
					0.321

4. OBSERVACIONES

FIRMA RESPONSABLE (f) _____




Continuación de anexo 1.



**INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL
UNIDAD EJECUTORA DEL PROGRAMA DE
ACUEDUCTOS RURALES**



CERTIFICADO DE AFORO

Nombre del Responsable: Ing. Civil Manfredo Juárez Fecha: 10/03/2020
 Institución Responsable: INFOM-UNEPAR Unidad: Ingeniería

1. DATOS DE LA COMUNIDAD

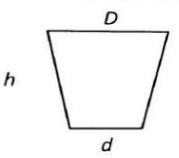
Comunidad: Sector El Tamarindo Municipio: Nuevo Progreso
 Departamento: San Marcos Código INE: _____

Coordenadas Geográficas Latitud: 14° 44.901' Longitud: 91° 56.448'
 Altitud en metros sobre el nivel del mar (msnm): 327 m.

2. METODO DE AFORO

El sistema más practico para realizar el aforo fue el de VOLUMÉTRICO.

Datos del recipiente:



D = 0.29 metros
 d = 0.26 metros
 h = 0.350 metros

$$Volumen = \frac{1}{3} \pi \cdot h \cdot \left[\left(\frac{D}{2}\right)^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2 + \left(\frac{D+d}{4}\right) \right]$$

Volumen = 0.02081 Metro cúbico
 Volumen = 20.81 Litros

3. INFORMACIÓN DEL AFORO

Interesado: Sector El Tamarindo, Nuevo Progreso
 Fecha aforo: 10/03/2020 Hora de aforo: 11:00 a.m.

Nombre del Nacimiento: El Capotal 2
 Ubicación: Latitud 14° 47.269' Longitud 91° 53.345'
 Altitud en metros sobre el nivel del mar (msnm): 518 m.

No.	Cronometro	Tiempo (s)	Volumen (l)	Aforo (l/s)	AFORO PROMEDIO (Litros/segundo)
1	00:00.00	13.32	20.81	1.562	
2	00:00.00	13.31	20.81	1.563	
3	00:00.00	13.31	20.81	1.563	

4. OBSERVACIONES

FIRMA RESPONSABLE (f) _____




Continuación de anexo 1.



INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL
UNIDAD EJECUTORA DEL PROGRAMA DE
ACUEDUCTOS RURALES



CERTIFICADO DE AFORO

Nombre del Responsable: Ing. Civil Manfredó Juárez Fecha: 10/03/2020
 Institución Responsable: INFOM-UNEPAR Unidad: Ingeniería

1. DATOS DE LA COMUNIDAD

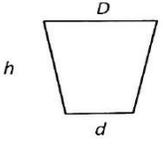
Comunidad: Sector El Tamarindo Municipio: Nuevo Progreso
 Departamento: San Marcos Código INE: _____

Coordenadas Geográficas Latitud: 14° 44.901' Longitud: 91° 56.448'
 Altitud en metros sobre el nivel del mar (msnm): 327 m.

2. METODO DE AFORO

El sistema más práctico para realizar el aforo fue el de VOLUMÉTRICO.

Datos del recipiente:



D = 0.29 metros
 d = 0.26 metros
 h = 0.350 metros

$$Volumen = \frac{1}{3} \pi \cdot h \cdot \left[\left(\frac{D}{2}\right)^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2 + \left(\frac{D \cdot d}{4}\right) \right]$$

Volumen = 0.02081 Metro cúbico
 Volumen = 20.81 Litros

3. INFORMACIÓN DEL AFORO

Interesado: Sector El Tamarindo, Nuevo Progreso
 Fecha aforo: 10/03/2020 Hora de aforo: 11:00 a.m.

Nombre del Nacimiento: El Capotal 3
 Ubicación: Latitud 14° 47.269' Longitud 91° 53.345'
 Altitud en metros sobre el nivel del mar (msnm): 518 m.

No.	Cronometro	Tiempo (s)	Volumen (l)	Aforo (l/s)	AFORO PROMEDIO (Litros/segundo)
1	00:00.00	43.89	20.81	0.474	
2	00:00.00	44.58	20.81	0.467	
3	00:00.00	45.33	20.81	0.459	

4. OBSERVACIONES

FIRMA RESPONSABLE (f) _____




Continuación de anexo 1.



INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL
UNIDAD EJECUTORA DEL PROGRAMA DE
ACUEDUCTOS RURALES



CERTIFICADO DE AFORO

Nombre del Responsable: Ing. Civil Manfredo Juárez Fecha: 10/03/2020
 Institución Responsable: INFOM-UNEPAR Unidad: Ingeniería

1. DATOS DE LA COMUNIDAD

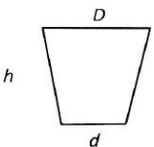
Comunidad: Sector El Tamarindo Municipio: Nuevo Progreso
 Departamento: San Marcos Código INE: _____

Coordenadas Geográficas Latitud: 14° 44.901' Longitud: 91° 56.448'
 Altitud en metros sobre el nivel del mar (msnm): 327 m.

2. METODO DE AFORO

El sistema más practico para realizar el aforo fue el de VOLUMÉTRICO.

Datos del recipiente:



$D = 0.29$ metros
 $d = 0.26$ metros
 $h = 0.350$ metros

$$Volumen = \frac{1}{3} \pi \cdot h \cdot \left[\left(\frac{D}{2}\right)^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2 + \left(\frac{D \cdot d}{4}\right) \right]$$

Volumen = 0.02081 Metro cúbico
 Volumen = 20.81 Litros

3. INFORMACIÓN DEL AFORO

Interesado: Sector El Tamrindo, Nuevo Progreso
 Fecha aforo: 10/03/2020 Hora de aforo 11:00 a.m.

Nombre del Nacimiento: El Capotal 4
 Ubicación: Latitud 14° 47.269' Longitud 91° 53.345'
 Altitud en metros sobre el nivel del mar (msnm): 518 m.

No.	Cronometro	Tiempo (s)	Volumen (l)	Aforo (l/s)	AFORO PROMEDIO (Litros/segundo)
1	00:00.00	33.63	20.81	0.619	
2	00:00.00	32.07	20.81	0.649	
3	00:00.00	33.30	20.81	0.625	
					0.631

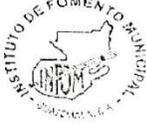
4. OBSERVACIONES

FIRMA RESPONSABLE (f) _____

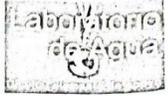



Fuente: Instituto de Fomento Municipal. Unidad ejecutora del programa de acueductos rurales.
 Certificado de aforo. El Tamarindo, San Marcos.

Anexo 2. Resultados de análisis de calidad del agua



INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-
LABORATORIO DE AGUA
 11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala
 Teléfono/fax: 2498-9191
 laboratorioinfom@gmail.com



INFORME DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA MUESTRA No. 2401-20

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA ⁽¹⁾

Interesado:	PROGRAMA PREINVERSION - SECTOR EL TAMARINDO, ALDEA PALIN		
Punto de muestreo:	Fuente	Temperatura <i>in situ</i> (* C):	----
Fuente:	Capital 1	pH <i>in situ</i> (unidades):	----
Municipio:	Nuevo Progreso	Cloro residual <i>in situ</i> (mg/L):	----
Departamento:	San Marcos	Técnica de preservación:	Refrigeración
Fecha de captación:	13-October-2020	Fecha de recepción:	14-October-2020
Hora de captación:	10:55	Hora de recepción:	10:25
Responsable de captación:	Osmar Barrios (Personal ajeno al Laboratorio INFOM)		

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

RESULTADOS

ITEM	PARÁMETRO BACTERIOLÓGICO	LMP ⁽²⁾	RESULTADO	UNIDADES
1	Grupo Coliforme Total	No Detectable en 100 mL de agua	80	NMP/100 mL ⁽³⁾
2	<i>Escherichia coli</i>	No Detectable en 100 mL de agua	80	NMP/100 mL ⁽³⁾

(2) Límite máximo permisible
 (3) Número más probable en 100 mL de muestra

CONCLUSION

De acuerdo a los resultados obtenidos, la muestra de agua **NO CUMPLE** con las características microbiológicas según los Límites Máximos Permisibles establecidos en la Norma COGUANOR NTG 29001. "Agua para consumo humano. Especificaciones".

OBSERVACIONES

Los límites máximos permisibles de las características microbiológicas corresponden a los establecidos en la Norma Técnica Guatemalteca (Agua para consumo humano. Especificaciones) COGUANOR NTG 29001 (Acuerdo Gubernativo 83-2013) publicada en el Diario de Centro América el 2 de abril de 2013, numeral 6.1. Los parámetros microbiológicos analizados corresponden a los establecidos en el numeral 4.8 Programa de Análisis Mínimo de dicha norma.

El examen del grupo Coliforme Total y *Escherichia coli* se realizó a través de la Prueba de Sustrato Enzimático en tubos múltiples, según lo establece la Norma Guatemalteca COGUANOR NGO 29018 h21, en el numeral 7.1. (aprobada por Acuerdo Gubernativo 510-2005, publicado en el Diario de Centroamérica el 19 de octubre de 2005). El límite de detección para esta prueba utilizando cinco porciones de 10 mL, cinco porciones de 1.0 mL y cinco porciones de 0.1 mL es NMP/100 mL <2.



William Estrada Vargas
 Químico Biólogo, Colegiado 2241
 Supervisor Microbiológico



Vo.Bo. Jorge Mario Estrada Asturias
 Ingeniero Químico, Colegiado 685
 Director del Laboratorio

Continuación del anexo 2.



INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM
LABORATORIO DE AGUA
 11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala
 Teléfono/fax: 2498-9191
 laboratorioinfom@gmail.com



INFORME DE ANÁLISIS FISIQUÍMICO DE AGUA
MUESTRA No. 2400-20

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA ⁽¹⁾

Interesado:	PROGRAMA DE PREINVERSION / SECTOR EL TAMARINDO ALDEA PALIN		
Punto de muestreo:	Fuente	Temperatura in situ (°C):	---
Fuente:	Capotal 1	pH in situ (unidades):	---
Municipio:	Nuevo Progreso	Cloro Residual in situ (mg/l):	---
Departamento:	San Marcos	Técnica de preservación:	REFRIGERACIÓN
Fecha de captación:	13-oct-2020	Fecha de recepción:	14-oct-2020
Hora de captación:	10:55	Hora de recepción:	10:25
Responsable de captación:	Osmar Barrios (Personal ajeno a INFOM)		

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

RESULTADOS ^(*)

ITEM	PARÁMETRO	UNIDADES	LMA	LMP	RESULTADO
1	Cloro Residual	mg/l Cl ₂	0.5	1.0	<0.1
2	Color	Unidades Pt-Co	5.0	35.0	<1.0
3	Hierro total	mg/l Fe	0.3	2.0 ⁽⁵⁾	0.07
4	Manganeso total	mg/l Mn	0.1	0.4	<0.05
5	Nitrato	mg/l NO ₃ ⁻	Nsc ⁽⁴⁾	50	6.6
6	Nitrito	mg/l NO ₂ ⁻	Nsc ⁽⁴⁾	3.0	<0.01
7	Sulfato	mg/l SO ₄ ²⁻	100.000	250.000	<5
8	Turbiedad	UNT	5.0	15.0	0.8
9	Cloruro	mg/l Cl	100.000	250.000	<10
10	Dureza total	mg/l CaCO ₃	100.000	500.000	80
11	Calcio	mg/l Ca	75.000	150.000	18
12	Magnesio	mg/l Mg	50.000	100.000	8
13	Conductividad	mS/cm	750	1500	110
14	pH	Unidades pH	7.0 - 7.5	6.5 - 8.5	6.6

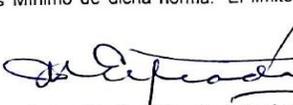
(*) El alcance de los resultados se limita exclusivamente a la muestra recibida en el Laboratorio.
 (2)LMA= límite máximo aceptable (3)LMP= límite máximo permisible (4)Nsc= no se contempla en la norma (5)Según Acuerdo Ministerial 523-2013

CONCLUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos, la muestra de agua CUMPLE con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en la Norma COGUANOR NTG 29001.

OBSERVACIONES

Los límites máximos aceptables y permisibles corresponden a la Norma Técnica Guatemalteca (Agua para consumo Humano. Especificaciones) COGUANOR NTG 29001 (Acuerdo Gubernativo 83-2013) publicada en el Diario de Centro América el 2 de abril de 2013. Los parámetros fisicoquímicos analizados corresponden a los establecidos en el numeral 4.8 Programa de Análisis Mínimo de dicha norma. El límite para Hierro Total corresponde al Acuerdo Ministerial 523-2013.



Jorge Mario Estrada Asturias
 Ingeniero Químico, Colegiado 685
 Director de Laboratorio de Agua



Continuación del anexo 2.



INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-
LABORATORIO DE AGUA
 11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala
 Teléfono/fax: 2498-9191
 laboratorioinfom@gmail.com



INFORME DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA
MUESTRA No. 2403-20

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA ⁽¹⁾

Interesado:	PROGRAMA PREINVERSION - SECTOR EL TAMARINDO, ALDEA PALIN		
Punto de muestreo:	Fuente	Temperatura <i>in situ</i> (° C):	----
Fuente:	Capotal 2	pH <i>in situ</i> (unidades):	----
Municipio:	Nuevo Progreso	Cloro residual <i>in situ</i> (mg/L):	----
Departamento:	San Marcos	Técnica de preservación:	Refrigeración
Fecha de captación:	13-October-2020	Fecha de recepción:	14-October-2020
Hora de captación:	11:10	Hora de recepción:	10:25
Responsable de captación:	Osmar Barrios (Personal ajeno al Laboratorio INFOM)		

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

RESULTADOS

ITEM	PARÁMETRO BACTERIOLÓGICO	LMP ⁽²⁾	RESULTADO	UNIDADES
1	Grupo Coliforme Total	No Detectable en 100 mL de agua	23	NMP/100 mL ⁽³⁾
2	<i>Escherichia coli</i>	No Detectable en 100 mL de agua	23	NMP/100 mL ⁽³⁾

(2) Límite máximo permisible
 (3) Número más probable en 100 mL de muestra

CONCLUSION

De acuerdo a los resultados obtenidos, la muestra de agua **NO CUMPLE** con las características microbiológicas según los Límites Máximos Permisibles establecidos en la Norma COGUANOR NTG 29001. "Agua para consumo humano. Especificaciones".

OBSERVACIONES

Los límites máximos permisibles de las características microbiológicas corresponden a los establecidos en la Norma Técnica Guatemalteca (Agua para consumo humano. Especificaciones) COGUANOR NTG 29001 (Acuerdo Gubernativo 83-2013) publicada en el Diario de Centro América el 2 de abril de 2013, numeral 6.1. Los parámetros microbiológicos analizados corresponden a los establecidos en el numeral 4.8 Programa de Análisis Mínimo de dicha norma.

El examen del grupo Coliforme Total y *Escherichia coli* se realizó a través de la Prueba de Sustrato Enzimático en tubos múltiples, según lo establece la Norma Guatemalteca COGUANOR NGO 29018 h21, en el numeral 7.1. (aprobada por Acuerdo Gubernativo 510-2005, publicado en el Diario de Centroamérica el 19 de octubre de 2005). El límite de detección para esta prueba utilizando cinco porciones de 10 mL, cinco porciones de 1.0 mL y cinco porciones de 0.1 mL es NMP/100 mL <2.



William Estrada Vargas
 Químico Biólogo, Colegiado 2241
 Supervisor Microbiológico



Vo.Bo. Jorge Mario Estrada Asturias
 Ingeniero Químico, Colegiado 685
 Director del Laboratorio

Continuación del anexo 2.



INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL - INFOM
LABORATORIO DE AGUA
 11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala
 Teléfono/fax: 2498-9191
 laboratorioinfom@gmail.com



INFORME DE ANÁLISIS FISIQUÍMICO DE AGUA
MUESTRA No. 2402-20

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA ⁽¹⁾

Interesado:	PROGRAMA DE PREINVERSION / SECTOR EL TAMARINDO ALDEA PALIN		
Punto de muestreo:	Fuente	Temperatura in situ (°C):	---
Fuente:	Capotal 2	pH in situ (unidades):	---
Municipio:	Nuevo Progreso	Cloro Residual in situ (mg/l):	---
Departamento:	San Marcos	Técnica de preservación:	REFRIGERACIÓN
Fecha de captación:	13-oct-2020	Fecha de recepción:	13-oct-2020
Hora de captación:	11:10	Hora de recepción:	13:00
Responsable de captación:	Osmar Barrios (Personal ajeno a INFOM)		

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

RESULTADOS ^(*)

ITEM	PARÁMETRO	UNIDADES	LMA	LMP	RESULTADO
1	Cloro Residual	mg/l Cl ₂	0.5	1.0	<0.1
2	Color	Unidades Pt-Co	5.0	35.0	<1.0
3	Hierro total	mg/l Fe	0.3	2.0 ⁽⁵⁾	<0.05
4	Manganeso total	mg/l Mn	0.1	0.4	<0.05
5	Nitrato	mg/l NO ₃ ⁻	Nsc ⁽⁴⁾	50	7.0
6	Nitrato	mg/l NO ₂ ⁻	Nsc ⁽⁴⁾	3.0	<0.01
7	Sulfato	mg/l SO ₄ ²⁻	100.000	250.000	<5
8	Turbiedad	UNT	5.0	15.0	0.9
9	Cloruro	mg/l Cl ⁻	100.000	250.000	<10
10	Dureza total	mg/l CaCO ₃	100.000	500.000	100
11	Calcio	mg/l Ca	75.000	150.000	14
12	Magnesio	mg/l Mg	50.000	100.000	15
13	Conductividad	mS/cm	750	1500	110
14	pH	Unidades pH	7.0 - 7.5	6.5 - 8.5	6.5

(*) El alcance de los resultados se limita exclusivamente a la muestra recibida en el Laboratorio.
 (2)LMA= límite máximo aceptable (3)LMP= límite máximo permisible (4)Nsc= no se contempla en la norma (5)Según Acuerdo Ministerial 523-2013

CONCLUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos, la muestra de agua CUMPLE con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en la Norma COGUANOR NTG 29001.

OBSERVACIONES

Los límites máximos aceptables y permisibles corresponden a la Norma Técnica Guatemalteca (Agua para consumo Humano. Especificaciones) COGUANOR NTG 29001 (Acuerdo Gubernativo 83-2013) publicada en el Diario de Centro América el 2 de abril de 2013. Los parámetros fisicoquímicos analizados corresponden a los establecidos en el numeral 4.8 Programa de Análisis Mínimo de dicha norma. El límite para Hierro Total corresponde al Acuerdo Ministerial 523-2013.




Jorge Mario Estrada Asturias
 Ingeniero Químico, Colegiado 685
 Director de Laboratorio de Agua

Continuación del anexo 2.



INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL - INFOM-
LABORATORIO DE AGUA
11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala
Teléfono/fax: 2498-9191
laboratorioinfom@gmail.com



INFORME DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA
MUESTRA No. 2405-20

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA ⁽¹⁾

Interesado: PROGRAMA PREINVERSION - SECTOR EL TAMARINDO, ALDEA PALIN	
Punto de muestreo: Fuente	Temperatura <i>in situ</i> (* C): ----
Fuente: Capotal 3	pH <i>in situ</i> (unidades): ----
Municipio: Nuevo Progreso	Cloro residual <i>in situ</i> (mg/L): ----
Departamento: San Marcos	Técnica de preservación: Refrigeración
Fecha de captación: 13-October-2020	Fecha de recepción: 14-October-2020
Hora de captación: 11:20	Hora de recepción: 10:25
Responsable de captación: Osmar Barrios (Personal ajeno al Laboratorio INFOM)	

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

RESULTADOS

ITEM	PARÁMETRO BACTERIOLÓGICO	LMP ⁽²⁾	RESULTADO	UNIDADES
1	Grupo Coliforme Total	No Detectable en 100 mL de agua	80	NMP/100 mL ⁽³⁾
2	<i>Escherichia coli</i>	No Detectable en 100 mL de agua	80	NMP/100 mL ⁽³⁾

(2) Límite máximo permisible
(3) Número más probable en 100 mL de muestra

CONCLUSION

De acuerdo a los resultados obtenidos, la muestra de agua **NO CUMPLE** con las características microbiológicas según los Límites Máximos Permisibles establecidos en la Norma COGUANOR NTG 29001. "Agua para consumo humano. Especificaciones".

OBSERVACIONES

Los límites máximos permisibles de las características microbiológicas corresponden a los establecidos en la Norma Técnica Guatemalteca (Agua para consumo humano. Especificaciones) COGUANOR NTG 29001 (Acuerdo Gubernativo 83-2013) publicada en el Diario de Centro América el 2 de abril de 2013, numeral 6.1. Los parámetros microbiológicos analizados corresponden a los establecidos en el numeral 4.8 Programa de Análisis Mínimo de dicha norma.

El examen del grupo Coliforme Total y *Escherichia coli* se realizó a través de la Prueba de Sustrato Enzimático en tubos múltiples, según lo establece la Norma Guatemalteca COGUANOR NGO 29018 h21, en el numeral 7.1. (aprobada por Acuerdo Gubernativo 510-2005, publicado en el Diario de Centroamérica el 19 de octubre de 2005). El límite de detección para esta prueba utilizando cinco porciones de 10 mL, cinco porciones de 1.0 mL y cinco porciones de 0.1 mL es NMP/100 mL <2.



William Estrada Vargas
Químico Biólogo, Colegiado 2241
Supervisor Microbiológico

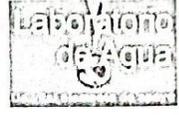


Jorge Mario Estrada Asturias
Ingeniero Químico, Colegiado 685
Director del Laboratorio

Continuación del anexo 2.



INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM
LABORATORIO DE AGUA
 11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala
 Teléfono/fax: 2498-9191
 laboratorioinfom@gmail.com



INFORME DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA
MUESTRA No. 2404-20

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA ⁽¹⁾

Interesado:	PROGRAMA DE PREINVERSIÓN / SECTOR EL TAMARINDO ALDEA PALIN		
Punto de muestreo:	Fuente	Temperatura in situ (°C):	---
Fuente:	Capotal 3	pH in situ (unidades):	---
Municipio:	Nuevo Progreso	Cloro Residual in situ (mg/l):	---
Departamento:	San Marcos	Técnica de preservación:	REFRIGERACIÓN
Fecha de captación:	13-oct-2020	Fecha de recepción:	14-oct-2020
Hora de captación:	11:20	Hora de recepción:	10:25
Responsable de captación:	Osmar Barrios (Personal ajeno a INFOM)		

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

RESULTADOS^(*)

ITEM	PARÁMETRO	UNIDADES	LMA	LMP	RESULTADO
1	Cloro Residual	mg/l Cl ₂	0.5	1.0	<0.1
2	Color	Unidades Pt-Co	5.0	35.0	<1.0
3	Hierro total	mg/l Fe	0.3	2.0 ⁽⁵⁾	<0.05
4	Manganeso total	mg/l Mn	0.1	0.4	<0.05
5	Nitrato	mg/l NO ₃ ⁻	Nsc ⁽⁴⁾	50	5.7
6	Nitrilo	mg/l NO ₂ ⁻	Nsc ⁽⁴⁾	3.0	<0.01
7	Sulfato	mg/l SO ₄ ²⁻	100.000	250.000	<5
8	Turbiedad	UNT	5.0	15.0	<0.5
9	Cloruro	mg/l Cl	100.000	250.000	<10
10	Dureza total	mg/l CaCO ₃	100.000	500.000	140
11	Calcio	mg/l Ca	75.000	150.000	14
12	Magnesio	mg/l Mg	50.000	100.000	24
13	Conductividad	mS/cm	750	1500	110
14	pH	Unidades pH	7.0 - 7.5	6.5 - 8.5	6.5

(*) El alcance de los resultados se limita exclusivamente a la muestra recibida en el Laboratorio.
 (2)LMA= límite máximo aceptable (3)LMP= límite máximo permisible (4)Nsc= no se contempla en la norma (5)Según Acuerdo Ministerial 523-2013

CONCLUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos, la muestra de agua CUMPLE con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en la Norma COGUANOR NTG 29001.

OBSERVACIONES

Los límites máximos aceptables y permisibles corresponden a la Norma Técnica Guatemalteca (Agua para consumo Humano. Especificaciones) COGUANOR NTG 29001 (Acuerdo Gubernativo 83-2013) publicada en el Diario de Centro América el 2 de abril de 2013. Los parámetros físicoquímicos analizados corresponden a los establecidos en el numeral 4.8 Programa de Análisis Mínimo de dicha norma. El límite para Hierro Total corresponde al Acuerdo Ministerial 523-2013.



Jorge Mario Estrada Asturias
 Ingeniero Químico, Colegiado 685
 Director de Laboratorio de Agua



Continuación del anexo 2.



INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM
LABORATORIO DE AGUA
 11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala
 Teléfono/fax: 2498-9191
 laboratorioinfom@gmail.com



INFORME DE ANÁLISIS FISIQUÍMICO DE AGUA
MUESTRA No. 2402-20

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA ⁽¹⁾

Interesado:	PROGRAMA DE PREINVERSION / SECTOR EL TAMARINDO ALDEA PALIN		
Punto de muestreo:	Fuente	Temperatura in situ (°C):	---
Fuente:	Capotal 2	pH in situ (unidades):	---
Municipio:	Nuevo Progreso	Cloro Residual in situ (mg/l):	---
Departamento:	San Marcos	Técnica de preservación:	REFRIGERACIÓN
Fecha de captación:	13-oct.-2020	Fecha de recepción:	13-oct.-2020
Hora de captación:	11:10	Hora de recepción:	13:00
Responsable de captación:	Osmar Barrios (Personal ajeno a INFOM)		

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

RESULTADOS ^(*)

ITEM	PARÁMETRO	UNIDADES	LMA	LMP	RESULTADO
1	Cloro Residual	mg/l Cl ₂	0.5	1.0	<0.1
2	Color	Unidades Pt-Co	5.0	35.0	<1.0
3	Hierro total	mg/l Fe	0.3	2.0 ⁽⁵⁾	<0.05
4	Manganeso total	mg/l Mn	0.1	0.4	<0.05
5	Nitrato	mg/l NO ₃ ⁻	Nsc ⁽⁴⁾	50	7.0
6	Nitrato	mg/l NO ₂ ⁻	Nsc ⁽⁴⁾	3.0	<0.01
7	Sulfato	mg/l SO ₄ ²⁻	100.000	250.000	<5
8	Turbiedad	UNT	5.0	15.0	0.9
9	Cloruro	mg/l Cl	100.000	250.000	<10
10	Dureza total	mg/l CaCO ₃	100.000	500.000	100
11	Calcio	mg/l Ca	75.000	150.000	14
12	Magnesio	mg/l Mg	50.000	100.000	15
13	Conductividad	mS/cm	750	1500	110
14	pH	Unidades pH	7.0 - 7.5	6.5 - 8.5	6.5

(*) El alcance de los resultados se limita exclusivamente a la muestra recibida en el Laboratorio.

(2)LMA= límite máximo aceptable (3)LMP= límite máximo permisible (4)Nsc= no se contempla en la norma (5)Según Acuerdo Ministerial 523-2013

CONCLUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos, la muestra de agua CUMPLE con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en la Norma COGUANOR NTG 29001.

OBSERVACIONES

Los límites máximos aceptables y permisibles corresponden a la Norma Técnica Guatemalteca (Agua para consumo Humano. Especificaciones) COGUANOR NTG 29001 (Acuerdo Gubernativo 83-2013) publicada en el Diario de Centro América el 2 de abril de 2013. Los parámetros fisicoquímicos analizados corresponden a los establecidos en el numeral 4.8 Programa de Análisis Mínimo de dicha norma. El límite para Hierro Total corresponde al Acuerdo Ministerial 523-2013.

Jorge Mario Estrada Asturias
 Ingeniero Químico, Colegiado 685
 Director de Laboratorio de Agua

Continuación del anexo 2.



INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM
LABORATORIO DE AGUA
 11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala
 Teléfono/fax: 2498-9191
 laboratorioinfom@gmail.com



INFORME DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA MUESTRA No. 2402-20

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA ⁽¹⁾

Interesado:	PROGRAMA DE PREINVERSION / SECTOR EL TAMARINDO ALDEA PALIN		
Punto de muestreo:	Fuente	Temperatura in situ (°C):	---
Fuente:	Capotal 2	pH in situ (unidades):	---
Municipio:	Nuevo Progreso	Cloro Residual in situ (mg/l):	---
Departamento:	San Marcos	Técnica de preservación:	REFRIGERACIÓN
Fecha de captación:	13-oct.-2020	Fecha de recepción:	13-oct.-2020
Hora de captación:	11:10	Hora de recepción:	13:00
Responsable de captación:	Osmar Barrios (Personal ajeno a INFOM)		

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

RESULTADOS ⁽²⁾

ITEM	PARÁMETRO	UNIDADES	LMA	LMP	RESULTADO
1	Cloro Residual	mg/l Cl ₂	0.5	1.0	<0.1
2	Color	Unidades Pt-Co	5.0	35.0	<1.0
3	Hierro total	mg/l Fe	0.3	2.0 ⁽⁵⁾	<0.05
4	Manganeso total	mg/l Mn	0.1	0.4	<0.05
5	Nitrato	mg/l NO ₃ ⁻	Nsc ⁽⁴⁾	50	7.0
6	Nitrito	mg/l NO ₂ ⁻	Nsc ⁽⁴⁾	3.0	<0.01
7	Sulfato	mg/l SO ₄ ²⁻	100.000	250.000	<5
8	Turbiedad	UNT	5.0	15.0	0.9
9	Cloruro	mg/l Cl ⁻	100.000	250.000	<10
10	Dureza total	mg/l CaCO ₃	100.000	500.000	100
11	Calcio	mg/l Ca	75.000	150.000	14
12	Magnesio	mg/l Mg	50.000	100.000	15
13	Conductividad	mS/cm	750	1500	110
14	pH	Unidades pH	7.0 - 7.5	6.5 - 8.5	6.5

(*) El alcance de los resultados se limita exclusivamente a la muestra recibida en el Laboratorio.
 (2)LMA= límite máximo aceptable (3)LMP= límite máximo permisible (4)Nsc= no se contempla en la norma (5)Según Acuerdo Ministerial 523-2013

CONCLUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos, la muestra de agua CUMPLE con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en la Norma COGUANOR NTG 29001.

OBSERVACIONES

Los límites máximos aceptables y permisibles corresponden a la Norma Técnica Guatemalteca (Agua para consumo Humano. Especificaciones) COGUANOR NTG 29001 (Acuerdo Gubernativo 83-2013) publicada en el Diario de Centro América el 2 de abril de 2013. Los parámetros fisicoquímicos analizados corresponden a los establecidos en el numeral 4.8 Programa de Análisis Mínimo de dicha norma. El límite para Hierro Total corresponde al Acuerdo Ministerial 523-2013.



Jorge Mario Estrada Asturias
 Ingeniero Químico, Colegiado 685
 Director de Laboratorio de Agua



Fuente: Instituto de Fomento Municipal, INFOM. Informe de análisis fisicoquímico de agua. La verbena, Guatemala.