



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

**DISEÑO DE CARRETERA HACIA LA COMUNIDAD CRUZ DE CAMINOS Y
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, PARA LAS
COMUNIDADES CHOYOMCHÉ I, CHOYOMCHÉ II, PARCELAS Y CAMPO
ALEGRE, MUNICIPIO DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE EL QUICHÉ.**

Elden Ramiro Samayoa Muñoz

Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, mayo del 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**“DISEÑO DE CARRETERA HACIA LA COMUNIDAD CRUZ DE CAMINOS Y
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, PARA LAS
COMUNIDADES CHOYOMCHÉ I, CHOYOMCHÉ II, PARCELAS Y CAMPO
ALEGRE, MUNICIPIO DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE EL QUICHÉ”.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

ELDEN RAMIRO SAMAYOA MUÑOZ

ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MAYO DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Christa Classon de Pinto
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE CARRETERA HACIA LA COMUNIDAD CRUZ DE CAMINOS Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, PARA LAS COMUNIDADES CHOYOMCHÉ I, CHOYOMCHÉ II, PARCELAS Y CAMPO ALEGRE, MUNICIPIO DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE EL QUICHÉ,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 22 de mayo de 2007.

Elden Ramiro Samayoa Muñoz.

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS PADRE	Por ser todo en mi vida y guiarme para poder llegar a esta etapa tan importante de mi existencia.
MIS PADRES	Ramiro Samayoa y Etelvina Muñoz de Samayoa. Quienes se esfuerzan para poderme ayudar a triunfar y por ser la razón de mi vida.
MIS HERMANOS	Roxana, Cristian y María del Rosario. Que a través de diversas formas me apoyaron para poder salir adelante.
MIS ABUELOS	Rigoberto, Ermelinda (q.e.p.d.), Romeo y Natividad. Por su gran cariño.
MI FAMILIA	Por ser ejemplo de superación y brindarme su apoyo incondicional en todo momento.

AGRADECIMIENTOS A:

Todos mis amigos y compañeros que me apoyaron en todo momento y compartieron conmigo momentos especiales dentro y fuera de la Universidad.

Mi novia, por el cariño y apoyo brindado.

Al Ing. Juan Merck Cos, por compartir sus conocimientos y experiencias de una forma incondicional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Monografía de las comunidades: Cruz de Caminos, Choyomché I y II, Parcelas y Campo Alegre, del municipio de Chiché, departamento de El Quiché.	01
1.1.1 Cruz de Caminos.....	01
1.1.1.1 Aspectos físicos.....	01
1.1.1.2 Aspectos históricos.....	01
1.1.1.3 Población y actividades económicas	02
1.1.1.4 Cultura	02
1.1.1.5 Educación.....	02
1.1.1.6 Organización comunitaria	03
1.1.1.7 Servicios	03
1.1.1.8 Vías de comunicación	03
1.1.1.9 Ubicación.....	03
1.1.2 Choyomché I y Choyomché II	04
1.1.2.1 Aspectos físicos Choyomché I.....	04
1.1.2.2 Aspectos físicos Choyomché II	04
1.1.2.3 Aspectos históricos.....	05

1.1.2.4	Población	05
1.1.2.5	Cultura.....	05
1.1.2.6	Educación	05
1.1.2.7	Actividades económicas.....	06
1.1.2.8	Organización comunitaria.....	06
1.1.2.9	Servicios existentes.....	06
1.1.2.10	Vías de acceso.....	06
1.1.2.11	Presencia institucional.....	06
1.1.2.12	Ubicación	07
1.1.3	Campo Alegre y Parcelas	07
1.1.3.1	Aspectos físicos de Campo Alegre.....	07
1.1.3.2	Aspectos físicos de Parcelas	07
1.1.3.3	Aspectos históricos	08
1.2	Diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de las comunidades Cruz de Caminos, Choyomché I y II, Campo Alegre y Parcelas, del municipio de Chiché, departamento de El Quiché	10
1.2.1	Necesidades comunitarias	10
1.2.2	Priorización de necesidades	10
1.2.2.1	Cruz de Caminos.....	11
1.2.2.2	Choyomché I	11
1.2.2.3	Choyomché II	11
1.2.2.4	Parcelas y Campo Alegre.....	11
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.		
2.1	Diseño de carretera hacia la comunidad Cruz de Caminos	13
2.1.1	Descripción del proyecto.....	13
2.1.2	Preliminar de campo	13
2.1.2.1	Selección de ruta.....	13
2.1.2.2	Levantamiento topográfico preliminar	14

2.2.2	Localización de fuente de abastecimiento	40
2.2.3	Aforo de fuente	40
2.2.4	Calidad del agua	41
2.2.5	Levantamiento topográfico.....	41
2.2.6	Criterios de diseño	41
2.2.6.1	Período de diseño	41
2.2.6.2	Población para el período de diseño.....	42
2.2.6.3	Dotación.....	43
2.2.7	Determinación de caudales.....	43
2.2.7.1	Factor de día máximo (Fdm)	43
2.2.7.2	Factor de hora máxima (Fhm).....	44
2.2.7.3	Caudal medio diario	45
2.2.7.4	Caudal máximo diario.....	45
2.2.7.5	Caudal máximo horario	45
2.2.8	Diseño de los componentes del sistema.....	45
2.2.8.1	Captación	45
2.2.8.2	Línea de conducción	46
2.2.8.2.1	Fórmulas de diseño	46
2.2.8.2.2	Piezométrica.....	47
2.2.8.2.3	Diseño línea de conducción.....	48
2.2.8.3	Tanque de distribución	49
2.2.8.3.1	Funciones del tanque de distribución	50
2.2.8.3.2	Requisitos sanitarios	50
2.2.8.3.3	Diseño del tanque de distribución.....	51
2.2.8.4	Red de distribución.....	59
2.2.8.5	Sistema de desinfección	61
2.2.8.6	Obras de arte	63
2.2.9	Planos constructivos	75
2.2.10	Presupuestos	75

2.2.10.1 Materiales	75
2.2.10.2 Mano de obra	75
2.2.10.3 Costo total del proyecto	76
2.2.11 Evaluación de impacto ambiental.....	78
2.2.11.1 Descripción de actividades para la construcción del proyecto.....	79
2.2.11.2 Identificación y valoración de los impactos.....	80
2.2.11.3 Medidas de mitigación.....	81
2.2.12 Evaluación socio-económica.....	83
2.2.12.1 Valor presente neto	83
2.2.12.2 Tasa interna de retorno	85
2.2.13 Programa de operación y mantenimiento.....	86
2.2.14 Propuesta de tarifa	87
CONCLUSIONES	91
RECOMENDACIONES	93
BIBLIOGRAFÍA	95
APÉNDICE	97

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Mapa de ubicación, comunidades de Chiché	09
2	Elementos de una curva circular	20
3	Tipos de curvas verticales	22
4	Elementos de curva vertical	27
5	Secciones típicas en vías terrestres	29
6	Representación de corte y/o relleno	31
7	Muro de tanque de distribución	52
8	Gráfica de clorador	62
9	Valor presente neto	84
10	Simplificando valor presente neto	84
11	Plano planta carretera hacia Cruz de Caminos	98
12	Plano planta carretera hacia Cruz de Caminos	99
13	Plano perfil carretera hacia Cruz de Caminos	100
14	Plano perfil carretera hacia Cruz de Caminos	101
15	Plano perfil carretera hacia Cruz de Caminos	102
16	Plano secciones carretera hacia Cruz de Caminos	103
17	Plano detalles carretera hacia Cruz de Caminos	104
18	Plano planta y perfil línea de conducción	105
19	Plano perfil línea de conducción	106
20	Plano perfil línea de conducción	107
21	Plano perfil línea de conducción	108
22	Plano perfil línea de conducción	109
23	Plano perfil línea de conducción	110

24	Plano perfil línea de conducción	111
25	Plano planta línea de conducción	112
26	Plano planta línea de conducción	113
27	Plano planta línea de conducción	114
28	Plano planta línea de conducción	115
29	Plano planta línea de conducción	116
30	Plano perfil red de distribución	117
31	Plano planta y perfil red de distribución	118
32	Plano planta y perfil red de distribución	119
33	Plano planta y perfil red de distribución	120
34	Plano planta red de distribución	121
35	Plano planta red de distribución	122
36	Plano planta red de distribución	123
37	Plano planta red de distribución	124
38	Plano detalle tanque de distribución	125
39	Plano detalle captación y caja de válvulas	126
40	Plano detalle caja distribuidora de caudales	127
41	Plano detalle caja rompedor	128
42	Plano detalle paso aéreo	129
43	Plano detalle hipoclorador, válvula de aire y limpieza	130

TABLAS

I	Necesidades por comunidad	10
II	Datos obtenidos con estación total en tramo de terreno	15
III	Valores de “K” para visibilidad de parada	24
IV	Taludes recomendados para el dibujo de secciones	30
V	Presupuesto general de carretera hacia comunidad Cruz	

	de Caminos, Chiché, El Quiché.	38
VI	Aforo fuente de abastecimiento	40
VII	Dotación para área rural	43
VIII	Clasificación factores de día máximo	44
IX	Clasificación factores de hora máxima	44
X	Resumen diseño línea de conducción	49
XI	Cálculo de momentos actuantes respecto a punto cero	52
XII	Integración de cargas	54
XIII	Modelo de cloradores automáticos PPG	61
XIV	Tensiones de cable principal para diferentes valores de flecha	67
XV	Diferentes péndolas para paso aéreo de 46.77 m	69
XVI	Presupuesto general	76
XVII	Valor presente neto	84
XVIII	Consumo y/o producción promedio	87
XIX	Costo de operación y mantenimiento	87
XX	Costos de administración	88
XXI	Resumen de costo/m ³	89
XXII	Integración de tasa para nuevo beneficiario	90

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Área
Ag	Área gruesa o área total de la sección
Ap	Área punzonante
As	Área de acero de refuerzo
Av	Área de varilla de acero
Az	Área de zapata
b	Ancho de un elemento en sección
C	Coefficiente de rugosidad en tubería
Cf	Coefficiente de fricción
CM	Carga muerta
Cm	Cuerda máxima
CMU	Carga muerta última
CU	Carga última
CV	Carga viva
CVU	Carga viva última
CW	Carga de viento
d	Peralte efectivo del elemento
E	External
e	Excentricidad
Ec	Módulo de elasticidad del concreto en Kg/m^2
EI	Rigidez a la flexión del elemento en compresión
f'c	Resistencia a la compresión del concreto
fy	Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo
FCU	Factor de carga última
FDM	Factor de día máximo

FHM	Factor de hora máximo
FG	Factor de gasto
G	Grado de curvatura
g	Fuerza de gravedad
h	Altura
Hf	Pérdida de carga debido a la fricción en la línea
HG	Tubería de hierro galvanizado
Ka	Coefficiente de fricción activa del suelo
Kg	Kilogramos
kph	Kilómetros por hora
Kp	Coefficiente de fricción pasiva del suelo
L	Longitud
LC	Longitud de curva
LCV	Longitud de curva vertical
M	Momento
MU	Momento último
msnm	Metros sobre el nivel del mar
n	Período de diseño en años
P	Carga
Pa	Población actual
Pc	Carga crítica
PC	Principio de curva
PCV	Principio de curva vertical
Pf	Población futura
PI	Punto de intersección de dos tangentes
PSI	lbs/plg ²
PT	Principio de tangente
PVC	Cloruro de polivinilo
q	Capacidad de soporte admisible del suelo

Q	Caudal
r	Recubrimiento
S	Espaciamiento del acero de refuerzo
St	Subtangente
t	Espesor de losa
UNEPAR	Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales
UNICEF	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
V	Velocidad
W	Carga
@	Separación de refuerzo
Ø	Diámetro de tubo, factor de reducción de resistencia
Π	Constante pi
Δ	Deflexión entre dos tangentes
γ	Peso específico

GLOSARIO

Aforo	Medición del volumen de agua que produce una fuente por unidad de tiempo.
Agregado	Material inerte, que se mezcla con cemento y agua para producir concreto.
Alcantarilla	Estructuras transversales de forma diversa; sirven para conducir y desalojar el agua de las hondonadas y partes bajas del terreno que atraviesa la carretera.
Balasto	Material selecto que se coloca sobre la subrasante de una carretera.
Captación	Obra de ingeniería destinada a recoger convenientemente las aguas de un manantial.
Carga crítica	Carga a la que se producen fallos en la estructura.
Carga muerta	Carga que permanece estática a través del tiempo.
Carga viva	Carga que puede moverse a través del tiempo.
Caudal	Volumen de un líquido por una unidad de tiempo.

Curva horizontal	Arco de curva circular de radio constante que une a dos tangentes en el alineamiento horizontal.
Curva vertical	Arco de la parábola que une a dos tangentes verticales y sirve para hacer las correcciones a la subrasante.
Delta	Deflexión que existe entre dos tangentes.
Grado de curvatura	Ángulo subtenido por un arco de 20 metros.
Mampostería reforzada	Sistema estructural que combina block, mortero y acero de refuerzo.
Mortero	Mezcla de cemento, arena y agua, usada para unir las unidades de mampostería entre sí.
Momento	Producto de intensidad de una fuerza por su distancia perpendicular desde la línea de acción de la fuerza al eje de rotación.
Piezometrica	Cargas de presión en el funcionamiento hidráulico de tuberías.
Presión	Fuerza por unidad de área.
Ruta	Franja de la corteza terrestre donde se construirá una vía terrestre.

Sección típica	Representación gráfica transversal de la subrasante y acotada que muestra las partes de una carretera.
Superficie de rodadura	Área destinada a la circulación de vehículos, o bien la capa sobre la cual se aplican directamente las cargas de tránsito.
Terracería	Carpeta de rodadura para la circulación de vehículos que no tiene una superficie impermeable.
Topografía	Arte de describir y delinear detalladamente la superficie de un terreno.

RESUMEN

El presente trabajo contiene el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), llevado a cabo en las comunidades Choyomché I, Choyomché II, Parcelas, Campo Alegre y Cruz de Caminos, todas del municipio de Chiché; departamento de El Quiché.

Durante la realización del EPS se llevaron a cabo dos proyectos; siendo éstos: diseño de sistema de abastecimiento de agua potable para las comunidades Choyomché I, Choyomché II, Parcelas y Campo Alegre; éste consiste básicamente en el diseño de un sistema por gravedad, a través del aprovechamiento de un manantial natural, donde se incluye la captación de ramales, conducción, almacenamiento, distribución a través de un sistema abierto por lo disperso que se encuentran las viviendas, y conexión domiciliar; tomando en cuenta una diversidad de obstáculos para poder conducir el vital líquido a las comunidades en mención.

Y el diseño de carretera hacia la comunidad Cruz de Caminos, en el cual se tomó como base un camino de herradura existente delimitado por los pobladores desde hace muchos años, considerando mejora a través de la utilización de una capa de balasto, así también la implementación de cuneta natural a lo largo de todo el tramo y la implementación de sistemas de alcantarilla en áreas necesarias.

OBJETIVOS

GENERAL

- ◆ Diseñar carretera hacia la comunidad Cruz de Caminos y el sistema de abastecimiento de agua potable para las comunidades Choyomché I y II, Parcelas y Campo Alegre, del municipio de Chiché, departamento de El Quiché.

ESPECÍFICOS

1. Desarrollar una investigación monográfica y un diagnóstico de las necesidades de servicios básicos e infraestructura de las comunidades Cruz de Caminos, Choyomché I y II, Parcelas y Campo Alegre, ambas del municipio de Chiché, departamento de El Quiché.
2. Proponer una opción técnica y/o financiera, que mejor se adapte a las condiciones de las comunidades, para la implementación de los proyectos en mención.

INTRODUCCIÓN

Actualmente en Guatemala se presentan una serie de limitaciones en los servicios básicos, necesarios para el buen desarrollo humano, principalmente en las áreas rurales mas alejadas, donde los pobladores cuentan en ciertas ocasiones con servicios básicos muy pobres y en otros casos no cuentan con ellos; tal es el caso de varias comunidades del municipio de Chiché, departamento de El Quiché, donde existen carencias en los servicios básicos, siendo éstos prioridades que deben atenderse, principalmente donde existen deficiencias de agua potable, ya que tienen que dedicar cierta parte de su tiempo para obtener agua de fuentes cercanas, desconociendo su calidad; otra de las necesidades que se presentan son el problema de las vías de comunicación, las que se encuentran en muy malas condiciones o sin acceso, siendo éstas necesarias para el transporte de productos o cualquier otra necesidad como el transporte de enfermos. Todo lo anterior desempeña un rol importante para que los habitantes tengan una mejor calidad de vida y que las comunidades se desarrollen con eficiencia en el área económica y social.

Por lo antes citado, el trabajo que a continuación presento, es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), desarrollado en varias comunidades del municipio de Chiché, departamento de El Quiché, y para el efecto se realizaron dos proyectos, los cuales están constituidos por: el diseño de carretera hacia la comunidad Cruz de Caminos y el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para las comunidades Choyomché I, Choyomché II, Parcelas y Campo Alegre.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Monografía de las comunidades: Cruz de Caminos, Choyomché I y II, Parcelas y Campo Alegre, del municipio de Chiché, departamento de El Quiché.	01
1.1.1 Cruz de Caminos.....	01
1.1.1.1 Aspectos físicos.....	01
1.1.1.2 Aspectos históricos.....	01
1.1.1.3 Población y actividades económicas	02
1.1.1.4 Cultura	02
1.1.1.5 Educación.....	02
1.1.1.6 Organización comunitaria	03
1.1.1.7 Servicios	03
1.1.1.8 Vías de comunicación	03
1.1.1.9 Ubicación.....	03
1.1.2 Choyomché I y Choyomché II	04
1.1.2.1 Aspectos físicos Choyomché I.....	04
1.1.2.2 Aspectos físicos Choyomché II	04
1.1.2.3 Aspectos históricos.....	05

1.1.2.4	Población	05
1.1.2.5	Cultura.....	05
1.1.2.6	Educación	05
1.1.2.7	Actividades económicas.....	06
1.1.2.8	Organización comunitaria.....	06
1.1.2.9	Servicios existentes.....	06
1.1.2.10	Vías de acceso.....	06
1.1.2.11	Presencia institucional.....	06
1.1.2.12	Ubicación	07
1.1.3	Campo Alegre y Parcelas	07
1.1.3.1	Aspectos físicos de Campo Alegre.....	07
1.1.3.2	Aspectos físicos de Parcelas	07
1.1.3.3	Aspectos históricos	08
1.2	Diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de las comunidades Cruz de Caminos, Choyomché I y II, Campo Alegre y Parcelas, del municipio de Chiché, departamento de El Quiché	10
1.2.1	Necesidades comunitarias	10
1.2.2	Priorización de necesidades	10
1.2.2.1	Cruz de Caminos.....	11
1.2.2.2	Choyomché I	11
1.2.2.3	Choyomché II	11
1.2.2.4	Parcelas y Campo Alegre.....	11
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.		
2.1	Diseño de carretera hacia la comunidad Cruz de Caminos	13
2.1.1	Descripción del proyecto.....	13
2.1.2	Preliminar de campo	13
2.1.2.1	Selección de ruta.....	13
2.1.2.2	Levantamiento topográfico preliminar	14

2.2.2	Localización de fuente de abastecimiento	40
2.2.3	Aforo de fuente	40
2.2.4	Calidad del agua	41
2.2.5	Levantamiento topográfico.....	41
2.2.6	Criterios de diseño	41
2.2.6.1	Período de diseño	41
2.2.6.2	Población para el período de diseño.....	42
2.2.6.3	Dotación.....	43
2.2.7	Determinación de caudales.....	43
2.2.7.1	Factor de día máximo (Fdm)	43
2.2.7.2	Factor de hora máxima (Fhm).....	44
2.2.7.3	Caudal medio diario	45
2.2.7.4	Caudal máximo diario.....	45
2.2.7.5	Caudal máximo horario	45
2.2.8	Diseño de los componentes del sistema.....	45
2.2.8.1	Captación	45
2.2.8.2	Línea de conducción	46
2.2.8.2.1	Fórmulas de diseño	46
2.2.8.2.2	Piezométrica.....	47
2.2.8.2.3	Diseño línea de conducción.....	48
2.2.8.3	Tanque de distribución	49
2.2.8.3.1	Funciones del tanque de distribución	50
2.2.8.3.2	Requisitos sanitarios	50
2.2.8.3.3	Diseño del tanque de distribución.....	51
2.2.8.4	Red de distribución.....	59
2.2.8.5	Sistema de desinfección	61
2.2.8.6	Obras de arte	63
2.2.9	Planos constructivos	75
2.2.10	Presupuestos	75

2.2.10.1 Materiales	75
2.2.10.2 Mano de obra	75
2.2.10.3 Costo total del proyecto	76
2.2.11 Evaluación de impacto ambiental.....	78
2.2.11.1 Descripción de actividades para la construcción del proyecto.....	79
2.2.11.2 Identificación y valoración de los impactos.....	80
2.2.11.3 Medidas de mitigación.....	81
2.2.12 Evaluación socio-económica.....	83
2.2.12.1 Valor presente neto	83
2.2.12.2 Tasa interna de retorno	85
2.2.13 Programa de operación y mantenimiento.....	86
2.2.14 Propuesta de tarifa	87
CONCLUSIONES	91
RECOMENDACIONES	93
BIBLIOGRAFÍA	95
APÉNDICE	97

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Mapa de ubicación, comunidades de Chiché	09
2	Elementos de una curva circular	20
3	Tipos de curvas verticales	22
4	Elementos de curva vertical	27
5	Secciones típicas en vías terrestres	29
6	Representación de corte y/o relleno	31
7	Muro de tanque de distribución	52
8	Gráfica de clorador	62
9	Valor presente neto	84
10	Simplificando valor presente neto	84
11	Plano planta carretera hacia Cruz de Caminos	98
12	Plano planta carretera hacia Cruz de Caminos	99
13	Plano perfil carretera hacia Cruz de Caminos	100
14	Plano perfil carretera hacia Cruz de Caminos	101
15	Plano perfil carretera hacia Cruz de Caminos	102
16	Plano secciones carretera hacia Cruz de Caminos	103
17	Plano detalles carretera hacia Cruz de Caminos	104
18	Plano planta y perfil línea de conducción	105
19	Plano perfil línea de conducción	106
20	Plano perfil línea de conducción	107
21	Plano perfil línea de conducción	108
22	Plano perfil línea de conducción	109
23	Plano perfil línea de conducción	110

24	Plano perfil línea de conducción	111
25	Plano planta línea de conducción	112
26	Plano planta línea de conducción	113
27	Plano planta línea de conducción	114
28	Plano planta línea de conducción	115
29	Plano planta línea de conducción	116
30	Plano perfil red de distribución	117
31	Plano planta y perfil red de distribución	118
32	Plano planta y perfil red de distribución	119
33	Plano planta y perfil red de distribución	120
34	Plano planta red de distribución	121
35	Plano planta red de distribución	122
36	Plano planta red de distribución	123
37	Plano planta red de distribución	124
38	Plano detalle tanque de distribución	125
39	Plano detalle captación y caja de válvulas	126
40	Plano detalle caja distribuidora de caudales	127
41	Plano detalle caja rompedor	128
42	Plano detalle paso aéreo	129
43	Plano detalle hipoclorador, válvula de aire y limpieza	130

TABLAS

I	Necesidades por comunidad	10
II	Datos obtenidos con estación total en tramo de terreno	15
III	Valores de “K” para visibilidad de parada	24
IV	Taludes recomendados para el dibujo de secciones	30
V	Presupuesto general de carretera hacia comunidad Cruz	

	de Caminos, Chiché, El Quiché.	38
VI	Aforo fuente de abastecimiento	40
VII	Dotación para área rural	43
VIII	Clasificación factores de día máximo	44
IX	Clasificación factores de hora máxima	44
X	Resumen diseño línea de conducción	49
XI	Cálculo de momentos actuantes respecto a punto cero	52
XII	Integración de cargas	54
XIII	Modelo de cloradores automáticos PPG	61
XIV	Tensiones de cable principal para diferentes valores de flecha	67
XV	Diferentes péndolas para paso aéreo de 46.77 m	69
XVI	Presupuesto general	76
XVII	Valor presente neto	84
XVIII	Consumo y/o producción promedio	87
XIX	Costo de operación y mantenimiento	87
XX	Costos de administración	88
XXI	Resumen de costo/m ³	89
XXII	Integración de tasa para nuevo beneficiario	90

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Área
Ag	Área gruesa o área total de la sección
Ap	Área punzonante
As	Área de acero de refuerzo
Av	Área de varilla de acero
Az	Área de zapata
b	Ancho de un elemento en sección
C	Coefficiente de rugosidad en tubería
Cf	Coefficiente de fricción
CM	Carga muerta
Cm	Cuerda máxima
CMU	Carga muerta última
CU	Carga última
CV	Carga viva
CVU	Carga viva última
CW	Carga de viento
d	Peralte efectivo del elemento
E	External
e	Excentricidad
Ec	Módulo de elasticidad del concreto en Kg/m ²
EI	Rigidez a la flexión del elemento en compresión
f'c	Resistencia a la compresión del concreto
fy	Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo
FCU	Factor de carga última
FDM	Factor de día máximo

FHM	Factor de hora máximo
FG	Factor de gasto
G	Grado de curvatura
g	Fuerza de gravedad
h	Altura
Hf	Pérdida de carga debido a la fricción en la línea
HG	Tubería de hierro galvanizado
Ka	Coefficiente de fricción activa del suelo
Kg	Kilogramos
kph	Kilómetros por hora
Kp	Coefficiente de fricción pasiva del suelo
L	Longitud
LC	Longitud de curva
LCV	Longitud de curva vertical
M	Momento
MU	Momento último
msnm	Metros sobre el nivel del mar
n	Período de diseño en años
P	Carga
Pa	Población actual
Pc	Carga crítica
PC	Principio de curva
PCV	Principio de curva vertical
Pf	Población futura
PI	Punto de intersección de dos tangentes
PSI	lbs/plg ²
PT	Principio de tangente
PVC	Cloruro de polivinilo
q	Capacidad de soporte admisible del suelo

Q	Caudal
r	Recubrimiento
S	Espaciamiento del acero de refuerzo
St	Subtangente
t	Espesor de losa
UNEPAR	Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales
UNICEF	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
V	Velocidad
W	Carga
@	Separación de refuerzo
Ø	Diámetro de tubo, factor de reducción de resistencia
Π	Constante pi
Δ	Deflexión entre dos tangentes
γ	Peso específico

GLOSARIO

Aforo	Medición del volumen de agua que produce una fuente por unidad de tiempo.
Agregado	Material inerte, que se mezcla con cemento y agua para producir concreto.
Alcantarilla	Estructuras transversales de forma diversa; sirven para conducir y desalojar el agua de las hondonadas y partes bajas del terreno que atraviesa la carretera.
Balasto	Material selecto que se coloca sobre la subrasante de una carretera.
Captación	Obra de ingeniería destinada a recoger convenientemente las aguas de un manantial.
Carga crítica	Carga a la que se producen fallos en la estructura.
Carga muerta	Carga que permanece estática a través del tiempo.
Carga viva	Carga que puede moverse a través del tiempo.
Caudal	Volumen de un líquido por una unidad de tiempo.

Curva horizontal	Arco de curva circular de radio constante que une a dos tangentes en el alineamiento horizontal.
Curva vertical	Arco de la parábola que une a dos tangentes verticales y sirve para hacer las correcciones a la subrasante.
Delta	Deflexión que existe entre dos tangentes.
Grado de curvatura	Ángulo subtenido por un arco de 20 metros.
Mampostería reforzada	Sistema estructural que combina block, mortero y acero de refuerzo.
Mortero	Mezcla de cemento, arena y agua, usada para unir las unidades de mampostería entre sí.
Momento	Producto de intensidad de una fuerza por su distancia perpendicular desde la línea de acción de la fuerza al eje de rotación.
Piezometrica	Cargas de presión en el funcionamiento hidráulico de tuberías.
Presión	Fuerza por unidad de área.
Ruta	Franja de la corteza terrestre donde se construirá una vía terrestre.

Sección típica	Representación gráfica transversal de la subrasante y acotada que muestra las partes de una carretera.
Superficie de rodadura	Área destinada a la circulación de vehículos, o bien la capa sobre la cual se aplican directamente las cargas de tránsito.
Terracería	Carpeta de rodadura para la circulación de vehículos que no tiene una superficie impermeable.
Topografía	Arte de describir y delinear detalladamente la superficie de un terreno.

RESUMEN

El presente trabajo contiene el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), llevado a cabo en las comunidades Choyomché I, Choyomché II, Parcelas, Campo Alegre y Cruz de Caminos, todas del municipio de Chiché; departamento de El Quiché.

Durante la realización del EPS se llevaron a cabo dos proyectos; siendo éstos: diseño de sistema de abastecimiento de agua potable para las comunidades Choyomché I, Choyomché II, Parcelas y Campo Alegre; éste consiste básicamente en el diseño de un sistema por gravedad, a través del aprovechamiento de un manantial natural, donde se incluye la captación de ramales, conducción, almacenamiento, distribución a través de un sistema abierto por lo disperso que se encuentran las viviendas, y conexión domiciliar; tomando en cuenta una diversidad de obstáculos para poder conducir el vital líquido a las comunidades en mención.

Y el diseño de carretera hacia la comunidad Cruz de Caminos, en el cual se tomó como base un camino de herradura existente delimitado por los pobladores desde hace muchos años, considerando mejora a través de la utilización de una capa de balasto, así también la implementación de cuneta natural a lo largo de todo el tramo y la implementación de sistemas de alcantarilla en áreas necesarias.

OBJETIVOS

GENERAL

- ◆ Diseñar carretera hacia la comunidad Cruz de Caminos y el sistema de abastecimiento de agua potable para las comunidades Choyomché I y II, Parcelas y Campo Alegre, del municipio de Chiché, departamento de El Quiché.

ESPECÍFICOS

1. Desarrollar una investigación monográfica y un diagnóstico de las necesidades de servicios básicos e infraestructura de las comunidades Cruz de Caminos, Choyomché I y II, Parcelas y Campo Alegre, ambas del municipio de Chiché, departamento de El Quiché.
2. Proponer una opción técnica y/o financiera, que mejor se adapte a las condiciones de las comunidades, para la implementación de los proyectos en mención.

INTRODUCCIÓN

Actualmente en Guatemala se presentan una serie de limitaciones en los servicios básicos, necesarios para el buen desarrollo humano, principalmente en las áreas rurales mas alejadas, donde los pobladores cuentan en ciertas ocasiones con servicios básicos muy pobres y en otros casos no cuentan con ellos; tal es el caso de varias comunidades del municipio de Chiché, departamento de El Quiché, donde existen carencias en los servicios básicos, siendo éstos prioridades que deben atenderse, principalmente donde existen deficiencias de agua potable, ya que tienen que dedicar cierta parte de su tiempo para obtener agua de fuentes cercanas, desconociendo su calidad; otra de las necesidades que se presentan son el problema de las vías de comunicación, las que se encuentran en muy malas condiciones o sin acceso, siendo éstas necesarias para el transporte de productos o cualquier otra necesidad como el transporte de enfermos. Todo lo anterior desempeña un rol importante para que los habitantes tengan una mejor calidad de vida y que las comunidades se desarrollen con eficiencia en el área económica y social.

Por lo antes citado, el trabajo que a continuación presento, es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), desarrollado en varias comunidades del municipio de Chiché, departamento de El Quiché, y para el efecto se realizaron dos proyectos, los cuales están constituidos por: el diseño de carretera hacia la comunidad Cruz de Caminos y el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para las comunidades Choyomché I, Choyomché II, Parcelas y Campo Alegre.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Monografía de las comunidades: Cruz de Caminos, Choyomché I y II, Parcelas y Campo Alegre, del municipio de Chiché, departamento de El Quiché.

1.1.1 Cruz de Caminos.

1.1.1.1 Aspectos físicos.

- Nombre de comunidad: Cruz de Caminos.
- Categoría: Caserío
- Población: 397 personas
- Distancia hacia cabecera municipal: 1 Km
- Extensión territorial: Aproximada de 4 Km²
- Altura de comunidad: 1,914 msnm
- Clima: Templado.
- Colindancias: Al Oriente con el cantón Carrizal, Poniente la cabecera municipal de Chiché, Sur cantón Los Tzoc, Sureste cantón Los Cerritos y al Norte cantón Cucabaj, todas del municipio de Chiché.

1.1.1.2 Aspectos históricos.

No se tiene información exacta, sobre cuando fue que se inició la conformación del caserío, únicamente se manifiesta que a consecuencia de la corta distancia con la cabecera municipal, muchas personas fueron comprando

terrenos que se utilizaban en su mayoría para la producción agrícola y en otros casos, para el pastoreo de ganado vacuno, lanar y otros; posteriormente iniciaron a construir casas por la amplitud de los terrenos, hasta poblarse, conformando el caserío denominado Cruz de Caminos; su nombre se debe principalmente a que el centro del caserío se encuentra ubicado en un área donde se interceptan los caminos provenientes de varias comunidades.

1.1.1.3 Población y actividades económicas.

Los pobladores de la comunidad en mención, en su mayoría son indígenas, se dedican a la producción agrícola (principalmente maíz y frijol), producción de ganado vacuno y lanar, otros poseen negocios propios, y hay una parte que viven de las remesas enviadas por familiares que se encuentran en el extranjero.

1.1.1.4 Cultura.

Los habitantes de esta comunidad, en su mayoría asisten a la iglesia católica, quienes llevan a cabo actividades en común tales como: bendición de semillas, fiesta patronal, etc.

1.1.1.5 Educación.

Es una de las pocas comunidades del municipio, donde una gran parte de sus habitantes ha logrado estudiar el nivel básico y otra en menor proporción estudió el diversificado, principalmente en las carreras de magisterio o peritos en contabilidad; así también se tiene otra cantidad de personas que no sabe leer ni escribir, siendo estos adultos.

1.1.1.6 Organización comunitaria.

Actualmente se encuentran organizados en un Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE).

1.1.1.7 Servicios.

Por la cercanía a la cabecera municipal, los habitantes no se han preocupado por resolver ciertas necesidades en cuanto a infraestructura y servicios básicos, ya que aprovechan los que la cabecera municipal les brinda. Sin embargo, el caserío cuenta con una escuela de nivel primario, servicio de energía eléctrica, y agua potable.

1.1.1.8 Vías de comunicación.

Es importante hacer mención, que éste es uno de los pocos caseríos que posee un camino de herradura, que comunica con la carretera asfaltada que conduce al municipio de Chinique; el cual es aprovechado por pobladores de otras comunidades aledañas para transporte de productos y personas, con lo que evitan tener que llegar a la cabecera municipal de Chiché.

1.1.1.9 Ubicación.

La ubicación de la comunidad en mención, se indica en la Fig. 1, donde se presenta el mapa de las comunidades del municipio de Chiché.

1.1.2 Choyomché I y Choyomché II.

1.1.2.1 Aspectos físicos Choyomché I.

⊕ Nombre comunidad:	Choyomché I
⊕ Categoría:	Cantón
⊕ Extensión territorial:	Aproximada de 2 Km ² .
⊕ Distancia a la cabecera municipal:	12 Km, carretera accesible durante todo el año.
⊕ Altura parte mas alta:	1,793 msnm
⊕ Clima:	El clima predominante es templado.
⊕ Población total:	966 personas (Centro de Salud 2007)

1.1.2.2 Aspectos físicos Choyomché II.

⊕ Nombre comunidad:	Choyomché II
⊕ Categoría:	Cantón
⊕ Extensión territorial:	Aproximada de 1.5 Km ² .
⊕ Distancia a la cabecera municipal:	12 Km, carretera accesible durante todo el año.
⊕ Altura parte mas alta:	1,833 msnm
⊕ Clima:	El clima predominante es templado.
⊕ Población total:	510 personas (Centro de Salud 2007)

1.1.2.3 Aspectos históricos.

Las comunidades en mención, tienen el mismo nombre y se les dió una numeración para poder diferenciar una de la otra, ya que anteriormente estas conformaban una sola comunidad, que con el transcurso del tiempo se poblaron.

El nombre básicamente hace referencia al corte de árboles, lo que se debió a que existía una gran cantidad de árboles que se fueron talando con el transcurso del tiempo para la construcción de viviendas y otras necesidades de las comunidades.

1.1.2.4 Población.

Los habitantes en su totalidad son Indígenas, que hablan el idioma K'iche', así también hablan el español, como segunda lengua.

1.1.2.5 Cultura.

Los habitantes de estas comunidades, en su mayoría asisten a la iglesia católica, quienes llevan a cabo actividades en común tales como: bendición de semillas, fiesta patronal, etc.

1.1.2.6 Educación.

Los habitantes tienen la oportunidad de estudiar únicamente el nivel primario, en las escuelas que se tienen en las mismas comunidades; por tal motivo, los que desean continuar sus estudios tienen que viajar a la cabecera municipal.

1.1.2.7 Actividades económicas.

Los pobladores, en su mayoría se dedican a la producción de maíz y frijol, que son utilizados para consumo propio y los excedentes son vendidos en el mercado de la cabecera municipal; además, tienen crianza de animales domésticos, y otra parte poseen negocios en otros departamentos.

1.1.2.8 Organización comunitaria.

Estas comunidades son de las primeras que conformaron un Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de segundo nivel; el cual funciona dentro del municipio.

1.1.2.9 Servicios existentes.

Las comunidades tienen una iglesia y una escuela de nivel primario, en Choyomché II funciona un centro de convergencia, el que es utilizado para emergencias médicas, tienen energía eléctrica en la mayoría de hogares, hay servicio de agua potable, sólo que es deficiente.

1.1.2.10 Vías de acceso.

Para viajar a las comunidades en mención, se hace a través de la misma carretera, la que se encuentra balastada y es accesible durante todo el año.

1.1.2.11 Presencia institucional.

En estas, se tiene la presencia de entidades gubernamentales y no gubernamentales, que apoyan la implementación de proyectos.

1.1.2.12 Ubicación.

Ver figura 1.

1.1.3 Campo Alegre y Parcelas.

Por ser comunidades cercanas a Choyomché I y Choyomché II, se maneja la misma información referente a: población, cultura, educación, actividades económicas, organización comunitaria, servicios existentes, vías de acceso, presencia institucional y ubicación.

1.1.3.1 Aspectos físicos de Campo Alegre.

✦ Nombre de comunidad:	Campo Alegre
✦ Categoría:	Paraje
✦ Extensión territorial:	Aproximada de 1.2 Km ² .
✦ Distancia a la cabecera municipal:	14 Km, carretera accesible durante todo el año.
✦ Altura parte mas alta:	1,670 msnm
✦ Clima:	El clima predominante es templado.
✦ Población total:	334 personas (Centro de Salud 2007)

1.1.3.2 Aspectos físicos de Parcelas.

✦ Nombre de comunidad:	Parcelas
✦ Categoría:	Paraje

⊕ Extensión territorial:	Aproximada de 1 Km ² .
⊕ Distancia a la cabecera municipal:	14 Km, carretera accesible durante todo el año.
⊕ Altura parte mas alta:	1,680 msnm
⊕ Clima:	El clima predominante es templado.
⊕ Población total:	327 personas (Centro de Salud 2007).

1.1.3.3 Aspectos históricos.

En referencia al origen de estas comunidades, se dificulta establecerlo ya que no hay información suficiente, sin embargo los habitantes únicamente manifiestan posibles orígenes del nombre de las mismas; tal el caso de Campo Alegre, que anteriormente era una parte con extensa área verde, donde los niños, adolescentes y otros jugaban; en cuanto a Parcelas, estaba constituida por terrenos que se encontraban fraccionados.

Figura. 1 Mapa de ubicación, comunidades de Chiché.

Comunidades de Chiche por Categoría



1.2 Diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de las comunidades Cruz de Caminos, Choyomché I y II, Campo Alegre y Parcelas, del municipio de Chiché, departamento de El Quiché.

1.2.1 Necesidades comunitarias.

En la tabla que a continuación se muestra, se presentan las necesidades de las comunidades influenciadas.

Tabla I. Necesidades por comunidad.

COMUNIDAD	PROYECTO 1	PROYECTO 2	PROYECTO 3
Cruz de Caminos.	Circulación de edificio escolar.	Construcción de puente vehicular.	Ampliación y balastado de camino rural.
Choyomché I.	Ampliación de edificio escolar.	Implementación sistema de agua potable.	Construcción de salón social.
Choyomché II.	Mejoramiento de camino rural.	Ampliación de edificio escolar.	Implementación sistema de agua potable.
Parcelas.	Implementación sistema de agua potable.	Mejoramiento de camino rural.	Mejoramiento salón comunal.
Campo Alegre.	Implementación sistema de agua potable.	Mejoramiento de camino rural.	Mejoramiento salón comunal.

1.2.2 Priorización de necesidades.

Con base a lo manifestado por los habitantes, se determinó la prioridad de sus necesidades, de la siguiente forma:

1.2.2.1 Cruz de Caminos.

- Ampliación y balasto de camino rural.
- Construcción de puente vehicular.
- Circulación de edificio escolar.

1.2.2.2 Choyomché I.

- Sistema de agua potable.
- Ampliación edificio escolar.
- Construcción de salón social.

1.2.2.3 Choyomché II.

- Sistema de agua potable.
- Ampliación edificio escolar.
- Mejoramiento camino rural.

1.2.2.4 Parcelas y Campo Alegre.

- Sistema de agua potable.
- Mejoramiento camino rural.
- Mejoramiento salón comunal.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.

2.1 Diseño de carretera hacia la comunidad Cruz de Caminos.

2.1.1 Descripción del proyecto.

El proyecto consiste en el diseño de una carretera tipo F, con una longitud de 1,501.74 metros, en región montañosa, con velocidad de diseño de 20 Kph, un radio mínimo de 18 metros, el grado de curvatura máximo a utilizar es $(G) = 63^\circ$, pendiente máxima del 14%, recomendando que si la pendiente es mayor o igual a 12%, se debe empedrar el tramo o pavimentarlo.

2.1.2 Preliminar de campo.

2.1.2.1 Selección de ruta.

El trazo de una carretera tiene dos puntos fijos: el inicial y el final, entre los cuales se pueden definir varias opciones de ruta, de las cuales se toma la que se adapta mejor a las necesidades y posibilidades que se tengan.

La selección de la ruta es la etapa más importante del proyecto de este tipo de obras de infraestructura, pues los errores que se cometen en las etapas subsecuentes, se corrigen de una manera más fácil y económica, que una falla en el proceso de selección de ruta, que en general consiste en varios ciclos de reuniones, reconocimientos, informes y estudios.

En este proyecto no se aplicó el método de selección de ruta, debido a que existe un camino de herradura que los habitantes de la aldea Cruz de Caminos utilizan para transportarse y los propietarios de terrenos colindantes no ceden más área de la delimitada.

2.1.2.2 Levantamiento topográfico preliminar.

Se llama así al levantamiento topográfico de la línea preliminar seleccionada y/o camino de herradura existente. Este debe tener un grado de precisión razonable, para que sea una medición total que, además de marcar las sinuosidades topográficas, muestre pormenores y accidentes que en alguna forma pudiesen afectar la localización final.

El levantamiento topográfico, para el diseño de la carretera hacia la comunidad Cruz de Caminos, se realizó con el uso de una estación total, siendo:

- Estación total: SOKKIA
SET 2C II
D20841
- Colector de datos: SDR 33 V04-03.07
BIOS 1.05
(C) 1,993 STI

2.1.2.2.1 Planimetría, altimetría y secciones transversales.

Para la planimetría, altimetría y secciones transversales, se tomaron referencias tanto para el eje central como a ambos lados del camino, en una franja de ancho variable, hasta los linderos delimitados por los vecinos.

La información se obtuvo a cada 20 metros, y así tener una mejor representación del terreno; en este levantamiento se definieron los puntos en las que se ubican orillas de ríos, tuberías, intersección de carreteras, estructuras de drenajes, etc.

El hacer uso de una estación total facilitó el trabajo de campo, porque la nivelación del eje central, las secciones transversales y otros, se realizaron simultáneamente.

Se tomó como punto de partida un banco de nivelación ubicado en un muro inamovible, como cota inicial se adoptó 1000, el modelo de libreta de campo se presenta a continuación.

Tabla II. Datos obtenidos con estación total en tramo de terreno.

NORTE	ESTE	ALTURA	OBSERVACIONES
2011.555	2000.6514	1000.321	ac = inicio-1001
2003.5069	2005.3666	999.7512	ac = inicio-1002
2008.4351	2003.3202	1000.0154	lc-1003
2022.8287	2008.447	1000.7183	ac – 1004
2018.3096	2014.4439	1000.05	ac – 1005
2021.0941	2011.5025	1000.386	lc -1006
2036.0001	2015.5683	1000.9116	ac – 1007
2031.938	2022.6399	1000.24	ac – 1008

La información del levantamiento contiene datos en referencia al Norte establecido, altura de cada punto, observaciones de línea central (lc), orilla de ruta (ac), intersecciones, pasos de riachuelos y otros.

2.1.3 Cálculo topográfico preliminar.

Consiste en procesar todos los datos obtenidos en el levantamiento topográfico, para este caso se utilizó el programa LAND, con el cual se procesó la información obtenida de campo, obteniendo así localización de línea central y perfil del terreno.

2.1.4 Dibujo de preliminar.

2.1.4.1 Dibujo planimétrico, altimétrico y secciones transversales.

El dibujo preliminar planimétrico, altimétrico y secciones transversales son necesarios en el diseño de carreteras, aunque no constituyen el plano final, sirven de guía para poder visualizar de forma global la ruta seleccionada. Con la aplicación del programa LAND, se obtuvo la representación gráfica en planta, perfil y secciones del terreno, a cada 20 metros, para una mejor visualización del área de trabajo.

2.1.5 Diseño de localización.

Consiste en diseñar la línea final o línea de localización, la cual será la definitiva para el proyecto. Es necesario tomar en cuenta que un buen diseño de localización disminuye el costo del proyecto, además un menor tiempo de construcción, una mayor comodidad para los usuarios y menor riesgo de accidentes. Para el proyecto en mención, el diseño se basó en la ruta establecida por los vecinos.

2.1.5.1 Corrimiento de línea.

Los corrimientos de líneas se hacen cuando por razones especiales el caminamiento de la preliminar no llena los requisitos del proyecto, tales como: especificaciones, pasos obligados, suelos rocosos, barrancos, pendientes muy pronunciadas, con la opción de seleccionar otra ruta, etc.

En este caso, no se efectuó ningún corrimiento de línea, ya que existe una ruta definida, la cual no permitió ningún cambio.

2.1.5.2 Cálculo de elementos de curva horizontal.

El alineamiento horizontal es la proyección del centro de la línea de una obra vial sobre un plano horizontal. Sus elementos son tangentes y curvas horizontales.

Las tangentes del alineamiento horizontal tienen longitud y dirección. La longitud es la distancia existente entre el fin de la curva horizontal anterior y el principio de la curva siguiente, la dirección es el rumbo.

La longitud mínima de una tangente horizontal es el promedio de las dos longitudes de transición de las dos curvas entre la tangente, que se requiere para combinar en forma conveniente la curvatura, la pendiente transversal y el ancho de la corona.

Dos tangentes consecutivas del alineamiento horizontal se cruzan en un punto de inflexión (PI), formando entre sí un ángulo de deflexión (Δ), que está constituido por la continuación de la tangente de entrada hacia delante del PI y la tangente de salida.

En general, para cambiar la dirección de un vehículo de una tangente horizontal a otra, se requieren curvas cuya longitud sea proporcional a la variación de la aceleración centrípeta, con las cuales la aceleración centrípeta de los vehículos varíe de cero a un máximo hacia el centro y, luego disminuya a cero al llegar a la tangente posterior. Las curvas que cumplen con éstas condiciones son: **la espiral de Euler y la lemniscata de Bernoulli.**

Como no es posible utilizar una espiral para realizar el cambio, se utilizan dos, una de entrada y otra de salida, se acostumbra colocar entre ellas una curva circular en la que no hay cambio de aceleración centrípeta, que se identifica por su grado de curvatura. Por tratarse de una carretera tipo F, las curvas horizontales deben tener un radio de curvatura mínimo de 18 metros, pendiente máxima de 14%.

La carretera en mención cuenta con curvas horizontales, en las que se presenta un radio menor al mínimo indicado, ya que existen obstáculos que dificultan el cambio; así también en esta se presentan pendientes variables hasta un máximo de 10 %.

Grado de curvatura: El grado de curvatura es el ángulo subtendido por un arco de 20 metros. Dado que un ángulo de 360° subtiende un arco de $2\pi R$, entonces el ángulo subtendido por un arco de 20 metros es:

$$G / 20 = 360 / (2\pi)(R) \qquad G = 1145.9156 / R$$

El grado máximo de curvatura que puede tener una curva, es el que permite a un vehículo recorrer con seguridad la curva con sobre elevación máxima a la velocidad del proyecto.

Radio de la curva (R): Es el radio de la curva circular. Se simboliza con una R y se obtiene de la expresión anterior.

$$R = 1145.9156 / G$$

Ángulo central (Δ): Es el ángulo subtendido por la curva circular. Se simboliza como Δ . En las curvas circulares simples es igual a la deflexión o cambio de dirección que se da entre las tangentes.

Longitud de curva (Lc): Es la distancia desde el PC hasta el PT, medida a lo largo de la curva, según la definición por arco de 20 m. Se representa como L.C.

$$\begin{aligned} LC / (2\pi)(R) &= \Delta / 360 \\ LC &= (2\pi)(R)(\Delta) / 360 \quad \text{o} \quad LC = (20)(\Delta) / G \end{aligned}$$

Subtangente (St): Es la distancia entre el PI y el PC o PT, medida sobre la prolongación de las tangentes.

$$ST = (R)(\text{tg } \Delta/2)$$

External (E): Es la distancia mínima entre el PI y la curva.

$$E = (R)(1 - \text{Cos } \Delta/2) / \text{Cos } \Delta/2$$

Ordenada media (Om): Es la distancia radial entre el punto medio de la cuerda principal y el punto medio de la curva.

$$OM = (R)(1 - \text{Cos } \Delta/2)$$

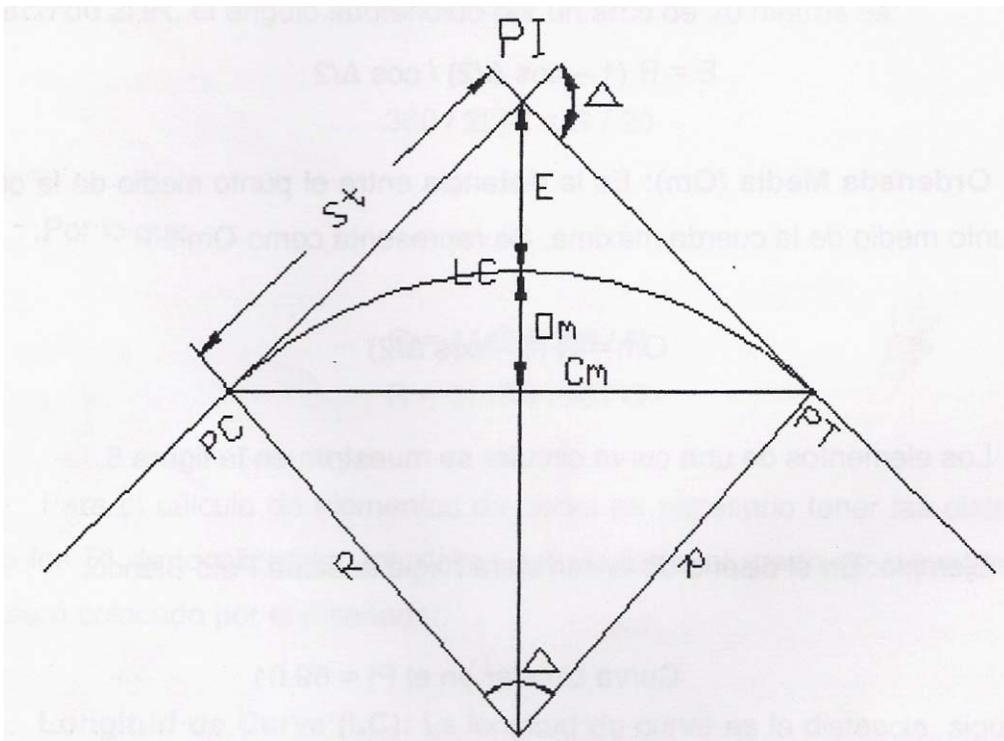
Cuerda máxima (Cm): Es la distancia en línea recta desde el PC al PT.

$$CM = (2)(R)(\text{Sen } \Delta/2)$$

Los estacionamientos se calculan con base a las distancias entre los PI de localización, se calcula una estación para cada PI, se resta la estación del PI menos la subtangente, se ubicará el principio de la curva (PC); al sumar el PC, más la longitud de la curva, se ubicará el principio de tangente (PT) final de la curva.

Los elementos de una curva circular se muestran en la figura 2.

Figura 2. Elementos de una curva circular.



Ejemplo de diseño.

Datos:

Estacionamiento: 0 + 559.23

Curva circular en el PI = 567.97

$\Delta = 28^{\circ}31'28''$

G = 33.34°

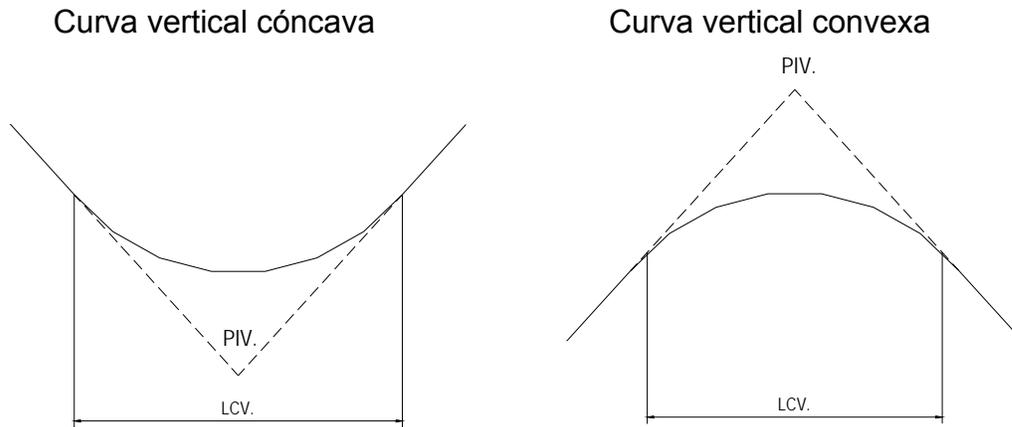
Cálculo de elementos de la curva.

R	=	1145.9156/33.34	=	34.37 m.
Lc	=	(20)(28°31'28") / 33.34	=	17.11 m
St	=	(34.37)(tg (28°31'28" /2)	=	8.74 m
Cm	=	(2)(34.37)(Sen 28°31'28"/2)	=	16.93 m
Om	=	(34.37)(1 – Cos 28°31'28"/2)	=	1.06 m
E	=	1.06/ Cos 28°31'28"/2	=	1.09 m
PC	=	(0 + 567.97) – (0 + 8.74)	=	0 + 559.23 m
PT	=	(0 + 559.23) + (0 + 17.11)	=	0 + 576.34 m

2.1.5.3 Determinación de curva vertical.

Las carreteras no sólo están conformadas por curvas horizontales, sino que también por curvas verticales. Lo anterior significa que se está trabajando en tres dimensiones; para el diseño y, simplificación del trabajo, las carreteras se desglosan en planimetría y altimetría. Una curva vertical se da cuando en el perfil hay cambios de pendiente. Las curvas verticales pueden ser cóncavas o convexas, como se muestra en la figura 3.

Figura 3. Tipos de curvas verticales.



La finalidad de una curva vertical es proporcionar suavidad al cambio de pendiente. Estas curvas pueden ser circulares o parabólicas, aunque la más usada en nuestro país es la parabólica simple, debido a la facilidad de cálculo y a la gran adaptación a las condiciones del terreno.

Las especificaciones para curvas verticales, dadas por la Dirección General de Caminos, están en función de la diferencia algebraica de pendientes y de la velocidad de diseño.

En el diseño de carreteras para áreas rurales, se ha normalizado entre los diseñadores, usar como longitud de curva vertical igual a la velocidad de diseño. Lo anterior reduce considerablemente los costos del proyecto, ya que las curvas amplias conllevan grandes movimientos de tierra.

La longitud de las curvas verticales debe garantizar el drenaje, tener buena apariencia y proporcionar comodidad al usuario. Al momento de diseñar, se deben considerar las longitudes mínimas permisibles en curvas, con el objeto

de evitar su traslape y dejar la mejor visibilidad posible a los conductores. Existen cuatro criterios para determinar la longitud de las curvas.

Criterio de apariencia: Se aplica a curvas verticales con visibilidad completa, o sea al de curvas cóncavas, para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente.

$$A = P_s - P_e$$

Donde:

P_s = Pendiente de salida.

P_e = Pendiente de entrada.

$$K = LCV/A \geq 30$$

Criterio de comodidad: Se aplica a curvas verticales cóncavas, en donde la fuerza centrípeta que aparece en el vehículo al cambiar de dirección, se suma al peso propio del vehículo.

$$K = LCV/A \geq V^2/395$$

Criterio de drenaje: Se aplica a curvas verticales convexas o cóncavas, cuando están alojadas en corte. La pendiente en cualquier punto de la curva debe ser tal que el agua pueda escurrir fácilmente.

$$K = LCV/A \leq 43$$

Visibilidad de parada: Se aplica a curvas convexas o cóncavas. La longitud de curva permitirá que a lo largo de ella la distancia de visibilidad sea mayor o igual que la de parada.

$$L = K \times A$$

Donde:

L = Longitud mínima de la curva vertical.

K = Constante que depende de la velocidad de diseño.

A = Diferencia algebraica de pendientes.

Tabla III. Valores de “K” para visibilidad de parada.

Velocidad de diseño K.P.H.	Valores de K según tipo de curva	
	Cóncava	Convexa
10	1	0
20	2	1
30	4	2
40	6	4
50	9	7
60	12	12
70	17	19
80	23	29
90	29	43
100	36	60

Ejemplo de cálculo.

Los datos que a continuación se presentan fueron obtenidos con el uso del programa LAND.

Datos:

Diferencia algebraica de pendientes (A) = 3.78

Constante velocidad de diseño (K) = 21.165

$L = K \cdot A = (21.165 \cdot 3.78) = 80 \text{ metros.}$

En el caso de la carretera en mención, se adoptaron longitudes de 80 y 100 metros, para garantizar una mayor comodidad al usuario.

2.1.6 Movimiento de tierras.

Es una de las actividades más importantes en la construcción de una carretera, debido a su incidencia en el costo de la misma. Por lo tanto, el movimiento de tierras a realizar deberá ser lo más económico dentro de los requerimientos que el tipo de carretera fije.

Cuando se ha trazado y nivelado la línea definitiva en el campo, se inicia el estudio de movimientos de tierras, con el proyecto de la subrasante definitiva.

2.1.6.1 Subrasante.

Es la proyección del desarrollo del centro de línea de una vía terrestre sobre un plano vertical; sus elementos son las tangentes y curvas verticales.

Lo principal en el diseño es no exceder la pendiente máxima que está en base a la sección típica y el tipo de terreno, la que está definida según las especificaciones para el diseño de subrasantes, recomendadas por la Dirección General de Caminos.

Para el alineamiento vertical se definen tres tipos de pendientes:

Pendiente mínima: Es la menor pendiente que se fija para permitir la funcionalidad de un drenaje. En los tramos en relleno la pendiente puede ser nula, debido que para drenar la carretera, basta con la pendiente transversal de la misma. En los tramos en corte se recomienda una pendiente longitudinal

mínima de 0.5% para garantizar el buen funcionamiento de las cunetas, para el proyecto en mención se tomó como base una pendiente mínima de 0.5 %.

Pendiente máxima: Es la mayor pendiente que se puede utilizar en el diseño del proyecto, está determinada por el tránsito previsto y la configuración del terreno. Se empleará cuando convenga desde el punto de vista económico, para salvar ciertos obstáculos locales tales como: cantiles, fallas y zonas inestables. En este proyecto se tomó 14 % como pendiente máxima, sin embargo en todo el tramo no se llegó a una pendiente mayor del 10 %.

Pendiente gobernadora: En teoría, es la pendiente que se puede mantener en forma indefinida a lo largo de todo el proyecto.

Los criterios que se utilizaron en el diseño de la subrasante, se apegan a los de una región montañosa; considerando hacer el menor movimiento de tierras.

En terrenos con lomerío se adaptaron subrasantes onduladas, las que convienen tanto en razón de la operación de los vehículos como por el costo.

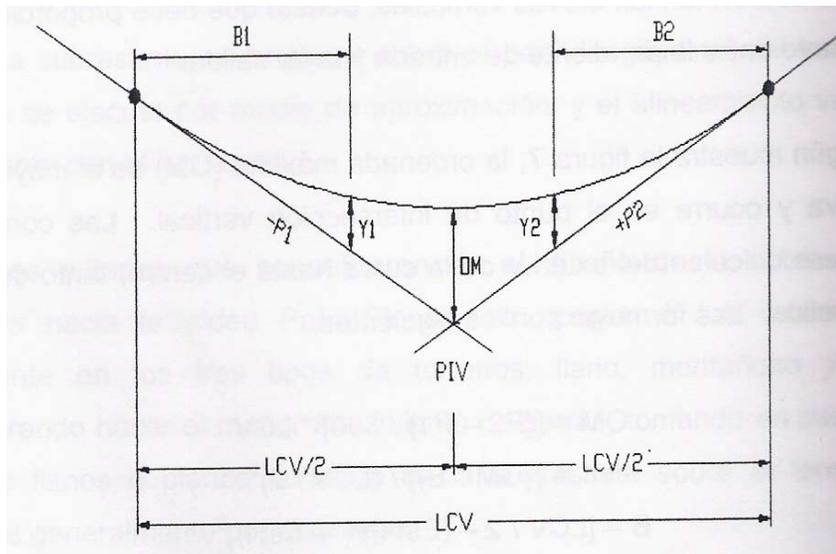
2.1.6.2 Corrección por curva vertical a subrasante.

Luego de calcular las elevaciones de la subrasante conformada por rectas de pendientes definidas, es necesario corregir las alturas en los puntos que conforman las curvas verticales, para proporcionar un cambio suave entre la pendiente de entrada y la de salida.

Según la figura 4, la ordenada máxima (OM) es el mayor cambio de la curva, ocurre en el punto de intersección vertical. Las correcciones siguientes,

se calculan del exterior de la curvas hasta el centro, tanto de entrada como de salida.

Figura 4. Elementos de curva vertical.



Las fórmulas utilizadas son:

$$OM = \frac{(P2 - P1) \cdot LCV}{800}$$

$$Y1 = \frac{OM}{(Lc/2)^2} \cdot ((Est. PIV - Est. x) - (Lc/2))^2$$

Donde:

P1 = pendiente de entrada.

P2 = pendiente de salida.

OM = ordenada media.

Y = corrección vertical.

Ejemplo: Curva vertical.

Datos:

Tramo = 0 + 142.17 al 0 + 222.17

$$\begin{aligned}
 \text{LCV} &= 80 \text{ m} \\
 \text{PIV} &= 0 + 182.17 \\
 \text{P1} &= -0.644 \% \\
 \text{P2} &= 4.423 \%
 \end{aligned}$$

Cálculos:

$$\begin{aligned}
 \text{PCV} &= (0 + 182.17) - (80/2) &= 0 + 142.17 \\
 \text{PTV} &= (0 + 182.17) + (80/2) &= 0 + 222.17 \\
 \text{OM} &= ((4.423 + 0.644) / 800) * 80 &= 0.5067 \\
 \text{Y} &= (0.5067 / ((80/2)^2)) * ((0 + 182.17 - 0 + 162.17) - (80/2))^2 = \\
 &= 0.1267 \text{ m.}
 \end{aligned}$$

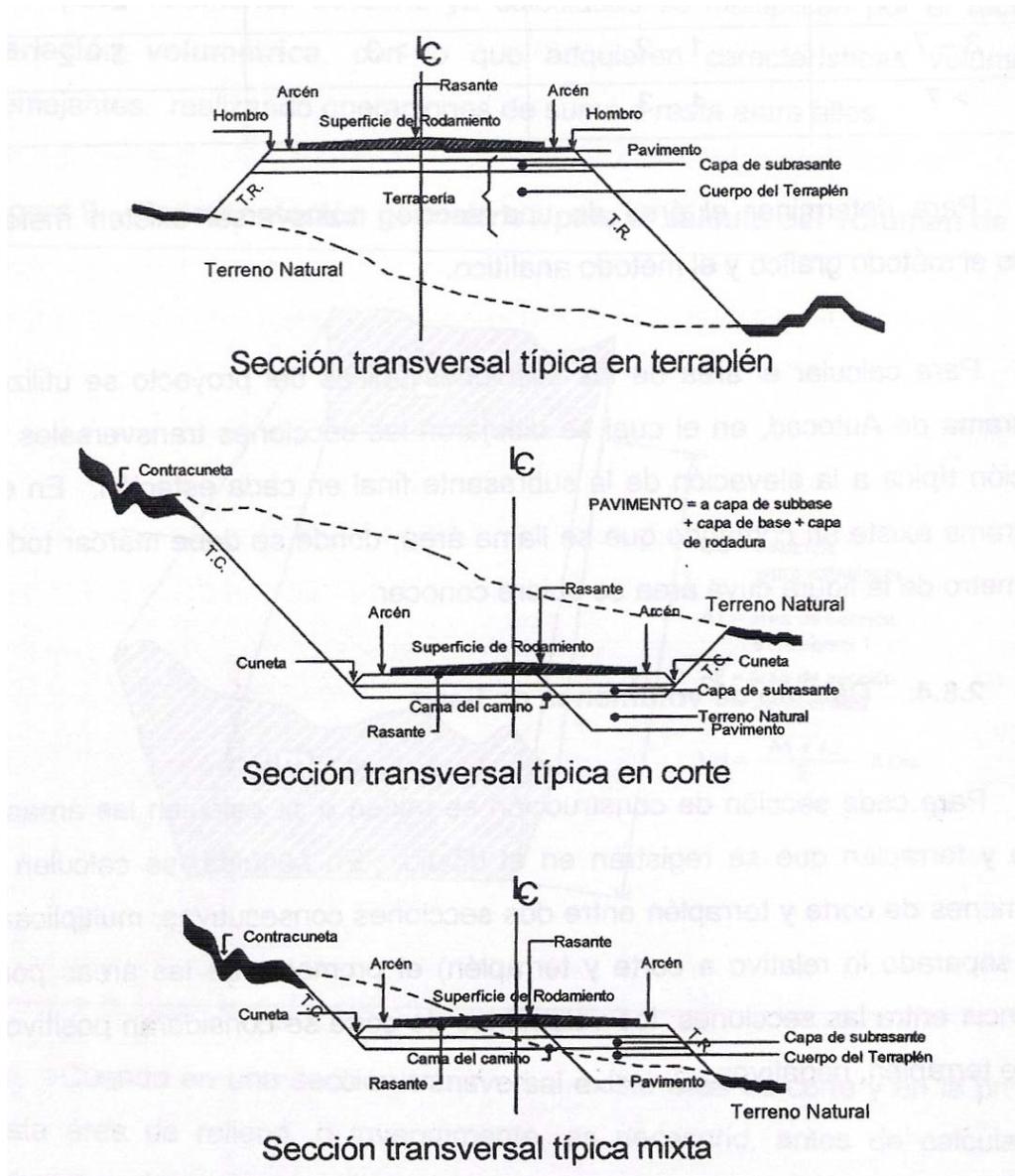
2.1.6.3 Áreas de secciones transversales.

La sección transversal de una obra vial es un corte conforme a un plano vertical y normal al centro de línea en el alineamiento horizontal. Permite observar la disposición y las dimensiones de sus elementos.

Las secciones transversales típicas de una vía terrestre son:

- En terraplén.
- En cajón o corte.
- Mixta.

Figura 5. Secciones típicas en vías terrestres.



Los taludes recomendados para el trazo de la sección típica se muestran en la tabla IV:

Tabla IV. Taludes recomendados para el dibujo de secciones.

CORTE		RELLENO	
ALTURA	H – V	ALTURA	H – V
0 – 3	1 – 1	0 – 3	2 – 1
3 – 7	1 – 2	> 3	3 – 2
> 7	1 – 3		

Las áreas de las secciones típicas del proyecto, se calcularon utilizando el programa AUTOCAD, donde se dibujaron las secciones transversales, superponiendo la sección típica sobre la subrasante final en cada estación.

En este proyecto no se tuvieron cortes ni rellenos que sobrepasen 1.5 metros, por lo que se tomó una relación en corte de 1-1 y en relleno de 2-1 para los taludes.

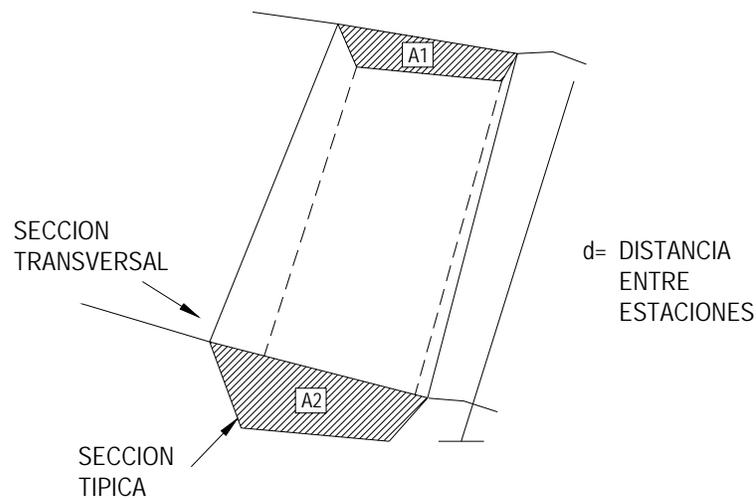
2.1.6.4 Volúmenes de tierra.

Para cada sección de construcción se miden o se calculan las áreas de corte y terraplén. Posteriormente, se calculan los volúmenes de corte y terraplén entre dos secciones consecutivas, multiplicando el promedio de las áreas por la distancia entre las secciones; considerando los volúmenes de corte como positivos y los de terraplén como negativos.

Como los materiales en corte no tienen el mismo peso volumétrico que tendrán en los terraplenes, no pueden compararse con validez, y por ello los ingenieros en geotécnica calculan un factor de variación volumétrica para los diferentes materiales. Este factor consiste en la relación del peso volumétrico de un mismo material en el corte y el terraplén.

Los volúmenes de corte ya calculados se multiplican por el **factor de variación volumétrica**, con lo que adquieren características volumétricas semejantes, realizando operaciones de suma o resta entre ellos.

Figura 6. Representación de corte y/o relleno.



$$V = ((A_1 + A_2) / 2) \times d$$

Donde:

A_1 = área superior de la estación

A_2 = área inferior de la estación

d = distancia entre las dos áreas.

Cuando en una sección transversal existe área de corte y en la próxima exista área de relleno, o inversamente, es necesario, antes de calcular los volúmenes, determinar las **distancias de paso**.

La distancia de paso es la distancia comprendida entre la primera sección transversal y el punto donde teóricamente el área cambia de corte a relleno o viceversa.

El cálculo de volúmenes en los casos en que exista distancia de paso, estará dado por el producto de la mitad del área por la distancia de paso.

El cálculo del movimiento de tierras se realiza después de que se tiene la subrasante final, ya que ésta determinará la cantidad de material que se moverá. Para el presente proyecto, los cálculos se llevaron a cabo con el uso del programa AUTOCAD, tomando en cuenta las secciones transversales como se mencionó en el inciso 2.1.6.3, obteniendo de esta forma la diferencia de dos secciones equidistantes, que posteriormente se multiplica por la separación de estas (20 metros).

Ejemplo: Cálculo volumen de tierra.

Área estación 0 + 020	=	2.40 m ²
Área estación 0 + 040	=	2.04 m ²
Distancia	=	20 m
Volumen = ((2.40+2.04)/2)*20	=	44.4 m ³

2.1.7 Drenajes.

Uno de los elementos que causa mayores problemas a las carreteras es el agua, en general disminuye la resistencia de los suelos, presentando así fallas en terraplenes, cortes y superficies de rodamiento. Lo anterior obliga a construir el drenaje de tal forma que el agua se aleje con la menor brevedad posible de la obra. En consecuencia, podría decirse que un buen drenaje es el alma de las carreteras.

El tipo de drenaje es de particular importancia para los caminos de poco tránsito que no cuentan con una superficie de rodamiento impermeable ni cunetas revestidas.

2.1.7.1 Cunetas.

Éstas son canales en los cortes que se hacen a los lados de la cama del camino y cuya función es captar el agua que escurre de la corona del talud del corte y del terreno natural adyacente, para conducirla hacia una corriente natural o a una obra transversal y así alejarla lo más pronto posible de la zona que ocupa el camino.

La longitud de las cunetas no debe ser mayor de 250 metros; si sobrepasa esa cantidad, se debe construir una obra de alivio que permita reducir esta longitud al captar y conducir el caudal de la cuneta aguas abajo, fuera del camino.

En el diseño de la carretera hacia Cruz de Caminos se consideró utilizar una sección transversal triangular con un ancho de 0.50 metros, talud del lado de la corona de 0.50 metros y talud de otro extremo de 0.30 metros. Se optó por usar sección triangular, porque es más fácil de construir con equipo mecánico.

2.1.7.2 Contracunetas.

Las contracunetas son zanjas que se construyen aguas arriba de los cerros de los cortes y su finalidad es interceptar el agua que escurre por las laderas y conducirla hacia una parte baja del terreno; así se evita que al escurrir el agua por los taludes los erosione y aumente el caudal de las cunetas.

La distancia de la contra cuneta al borde del corte será, como mínimo, de 5 metros o igual a la altura del corte, si este es mayor.

La pendiente longitudinal debe ser uniforme desde el punto de partida hasta su desfogue, para evitar los trastornos que se producen con los cambios de pendiente, como excavaciones y azolves.

En este proyecto no se diseñaron contra cunetas, ya que los cortes no sobrepasan los 1.5 m.

2.1.7.3 Drenaje transversal.

Bombeo: Este consiste en proporcionar a la corona del camino, ubicada en las tangentes del trazo horizontal, una pendiente transversal desde el centro del camino hasta los hombros. Su función es dar salida despejada al agua que caiga sobre la capa de rodadura y evitar en lo posible que el agua penetre.

En las curvas horizontales, el camino se sobreeleva en el hombro exterior con respecto al interior, para contrarrestar la fuerza centrípeta. Dicha sobreelevación sirve también para dar salida al agua que cae en estas partes del camino, hacia el hombro interior.

Se consideró utilizar un 3% de bombeo a ambos lados de la línea central.

Alcantarillas: Estas son estructuras transversales de forma diversa cuya función es conducir y desalojar con la mayor rapidez el agua proveniente de las hondonadas y partes bajas del terreno que atraviesan la carretera.

Se consideró en el diseño, utilizar alcantarillas de concreto con sección interior circular de 30", colocada a una profundidad mínima de 2.00 m, para evitar que sea dañada por los vehículos. Además llevará caja con muro cabezal en la entrada y muro cabezal en la salida, siendo de mampostería de piedra bola.

2.1.8 Suelo.

El suelo es un factor determinante en la estabilidad de una carretera. Es necesario llevar un control de su estado para tener la seguridad de una carretera de buena calidad.

Los problemas más frecuentes en el suelo son:

- Deslizamientos.
- Baches.
- Colapsos.

Los deslizamientos se presentan en puntos donde el terreno presenta capas que pueden deslizarse en sentido perpendicular al trazo de la carretera o porque se tenga un material muy plástico.

En el trazo de la carretera se pueden presentar baches causados por materiales altamente plásticos; este material, cuando se satura, presenta un soporte casi nulo para el tránsito, que por lo general queda deformado permanentemente, dejando baches en la carretera que obstaculiza el tránsito y daña los vehículos. En el caso de tener un material altamente plástico, para evitar baches, debe estabilizarse con cal o cemento, o eliminarse y sustituirlo por otro material de mejores características.

Para eliminar la posibilidad de un colapso de material, se inyecta lechada de cemento donde se localicen orificios subsuperficiales. Este procedimiento también es utilizado para evitar la filtración de agua.

Por otra parte, es necesario conocer los tipos de suelos que conforman el tramo carretero, para poder dar el tratamiento adecuado y hacer que estos puedan soportar mas carga sin deformarse, proporcionar mayor impermeabilidad y dar alojamiento a las estructuras que se construyan.

En este caso no fue necesario adoptar ningún tipo de tratamiento al suelo, los cortes no son grandes y no se tiene presencia de suelo plástico, el tipo de suelo es limoso-arenoso-arcilloso.

2.1.8.1 Pruebas de laboratorio.

Las pruebas que se practican a los suelos en el laboratorio, tienen como finalidad descubrir la mejor manera de manejarlos para obtener los mejores resultados y definir cuán buenos pueden ser. También se utilizan para determinar la proporción granulométrica de los suelos y la compactación.

Las pruebas en laboratorio se clasifican de la siguiente manera:

- Análisis granulométrico.
- Proctor.
- Límites de Atterberg: Límite líquido, Límite plástico y Límite de plasticidad.
- Prueba de compactación en campo.

Para la carretera en mención, no se realizó ningún ensayo de laboratorio a la subrasante, sólo se corroboró con pruebas de campo, que es adecuada para su uso.

2.1.8.2 Criterios para definir la capa de rodadura.

Se le llama balasto al material que se coloca sobre la subrasante terminada de una carretera, el cual se compone de un material bien graduado; es decir, que consta de material fino y grueso, con el objeto de protegerla y que sirva de superficie de rodadura, el cual debe cumplir con las condiciones siguientes:

- Debe ser de calidad uniforme y exento de residuos de madera, raíces o cualquier material perjudicial.
- El material balasto debe tener un peso unitario suelto no menor de 80 libras/ pie cúbico.
- El tamaño máximo del agregado grueso del balasto, no debe exceder de $\frac{1}{2}$ del espesor de la capa a utilizar, y en ningún caso ser mayor de 10 cm.
- La capa de balasto a colocar no debe ser menor a 15 cm.
- La porción de balasto retenida en el tamiz No. 4 (4.75 mm), debe estar comprendida entre el 30% y 70% en peso.
- La porción de balasto que pase el tamiz No. 40 (0.425 mm) debe tener un límite líquido no mayor a 35 y un índice de plasticidad entre 5 y 11.
- La porción de balasto que pase el tamiz No. 200 (0.075 mm) no debe exceder de 25 % en peso.

De acuerdo a los resultados de laboratorio, realizados a una muestra del banco de materiales, se concluye que es apto para ser utilizado como carpeta de rodadura.

2.1.8.3 Capa de rodadura.

Como superficie de rodadura, se colocará una capa de balasto de 15 cm de espesor, la que deberá compactarse a un 90 %. En el proyecto se incluye un banco de balasto, ubicado a 2 Km.

2.1.9 Presupuesto.

Este se elaboró en base a precios unitarios, los salarios de mano de obra, con referencia a los cotizados por la municipalidad, los materiales se cotizaron en el área de Quiché, en cuanto a maquinaria y equipo se tomó como referencia los que se cotizan en la cabecera de Quiché.

2.1.9.1 Integración de presupuesto.

Tabla V. Presupuesto general de carretera hacia comunidad Cruz de Caminos, Chiché, El Quiché.

No.	REGLÓN	UNIDAD	CANT.	P.U	COSTO
COSTOS DIRECTOS					
1	PRELIMINARES				5632.50
1.1	Limpieza	m ²	7510.00	0.50	3755.00
1.2	Trazo y estaqueado	m ²	7510.00	0.25	1877.50
2	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA	m ³	1695.0	14.82	25111.40
3	RELLENO	m ³	466.00	16.84	7846.19
4	CONFORMACIÓN DE SUB-RASANTE	m ²	7510.00	5.12	38441.20
5	ACARREO DE BALASTO	m ³	1600.00	16.95	27120.00
6	CAPA DE BALASTO	m ²	7510.00	5.12	38441.20

Continúa.

7	TRANSPORTE DE MAQUINARIA	global	1.00	14080.00	14080.00
8	DRENAJE TRANSVERSAL Ø 30", T.C				31622.5
8.1	Tubería 30"	m.l	91	347.5	31622.5
9	MAMPOSTERIA PIEDRA BOLA	m ³	50.0	665.28	33264.00
10	CUNETA NATURAL	m.l	3003.31	3.91	11738.65
TOTAL COSTOS DIRECTOS					233297.70
11	ADMINISTRACIÓN	global	1.0	23329.77	23329.77
12	DIRECCIÓN TÉCNICA	global	1.0	11664.88	11664.88
13	UTILIDAD	global	1.0	23329.77	23329.77
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					58324.28
COSTO TOTAL(Q)					291621.98

2.1.10 Planos.

Se elaboraron los siguientes planos:

- Plano planta de localización.
- Plano de perfil.
- Plano de secciones transversales.
- Plano de detalle drenaje longitudinal, transversa, sección típica.

2.2 Diseño sistema de abastecimiento de agua potable para las comunidades Choyomché I, Choyomché II, Parcelas y Campo Alegre.

2.2.1 Descripción del proyecto.

El proyecto consiste en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad, la fuente es un manantial de ladera concentrado en

un punto definido, la población a servir en la actualidad es de 2,930 habitantes, por la dispersión de las viviendas se diseñará una red de distribución abierta, el tipo de conexión a utilizar será predial.

2.2.2 Localización de fuente de abastecimiento.

La fuente de abastecimiento a utilizar, se encuentra ubicada en la comunidad Chontalá, del municipio de Chichicastenango, departamento de El Quiché.

2.2.3 Aforo de la fuente.

El aforo se realizó en época de estiaje, aplicando el método volumétrico, los datos obtenidos son:

Tabla VI. Aforo fuente de abastecimiento.

AFORO	TIEMPO (seg.)	VOLUMEN (Its)
1	9	91.87
2	11	112.28
3	11.33	112.28
4	10.68	99.54
5	9.19	91.81
Promedio	10.24	101.56

Caudal (Q) = (Volumen/tiempo)

$$Q = (101.56/10.24) = 9.92 \text{ lts/seg.}$$

2.2.4 Calidad del agua.

Las fuentes de abastecimiento deben de encontrarse en condiciones aceptables para el consumo humano; en éste sentido, el agua debe ser pura y libre de microorganismos causantes de enfermedades y de sustancias venenosas, así como libre de material mineral y orgánico. Por otro lado, debe ser incolora, inodora e insabora. Con el fin de evitar problemas posteriores, se estableció comunicación con técnicos del Centro de Salud de Chiché, quienes se encargaron de la toma y análisis de las muestras, se realizó un examen bacteriológico, cuyo resultado indica que es apta para consumo humano, sin embargo, para garantizar la potabilidad, se incorporará al sistema un tratamiento a base de pastillas de tricloro.

2.2.5 Levantamiento topográfico.

Debido a las condiciones del terreno, fue necesario una topografía de primer orden, utilizando una ESTACIÓN TOTAL, marca: SOKKIA, Set 2C II, D20841 y colector de datos: SDR33 V04-03.07, BIOS 1.05, (C) 1,993 STI

El resultado de este, se presenta en los planos correspondientes al proyecto en mención.

2.2.6 Criterios de diseño.

2.2.6.1 Período de diseño.

Este es el tiempo en que la capacidad del sistema atiende la demanda o es eficiente en un 100%, comprende desde el momento de la construcción e

inicio de funcionamiento del sistema, hasta el momento en que sobrepasa las condiciones de diseño establecidas.

En el período de diseño se debe evaluar la durabilidad de las instalaciones y su capacidad para prestar un buen servicio. Para el proyecto en mención, se estimó un período de diseño de 20 años.

2.2.6.2 Población para el período de diseño.

Para la estimación de la población de diseño, las condiciones sociales y antropológicas son factores que determinan o condicionan su crecimiento, ya que un sistema de agua potable inicia por la cantidad de habitantes como “beneficiarios”.

Se requiere un cálculo aproximado de la población a servir, durante el período de diseño, porque presenta variaciones en el tiempo, y se debe a factores como crecimiento poblacional, tasa de natalidad, mortalidad, inmigración y emigración.

Para realizar la estimación de la población se utilizó el método Geométrico, que es el más utilizado en Guatemala. Consiste en el cálculo de la población con base a la tasa de crecimiento poblacional que se tiene registrado de acuerdo a los censos de población, debe proyectarse en el tiempo según el período de diseño que se estime. Su fórmula es:

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

Donde: Pf= población futura
Pa= población actual
R = tasa de crecimiento
N = período de diseño en años

Se determinó que existen 586 viviendas, con una densidad de habitantes por vivienda de 5 personas, por consiguiente la población actual estimada es de 2930 habitantes. Debido a lo anterior y de acuerdo a la tasa de crecimiento poblacional de 3.0%(según INE), se tiene:

$$Pa = 2930 \text{ habitantes} \quad r = 3\% \quad n = 20 \text{ años}$$

$$Pf = 2930 * (1 + 0.03)^{20} = \quad \mathbf{5292 \text{ habitantes.}}$$

2.2.6.3 Dotación.

Es la cantidad de agua que se asigna a una persona, en litros/habitante/día; depende del clima y de la ubicación de la población, si es en el área urbana o rural, de las actividades comerciales o industriales. Para proyectos de abastecimiento de agua potable a comunidades del área rural de clima frío, como es este caso, se recomiendan las dotaciones siguientes:

Tabla VII. Dotación para área rural.

INSTITUCIÓN	DOTACIÓN
UNICEF	60-90 litros/habitante/día
DGOP	60-100 litros/habitante/día
UNEPAR	60-90 litros/habitante/día

Para el presente proyecto se tomó una dotación de 80 litros/habitante/día

2.2.7 Determinación de caudales.

2.2.7.1 Factor de día máximo (fdm).

Es el coeficiente que incrementa el caudal medio, para satisfacer la demanda del día de mayor consumo. Con este factor se obtiene el caudal de

día máximo, el que se utiliza en el diseño de la línea de conducción del sistema. Si no se cuenta con datos se obtiene de la siguiente tabla:

Tabla VIII. Clasificación factores de día máximo.

ÁREA	FACTOR	OBSERVACIONES
Rural	1.2	Para poblaciones mayores a 1000 habitantes.
Rural	1.3	Para poblaciones menores a 1000 habitantes.
Urbana	1.5 – 2	Depende de actividades económicas o industriales y del clima del lugar.

Fuente: UNEPAR

Para el presente proyecto se utilizó un factor de 1.2.

2.2.7.2 Factor de hora máxima (FHM).

Es el coeficiente que incrementa el caudal medio, para satisfacer la demanda de la hora de mayor consumo. Con este factor se obtiene el caudal de hora máxima, el cual se utiliza en las fórmulas de diseño de la red de distribución del sistema.

Si no se cuenta con los datos de consumo, éste factor se obtiene de acuerdo a la clasificación siguiente:

Tabla IX. Clasificación factores de hora máxima.

ÁREA	FACTOR	OBSERVACIONES
Rural	2.0	Para poblaciones menores a 1000 habitantes
Rural	1.8	Para poblaciones mayores a 1000 habitantes
Urbana	1.5 – 2	Depende de la frecuencia de actividades durante el día.

Fuente: UNEPAR

Se tomó 2.0 como factor de hora máxima para el presente proyecto.

2.2.7.3 Caudal medio diario.

Es el caudal que consume a diario una población, generalmente se obtiene del promedio de consumos de un año. Para las comunidades involucradas en el proyecto, no existen datos de consumo, por lo que el caudal medio se obtiene a partir de la dotación.

$$Q_m = \text{Dotación} * (\text{Pf}/86400)$$

$$Q_m = 80 \text{ litros/hab/día} * (5292 \text{ hab} / 86400 \text{ seg}) = \mathbf{4.90 \text{ litros/seg.}}$$

2.2.7.4 Caudal máximo diario.

Es el caudal máximo que se prevé durante 24 horas en el período de un año; cuando no se tienen datos, el caudal medio diario (Q_m) se multiplica por el factor de día máximo (F_{dm}).

$$Q_{md} = Q_m * F_{dm} = 4.90 \text{ lts/seg} * 1.2 = \mathbf{5.88 \text{ lts/seg.}}$$

2.2.7.5 Caudal máximo horario.

Es el caudal máximo que se prevé en una hora, en un período de un año; cuando no se cuenta con datos del consumo de agua, se determina multiplicando el caudal medio diario (Q_{md}) por el factor de hora máximo (F_{hm}).

$$Q_{mh} = Q_m * F_{hm} = 4.90 \text{ lts/seg} * 2 = \mathbf{9.8 \text{ lts/seg.}}$$

2.2.8 Diseño de los componentes del sistema.

2.2.8.1 Captación.

Es toda estructura que se construye con fines de recolectar el agua de la fuente. El tipo de fuente que se tiene en el proyecto es de brote definido en

ladera, por lo que la estructura consiste en: un muro interceptor de concreto ciclópeo, una caja recolectora de 1 m³ de capacidad, tapadera sanitaria, material de soporte para la cubierta del manantial, válvula de compuerta en la tubería de salida con su respectiva caja de válvulas, tubería de rebalse, desagüe y pichacha (ver plano 22/26).

2.2.8.2 Línea de conducción.

Es el conjunto de tuberías trabajando a presión forzada, que vienen desde el tanque de captación al tanque de distribución. De acuerdo a la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento de agua, las conducciones pueden ser por bombeo o por gravedad; en el presente proyecto se trabajará un sistema por gravedad.

Para el diseño de una línea de conducción por gravedad, debe tomarse en cuenta lo siguiente:

- ❖ La capacidad de la tubería deberá ser suficiente para transportar el caudal de día máximo.
- ❖ La selección de la clase y diámetro de tubería a emplear, deberá ajustarse a la máxima economía.
- ❖ La línea de conducción deberá dotarse de los accesorios y obras de arte necesarias para su correcto funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas, así como su protección y mantenimiento.

2.2.8.2.1 Fórmulas de diseño.

En el diseño de la línea de conducción, deben tenerse presentes los principios de hidráulica como carga disponible, piezométrica, pérdidas y otras herramientas.

Para un diseño óptimo, se utilizará en el cálculo de pérdida de carga, la fórmula de Hazen-Williams, ya que sus límites de aplicación son los más amplios en el uso de tuberías de agua.

Fórmula de Hazen-Williams:

$$H_f = (1743.811 * L * Q^{1.85}) / (C^{1.85} * D^{4.87})$$

Donde:

H_f = Pérdida de carga en metros

L = Longitud de tubería en metros

Q = Caudal en litros/segundo

C = Coeficiente de rugosidad relativa

D = Diámetro de tubería en pulgadas

Aunque en cantidades pequeñas, pero importantes, están las pérdidas locales en tuberías, que son las pérdidas debidas a cambios de velocidad del agua, cambios bruscos de dirección, que generalmente se deben a los accesorios. A estas pérdidas de carga se les llama pérdidas menores y la expresión general es: $H_m = (K * V^2) / 2 * g$

Entre otras pérdidas están: la pérdida debida al ensanchamiento brusco y gradual de sección, pérdida en la salida de tubería hacia el tanque de distribución. Las pérdidas menores se pueden despreciar en tuberías largas si su longitud es 4,000 veces el diámetro de la tubería o en el caso que la velocidad es baja y sin muchos accesorios.

2.2.8.2.2 Piezométrica.

La línea piezométrica corresponde a las alturas a las que el agua subiría, en piezómetros instalados a lo largo de la misma; o sea que es una línea de

presiones. La cota piezométrica en el punto B es igual a la cota piezométrica del punto A, menos la pérdida de carga (hf) del tramo de tubería A - B.

2.2.8.2.3 Diseño línea de conducción.

Ejemplo de Cálculo.

Datos:

- Cota inicial del tramo: 999.82 m Estacionamiento 0 + 000
- Cota final del tramo: 988.14 m Estacionamiento 11 + 880
- Longitud de tubería: 12,474 m
- C para tubería de PVC: 150
- Q día máximo: 5.88 litros/seg

○ **Cálculo diámetro teórico:**

$$D = (1743.811 * 11,880 * 1.05 * 5.88^{1.85}) / ((150^{1.85} * 11.68)^{(1/4.87)}) = 5.89 \text{ plg.}$$

Se tomó un diámetro comercial de 6", con diámetro interno de 6.115".

○ **Cálculo de pérdida:**

Para el cálculo de la pérdida se tomó en cuenta el diámetro interno.

$$H_f = (1743.811 * 11.880 * 1.05 * 5.88^{1.85}) / (150^{1.85} * 6.115^4.87) = 8.04 \text{ m}$$

○ **Cálculo de velocidad:**

$$V = Q/A = (5.88/1000) / (3.1416 * (6.115 * 2.54 / 100)^2) = 0.31 \text{ m/s}$$

○ **Cota piezométrica:**

$$CP = \text{Cota inicial} - H_f$$

$$CP = 999.82 - 8.04 = 991.78 \text{ m}$$

En el caso de este proyecto, se tiene una pequeña disponibilidad de carga en una longitud grande; por lo que se tomaron diámetros altos para evitar tener pérdidas grandes.

Tabla X. Resumen diseño línea de conducción.

EST.	P.O	L (m)	Q (lts/s)	C.P	Ø COM.	TUBERÍA.
0	2260	2373	5.88	998.41	6.00	125 psi
2260	2320	63	5.88	998.37	6.00	160 psi
2320	2460	147	5.88	998.25	6.00	250 psi
2460	6440	4179	5.88	991.99	6.00	HG 700 psi
6440	6500	63	5.88	991.94	6.00	250 psi
6500	7340	882	5.88	991.37	6.00	160 psi
7340	7460	126	5.88	991.27	6.00	250 psi
7460	7640	189	5.88	990.99	6.00	HG 700 psi
7640	8120	504	5.88	990.59	6.00	250 psi
8120	8240	126	5.88	990.50	6.00	160 psi
8240	10400	2268	5.88	989.16	6.00	125 psi
10400	10480	84	5.88	989.10	6.00	160 psi
10480	11880	1470	5.88	988.23	6.00	125 psi
11880	12540	693	5.88	985.52	4.00	125 psi
12540	12800	273	5.88	984.36	4.00	160 psi
12800	13695.20	939.9	5.88	980.69	4.00	125 psi

2.2.8.3 Tanque de distribución.

Para el diseño del tanque de almacenamiento o distribución es necesario conocer algunos parámetros o criterios establecidos, tanto por las funciones a desempeñar del tanque, como por su configuración y posición respecto a la red de distribución y por las exigencias sanitarias.

2.2.8.3.1 Funciones del tanque de distribución.

- ❖ Suplir las demandas máximas horarias esperadas en la línea de distribución.
- ❖ Almacenar un volumen determinado como reserva, para los casos de interrupción de las líneas o fuentes de abastecimiento.
- ❖ Almacenar cierta cantidad de agua para emergencias, tales como sofocar incendios o llevar agua a poblaciones cercanas.

Basado en lo anterior, y por carecer de una curva de variaciones horarias adaptables a las comunidades en estudio, el volumen total del tanque de distribución puede ser:

- Poblaciones menores de 1000 habitantes, de 25% al 35% del consumo medio diario de la población. No se consideran reservas para eventualidades.
- Población entre 1000 y 5000 habitantes, 35% del consumo medio de la población, mas un 10% para eventualidades.
- Poblaciones mayores de 5000 habitantes, el 40% del consumo medio diario, más un 10% para eventualidades.
- En el caso de sistemas por bombeo, la reserva mínima deberá ser la de un día de consumo medio.

Para este caso, se tomó un 40% del caudal medio, por lo que se tendrá un tanque de 170 m³.

2.2.8.3.2 Requisitos sanitarios.

En el diseño de un tanque de almacenamiento, deben tomarse en cuenta requisitos sanitarios como:

- Cubierta hermética que impida la penetración de agua, polvo, aves, etc.
- No dejar entrar la luz, para evitar el crecimiento de algas.
- El tubo de ventilación, que evacua el aire durante el llenado, debe tener la abertura exterior hacia abajo, y provista de rejilla, que impida la entrada de insectos y polvo.
- Escotilla de visita para inspección de limpieza.
- El diámetro mínimo de la tubería de rebalse, será el de la tubería de entrada del tanque.
- El tubo de salida, preferiblemente colocado al lado opuesto con respecto al tubo de entrada, para tener circulación de agua.
- Escaleras interiores y exteriores para los casos en que el tanque exceda de 1.2 mts de alto.

2.2.8.3.3 Diseño del tanque de distribución (170 m³).

❖ Diseño de muro.

Datos:

- Peso agua: 1 ton/m³
- Peso suelo: 1.8 ton/m³
- Peso de piedra: 2.0 ton/m³
- Peso concreto: 2.5 ton/m³
- Vs (asumido): 15 ton/m²
- Angulo fricción int. (Ø): 28 grados
- F'c: 280 Kg/cm²
- Fy: 2810 Kg/cm²
- Ancho superior: 0.5 m
- Base: 1.7 m
- Altura: 3.91 m
- Longitud: 7.8 m

$$K_a = (1 - \sin \theta) / (1 + \sin \theta) = 0.36$$

$$K_p = (1 + \sin \theta) / (1 - \sin \theta) = 2.77$$

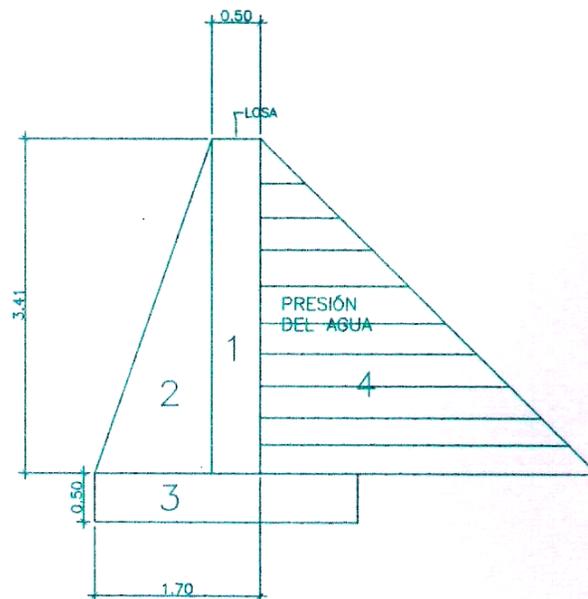
$$\text{Empuje activo (Pa)} = (\gamma_{\text{agua}} \cdot H^2 \cdot K_a) / 2 = 2.75 \text{ Ton}$$

$$\text{Empuje pasivo (Pp)} = (\gamma_{\text{suelo}} \cdot H^2 \cdot K_p) / 2 = 1.60 \text{ Ton}$$

Tabla XI. Cálculo de momentos actuantes respecto a punto 0.

FIGURA	Peso(T/m ³)*Área(m ²)	Brazo(m)	Momento(T-m)
1	2.125	0.85	1.81
2	4.2625	1.45	6.18
3	5.12	0.80	4.09
Losa	1.00	1.45	1.45
PP	1.60	0.27	0.43
W =	12.50	Mr =	13.95

Fig. 7. Muro de tanque de distribución.



Chequeo contra volteo ($M_r/M_v > 1.5$).

$$M_v = P_a \cdot H/3 = 3.59 \text{ T-m}$$

$$M_r = 13.95 \text{ T-m}$$

$$F.S = M_r/M_v = 3.89$$

Como 3.89 es mayor a 1.5, la estructura es resistente contra volteo.

Chequeo contra deslizamiento ($(P_p + F_f) / P_a > 1.5$):

Coeficiente de fricción:

$$C_f = 0.9 \cdot \tan \emptyset = 0.48$$

Fuerza de fricción:

$$F_f = W \cdot C_f = 5.96 \text{ Ton}$$

$$F.S = (P_p + F_f) / P_a = 2.75$$

Como 2.75 es mayor a 1.5, la estructura es resistente contra deslizamiento.

Chequeo de presiones:

$$X = M_r - M_v / W = 0.83$$

$$e = (L/2) - X = 0.02$$

$$q = W/L \pm 6e \cdot W/L^2$$

Qmax

$$= 7.89 \text{ Ton} < 15$$

$$Q_{min} = 6.82 \text{ Ton} > 0$$

Con los resultados obtenidos, el muro no estará sometido a efecto perjudicial por presiones.

❖ **Diseño de viga.**

En el diseño del tanque, se colocó una viga en la parte intermedia de la losa.

Datos:

Ancho: 3.9 m
 Longitud: 7.8 m
 Recubrimiento: 4 Cm
 F'c: 280 Kg/cm²
 Fy: 2810 Kg/cm²
 P. esp. Conc.: 2400 Kg/m³
 Base 25 cm
 Altura: 50 cm
 d : 46 cm

ÁREA TRIBUTARIA: 25.00 m²
 CM : 372 Kg/m²
 C.V: 100 Kg/m²

Tabla XII. Integración de cargas.

LONGITUD	A.TRIBUT.	C.V	C.M	Wc.v	Wc.m	PESO PROP.
(m)	(m ²)	(Kg/m ²)	(Kg/m ²)	(Kg/m)	(Kg/m)	(Kg/m)
7.8	25.00	100	372	320.51	1192.31	300

$$CU = 1.2 CM + 1.6 CV = 606.4 \text{ Kg/m}^2$$

$$Cu = 2303.59 \text{ Kg/m}$$

Para una viga simplemente apoyada, se toma en cuenta:
momento (+) = $WL^2/8$

$$WL^2/8 = 17518.80 \text{ Kg-m}$$

$$As \text{ mín} = 14.1 \cdot b \cdot d / f_y = 5.77 \text{ cm}^2$$

$$As \text{ max} : P_{max} \cdot b \cdot d \quad \rho_{max} = 0.5 \cdot \rho_b$$

$$\rho_b = (0.85 \cdot B1 \cdot f_c \cdot 6090) / (f_y \cdot (f_y + 6090))$$

$$\rho_b = 0.05$$

$$P_{max} = 0.5 \cdot \rho_b = 0.02$$

$$As \text{ max} = 28.33 \text{ cm}^2$$

Área de Acero para momento calculado:

$$As = (b \cdot d - \sqrt{(b \cdot d)^2 - \mu \cdot b / 0.003825 \cdot f_c}) \cdot (0.85 \cdot f_c / f_y)$$

$$\sqrt{(b \cdot d)^2 - \mu \cdot b / 0.003825 \cdot f_c} = 955.81$$

$$(b \cdot d - \sqrt{(b \cdot d)^2 - \mu \cdot b / 0.003825 \cdot f_c}) = 194.19$$

$$(0.85 \cdot f_c / f_y) = 0.08$$

$$As = 16.45 \text{ cm}^2$$

Equivalente a 6 varillas #6.

Cama superior:

$$As \text{ mín}: 5.77 \text{ cm}^2 \quad \text{Ok}$$

$$33\% As+: 5.42 \text{ cm}^2$$

Usar As mín equivalente a 2 varillas # 6.

Cama inferior:

As mín: 5.77 cm²
50 % As(+): 8.22 cm² Ok

Usar 50% As (+) equivalente a 3 varillas # 6.

Estribos:

Corte actuante: Va = 8984 Kg

Corte que resiste el concreto (Vcu):

Vcu = $\phi * 0.53 * \sqrt{f_c} * b * d = 8669.05 \text{ Kg}$

Espaciamiento en zona confinada:

$S = 2 * (A_v * f_y * d) / V_a$

Donde:

A_v = área de varilla de acero.

V_a = Corte actuante.

Utilizando varilla No. 3 = 0.71 cm²

S = 20 cm

Coloco varilla # 3 @ 20 cm.

❖ Diseño de losa.

El diseño de losa que a continuación se presenta, se llevó a cabo basado en el método tres del ACI 05.

f_c: 280 Kg/cm²

F_y 2810 Kg/cm²

P. especif. concreto: 2400 Kg/m³

Factor ϕ (flexión) 0.9

Base unitaria:	100 Cm	
Recubrimiento:	2.5 Cm	
Lado largo:	7.8 metros	B
Lado corto:	3.9 metros	A

Rel. A/B= 0.5 Diseñará como bidireccional.

Espesor (t)= Perim./180 = 0.13 m.

Integración cargas:

CU = 1.2 CM + 1.6 CV Según ACI-318 05

Carga Muerta:

Peso propio= γ concreto*t= 312 Kg/m²

Acabados y s.c. = 60 Kg/m²

CMU = 446.4 Kg/m²

Carga Viva: 100 Kg/m²

CVU = 160 Kg/m²

CU = 606.4 Kg/m² Por 1 m ancho.

CU = 606.4 Kg/m

Determinación de momentos:

$Ma+ = Mb+ = (Ca+Wum*a^2)+(Ca+Wvu*a^2)$

$Ma- = Mb- = Ca-Cut*a^2$

En elementos discontinuos $Ma-$ y $Mb-$ = 1/3* $Ma-$ o 1/3* $Mb-$

Donde:

M_{a+} = Momento positivo del lado "a" en kg-m

M_{a-} = Momento negativo del lado "a" en kg-m

M_{b+} = Momento positivo del lado "b" en kg-m

M_{b-} = Momento negativo del lado "b" en kg-m

C_{a+} = coeficiente para el momento positivo "a" producido en la losa por la carga última (adimensional)

W_{um} = carga muerta última en kg/m

W_{vu} = carga viva última en kg/m

a = medida en metros del lado "a" de la losa

b = medida en metros del lado "b" de la losa

M_{a+} =	828.18 Kg-m	
M_{b+} =	258.25 Kg-m	
M_{a-} =	129.13 Kg-m	Lado continuo
M_{a-} =	276.06 Kg-m	Lado discontinuo
		Ambos lados
M_{b-} =	86.08 Kg-m	discontinuos

Cálculo de refuerzo:

Se diseñará con un recubrimiento de 2.5 cm, para una franja de 1 metro.

$$\text{Peralte (d)} = t - \text{recubrimiento} - \frac{\text{Ø}}{2} = 10 \text{ cm}$$

Area de acero mínimo:

$$A_{s\text{mín}} = 40\% \cdot A_s \text{ mínimo viga} = 0.4 \cdot (14.1/f_y) \cdot b \cdot d$$

$$A_{s\text{mín}} = 2.01 \text{ cm}^2$$

$$S_{\max} = 3 \cdot t = 39 \text{ cm}$$

Cálculo de espaciamiento, proponiendo No. 3 grado 40 = 0.71 cm².

$$S = 35.37 \text{ cm, aprox. } \mathbf{35 \text{ cm}}$$

Se utilizará este espaciamiento, ya que es menor al S max.

Cálculo de la nueva área de acero mínimo con el espaciamiento utilizado.

$$A_s \text{ mín} = \mathbf{2.03 \text{ cm}^2}$$

Calculando momento que resiste el área de acero mínimo:

$$M_{A_s \text{ mín}} = (\phi \cdot A_{s \text{ mín}} \cdot f_y) \cdot (d - ((A_{s \text{ mín}} \cdot f_y) / (1.7 \cdot f_c \cdot b)))$$

$$M_{A_s \text{ mín}} = \mathbf{506.88 \text{ Kg-m}}$$

As para momento mayor al obtenido con As mín:

$$A_s = (b \cdot d - ((b \cdot d)^2 - (M \cdot b) / (0.003825 \cdot f_c))^{1/2}) \cdot ((0.85 \cdot f_c) / f_y)$$

$$A_s = \mathbf{3.34 \text{ cm}^2}$$

Calculando nuevo espaciamiento con hierro No. 3 grado 40 = 0.71 cm²

$$S = 21.25 \text{ cm, aproximado } \mathbf{21 \text{ cm.}}$$

2.2.8.4 Red de distribución.

La red de distribución está constituida por todo el sistema de tuberías, desde el tanque de distribución hasta las conexiones domiciliarias, el sistema

utilizado en el proyecto es del tipo predial, que consiste en la dotación de un chorro por vivienda.

Para éste caso, la red de distribución es del tipo ramales abierta. Los cálculos se efectuaron de la misma forma que en la línea de distribución.

Ejemplo de cálculo.

- Cota inicial del tramo: 1000 m Estacionamiento 0 + 000
- Cota final del tramo: 963.79 m Estacionamiento 1 + 100
- Longitud de tubería: 1,155 m
- C para tubería de PVC: 150
- Q día máximo: 4.08 litros/seg

○ **Cálculo diámetro teórico:**

$$D = (1743.811 * 1,155 * 1.05 * 4.08^{1.85}) / ((150^{1.85} * 36.21)^{(1/4.87)}) = 2.51 \text{ plg.}$$

Se tomó un diámetro comercial de 3", el cual tiene un diámetro interno de 3.23".

○ **Cálculo de pérdida:**

Para el cálculo de la pérdida se tomó en cuenta el diámetro interno.

$$H_f = (1743.811 * 1,155 * 1.05 * 4.08^{1.85}) / (150^{1.85} * 3.23^{4.87}) = 8.48 \text{ m}$$

○ **Cálculo de velocidad:**

$$V = Q/A = (5.88/1000) / (3.1416 * (6.115 * 2.54/100 * 2)^2) = 1.11 \text{ m/s}$$

○ **Cota piezométrica:**

$$CP = \text{Cota inicial} - H_f$$

$$CP = 1000 - 8.48 = 991.52 \text{ m}$$

2.2.8.5 Sistema de desinfección.

La desinfección será a base de cloro, el cual es un proceso que tiene como objetivo garantizar la potabilidad del agua asegurando la ausencia de microorganismos patógenos. Para la desinfección se aplicó la sustancia química Hipoclorito de Calcio con un 65% de cloro disponible, utilizando un hipoclorador automático PPG, éste dispositivo disuelve las pastillas de hipoclorito de calcio por el flujo de agua que entra al hipoclorador, siendo la cloración del agua controlada por este flujo.

Para determinar el modelo del hipoclorador, se necesita determinar el flujo de cloro y referirse a la tabla de hipocloradores.

Tabla XIII. Modelo de cloradores automáticos PPG.

CLORADORES.		
Modelo	Flujo de cloro	Capacidad
	Gramos/hora	Tabletas
3015	20-200	22
3075	90-900	113
3150	450-5400	227
3550	1400-11000	833

- **Determinación del flujo de cloro:**

$$F_c = Q \cdot D_c \cdot 0.06$$

Donde:

F_c = flujo de cloro en gramos/hora

Q = caudal de agua conducida en litros/min(352 lts/min)

Dc = demanda de cloro en mg/litro o PPM. (2 partes por millón)

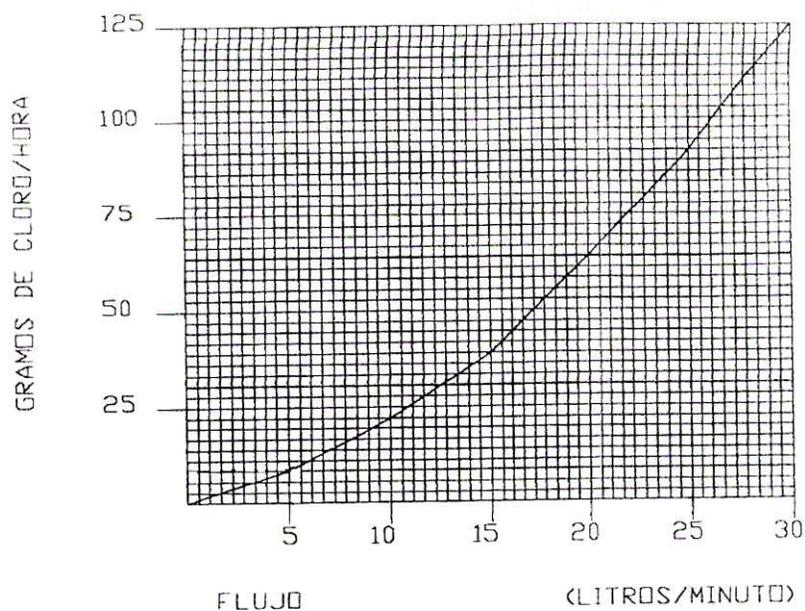
$$F_c = (352 \text{ lts/min}) * (2 \text{ PPM}) * 0.06 = 42.24 \text{ gr/hora.}$$

Con éste resultado se determina el modelo del clorador PPG que se debe utilizar según tabla de cloradores, complementando con las tabletas necesarias.

- **Flujo de agua que entra en el clorador.**

Teniendo el flujo de cloro en gr/hora, se interpola en la gráfica de cloradores, para obtener el flujo de agua que debe entrar en el clorador.

Figura 8. Gráfica de Clorador.



Interpolando el flujo de cloro en la figura anterior, se obtiene, el flujo de agua que debe entrar al clorador, siendo éste de 15.5 litros / minuto, con éste flujo más el flujo que no es clorado (352 lts/min – 15.5 lts/min = 336.5 lts/min), se obtiene la concentración de 2 PPM.

▪ **Dosificación del clorador.**

El flujo de cloro del clorador es de 42.24 gr/hora, entonces la cantidad de tabletas a usar en un mes son:

$$42.24 \text{ gr/hora} = 30,412.80 \text{ gr/mes}$$

Tomando en cuenta que una tableta contiene 300 gr, tenemos:

$$(30,412.80 \text{ gr/mes}) * (1 \text{ tableta}/300 \text{ gr}) = 101.38 \approx 102 \text{ tabletas.}$$

Por lo anterior se utilizará un clorador PPG, modelo 3075.

Comercialmente las tabletas de hipoclorito de calcio, se adquieren en tambos plásticos de 150 tabletas, por lo tanto, el rendimiento de estos será de:

$$\frac{150 \text{ tabletas}}{102 \text{ tabletas}} = 1.47 \text{ meses} \approx \mathbf{1.5 \text{ meses.}}$$

2.2.8.6 Obras de arte.

➤ **Válvula de compuerta.**

Son válvulas que funcionan mediante el descenso progresivo de una compuerta, que regula el paso de agua. Se utilizan para realizar reparaciones de tubería dañada, hacer limpieza del tanque de distribución y sectorizar el

servicio de agua, se colocan en la entrada y salida del tanque de distribución y en puntos principales de la red de distribución. Para el caso del proyecto, se colocaron válvulas de compuerta en la entrada y salida del tanque de distribución y en caja distribuidora de caudales.

➤ **Válvula de paso.**

Funcionan mediante un cono horadado, que al girar permite el paso del agua. Las válvulas de paso se instalarán, al inicio de cada conexión predial, se utilizan para cortar el servicio de agua o para hacer reparaciones dentro de las viviendas.

➤ **Válvula de aire.**

Son válvulas cuya función es permitir el escape del aire, que se acumula en las tuberías. Éstas se colocan en puntos altos a lo largo de la línea de conducción y distribución cuando no existen conexiones domiciliarias cerca, en éste caso se colocaron principalmente en la conducción, en las partes más altas.

➤ **Válvula de limpieza.**

Sirven para extraer los sedimentos, que se depositan en las partes bajas de la tubería; se colocan en puntos bajos de la línea de conducción, y consiste en válvulas de compuerta con una tubería de desagüe adicional.

➤ **Caja distribuidora de caudales.**

Ésta estructura es utilizada para distribuir el agua a cada ramal en proporción al número de viviendas; las partes que la componen son: caja de vertederos que es la que separa y distribuye los caudales, válvula de control de entrada y salida.

Ésta se colocará a una pequeña distancia del tanque de distribución, la que consiste en tres vertederos para tener una distribución uniforme del caudal.

➤ **Pasos de zanjón.**

En lugares donde existan depresiones o riachuelos, se colocarán pasos de zanjón, que son estructuras con columnas cortas y tubería HG; se trabajarán zanjones tipo “A” de 6 metros y tipo “B” de 12 metros de longitud. Ver ubicación en planos.

➤ **Paso aéreo.**

Se colocarán pasos aéreos donde lo requiera el terreno, en quebradas y ríos en que se requiera salvar un obstáculo. Este tipo de pasos se construirá de manera que la tubería de hierro galvanizado sea colocada horizontalmente, sostenida con cable tirante y de suspensión, evitando así que la tubería sufra fracturas o roturas.

A continuación se describe el diseño del paso aéreo de 46.77 metros.

Datos:

Luz de claro:	153.4056 Pies =	46.77 m
Diámetro de tubo:	6 Plg	Tipo liviano
Peso del tubo:	14.52 lb/pie	
Peso espec. Agua:	62.4 lb/pie ³	

Carga muerta:

$$Cm(\text{agua}) = \frac{\pi}{4} \cdot (d^2) \cdot P.\text{espc. agua} = 12.25 \text{ lb/p}$$

$$Cm = Cm \text{ tubo} + Cm \text{ agua} = 26.77 \text{ lb/p}$$

Carga viva:

Considerando el peso de una persona de 150 lb/tubo.

$$C_v = 7.5 \text{ lb/p}^2$$

Carga horizontal:

Considerando una velocidad de viento de 60 Km/hora y una presión de viento de 15 lb/pie².

$$W = \emptyset * \text{Presión de viento} = 7.5 \text{ lb/pie}$$

Integración de cargas (U):

Según ecuación (9-3) del ACI 318S 05:

$$U = 1.2C_M + 1.6C_V + 0.8W = 50.13 \text{ lb/p}$$

Diseño de cable principal:

Se utilizarán las fórmulas de Wire Rope Hand Book:

$H = (W * S^2) / (8 * d)$	Donde:	H = Tensión horizontal del cable.
$T = H * \sqrt{(1 + 16 * d^2 / S^2)}$		T = Tensión máxima del cable
$V = (T^2 - H^2)^{1/2}$		V = Tensión Vertical
$Y = W * X * (S - X) / (2 * H)$		Y = Variación de flecha
		W = Carga última
		d = Flecha

Tabla XIV. Tensiones de cable principal para diferentes valores de flecha.

W(lb/pie)	S (pies)	D(metros)	D(pies)	H(lbs)	T(Lbs)	V(lbs)
50.13	153.41	1.00	3.28	44955.99	45120.11	3844.86
50.13	153.41	1.25	4.10	35964.80	36169.73	3844.86
50.13	153.41	1.50	4.92	29970.66	30216.28	3844.86
50.13	153.41	1.75	5.74	25689.14	25975.27	3844.86
50.13	153.41	2.00	6.56	22478.00	22804.46	3844.86
50.13	153.41	2.25	7.38	19980.44	20347.01	3844.86
50.13	153.41	2.50	8.20	17982.40	18388.84	3844.86
50.13	153.41	2.75	9.02	16347.63	16793.69	3844.86
50.13	153.41	3.00	9.84	14985.33	15470.72	3844.86

De la tabla anterior se propone:

Flecha = D(pies)= 6.56 pies, que producen una tensión de: 22804.46 lbs.

Para lo que se utilizará cable de acero 6X25 con alma de acero, de 1/2":

Resistencia a tensión: 26,400 Lbs

Peso aprox: 1.55 lb/pie

Conociendo el cable a utilizar se integra nuevamente la carga muerta:

Cm = 28.32 lb/pie

La nueva carga última será:

$$U = U = 1.2CM + 1.6CV + 0.8W = 51.99 \text{ lb/pie} \\ = 77.51 \text{ Kg/m}$$

Los nuevos componentes de la tensión son:

$$H = (W*S^2)/(8*d) = 23312.07 \text{ lbs} = 10596.39 \text{ Kg}$$

$$T = H*\sqrt{(1+16*d^2/S^2)} = 23650.64 \text{ lbs} = 10750.29 \text{ Kg}$$

$$Y = (T^2-H^2)^{(1/2)} = 3987.52 \text{ lbs} = 1812.51 \text{ Kg}$$

Longitud total del cable principal:

Se recomienda una relación de S/4 como longitud entre soporte y anclaje.

$$SI = 38.35 \text{ pies}$$

$$LI = \sqrt{SI^2 + d^2} = 38.91 \text{ pies}$$

Debido a empalmes y dobleces en el anclaje, la longitud total del cable se incrementará un 10%:

$$L \text{ total} =$$

$$(\text{longitud suspendida entre columnas} + (\text{longitud soporte-anclaje}) * 2) * 1.10$$

$$L \text{ total} = 254.34 \text{ pies} = 77.54 \text{ metros.}$$

Péndolas o tirantes:

Las péndolas son las que sostienen la tubería y van unidas al cable principal, la separación máxima entre péndolas será: 2 m = 6.56 pies.

La carga de tensión que soportará viene dada por la siguiente fórmula:

$$Q = \text{Carga última} * \text{separación máxima entre péndolas}$$

$$Q = 341.03 \text{ lbs.}$$

Para ésta carga se utilizará cable de acero de 6X25 con alma de acero.

Diámetro: ¼ plg.

Resistencia a ruptura: 13200 lbs.

Para calcular la longitud de las péndolas se utilizará la siguiente ecuación:

$$Y = W \cdot X^2 / (2 \cdot H)$$

Donde:

Y= Variación de la flecha

W= Carga última

X= Variable

S= Luz

H= Tensión máxima del cable.

Se tomará una longitud de: 2 mts

A continuación se presenta la tabla de las diferentes péndolas:

Tabla XV. Diferentes péndolas para paso aéreo de 46.77 m.

X(m)	S-X(m)	W/2*H	Y(m)	L. péndola(m)	No. Péndolas	L.total(m)
2	44.77	0.00366	0.327	1.673	2	3.35
4	42.77	0.00366	0.626	1.374	2	2.75
6	40.77	0.00366	0.895	1.105	2	2.21
8	38.77	0.00366	1.134	0.866	2	1.73
10	36.77	0.00366	1.345	0.655	2	1.31
12	34.77	0.00366	1.526	0.474	2	0.95
14	32.77	0.00366	1.678	0.322	2	0.64
16	30.77	0.00366	1.801	0.199	2	0.40
18	28.77	0.00366	1.894	0.106	2	0.21
20	26.77	0.00366	1.958	0.042	2	0.08
22	24.77	0.00366	1.993	0.007	2	0.01
24	22.77	0.00366	1.999	0.001	2	0.00
					Total:	13.65

Las péndolas se sujetarán con guarda cables y abrazaderas, debido a éstos accesorios se aumentará la longitud en un 15%.

Longitud total = 15.70 metros.

Diseño de columnas de soporte del cable.

La función básica de éstas columnas es la de cambiar el sentido a la tensión del cable principal, en dirección del anclaje.

Tendrá una altura de: 3 metros (flecha + 1 metro de profundidad de cimentación), con una sección de 0.3*0.3 m, de concreto reforzado y se diseñarán usando las siguientes especificaciones:

Ec = Módulo de elasticidad del concreto =	221,500 Kg/cm ²
F'c = Resistencia a compresión del concreto =	210 Kg/cm ²
Fy = Esfuerzo de fluencia del acero grado 40 =	2810 Kg/cm ²
γc = Peso específico del concreto =	2.4 T/m ³
γs = Peso específico del suelo =	1.6 T/m ³
Vs = Valor soporte del suelo =	10 T/m ³
γcc = Peso específico del concreto ciclópeo =	2.5 T/m ³
Base de la columna =	0.3 m
Altura de la columna =	0.3 m

Tipo de columnas:

Cortas =	E < 21	
Medianas =	21 ≤ E ≤ 100	E = (K*Lu)/r
Largas =	E > 100	

Donde:

$$\begin{aligned}
K &= \text{factor de pandeo} = 2 \\
Lu &= \text{longitud de columna} = 3 \text{ m} \\
r &= \text{radio de giro } \sqrt{I/A} = 0.09 \text{ m} \\
I &= \text{inercia de la sección de columna} \\
&= 0.0007 \text{ m}^4 \\
A &= \text{área de la sección de columna} = 0.09 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

$$E = 69.28$$

La que se clasifica como una columna mediana.

Carga crítica de la columna (Pcr):

La carga crítica de una columna, es la que produce pandeo en dos puntos de inflexión, según León Hard Euler, la fórmula general es:

$$P_{cr} = (\pi^2 * E * i) / (K * Lu)^2 = 409898.925 \text{ Kg} = \mathbf{409.90 \text{ Ton}}$$

Refuerzo en la columna:

$$A_g = \text{área de columna} = 900 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ mín}} = 1\% A_g = 9 \text{ cm}^2$$

Se utilizarán 8 varillas #4, grado 40.

La carga resistente será:

$$P_u = 0.70 * (0.85 * f_c * (A_{\text{columna}} - A_{\text{acero}}) + (A_{\text{acero}} * f_y)) / 1000 = \mathbf{129.03 \text{ T}}$$

Como 129.03 Ton, menor a P crítica (409.90 Ton), la columna soportará la carga actuante.

Debido a que no estará sometida a ningún esfuerzo flexionante, se reforzará transversalmente con acero grado 40 # 3, a cada 20 cm. Según ACI-318-05 no debe ser mayor a: 16 veces el diámetro de la varilla longitudinal.

Zapata:

Datos:

Peralte = 0.2 m

Longitud = 0.8 m

Ancho = 0.8 m

Recubrimiento = 0.075 m

Vs asumido = 10 T/m²

Factor de Carga Última:

FCU = $C_u / (C_m + C_v) = 1.45$

La carga que soportará la zapata es:

Componente vertical de la tensión del cable = 1.81 T

Peso propio de la columna $(3.5 * 0.3 * 0.3) * \text{Peso específico} = 0.65 \text{ T}$

Peso propio del suelo = 1.02 T

Peso propio de la zapata $(0.20 * 0.8 * 0.8) * \text{Peso específico} = 0.31 \text{ T}$

Total = 3.79 T

Se debe cumplir que P_z / A_z^2 , debe ser menor que el valor soporte del suelo, entonces:

$$5.92 \text{ T/m}^2, \text{ menor que } V_s = 10 \text{ T/m}^2$$

La carga última que soportará la zapata es:

$$C_u = FCU * P_z / A_z^2 = 8.60 \text{ T/m}^2$$

Verificación por corte simple:

Peralte (d) = 0.125 m = 12.5 cm

excentricidad = 0.675 m = 67.5 cm

Corte Actuante:

$$V_a = C_u \cdot \text{ancho de zapata} \cdot e = 4.64 \text{ T}$$

Corte Simple Resistente:

$$V_c = 0.85 \cdot 0.53 \cdot (\sqrt{f_c}) \cdot b \cdot d = 6.53 \text{ T}$$

$V_c > V_a$, por lo que cumple por corte simple.

Verificación por corte punzonante.

Corte punzonante actuante:

$$V_a = C_u \cdot (\text{Area zapata} - \text{Area punzonante})$$

Area punzonante = sección de columna + d

$$V_a = 1.85 \text{ T}$$

Corte punzonante resistente:

$$V_r = (0.85 \cdot 1.06 \cdot (\sqrt{f_c}) \cdot b_o \cdot d) / 1000$$

$$b_o = 4 \cdot (\text{lado de columna} + d)$$

$$V_r = 27.75 \text{ T}$$

$V_r > V_a$, si cumple por corte punzonante.

Cantidad de acero:

$$M_u = ((C_u \cdot L^2) / 2) \cdot 1000 = 171.96 \text{ Kg-m}$$

$$A_s = \frac{(b \cdot d - \sqrt{(b \cdot d)^2 - M_u \cdot b / 0.003825 \cdot f_c}) \cdot (0.85 \cdot f_c / f_y)}{\sqrt{(b \cdot d)^2 - M_u \cdot b / 0.003825 \cdot f_c}} = 991.40$$

$$(b.d - \sqrt{(b.d)^2 - \mu.b/0.003825*f_c}) = 8.60$$

$$(0.85*f_c/f_y) = 0.06$$

$$A_s = 0.55 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ mín}} = (14.1/f_y)*b*d = 6.27 \text{ cm}^2$$

Como A_s menor a $A_{s \text{ mín}}$, entonces se utilizará $A_{s \text{ mín}}$.

Por lo anterior se utilizará una 5 varillas #6 @ 20 cm, distribuido en los 0.8 m.

Anclajes:

Se diseñarán en base a la teoría de Ranking, para empuje de tierras y será de concreto ciclópeo enterrado:

$$\emptyset = 30 \text{ grados}$$

$$\mu = 0.4$$

$$\gamma \text{ mampostería} = 2.5 \text{ T/m}^3$$

$$\text{Longitud} = 1.3 \text{ m}$$

$$\text{Ancho} = 1.3 \text{ m}$$

$$\text{Alto} = 1.3 \text{ m}$$

Tomando en cuenta un 90%, de la tensión máxima:

$$\text{Tensión total} = 23650.64 \text{ lb} = 9.68 \text{ T}$$

$$\text{Tensión por anclaje} = 4.84 \text{ T}$$

$$\text{Peso de anclaje} = 5.49 \text{ T}$$

Con lo anterior, se observa que la tensión en cada anclaje es contrarrestada por el peso del mismo.

2.2.9 Planos constructivos.

Se elaboraron los siguientes planos:

- Planta línea de conducción
- Perfil línea de conducción
- Planta red de distribución
- Perfil línea de conducción
- Obras de arte
- Tanque de distribución
- Conexión domiciliar

2.2.10 Presupuestos.

2.2.10.1 Materiales.

Para la integración del costo total, se cotizó materiales en la cabecera municipal de Chiché y otros en empresas como AMANCO, TUBAC, etc de la ciudad capital. A los precios de los materiales obtenidos se le agregó el costo del transporte.

2.2.10.2 Mano de obra.

Los salarios de mano de obra calificada, se tomaron según información proporcionada por la municipalidad de Chiché, lo concerniente a mano de obra no calificada, será un aporte de los beneficiarios del proyecto.

2.2.10.3 Costo total del proyecto.

En la siguiente tabla, se presenta el presupuesto general para la integración del costo total del proyecto.

Tabla XVI. Presupuesto general.

No.	REGLON	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	COSTO
COSTOS DIRECTOS					
1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	ml	33542.6	0.75	25157.0
2	CAPTACIÓN	unidad	1	8600.41	8600.41
3	LÍNEA CONDUCCIÓN (14,379.95 ml)				3224602.00
	Tubo PVC 6" 125 psi	unidad	1019	967.58	985963.35
	Tubo PVC 6" 160 psi	unidad	193	1180.58	227851.81
	Tubo PVC 6" 250 psi	unidad	141	1730.58	244011.69
	Tubo HG 6"	unidad	729	2202.58	1605680.34
	Tubo PVC 4" 125 psi	unidad	273	490.58	133928.16
	Tubo PVC 4" 160 psi	unidad	46	590.58	27166.65
4	RED DE DISTRIBUCIÓN(19,162.68 ml)				558611.40
	Tubo PVC de 1/2", 315 psi	unidad	2930	54.71	160293.31
	Tubo PVC de 3/4", 250 psi	unidad	899	64.31	57812.55
	Tubo PVC de 1 1/2", 125 psi	unidad	581	97.71	56768.12
	Tubo PVC de 2", 100 psi	unidad	319	118.71	37867.73
	Tubo PVC de 2", 125 psi	unidad	755	136.71	103214.25
	Tubo PVC de 2 1/2", 125 psi	unidad	206	188.71	38873.77
	Tubo PVC de 2 1/2", 160 psi	unidad	263	229.71	60413.10
	Tubo PVC de 3", 100 psi	unidad	193	224.71	43368.57
5	PASOS AÉREOS (7 UNIDADES)				86794.02
	Paso aéreo 40.95 ml	unidad	1	11508.27	11508.27
	Paso aéreo 68.02 ml	unidad	1	19115.82	19115.82

Continúa.

	Paso aéreo 17.99 ml	unidad	1	5055.77	5055.77
	Paso aéreo 46.77 ml	unidad	1	13143.88	13143.88
	Paso aéreo 37.75 ml	unidad	1	10608.97	10608.97
	Paso aéreo 54.70 ml	unidad	1	15372.47	15372.47
	Paso aéreo 42.66 ml	unidad	1	11988.84	11988.84
6	PASO ZANJÓN (22 UNIDADES)				29215.36
6.1	Paso zanjón 3.68 ml	unidad	1	549.32	549.32
6.2	Paso zanjón 9.95 ml	unidad	1	1485.25	1485.25
6.3	Paso zanjón 10.32 ml	unidad	1	1540.48	1540.48
6.4	Paso zanjón 6.97 ml	unidad	1	1040.42	1040.42
6.5	Paso zanjón 12.71 ml	unidad	1	1897.24	1897.24
6.6	Paso zanjón 5.59 ml	unidad	1	834.43	834.43
6.7	Paso zanjón 11.73 ml	unidad	1	1750.95	1750.95
6.8	Paso zanjón 9.61 ml	unidad	1	1434.50	1434.50
6.9	Paso zanjón 5.19 ml	unidad	1	774.72	774.72
6.10	Paso zanjón 5.90 ml	unidad	1	880.70	880.70
6.11	Paso zanjón 8.70 ml	unidad	1	1298.66	1298.66
6.12	Paso zanjón 6.97 ml	unidad	1	1040.42	1040.42
6.13	Paso zanjón 3.38 ml	unidad	1	504.54	504.54
6.14	Paso zanjón 6.72 ml	unidad	1	1003.10	1003.10
6.15	Paso zanjón 18.85 ml	unidad	1	2813.76	2813.76
6.16	Paso zanjón 7.47 ml	unidad	1	1115.06	1115.06
6.17	Paso zanjón 12.51 ml	unidad	1	1867.38	1867.38
6.18	Paso zanjón 14.31 ml	unidad	1	2136.07	2136.07
6.19	Paso zanjón 6.87 ml	unidad	1	1025.49	1025.49
6.20	Paso zanjón 8.77 ml	unidad	1	1309.11	1309.11
6.21	Paso zanjón 12.71 ml	unidad	1	1897.24	1897.24
6.22	Paso zanjón 6.81 ml	unidad	1	1016.54	1016.54
7	TANQUE DISTRIBUCIÓN(170M3)	unidad	1	142514.60	142514.60
8	VÁLVULA DE AIRE CON CAJA	unidad	36	1500	54000.00
9	VÁLVULA DE LIMPIEZA CON CAJA	unidad	18	1500	27000.00
10	CAJA ROMPEPRESIÓN CON V. FLOTE	unidad	7	1500	10500.00

Continúa.

11	VÁLVULA DE CONTROL CON CAJA	unidad	5	1400	7000.00
12	CAJA DISTRIB. CAUDALES CON V.C	unidad	1	2500	2500.00
13	CONEXIÓN DOMICILIAR	unidad	586	190	111340.00
14	SISTEMA CLORACIÓN	unidad	1	7500	7500.00
	TOTAL COSTOS DIRECTOS				4295334.76
	COSTOS INDIRECTOS				
15	ADMINISTRACIÓN	global	1	429533.5	429533.48
16	DIRECCIÓN TÉCNICA	global	1	214766.7	214766.74
17	UTILIDAD	global	1	429533.5	429533.48
	TOTAL COSTOS INDIRECTOS				1073833.69
	COSTO TOTAL(Q)				5369168.45

APORTE BENEFICIARIOS				330000.00
Mano de obra no calificada	jornal	6600	50	330000.00

NOTA: La mano de obra no calificada, constituirá un aporte de los beneficiarios del proyecto.

2.2.11 Evaluación de impacto ambiental.

En el estudio de impacto ambiental (EIA) para el sistema de agua potable para las comunidades mencionadas, se describen las características físicas del proyecto, sirviendo de base para la identificación del impacto al ambiente. También se indican las medidas de mitigación a través de planes sobre las acciones a tomar para contrarrestar los efectos causados por los impactos negativos generados por dicho proyecto.

2.2.11.1 Descripción de actividades para la construcción del proyecto.

Actividades preliminares:

- Trazo y preparación de paso y zanjeo
- Chapeo y limpieza general
- Construcción de bodega de materiales temporales

Obra civil:

- Limpieza
- Excavación de zanjas para tuberías
- Armado y fundición de estructuras de concreto reforzado
- Construcción de estructuras de concreto ciclópeo
- Instalación de tuberías de conducción
- Relleno de zanjas
- Construcción de obras de arte
- Instalación de tuberías
- Instalación de conexiones domiciliarias
- Reforestación
- Uso del sistema
- Operación y mantenimiento

2.2.11.2 Identificación y valoración de los impactos.

Se hará una identificación de impactos y su origen, sin proporcionar un valor cuantitativo de ese impacto; sin embargo, por la importancia del proyecto para las comunidades hará que muchos se beneficien no sólo en lo económico sino en salubridad. Se mencionarán algunos elementos ambientales fundamentales, que un proyecto de agua potable deben ser considerados.

1. Características físicas: entre éstas características se pueden mencionar: tierra, agua y atmósfera.
2. Condiciones biológicas: flora y fauna.
3. Factores culturales: uso del suelo, ética e interés humano.
4. Relaciones ecológicas: salinización de recursos hídricos, insectos y enfermedades.
5. Factores socioeconómicos: comercio, empleo, tránsito y vehículos.

Para evaluar el proyecto en su conjunto es necesario basarse en resultados donde se haga un balance entre el beneficio contra el impacto que se tendrá durante la construcción y operación del proyecto; éste proyecto es imprescindible para evitar enfermedades gastrointestinales en la población.

Algunos de los elementos afectados durante la construcción y operación del proyecto que tienen impactos negativos, pero mitigables son:

1. Características físicas: tierra y agua.
2. Condiciones biológicas: flora.
3. Factores culturales: uso del suelo y actividades.

4. Relaciones ecológicas: salinización de recurso hídricos, insectos.

Los factores y elementos que no se mencionan tienen impactos positivos o su impacto negativo es casi inexistente. Evaluando el proyecto en conjunto, se harán algunas mitigaciones necesarias, con las cuales se hará que el proyecto tenga un impacto equilibrado y por consiguiente aceptable.

2.2.11.3 Medidas de mitigación.

El objetivo de un plan de seguridad humana es proporcionar tanto a los administradores y principalmente a los trabajadores las medidas y conductas adecuadas para evitar accidentes. El ejecutor del proyecto deberá proporcionar y dotar al trabajador de equipo de protección, un botiquín de primeros auxilios básicos, así como involucrar a cada trabajador a realizar con responsabilidad su trabajo y ayudar a los demás en caso que suceda un accidente.

El objetivo del plan ambiental es minimizar los impactos negativos asociados con la construcción del proyecto, aunque los impactos negativos que se generan no son críticos. Las medidas preventivas, mitigación y/o correctivas, según su aplicación son las siguientes:

- Medidas de control: son las que se implementan para reducir los efectos ambientales negativos de las operaciones de construcción del proyecto,
- Medidas preventivas: aquellas que anticipadamente se implementan para evitar el deterioro del ambiente.

- Medidas de rehabilitación: son las necesarias para minimizar el deterioro del ambiente, procurando su mejoramiento durante o después de las operaciones del proyecto.

Los factores ambientales más importantes o relevantes que se afectan en la construcción del sistema de abastecimiento de agua potable, son los siguientes:

1. Atmósfera y calidad del aire.

- Utilización de agua en las partes donde sea necesario, para evitar desprendimientos de partículas tales como el polvo en suspensión generado por movimiento al excavar.
- Realizar mantenimiento preventivo a la maquinaria y vehículos que se utilizaran en la obra, para evitar contaminación del aire.

2. Suelo y geología.

- Prevención y control: la excavación de zanjas en el suelo es inevitable, sin embargo este factor ambiental no representa mayores consecuencias negativas. Así mismo no se reportan sitios de carácter científico, arqueológico en la localización del proyecto.
- Mitigación: no habrá movimiento de tierra, y el volumen no será alterado puesto que lo que se excave servirá de relleno para ocupar el mismo volumen removido.

3. Fauna.

- Prevención y control: como medidas de prevención deberá prohibirse la caza o captura de cualquier especie animal y facilitar la reforestación para la recuperación de los habitats, tanto de aves como fauna terrestre.
- Mitigación: rellenar toda excavación para evitar accidentes o que sirva de trampa a la fauna local, lo cual puede representar mayor peligro en los horarios nocturnos.

2.2.12 Evaluación socio-económica.

2.2.12.1 Valor presente neto.

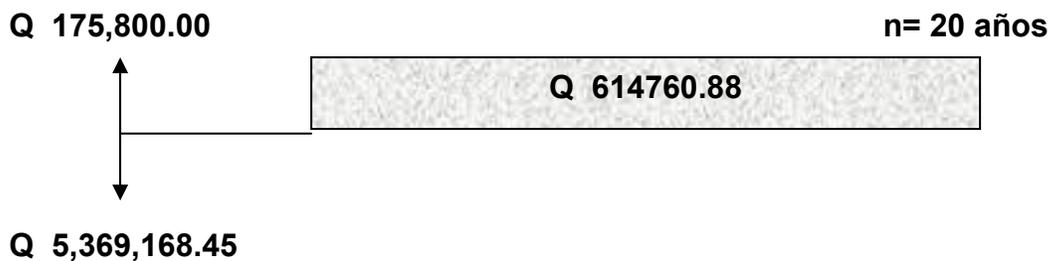
Ésta es una alternativa para toma de decisiones de inversión, lo cual permite determinar de ante mano si una inversión vale la pena o no poder realizarla y no hacer así malas inversiones que provoquen en el futuro pérdidas.

La municipalidad de Chiché pretende invertir Q 5,369,168.45 en la ejecución del proyecto introducción de agua potable. Se estima tener los siguientes ingresos: la instalación de la acometida será un pago único de Q 300.00 por vivienda, también se pedirá un ingreso mensual por vivienda de Q 41.59; así también un ahorro en el área de salud de Q 50 por vivienda al mes, un ahorro de Q 500 al mes por vivienda con base a la oportunidad de implementar cualquier negocio en el tiempo que ocupan para el acarreo de agua. Suponiendo una tasa de interés anual del 8%, se determinará la factibilidad del proyecto por medio del valor presente neto.

Tabla XVII. Valor presenta neto.

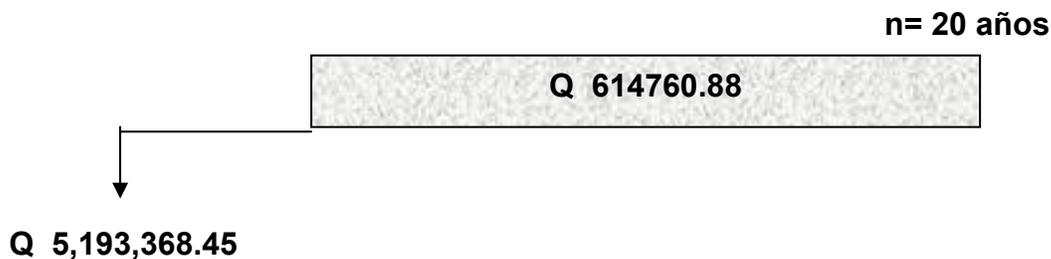
DESCRIPCIÓN	OPERACIÓN	RESULTADO
Costo inicial		Q. 5,369,168.45
Ingreso inicial	(Q. 300/viv)(586 viv)	Q. 175,800.00
Ingreso anual	(Q.41.59/viv)(586viv)(12 meses)	Q.292,460.88
Ahorro anual	(Q 50+500)(586)	322,300
Vida util		20 años

Figura 9. Valor presente neto.



Simplificando:

Figura 10. Simplificando valor presente neto.



Se utilizará el signo negativo para los egresos y el signo positivo para los ingresos, utilizando valor presente dado un pago uniforme (P/A, i, n), se tiene:

$$P = A \left[\frac{(1 + i)^n - 1}{i (1 + i)^n} \right]$$

P = Valor presente dado un pago uniforme
A = Anualidad, según sea ingreso y/o egreso
i = Tasa de interés anual
n = número de años en que se proyecta la obra

$$VPN = 614760.88 \frac{[(1+0.08)^{20}-1]}{0.08} - 5,193,368.45$$

$$\mathbf{VPN = 842,444.49}$$

Como el Valor Presente Neto calculado es mayor a cero, indica que la realización del proyecto es factible, tomando en cuenta el aspecto de salud y tiempo que ocupan para el acarreo de fuentes cercanas.

2.2.12.2 Tasa interna de retorno.

Conceptualmente la tasa interna de retorno es la tasa máxima de utilidad que puede pagarse u obtenerse en la evaluación de una alternativa.

a) Si se utiliza una tasa de interés de 8%

$$VPN = 614760.88 \frac{[(1+0.08)^{20}-1]}{0.08} - 5,193,368.45$$

$$\mathbf{VPN = 842,444.49}$$

b) Si se utiliza una tasa de interés de 12%

$$VPN = 614760.88 \frac{[(1+0.12)^{20}-1]}{0.12} - 5,193,368.45$$

$$\mathbf{VPN = - 601,446.71}$$

Se utiliza la interpolación matemática para hallar la tasa de interés que se busca.

12%	VPN = - 601,446.71
TIR	VPN = 0
8 %	VPN = 842,444.49

Se utiliza la proporción entre diferencias que se correspondan:

$$\text{TIR} = \frac{[(8 - 12) - (0 - (842,444.49))]}{- 601,446.71 - (842,444.49)} + 8$$

TIR = 7.41% anual

Al llevar a cabo el proyecto, la ganancia a obtener se reflejará en el ahorro que los beneficiarios tendrán, en concepto de salud e ingresos por negocios a implementar en el tiempo disponible, que anteriormente utilizaban para el acarreo de agua.

2.2.13 Programa de operación y mantenimiento.

Para que el proyecto pueda mantenerse en condiciones adecuadas durante su funcionamiento, es necesario que una persona sea responsable de la operación, la que consistirá en alimentar el hipoclorador, verificar llaves de compuerta y la organización de otras actividades.

Así también, es necesario que periódicamente se proporcione mantenimiento, a la captación, tanque de almacenamiento y otros, dos veces por año, el que consistirá en una limpieza, cambios de materiales necesarios y reparaciones menores.

2.2.14 Propuesta de tarifa.

Tabla XVIII. Consumo y/o producción promedio.

No.Servi cios	Dotación (lts/hab/día)	Población actual	Habitantes por servicio	Producción promedio mensual(m3)	Producción promedio anual(m3)	Consumo promedio mensual por servicio(m3)
586	80	2930	5	15,240.96	182,891.52	12

o Consumo de cloro.

El agua se desinfectará utilizando un dosificador con tabletas de hipoclorito de calcio. Cada cubeta contiene 150 tabletas y pesa 45 kilogramos, su precio es de Q 2,450. Cada tableta de 300 gramos cuesta Q16.33, por lo tanto, cada gramo tiene un precio de Q0.054.

Se utilizará una disposición de cloro en el tanque de almacenamiento de 2 PPM, lo cual indica que el consumo de cloro es de 2 gr/m³. El costo del cloro es entonces de Q 0.1088/m³.

Tabla XIX. Costo de Operación y mantenimiento.

ACTIVIDAD	FRECUENCIA		COSTO UNITARIO(Q)	COSTO ANUAL(Q)
	Cantidad	Unidad		
Limpieza de captación y tanque de almacenamiento	2	Veces/año	225	450
Alimentación de hipoclorador	12	Veces/año	35	420
Reparaciones menores	1	Global	2900	2900

Continúa.

Materiales (tubería, accesorios, etc)	1	Global	5500	5500
TOTAL				9,150

$$\begin{aligned} \text{Costo de operación y mantenimiento} &= \text{Total/Producción anual} \\ &= 9,150/182,891.52 = \mathbf{Q\ 0.050} \end{aligned}$$

Tabla XX. Costos de Administración.

ACTIVIDAD	FRECUENCIA		COSTO UNITARIO(Q)	COSTO MENSUAL(Q)
	Cantidad	Unidad		
Cobro y control individual	1	Veces/mes	350	350
Elaboración de notas varias	1	Ocasional	70	70
Control de libro de caja	1	Global	150	150
Asesoría administrativa y técnica	1	Global	400	400
Viáticos de personal	1	Ocasional	250	250
Materiales (papelería, útiles de oficina)	1	Global	80	80
TOTAL				1300

$$\begin{aligned} \text{Costo administración} &= \text{Total/Consumo mensual} = \text{Q}1300/15,240.96 \\ &= \mathbf{Q\ 0.085/m^3} \end{aligned}$$

○ **Recuperación de equipo percedero.**

Costo de equipo de cloración = Q 7,500

Utilizando fórmula de factor de recuperación de capital:

Inflación = 9%

Vida útil = 10 años

$$\text{Amortización anual} = p(i(1+i)^n) / ((1+i)^n - 1)$$

$$\text{Amortización anual} = Q 1,168.65$$

Costo = Amortización anual / Producción anual.

$$\text{Costo} = Q 1,168.65 / 182891.52 = \mathbf{Q 0.0063 / m^3}$$

Recuperación de la infraestructura:

Inflación = 9%

Vida útil = 20 años

Materiales, tubería, etc. = Q 4,130,898.16

Mano de obra calificada = Q 164,436.97

Acompañamiento técnico y administrativo = Q 1,073,833.69

Total = Q 5,369,168.45

Utilizando fórmula de factor de recuperación de capital:

Amortización anual = Q 588,173.47

Costo = Amortización anual/Prod. Anual = Q 3.2159/m³

Tabla XXI. Resumen de costo/m³.

RUBRO	COSTO / M3 (Q)
Hipoclorito	0.1088
Operación y mantenimiento	0.0500
Administración	0.0850
Recuperación de equipo	0.0063
Recuperación de infraestructura	3.2159
TOTAL	3.466

Tarifa = Consumo mensual por servicio * costo/m³

Tarifa = Q 41.59

o **Tasa beneficiario nuevo.**

La tasa por derecho de servicio, para una persona que lo necesite posteriormente a la ejecución del proyecto, se integra por los siguientes costos:

Cantidad de jornales que aportó cada beneficiario = 11.26

Costo del jornal en la comunidad = 50.00

Tabla XXII. Integración de tasa para nuevo beneficiario.

DESCRIPCIÓN	SUB-TOTAL (Q)
Costo aporte jornales	563.00
Aporte compra fuente	100.00
Aporte compra terreno tanque distribución	25.00
Derecho de paso de tubería	25.00
Aporte implementación de proyecto	15.00
Aporte por gestión de proyecto	10.00
TOTAL	738.00

CONCLUSIONES

1. Como resultado del diagnóstico sobre necesidades básicas, realizado en las comunidades Cruz de Caminos, Choyomché I y II, Parcelas y Campo Alegre, se concluyó que el sistema de abastecimiento de agua potable y construcción de carretera, mejorará las condiciones de vida de los comunitarios.
2. El proyecto sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro comunidades, vendrá a evitar la proliferación de enfermedades gastrointestinales causadas por el uso de aguas contaminadas, con lo que se espera beneficiar a 2,930 habitantes.
3. La carretera hacia la comunidad Cruz de Caminos, constituye una vía de acceso estratégica, no sólo para los beneficiarios directos, sino que también para aquellos de comunidades aledañas, ya que comunica directamente con la cabecera municipal de Chinique, ésta condición creará un beneficio directo, por lo tanto facilitará el transporte de personas, productos y en general intercambio comercial.
4. Con el diseño de carretera y sistema de abastecimiento de agua potable, se proporciona a la corporación municipal de Chiché y miembros de los COCODES, una propuesta de solución técnica y financiera adaptable a las condiciones de las comunidades influenciadas.

RECOMENDACIONES

Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODES) de las comunidades Cruz de Caminos, Choyomché I, Choyomché II, Parcelas y Campo Alegre:

1. Realizar las gestiones necesarias ante instituciones internacionales y/o gubernamentales, para la consecución del financiamiento.

Municipalidad de Chiché:

2. Garantizar la supervisión técnica del proyecto, al momento de su ejecución, para que éstos se realicen de acuerdo con las especificaciones indicadas en los planos.
3. Actualizar los presupuestos y cronogramas de ejecución, previo a la cotización de los proyectos, para que estén acordes a la realidad.

Facultad de Ingeniería:

4. Apoyar y promover el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), como vía de graduación, por los beneficios que brinda, sobre todo, a las comunidades del interior del país y principalmente en las áreas rurales más necesitadas.

BIBLIOGRAFÍA

1. American Association of State Highways and Transportation Officials (AASHTO). Standar specifications for higways and bridges. 16^a edición. Estados Unidos 1996.
2. Arana Aguirre, Bamner Enoc Diseño de carretera hacia aldea Palo Blanco y edificaciones escolares de nivel primario en los caseríos Briotes y Tres Ceibas, municipio de Conguaco, Jutiapa. Tesis de Ingeniería Civil. Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005.
3. Dirección General de Caminos. **Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes.** Guatemala 2001.
4. Giles, Ranal V. **Mecánica de Fluidos e Hidráulica.** Segunda edición, México. Editorial McGRAW-HILL, 1969.
5. Oliva Juárez, Jorge Oswaldo Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable aldea la Montaña y caserío el Naranja, municipio de Moyuta, departamento de Jutiapa. Tesis de Ingeniería Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003.
6. Olivera Bustamante, Fernando. **Estructuración de vías terrestres.** Segunda edición, México: Editorial CECSA, 2001. 413 pp.
7. Palacios Hernández, Gustavo Adolfo Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, aldea Llano Grande Chinacá y salón de uso múltiple para Zaculeu central zona 9, municipio de Huehuetenango, Huehuetenango.
8. Reglamento para las construcciones de concreto estructural y comentarios. ACI 318-99. Instituto mexicano del cemento y del concreto, México: 2002.347 pp.

APÉNDICE

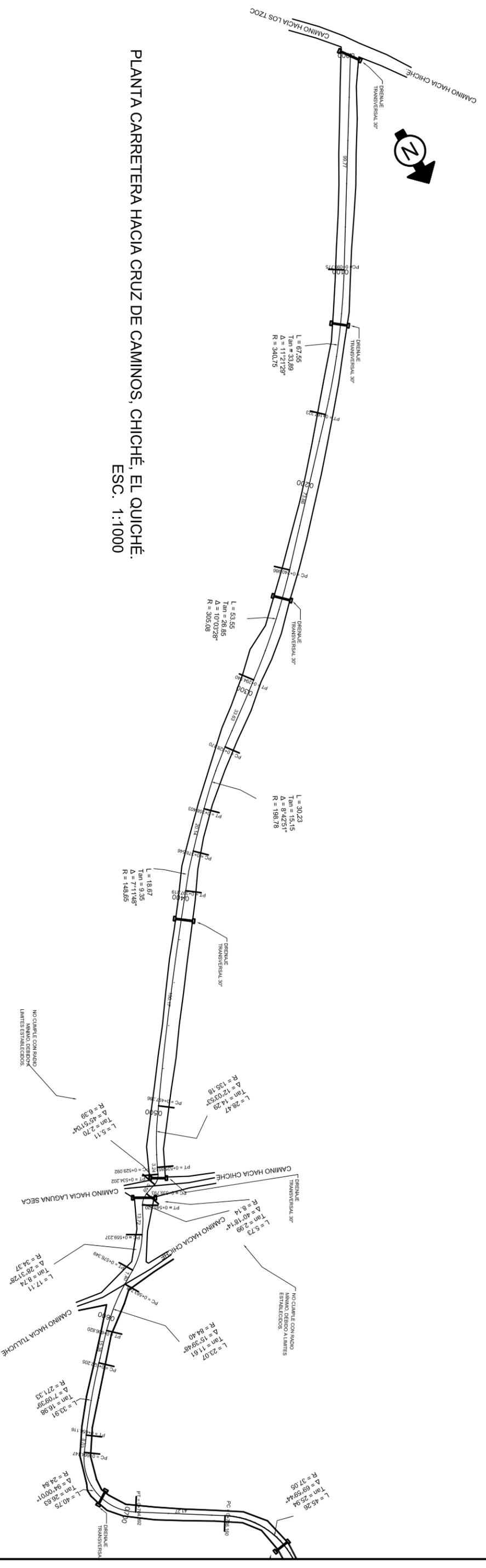
En ésta sección se incluye lo siguiente:

1. Planos de la carretera hacia la comunidad Cruz de Caminos, municipio de Chiché, departamento de El Quiché.
2. Planos del sistema de agua potable, para las comunidades Choyomché I, Choyomché II, Parcelas y Campo Alegre, municipio de Chiché, departamento de El Quiché.

EPS
 EMPRESA PÚBLICA
 DE SERVICIOS
 PÚBLICOS
 DEL QUICHÉ

177

INGENIERO EN CARRETERAS
 INGENIERO EN GEOMÁTICA



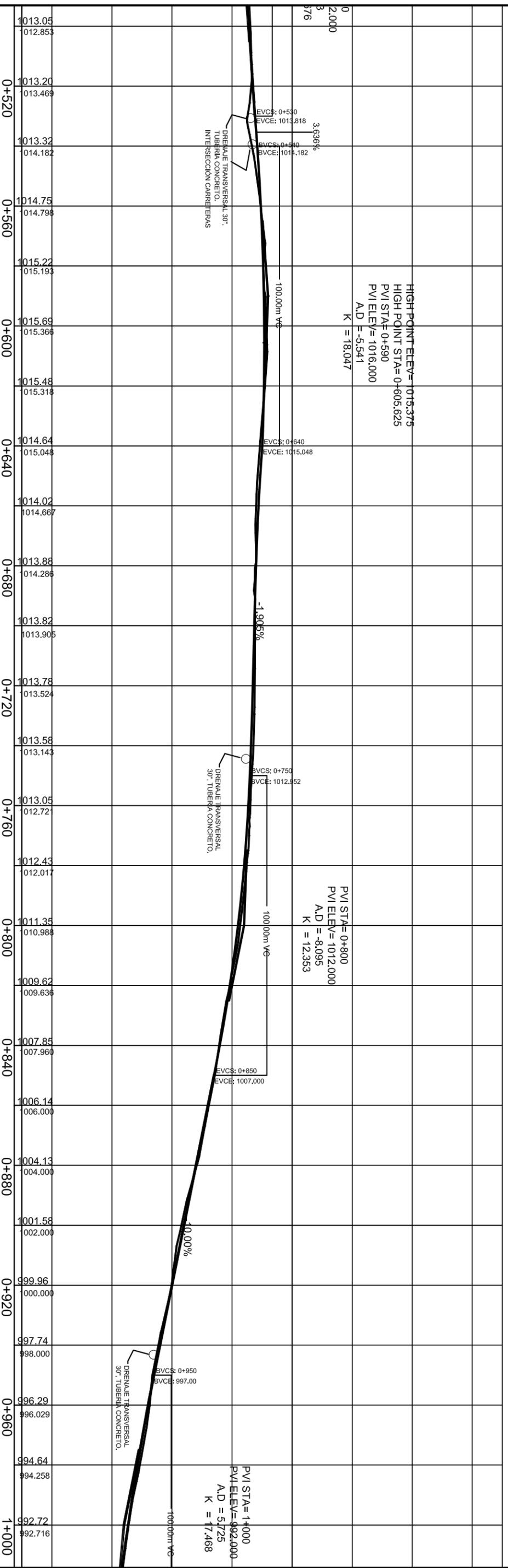
PLANTA CARRETERA HACIA CRUZ DE CAMINOS, CHICHÉ, EL QUICHÉ.
ESC. 1:1000



EPS
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
 CHICHÉ, EL QUICHÉ.

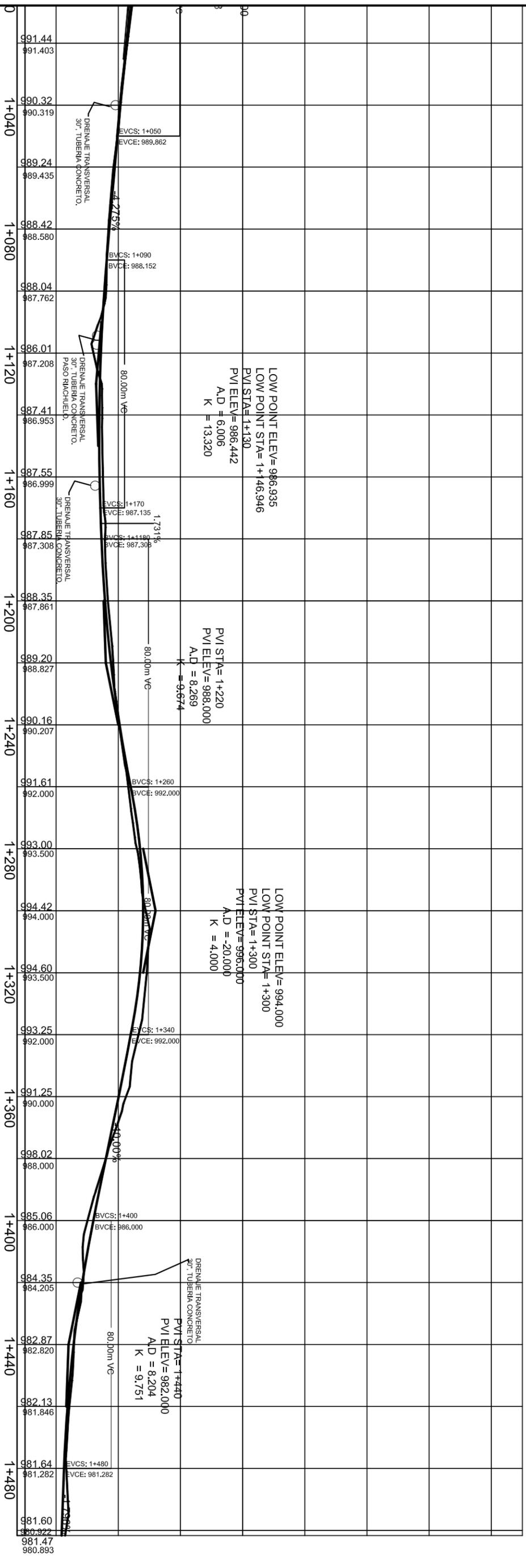
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA DE CHICHÉ A LA ZONA DE LA SIERRA DE LA NEBLINA
FECHA:	2010
ESCALA:	1:2000
PROYECTANTE:	ING. JUAN CARLOS GONZÁLEZ
REVISOR:	ING. JUAN CARLOS GONZÁLEZ
APROBADO:	ING. JUAN CARLOS GONZÁLEZ

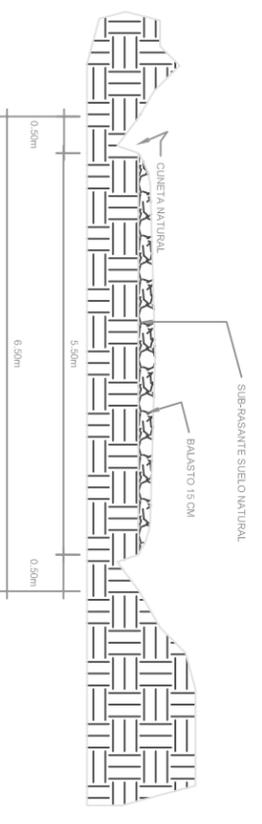
4/7



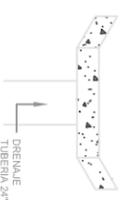
EPS UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CHICLÉ, EL QUICHÉ

INSTITUCIÓN	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CHICLÉ, EL QUICHÉ
FECHA	2014
PROYECTO	RECONSTRUCCIÓN DEL PASADIZO DE PASO RIACHUELO
ESTADÍSTICA	5/7
PROFESOR	ING. JUAN CARLOS RAMÍREZ
ESTUDIANTE	ING. JUAN CARLOS RAMÍREZ

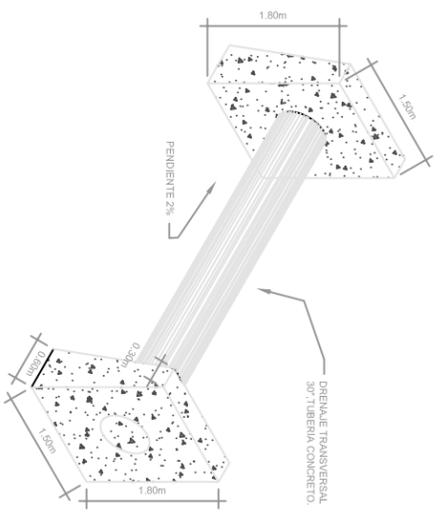




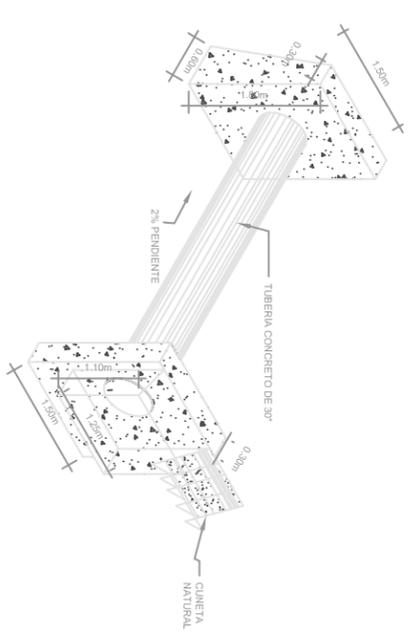
SECCION TIPICA
ESC. 1:50



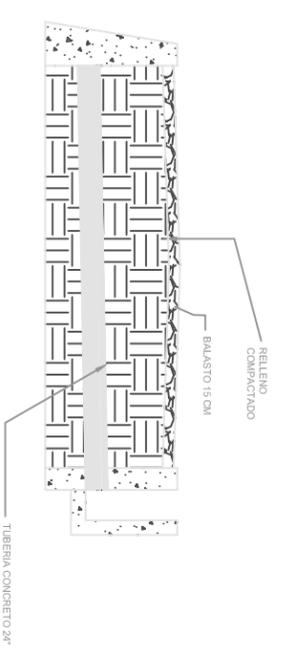
PLANTA CABEZAL
ESC. 1:50



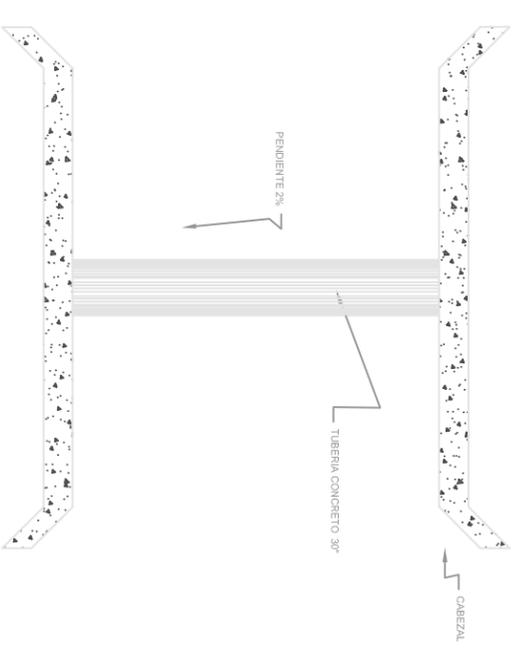
ISOMETRICO DRENAJE TRANSVERSAL
EN INTERSECCION DE CARRETERAS
ESC. 1:50



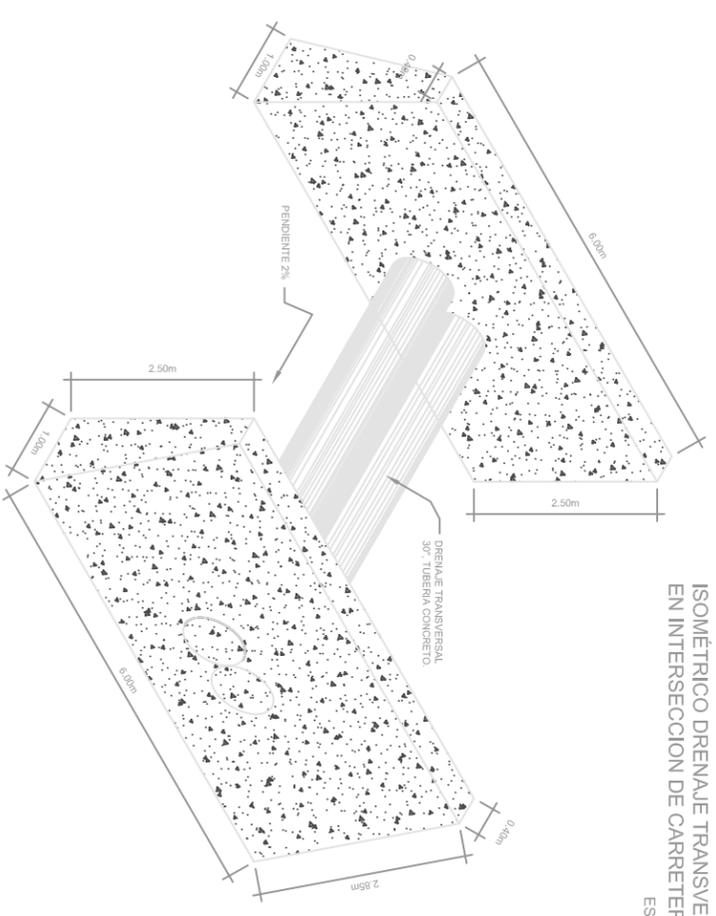
ISOMETRICO DRENAJE TRANSVERSAL
ESC. 1:50



SECCION DRENAJE TRANSVERSAL
ESC. 1:50



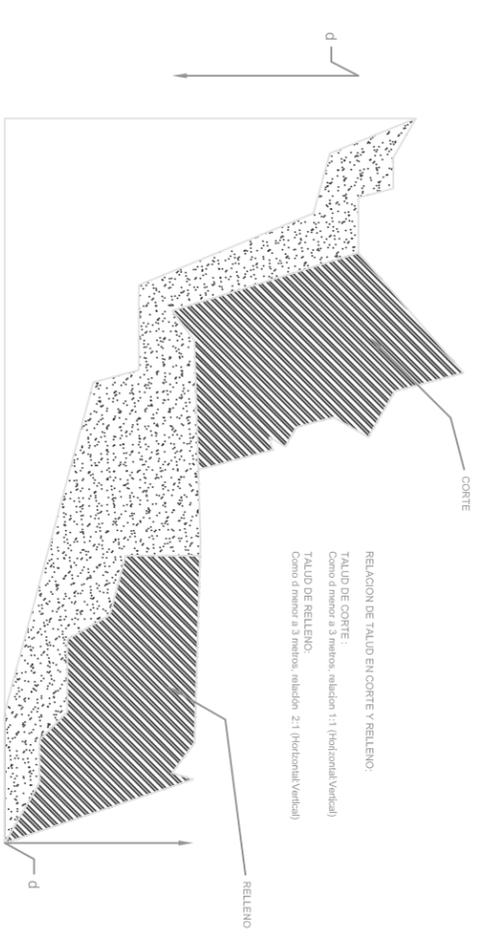
PLANTA PASO RIACHUELO
ESC. 1:50



ISOMETRICO CABEZALE PASO RIACHUELO
ESC. 1:50



DETALLE CUNETETA NATURAL
ESC. 1:25



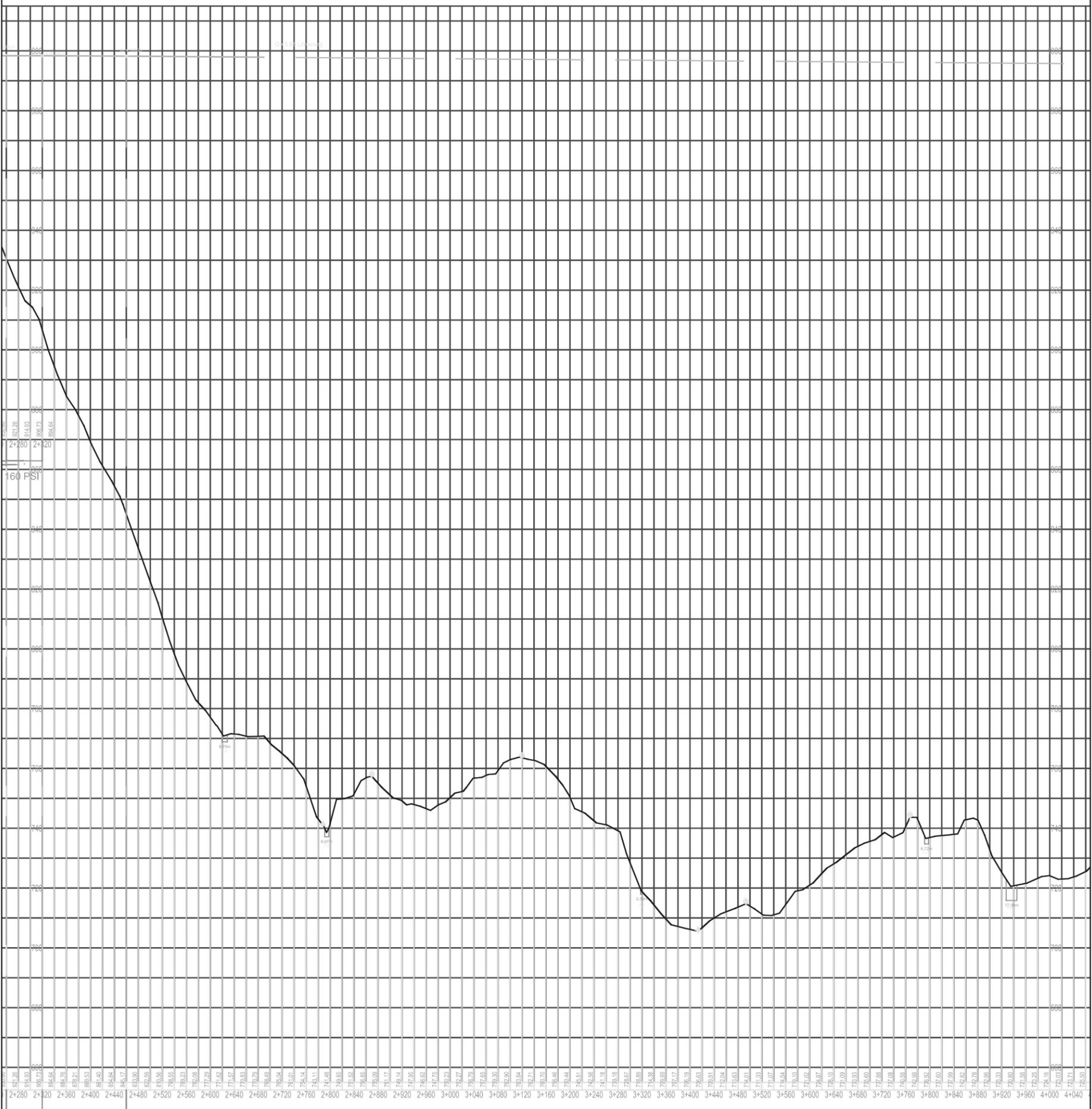
DETALLE DE CORTE Y RELLENO
ESC. 1:50

RELACION DE TALUD EN CORTE Y RELLENO:
TALUD DE CORTE : Como d menor a 3 metros, relacion 1:1 (Horizontal/Vertical)
TALUD DE RELLENO: Como d menor a 3 metros, relacion 2:1 (Horizontal/Vertical)

PERFIL EN CONDUCCION

ESC:
 VERTICAL: 1:500
 HORIZONTAL: 1:2500

SIMBOLOGIA	
	MANHOLE
	VALVULA DE SERVICIO
	TIPO ALBANO
	TIPO AZULON
	TIPO PELOTON
	TIPO POLIETILENO

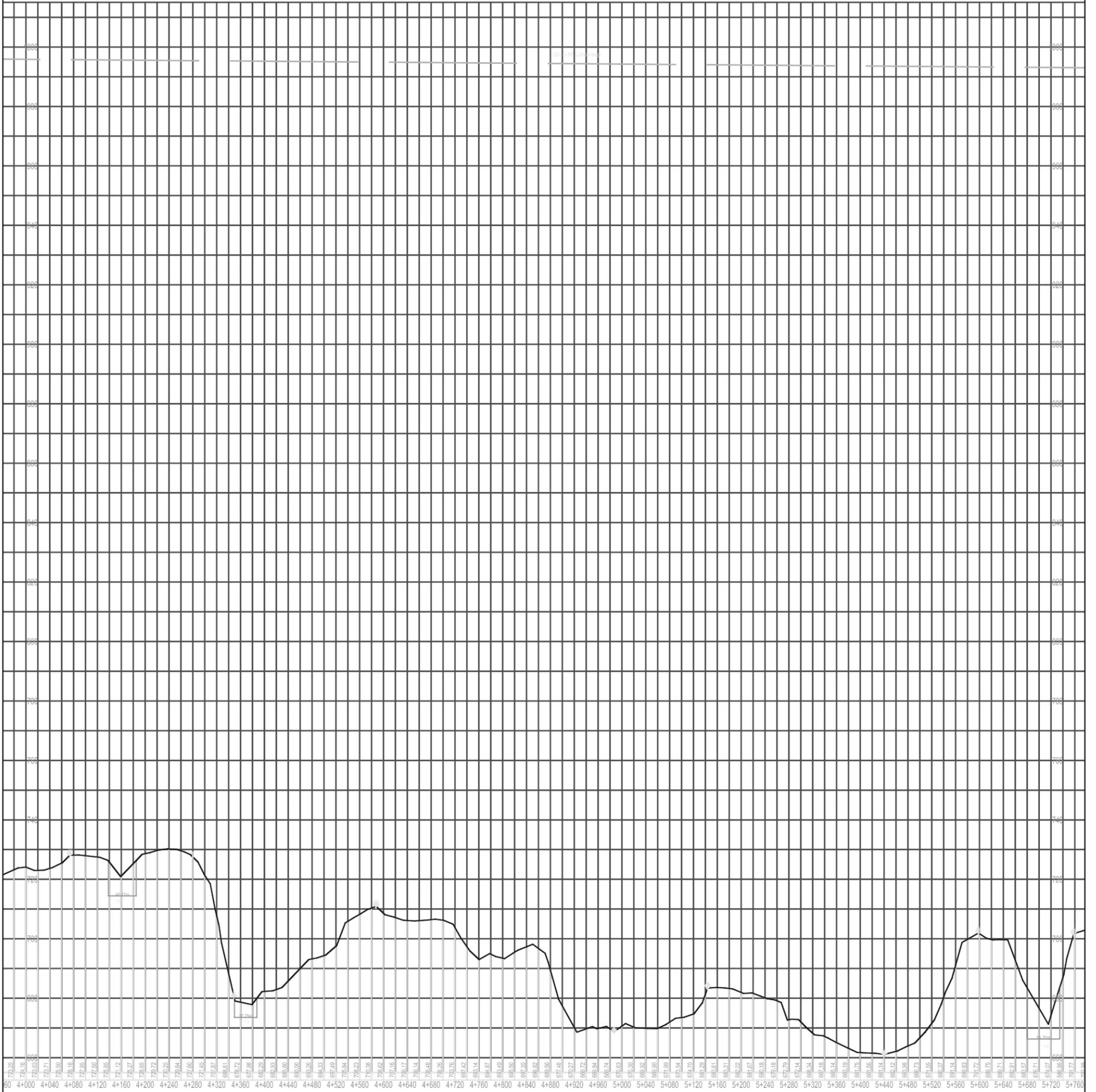


11 TUBOS PVC 6", 160 PSI 25 TUBOS PVC 6", 250 PSI

PERFIL EN CONDUCCION

ESC: VERTICAL: 1:500
 HORIZONTAL: 1: 2500

SIMBOLOGIA	
	MANOJAL
	MANOJAL DE TUBERIA
	TUBO TUBO
	MANOJAL DE TUBERIA CON TUBO
	MANOJAL DE TUBERIA CON TUBO Y MANOJAL

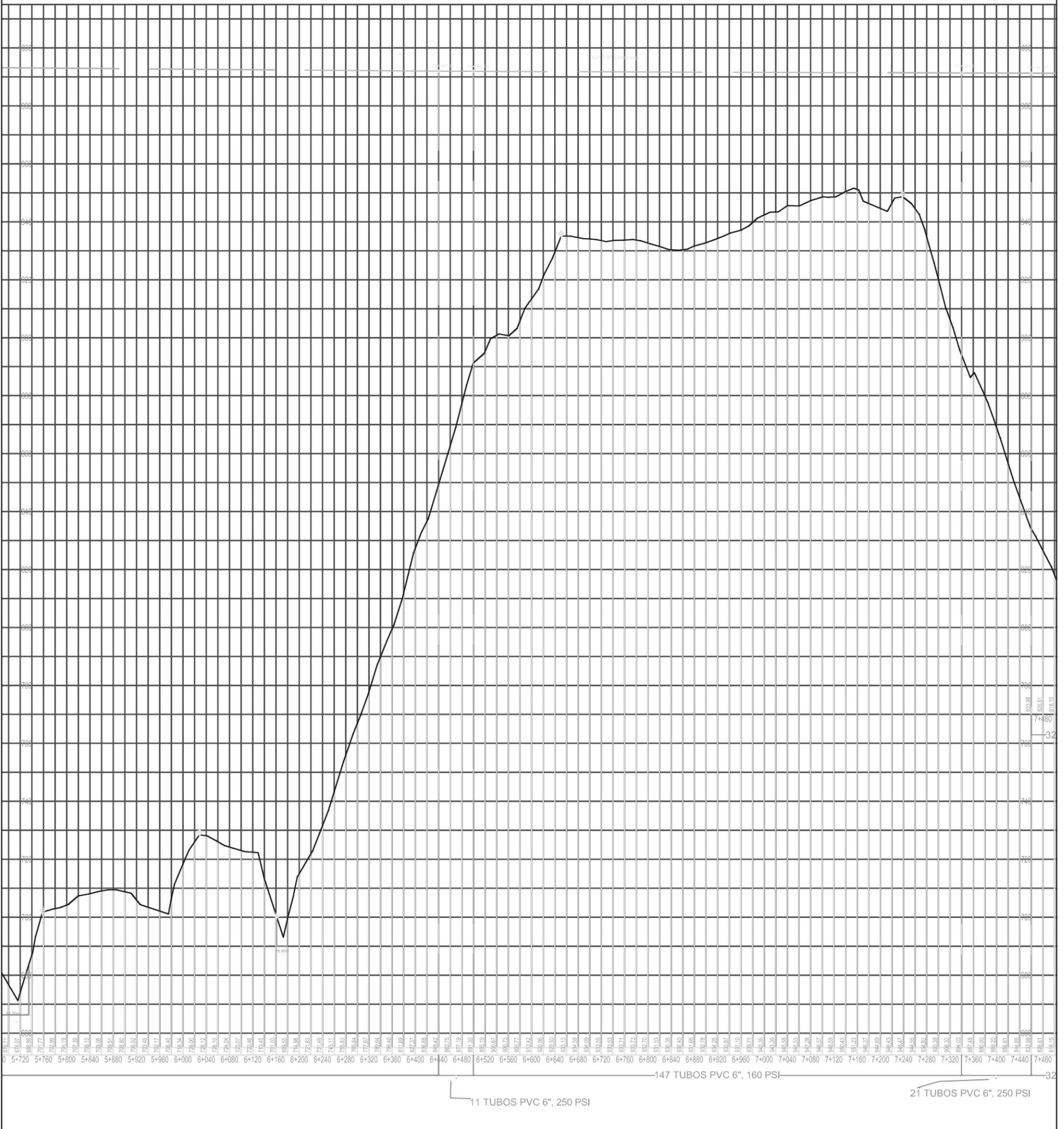


697 TUBOS HG 6",

PERFIL EN CONDUCCION

ESC:
 VERTICAL: 1:500
 HORIZONTAL: 1:2500

simbología	
	SUBSUELO
	NIVEL DE AGUA
	LINEA DE AGUA
	TUBO
	POZO
	ESTRUCTURA
	FRONTERA



PERFIL EN CONDUCCION

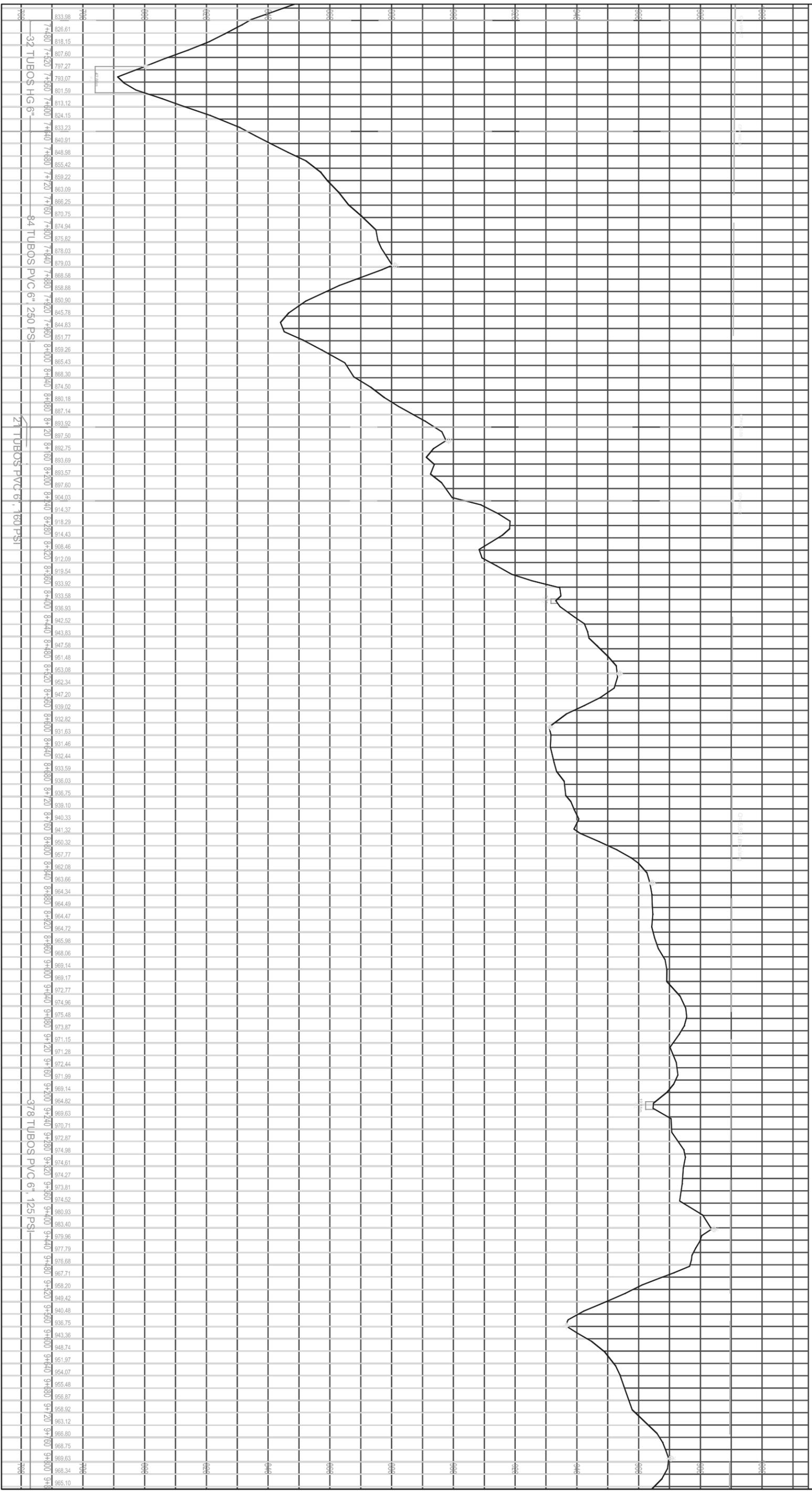
ESC: 1:500
 VERTICAL: 1:500
 HORIZONTAL: 1:2500

SISTEMA	
INSTRUMENTOS	ESTACION
ESTACION	INSTRUMENTOS
INSTRUMENTOS	ESTACION

EPS UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERIA, MUNICIPALIDAD DE CHOHE, EL QUICHE.

Ing. JUAN MERCK ASESOR EPS

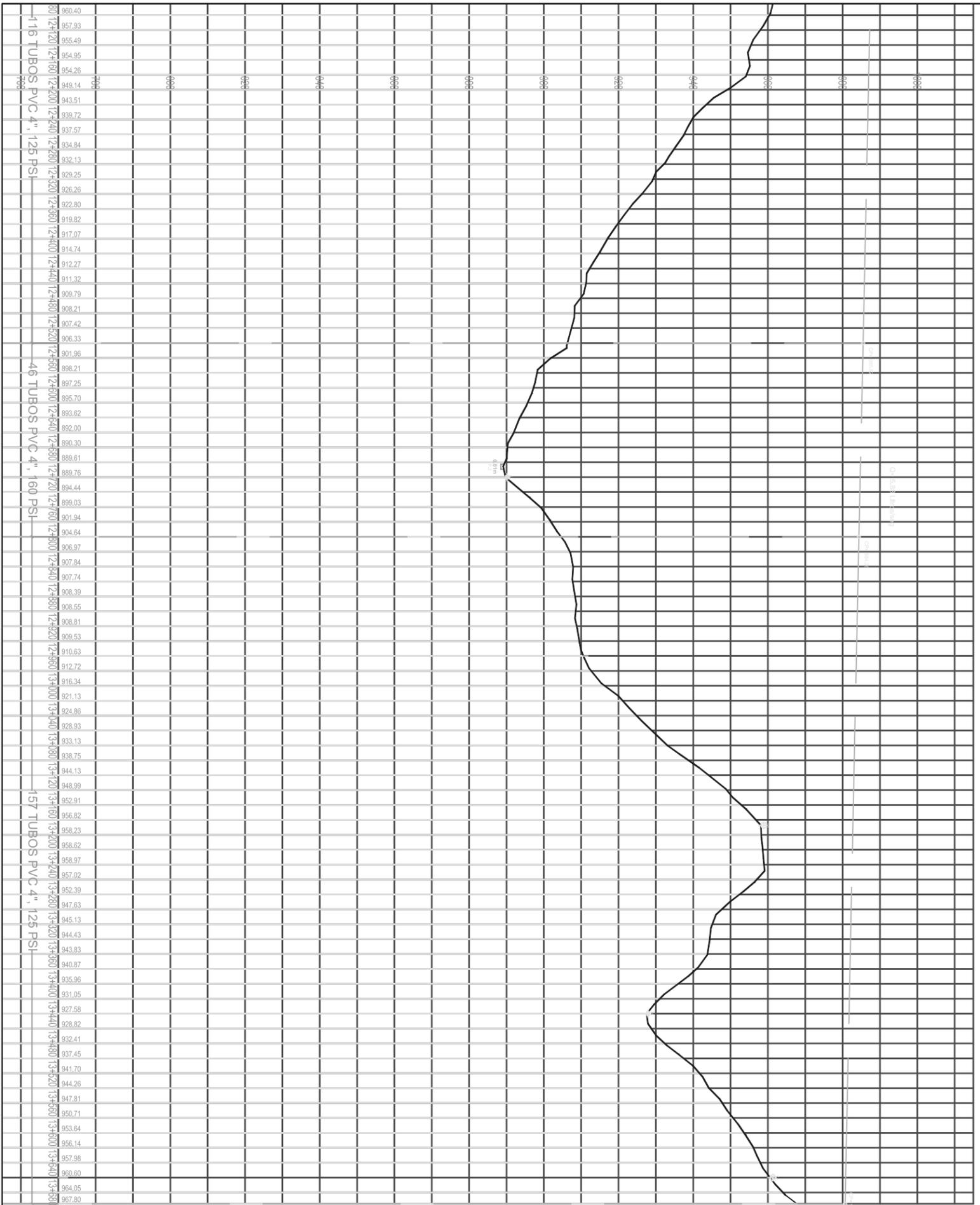
5/26



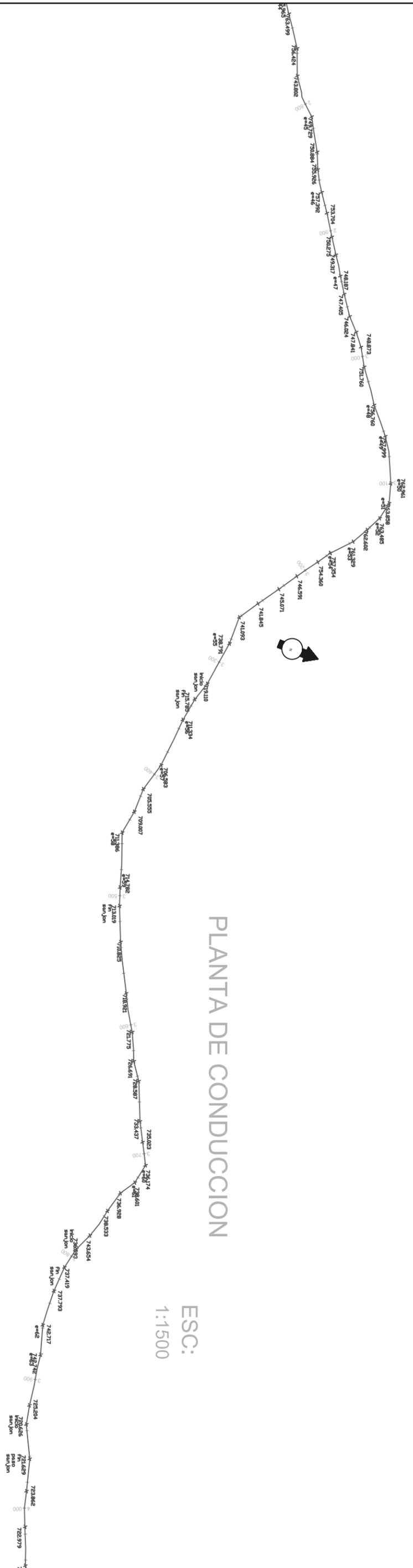
PERFIL EN CONDUCCION

ESC:
 VERTICAL: 1:500
 HORIZONTAL: 1:2500

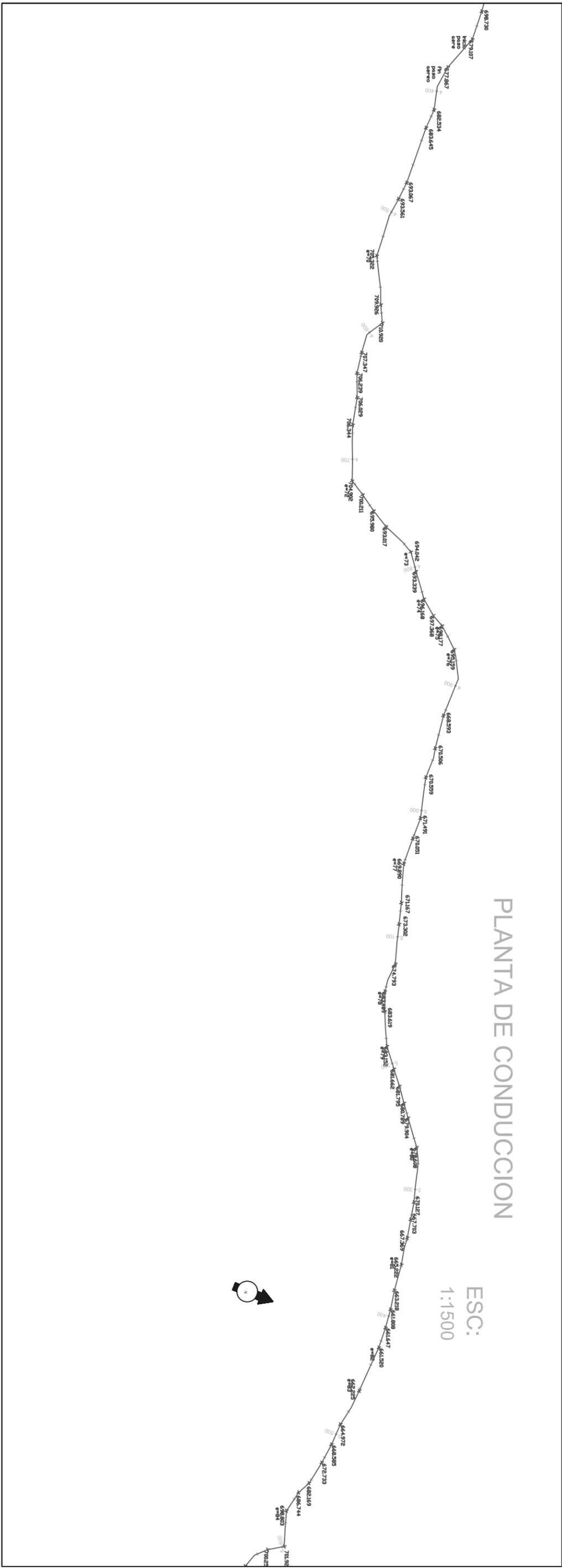
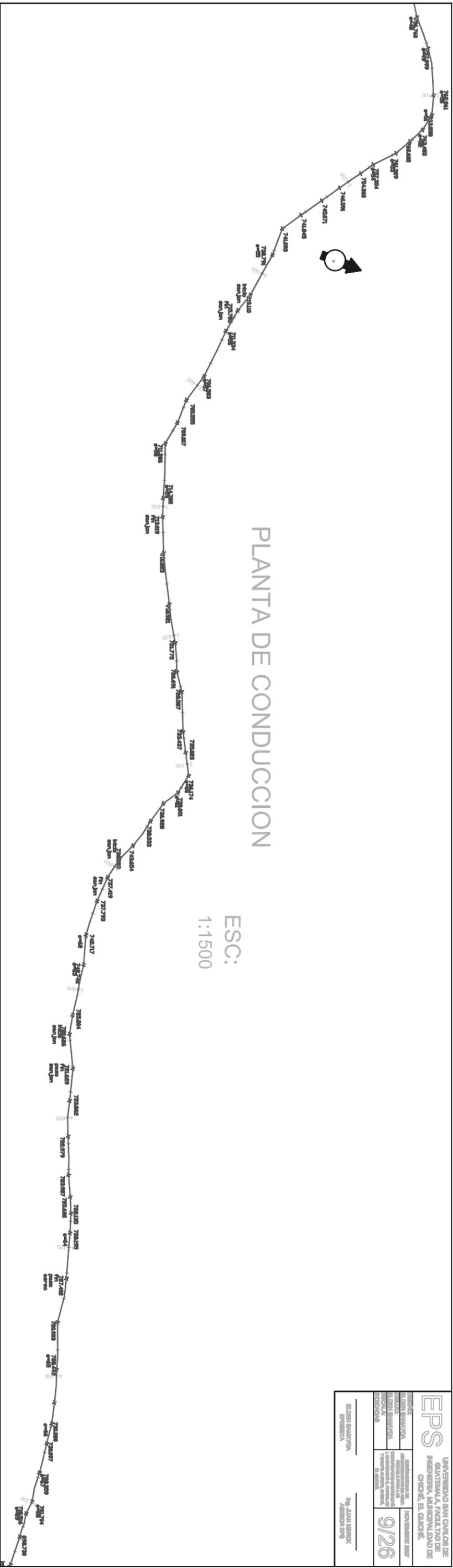
SIEMPRE OCIA
1. VENTANA DE
2. VENTANA DE
3. VENTANA DE
4. VENTANA DE
5. VENTANA DE
6. VENTANA DE
7. VENTANA DE
8. VENTANA DE
9. VENTANA DE
10. VENTANA DE



EPS UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE QUILIMA, FACULTAD DE INGENIERIA, MANTALIMADO DE CHICÉ, EL CUNCE		7/26
TÍTULO: TUBOS PVC 4" 125 PSI TUBOS PVC 4" 160 PSI TUBOS PVC 4" 125 PSI	AUTOR: INGENIERO CIVIL INGENIERIA DE TUBOS PVC 4" 125 PSI INGENIERIA DE TUBOS PVC 4" 160 PSI INGENIERIA DE TUBOS PVC 4" 125 PSI	FECHA: 2023
ELABORADO POR: INGENIERIA	REVISADO POR: INGENIERIA	APROBADO POR: INGENIERIA

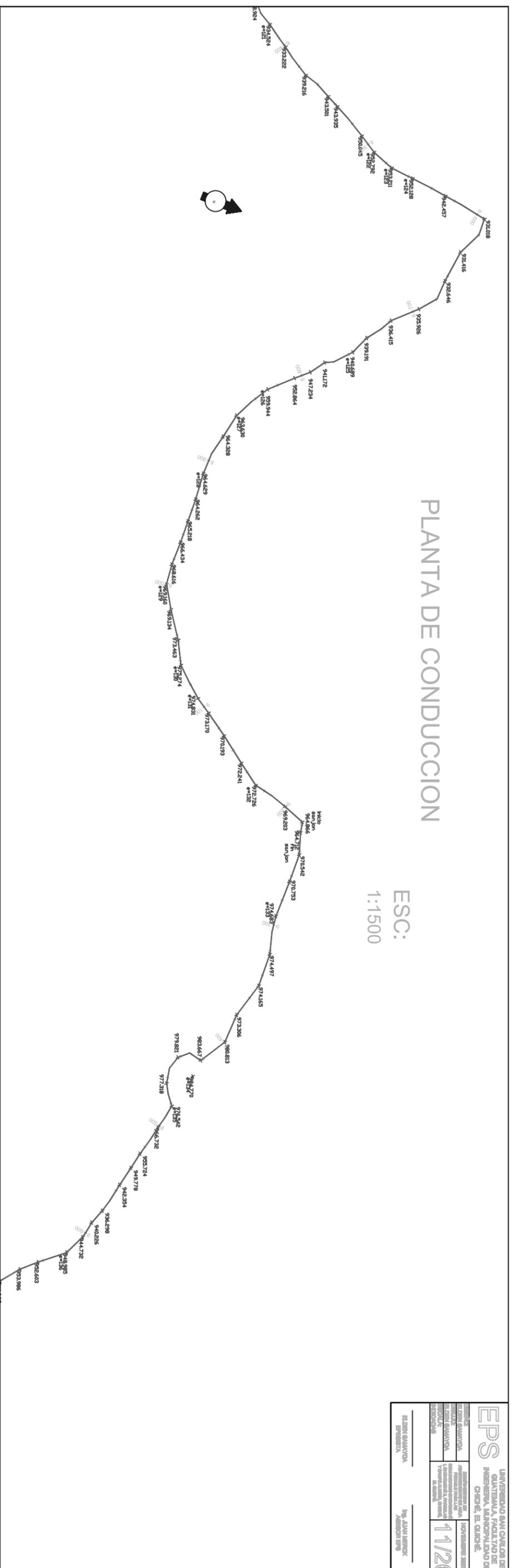


EPS UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MINGUAPITAN DE CHICHE, EL CUNCHE	INSTITUCION DE EDUCACION SUPERIOR INGENIERIA EN INGENIERIA CIVIL TERCER SEMESTRE 2023	9/26
ELIEN GUAYNIA INGENIERA	Ing. ALVIN BERRIO ASISTENTE	



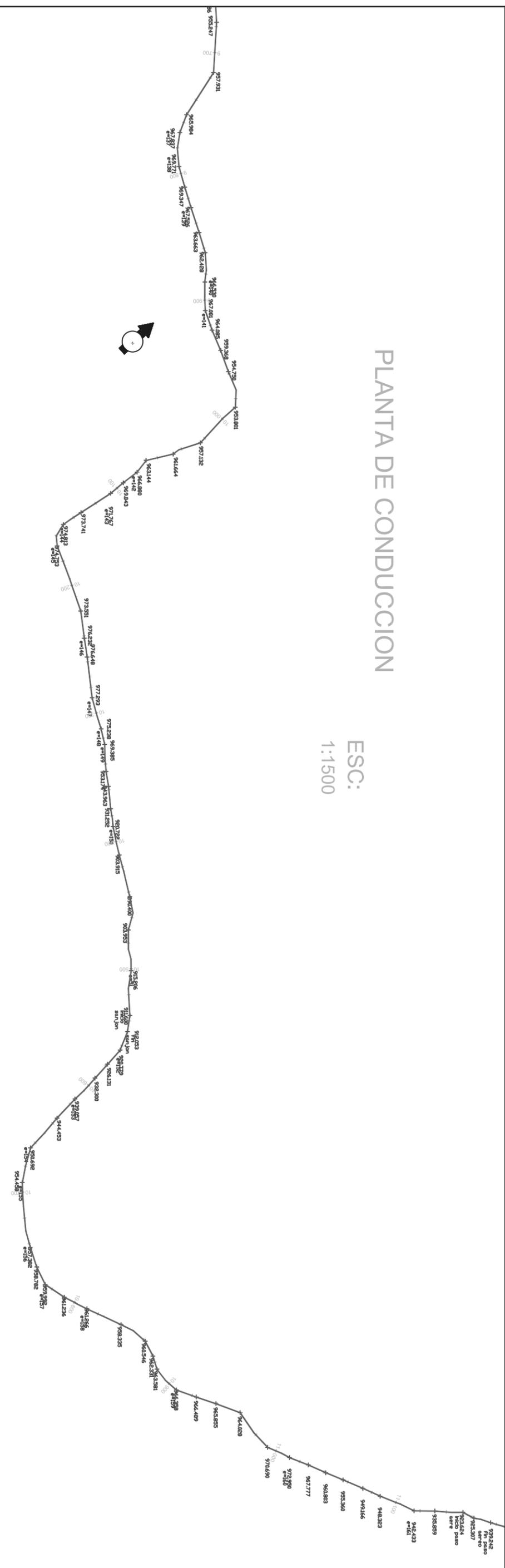
PLANTA DE CONDUCCION

ESC:
1:1500

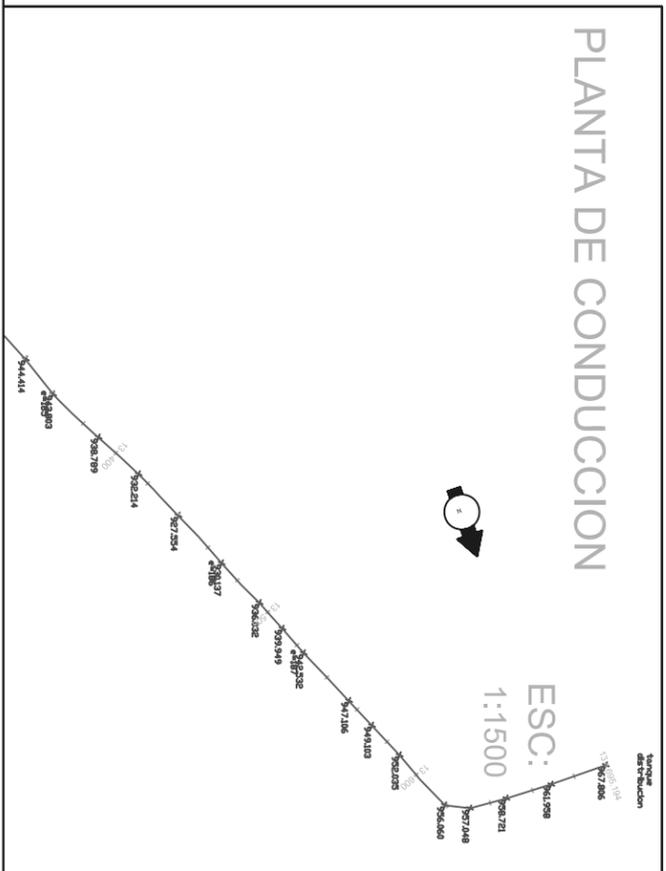
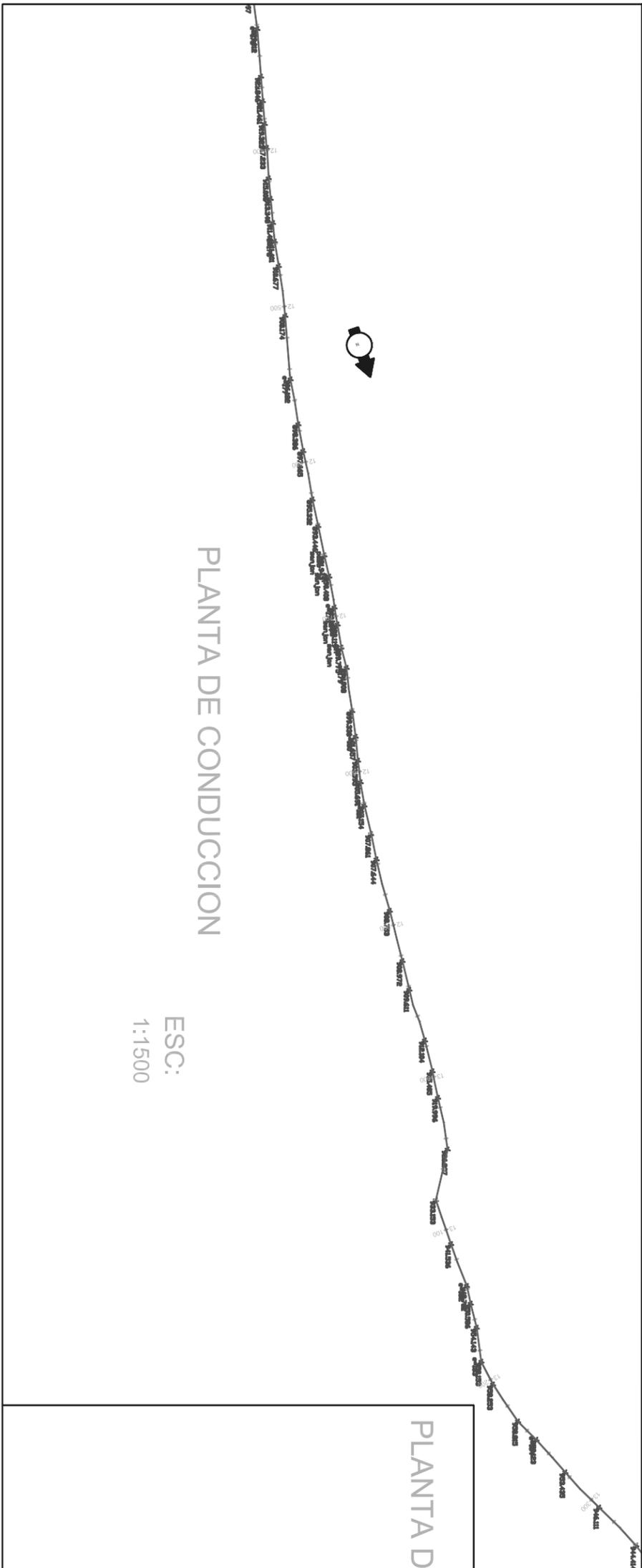
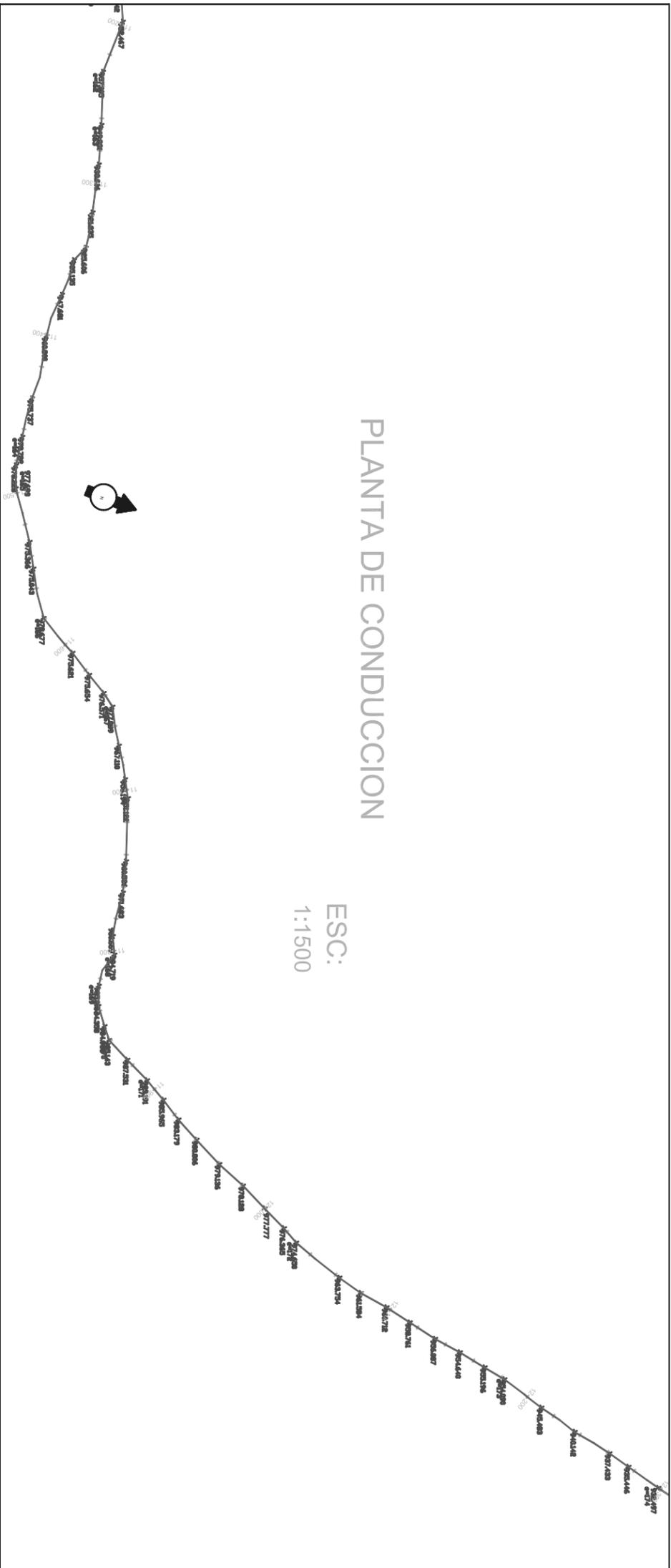


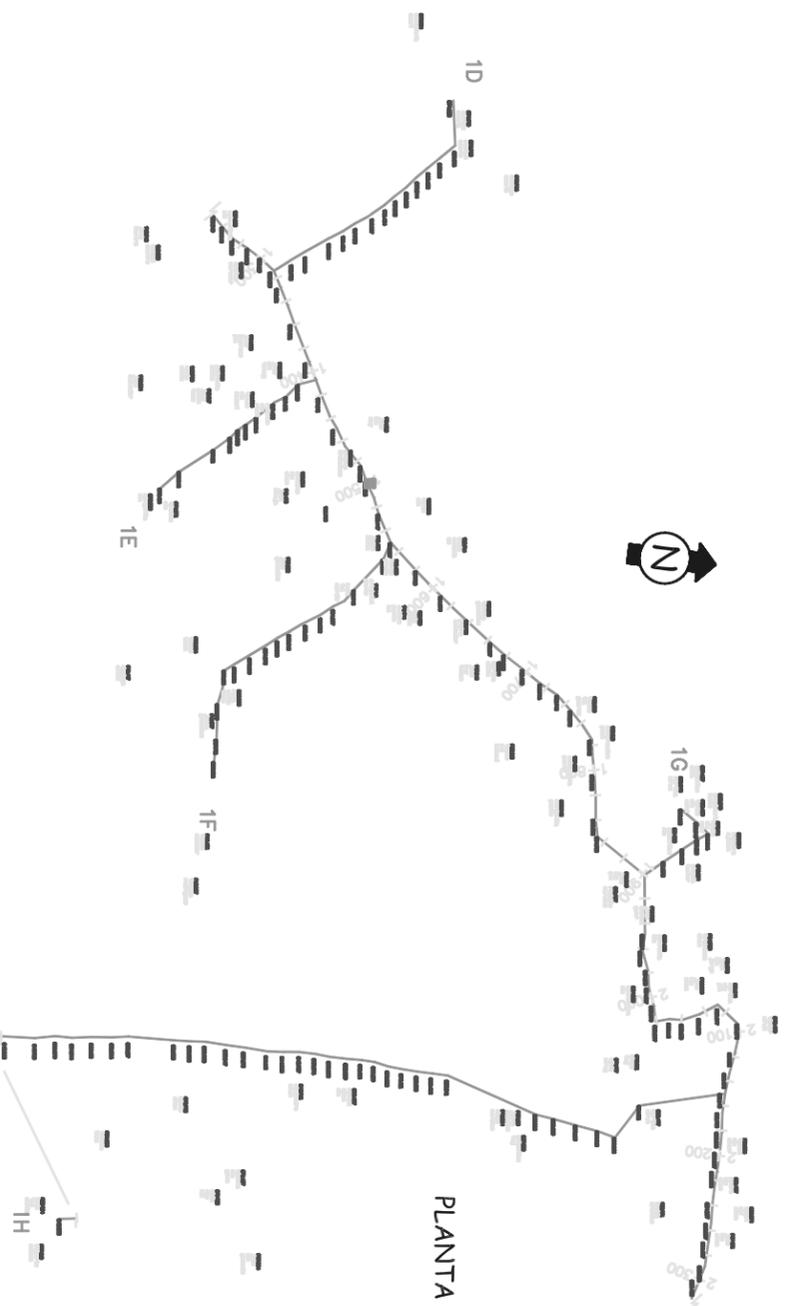
PLANTA DE CONDUCCION

ESC:
1:1500

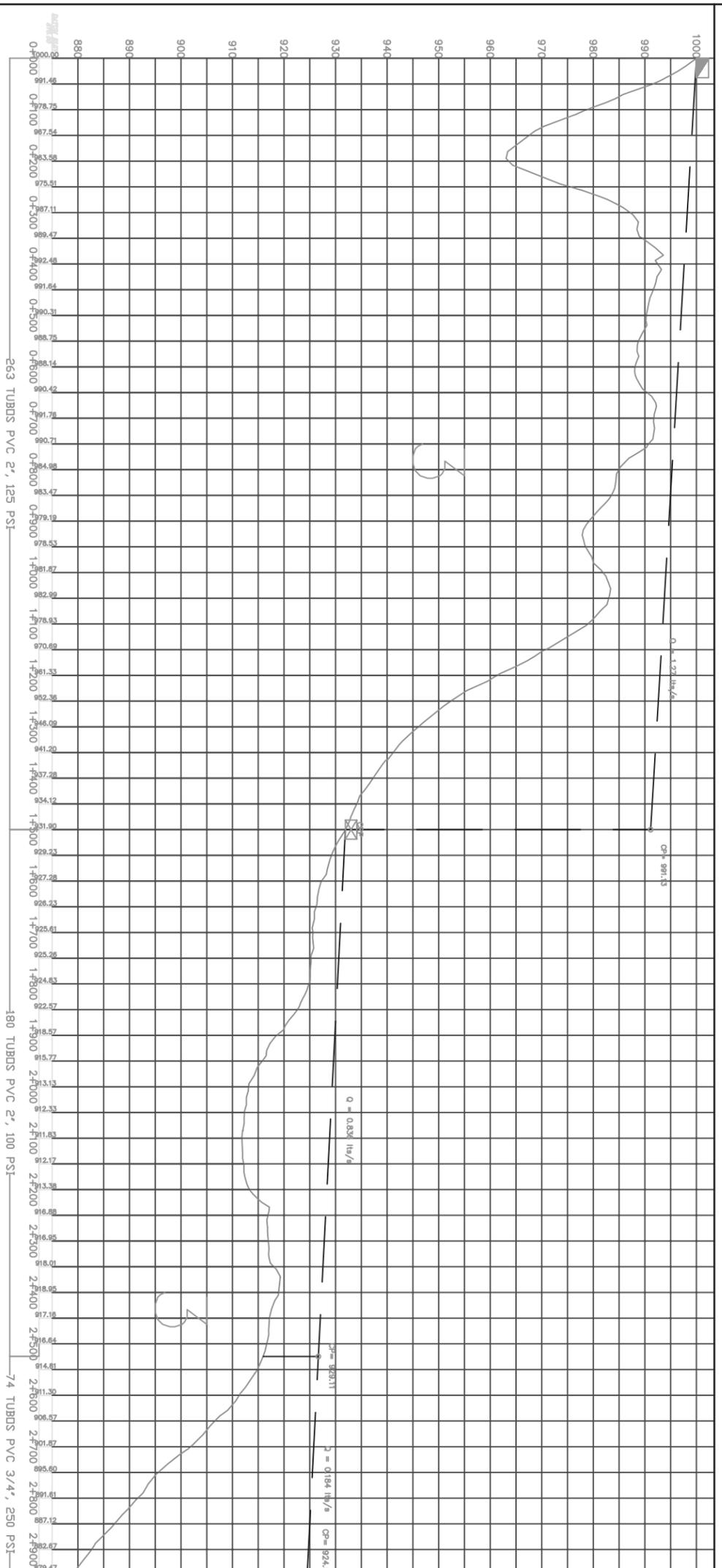


EPS UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE CHICÉ, EL CUNCHE		INSTITUCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO Y DE INNOVACIÓN INSTITUCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO Y DE INNOVACIÓN INSTITUCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO Y DE INNOVACIÓN	11/26
TÍTULO DEL PROYECTO ELABORACIÓN DEL PLAN DE CONDUCCIÓN DE LA CARRETERA DE CHICÉ, EL CUNCHE	AUTOR INGENIERO CIVIL	FECHA DE ELABORACIÓN 2023	ESCALA 1:1500
ELABORADO POR INGENIERO CIVIL	REVISADO POR INGENIERO CIVIL	APROBADO POR INGENIERO CIVIL	INGENIERO CIVIL





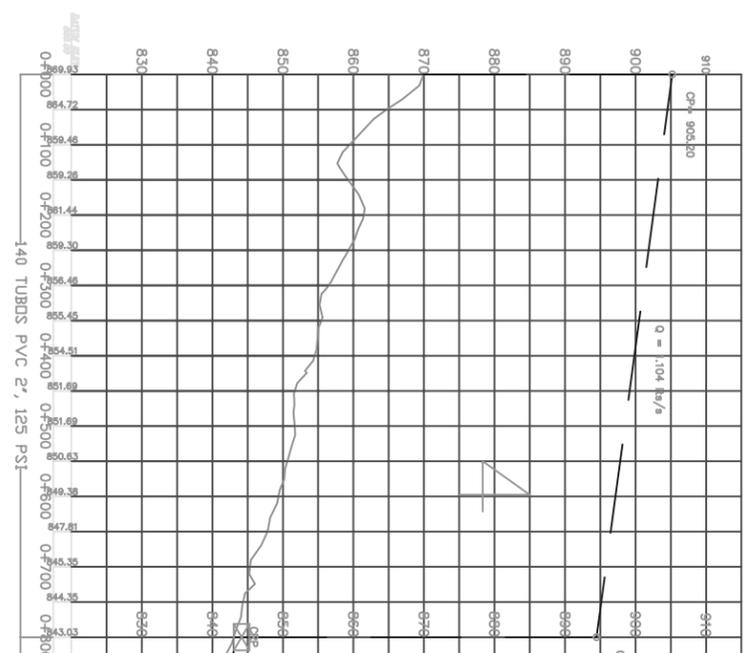
PLANTA EN DISTRIBUCIÓN
Esc: 2000

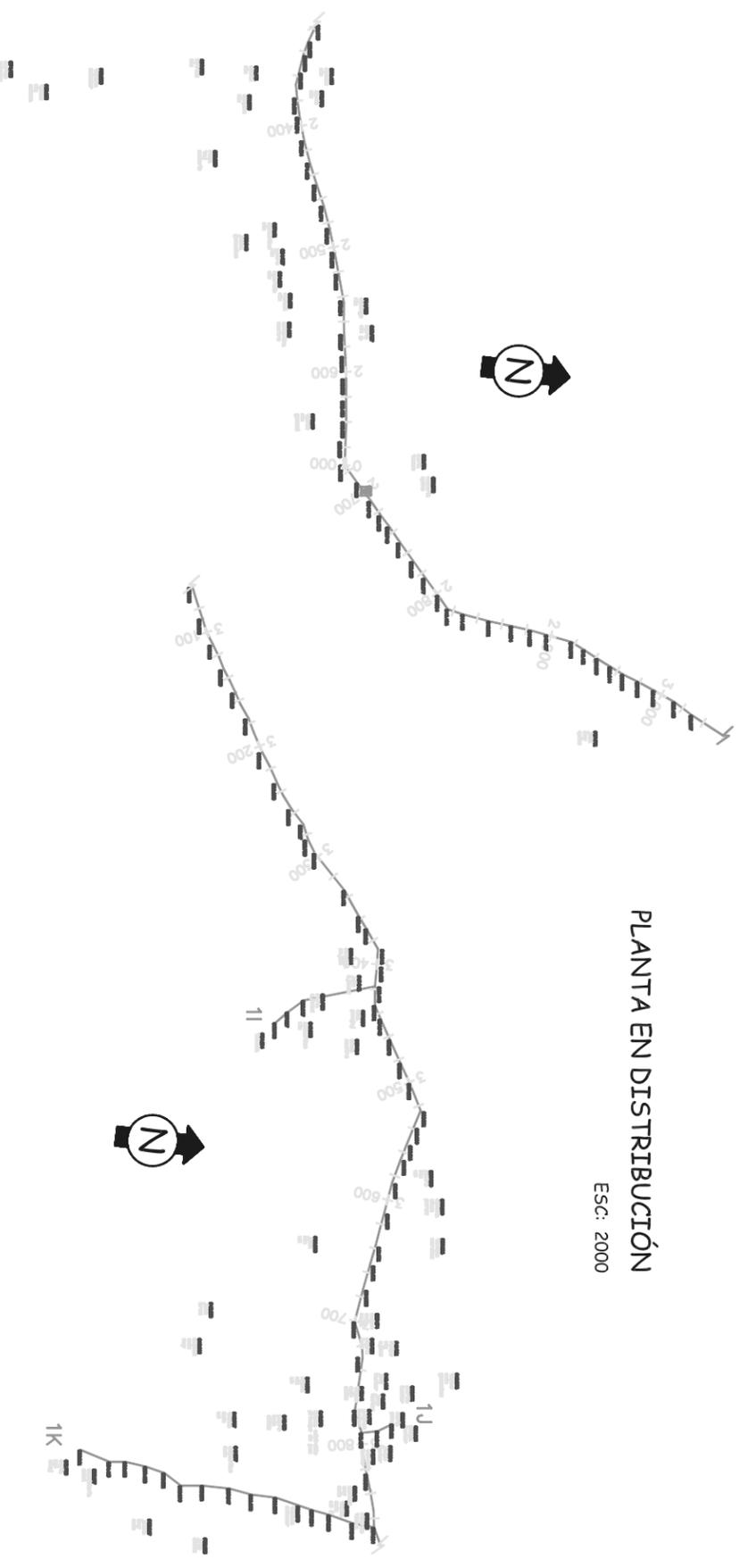


PERFIL DE DISTRIBUCIÓN

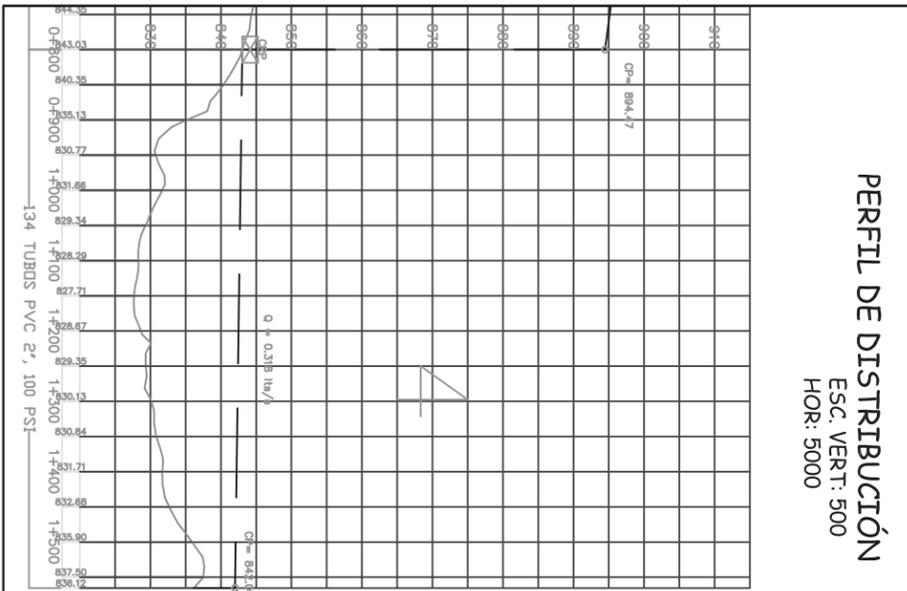
Esc. VERT: 500
HOR: 5000

SIMBOLOGIA	
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
	TANQUE DE EXPANSION
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	LINEA GEOMETRICA

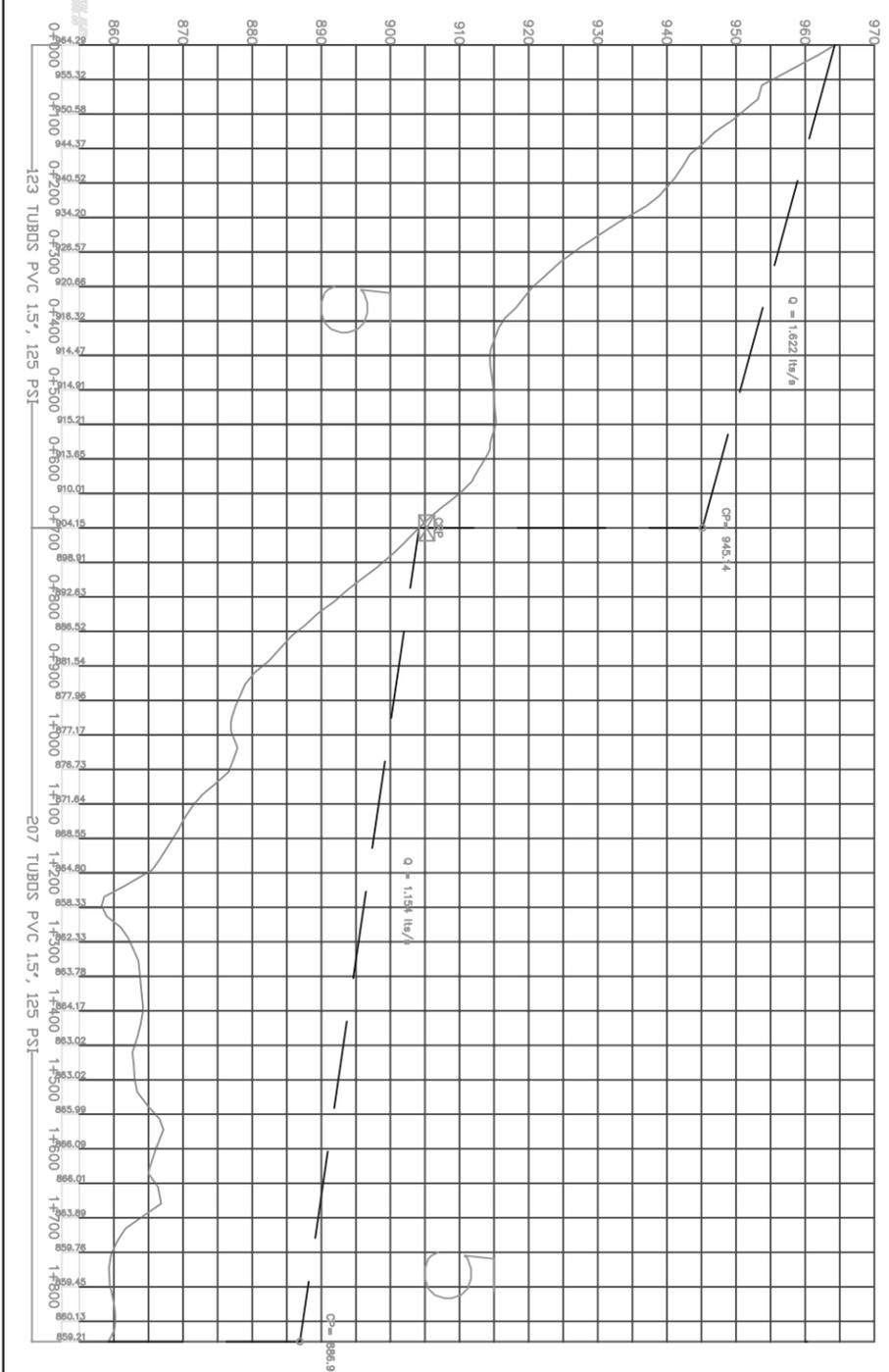




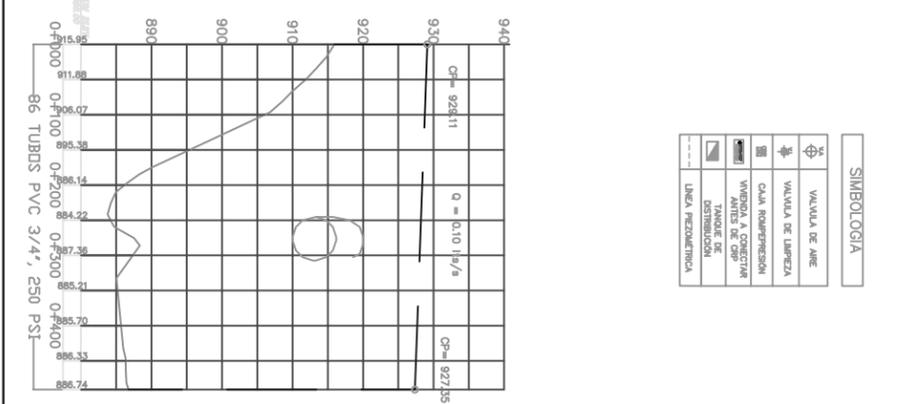
PLANTA EN DISTRIBUCIÓN
 Esc: 2000



PERFIL DE DISTRIBUCIÓN
 Esc: VERT: 500
 HOR: 5000



PERFIL DE DISTRIBUCIÓN
 Esc: VERT: 500
 HOR: 5000



PERFIL DE DISTRIBUCIÓN
 Esc: VERT: 500
 HOR: 5000

SIMBOLOGIA	
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPieza
	CAJA COMPRESION
	VANGRA A CORRIENTE ANTES DE QP
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	LINEA METODICA

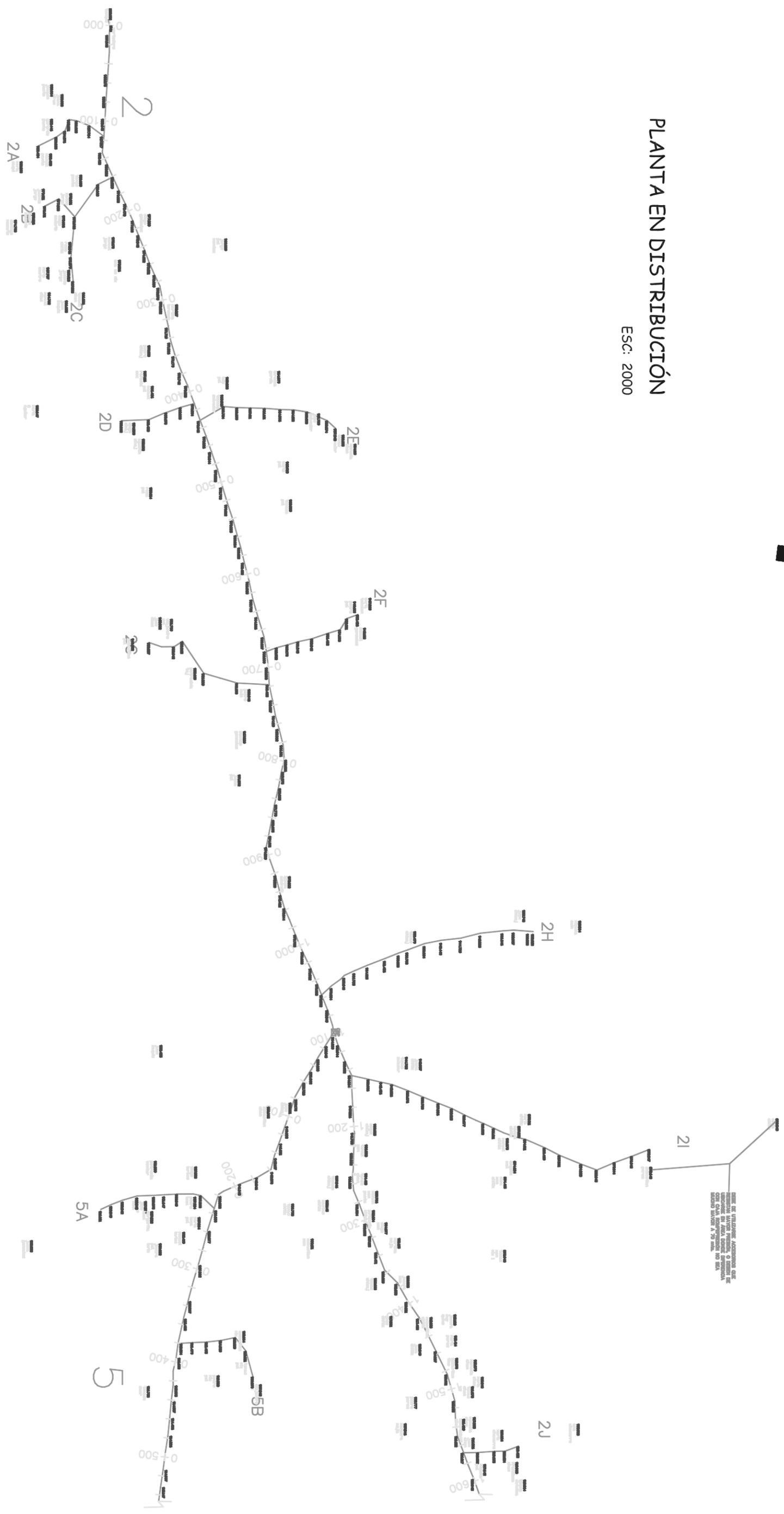


EPS		UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERIA, MINGUAPITÁN DE CHICHÉ, EL QUICHÉ
ESTUDIANTE:	ELDER GUAYNOLA	INSTRUMENTACIÓN DE SISTEMAS DE ENERGIAS RENOVABLES Y SISTEMAS DE ENERGIAS RENOVABLES
GRUPO:	18/26	18/26
FECHA:	18/26	18/26
PROFESOR:	ING. ALVIN BARRERA	ASISTENTE EN ENERGIAS RENOVABLES

SEDE DE ENTREGA DE ACCIONES QUE SERÁN ENTREGADAS POR EL BANCO DE GUATEMALA, EN EL CANTON DE SAN CARLOS, GUATEMALA, EN EL AÑO 2018.

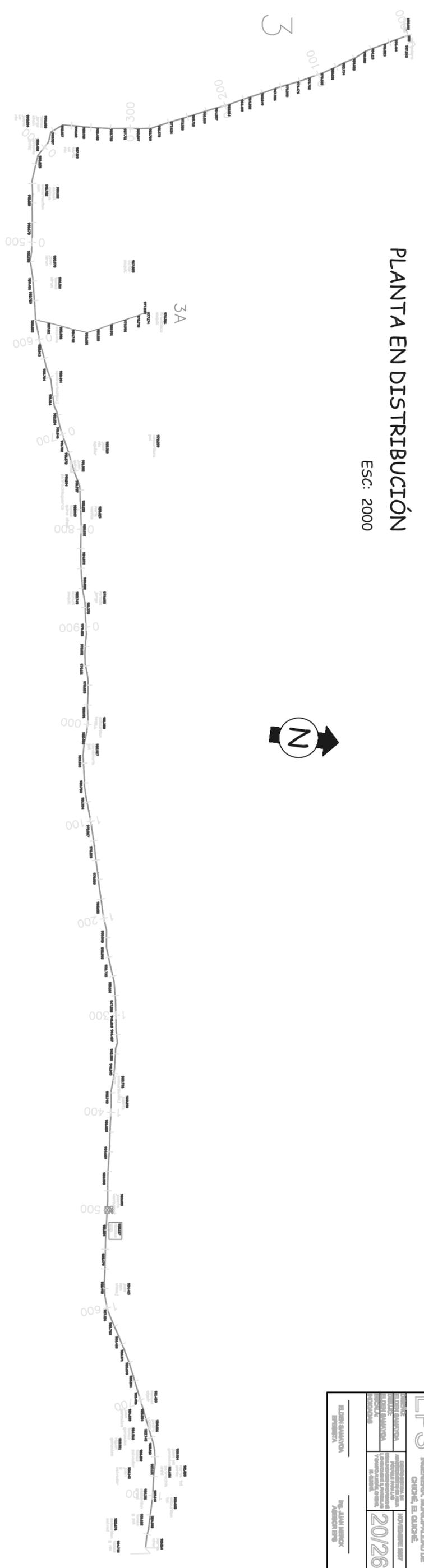
PLANTA EN DISTRIBUCIÓN

ESC: 2000



PLANTA EN DISTRIBUCIÓN

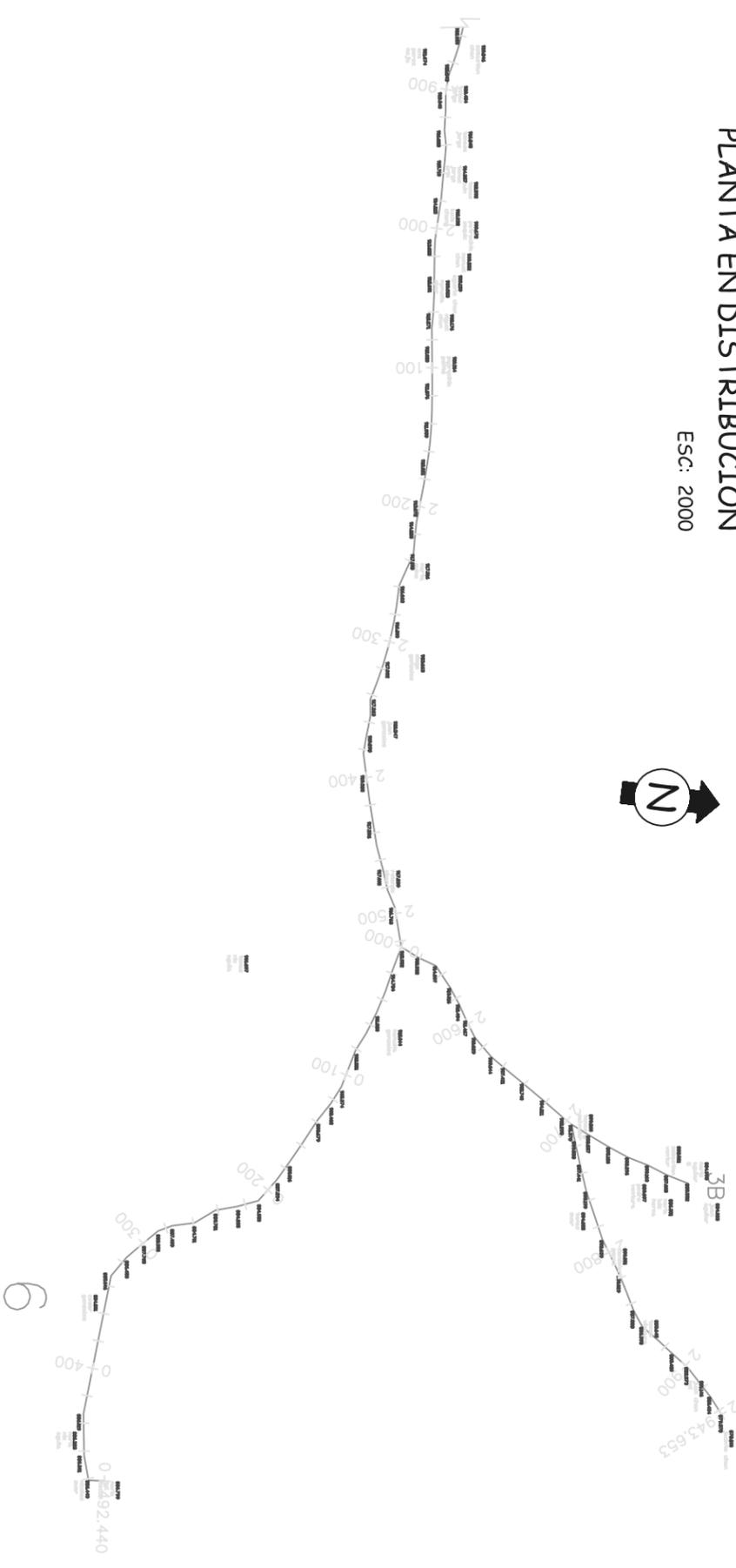
ESC: 2000

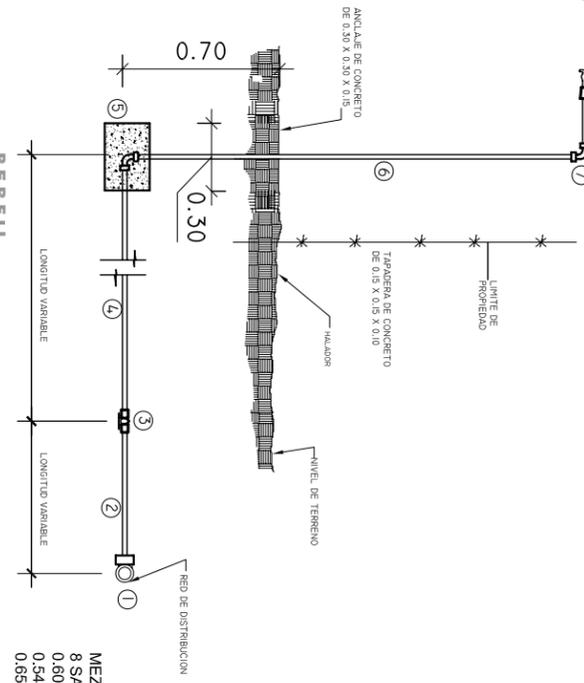
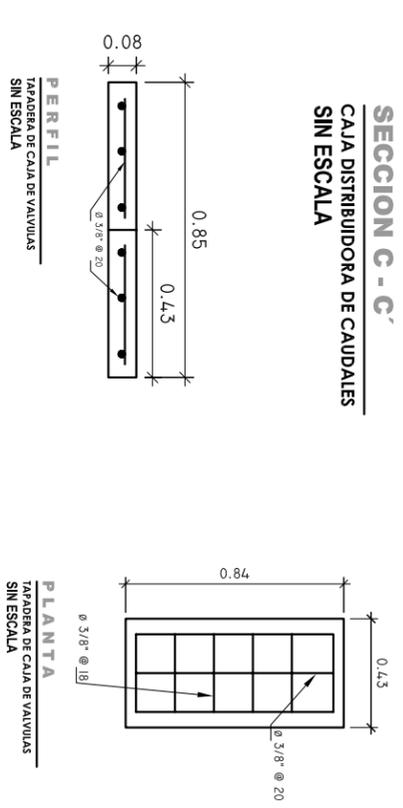
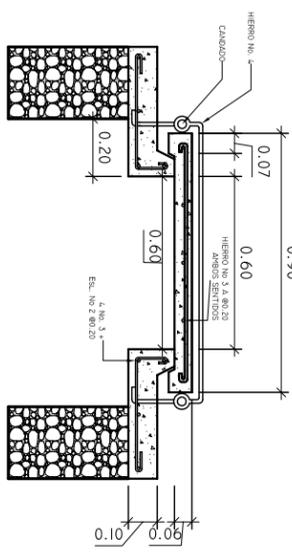
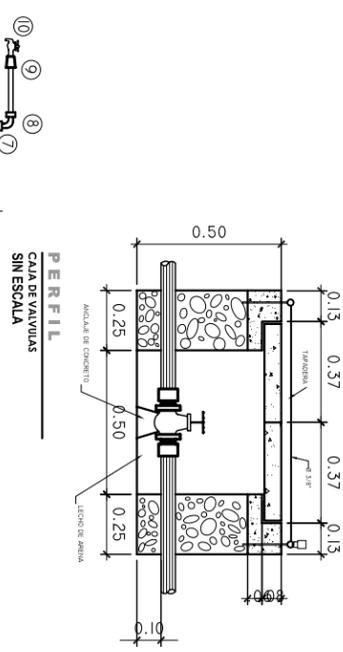
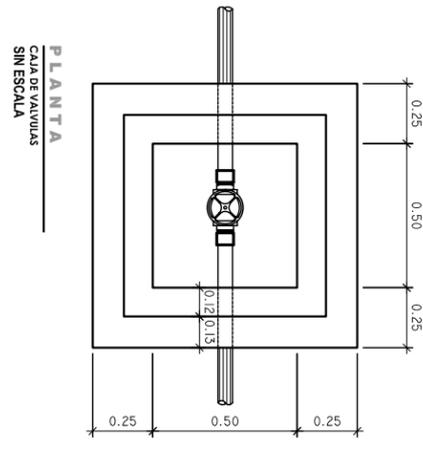
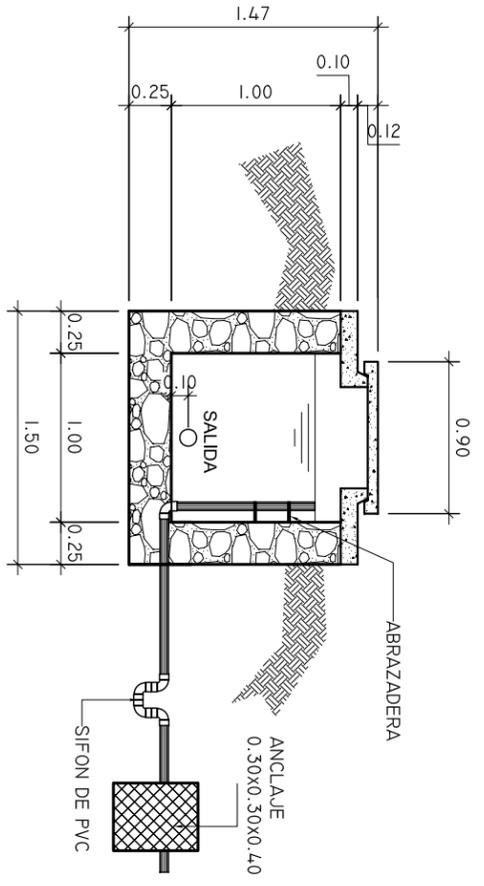
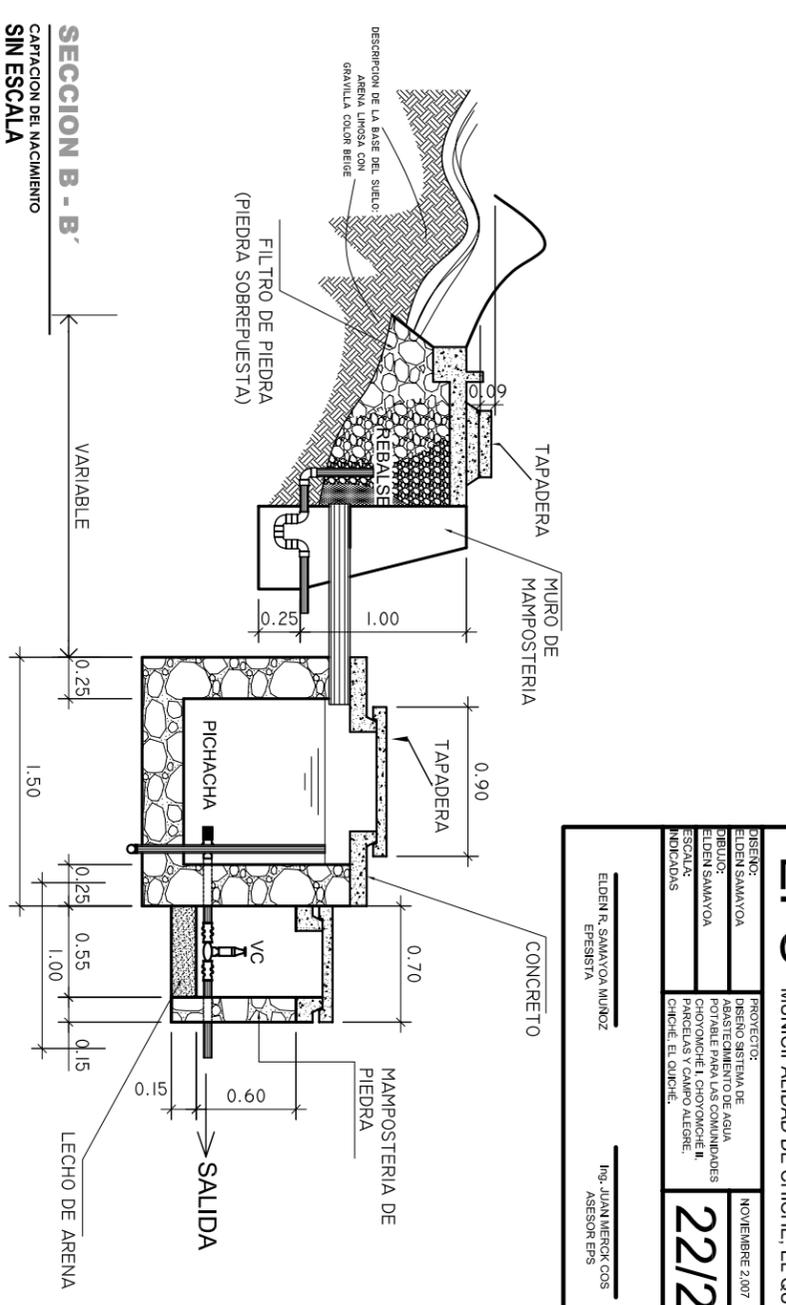
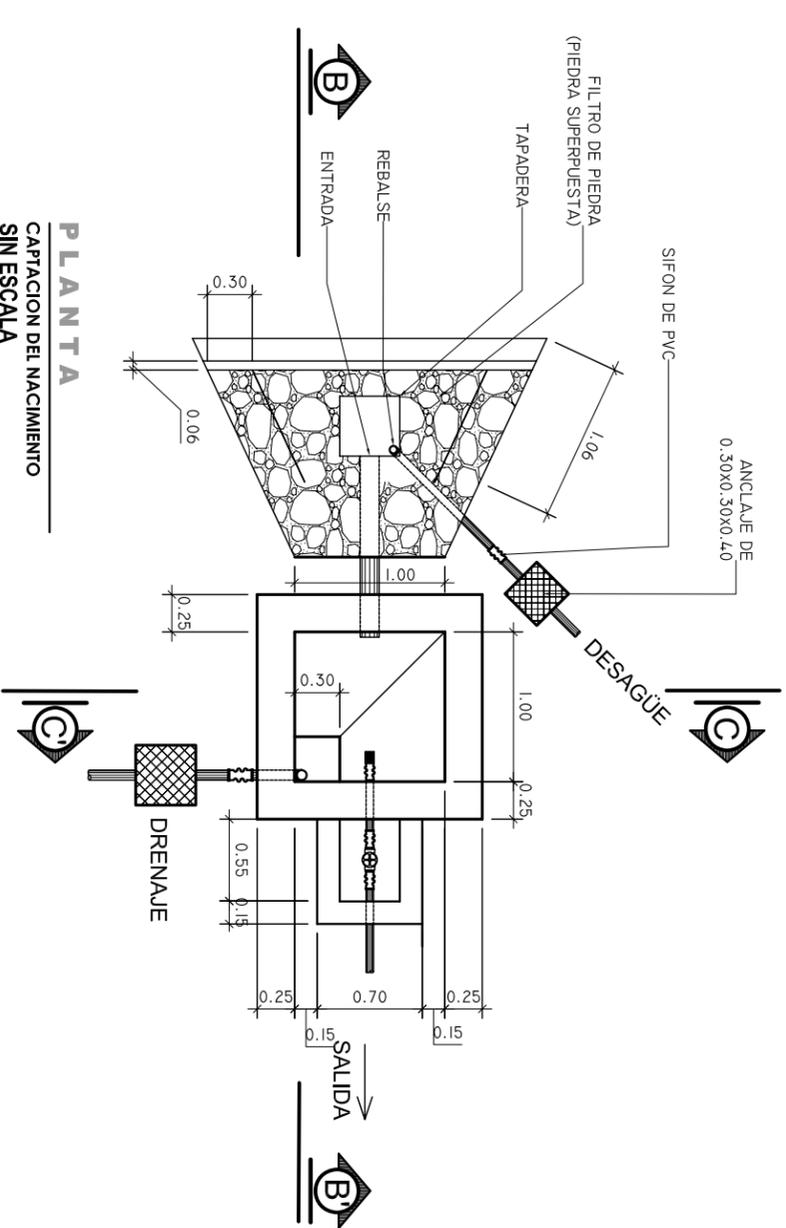


EPS UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERIA, INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE CHICÉ, EL CUNCHE		20/26
TÍTULO: PLANTA EN DISTRIBUCIÓN	AUTOR: ALUMNO	FECHA: 20/26
ESCALA: 1:2000	TEMA: PLANTA EN DISTRIBUCIÓN	GRUPO:
ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
INGENIERIA	INGENIERIA	INGENIERIA

PLANTA EN DISTRIBUCIÓN

ESC: 2000



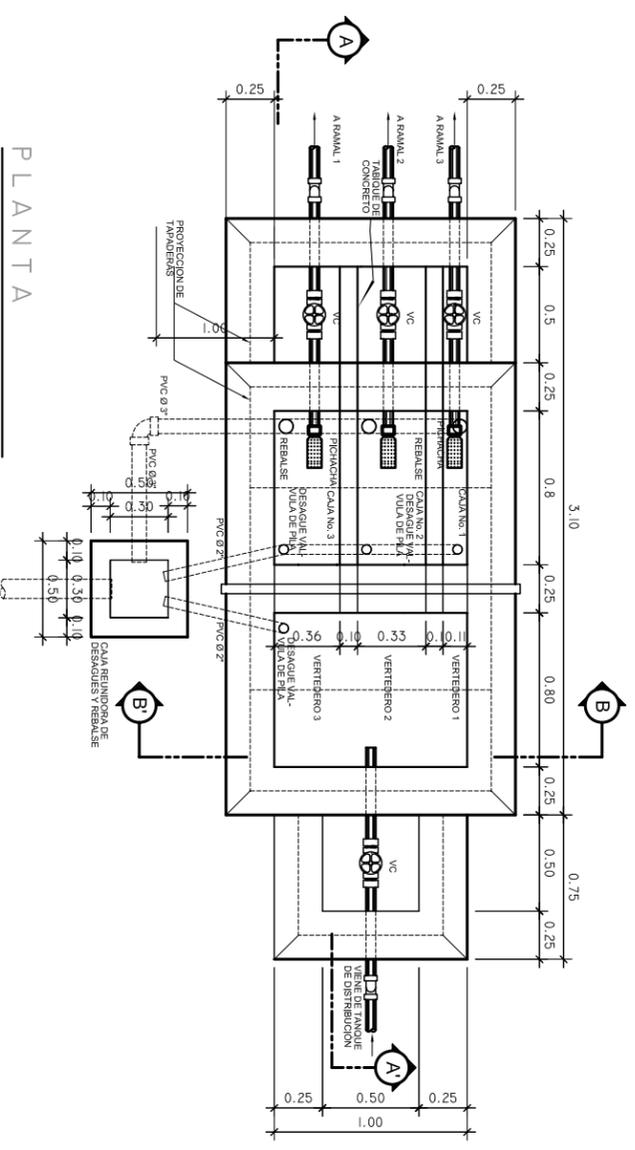


REFERENCIA DE MATERIALES

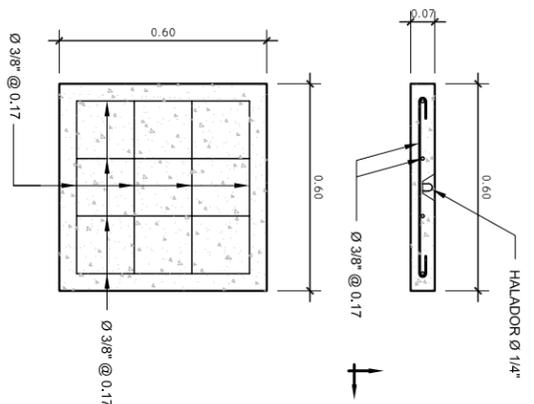
1. TEE REDUCTORA PVC Ø TUBERIA PRINCIPAL X 1/2"
2. NIPLE (TUBO) PVC LONGITUD VARIABLE Ø 1/2"
3. LLAVE DE PASO DE BRONCE Ø 1/2"
4. TUBO PVC LONGITUD VARIABLE Ø 1/2"
5. CODO PVC 90° Ø 1/2" CON ROSCA
6. NIPLE HG 2.00 M Ø 1/2"
7. CODO HG 90° Ø 1/2"
8. NIPLE HG 0.25 Ø 1/2"
9. ADAPTADOR HEMBRERA PVC Ø 1/2"
10. LLAVE DE CHORO DE 1/2"

MEZCLA DE CONCRETO CICLOPEO
 8 SACOS DE CEMENTO
 0.60 M3 DE PIEDRA EQUIVALENTE A UNA CARRETADA Y MEDIA.
 0.54 M3 DE ARENA DE RIO EQUIVALENTE A DOS CARRETADAS DE ARENA DE RIO.
 0.65 M3 DE PIEDRIN DE 3/4" EQUIVALENTE A DOS CARRETADAS DE PIEDRIN.

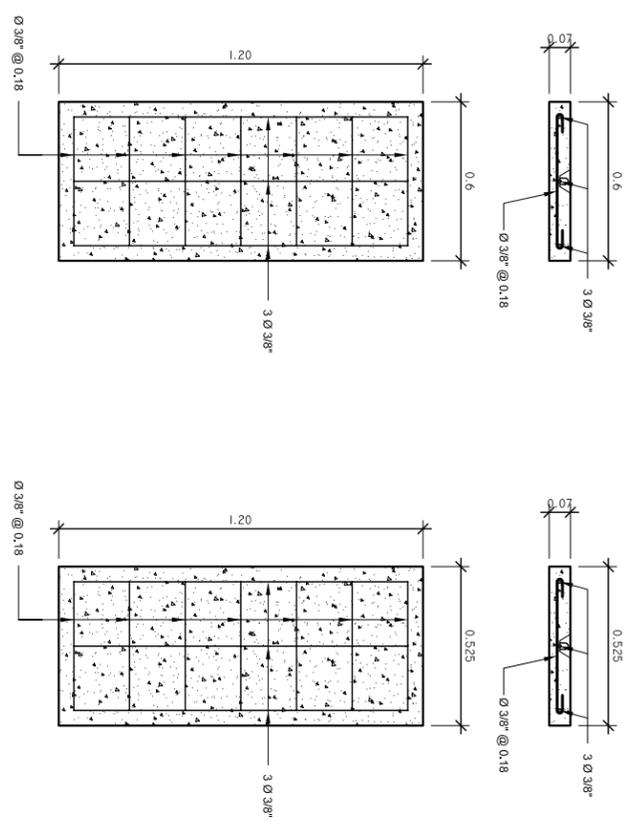
PROPORCION VOLUMETRICA 1:2:2
 PARA 1 M³ DE CONCRETO
 250 LITROS DE CEMENTO
 500 LITROS DE ARENA EQUIVALENTE A OCHO CARRETADAS DE ARENA
 500 LITROS DE PIEDRA EQUIVALENTE A DOS CARRETADAS DE PIEDRIN
 250 LITROS DE PIEDRIN EQUIVALENTE A DOS CARRETADAS DE PIEDRIN



PLANTA
CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES
SIN ESCALA

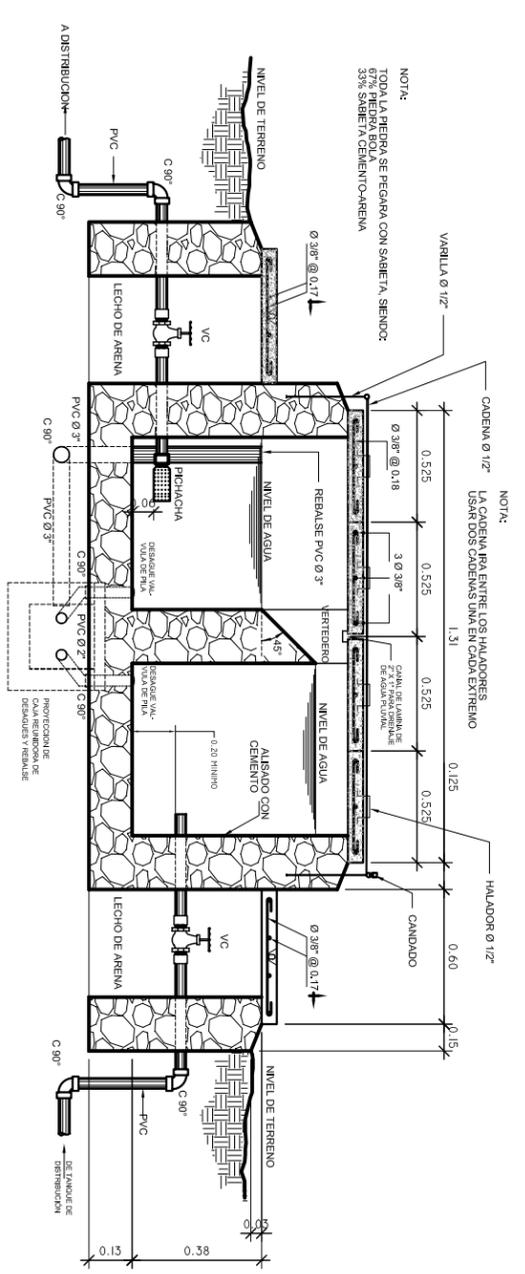


TAPADERA
CAJA DE VALVULAS DE ENTRADA
SIN ESCALA

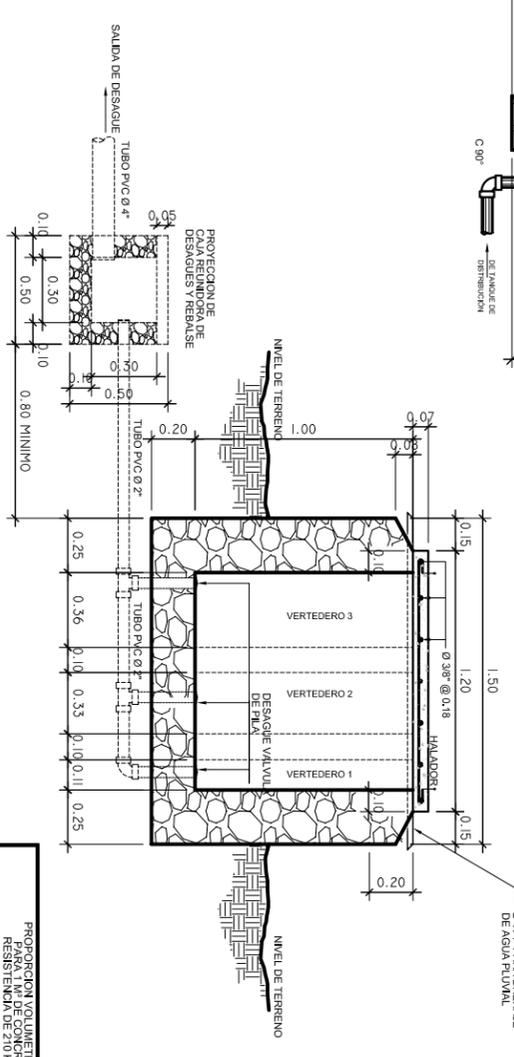


TAPADERA
CAJA SALIDA DE CAUDALES
SIN ESCALA

TAPADERA
CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES
SIN ESCALA

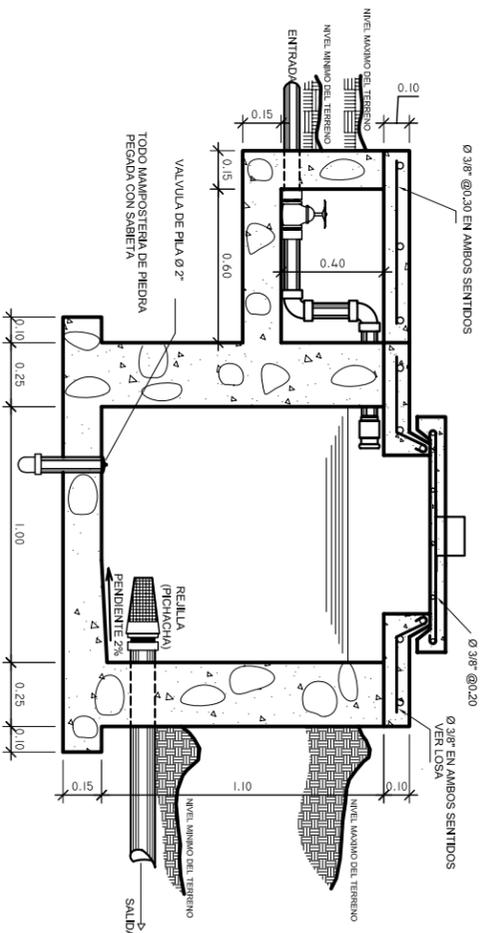
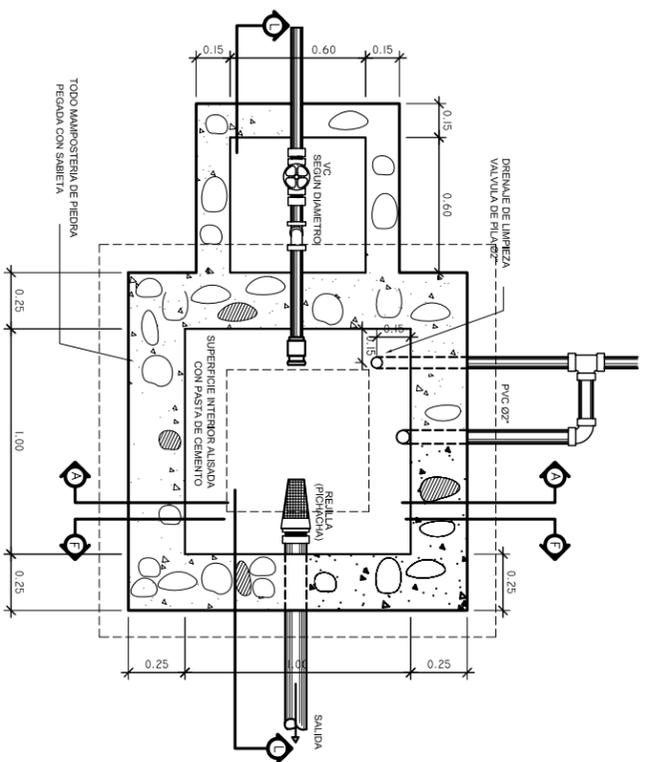


SECCION A - A'
CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES
SIN ESCALA



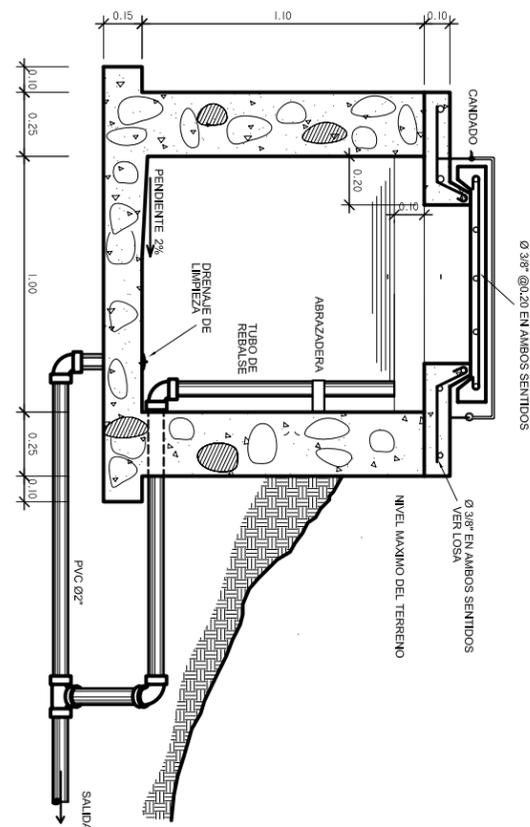
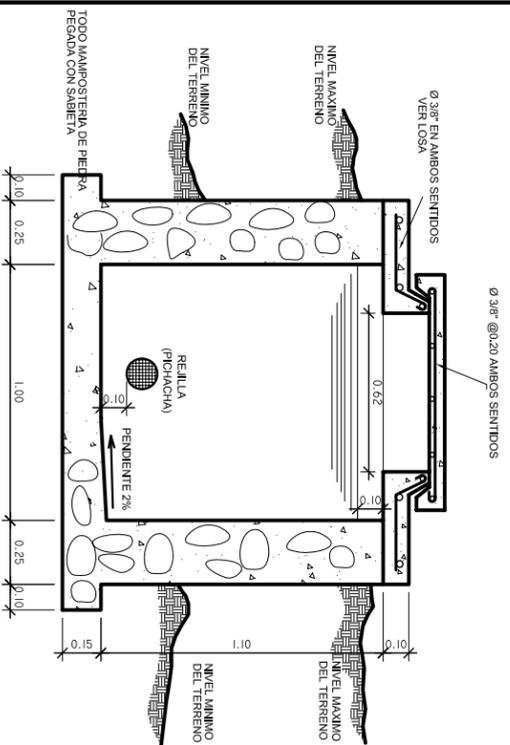
SECCION B - B'
CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES
SIN ESCALA

PROPORCION VOLUMETRICA 1:22
PARA 1 M³ DE CONCRETO
SE USA ENMEDIA DE 210 Kg/m³
0.8 BOLASAS DE CEMENTO
0.25 m³ DE PIEDRA EQUIVALENTE A OCHO CARRERASAS DE ARENA
0.27 METROS DE ARENA EQUIVALENTE A CINCO CARRERASAS DE ARENA



PLANTA
 CAJA ROMPE PRESION DE 1 m³
 SIN ESCALA

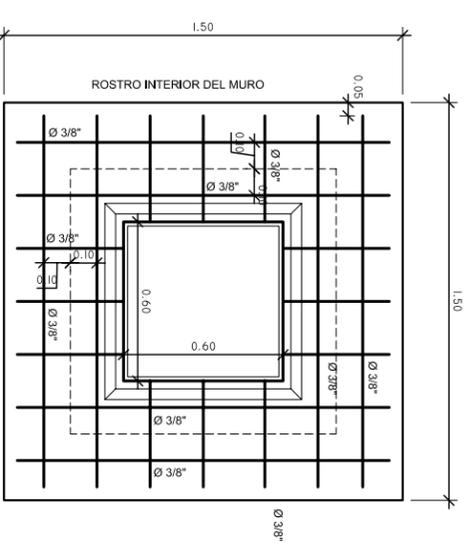
SECCION L - L'
 CAJA ROMPE PRESION DE 1 m³
 SIN ESCALA



SECCION F - F'
 CAJA ROMPE PRESION DE 1 m³
 SIN ESCALA

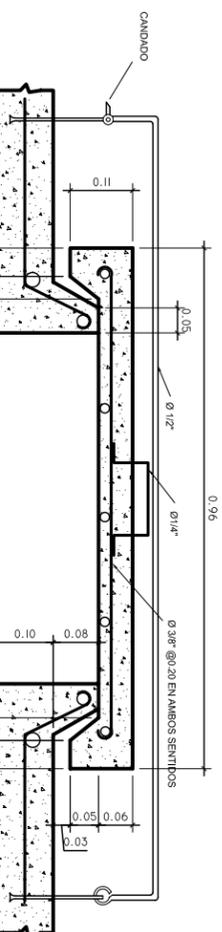
SECCION A - A'
 CAJA ROMPE PRESION DE 1 m³
 SIN ESCALA

PLANTA
 TAPADERA DE CAJA ROMPE PRESION
 SIN ESCALA



NOTAS:

- MAMPOSTERIA DE PIEDRA BOLA:
 67 % PIEDRA
 33 % SABIETA
 1.- CEMENTO
 2.- ARENA DE RIO
 CONCRETO = F'c 3000 PSI = 210 kg/cm²
 ACERO DE REFUERZO GRADO 40 = fy = 2.810 kg/cm²



PERFIL
 TAPADERA DE CAJA ROMPE PRESION
 SIN ESCALA

ANEXOS

ANEXO 1: Examen Bacteriológico del agua.


 DEPARTAMENTO DE REGULACION DE LOS PROGRAMAS DE LA SALUD Y AMBIENTE
 B0/DRPSA/VI/0002
CALIDAD DE AGUA


Fecha de Inspección: 13 de Abril año 2007 (dd/mn/aaaa)

Realizado por: Jose Guinilla Santos Cargo: Tecnico en Salud Pura Rural

A. UBICACIÓN GEOGRAFICA

Comunidad: Cheremch'it Municipio: Quiché

Departamento: Quiché

B. CARACTERISTICAS DEL AGUA

Sitio de Muestreo	Cloro Libre Residual (mg/l)	Coliformes Fecales / 100 ml			
		No. *	Volumen (ml)	Contaje (# colonias)	Cantidad **
1. Fuente Superficial: (rio, lago, laguna, canal)					
2. Fuentes Subterráneas					
Manantial 1: <u>Nacimiento I</u>				0	0
Manantial 2: <u>Nacimiento II</u>				No Contaminada	
Manantial 3: <u>Nacimiento III</u>				0	0
Manantial 4: <u>Nacimiento IV</u>				1	1
Pozo 1:				0	0
Pozo 2:					
3. Tratamiento					
4. Componentes Tanque de Almacenamiento					
Tanque de almacenamiento 1:					
Tanque de almacenamiento 2:					
Tanque de almacenamiento 3:					
5. Red de Distribución					
Vivienda 1					
Vivienda 2					
Vivienda 3					
Vivienda 4					
Vivienda 5					
6. Camión Cisterna					

* Número de muestra

** Cantidad

Firma y Sello del responsable:

El Agua Examineda es apta para consumo humano de devida mente y constantemente




ANEXO 2: Resultado prueba de laboratorio proctor modificado.



ANEXO 3: Resultado prueba de laboratorio análisis granulométrico.

INFORME No. 0333S.S.

O.T. No. 21,912

Interesado: Elden Samayoa Muñoz

Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y lavado previo.

Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11

Proyecto: TRABAJO DE GRADUACION - EPS

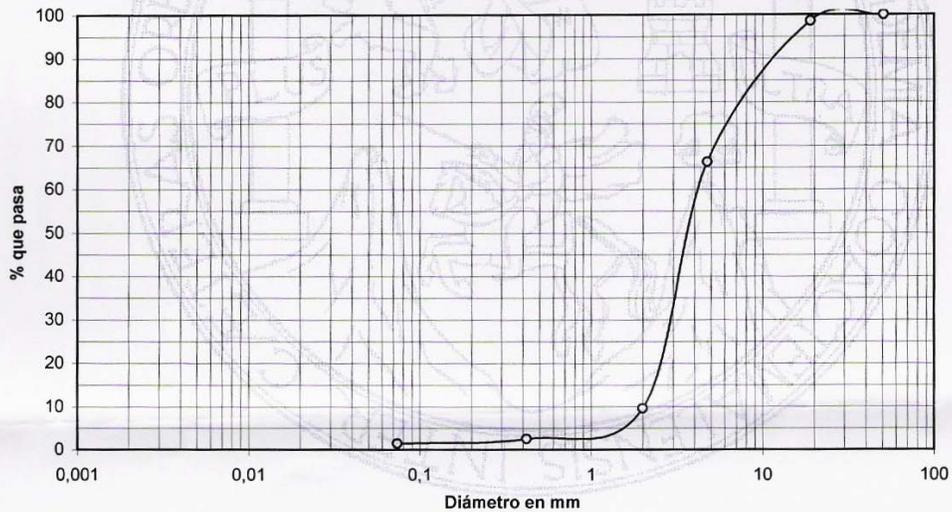
Procedencia: Chiché, El Quiché

Fecha: 27 de agosto de 2007

Muestra No. 1

Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
3"	76,2	100
2"	50,8	100,00
3/4"	19,00	98,54
4	4,76	66,25
10	2,00	9,49
40	0,42	2,52
200	0,074	1,46

% de Grava: 33,75
 % de Arena: 64,79
 % de Finos: 1,46



Descripción del suelo: Fragmentos de roca con arena limosa color beige
 Clasificación: S.C.U.: SP P.R.A.: A-1-a
 Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
 DIRECTOR. CII/USAC.



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos

ANEXO 4: Resultado prueba de laboratorio límites de Atterberg.

INFORME No. 0334S.S.

O.T. No. 21,912

Interesado: Elden Samayoa Muñoz
Proyecto: TRABAJO DE GRADUACION - EPS

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Chiché, El Quiché
Muestra: 1
FECHA: 27 de agosto de 2007

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	25,3	5,8	SP	Fragmentos de roca con arena limosa color beige

(*) C.S.U. = CLASIFICACION SISTEMA UNIFICADO

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

Ing. Oswaldo Remeo Escobar Alvarez
DIRECTOR CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

ANEXO 5: Resultado prueba de laboratorio peso unitario suelto.

INFORME No.: 335 S.S O.T. No.: 21,912

INTERESADO: Elden Samayoa Muñoz

PROYECTO: TRABAJO DE GRADUACION - EPS

ASUNTO: ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)

Norma: A.A.S.T.H.O T-19

UBICACIÓN: Chiché, El Quiché

MUESTRA No.: Balasto de capa de base

DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Fragmentos de roca con arena limosa
color beige

FECHA: 27 de agosto de 2007

RESULTADO DEL ENSAYO:

P.U.S.= 1930 kg/m³

OBSERVACIONES: Muestra tomada por el interesado

Atentamente,



Vo. Bo.

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez
DIRECTOR CII/USAC



Omar E. Medrano Mendez
Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos