



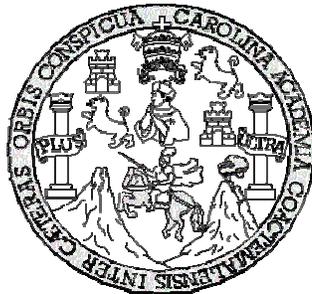
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO DE CARRETERA COMUNIDADES PAMPACCHÉ-PAMBÓN Y
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE COMUNIDAD AQUÍL
PEQUEÑO, MUNICIPIO DE SAN CRISTÓBAL VERAPAZ, ALTA VERAPAZ**

EDWIN MARGARITO DE LA CRUZ ARRIAZA
Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, Agosto de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE CARRETERA COMUNIDADES PAMPACCHÉ-PAMBÓN Y
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE COMUNIDAD AQUÍL
PEQUEÑO, MUNICIPIO DE SAN CRISTÓBAL VERAPAZ, ALTA VERAPAZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

EDWIN MARGARITO DE LA CRUZ ARRIAZA

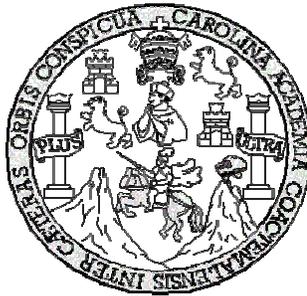
ASESORADO POR: ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Nicolás de Jesús Guzmán Sáenz
EXAMINADOR	Ing. Julio Antonio Arreaga Solares
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE COMITÉ 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 COMUNIDADES PAMPACCHÉ-PAMBÓN Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE COMUNIDAD AQUÍL PEQUEÑO, MUNICIPIO DE SAN CRISTÓBAL VERAPAZ, ALTA VERAPAZ,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 22 de Abril de 2004.

Edwin Margarito de la Cruz Arriaza

DEDICATORIA A:

Mis padres: Marco Tulio De la Cruz Morales y Ana Maria Arriaza de De la Cruz, con mucho amor.

Mis hermanos: Marco Christian, José Marcos, Diego Armando y Astrid Friné; sigamos cosechando y compartiendo éxitos en nuestras vidas.

Mis sobrinos: Cristian, Alvarito y Maria Celeste, con mucho cariño.

Mis abuelitos: Con especial cariño.

Toda mi familia: Con aprecio y cariño, especialmente a Lety Mejía de Arriaza (Q.E.P.D.)

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de San Cristóbal Verapaz	1
1.1.1. Datos generales del municipio	1
1.1.2. Antecedentes históricos	2
1.1.3. Aspectos territoriales	2
1.1.4. Aspectos socioculturales	5
1.1.5. Aspectos económicos	6
1.1.6. Aspectos de infraestructura y servicios	8
1.1.7. Geografía y servicios básicos satisfechos del municipio	10

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño geométrico de carretera de las comunidades Pampacché-Pambón, del municipio de San Cristóbal Verapaz	11
2.1.1. Descripción del proyecto	11
2.1.2. Preliminar de campo	12
2.1.2.1 Selección de ruta	12
2.1.2.2 Levantamiento topográfico de preliminar	12
2.1.2.2.1 Tránsito preliminar	13
2.1.2.2.2 Niveles de preliminar	13
2.1.2.2.3 Secciones transversales de preliminar	14

2.1.3.	Cálculo topográfico de preliminar	14
2.1.3.1	Cálculo del tránsito de preliminar	14
2.1.3.2	Cálculo de niveles de preliminar	15
2.1.3.3	Cálculo de secciones transversales de preliminar	16
2.1.4.	Dibujo preliminar	16
2.1.5.	Diseño de localización	17
2.1.5.1	Diseño de subrasante de preliminar	17
2.1.5.2	Traslado de subrasante a planta	17
2.1.5.3	Diseño de línea de localización	18
2.1.5.4	Deducción de perfil y afinamiento de diseño	18
2.1.6.	Cálculo de localización	19
2.1.6.1	Cálculo de puntos de intersección de localización	19
2.1.6.2	Cálculo de elementos de curva y estacionamientos	19
2.1.7.	Movimiento de tierras	24
2.1.7.1	Diseño de subrasante	24
2.1.7.2	Determinación de curvas verticales	24
2.1.7.3	Trazo de subrasante	28
2.1.7.4	Dibujo de secciones transversales	29
2.1.7.5	Dibujo de secciones típicas	29
2.1.7.6	Determinación de áreas	31
2.1.7.7	Cálculo de volúmenes	31
2.1.8.	Carpeta de rodadura	32
2.1.9.	Drenajes	33
2.1.9.1	Ubicación de drenajes	33
2.1.9.2	Localización de drenajes	34
2.1.9.3	Cálculo de áreas de descarga, método racional	35
2.1.10.	Planos	36
2.1.11.	Presupuesto y cronograma de ejecución	37

2.2.	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad Aquil Pequeño, del municipio de San Cristóbal Verapaz	41
2.2.12.	Descripción del proyecto	41
2.2.13.	Levantamiento topográfico	41
2.2.13.1	Altimetría	42
2.2.13.2	Planimetría	42
2.2.14.	Diseño hidráulico del sistema	43
2.2.14.1	Parámetros de diseño	45
2.2.14.1.1	Período de diseño	45
2.2.14.1.2	Población de diseño	46
2.2.14.1.3	Aforo	47
2.2.14.1.4	Dotación	47
2.2.14.1.5	Caudal de diseño	47
2.2.14.1.6	Diseño de línea de conducción	49
2.2.14.1.7	Diseño de red de distribución	52
2.2.14.1.8	Volumen del tanque de distribución	58
2.2.14.1.9	Diseño estructural del tanque	59
2.2.15.	Análisis de calidad del agua	62
2.2.16.	Sistema de desinfección	63
2.2.17.	Obras de arte	65
2.2.18.	Administración, operación y mantenimiento	67
2.2.19.	Propuesta de tarifa	67
2.2.20.	Planos	68
2.2.21.	Presupuesto y cronograma de ejecución	68
3.	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	
3.1.	Definición de impacto ambiental y evaluación de impacto ambiental	71
3.2.	Evaluación de impacto ambiental del proyecto de carretera	72

3.3. Evaluación de impacto ambiental del proyecto de agua potable	75
3.4. Medidas de mitigación	78
CONCLUSIONES	81
RECOMENDACIONES	83
BIBLIOGRAFÍA	85
ANEXO	87
APÉNDICE 1	93
APÉNDICE 2	109
APÉNDICE 3	127

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Geografía y servicios básicos satisfechos del municipio	10
2.	Cálculo de coordenadas topográficas	15
3.	Cálculo de curva horizontal	21
4.	Tipos de curvas verticales y valores de K según velocidad de diseño	25
5.	Cálculo de curva vertical	26
6.	Cálculo de volúmenes del movimiento de tierras.	32
7.	Dimensionamiento del muro de gravedad	60

TABLAS

I	Libreta de nivelación de preliminar	16
II	Grados de curva y radios de diseño	20
III	Resumen de cálculo de curvas horizontales	23
IV	Resumen de cálculo de curvas verticales	28
V	Relaciones para el dibujo de taludes	30
VI	Resumen del presupuesto del proyecto de carretera	38
VII	Cronograma de ejecución del proyecto de carretera	39
VIII	Libreta de topografía	42
IX	Parámetros de diseño del sistema de agua	48
X	Diseño hidráulico de línea de conducción	51
XI	Diseño hidráulico de red principal de distribución	54
XII	Diseño hidráulico de ramal A	56
XIII	Diseño hidráulico de ramal B	57
XIV	Diseño hidráulico de ramal C	57
XV	Diseño hidráulico de ramal D	58
XVI	Diseño hidráulico de ramal E	58
XVII	Resumen del presupuesto del proyecto de agua	69
XVIII	Cronograma de ejecución del proyecto de agua	70

LISTA DE SÍMBOLOS

E.P.S.	Ejercicio Profesional Supervisado
INE	Instituto Nacional de Estadística
MSNM	Metros Sobre el Nivel del Mar
PEA	Población Económicamente Activa
INDE	Instituto Nacional de Electrificación
AASHTOO	Asociación Americana de Oficiales Estatales de Carreteras y transportes
D.G.C.	Dirección General de Caminos
%	Porcentaje
Az	Azimut
D.H.	Distancia horizontal
BM	Banco de Marca
PV	Punto de vuelta
m	Metro
km	Kilómetro
km/h	Kilómetros por hora
Δ	Angulo de deflexión entre dos rectas
G	Grado de curva
PC	Principio de curva
PI	Punto de intersección horizontal
PT	Principio de tangente
LCV	Longitud de curva vertical
K	Constante de velocidad de diseño
PIV	Punto de intersección vertical
K.P.H.	Kilómetros por hora
Q	Caudal

I	Intensidad de lluvia
C	Coeficiente de escorrentía
L	Longitud
H	Altura
t	Tiempo de concentración
R	Radio hidráulico
S	Pendiente
V	Velocidad
n	Coeficiente de rugosidad
Ø	Diámetro
EIA	Estudio de Impacto Ambiental
UNEPAR	Unidad Ejecutora del Programa de Acuerdos Rurales
PVC	Cloruro de polivinilo
P	Población
Pf	Población futura
Po	Población actual
r	Tasa de crecimiento poblacional
L/s	Litros por segundo
Lts/hab/día	Litros por habitante por día (dotación)
Qm	Caudal medio
Qmd	Caudal día máximo
Qmh	Caudal de hora máxima
FDM	Factor de día máximo
FHM	Factor de hora máxima
m.c.a.	Metros columna de agua
Psi	Libras por pulgada cuadrada (lbs/pulg ²)
m/s	metros por segundo
Hf	Pérdida de carga
γ	Peso específico

GLOSARIO

Aforo	Es la operación que consiste en medir el caudal de una corriente de agua.
Agua potable	Es el agua sanitariamente segura, que es agradable a los sentidos.
Carretera	Es toda vía pública abierta a la circulación de vehículos, peatones y demás usuarios, cuyo tránsito es permanente.
Caudal	Es el volumen de agua que pasa por unidad de tiempo, en un instante dado. Sus expresiones más usuales son litros por segundo, metros cúbicos por segundo, galones por minuto.
Consumo	Es la cantidad de agua que realmente es utilizada por la población.
Cuneta	Son zanjas laterales paralelas al eje de la carretera, y su función es evacuar las aguas que caen sobre la superficie de la carretera, taludes y áreas adyacentes.
Dotación	Cantidad de agua que se le asigna a una población, cuando se diseña un sistema de abastecimiento de agua; depende principalmente del clima y área geográfica.

Línea central	Es el punto de referencia de donde van a partir todos los anchos o componentes de la carretera.
Rasante	Es la línea que se obtiene al proyectar sobre una plano vertical, el desarrollo de la corona en la parte superior del pavimento.
Sección típica	Es la representación gráfica transversal y acotada que muestra las partes componentes de una carretera.
Sub-rasante	Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento y se extiende a una profundidad en la que no le afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto y que, una vez compactada y afinada, tiene las secciones y pendientes especificadas en el diseño.
Talud	Son planos inclinados de la terracería que pertenecen a la sección típica que delimitan los volúmenes de corte y relleno; están comprendidos entre la cuneta y el terreno original.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado realizado en el municipio de San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz, el cual tiene como objetivo fundamental, proporcionar soluciones técnicas en respuesta a las necesidades reales de la población.

El trabajo de graduación está dividido en tres capítulos: el primer capítulo consiste en una fase de investigación, en la cual se detalla la monografía y características importantes del municipio, el segundo capítulo está basado en el servicio técnico profesional desarrollado en comunidades del municipio, y el tercer capítulo trata sobre la Evaluación de Impacto Ambiental.

El servicio técnico profesional consiste en el diseño y planificación de dos proyectos los cuales son: el diseño de una carretera rural entre las comunidades de Pampacché-Pambón, y el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad, en la comunidad de Aquíl Pequeño, en los cuales se presentan los aspectos técnicos del diseño, tales como la topografía, cálculo y diseño geométrico, movimiento de tierras, cálculo y diseño hidráulico, operación y mantenimiento, exámenes de laboratorio, elaboración de planos, presupuestos y cronogramas de ejecución de los respectivos proyectos.

OBJETIVOS

General:

Contribuir al desarrollo del municipio de San Cristóbal Verapaz, con la planificación y diseño de proyectos de infraestructura, que sean la solución a las necesidades básicas existentes y de mayor prioridad en las comunidades de dicho municipio.

Específicos:

1. Realizar el diseño de carretera en las comunidades de Pampacché-Pambón, en base a normas y especificaciones de diseño para carreteras de tipo rural, para lograr el diseño que ocasione el menor costo de construcción y brinde las condiciones de seguridad al tránsito.
2. Desarrollar el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, para dotar a la población actual y futura de la comunidad de Aquíl Pequeño, por medio de un sistema por gravedad, con el cual se superen las condiciones de higiene, salubridad y nivel de vida en general.
3. Proyectar el Ejercicio Profesional Supervisado al sector rural, para poder así contribuir a su desarrollo, y a la vez poner en práctica los conocimientos obtenidos en la formación académica, para lograr experiencia en el desempeño como futuro profesional.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación lleva por nombre “Diseño de carretera comunidades Pampacché-Pambón y diseño de sistema de abastecimiento de agua potable comunidad Aquíl Pequeño, del municipio de San Cristóbal Verapaz”, el cual ha sido elaborado como resultado del Ejercicio Profesional Supervisado realizado en dicho municipio, basándose en las necesidades existentes y de mayor prioridad e interés, tanto de la población como de la municipalidad.

Las comunidades de Pampacché-Pambón, actualmente no cuentan con un camino rural que pueda comunicar éstas y otras comunidades cercanas, con la ruta que conduce a la cabecera municipal, siendo el principal problema que perjudica su desarrollo, por lo que la planificación, diseño y construcción de la carretera solucionaría la necesidad de comunicación libre y segura con la ruta inmediata a la cabecera municipal.

La comunidad de Aquíl Pequeño, en la actualidad cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable muy deteriorado y no satisface a la mayoría de la población existente, por lo que se necesita el diseño, planificación y construcción de un nuevo sistema de abastecimiento de agua potable para satisfacer a la población con el vital líquido.

Conjuntamente con el diseño, se presenta la Evaluación de Impacto Ambiental realizada para cada proyecto, respectivamente, tomando en cuenta los factores positivos o negativos que influyen durante la construcción u operación de la obra.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del Municipio de San Cristóbal Verapaz

1.1.1. Datos generales del municipio

El Municipio de San Cristóbal Verapaz está ubicado en el departamento de Alta Verapaz y posee categoría de Villa; antes del año 2003, la división de la Villa de San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz, se establecía mediante aldeas, caseríos, fincas, parajes, etc., pero a partir del año antes mencionado, la municipalidad, facultada por el Decreto 12-2002, ha avanzado en el proceso para la micro regionalización del Municipio, teniendo ya designadas 12 micro regiones de desarrollo, cada una con su sede respectiva, las cuales fueron designadas mediante varios criterios como el acceso, la población, etc.

Asimismo, la cabecera municipal, se encuentra a 204 kilómetros de la ciudad capital, distribuidos así: 85 por la ruta nacional CA9; 112 por la ruta CA14 hacia las Verapaces; y 07 por la Ruta Nacional 7W que conduce hacia Chicamán, departamento de El Quiché.

Según el XI censo de población, realizado en 2002, por el Instituto Nacional de Estadística (INE), el municipio tiene una población de 43,336 habitantes.

1.1.2. Antecedentes históricos

En el período indígena, este lugar era conocido como "Kak-Koj" (León Colorado). Y con los Poqomchies (personas hablantes del idioma Poqom), que vinieron de Chamá en la época colonial o de los dominicos, al Barrio de Santa Ana, bajo la dirección de Fray Francisco de Viana, el 14 de Agosto de 1565, denominaron al lugar como San Cristóbal Kak-Koj.

Este municipio fue elevado a Villa por acuerdo gubernativo del 28 de enero de 1932 y se manifestó que por su cercanía a la laguneta Chichoj, se conoce a la actual villa como "La Pupila del Cielo".

San Cristóbal Verapaz, era la entrada a Alta Verapaz por el Occidente, lo que permitió mucho desarrollo al municipio. Comercializaban con pueblos de Occidente, utilizando el cacao como moneda. Los Caciques de Cacoh, encabezados por Pedro Bathaan aceptaron la enseñanza cristiana por parte de Fray Juan de la Torre.

1.1.3 Aspectos territoriales

Ubicación geográfica

Limita al Norte con la ciudad de Cobán, Alta Verapaz; al Este con los municipios de Cobán y Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz; al Sur con el municipio de Cubulco, Baja Verapaz y el municipio de Chicamán, departamento de El Quiché; al Oeste con los municipios de San Miguel Uspantán y Chicamán, del departamento de El Quiché; teniendo como límite el río Negro, más conocido como Chixoy.

Su localización geográfica es LATITUD 15°21' 50", LONGITUD 90°28'45", con una extensión territorial de 192 km² y una altura sobre el nivel del mar de 1,393 metros en el BM ubicado en el parque central del casco urbano.

Hidrografía

Los ríos que atraviesan el municipio son:

- ✓ Cahabón
- ✓ Agua Blanca
- ✓ Chixoy o Negro
- ✓ El Desagüe (sirve como desagüe a la laguna Chichoj)
- ✓ El Molino y Quixal

El río más importante lo constituye el río Negro o Chixoy que sirve de límite, tanto municipal, como entre los departamentos de Alta Verapaz y El Quiché.

Es importante señalar que por el río Chixoy se encuentra funcionando la hidroeléctrica más grande e importante del país que lleva el mismo nombre, y es la generadora de la mayor cantidad de energía eléctrica (60 por ciento).

Lagunas:

Cuenta con una laguna a la orilla del pueblo llamada *Chichoj*. Con una extensión actual aproximada de 2.25 kilómetros cuadrados de espejo; allá por los años 1935-40 representaba un espejo de 20 kilómetros cuadrados que por razones que se explican en el componente ambiental ha disminuido.

Quebradas:

Baleu, Chepenal, Chichoc, Chisiram, Chicuz y El Naranjo.

Condiciones Climáticas

- **Precipitación pluvial media anual:** 2,250 milímetros
- **Temperatura media anual:** 18°C
- **Humedad relativa:** 84%
- **Altitud:** 800 a 1,500 m. SNM
- **Bosque muy húmedo montano bajo tropical (BMHMBT)**

Flora

Dado que cuenta con varios microclimas, hay variedad de plantas en sus bosques; *ornamentales*, tales como orquídeas de diversas clases; *de consumo*, como el chipilín; *medicinales y de industria* como el maguey. San Cristóbal es un área bastante boscosa que cuenta con un área llamada la Sierra de Pampacché, con una extensión aproximada de 32 kilómetros cuadrados de bosque nuboso.

Fauna

Existen distintas clases de animales que habitan en sus bosques especialmente los tropicales, en donde se pueden observar, aún a pesar de la inmoderada tala de árboles, especies como venado, jabalí, ardillas, tepezcuintle, serpientes, tigrillos, taltuzas, armados, y monos, especialmente en la Sierra de Pampacché se encuentra todavía una especie de mono araña.

Orografía

En cuanto a accidentes orográficos, en el municipio existe una sierra denominada Pampacché y las montañas Los Pajales, Najtilabaj, Panixcalera y Saltul. En cuanto a cerros están los siguientes: El Cumbrón, Chixut, Guachmalen, La Laguna, La Ventana, Najcantzal, Pamuc, Pansisihuite, Pansiyá y Sacxoc.

1.1.4 Aspectos socioculturales

Entre las diferentes actividades socioculturales, sobresalen las religiosas, deportivas, estudiantiles, laborales; en las que participan la mayoría de los habitantes sin distinción de raza, credo, situación política y estrato social. Pero hay algunas actividades en las que participan únicamente los indígenas, tales como las que celebran en las cofradías.

Fiestas patronales

La fiesta titular se celebra del 20 al 25 de julio en honor a San Cristóbal. Sin embargo, aunque la fiesta se celebra en la misma fecha, ahora también es en honor al Apóstol Santiago, otras fiestas son:

- * Del 17 al 20 de enero San Sebastián
- * Del 24 al 26 del abril San Felipe
- * Del 20 al 25 de julio Santa Ana
- * Del 13 al 15 de enero Esquipulas

Traje típico

Éste constituye una pieza ya perdida, por lo que la gente ha adoptado el uso del traje de Cobán y el de Tactic, pero el traje ceremonial consistía en una Enagua café o azul, envuelta la mujer; la ataba con una banda roja (camalsá). El Güipil blanco y chorreado a propósito de achiote, para significar la laboriosidad de la mujer y la sangre de su estirpe roja. Peina su cabeza con un cordoncillo en forma de rodete. Manos con anillos de plata, y chachales de corales.

Comidas y Bebidas típicas: Sack-ik y el Cacao, respectivamente.

Religión: Católica, protestante, mormona, Testigos de Jehová, y adventista. Predomina la católica.

Idioma: Español, Kekchí y Poqomchí. Predominando este último.

1.1.5 Aspectos económicos

La economía, es impulsada principalmente por el sector agrícola, algunos de los escasos productos obtenidos por esta actividad como el maíz y el frijol, son empleados en su mayoría para el consumo familiar. Otros; como el cardamomo y el café, logran venderlos a denominados “Coyotes”, que llegan hasta allá a comprar el producto (ya que por la falta de acceso al lugar, se les dificulta la comercialización directa con los exportadores).

Producción artesanal

Existe una fábrica de calzado y una de tejidos de algodón, cerámica, instrumentos musicales, muebles de madera, petates de palma y de tul, cerería, productos de cuero, ladrillo y teja de barro; dentro del campo de la artesanía se puede mencionar la fabricación de pita, lazo y redes que provienen del maguey.

La producción pecuaria es mínima, pero significativa para la economía de algunas familias, la producción avícola constituida por aves (pavos, patos y gallinas). La crianza es de menor cuantía, ya que se destina al consumo familiar para festejar ocasiones especiales o bien se comercializa localmente y en los alrededores.

Industria

En lo que se refiere a la industria, en el municipio se encuentra instalada la fábrica de calzado Cobán, la cual produce calzado tanto para el comercio exterior como interno. Es importante mencionar que esta fábrica por años ha dado empleo a una buena parte de la población de este municipio, ya que aproximadamente emplea a unas 600 personas y que representa el 60.4 por ciento de la PEA ocupada de la rama económica y a escala total del municipio el 7.02 por ciento.

Geología

En cuanto a la producción minera se extrae piedra de yeso, actividad que absorbe a varias personas para el transporte y la carga y descarga del mismo, toda vez que es un proceso que se realiza manualmente. El transporte es de las minas que están ubicadas a la altura del río Chixoy (límite con El Quiche), en camiones con capacidad para 200 quintales hacia el municipio de Santa Cruz Verapaz, donde nuevamente se carga a los trailers hacia su destino final.

Recurso bosque

El municipio se caracteriza por ser de vocación forestal ya que su topografía es bastante quebrada, con pendientes fuertes, que alcanzan el 52 por ciento. Cuenta con áreas de bosques naturales, las cuales a pesar de ser explotadas aún conservan en alto porcentaje su vegetación, caracterizándose entre otros, el pino.

Áreas de potencial turístico y sitios naturales

El municipio cuenta con atractivos turísticos naturales como El Petencito, el cual es bañado por las aguas de la laguna de Chichó; de igual manera se encuentra el campamento Chichó de la Asociación Cristiana de Jóvenes ACJ, el cual está ubicado a orillas de la misma laguna.

La comunidad La Cumbre de Pamuc es un sitio natural de considerable altura sobre el nivel del mar y en el cual hay senderos donde los turistas pueden apreciar vegetación variada de la zona.

1.1.6 Aspectos de infraestructura y servicios

Energía eléctrica

A pesar de encontrarse dentro del municipio la mayor planta de generación de energía eléctrica, este servicio no cubre la totalidad de consumidores del municipio. Actualmente, se estima que un 50% de la población cuenta con el servicio

Agua potable

La cabecera municipal cuenta con un acueducto, el cual es administrado por la municipalidad. El servicio no es del todo eficiente, ya que la capacidad de la fuente y de los tanques de captación y almacenamiento no es suficiente para atender la demanda actual de la población.

En cuanto a las comunidades rurales, son varias las que carecen de este servicio, debido principalmente a la inexistencia de fuentes de agua que les permita abastecerse. Por tal razón, satisfacen su necesidad a través de la recolección de agua de lluvia, por lo que se han ejecutado en algunos lugares proyectos de aljibes.

Drenajes

La red de drenaje en el municipio cubre únicamente el área urbana de la cabecera municipal, no así el área perimetral ni mucho menos el área rural. Los desfogues se hacen directamente a la laguna Chichó, sin previo tratamiento, teniendo como resultado problemas serios de contaminación.

En lo que respecta a la disposición de excretas en el área rural, existe un mínimo de comunidades que cuentan con letrinas lavables, el resto utiliza letrina o pozo ciego.

Teléfono

El municipio cuenta mayormente con líneas residenciales y/o comerciales, algunos teléfonos comunitarios y públicos, además, se aprecia el uso de teléfonos celulares.

Red vial

El municipio cuenta con menos de 5 kilómetros de carretera asfaltada, misma que se encuentra en regulares condiciones y conecta al municipio vecino de Santa Cruz Verapaz. En cuanto a carreteras de terracería son dos, siendo éstas: la que conduce al municipio de Uspantán del departamento de El Quiché y por otro lado está la ruta que se dirige a la comunidad de la Providencia y que también atraviesa varias poblaciones, la cual está en buen estado, toda vez que es el INDE la institución que le da mantenimiento, debido a que en esa ruta se encuentra la casa de máquinas para la generación de la energía eléctrica.

Centros Educativos

El municipio cuenta con los siguientes centros educativos por niveles:

Pre-primaria Bilingüe: 19 centros oficiales

Párvulos: 10 centros oficiales y 3 privados

Primaria: 45 centros oficiales y 5 privados

Básico: 1 centro oficial y 1 privado

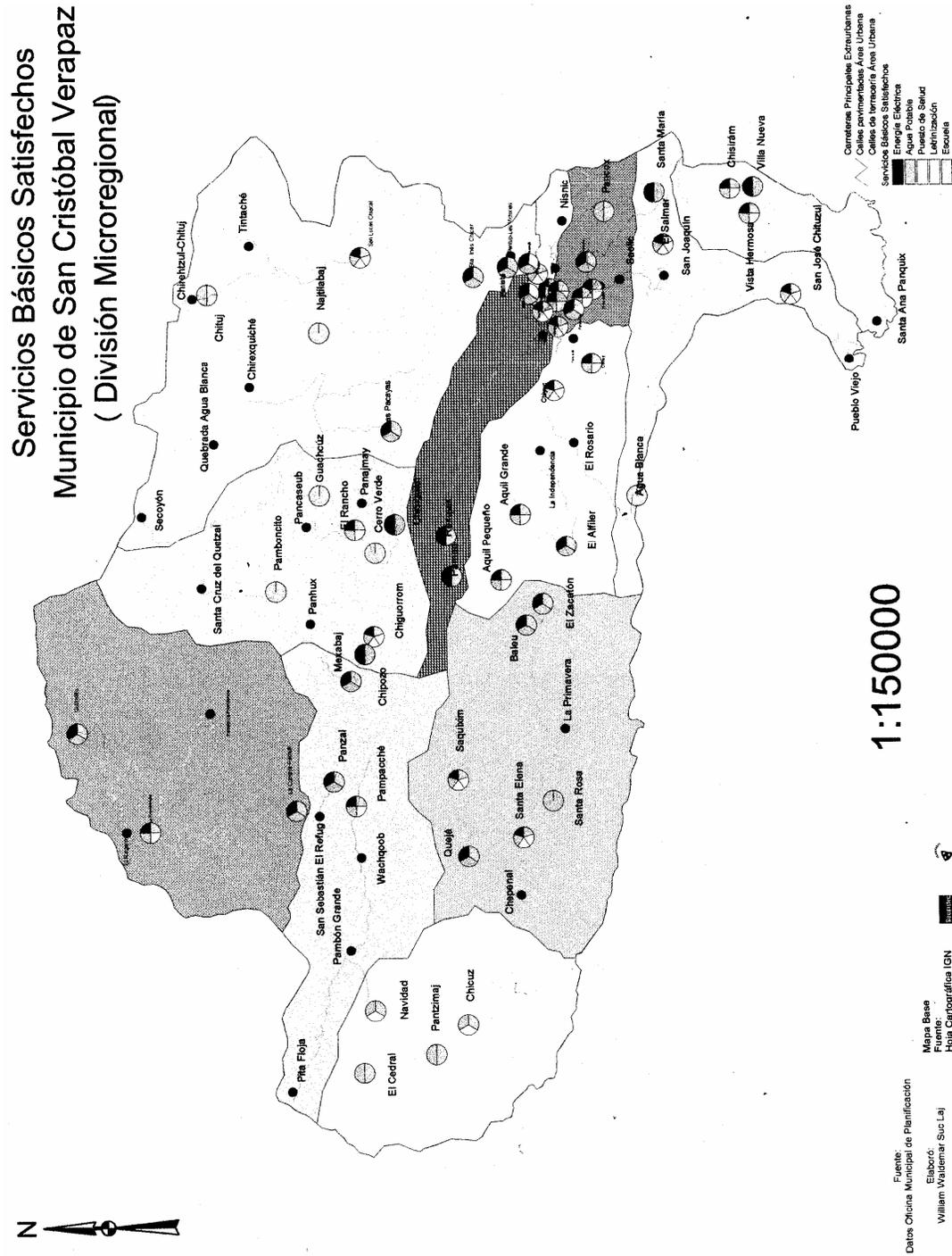
Básico por televisión: 4 centros oficiales

Diversificado: 5 centros privados

En resumen, de la población total un 48% tiene acceso a educación primaria, un 51% a energía eléctrica, un 53% a servicios de agua, un 49% a camino, un 64.3% a letrización, un 25% a servicios de salud, un 7.14% a tren de aseo y existe un índice de analfabetismo del 59.8% de la población total.

1.1.7 Geografía y servicios básicos satisfechos del municipio

Figura 1. Geografía y servicios básicos satisfechos



Fuente: Oficina Municipal de Planificación, elaborado por William Waldemar Suc Laj, sep. 2004.

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño geométrico de carretera de las comunidades de Pampacché-Pambón, del municipio de San Cristóbal Verapaz

2.1.1 Descripción del proyecto

Las Comunidades Pampacché y Pambón Grande se ubican al Nor-oeste de la cabecera municipal y a una distancia aproximada de 22 Km por la ruta nacional que conduce a Quixal y actualmente no cuenta con un camino rural que pueda comunicar a estas y otras comunidades cercanas con la ruta nacional, siendo este el principal problema que perjudica el desarrollo social y económico de estas comunidades.

El proyecto consiste en el diseño geométrico del tramo de carretera rural que comunica a las comunidades de Pampacché, Wachqoob y Pambón Grande, el cual tiene una longitud total de 2,100.63 metros y un beneficio para contribuir al desarrollo de 95 familias de dichas comunidades.

El diseño se basó en la carretera **tipo G** de la Dirección General de Caminos, la cual se considera una región montañosa y tiene una velocidad de diseño de 20 Km/hora, con un tráfico diario de vehículos que va de 10 a 100 vehículos y un ancho de calzada de 5.20 metros con carpeta de rodadura de 4.00 metros balastada con un espesor de 0.20 metros.

2.1.2 Preliminar de campo

Este trabajo es indispensable y consiste en obtener la información de campo para realizar el diseño en gabinete, ya que en esta se efectúa la selección de ruta, reconocimiento y el levantamiento topográfico preliminar.

2.1.2.1 Selección de ruta

Para la realización del trazo de la carretera se hicieron reconocimientos del lugar y se tomaron dos puntos fijos: el inicial y el final, entre los cuales se definieron varias opciones de ruta, de las cuales se tomó la que se adaptó mejor a las necesidades y posibilidades que se tenían para el diseño, tomando en cuenta el tránsito que la misma inducirá y el tipo de topografía del terreno, que en este caso dio como resultado una región montañosa, para la cual se debe diseñar con un radio mínimo de curvatura horizontal de 18 metros y una pendiente máxima de 18 %.

2.1.2.2 Levantamiento topográfico de preliminar

Este es el levantamiento topográfico de la línea preliminar trazada en la fase de la selección de ruta, este levantamiento consiste en una poligonal abierta, formada por ángulos y tangentes, donde se deberá establecer lo siguiente:

- Punto de partida
- Azimut o rumbo de salida
- Kilometraje de salida
- Cota de salida del terreno.

Para cada levantamiento de preliminar, se debe tomar en el campo: tránsito preliminar, niveles de preliminar, secciones transversales de preliminar, radiaciones y referencias.

2.1.2.2.1 Tránsito preliminar

El trazo del tránsito de preliminar, se realizó por medio del método de dobles deflexiones, con estacionamientos cada 20 metros y en los puntos donde se considero necesario.

Para la determinación del rumbo de partida fue necesario ubicar el norte magnético con la ayuda de una brújula, el kilometraje de salida fue de 0+000 debido a no existir referencia alguna y esta ubicado al inicio del tramo, sobre un trompo enterrado con un clavo en el centro, frente a una vivienda. En cada intersección de dos rectas se localizaba la estación y se medía el ángulo o delta, y las distancias se medían con cinta metálica, luego se anotaban los datos en la libreta de tránsito preliminar.

2.1.2.2.2 Niveles de preliminar

La nivelación se efectuó con nivel de precisión tomando diferencias de nivel a cada 20 metros, y en todos los puntos fijados en el trazo de la línea o eje central, tomando bancos de marca BM aproximadamente cada 500 metros referenciado a un punto fijo de un árbol, una casa, una roca, etc., en este caso se tomó como referencia BM1 una roca que se encuentra al inicio del tramo.

2.1.2.2.3 Secciones transversales de preliminar

Los datos de secciones transversales de preliminar se tomaron con un nivel de mano o clinómetro, a cada estación de la línea central y a cada estación intermedia donde existía alguna referencia importante de ayuda en gabinete, haciendo un levantamiento perpendicular a la línea central de por lo menos una longitud de 15 metros de cada lado de la línea que varía de acuerdo al terreno y criterio del topógrafo.

Además se debe de tomar información como la localización probable de drenaje, tipo de material existente y sus características, características de puntos obligados, descripción de terrenos atravesados para fines de derecho de vía, si son del estado o privados, tipo de cultivos y construcciones sobre el terreno, etc.

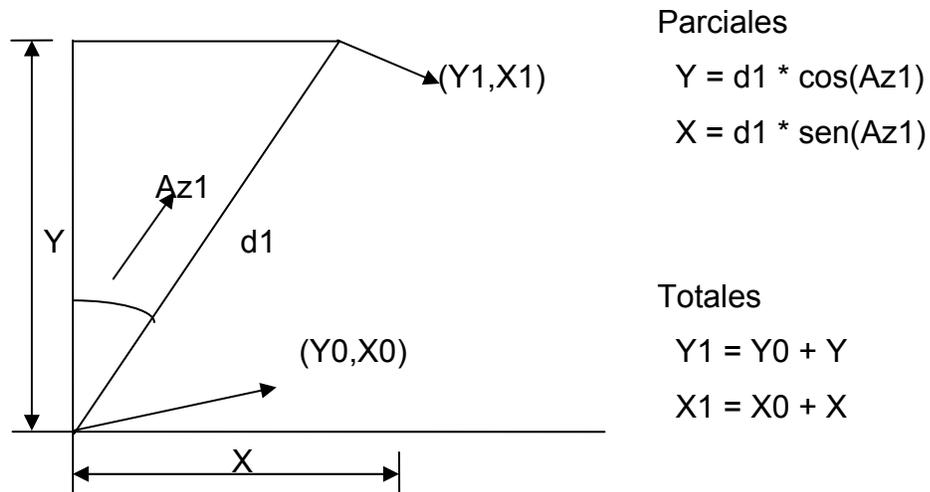
2.1.3 Cálculo topográfico de preliminar

Consiste en procesar en gabinete todos los datos proporcionados por el levantamiento preliminar, estos trabajos se efectuaron siguiendo los pasos que a continuación se presentan.

2.1.3.1 Cálculo del tránsito de preliminar

Teniendo la libreta de tránsito preliminar se procedió a la revisión y cálculo de la misma, empezando por convertir rumbos en Azimut, para facilitar el manejo de datos con su signo, seguidamente se procede al cálculo de coordenadas parciales y coordenadas totales de cada estación de PI, debiendo colocar las coordenadas de salida 10,000 en (Y) y 10,000 en (X) para evitar tener coordenadas con signos negativos que dificulten el cálculo.

Figura 2. Cálculo de coordenadas topográficas.



Fuente: Augusto Pérez, Metodología de actividades para el diseño de carreteras. Pág. 12

En la figura 1. se presenta el diagrama y las formulas para el cálculo de coordenadas parciales y totales, teniendo como datos Azimut y distancia.

2.1.3.2 Cálculo de niveles de preliminar

El cálculo de la nivelación del eje central se llevó a cabo por medio del método de nivelación diferencial y se desarrolla directamente en la libreta de campo, proporcionada por la brigada y consiste en calcular las elevaciones de la línea central utilizando las siguientes fórmulas:

- **AI - Vad = Elevación**
- **Elevación + Vat = AI**

AI = Altura de Instrumento

Vad = Vista adelante

Vat = Vista atrás

PV = Punto de vuelta.

Tabla I. Libreta de nivelación de preliminar

PO	VA	AI	VI	PV	COTA
BM1	1.753	1001.753			1000.000
0+000			2.78		998.973
0+020			3.17		998.583
PV 1	3.952	1005.478		0.227	1001.526
0+040			1.27		1004.208

2.1.3.3 Cálculo de secciones transversales de preliminar

El procedimiento para calcular las secciones transversales de preliminar, consiste en obtener las cotas de los puntos medidos o seccionados, referenciados a la cota del eje central obtenida anteriormente, restando o sumando al nivel de la línea central según el signo que tenga cada punto de la sección.

2.1.4 Dibujo preliminar

Consiste en plotear o dibujar todos los datos de topografía preliminar obtenidos y calculados anteriormente, para poder visualizar la planta, perfil y curvas de nivel de la línea preliminar, para luego desarrollar el diseño de la línea final o línea de localización.

El dibujo de preliminar fue elaborado en los programas de computadora AutoCad R14 y Civil Survey, Softdesk 8, en los cuales fueron ingresados los datos preliminares de topografía, y así obtener el dibujo de planta perfil a una escala horizontal de 1:1000 y vertical de 1:200.

2.1.5 Diseño de localización

Consiste en diseñar la línea final o línea de localización, la cual será la definitiva para el proyecto, para luego proporcionarla para su colocación en campo.

2.1.5.1 Diseño de subrasante de preliminar

El objetivo de ésta subrasante, es fijar una línea base, a la cual se tratará de ajustar el perfil de la línea final o de localización, diseñándose sobre la misma para obtener una nueva subrasante que cumpla con los requisitos de balance en el movimiento de tierras. Lo principal en éste diseño, es que no se exceda la pendiente longitudinal máxima permitida, que en este caso es del 18%, basándose en la sección típica y al tipo de terreno.

Para su diseño también se debe tomar en cuenta todas las consideraciones y especificaciones para diseño de subrasante.

2.1.5.2 Traslado de subrasante a planta

Del perfil donde se diseñó la subrasante, se obtiene la elevación de ésta para cada estación, buscando dicha elevación en la planta de preliminar, sobre la sección transversal de la misma estación, la curva de nivel correspondiente exacta, se marca con un punto, a continuación se hace lo mismo con todas las estaciones uniendo todos los puntos con una línea discontinua, dando por resultado una línea que servirá como base al diseñador para aproximar el diseño de la línea de localización al perfil preliminar en planta.

2.1.5.3 Diseño de línea de localización

El diseño de la línea de localización es un proceso de tanteos y comparaciones, el diseño se realiza con un juego de escuadras, un compás, un juego de curvas de diseño y las especificaciones. Se realiza la primera aproximación, tratando en lo posible de seguir la línea fijada por la curva de la subrasante trasladada del perfil a la planta.

Las curvas de diseño, deben adaptarse lo mejor posible a las características del terreno y a la curva de la subrasante, luego; con líneas, unir a través de tangentes las curvas, moviendo constantemente dichas tangentes y curvas hasta que el proyecto obtenga una forma lógica.

2.1.5.4 Deducción de perfil y afinamiento de diseño

Para realizar la deducción del perfil, se deben marcar estacionamientos a cada 20 metros, cada estación tendrá una elevación que se colocará en el perfil preliminar para cada estación correspondiente, uniendo estos puntos con una línea punteada. Trazando así sobre este nuevo perfil, una nueva subrasante, teniendo siempre en cuenta los puntos obligados y todas las especificaciones para el diseño.

El diseño del alineamiento horizontal y del alineamiento vertical, no se debe considerar independientemente uno del otro, debido a que ambos se complementan entre sí, sobre todo, por criterio de economía y de seguridad al tránsito.

2.1.6 Cálculo de localización

La realización del cálculo de localización, consiste en un procedimiento matemático por medio del cual, se definen totalmente las características geométricas y trigonométricas de la línea de localización.

2.1.6.1 Cálculo de puntos de intersección de localización

Es el cálculo que se hace para obtener los nuevos datos de la línea final o de localización, y para realizar estos cálculos, se deben colocar en planta las coordenadas totales de los puntos de intersección de preliminar, además se debe colocar los azimut y distancias de la línea preliminar, para poder así calcular las nuevas coordenadas de los puntos de intersección de localización, para luego determinar azimut y distancias de las tangentes que unen esos puntos.

En algunos de los diseños horizontales, existirán casos donde la línea de localización coincida con la línea de preliminar, además, cuando sea necesario; se recurrirá a efectuar medidas gráficas, para relacionar la línea de localización diseñada, con la línea de preliminar colocada en el campo.

2.1.6.2 Cálculo de elementos de curva y estacionamientos

Para el cálculo de elementos de curva, es necesario tener las distancias entre los puntos de intersección de localización, los deltas (Δ) y el grado de curva (G) que será colocado por el diseñador.

Con el grado (G) y el delta (Δ) se calcula los elementos de la curva.

Grado de Curvatura (G) es el ángulo central que subtiende un arco de circunferencia de 20 metros, de ésta definición se obtiene las fórmulas de los diferentes elementos de una curva horizontal circular.

Para calcular el Radio de Curva (R) se deduce una fórmula que está en función del grado de curva (G) la cual es:

$$R = \frac{11459156}{G}$$

Con la anterior fórmula se obtienen los radios más usados para el diseño de carreteras:

Tabla II. Grados de curva y radios de diseño.

G°	RADIO(m)	G°	RADIO(m)	G°	RADIO(m)	G°	RADIO(m)
1°	1145.92	17°	67.41	33°	34.72	49°	23.39
2°	572.96	18°	63.66	34°	33.70	50°	22.92
3°	381.97	19°	60.31	35°	32.74	51°	22.47
4°	286.48	20°	57.30	36°	31.83	52°	22.04
5°	229.18	21°	54.57	37°	30.97	53°	21.62
6°	190.99	22°	52.09	38°	30.16	54°	21.22
7°	163.70	23°	49.82	39°	29.38	55°	20.83
8°	143.24	24°	47.75	40°	28.65	56°	20.46
9°	127.32	25°	45.84	41°	27.95	57°	20.10
10°	114.59	26°	44.07	42°	27.28	58°	19.76
11°	104.17	27°	42.44	43°	26.65	59°	19.42
12°	95.49	28°	40.93	44°	26.04	60°	19.10
13°	88.15	29°	39.51	45°	25.46	61°	18.79
14°	81.85	30°	38.20	46°	24.91	62°	18.48
15°	76.39	31°	36.97	47°	24.38	63°	18.19
16°	71.62	32°	35.81	48°	23.87		

Ejemplo de cálculo de curva horizontal:

Se tomará como ejemplo la curva horizontal No. 1 de la carretera diseñada “Pampacché-Pambón” y los datos para el cálculo de la curva son:

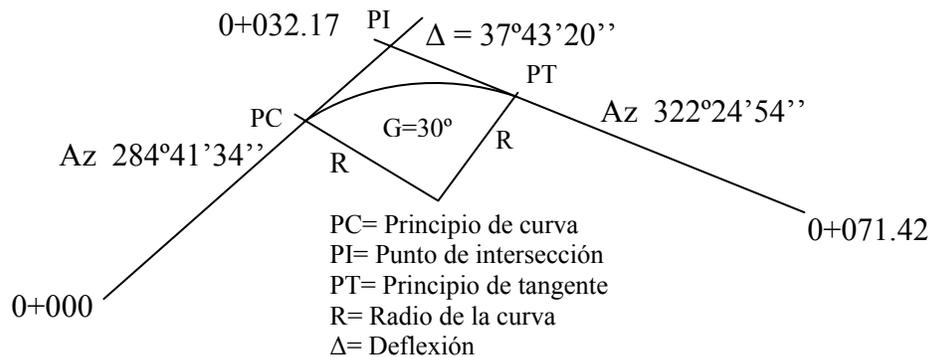
Azimuth de entrada: $284^{\circ}41'34''$

Azimuth de salida: $322^{\circ}24'54''$

Estacionamiento del Punto de Intersección (PI): 0+032.17

Se tiene la deflexión $\Delta = 37^{\circ}43'20''$ y se propone un $G = 30^{\circ}$ teniendo como criterio principal la topografía que condiciona el terreno, el tipo de carretera a diseñar y la velocidad de diseño de 20 kph, para poder brindar un radio de curvatura suave y de seguridad al tránsito.

Figura 3. Cálculo de curva horizontal.



De la Tabla II. de Grados de curva y radios de diseño anteriormente calculada tenemos que cuando el grado de curva es $G = 30^{\circ}$ obtendremos como resultado un radio de curva $R = 38.20$ metros, el cual servirá para calcular los demás elementos de la curva que a continuación se describen.

Longitud de curva (LC) es la distancia siguiendo la curva, desde el principio de curva (PC), hasta el principio de tangente (PT).

$$LC = (20 * \Delta) / G$$

$$LC = (20 * 37^{\circ}43'20'') / 30^{\circ}$$

$$LC = 25.15 \text{ metros.}$$

Subtangente (St) es la distancia entre el PC y el punto de intersección (PI) o entre el PI y el PT, en curvas circulares simples forman un ángulo de 90° con el radio.

$$\mathbf{St = R * tg (\Delta/2)}$$

$$St = 38.20 * tg (37^{\circ}43'20''/2)$$

$$St = 13.05 \text{ metros}$$

Cuerda máxima (Cm) es la distancia entre una línea recta trazada entre el PC al PT.

$$\mathbf{Cm = 2 * R * Sen (\Delta/2)}$$

$$Cm = 2 * 38.20 * Sen (37^{\circ}43'20''/2)$$

$$Cm = 24.70 \text{ metros}$$

External (E) es la distancia comprendida entre el PI al punto medio de la curva.

$$\mathbf{E = R * (sec (\Delta/2) - 1)}$$

$$E = 38.20 * (sec(37^{\circ}43'20''/2) - 1)$$

$$E = 2.17 \text{ metros}$$

Ordenada media (OM) es la distancia dentro del punto medio de la curva y el punto medio de la cuerda máxima.

$$\mathbf{OM = R * (1 - (cos (\Delta/2))}$$

$$OM = 38.20 (1 - (cos (37^{\circ}43'20''/2)))$$

$$OM = 2.05 \text{ metros}$$

Para calcular los estacionamientos de PC y PT de una curva, se utilizan las distancias entre los PI, se resta la Subtangente al PI para obtener PC y se suma la Longitud de Curva al PC para obtener PT, por lo que se tiene para el ejemplo de la curva No.1 lo siguiente:

Principio de curva

$$PC = PI - St$$

$$PC = 0+037.17 - 13.05$$

$$PC = 0+019.12$$

Principio de tangente

$$PT = PC + LC$$

$$PT = 0+019.12 + 25.15$$

$$PT = 0+044.27$$

Tabla III. Resumen de cálculo de curvas horizontales

Curva	Deflexión	G	R(m)	Lc(m)	St(m)	Cmax	E(m)	OM(m)	PC	PI	PT
1	37° 43' 20"	30°	38.20	25.15	13.05	24.70	2.17	2.05	0+019.12	0+032.17	0+044.27
2	19° 14' 6"	20°	57.30	19.24	9.71	19.14	0.82	0.81	0+060.76	0+070.47	0+080.00
3	21° 25' 44"	15°	76.39	28.57	14.45	28.41	1.36	1.33	0+098.91	0+113.36	0+127.48
4	5° 39' 43"	10°	114.59	11.32	5.67	11.32	0.14	0.14	0+184.94	0+190.61	0+196.26
5	12° 52' 44"	15°	76.39	17.17	8.62	17.14	0.49	0.48	0+222.02	0+230.64	0+239.19
6	42° 28' 24"	25°	45.84	33.98	17.81	33.21	3.34	3.11	0+240.66	0+258.47	0+274.64
7	15° 39' 37"	15°	76.39	20.88	10.51	20.82	0.72	0.71	0+277.03	0+287.54	0+297.91
8	12° 22' 30"	12°	95.49	20.63	10.35	20.58	0.56	0.56	0+385.38	0+395.73	0+406.01
9	14° 57' 59"	12°	95.49	24.94	12.54	24.87	0.82	0.81	0+444.01	0+456.55	0+468.95
10	26° 6' 40"	18°	63.66	29.01	14.76	28.76	1.69	1.65	0+521.26	0+536.02	0+550.27
11	29° 52' 46"	20°	57.30	29.88	15.29	29.54	2.00	1.94	0+627.77	0+643.06	0+657.65
12	43° 44' 34"	30°	38.20	29.16	15.33	28.46	2.96	2.75	0+679.20	0+694.53	0+708.36
13	21° 24' 51"	30°	38.20	14.28	7.22	14.19	0.68	0.67	0+711.37	0+718.59	0+725.65
14	45° 38' 4"	20°	57.30	45.63	24.11	44.44	4.86	4.48	0+741.00	0+765.11	0+786.63
15	29° 39' 51"	10°	114.59	59.33	30.35	58.67	3.95	3.82	0+796.75	0+827.10	0+856.08
16	21° 8' 40"	15°	76.39	28.19	14.26	28.03	1.32	1.30	0+935.27	0+949.53	0+963.46
17	16° 9' 38"	10°	114.59	32.32	16.27	32.21	1.15	1.14	0+988.67	1+004.94	1+020.99
18	21° 51' 20"	10°	114.59	43.71	22.12	43.45	2.12	2.08	1+056.55	1+078.67	1+100.26
19	53° 32' 44"	30°	38.20	35.70	19.27	34.41	4.59	4.09	1+151.74	1+171.01	1+187.44
20	83° 35' 57"	63°	18.19	26.54	16.26	24.25	6.21	4.63	1+193.84	1+210.10	1+220.38
21	34° 11' 29"	15°	76.39	45.59	23.50	44.92	3.53	3.38	1+276.44	1+299.94	1+322.03
22	16° 19' 25"	15°	76.39	21.76	10.96	21.69	0.78	0.77	1+382.00	1+392.96	1+403.76
23	18° 28' 24"	15°	76.39	24.63	12.42	24.52	1.00	0.99	1+423.07	1+435.49	1+447.70
24	19° 38' 10"	12°	95.49	32.73	16.53	32.57	1.42	1.40	1+488.52	1+505.05	1+521.25
25	6° 41' 57"	10°	114.59	13.40	6.71	13.39	0.20	0.20	1+534.59	1+541.30	1+547.99
26	21° 56' 18"	10°	114.59	43.88	22.21	43.61	2.13	2.09	1+568.49	1+590.70	1+612.37
27	4° 11' 14"	5°	229.18	16.75	8.38	16.75	0.15	0.15	1+655.10	1+663.48	1+671.85
28	20° 14' 35"	12°	95.49	33.74	17.05	33.56	1.51	1.49	1+735.90	1+752.95	1+769.64
29	14° 29' 53"	10°	114.59	29.00	14.58	28.92	0.92	0.92	1+823.28	1+837.86	1+852.28
30	27° 34' 28"	20°	57.30	27.57	14.06	27.31	1.70	1.65	1+884.97	1+899.03	1+912.54
31	18° 45' 16"	20°	57.30	18.75	9.46	18.67	0.78	0.77	1+924.27	1+933.73	1+943.02
32	53° 38' 39"	63°	18.19	17.03	9.20	16.41	2.19	1.96	1+947.30	1+956.50	1+964.33
33	14° 31' 37"	10°	114.59	29.05	14.61	28.98	0.93	0.92	1+969.10	1+983.71	1+998.15

2.1.7 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 realizado deberá ser el más económico dentro de los requerimientos que el tipo de camino requiere.

2.1.7.1 Diseño de subrasante

La subrasante es la que define el volumen del movimiento de tierras, por lo que el buen criterio en la selección de la misma será lo que brinde una mayor economía. La subrasante debe proyectarse sobre el perfil longitudinal del terreno, se debe tener el mayor número de tramos en los cuales se balancean el corte con el relleno en una distancia no mayor de 500 metros, dejando arriba el corte para facilitar el transporte del mismo.

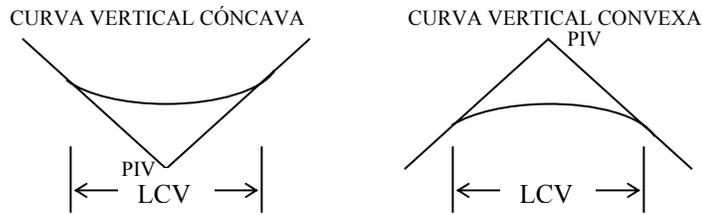
Para el diseño se debe tener en cuenta el Coeficiente de contracción e hinchamiento, la pendiente máxima, la pendiente mínima y las condiciones topográficas (terreno llano, ondulado y/o montañoso).

Para el diseño de este proyecto se tenía un terreno de región montañosa.

2.1.7.2 Determinación de curvas verticales

Los elementos que forman el perfil longitudinal de la subrasante, deben enlazarse por medio de curvas verticales cóncavas o convexas, de longitud variable.

Figura 4. Tipos de curvas verticales y valores de K según la velocidad de diseño.



VALORES DE "K" SEGÚN VELOCIDAD DE DISEÑO

Vel. de Diseño K.P.M.	Valor 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

Fuente: Augusto Pérez, Metodología de actividades para el diseño de carreteras. Pág. 53.

El propósito de las curvas verticales, consiste en proporcionar suavidad al cambio de una pendiente a otra, estas pueden ser circulares, parabólicas simples y cúbicas, etc. La que se utiliza por el departamento de carreteras de la D.G.C. es la parabólica simple debido a la facilidad de su cálculo y adaptabilidad a las condiciones de operación.

Al momento de diseñar, se deben considerar las Longitudes mínimas permisibles de curvas verticales, con el objeto de evitar el traslape de las mismas y dejando la mejor visibilidad posible a los conductores. La longitud mínima de curvas verticales se calcula con la expresión que a continuación se presenta:

$$LCV = K * A$$

Donde:

LCV = Longitud mínima de curvas verticales, dada en metros

A = Diferencia algebraica de las pendientes, dada en porcentaje

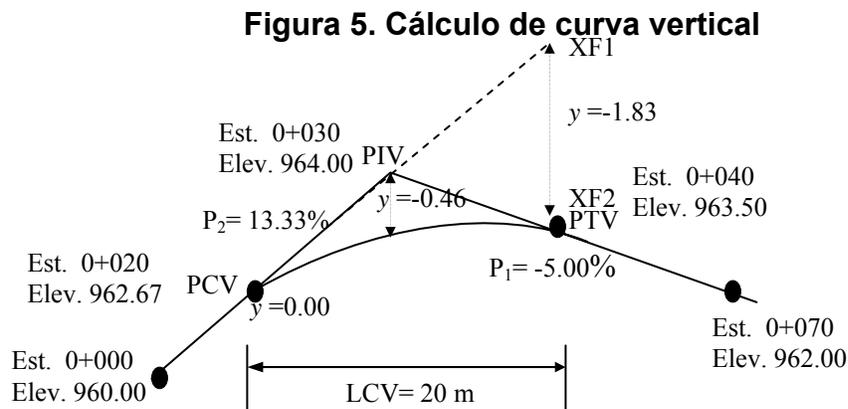
K = Constante que depende de la velocidad de diseño

Ejemplo de cálculo de curva vertical:

Se tomará como ejemplo la curva vertical No. 1 de la carretera diseñada “Pampacché-Pambón” y los datos para el cálculo de las elevaciones de la rasante de la curva para cada estación son los siguientes:

Pendiente de entrada $P_2 = 13.33\%$

Pendiente de salida $P_1 = -5.00\%$



Encontramos la diferencia algebraica de pendientes:

$A = P_2 - P_1 = 13.33 - (-5) = 18.33$ y en la tabla de valores de K según la velocidad de diseño de 20 kph y un tipo de curva convexa el valor de la constante es $K = 1$. Aplicando la fórmula de longitud de curva vertical mínima:

$$LCV = K * A$$

$$LCV = 1 * 18.33\% = 18.33 \text{ m "mínima"}$$

Tenemos el valor mínimo de $LCV = 18.33$ m, por lo que proponemos un valor de **$LCV = 20$ m** y obtenemos un nuevo valor de **$K = 1.09$** , a continuación se resume el cálculo de las elevaciones de la rasante de la curva aplicando la parábola de la forma $y = kx^2$, donde y es la diferencia de nivel desde la tangente de pendiente P_2 , hasta la superficie final de diseño dada para cada valor de la distancia horizontal x hasta el punto que se está calculando.

Y k es la relación obtenida de la diferencia de pendientes y la longitud de curva vertical propuesta: $k = (P_2 - P_1) / 2L$

HOJA DE CÁLCULO DE CURVA VERTICAL No. 1

ESTACIÓN	ELEV. ORIGINAL	ELEV. CALCULADA	LONGITUD	PENDIENTE
00+000.00	960.00			
00+030.00		964.00	30.00	13.33%
00+070.00		962.00	40.00	-5.00%

LONGITUD DE CURVA VERTICAL: 20.00 mts.

PCV	00+020.00
PIV	00+030.00
PTV	00+040.00

XF1	965.33
XF2	963.50
DESNIVEL	1.83

Aplicando parábola $Y = kx^2$ $LCV = 20.00$ mts $k = -4.58E-03$
 $y = 1.83$

Para cada estación, correspondiente a múltiplo de 10 m:

Estación		D.h.	Rasante	corrección y	Rasante Corregida
00+020.00	PCV	0	962.67	0.00	962.67
00+030.00	PIV	10	964.00	-0.46	963.54
00+040.00	PTV	20	965.33	-1.83	963.50

Puede verse que las cotas al final en el punto PTV, coinciden con las calculadas para XF1 y XF2.

Tabla IV. Resumen de cálculo de curvas verticales

Curva	P1 %	P2 %	A %	LCV (m)	K	Est. PIV	Elev. PIV	Tipo Curva
1	13.33	-5.00	-18.33	20.00	1.09	0+030.00	964.00	Convexa
2	-5.00	10.36	15.36	30.00	1.95	0+070.00	962.00	Cóncava
3	10.36	-5.98	-16.34	30.00	1.84	0+179.89	973.39	Convexa
4	-5.98	3.85	9.83	30.00	3.05	0+270.00	968.00	Cóncava
5	3.85	-2.50	-6.35	40.00	6.30	0+400.00	973.00	Convexa
6	-2.50	10.00	12.50	30.00	2.40	0+520.00	970.00	Cóncava
7	10.00	-12.00	-22.00	30.00	1.36	0+570.00	975.00	Convexa
8	-12.00	2.86	14.86	30.00	2.02	0+620.00	969.00	Cóncava
9	2.86	-4.37	-7.23	40.00	5.53	0+690.00	971.00	Convexa
10	-4.37	-1.33	3.04	40.00	13.16	0+850.00	964.00	Cóncava
11	-1.33	-13.85	-12.52	30.00	2.40	1+000.00	962.00	Convexa
12	-13.85	-5.00	8.85	30.00	3.39	1+130.00	944.00	Cóncava
13	-5.00	14.29	19.29	40.00	2.07	1+310.00	935.00	Cóncava
14	14.29	8.89	-5.40	40.00	7.41	1+450.00	955.00	Convexa
15	8.89	-9.00	-17.89	20.00	1.12	1+540.00	963.00	Convexa
16	-9.00	14.55	23.55	50.00	2.12	1+640.00	954.00	Cóncava
17	14.55	17.50	2.95	30.00	10.17	1+750.00	970.00	Cóncava
18	17.50	8.00	-9.50	30.00	3.16	1+910.00	998.00	Convexa
19	8.00	-5.41	-13.41	20.00	1.49	1+960.00	1002.00	Convexa
20	-5.41	-0.83	4.58	30.00	6.55	2+000.00	999.83	Cóncava

2.1.7.3 Trazo de subrasante

Cálculo de subrasante en perfil longitudinal. Consiste en encontrar las elevaciones de los puntos de intersección vertical PIV, con base a las pendientes y a las estaciones de los PIV, que se colocaron al momento de realizar el diseño de la subrasante. Las pendientes podrán variar al ser afinadas.

Cálculo de subrasante en hojas de movimiento de tierras. Consiste en colocar los estacionamientos del PIV con sus elevaciones y la longitud de curva (LCV), en el listado de estacionamientos que se tiene para el movimiento de tierras. Colocar las pendientes entre cada PIV.

2.1.7.4 Dibujo de secciones transversales

Esta actividad se desarrolla con los datos de la libreta de secciones transversales de localización, consiste en plotear distancias con sus respectivas elevaciones a ambos lados de la línea central del caminamiento, por lo general a cada 20 metros.

En el caso de que el diseño sea de una ampliación o rehabilitación de carretera, o sea que ya exista un camino, se deben trasladar todos los datos sobre cercos, casas, fondos, ríos, etc., que esté cerca de la línea central a la sección transversal, además si hay alcantarillas existentes, también se debe plotear en las secciones transversales, esto, para tener información al momento de realizar el diseño del drenaje menor.

2.1.7.5 Dibujo de secciones típicas

Sección típica en tangente. Consiste en plotear la diferencia entre la subrasante y el nivel, arriba o debajo de la sección transversal, según sea el caso, a partir de este punto se debe trazar la sección típica; dibujar la mitad de la típica a ambos lados de la línea central, siendo la inclinación de la típica de 3% (bombeo normal) a ambos lados, dicho bombeo puede llegar a variar.

Sección típica en curva. Plotear la diferencia como se menciona en la sección típica en tangente, colocándose a la izquierda o derecha de acuerdo con el valor del corrimiento de la curva. El peralte indica la inclinación de la sección típica; cuando el peralte es menor del 3% y la curva es hacia la izquierda, el lado izquierdo de la sección típica, permanece con el 3% y el lado derecho de la sección se suma o resta el peralte con el porcentaje calculado en esa estación para el lado hacia donde va la curva.

El sobreancho se suma al ancho de la sección de adentro de la curva. Si el ancho de la típica se midió a partir de la línea central, restar el corrimiento del lado opuesto a la curva.

En casos en que el peralte sea mayor del 3%, se inclina toda la sección típica hacia el lado donde va la curva, de acuerdo con el porcentaje calculado en cada estación.

Dibujo de taludes:

Consiste en el trazo de líneas inclinadas en los extremos de la sección de terracería, haciéndolas coincidir con la sección transversal típica.

La inclinación del talud de la carretera, está en función de las propiedades de los materiales. Sin embargo cuando no se tienen mayores datos y para fines de estimación de volúmenes de movimiento de tierras, es recomendable usar la siguiente tabla:

Tabla V. Relaciones para dibujo de taludes

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			

Fuente: Augusto Pérez, Metodología de actividades para el diseño de carreteras. Pág. 62.

Donde:

H = Horizontal

V = Vertical

> = Mayor que

2.1.7.6 Determinación de áreas

Existen dos métodos para la determinación de áreas, los cuales son:

El método Gráfico:

Consiste en la determinación del área de la sección dibujada y delimitada por los contornos de la sección típica y la sección transversal del nivel inferior de la capa vegetal por medio de un planímetro polar graduado a escala de la sección.

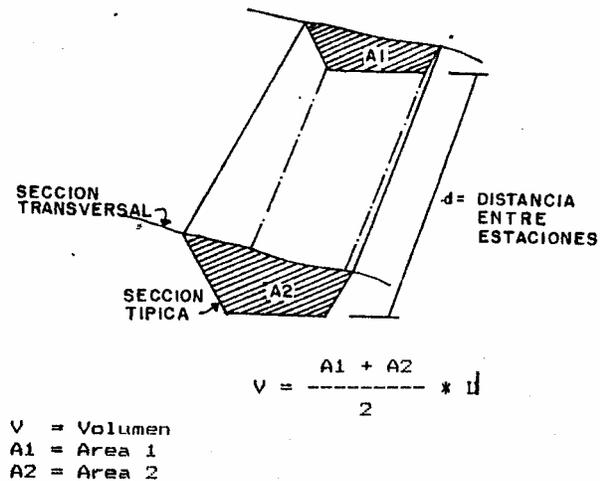
El método analítico:

Ya que las secciones transversales están ploteadas, podemos determinar las coordenadas para los puntos que determinan el área, referidas a la línea central y luego, por el método de las determinantes encontrar el área de la sección.

2.1.7.7 Cálculo de volúmenes

Una vez se han determinado las áreas de las secciones de construcción, se procede al cálculo de volúmenes de tierra. Para ello, es necesario suponer que el camino está formado por una serie de Prismoides, tanto en corte como en relleno. Entre dos estaciones, el volumen es el de un prisma irregular, el área de sus bases es la medida en cada una de las estaciones, y la altura del prisma es igual a la diferencia de estaciones; sucede esto cuando en las estaciones consideradas existe; sólo corte, o sólo relleno. La forma más rápida de calcular el volumen, es basándose en el producto de la semisuma de las áreas extremas, por la distancia entre estaciones.

Figura 6. Representación geométrica para el cálculo de volúmenes del Movimiento de tierras



Fuente: Augusto Pérez, Metodología de actividades para el diseño de carreteras. Pág. 65

Para la determinación de áreas y volumen de tierra de secciones transversales en este proyecto se utilizó el programa Softdesk 8 Civil Survey, el cual los calcula por el método antes mencionado.

2.1.8 Carpeta de rodadura

La carpeta de rodadura servirá para proteger la terracería en su estado natural, a fin de que bajo la acción del tránsito y las precipitaciones pluviales, no experimenten un rápido deterioro. Esta protección se efectúa mediante una capa de balasto de espesor variable (10 a 25 centímetros), para lo cual se utilizan materiales debidamente seleccionados y especificados que cumplan con las normas de un buen material para el proyecto.

Para este proyecto se determino la utilización de una capa de 0.20 metros de espesor, con una compactación al 95 % (AASHTO T-180).

2.1.9 Drenajes

La función del drenaje consiste en la eliminación del agua o la humedad que en cualquier forma pueda perjudicar la carretera, elevando costos de construcción, mantenimiento, y hasta se puede llegar a paralizar el tránsito.

El estudio del drenaje, no solo debe realizarse para el cruce de ríos o riachuelos, si no que para cualquier obra de drenaje por pequeña que sea, ya que regula la vida de la carretera. El peor enemigo de la carretera es el agua no controlada.

2.1.9.1 Ubicación de drenajes

Con las coordenadas de localización calculadas, plotear la línea en escala 1:50000 en papel milimetrado, para luego trasladarla a papel calco.

En la hoja 1:50000 donde se encuentre la línea dibujada, ubicar el papel calco y rotular cada kilómetro, localizando las pasadas de agua. Cuando las cuencas son pequeñas es recomendable utilizar mapas de escala menor.

En la hoja 1:50000 delimitar las cuencas y planimetrar sus áreas, trasladándolas luego a papel calco, convirtiendo estas áreas de kilómetros cuadrados a hectáreas.

Si el proyecto es de ampliación o rehabilitación, se hará un listado de tuberías, bóvedas, y puentes existentes para rediseñar si fuera necesario.

2.1.9.2 Localización de drenajes

Consiste en realizar un recorrido del tramo en estudio, determinando la siguiente información:

- Tipo de la corriente.
- Sentido y Pendiente (medir con clinómetro)
- Condiciones del lecho como ancho, angosto, rocoso, arenoso, piedras sueltas y su tamaño
- Condiciones de aguas altas
- Vegetación de la cuenca
- Esviaje
- Perímetro, área y forma del lecho
- Probables canalizaciones de entrada y salida
- Determinación de tramos de sub-drenaje
- Puntos de erosión

Para el proyecto de “Pampacché-Pambón” tenemos la localización de drenaje transversal de la siguiente manera:

No.	Estación	Diámetro	Material
1	0+064.76	36"	Metal Corrugado
2	0+273.26	36"	Metal Corrugado
3	0+511.00	36"	Metal Corrugado
4	0+629.23	36"	Metal Corrugado
5	1+300.37	36"	Metal Corrugado
6	1+634.11	36"	Metal Corrugado

2.1.9.3 Cálculo de áreas de descarga, método racional

En el método racional, se asume que el caudal máximo para punto dado, se alcanza cuando el área tributaria está contribuyendo con escorrentía superficial durante un período de precipitación máxima. Para lograr esto, la tormenta máxima (caudal de diseño) debe prolongarse durante un período igual o mayor que el que necesita la gota de agua que se precipitó en el punto más lejano, para llegar hasta el punto considerado (tiempo de concentración).

El método racional está representado por la fórmula:

$$Q = CIA / 360$$

Q = Caudal de diseño en metros cúbicos por segundo

A = Área drenada de la cuenca en hectáreas

I = Intensidad de lluvia en milímetros por hora

C = Coeficiente de escorrentía

La intensidad está dada por la fórmula:

$$I = a / (t + b)$$

$$t = (0.886 * L^3 / H)^{0.385} * 60$$

I = Intensidad de lluvia en milímetros por hora

a y b = Datos proporcionados por el INSIVUMEH

t = Tiempo de concentración en minutos

L = Longitud del cauce principal en kilómetros

H = Diferencia de elevaciones entre los puntos extremos del cauce principal en metros.

El caudal se determina por la fórmula de Manning

$$V = (1/n) * R^{(2/3)} * S^{(1/2)}$$

$$Q = V * A$$

$$Q = (1/n) * R^{(2/3)} * S^{(1/2)} * A$$

$$A = \pi * \emptyset^2 / 4 \text{ (tubería circular)}$$

$$R = \emptyset / 4 \text{ (tubería circular)}$$

Donde:

V = Velocidad en metros por segundo

R = Radio Hidráulico

S = Pendiente

Q = Caudal en m³/seg

A = Área de tubería circular en m²

D = Diámetro en metros

n = Coeficiente de rugosidad

2.1.10 Planos

La elaboración de planos finales se realizó en Autocad y Softdesk 8 Civil Survey, se encuentran en el APÉNDICE 1 y contienen todos los detalles de la planta general y planta-perfil del terreno. En la planta se colocaron todos los datos necesarios de las curvas horizontales, las longitudes de tangentes y también el kilometraje de cada principio de tangente y principio de curva; en el perfil se especifican los diferentes niveles de cada punto, cambios de pendientes y los datos de las curvas verticales.

Para completar el juego de planos, se dibujaron las secciones transversales del movimiento de tierras a cada 20 metros, se incluyó el plano de sección típica de balasto así como de sección típica de empedrado, y detalles de drenajes longitudinal y transversal.

2.1.11 Presupuesto y cronograma de ejecución

Para la elaboración del presupuesto de la carretera, se encontraron los renglones de trabajo, se realizaron las cuantificaciones de cada renglón del proyecto de carretera y luego se calcularon los costos directos. Con estos resultados, se establecieron las relaciones de ejecución física y financiera que deben existir entre ellos para el éxito del proyecto, estipulando un tiempo para su ejecución de cinco meses.

Los precios de los materiales, son precios de venta en el municipio de San Cristóbal Verapaz y los precios de arrendamiento y transporte de maquinaria los cuales no incluyen operador y combustible fueron cotizados en Cobán Alta Verapaz.

La maquinaria a utilizar en el proyecto y el precio por hora de trabajo es:

Tractor D6-HXL-CAT	475 Q/hora
Moto niveladora 120-H-CAT	300 Q/hora
Vibro-compactador CS-533D	220 Q/hora
Cargador Frontal 930	220 Q/hora
Retroexcavadora 416-C	200 Q/hora

El Banco de Balasto se encuentra a una distancia de 26 km del proyecto y la distancia para el transporte de maquinaria es de 17 km de asfalto y 26 km de terracería para un total de 48 km del proyecto, a un precio de 17 Q/km en asfalto y 25 Q/km en terracería.

Los salarios de la mano de obra, se tomaron los que se pagan en el municipio, dentro del presupuesto se incluyó un 25% del costo total de la obra en lo que concierne al renglón de indirectos, tomando en cuenta 10% de imprevistos, 10% administración, 5% supervisión.

Tabla VI. Resumen del presupuesto del proyecto de carretera.

CUADRO DE CANTIDADES ESTIMADAS DE TRABAJO, PRECIOS UNITARIOS Y COSTOS

PROYECTO: CARRETERA RURAL "Pampacché-La Ventana Pambom"

UBICACIÓN: San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz

LONGITUD: 2+100.63 KM

No.	REGLON	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	COSTO DIRECTO	IMPREVISTOS 10%	ADMON. 10%	SUPERVISION 5%	TOTAL
1	LIMPIA, CHAPEO Y DESTRONQUE	16800.00	M2	Q1.29	Q21,687.50	Q2,168.75	Q2,168.75	Q1,084.38	Q27,109.38
2	REPLANTEO DE TOPOGRAFIA	2100.63	ML	Q2.00	Q4,201.26	Q420.13	Q420.13	Q210.06	Q5,251.58
3	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA	6275.59	M3	Q13.44	Q84,322.59	Q8,432.26	Q8,432.26	Q4,216.13	Q105,403.24
4	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA DE MATERIAL DE DESPERDICIO	12672.81	M3	Q13.44	Q170,279.50	Q17,027.95	Q17,027.95	Q8,513.97	Q212,849.37
5	EXCAVACIÓN EN ROCA	2236.38	M3	Q44.79	Q100,164.41	Q10,016.44	Q10,016.44	Q5,008.22	Q125,205.51
6	CONFORMACIÓN DE LA SUB-RASANTE	2100.63	ML	Q33.17	Q69,672.02	Q6,967.20	Q6,967.20	Q3,483.60	Q87,090.02
7	EXCAVACIÓN DE BALASTO EN BANCO	1368.00	M3	Q16.07	Q21,977.60	Q2,197.76	Q2,197.76	Q1,098.88	Q27,472.01
8	ACARREO DE BALASTO	1368.00	M3	Q45.04	Q61,608.34	Q6,160.83	Q6,160.83	Q3,080.42	Q77,010.42
9	CAPA DE BALASTO	1710.00	ML	Q23.37	Q39,961.85	Q3,996.18	Q3,996.18	Q1,998.09	Q49,952.31
10	EXCAVACION DE CUNETAS NATURALES	4200.00	ML	Q3.00	Q12,603.36	Q1,260.34	Q1,260.34	Q630.17	Q15,754.20
11	REVESTIMIENTO DE CUNETAS	780.00	ML	Q39.78	Q31,027.35	Q3,102.73	Q3,102.73	Q1,551.37	Q38,784.18
12	CAPA DE EMPEDRADO	390.00	ML	Q176.18	Q68,708.25	Q6,870.83	Q6,870.83	Q3,435.41	Q85,885.31
13	DRENAJE TRANSVERSAL	36.00	ML	Q1,315.52	Q47,358.63	Q4,735.86	Q4,735.86	Q2,367.93	Q59,198.29
14	TRANSPORTE DE MAQUINARIA	1.00	GLOBAL	Q10,240.00	Q10,240.00	Q1,024.00	Q1,024.00	Q512.00	Q12,800.00
TOTALES					Q743,812.65	Q74,381.27	Q74,381.27	Q37,190.63	
								COSTO TOTAL.....	Q929,765.81

* El costo incluye el valor de mano de obra no calificada local.

** El precio unitario por kilometro de carretera es de

Q442,612.84

Tabla VII. Cronograma de ejecución del proyecto de carretera.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

PROYECTO: CARRETERA RURAL "Pampacché-La Ventana Pambom"

UBICACIÓN: San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz

LONGITUD: 2+100.63 KM

No.	Actividades	M E S E S					%	AVANCE FINANCIERO
		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5		
1	LIMPIA, CHAPEO Y DESTRONQUE	■					2.92%	Q 27,109.38
2	REPLANTEO DE TOPOGRAFÍA	■					0.56%	Q 5,251.58
3	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA	■	■				11.34%	Q 105,403.24
4	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA DE MATERIAL DE DESPERDICIO	■	■	■			22.89%	Q 212,849.37
5	EXCAVACIÓN EN ROCA		■	■			13.47%	Q 125,205.51
6	CONFORMACIÓN DE LA SUB-RASANTE			■	■		9.37%	Q 87,090.02
7	EXCAVACIÓN DE BALASTO EN BANCO				■		2.95%	Q 27,472.01
8	ACARREO DE BALASTO				■		8.28%	Q 77,010.42
9	CAPA DE BALASTO				■		5.37%	Q 49,952.31
10	EXCAVACIÓN DE CUNETAS NATURALES					■	1.69%	Q 15,754.20
11	REVESTIMIENTO DE CUNETAS					■	4.17%	Q 38,784.18
12	EMPEDRADO				■		9.24%	Q 85,885.31
13	ALCANTARILLADO					■	6.37%	Q 59,198.29
14	TRANSPORTE DE MAQUINARIA	■					1.38%	Q 12,800.00
	COSTO NETO						100.00%	Q 929,765.81

2.2 Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Aquil Pequeño, del Municipio de San Cristóbal Verapaz

2.2.1 Descripción del proyecto

La Comunidad de Aquil Pequeño se ubica al occidente de la cabecera municipal y a una distancia aproximada de 15 Km por la ruta 7w que conduce a Chicamán, departamento de El Quiche y en la actualidad esta comunidad cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable que no satisface a la mayoría de la población, por lo tanto se necesita el diseño de un nuevo sistema de abastecimiento de agua potable para poder satisfacer a la comunidad con el vital liquido.

El proyecto consiste en el diseñar un nuevo sistema por gravedad para la comunidad de Aquil Pequeño, teniendo una longitud total de 6,421 metros y lograr un beneficio para contribuir al desarrollo de dicha comunidad.

2.2.2 Levantamiento topográfico

Los trabajos topográficos se utilizan para determinar la posición horizontal y vertical de puntos sobre la superficie terrestre. Éste permite encontrar los puntos de ubicación de las diferentes obras de arte que compone el acueducto. Una información más detallada se obtiene relacionando las elevaciones (altimetría), con las localizaciones de accidentes naturales o hechos por el hombre como edificios, carreteras, etc. (planimetría).

El levantamiento topográfico que se utilizó en este proyecto fue de primer orden. Se utilizó como equipo un teodolito Sokisha, dos plomadas, una cinta métrica con longitud de 50 metros, un estadal de acero de 4 metros, una almadana y machetes.

2.2.2.1 Altimetría

Es el procedimiento que se aplica para determinar la elevación de puntos situados sobre la superficie terrestre.

2.2.2.2 Planimetría

La planimetría tiene como objeto determinar la longitud del proyecto que se va a realizar, localizar los accidentes geográficos y todas aquellas características tanto naturales como no naturales que puedan influir en el diseño del sistema, por ejemplo, calles, edificios, áreas de desarrollo futuro, carreteras, zanjones, ríos, cerros, etc.

Tabla VIII. Libreta de topografía

Aldea "Aquil Pequeño"

San Cristóbal Verapaz, A.V.

15/04/2004

EST.	P.O	ACIMUT	HILOS	A.V.	OBS.	BOSQUEJO
"	"	"	"	"	"	
"	"	"	"	"	"	
E-3	E-4	170°23'25"	1.18 1.1 1.02	94°46'10"	Entre árboles	
E-2	E-3	181°57'50"	1.495 1.4 1.305	92°32'25"	Orilla de camino y milpa	
E-1	E-2	180°56'30"	1.19 1 0.81	94°46'10"	Antiguo tanque de captación	

2.2.3 Diseño hidráulico del sistema

Para la realización del diseño hidráulico de este proyecto, según la topografía del terreno, se aplicó un sistema por gravedad, tanto para la línea de conducción, como para la red de distribución, basado en normas y parámetros de diseño para el área rural, tomando en cuenta sus costumbres y necesidades, así como también el tipo de fuente y captación de la misma, que en este caso son del tipo brote definido en ladera.

El diseño hidráulico se hará con base en la pérdida de presión del agua que corre a través de la tubería. Para comprender el mecanismo que se emplea, se incluyen los principales conceptos utilizados.

Presión estática en tuberías:

Se produce cuando todo el líquido de la tubería y del recipiente que la alimenta está en reposo. Es igual al peso específico del agua multiplicado por la altura a que se encuentra la superficie libre del agua en el recipiente.

Presión dinámica en tuberías:

Cuando hay movimiento de agua, la presión estática modifica su valor, que se disminuye por la resistencia o fricción de las paredes de la tubería; lo que era altura de carga estática, ahora se convierte en altura de presión más pequeña, debido al consumo de presión, conocida como pérdida de carga. La energía consumida o pérdida de carga varía, respecto a la velocidad del agua y en proporción inversa al diámetro de la tubería.

La presión en un punto A es la diferencia entre la cota piezométrica del punto A y la cota de terreno de ese punto.

Línea piezométrica:

Es la forma de representar gráficamente los cambios de presión en la tubería.

La distancia que existe entre la línea piezométrica y la presión estática en cada punto, representa la pérdida de carga o la pérdida de altura de presión que ha sufrido el líquido, a partir del recipiente de alimentación, es decir, el tanque de distribución hasta el punto de estudio.

La distancia entre la línea piezométrica y la tubería representa el resto de presión estática, es decir, la presión que se mediría si se pone en el momento del flujo un manómetro en ese punto. Esta presión está disponible para ser gastada en el recorrido del agua dentro de la tubería.

La pendiente de la línea piezométrica representa la cantidad de altura de presión que está consumiendo por cada unidad de longitud en metros, que recorre el agua. Cuanto mayor sea la velocidad, mayor será el consumo de presión por metro de tubería.

Verificación de velocidades:

En todo diseño hidráulico, es necesario revisar la velocidad del líquido, para ver si ésta se encuentra entre los límites recomendados.

Mínima 0.30 m/s

Máxima 3.00 m/s

La fórmula de Manning es la que se utiliza para la verificación de las velocidades, y simplificada queda así:

$$V = 1.974 \times \frac{Q}{D^2}$$

Donde:

V = Velocidad (m/s.)

Q = Caudal (m³/s.)

D = Diámetro del tubo (m.).

El diseño se hará con base en las pérdidas de carga, que se determinan por medio de la fórmula de Hazen-Williams, por considerar que es la más adecuada para la estimación de los diámetros de tubería que se va a usar en el proyecto.

2.2.3.1 Parámetros de diseño

2.2.3.1.1 Período de diseño

Es el período durante el cual la obra construida dará un servicio satisfactorio a la población. El período de diseño se cuenta a partir del inicio del funcionamiento de la obra.

Para determinar el período de diseño se debe tomar en cuenta la vida útil de los materiales, los costos, la población de diseño, etc. Según normas de la Unidad Ejecutora del Programa de Acuerdos Rurales U.N.E.P.A.R., se recomiendan los siguientes períodos de diseño.

TIPO DE ESTRUCTURA	PERÍODO DE DISEÑO
Obras civiles	20 años.
Equipo mecánico	De 5 a 10 años.

En el caso del presente proyecto se adoptó un período de 21 años, considerando un tiempo para la gestión del mismo y tomando en cuenta la durabilidad de los materiales.

2.2.3.1.2 Población de diseño

Para determinar la población de diseño, es decir, la población a servir al final del período de diseño, se deben considerar factores de crecimiento poblacional, tales como servicios existentes, facilidades de saneamiento, actividades productivas, comunicaciones, tasa de natalidad y mortalidad, migración y emigración.

En Guatemala, generalmente se utiliza el modelo geométrico, por ser el método que más se aproxima para definir la población real futura.

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

Donde:

Pf = Población al final del periodo de diseño (habitantes)

Po = Población en el año inicial del periodo de diseño (habitantes)

r = Tasa de crecimiento anual (%)

n = Periodo de diseño (años)

Para obtener la población actual de la aldea, se realizó un censo de las viviendas existentes, para luego multiplicarlas por una densidad de vivienda de 5 hab/viv.

Po = 144 viv. x 5 hab/viv. = 720 Habitantes

r = 4.2 % establecida por el INE para el municipio de San Cristóbal Verapaz

n = 21 años

Luego se obtiene la población futura para la aldea de Aquil Pequeño, la cual se toma para la Población de diseño:

$$P_{2025} = 720(1 + 0.042)^{21}$$

$$P_{2025} = 1709hab.$$

2.2.3.1.3 Aforo

Para el diseño de un sistema de agua potable, el aforo es una de las partes más importantes, ya que éste indicará el caudal y por lo tanto, si la fuente de agua es suficiente para abastecer a toda la población. Los aforos deben realizarse en época seca o de estiaje, en este caso se realizó el aforo tomando datos con el método volumétrico cinco veces, en un recipiente con capacidad de 5 galones, donde se determinó un caudal promedio de 2.992 lts/seg, el 8 de abril del 2004.

2.2.3.1.4 Dotación

Es la cantidad de agua asignada en un día a cada habitante que se haya establecido dentro del diseño del proyecto. Se expresa en litro por habitante por día. Los factores que se consideran y que determinan la dotación son: el clima del lugar, nivel de vida, costumbres, necesidades, calidad y cantidad de agua disponible.

La dotación adoptada para la comunidad Aquíl Pequeño fue de 75 lt/hab/día, considerando el clima frío, nivel de vida, costumbres, necesidades, cantidad de agua y sobre todo que se trata de una comunidad ubicada en el área rural.

2.2.3.1.5 Caudal de diseño

Este caudal también es conocido como caudal medio diario, y no es más que la cantidad de agua requerida para satisfacer la necesidad de una población en un día de consumo promedio, en litros por segundo. El caudal medio diario se obtiene del promedio de los consumos diarios en un año.

La expresión siguiente es la que se utiliza para calcular el caudal medio diario:

$$Q = D * P / 86400$$

Donde:

- D = Es la dotación de L/hab./día
- P = Es el numero de habitantes
- 86400 = Son los segundos que tiene un día
- Q_m = Caudal medio diario

A partir de la ecuación dada, se tiene:

$$Q_m = \frac{(75\text{ lts / hab / día})(1709\text{ hab})}{86400}$$

$$Q_m = 1.484 \text{ litros / seg}$$

Tabla IX. Parámetros de diseño del sistema de agua

Sistema de abastecimiento de agua por gravedad	
Aforo:	2.99 lts/seg.
No. Viviendas:	144 viviendas
No. Hab/vivienda:	5 hab/vivienda
Tasa de crecimiento:	4.20%
Periodo de diseño:	21 años
Dotación:	75 lts/hab/día
Factor Día Máximo:	1.4
Factor Hora Máxima:	2
Pactual:	720 hab.
Pfutura:	1709 hab.
Qmedio:	1.48 lts/seg.
Qconducción:	2.08 lts/seg.
Qdistribución:	2.97 lts/seg.
Qvivienda:	0.020 lts/seg.
Vol. Tanque de distribución:	50 m ³
Clase de tubería:	PVC 160,250,315 psi
Profundidad de tubería:	0.60 - 0.80 m,

*Ver planos del proyecto en el Apéndice 2

2.2.3.1.6 Diseño de línea de conducción

Línea de conducción:

Es un conjunto de tuberías libres o forzadas (presión), que parten de las obras de captación, al tanque de distribución. Las conducciones pueden ser por gravedad o por bombeo, en este proyecto se utilizará una línea de conducción por gravedad, debido a la topografía del terreno.

El diseño de una línea de conducción por gravedad no deberá ser a cielo abierto, y además se tendrá en cuenta los siguientes aspectos fundamentales:

- La capacidad deberá ser suficiente para transportar el caudal de día máximo.
- La selección del diámetro y clase de la tubería que se empleará deberá ajustarse a la máxima economía.

La línea de conducción se diseña con el Caudal Máximo Diario, y no es más que el caudal promedio diario que está afectado por un factor de día máximo (FDM), el cual está definido como la relación entre el valor de consumo máximo registrado en un año y el consumo medio diario relativo a ese año, y cuando no se dispone de información, por norma los valores del factor están entre 1.2 y 1.8 para el área rural, y dependerá del criterio del diseñador del proyecto.

Para el presente estudio se toma un factor de día máximo de 1.4, por pertenecer al área rural y también por razones de clima frío y necesidades de consumo de la población.

$$Q_{md} = Q_m \times FDM$$

Donde:

Q_{md} = Gasto máximo diario, en litros por segundo

Q_m = Gasto medio diario anual, en litros por segundo

FDM = Factor de día máximo

A partir de la expresión anterior se tiene para este proyecto un caudal máximo diario o caudal de conducción de:

$$Q_{md} = 1.483^{\text{litros} / \text{segu}} * 1.4$$

$$Q_{md} = 2.076^{\text{Litros} / \text{seg}}$$

Para el cálculo de línea de conducción se utiliza la ecuación de pérdida de carga de Hazen-Williams para conductos circulares a presión:

$$Hf = \frac{(1743.811) * (long) * (Q)^{1.85}}{(C)^{1.85} * (D)^{4.87}}$$

De la anterior fórmula, se despeja el diámetro y se introducen los valores de longitud del tramo L , caudal de conducción Q_{md} , coeficiente de rugosidad C y pérdida de carga Hf , para obtener un diámetro base para el diseño y luego utilizar diámetros reales mayores y menores al encontrado con la fórmula:

$$D = \sqrt[4.87]{\frac{1743.811141 \times L \times Q^{1.85}}{Hf \times C^{1.85}}}$$

Luego se comprueba la velocidad con la fórmula de Manning, la cual debe de ser entre 0.3 y 3.00 m/s, según normas de diseño para tubería de PVC.

La línea de conducción por normas de diseño debe tener presiones mínimas mayores a 6 m.c.a. y presiones máximas menores a 90 m.c.a. para hacer eficiente la línea de conducción; este proyecto presenta una topografía de poca diferencia de altura al inicio del tramo de conducción, por lo que se tienen presiones muy bajas pero funcionales.

El diseño de la línea de conducción se realizó en una hoja de cálculo de Excel, en la que se utiliza la fórmula de Hazen-Williams y la fórmula de Manning; se introducen los datos de diseño, se proponen diámetros y se introducen diámetros reales, luego se verifica la velocidad, la pérdida de carga, la presión estática y la presión dinámica, en cada punto o tramo corto que ocasiona el diámetro, para poder salvar obstáculos que afecten la línea piezométrica. En la siguiente tabla se presenta el resumen de los resultados.

Tabla X. Diseño hidráulico de línea de conducción

TRAMO		Long. (m)	Cotas Topograficas		Caudal (Q) L/seg.	Clase tuberia	Diametro Comercial Pulg.	Perd. Carga Hf Real	Cotas Piezometrica Metros.	Velocidad m/seg.	Presión Estática		Presión Dinámica	
EST.	P.O.		diseño	Inicial							Final	m.c.a.	PSI	m.c.a.
E-1	E-2	37.84	500.00	497.25	2.08	PVC 160 Psi	3"	0.08	499.92	0.39	2.75	3.91	2.67	3.80
E-2	E-3	18.98	497.25	496.41	2.08	PVC 160 Psi	3"	0.04	499.88	0.39	3.59	5.10	3.47	4.93
E-3	E-4	15.79	496.41	494.42	2.08	PVC 160 Psi	3"	0.03	499.85	0.39	5.58	7.94	5.43	7.72
E-4	E-5	43.60	494.42	489.10	2.08	PVC 160 Psi	3"	0.09	499.76	0.39	10.90	15.50	10.65	15.15
E-5	E-6	35.79	489.10	486.81	2.08	PVC 160 Psi	3"	0.08	499.68	0.39	13.19	18.76	12.87	18.31
E-6	E-7	34.94	486.81	492.59	2.08	PVC 160 Psi	3"	0.07	499.61	0.39	7.41	10.54	7.02	9.98
E-7	E-8	16.76	492.59	491.14	2.08	PVC 160 Psi	3"	0.04	499.57	0.39	8.86	12.61	8.44	12.00
E-8	E-9	35.49	491.14	496.16	2.08	PVC 160 Psi	3"	0.07	499.50	0.39	3.84	5.46	3.34	4.74
E-9	E-10	22.01	496.16	497.62	2.08	PVC 160 Psi	3"	0.05	499.45	0.39	2.38	3.38	1.83	2.60
E-10	E-11	35.50	497.62	493.16	2.08	PVC 160 Psi	3"	0.07	499.38	0.39	6.84	9.72	6.21	8.83
E-11	E-12	26.73	493.16	496.95	2.08	PVC 160 Psi	3"	0.06	499.32	0.39	3.05	4.34	2.37	3.37
E-12	E-13	17.96	496.95	496.87	2.08	PVC 160 Psi	3"	0.04	499.28	0.39	3.13	4.46	2.42	3.44
E-13	E-14	25.63	496.87	494.00	2.08	PVC 160 Psi	3"	0.05	499.23	0.39	6.00	8.54	5.23	7.44
E-14	E-15	11.94	494.00	495.87	2.08	PVC 160 Psi	3"	0.03	499.20	0.39	4.13	5.87	3.33	4.73
E-15	E-16	11.71	495.87	494.78	2.08	PVC 160 Psi	3"	0.02	499.18	0.39	5.22	7.42	4.40	6.25
E-16	E-17	12.69	494.78	496.84	2.08	PVC 160 Psi	3"	0.03	499.15	0.39	3.16	4.49	2.31	3.28
E-17	E-18	9.64	496.84	494.46	2.08	PVC 160 Psi	1 1/2"	0.40	498.76	1.33	5.54	7.87	4.29	6.10
E-18	E-19	32.40	494.46	475.99	2.08	PVC 160 Psi	1 1/2"	1.33	497.42	1.33	24.01	34.14	21.43	30.48
E-19	E-20	33.96	475.99	463.51	2.08	PVC 160 Psi	1 1/2"	1.40	496.03	1.33	36.49	51.89	32.52	46.24
E-20	E-21	66.31	463.51	442.07	2.08	PVC 160 Psi	1 1/2"	2.73	493.30	1.33	57.93	82.38	51.23	72.85
E-21	0+573.43	27.78	442.07	433.02	2.08	PVC 160 Psi	1 1/2"	1.14	492.16	1.33	66.98	95.25	59.14	84.09
0+573.43	E-22	34.90	433.02	429.01	2.08	PVC 160 Psi	1 1/4"	2.77	489.38	1.75	70.99	100.95	60.37	85.85
E-22	E-23	31.95	429.01	427.25	2.08	PVC 160 Psi	1 1/4"	2.54	486.84	1.75	72.75	103.46	59.60	84.75
E-23	E-24	50.94	427.25	424.35	2.08	PVC 160 Psi	1 1/4"	4.05	482.79	1.75	75.65	107.57	58.44	83.10
E-24	E-25	28.47	424.35	422.40	2.08	PVC 160 Psi	1 1/4"	2.26	480.53	1.75	77.60	110.35	58.13	82.66
E-25	E-26	66.80	422.40	434.71	2.08	PVC 160 Psi	1 1/4"	5.31	475.22	1.75	65.29	92.84	40.51	57.60
E-26	E-27	10.71	434.71	433.88	2.08	PVC 160 Psi	1 1/4"	0.85	474.36	1.75	66.12	94.02	40.48	57.56
E-27	E-28	74.72	433.88	420.98	2.08	PVC 160 Psi	1 1/4"	5.94	468.42	1.75	79.02	112.36	47.44	67.46
E-28	E-29	55.86	420.98	423.59	2.08	PVC 160 Psi	1 1/4"	4.44	463.98	1.75	76.41	108.66	40.39	57.44
E-29	E-30	14.96	423.59	422.66	2.08	PVC 160 Psi	1 1/4"	1.19	462.79	1.75	77.34	109.98	40.13	57.07
E-30	E-31	29.78	422.66	430.40	2.08	PVC 160 Psi	1 1/4"	2.37	460.43	1.75	69.60	98.97	30.03	42.70
E-31	E-32	18.89	430.40	433.38	2.08	PVC 160 Psi	1 1/4"	1.50	458.92	1.75	66.62	94.73	25.54	36.32
E-32	E-33	19.01	433.38	433.91	2.08	PVC 160 Psi	1 1/4"	1.51	457.41	1.75	66.09	93.98	23.50	33.42
E-33	E-34	29.59	433.91	435.07	2.08	PVC 160 Psi	1 1/4"	2.35	455.06	1.75	64.93	92.33	19.99	28.42
E-34	E-35	11.13	435.07	439.29	2.08	PVC 160 Psi	1 1/4"	0.88	454.18	1.75	60.71	86.32	14.88	21.16
E-35	E-36	15.00	439.29	439.26	2.08	PVC 160 Psi	1 1/4"	1.19	452.98	1.75	60.74	86.37	13.72	19.51
E-36	E-37	31.95	439.26	441.53	2.08	PVC 160 Psi	1 1/4"	2.54	450.44	1.75	58.47	83.15	8.92	12.68
E-37	E-38	26.84	441.53	439.19	2.08	PVC 160 Psi	1 1/4"	2.13	448.31	1.75	60.81	86.48	9.12	12.97
E-38	E-39	49.45	439.19	432.06	2.08	PVC 160 Psi	1 1/4"	3.93	444.38	1.75	67.94	96.62	12.32	17.52
E-39	E-40	25.99	432.06	432.47	2.08	PVC 160 Psi	1 1/4"	2.07	442.31	1.75	67.53	96.03	9.84	14.00
E-40	E-41	24.02	432.47	433.56	2.08	PVC 160 Psi	1 1/4"	1.91	440.40	1.75	66.44	94.47	6.84	9.72
E-41	E-42	29.94	433.56	432.02	2.08	PVC 160 Psi	1 1/4"	2.38	438.02	1.75	67.98	96.66	6.00	8.53

En E-1 Caja reunidora de caudal

En E-42 Tanque de distribución

2.2.3.1.7 Diseño de red de distribución

Red de distribución:

La red de distribución comprende: tuberías que van desde el tanque de distribución a las líneas que conforman las tomas o conexiones domiciliarias, o sea que comprende la línea desde el tanque hasta la red y la red misma.

Los tipos de sistemas de distribución más comunes son:

a) Circuito de distribución abierto o extremo muerto

Una línea principal es colocada en las calles de mayor importancia, que a su vez alimenta otras secundarias, de manera que sirvan a otras calles adyacentes. Este método se utiliza cuando el circuito no se puede cerrar, debido a condiciones topográficas o por la economía del proyecto.

b) Circuito cerrado o en parrilla

Desde el punto de vista técnico, es mejor que el anterior. Este método elimina los extremos muertos y permite la circulación del agua. Si ocurre un fuerte gasto de agua en algún tramo del circuito, se establece siempre un equilibrio, que provoca flujo de agua del resto de los tramos que lo conectan. Si se hacen reparaciones en alguna línea, por rotura de un tubo, el área afectada por el corte del servicio, es más pequeña que la anterior, siempre tomando en cuenta que las válvulas estén bien colocadas.

En este proyecto se utilizó el *sistema de circuito de distribución abierto o extremo muerto*, debido a la topografía, a la ubicación de las viviendas y a la economía del mismo.

La red de distribución es diseñada con el *Caudal de Hora Máxima* o consumo máximo horario, y está afectado por un Factor de Hora Máxima FHM; que a la vez está relacionado con el número de habitantes y sus costumbres.

La selección de este factor se toma en forma inversamente proporcional al tamaño de la población, para el área rural este factor, según normas de diseño, está entre 1.8 y 2, para poblaciones futuras mayores de 1000 hab. y 3 para poblaciones futuras menores de 1000 hab.

Para el presente estudio se toma un factor de hora máxima de 2, debido a que se tendrá una población futura mayor a los 1000 habitantes.

$$Q_{mh} = Q_m \times FHM$$

Donde:

Q_{mh} = Gasto máximo horario en litros por segundo

Q_m = Gasto medio diario anual en litros por segundo

FHM = Factor de hora máximo

A partir de la expresión anterior se tiene para este proyecto un caudal de hora máximo de:

$$Q_{mh} = 1.483 \text{ litros / seg} * 2.0$$

$$Q_{mh} = 2.97 \text{ Litros / seg}$$

La red de distribución, por normas de diseño debe tener presiones mínimas mayores a 10 m.c.a. y presiones máximas menores a 60 m.c.a. para que sea eficiente; debido a la topografía de algunos tramos, se tienen presiones muy bajas al inicio, pero por no existir viviendas al inicio, son presiones funcionales a la red.

El diseño de la red de distribución, se realizó en una hoja de cálculo de Excel, en la que se utiliza la fórmula de Hazen-Williams y la fórmula de Manning; se introducen los datos de diseño, se proponen diámetros y se introducen diámetros reales, luego se verifica la velocidad, la pérdida de carga, la presión estática y la presión dinámica, en cada punto o tramo corto que ocasiona el diámetro, para poder salvar obstáculos que afecten la línea piezométrica. En las siguientes tablas se presenta el resumen de los resultados de la red de distribución.

Tabla XI. Diseño hidráulico de red principal de distribución

TRAMO		Long. (m)	Cotas Topograficas		Caudal (Q)	Clase	Diametro Comercial	Perd. Carga	Cotas Piezometrica	Velocidad	Presión Estatica		Presión Dinamica	
EST.	P.O.	Diseño	Inicial	Final	L/seg.	tuberia	Pulg.	Hf Real	Metros.	m/seg.	m.c.a.	PSI	m.c.a.	PSI
E-42	E-43	18.56	432.02	428.80	2.97	PVC 160 Psi	2"	0.50	431.53	1.22	3.22	4.58	2.72	3.87
E-43	E-44	61.61	428.80	416.31	2.16	PVC 160 Psi	1 1/2"	2.73	428.79	1.39	15.72	22.35	12.49	17.76
E-44	E-45	31.99	416.31	416.70	2.16	PVC 160 Psi	1 1/2"	1.42	427.38	1.39	15.33	21.80	10.68	15.19
E-45	E-46	15.95	416.70	416.84	2.16	PVC 160 Psi	1 1/2"	0.71	426.67	1.39	15.19	21.59	9.83	13.98
E-46	E-47	12.00	416.84	417.08	2.16	PVC 160 Psi	1 1/2"	0.53	426.14	1.39	14.94	21.25	9.05	12.87
E-47	E-48	15.61	417.08	415.47	2.16	PVC 160 Psi	1 1/2"	0.69	425.44	1.39	16.55	23.54	9.97	14.18
E-48	E-49	9.88	415.47	412.82	1.73	PVC 160 Psi	1 1/4"	0.56	424.88	1.46	19.20	27.31	12.06	17.15
E-49	E-50	16.11	412.82	408.87	1.73	PVC 160 Psi	1 1/4"	0.91	423.97	1.46	23.16	32.93	15.10	21.47
E-50	E-51	26.98	408.87	408.52	1.73	PVC 160 Psi	1 1/4"	1.53	422.44	1.46	23.51	33.43	13.92	19.79
E-51	E-52	21.89	408.52	407.76	1.73	PVC 160 Psi	1 1/4"	1.24	421.20	1.46	24.26	34.50	13.43	19.10
E-52	E-53	33.88	407.76	405.45	1.73	PVC 160 Psi	1 1/4"	1.92	419.27	1.46	26.58	37.79	13.83	19.66
E-53	E-54	23.87	405.45	404.17	1.73	PVC 160 Psi	1 1/4"	1.35	417.92	1.46	27.86	39.61	13.75	19.56
E-54	E-55	20.60	404.17	397.28	1.73	PVC 160 Psi	1 1/4"	1.17	416.75	1.46	34.74	49.41	19.47	27.68
E-55	E-56	26.01	397.28	397.98	1.73	PVC 160 Psi	1 1/4"	1.48	415.27	1.46	34.05	48.41	17.30	24.59
E-56	E-57	6.63	397.98	396.83	1.73	PVC 160 Psi	1 1/4"	0.38	414.90	1.46	35.20	50.05	18.07	25.69
E-57	E-58	37.74	396.83	393.17	1.73	PVC 160 Psi	1 1/4"	2.14	412.76	1.46	38.86	55.26	19.59	27.86
E-58	E-59	22.48	393.17	389.31	1.73	PVC 160 Psi	1 1/4"	1.28	411.48	1.46	42.71	60.74	22.17	31.53
E-59	E-60	15.91	389.31	387.61	1.73	PVC 160 Psi	1 1/4"	0.90	410.58	1.46	44.41	63.15	22.97	32.66
E-60	E-61	20.86	387.61	382.53	1.73	PVC 160 Psi	1 1/4"	1.18	409.39	1.46	49.49	70.38	26.86	38.20
E-61	E-62	17.93	382.53	379.77	1.73	PVC 160 Psi	1 1/4"	1.02	408.38	1.46	52.25	74.30	28.61	40.68
E-62	E-63	30.01	379.77	382.99	1.73	PVC 160 Psi	1 1/4"	1.70	406.68	1.46	49.04	69.73	23.69	33.69
E-63	E-64	31.99	382.99	381.53	1.73	PVC 160 Psi	1 1/4"	1.82	404.86	1.46	50.50	71.80	23.33	33.18
E-64	E-65	24.98	381.53	380.83	1.73	PVC 160 Psi	1 1/4"	1.42	403.44	1.46	51.20	72.80	22.61	32.16
E-65	E-66	25.01	380.83	381.56	1.73	PVC 160 Psi	1"	4.76	398.68	2.39	50.46	71.76	17.12	24.35
E-66	E-67	19.99	381.56	381.70	1.73	PVC 160 Psi	1"	3.80	394.88	2.39	50.33	71.57	13.18	18.75
En E-67 Caja Rompepresión con V.F														
E-67	E-68	17.63	381.70	378.89	1.73	PVC 160 Psi	2 1/2"	0.07	381.63	0.48	2.80	3.99	2.74	3.89
E-68	E-69	35.64	378.89	375.00	1.73	PVC 160 Psi	2 1/2"	0.14	381.49	0.48	6.69	9.52	6.49	9.22
E-69	E-70	46.91	375.00	373.19	1.73	PVC 160 Psi	2 1/2"	0.18	381.31	0.48	8.51	12.10	8.12	11.54
E-70	E-71	25.73	373.19	370.03	1.07	PVC 160 Psi	2 1/2"	0.04	381.26	0.30	11.66	16.58	11.23	15.97
E-71	E-72	24.70	370.03	366.21	1.07	PVC 160 Psi	2 1/2"	0.04	381.23	0.30	15.49	22.02	15.01	21.35
E-72	E-73	31.98	366.21	368.61	1.07	PVC 160 Psi	2 1/2"	0.05	381.17	0.30	13.09	18.61	12.57	17.87
E-73	E-74	29.99	368.61	367.90	1.07	PVC 160 Psi	2 1/2"	0.05	381.13	0.30	13.80	19.62	13.23	18.81
E-74	E-75	73.94	367.90	371.34	1.07	PVC 160 Psi	2 1/2"	0.12	381.01	0.30	10.35	14.72	9.66	13.74

Continuación de Tabla XI.

TRAMO		Long. (m)	Cotas Topograficas		Caudal (Q)	Clase	Diametro Comercial	Perd. Carga	Cotas Piezometrica	Velocidad	Presión Estatica		Presión Dinamica	
EST.	P.O.	Diseño	Inicial	Final	L/seg.	tuberia	Pulg.	Hf Real	Metros.	m/seg.	m.c.a.	PSI	m.c.a.	PSI
E-75	E-76	24.97	371.34	369.38	1.07	PVC 160 Psi	1 1/4"	0.58	380.42	0.90	12.32	17.51	11.04	15.70
E-76	E-77	133.24	369.38	354.98	1.07	PVC 160 Psi	1 1/4"	3.11	377.31	0.90	26.71	37.99	22.33	31.75
E-77	E-78	19.86	354.98	352.80	1.07	PVC 160 Psi	1 1/4"	0.46	376.85	0.90	28.90	41.10	24.05	34.20
E-78	E-79	26.62	352.80	348.36	1.07	PVC 160 Psi	1 1/4"	0.62	376.22	0.90	33.34	47.40	27.86	39.62
E-79	E-80	15.87	348.36	348.72	1.07	PVC 250 Psi	3/4"	4.33	371.90	2.47	32.97	46.89	23.17	32.95
E-80	E-81	17.78	348.72	346.12	1.07	PVC 250 Psi	3/4"	4.85	367.05	2.47	35.57	50.58	20.92	29.75
E-81	E-82	33.81	346.12	344.41	0.62	PVC 250 Psi	3/4"	3.33	363.72	1.43	37.28	53.02	19.30	27.45
E-82	E-83	44.99	344.41	334.83	0.62	PVC 250 Psi	3/4"	4.43	359.28	1.43	46.87	66.64	24.45	34.77
E-83	E-84	17.46	334.83	332.45	0.62	PVC 250 Psi	3/4"	1.72	357.56	1.43	49.25	70.03	25.11	35.71
E-84	E-85	49.87	332.45	330.27	0.62	PVC 250 Psi	3/4"	4.92	352.64	1.43	51.42	73.13	22.37	31.81
E-85	E-86	17.98	330.27	331.14	0.62	PVC 250 Psi	3/4"	1.77	350.87	1.43	50.55	71.89	19.73	28.05
En E-86 Caja Rompepresión con V.F														
E-86	E-87	34.22	331.14	320.51	0.62	PVC 160 Psi	1"	0.97	330.17	0.85	10.63	15.12	9.66	13.74
E-87	E-88	43.79	320.51	317.21	0.62	PVC 160 Psi	1"	1.24	328.93	0.85	13.93	19.81	11.72	16.67
E-88	E-89	30.00	317.21	318.29	0.62	PVC 160 Psi	1"	0.85	328.08	0.85	12.85	18.27	9.79	13.92
E-89	E-90	25.84	318.29	316.93	0.31	PVC 250 Psi	3/4"	0.71	327.38	0.71	14.21	20.21	10.44	14.85
E-90	E-91	13.94	316.93	315.97	0.31	PVC 250 Psi	3/4"	0.38	327.00	0.71	15.17	21.58	11.03	15.68
E-91	E-92	27.43	315.97	311.03	0.31	PVC 250 Psi	3/4"	0.75	326.25	0.71	20.12	28.60	15.22	21.64
E-92	E-93	29.73	311.03	308.34	0.31	PVC 250 Psi	3/4"	0.81	325.43	0.71	22.81	32.43	17.10	24.31
E-93	E-94	13.77	308.34	306.23	0.31	PVC 250 Psi	3/4"	0.38	325.06	0.71	24.91	35.42	18.82	26.77
E-94	E-95	29.91	306.23	309.60	0.31	PVC 250 Psi	3/4"	0.82	324.24	0.71	21.55	30.64	14.64	20.82
E-95	E-96	17.82	309.60	308.69	0.31	PVC 250 Psi	3/4"	0.49	323.75	0.71	22.45	31.92	15.06	21.41
E-96	E-97	16.93	308.69	307.56	0.31	PVC 315 Psi	1/2"	1.61	322.14	1.19	23.59	33.54	14.59	20.74
E-97	E-98	31.95	307.56	306.49	0.31	PVC 315 Psi	1/2"	3.04	319.10	1.19	24.66	35.06	12.61	17.94
E-98	E-99	25.88	306.49	309.80	0.31	PVC 315 Psi	1/2"	2.46	316.64	1.19	21.35	30.36	6.84	9.73
E-99	E-100	13.83	309.80	308.22	0.31	PVC 315 Psi	1/2"	1.32	315.32	1.19	22.93	32.60	7.10	10.10
E-100	E-101	16.14	308.22	303.15	0.31	PVC 315 Psi	1/2"	1.54	313.78	1.19	28.00	39.81	10.64	15.12
E-101	E-102	27.09	303.15	297.73	0.31	PVC 315 Psi	1/2"	2.58	311.21	1.19	33.42	47.52	13.48	19.17
E-102	E-103	21.78	297.73	296.36	0.31	PVC 315 Psi	1/2"	2.07	309.13	1.19	34.79	49.46	12.77	18.16
E-103	E-104	23.97	296.36	295.88	0.31	PVC 315 Psi	1/2"	2.28	306.85	1.19	35.26	50.14	10.97	15.60
E-104	E-105	16.92	295.88	295.09	0.31	PVC 315 Psi	1/2"	1.61	305.24	1.19	36.05	51.26	10.15	14.43
E-105	E-106	21.78	295.09	293.72	0.31	PVC 315 Psi	1/2"	2.07	303.17	1.19	37.42	53.21	9.44	13.43
E-106	E-107	27.07	293.72	287.34	0.31	PVC 315 Psi	1/2"	2.58	300.59	1.19	43.80	62.29	13.25	18.84
E-107	E-108	18.02	287.34	283.00	0.31	PVC 315 Psi	1/2"	1.71	298.87	1.19	48.15	68.47	15.88	22.58

En E-67 Caja Rompepresión con Válvula de Flote

En E-86 Caja Rompepresión con Válvula de Flote

Tabla XII. Diseño hidráulico de ramal A

TRAMO		Long. (m)	Cotas Topograficas		Caudal (Q)	Clase	Diametro Comercial	Perd. Carga	Cotas Piezometrica	Velocidad	Presión Estatica		Presión Dinamica	
EST.	P.O.	Diseño	Inicial	Final	L/seg.	tuberia	Pulg.	Hf Real	Metros.	m/seg.	m.c.a.	PSI	m.c.a.	PSI
E-43	E-44A	56.11	428.80	417.60	0.92	PVC 160 Psi	1"	3.35	428.45	1.28	11.20	15.93	10.85	15.43
E-44A	E-45A	23.27	417.60	410.40	0.92	PVC 160 Psi	1"	1.39	427.06	1.28	18.40	26.16	16.66	23.69
E-45A	E-46A	20.58	410.40	406.10	0.92	PVC 160 Psi	1"	1.23	425.84	1.28	22.70	32.28	19.73	28.06
E-46A	E-47A	33.52	406.10	396.30	0.92	PVC 160 Psi	1"	2.00	423.83	1.28	32.50	46.22	27.53	39.15
E-47A	1+440	163.57	396.30	366.30	0.92	PVC 160 Psi	1"	3.96	419.88	1.28	62.50	88.88	53.57	76.18
En 1+440 Caja Rompepresión con V.F														
1+440	E-48A		366.30	322.30	0.92	PVC 160 Psi	1"	5.81	360.50	1.28	44.00	62.57	38.19	54.31
E-48A	E-49A	69.87	322.30	306.15	0.92	PVC 160 Psi	1"	4.17	356.33	1.28	60.15	85.53	50.17	71.34
E-49A	E-50A	21.69	306.15	304.10	0.92	PVC 160 Psi	1"	1.29	355.03	1.28	62.20	88.45	50.93	72.42
En E-50A Caja Rompepresión con V.F														
E-50A	E-51A	32.61	304.10	297.70	0.92	PVC 160 Psi	1 1/2"	0.30	303.80	0.59	6.40	9.10	6.10	8.67
E-51A	E-52A	20.39	297.70	293.70	0.92	PVC 160 Psi	1 1/2"	0.19	303.62	0.59	10.40	14.79	9.91	14.09
E-52A	E-53A	47.15	293.70	279.70	0.92	PVC 160 Psi	1"	2.81	300.80	1.28	24.40	34.70	21.10	30.00
E-53A	E-54A	82.99	279.70	266.83	0.92	PVC 160 Psi	1"	4.96	295.85	1.28	37.27	53.00	29.01	41.25
E-54A	E-55A	77.29	266.83	247.60	0.92	PVC 160 Psi	1"	4.61	291.23	1.28	56.50	80.34	43.63	62.04
En E-55A Caja Rompepresión con V.F														
E-55A	E-56A	121.63	247.60	219.00	0.92	PVC 160 Psi	1"	7.26	240.34	1.28	28.60	40.67	21.34	30.34
E-56A	E-57A	47.85	219.00	214.70	0.92	PVC 160 Psi	1"	2.86	237.49	1.28	32.90	46.78	22.78	32.39
E-57A	E-58A	183.58	214.70	191.06	0.92	PVC 160 Psi	1"	10.96	226.52	1.28	56.54	80.40	35.46	50.42
En E-58A Caja Rompepresión con V.F														
E-58A	E-59A	66.84	191.06	184.60	0.92	PVC 160 Psi	1 1/2"	0.62	190.45	0.59	6.46	9.19	5.84	8.31
E-59A	E-60A	112.28	184.60	178.40	0.92	PVC 160 Psi	1 1/2"	1.03	189.41	0.59	12.66	18.00	11.01	15.66
E-60A	E-61A	45.94	178.40	180.80	0.92	PVC 160 Psi	1 1/2"	0.42	188.99	0.59	10.26	14.59	8.19	11.64
E-61A	E-62A	39.48	180.80	174.40	0.92	PVC 160 Psi	1"	2.36	186.63	1.28	16.66	23.69	12.23	17.39
E-62A	E-63A	87.29	174.40	163.44	0.92	PVC 160 Psi	1"	5.21	181.42	1.28	27.62	39.28	17.98	25.56
E-63A	E-64A	348.88	163.44	124.99	0.92	PVC 160 Psi	1"	20.83	160.59	1.28	66.07	93.95	35.60	50.62
E-63A	E-65A	73.82	163.44	157.77	0.92	PVC 160 Psi	1"	4.41	177.02	1.28	33.29	47.34	19.24	27.36
E-65A	E-66A	98.93	157.77	135.72	0.92	PVC 160 Psi	1"	5.91	171.11	1.28	55.34	78.69	35.38	50.32

En 1+439.482 Caja Rompepresión con Válvula de Flote

En E-50A Caja Rompepresión con Válvula de Flote

En E-55A Caja Rompepresión con Válvula de Flote

En E-58A Caja Rompepresión con Válvula de Flote

Tabla XIII. Diseño hidráulico de ramal B

TRAMO		Long. (m)	Cotas Topograficas		Caudal (Q)	Clase	Diametro Comercial	Perd. Carga	Cotas Piezometrica	Velocidad	Presión Estática		Presión Dinámica	
EST.	P.O.	Diseño	Inicial	Final	L/seg.	tuberia	Pulg.	Hf Real	Metros.	m/seg.	m.c.a.	PSI	m.c.a.	PSI
E-48	E-49B	36.65	415.47	395.05	0.64	PVC 315 Psi	1/2"	13.28	417.61	2.45	20.42	29.03	22.56	32.08
E-49B	E-50B	24.18	395.05	379.91	0.64	PVC 315 Psi	1/2"	8.76	408.85	2.45	35.56	50.57	28.94	41.15
E-50B	E-51B	25.02	379.91	369.47	0.64	PVC 315 Psi	1/2"	9.07	399.78	2.45	46.00	65.41	30.31	43.11
E-51B	E-52B	22.05	369.47	361.60	0.64	PVC 315 Psi	1/2"	7.99	391.79	2.45	53.87	76.61	30.19	42.93
E-52B	E-53B	11.08	361.60	357.68	0.64	PVC 315 Psi	1/2"	4.02	387.77	2.45	57.79	82.17	30.09	42.79
En E-53B Caja Rompepresión con V.F														
E-53B	E-54B	36.41	357.68	349.21	0.64	PVC 250 Psi	3/4"	3.79	353.89	1.47	8.47	12.05	4.68	6.66
E-54B	E-55B	32.35	349.21	337.53	0.64	PVC 250 Psi	3/4"	3.37	350.52	1.47	20.15	28.65	12.99	18.47
E-55B	E-56B	21.32	337.53	330.87	0.64	PVC 250 Psi	3/4"	2.22	348.30	1.47	26.81	38.12	17.43	24.79
E-56B	E-57B	55.66	330.87	325.10	0.64	PVC 250 Psi	3/4"	5.79	342.51	1.47	32.59	46.34	17.41	24.76
E-57B	E-58B	25.62	325.10	317.19	0.64	PVC 250 Psi	3/4"	2.67	339.84	1.47	40.49	57.58	22.65	32.21
E-58B	E-59B	17.12	317.19	313.60	0.64	PVC 250 Psi	3/4"	1.78	338.06	1.47	44.08	62.68	24.46	34.78
E-59B	E-60B	33.52	313.60	309.47	0.64	PVC 250 Psi	3/4"	3.49	334.57	1.47	48.21	68.56	25.10	35.69
E-54B	E-61B	27.40	349.21	341.79	0.64	PVC 250 Psi	3/4"	2.85	351.04	1.47	15.89	22.60	9.25	13.15
E-61B	E-62B	19.19	341.79	336.74	0.64	PVC 250 Psi	3/4"	2.00	349.04	1.47	20.94	29.78	12.30	17.49
E-62B	E-63B	57.04	336.74	326.22	0.64	PVC 250 Psi	3/4"	5.94	343.10	1.47	31.46	44.73	16.88	24.00
E-63B	E-64B	32.35	326.22	320.57	0.64	PVC 250 Psi	3/4"	3.37	339.73	1.47	37.11	52.77	19.16	27.25

En E-53B Caja Rompepresión con Válvula de flote

Tabla XIV. Diseño hidráulico de ramal C

TRAMO		Long. (m)	Cotas Topograficas		Caudal (Q)	Clase	Diametro Comercial	Perd. Carga	Cotas Piezometrica	Velocidad	Presión Estática		Presión Dinámica	
EST.	P.O.	Diseño	Inicial	Final	L/seg.	tuberia	Pulg.	Hf Real	Metros.	m/seg.	m.c.a.	PSI	m.c.a.	PSI
E-70	E-71C	31.97	373.19	362.83	0.81	PVC 250 Psi	1 1/2"	0.23	372.96	0.52	10.37	14.74	10.14	14.41
E-71C	E-72C	3.30	362.83	362.12	0.81	PVC 250 Psi	3/4"	0.53	372.43	1.86	11.07	15.75	10.31	14.66
E-72C	E-73C	23.52	362.12	354.85	0.81	PVC 250 Psi	3/4"	3.81	368.62	1.86	18.34	26.08	13.77	19.58
E-73C	E-74C	8.83	354.85	354.63	0.81	PVC 250 Psi	3/4"	1.43	367.19	1.86	18.56	26.39	12.56	17.86
E-74C	E-75C	22.91	354.63	348.51	0.81	PVC 250 Psi	3/4"	3.71	363.48	1.86	24.68	35.10	14.98	21.30
E-75C	E-76C	11.83	348.51	348.07	0.81	PVC 250 Psi	3/4"	1.92	361.57	1.86	25.12	35.72	13.50	19.20
E-76C	E-77C	20.87	348.07	347.23	0.81	PVC 250 Psi	3/4"	3.38	358.19	1.86	25.96	36.91	10.96	15.58
E-77C	E-78C	53.17	347.23	331.61	0.81	PVC 250 Psi	3/4"	8.61	349.59	1.86	41.58	59.12	17.97	25.56
E-78C	E-79C	33.66	331.61	327.25	0.81	PVC 250 Psi	3/4"	5.45	344.14	1.86	45.94	65.33	16.89	24.02
E-79C	E-80C	48.01	327.25	315.10	0.81	PVC 250 Psi	3/4"	7.77	336.37	1.86	58.09	82.60	21.27	30.24
En E-80C Caja Rompepresión con V.F														
E-80C	E-81C	21.01	315.10	310.27	0.81	PVC 160 Psi	1 1/2"	0.15	314.95	0.52	4.83	6.87	4.68	6.66
E-81C	E-82C	45.12	310.27	302.24	0.81	PVC 160 Psi	1 1/2"	0.32	314.63	0.52	12.86	18.29	12.39	17.61
E-82C	E-83C	22.03	302.24	296.64	0.81	PVC 250 Psi	3/4"	3.57	311.06	1.86	18.47	26.26	14.43	20.51
E-83C	E-84C	22.56	296.64	293.31	0.81	PVC 250 Psi	3/4"	3.65	307.41	1.86	21.79	30.99	14.10	20.05
E-84C	E-85C	19.82	293.31	286.93	0.81	PVC 250 Psi	3/4"	3.21	304.20	1.86	28.17	40.06	17.27	24.56
E-85C	E-86C	26.05	286.93	277.89	0.81	PVC 250 Psi	3/4"	4.22	299.99	1.86	37.21	52.91	22.10	31.42
E-86C	E-87C	22.77	277.89	276.53	0.81	PVC 250 Psi	3/4"	3.69	296.30	1.86	38.58	54.86	19.78	28.12
E-87C	E-88C	26.09	276.53	267.90	0.81	PVC 250 Psi	3/4"	4.22	292.08	1.86	47.20	67.12	24.18	34.38

En E-80C Caja Rompepresión con Válvula de Flote

Tabla XV. Diseño hidráulico de ramal D

TRAMO		Long. (m)	Cotas Topograficas		Caudal (Q) L/seg.	Clase tubería	Diametro Comercial Pulg.	Perd. Carga Hf Real	Cotas Piezometrica Metros.	Velocidad m/seg.	Presión Estática		Presión Dinámica	
EST.	P.O.		Diseño	Inicial							Final	m.c.a.	PSI	m.c.a.
E-81	E-82D	23.28	346.12	338.65	0.69	PVC 250 Psi	3/4"	2.79	343.33	1.59	7.47	10.63	4.68	6.65
E-82D	E-83D	12.68	338.65	334.85	0.69	PVC 250 Psi	3/4"	1.52	341.81	1.59	11.28	16.03	6.96	9.90
E-83D	E-84D	26.45	334.85	327.04	0.69	PVC 250 Psi	3/4"	3.18	338.63	1.59	19.09	27.14	11.60	16.49
E-84D	E-85D	67.85	327.04	312.01	0.69	PVC 250 Psi	3/4"	8.15	330.49	1.59	34.11	48.51	18.47	26.27
E-85D	E-86D	14.00	312.01	310.40	0.69	PVC 250 Psi	3/4"	1.68	328.80	1.59	35.73	50.81	18.41	26.18
E-86D	E-87D	15.25	310.40	307.45	0.69	PVC 250 Psi	3/4"	1.83	326.97	1.59	38.68	55.00	19.53	27.77
E-87D	E-88D	23.10	307.45	302.76	0.69	PVC 250 Psi	3/4"	2.77	324.20	1.59	43.36	61.66	21.44	30.49
E-88D	E-89D	79.67	302.76	297.01	0.69	PVC 250 Psi	3/4"	9.57	314.63	1.59	49.11	69.84	17.62	25.06
E-89D	E-90D	69.98	297.01	296.46	0.69	PVC 250 Psi	3/4"	8.40	306.23	1.59	49.66	70.62	9.77	13.89
E-89D	E-91D	41.88	297.01	293.85	0.69	PVC 250 Psi	3/4"	5.03	309.61	1.59	52.28	74.34	15.76	22.41
E-91D	E-92D	19.70	293.85	290.48	0.69	PVC 250 Psi	3/4"	2.37	307.24	1.59	55.65	79.13	16.76	23.84

Tabla XVI. Diseño hidráulico de ramal E

TRAMO		Long. (m)	Cotas Topograficas		Caudal (Q) L/seg.	Clase tubería	Diametro Comercial Pulg.	Perd. Carga Hf Real	Cotas Piezometrica Metros.	Velocidad m/seg.	Presión Estática		Presión Dinámica	
EST.	P.O.		Diseño	Inicial							Final	m.c.a.	PSI	m.c.a.
E-89	E-90E	37.56	318.29	306.94	0.50	PVC 315 Psi	1/2"	8.63	331.40	1.92	11.35	16.14	24.46	34.79
E-90E	E-91E	29.05	306.94	301.14	0.50	PVC 315 Psi	1/2"	6.68	324.73	1.92	17.15	24.39	23.59	33.54
E-91E	E-92E	29.96	301.14	300.80	0.50	PVC 315 Psi	1/2"	6.88	317.84	1.92	17.49	24.87	17.04	24.23
E-92E	E-93E	27.44	300.80	303.28	0.50	PVC 315 Psi	1/2"	6.31	311.54	1.92	15.01	21.35	8.26	11.74
E-93E	E-94E	27.80	303.28	292.66	0.50	PVC 315 Psi	1/2"	6.39	305.15	1.92	25.64	36.45	12.49	17.76

2.2.3.1.8 Volumen del tanque de distribución

En los sistemas por gravedad se debe considerar un volumen de distribución o almacenamiento de 25% o 30% del caudal medio diario, según normas de diseño.

$$Vol = Qmd * \%almacenamiento * 1m^3 * 86400seg / día) / 1000lt$$

Donde:

- Vol. = Volumen del tanque
- Qmd = Caudal medio diario

En este proyecto se toma un almacenamiento del 25% del caudal medio diario, debido a la población futura, para así tener una reserva suficiente de agua y regular la distribución de la misma.

$$Vol = \frac{(75\text{ts} / \text{hab} / \text{día})(1709\text{hab})(25\%)(1.4)}{1000} = 44.86\text{mts}^3$$

Capacidad real = 50 mts.³ (Ver detalle de tanque en planos del APÉNDICE 2)

2.2.3.1.9 Diseño estructural del tanque de distribución

Los tanques de distribución o almacenamiento normalmente se construyen de concreto ciclópeo, concreto reforzado, mampostería reforzada y en los tanques elevados, predomina el uso de acero. Debido a las características del terreno y los requerimientos de la red de distribución, los tanques pueden estar totalmente enterrados, semienterrados, superficiales o elevados.

El tanque se hará de concreto ciclópeo debido a la facilidad que hay en el lugar de conseguir piedra bola, material principal que integra el concreto ciclópeo, por lo que disminuyen los costos de ejecución del mismo.

El método de diseño utilizado es el de muros por gravedad. El tanque está compuesto de cuatro muros que serán de concreto ciclópeo. Para facilitar el diseño, se tomará una sección unitaria del muro un metro de espesor y un metro de ancho.

Diseño del muro por gravedad:

Datos:

$$\gamma_{\text{agua}} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

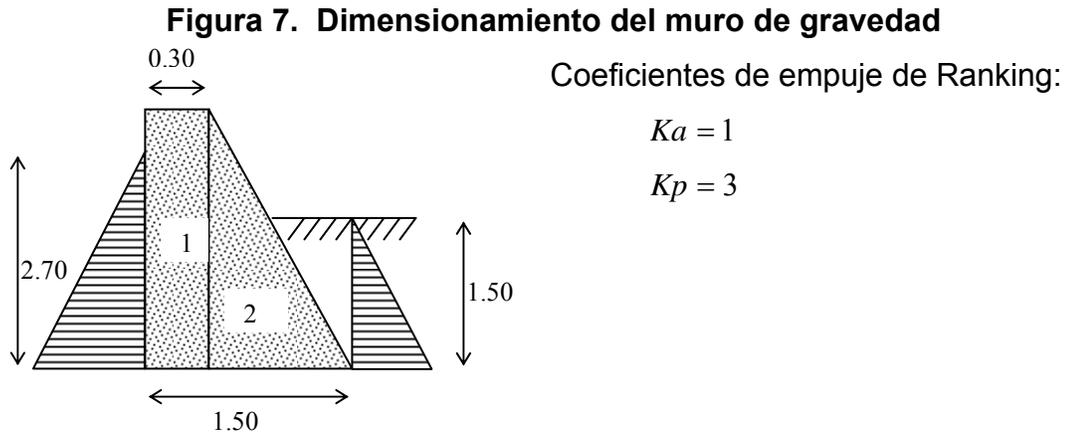
$$\gamma_{\text{suelo}} = 1300 \text{ kg/m}^3$$

$$\gamma_{\text{conc. cic.}} = 1500 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Valor soporte del suelo } V_s = 12000 \text{ Kg/m}^2$$

$$\phi = 30^\circ$$

Se estiman las dimensiones del muro, según condiciones de carga y suelo:



Cálculo de los empujes activo y pasivo según la teoría de *Ranking*:

$$P_a = \frac{\gamma h^2 K_a}{2} = \frac{(1000)(2.70)^2 (1)}{2} = 3645 \text{ Kg/m}$$

$$P_p = \frac{\gamma_s h^2 K_p}{2} = \frac{(1300)(1.50)^2 (3)}{2} = 4387.5 \text{ Kg/m}$$

Cálculo de los momentos de presión que actúan al pie del muro:

$$M_a = P_a \times h/3 = (3645)(2.70/3) = 3280.50 \text{ Kg-m}$$

$$M_p = P_p \times h/3 = (4387.50)(1.50/3) = 2193.75 \text{ Kg-m}$$

Cálculo del peso del muro, descomponiendo la forma geométrica real:

Figura	Área x P.Conc.	W (kg/m)	Brazo	Momento(kg-m)
1	0.975 x 1500	1462.50	1.35	1974.38
2	1.95 x 1500	2925.00	0.80	2340.00
Σ		4387.50		4314.38

Sumatoria de momentos:

$$M_r = M_p + M_w = 2193.75 + 4314.38 = 6508.13 \text{ Kg-m}$$

$$M_{act} = M_a = 3280.50 \text{ Kg-m}$$

Verificación contra Volteo:

$$F.S. = \frac{Mr}{Mact} > 1.5 = \frac{6508.13}{3280.50} = 1.98 > 1.5 \quad \text{SiChequea}$$

Verificación contra deslizamiento:

$$Ff = W(0.6tg\theta) = 4387.50(0.346) = 1519.87 \text{ Kg}$$

$$F.S. = \frac{Ff + Pp}{Pa} > 1.5 = \frac{1519.87 + 4387.50}{3645.00} = 1.62 > 1.5 \quad \text{SiChequea}$$

Verificación de la capacidad soporte del suelo:

$$X = \frac{Mr - Mact}{W} = \frac{6508.13 - 3280.50}{4387.50} = 0.736$$

$$e = \frac{B}{2} - X = \frac{1.50}{2} - 0.736 = 0.014$$

$$q = \frac{W}{B} \pm \frac{W e}{S} = \frac{4387.50}{1.50} \pm \frac{4387.50 \times 0.014}{\frac{1}{6} \times 1.50^2} = 2925.00 \pm 163.80$$

$$q_{\max} = 2925.00 + 163.80 = 3088.80 \text{ Kg/m}^2 < V_s = 12000 \text{ Kg/m}^2 \quad \text{SiCumple}$$

$$q_{\min} = 2925.00 - 163.80 = 2761.20 \text{ Kg/m}^2 > 0 \text{ Kg/m}^2 \quad \text{No hay presiones negativas}$$

Las dimensiones del muro de gravedad si cumplen con verificaciones de diseño.

Diseño de la losa del tanque de distribución:

Datos:

$$a = 4.60 \quad \text{Carga viva} = 200 \text{ Kg/m}^2$$

$$b = 4.60 \quad \gamma_{\text{conc.}} = 2400 \text{ Kg/m}^3$$

Cálculo de espesor de losa:

$$t = \frac{\text{Perimetro}}{180} = \frac{18.40}{180} = 0.10$$

$$m = \frac{a}{b} = \frac{4.60}{4.60} = 1 > 0.5 \quad \text{Losa en 2 sentidos}$$

Cálculo del peso propio de la losa:

$$W_m = 2400 \times 0.10 = 240 \text{ Kg} / m^2$$

Integración de cargas últimas:

$$CU = 1.7CV + 1.4CM = 1.7(200) + 1.4(240) = 676 \text{ Kg} / m^2$$

El cálculo de momentos se realiza según *el método 3 del ACI*:

$$M(-)A = 1015.59 \text{ Kg} - m \quad M(+)A = 486.43 \text{ Kg} - m$$

$$M(-)B = 0 \text{ Kg} - m \quad M(+)B = 422.18 \text{ Kg} - m$$

Cálculo del refuerzo requerido con los siguientes datos:

$$F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2 \quad F'y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$$

$$b = 100 \text{ cm} \quad d = 4.5 \text{ cm}$$

$$A_{s \text{ min}} = 0.002 \times b \times d = 0.002 \times 100 \times 4.5 = 0.90 \text{ cm}^2$$

$$S_{\text{max}} = 3t = 3(0.10) = 0.30 \text{ cm}$$

$$A_{s(-)A} = 11.07 \text{ cm}^2 \quad \text{Usaremos No. 3 @ 0.13}$$

$$A_{s(-)B} = 0 \text{ cm}^2 \quad \text{Usaremos No. 3 @ 0.13}$$

$$A_{s(+)A} = 3.99 \text{ cm}^2 \quad \text{Usaremos No. 3 @ 0.30}$$

$$A_{s(+)B} = 4.65 \text{ cm}^2 \quad \text{Usaremos No. 3 @ 0.30}$$

$$A_{s \text{ temp}} = 0.002 \times 100 \times 10 = 2 \text{ cm}^2 \quad \text{Usaremos No. 3 @ 0.30}$$

(Ver detalle de losa y muro del tanque en planos del APÉNDICE 2)

2.2.4 Análisis de calidad del agua

El análisis de calidad del agua de la fuente fue realizado por el Laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el cual indica que el agua de la fuente, con una desinfección mínima, es apta para consumo humano; los resultados de la prueba se encuentran en el ANEXO.

2.2.5 Sistema de desinfección

Desinfección es el proceso de destrucción de microorganismos patógenos presentes en el agua, mediante la aplicación directa de medios físicos y químicos para obtener agua potable.

El tratamiento o sistema de desinfección mínimo, que se le debe dar al agua, para consumo humano, es de control sanitario y generalmente se aplica para comunidades del área rural, con fuentes provenientes de manantiales.

Los métodos químicos más empleados para la desinfección son: el yodo, la plata y el cloro, siendo este último el más recomendado.

Cloración es el proceso que se le da al agua utilizando el cloro o alguno de sus derivados (hipoclorito de calcio o tabletas de tricloro). Este método es el de más fácil aplicación y el más económico.

Alimentador automático de tricloro. Es uno de los sistemas más modernos de cloración de agua; que consiste en disolver pastillas o tabletas de tricloro con el paso del agua. El alimentador de tricloro es un recipiente en forma de termo que alberga tabletas, vienen de diferentes capacidades de tabletas, que dependen directamente del caudal de agua y del consumo necesario de tabletas de tricloro para potabilizar el agua.

Las tabletas de tricloro son una representación de cloro, la cual consiste en pastillas o tabletas que tienen un tamaño de 3" de diámetro, por 1" de espesor, con una solución de cloro al 90% y un 10% de estabilizador, el peso de la tableta es de 200 gr y la velocidad a la que se disuelve en agua en reposo es de 15 gr en 24 horas.

Entre los derivados del cloro se eligieron las tabletas a través del alimentador automático, dado que este método es mucho más económico en cuanto a su costo y operación, comparado con el hipoclorito que necesita de un operador experimentado y a tiempo completo, sin mencionar el costo y operación del gas cloro que es otra opción en el mercado. Para determinar la cantidad de tabletas para clorar el caudal de agua para el proyecto se hace mediante la fórmula que se utiliza para hipocloritos, la cual es la siguiente:

$$G = \frac{C \times M \times D}{\%cl}$$

Donde:

G = gramos de tricloro

C = miligramos por litro

M = litros de agua a tratarse por día = $Q_m \times 86400 \text{ seg}$

D = número de días que durará el tricloro

%cl = Concentración de cloro

Para este proyecto se determina la cantidad de tabletas de tricloro que se necesita para clorar el agua, para un periodo de 15 días.

$M = Q_m \times 86400 \text{ seg} = 1.48 \text{ lts/seg} \times 86400 \text{ seg} = 127,872 \text{ litros por día}$

$$G = \frac{0.001 \times 127,872 \times 15}{0.9} = 2,131.20 \text{ gr}$$

Esto significa que se necesitan 2131.20 gramos de tricloro, el equivalente a $2131.20 \text{ gr}/200 \text{ gr} = 10.66$, aproximadamente 10 tabletas cada 15 días, para lo cual se requiere un alimentador automático modelo CL 100, con capacidad de almacenar 10 tabletas máximo.

2.2.6 Obras de arte

Captación: Es la estructura que se hace con el fin de coleccionar el agua de la fuente. En este caso se tendrá que demoler las dos captaciones existentes y captar nuevamente los tres brotes o nacimientos, y las obras de captación consisten en: un muro de contención, capa filtrante y sello sanitario, el detalle de la captación se da a conocer en el plano No. 7 del APÉNDICE 2.

Caja unificadora de caudales: Tiene como objetivo principal unificar el caudal de los diferentes nacimientos de los cuales se va a abastecer el sistema; para el presente proyecto se puede utilizar la caja unificadora de caudales del sistema anterior, ubicada en la estación topográfica E-1.

Tanque de distribución: En los proyectos de agua potable se considera un tanque de almacenamiento por las ventajas que presenta, de las cuales las más importantes son: compensar las variaciones horarias en el consumo de agua de la población y tener un almacenamiento de agua que pueda suplir la demanda cuando haya interrupciones del servicio.

Para este proyecto se diseñó un tanque de 50 m³, con el propósito de almacenar el 25 % del caudal medio diario, pero también puede utilizarse un tanque de distribución de 25 m³ que existe del sistema anterior, y diseñar otro de igual tamaño, para completar el almacenamiento requerido; el tanque debe quedar ubicado en la estación topográfica E-42.

Caja rompe presión: La función que cumple ésta caja, es cambiar la presión que se maneja dentro de la red de distribución. Estos dispositivos se requieren conforme a la topografía del terreno, en este caso, se utilizaron en la red de distribución; estas cajas en la red de distribución cuentan con válvula de flote que regula el flujo del agua que se conduce al sistema de distribución.

Cambiando de esta manera el valor de la presión (m.c.a.), a un nuevo valor que corresponde a la altura de la caja rompe presión con respecto al nivel de la población.

La ausencia de la caja rompe presión implicaría el uso de tubería de alta resistencia, elevando con ello sus costos. En este proyecto, debido a la topografía del terreno donde se encuentra la red de distribución, fue necesario incluir cajas rompe presión con válvulas de flote, en varios puntos de la red.

Esta caja posee un volumen de 1 m^3 y su estructura en las paredes es de concreto ciclópeo y en el suelo y tapadera de concreto armado, adicional a esto posee un desagüe, que permite su limpieza interior (Ver detalle de caja rompe presión en el plano No. 7 del APÉNDICE 2).

Válvula de aire: Al transportar agua en las tuberías, en las partes altas se pueden presentar formaciones o bolsas de aire, entonces, se deben colocar las válvulas de aire para eliminar el aire acumulado, para que el agua pase libremente. En este proyecto se requiere una válvula de aire en la parte más alta de la línea de conducción, ubicada en la estación topográfica E-17.

Válvulas de limpieza: En un sistema de conducción de agua siempre se consideran dispositivos que permitan la descarga de sedimentos acumulados y estos consisten en una derivación de la tubería provista de llave de compuerta. Utilizando en este proyecto una válvula de limpieza en la parte más baja de la línea de conducción, ubicada en la estación topográfica E-25.

2.2.7 Administración, operación y mantenimiento

Consiste en desarrollar todas las actividades que implican hacer eficiente el sistema de abastecimiento de agua potable. Dentro de las actividades de administración, operación y mantenimiento pueden mencionarse, entre otras: cobros a usuarios del sistema, instalación, limpieza, cambio y/o reparación de tuberías y artefactos hidráulicos, limpieza de obras de arte, cloración, pagos al personal por trabajos, etc.

En este proyecto es necesario que el comité de agua potable de la aldea sea el encargado de administrar correctamente las actividades de operación y mantenimiento del sistema, para poder así disminuir los costos de estas actividades.

2.2.8 Propuesta de tarifa

Para prestar un servicio eficiente del sistema de abastecimiento de agua de la comunidad Aquil Pequeño, del municipio de San Cristóbal Verapaz, se requiere del conocimiento de los diferentes factores que influyen en los costos de operación y mantenimiento del sistema.

Para cubrir con los costos de operación y mantenimiento del sistema, es necesario establecer una tarifa mensual por vivienda, la cual debe de ser adecuada para no afectar los escasos recursos económicos de las familias de la comunidad.

La propuesta de tarifa que se tiene al comité de agua potable de la comunidad Aquil Pequeño, por cada vivienda conectada a la red de distribución del sistema, es de Q 5.00 mensual como mínimo, para poder mantener un servicio eficiente en los próximos 20 años.

2.2.9 Planos

Se realizaron un total de 8 planos que forman parte del diseño del sistema de abastecimiento de agua que fueron elaborados en AutoCad y Softdesk 8 Civil Survey y se encuentran en el APÉNDICE 2.

2.2.10 Presupuesto y cronograma de ejecución

Para la elaboración del presupuesto se cuantifica el material y mano de obra de cada renglón de trabajo y se calculan los costos directos, con estos resultados, se establece el tiempo de ejecución de cada renglón y se elabora el cronograma de ejecución, para el éxito del proyecto.

Los precios de los materiales, los salarios de mano de obra y los precios de transporte utilizados en el presupuesto de la obra, son los encontrados en el municipio de San Cristóbal Verapaz.

Dentro del presupuesto se incluyó un 30% del costo total de la obra en lo que concierne al renglón de indirectos, que esta formado por 15% de imprevistos, 10% de administración y 5% de supervisión.

(Ver detalle de Presupuesto del proyecto de agua en APÉNDICE 3)

Tabla XVII. Resumen del presupuesto del proyecto de agua.

CUADRO DE RESUMEN DEL PRESUPUESTO
 PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA, ALDEA AQUIL PEQUEÑO
 UBICACIÓN: SAN CRISTÓBAL VERAPAZ, A.V.

No.	REGLON	CANTIDAD	UNIDAD	MANO DE OBRA	COSTO MATERIALES	COSTO NETO	IMPREVISTOS 15%	ADMN. 10%	SUPERVISIÓN 5%	TOTAL
1	LÍNEA DE CONDUCCIÓN	1	GLOBAL	Q 85,148.88	Q 81,609.61	Q166,758.50	Q25,013.77	Q16,675.85	Q8,337.92	Q216,786.05
2	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN (RAMAL PRINCIPAL)	1	GLOBAL	Q 28,187.05	Q 19,212.10	Q47,399.15	Q7,109.87	Q4,739.91	Q2,369.96	Q61,618.89
3	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN (RAMAL A)	1	GLOBAL	Q 30,996.18	Q 16,009.50	Q47,005.68	Q7,050.85	Q4,700.57	Q2,350.28	Q61,107.38
4	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN (RAMAL B)	1	GLOBAL	Q 7,434.44	Q 4,353.50	Q11,787.94	Q1,768.19	Q1,178.79	Q589.40	Q15,324.32
5	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN (RAMAL C)	1	GLOBAL	Q 7,431.79	Q 4,480.50	Q11,912.29	Q1,786.84	Q1,191.23	Q595.61	Q15,485.97
6	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN (RAMAL D y E)	1	GLOBAL	Q 6,218.08	Q 2,697.00	Q8,915.08	Q1,337.26	Q891.51	Q445.75	Q11,589.60
7	CONEXIONES DOMICILIARES	1	GLOBAL	Q 12,270.64	Q 9,935.76	Q22,206.40	Q3,330.96	Q2,220.64	Q1,110.32	Q28,868.32
	TOTALES			Q 177,687.05	Q138,297.97	Q315,985.02	Q47,397.75	Q31,598.50	Q15,799.25	
									TOTAL.....	Q410,780.53

Tabla XVIII. Cronograma de ejecución del proyecto de agua.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

PROYECTO: Abastecimiento de agua, comunidad Aquil Pequeño

UBICACIÓN: San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz

No.	Actividad	AVANCE FÍSICO					%	AVANCE FINANCIERO
		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5		
1	LÍNEA DE CONDUCCIÓN	■	■	■	■	■	52.77%	Q 216,786.05
2	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN (RAMAL PRINCIPAL)		■	■	■	■	15.00%	Q 61,618.89
3	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN (RAMAL A)			■	■	■	14.88%	Q 61,107.38
4	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN (RAMAL B)				■	■	3.73%	Q 15,324.32
5	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN (RAMAL C)					■	3.77%	Q 15,485.97
6	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN (RAMAL D y E)					■	2.82%	Q 11,589.60
7	CONEXIONES DOMICILIARES					■	7.03%	Q 28,868.32
COSTO TOTAL						100.00%	Q 410,780.53	

3. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

3.1 Definición de impacto ambiental y evaluación de impacto ambiental

Impacto ambiental: Es cualquier alteración de las condiciones ambientales o creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales adverso o benéfico, provocada por la acción humana o fuerzas naturales.

Evaluación de impacto ambiental (EIA): “Instrumento de política, gestión ambiental y toma de decisiones formado por un conjunto de procedimientos capaces de garantizar, desde el inicio de la planificación, que se efectúe un examen sistemático de los impactos ambientales de un proyecto o actividad y sus opciones, así como las medidas de mitigación o protección ambiental que sean necesarias para la opción a ser desarrollada. Los resultados deberán ser presentados a los tomadores de decisión para su consideración”.

Una evaluación de Impacto Ambiental es hacer un diagnóstico del área en donde se realizara o realizó la construcción de un proyecto, determinando en detalle la situación ambiental actual del medio biótico y abiótico que será impactada directamente por la obra.

La importancia de una evaluación de impacto ambiental radica en permitir analizar cada una de las actividades a desarrollar en el proyecto, definiendo el área impactada y el efecto o impacto para cada uno de los factores ambientales. El estudio de impacto ambiental nos da a conocer o identificar los impactos al ambiente producidos por la obra.

Durante la etapa de construcción u operación de la obra es importante conocer que el proyecto ocasionará varios impactos negativos de carácter transitorio sobre los componentes Aire, Suelo, Agua, Biota (Hábitat, flora y fauna), paisaje, etc.

3.2 Evaluación de impacto ambiental del proyecto de carretera

Localización del proyecto: Las comunidades Pampacché y Pambón Grande, se localizan a una distancia aproximada de 22 Km al nor-oeste de la cabecera municipal de San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz.

Descripción del proyecto: El proyecto consiste en la construcción de un tramo carretero rural, para comunicar a las comunidades Pampacché, Wachqoob y Pambón Grande, pertenecientes al municipio de San Cristóbal Verapaz.

Características generales del proyecto:

Longitud del proyecto: 2,100.63 metros

Tipo de carretera: rural basada en la típica "G" de la D.G.C.

Tipo de región: montañosa

Velocidad de diseño: 20 km/hora

Tráfico promedio diario: no mayor a 30 vehículos/día

Ancho de terracería: 5.20 metros

Superficie de rodadura: 4.00 metros

Espesor de balasto: 0.20 metros

Pendiente máxima: 18%

Costo del proyecto: Q929,765.81

Tiempo de ejecución: 5 meses

Área y situación legal del terreno: El área de influencia del proyecto es de aproximadamente 8 km², la mayor parte es montañosa y boscosa, aunque también hay pequeñas áreas de cultivo de milpa y algunas viviendas aledañas al tramo; no se presentan problemas legales debido a que los vecinos son propietarios de los terrenos que atraviesa el tramo.

Los trabajos necesarios para la preparación del terreno son: La limpieza y desmonte del área del tramo, la explotación de bancos de material, el manejo y disposición final de los desechos sólidos provenientes de la limpieza, desmonte y cortes, la excavación y nivelación del terreno, cortes y rellenos de material, compactación o consolidación, derrame de lubricantes, combustibles u otro material provocado por la maquinaria, etc.

Uso de recursos naturales del área: El mismo material proveniente de los cortes, agua para riego proveniente de una quebrada, balasto proveniente de banco de materiales.

Sustancias o materiales que serán utilizados: Diesel y aceites lubricantes para la maquinaria y equipo a utilizar, cemento, piedra, piedrin, arena, tubería de metal corrugado.

IMPACTO AMBIENTAL QUE SERÁ PRODUCIDO:

Residuos y/o contaminantes que serán generados: Dentro de los residuos generados se tendrán las emisiones de partículas a la atmósfera, descarga de aguas residuales y descarga de lubricantes, entre otros.

Emisiones a la atmósfera: El componente atmosférico se verá impactado por las actividades: a) Operación de maquinaria y equipo, debido a la emanación de gases producto de la combustión de derivados del petróleo; b) explotación de

bancos de material; c) acarreo de material; durante la realización de estas dos actividades se generan partículas de polvo, los cuales quedan en suspensión. Este impacto puede producir enfermedades respiratorias a los trabajadores y habitantes del área de influencia directa.

Descarga de aguas residuales: El manejo inadecuado de excretas, provenientes de los campamentos y de otras áreas de trabajo puede generar la contaminación del suelo y los cuerpos de agua.

Sitios arqueológicos: Es importante como objetivo fundamental para este factor determinar si existen vestigios arqueológicos en la zona de influencia del proyecto, tratándose de comunidades indígenas con alto interés cultural para la sociedad guatemalteca.

Desechos sólidos: Dentro de los contaminantes que se producirán en la fase de construcción y operación del proyecto se tienen los residuos del material de excavación. Además se tendrán desechos producto de la maquinaria como filtros, repuestos usados, neumáticos, depósitos de aceite, basura producto de los trabajadores, cemento, arena, piedra, piedrin producto del desperdicio de las construcciones.

Ruidos y/o vibraciones: Los impactos ambientales por ruido se dan principalmente por la utilización de maquinaria y equipo durante la fase de preparación del sitio, explotación de bancos de material y durante la fase de construcción de la carretera. El ruido puede resultar perjudicial para los trabajadores de la empresa contratista y a los pobladores de las comunidades aledañas al proyecto.

Contaminación visual: Una mala selección del sitio donde se instale el campamento, la explotación de bancos de material de préstamo, o donde se deposite el material de desperdicio, pueden ocasionar alteraciones al paisaje, además se tendrá actividades propias del proyecto como la remoción de la cobertura vegetal presente a la orilla del tramo y la excavación de material proveniente de cortes y rellenos.

3.3 Evaluación de impacto ambiental del proyecto de abastecimiento de agua potable

Localización del proyecto: La comunidad Aquíl Pequeño, se localiza a una distancia aproximada de 15 km al occidente de la cabecera municipal de San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz.

Descripción del proyecto: El proyecto consiste en la construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad, para la comunidad de Aquíl Pequeño, del municipio de San Cristóbal Verapaz.

Características generales del proyecto:

Longitud del proyecto: 6,421 metros

Tipo de sistema: por gravedad

Periodo de diseño: 21 años

Aforo: 2.99 lts/seg

Dotación: 75 lts/hab/día

Población actual: 720 habitantes

Población futura: 1,709 habitantes

Costo del proyecto: Q 410,780.53

Tiempo de ejecución: 5 meses

Área y situación legal del terreno: El área de influencia del proyecto es de aproximadamente 10 km², es montañosa, boscosa, existen áreas de cultivo de milpa y café, hay viviendas en la mayor parte de la red de distribución; no presenta problemas legales debido a que los vecinos son propietarios de los terrenos donde se ubican los nacimientos, paso de tubería y tanque de distribución.

Los trabajos necesarios para la preparación del terreno son: La limpieza y desmonte, la explotación de bancos de material, el manejo y disposición final de los desechos sólidos provenientes de la limpieza, desmonte excavación y compactación o consolidación del terreno.

Uso de recursos naturales del área: Agua de los nacimientos y suelo proveniente de las excavaciones.

Sustancias o materiales que serán utilizados: Cemento, hierro, arena, piedra, pedrín, tubería de PVC y HG

IMPACTO AMBIENTAL QUE SERÁ PRODUCIDO:

Residuos y/o contaminantes que serán generados: Dentro de los residuos generados se tendrán las emisiones de partículas a la atmósfera, descarga de aguas residuales, desechos sólidos y otros.

Emisiones a la atmósfera: El componente atmosférico se verá impactado por actividades como el acarreo de material; durante la realización de esta actividad se generan partículas de polvo, los cuales quedan en suspensión. Este impacto puede producir enfermedades respiratorias a los trabajadores y habitantes del área de influencia directa.

Descarga de aguas residuales: El manejo inadecuado de excretas, provenientes de los campamentos y de otras áreas de trabajo puede generar la contaminación del suelo y los cuerpos de agua.

Sitios arqueológicos: Es importante como objetivo fundamental para este factor determinar si existen vestigios arqueológicos en la zona de influencia del proyecto, tratándose de comunidades indígenas con alto interés cultural para la sociedad guatemalteca.

Desechos sólidos: Dentro de los contaminantes que se producirán en la fase de construcción y operación del proyecto se tienen los residuos del material de excavación, construcción y operación del sistema; además se tendrán desechos producto de los trabajadores, entre otros.

Ruidos y/o vibraciones: Los impactos ambientales por ruido se dan principalmente por la utilización de herramienta y equipo durante la fase de preparación del sitio y durante la fase de construcción del sistema. El ruido puede resultar perjudicial para la fauna, trabajadores y pobladores de las comunidades aledañas al proyecto.

Contaminación visual: Una mala selección del sitio donde se instale el campamento o donde se deposite el material de desperdicio, puede ocasionar alteraciones al paisaje, además se tendrá actividades propias del proyecto como la remoción de la cobertura vegetal presente a la orilla de la zanja donde va la tubería.

3.4 Medidas de mitigación

Medida de mitigación: Residuos y/o contaminantes que serán generados:

La maquinaria y equipo utilizados deben tener filtros para reducir la emanación de contaminantes; durante el transporte de materiales, los mismos deben cubrirse con lona para evitar la dispersión de partículas de suelo a lo largo del trayecto de acarreo, esto evitará malestar a los pobladores que se encuentran a la orilla del tramo en construcción.

Otro aspecto importante que deberá tomarse con especial cuidado es el mantenimiento de la carretera en construcción con los contenidos de humedad adecuados para evitar el polvo, es importante que todo el personal que labora en el campo debe equiparse con mascarillas para evitar infecciones respiratorias.

Medida de mitigación: Descarga de aguas residuales:

Se recomienda que en los campamentos se instalen letrinas o en su defecto fosas sépticas, mismas que deberán ser ubicadas lejos de los causes o fuentes de agua, evitando que tengan contacto con la capa freática, estas deberán ser en número proporcional de 1 servicio por cada 10 personas.

Medida de mitigación: Descarga de lubricantes:

Es conveniente que para el tratamiento de los lubricantes se construya una fosa de captación para este tipo de residuos en el área de campamento, estos posteriormente deberán ser recolectados y depositados en toneles de metal para trasportarlos a áreas de reciclaje.

Medida de mitigación: Sitios arqueológicos

Para este factor deberá realizarse un reconocimiento y levantamiento de información detallada para determinar la presencia de sitios arqueológicos, o que sean de alto interés cultural, para determinar la presencia de sitios que carácter histórico, esta actividad deberá realizarse en conjunto con el Instituto de Antropología e Historia —IDAEH-.

Medida de mitigación: Desechos sólidos:

En lo que respecta al material de excavación, deberá analizarse si puede ser reciclado para una pronta reincorporación, ya que disminuirá la explotación de canteras y se evitará la utilización de áreas para su disposición. En lo que respecta a los repuestos, neumáticos entre otros, estos desechos deberán ser recolectados en el campamento y llevarlos a sitios donde pueden ser reciclados o utilizados para alguna labor industrial, pero no deberá ser ubicados a lo largo del tramo en construcción, ni en vertederos clandestinos y municipales.

Medida de mitigación: Ruidos y/o vibraciones:

La maquinaria, herramienta y equipo a utilizar debe encontrarse en adecuadas condiciones de funcionamiento para minimizar las emisiones sonoras, además deberá de equiparse a todo el personal de campo con el equipo de protección especial. Además se recomienda desarrollar los trabajos únicamente en jornada diurna, se considera que este impacto es de duración temporal ya que el mismo se presenta durante el tiempo de ejecución de la obra.

Medida de mitigación: Contaminación visual:

El área de campamento deberá ubicarse de preferencia en sitios donde no se afecten las cuencas visuales, o bien donde se tengan cortinas vegetales para favorecer el impacto visual, ya que las condiciones del paisaje se pueden

calificar como una zona de cualidades estéticas únicas o excepcionales. Además al finalizar las labores en el área del proyecto, se deberá adecuar el sitio a las condiciones originales, con actividades de reforestación con especies arbóreas nativas.

La ubicación de los bancos de material será determinante para este factor ya que debido a las condiciones topográficas, una mala selección de estos sitios afectará el paisaje del lugar, por lo que se recomienda al finalizar las labores de extracción de material nivelar el terreno y posteriormente revegetar con especies arbóreas del lugar.

Medida de mitigación: Áreas protegidas:

Se deberá evitar la intervención en las áreas cercanas al área boscosa principalmente con actividades como: la explotación de bancos de material y sitios para el depósito de desperdicio, además deberá evitarse la utilización de dinamita para labores de construcción ya que podría afectar a la fauna existente en el lugar.

Es conveniente que las medidas de mitigación propuestas en el estudio sean compatibles con el área en mención, como la reforestación, ya que se deberán sembrar árboles nativos para no introducir especies exóticas al área.

CONCLUSIONES

1. La realización de proyectos de infraestructura en el municipio, así como también en sus comunidades, coadyuvan al desarrollo, beneficiando y mejorando el nivel de vida de sus habitantes.
2. La construcción del tramo carretero tendrá un beneficio directo para 95 familias de las comunidades cercanas, por lo que contribuye al desarrollo de sus actividades sociales, religiosas, agroforestales y económicas, debido a que existirá una vía de comunicación libre y segura con la cabecera municipal.
3. La ejecución del proyecto de abastecimiento de agua potable, beneficiará a un total de 144 viviendas con el vital líquido, en cantidad suficiente y de mejor calidad para los próximos 20 años, que es el período de diseño del proyecto.
4. Una buena operación y un debido mantenimiento, como la cloración y la limpieza, son indispensables para mejorar la calidad de agua y la duración del sistema de abastecimiento.

RECOMENDACIONES

1. Que la municipalidad garantice la supervisión técnica en la construcción de los proyectos, tanto de la carretera, como del sistema de abastecimiento de agua, para que se cumplan con las especificaciones contenidas en los planos.
2. Contemplar la implementación de medidas de mitigación ambiental, en donde se prevea que los proyectos puedan provocar efectos negativos al medio ambiente.
3. Realizar un mantenimiento preventivo y correctivo frecuentemente en la carretera, para que funcione de acuerdo al diseño planificado.
4. Seleccionar un lugar adecuado para el depósito y vertido de materiales provenientes de las distintas fases de la construcción.
5. Capacitar a los miembros del comité de la comunidad Aquil Pequeño, sobre aspectos de mantenimiento y operación del sistema de abastecimiento de agua.
6. Concientizar a los usuarios del sistema de agua potable, para hacer uso racional del vital líquido y establecer una tarifa que permita cubrir costos de operación y mantenimiento, para la preservación y buen funcionamiento del sistema.

BIBLIOGRAFÍA

1. Maldonado Méndez, Rubén Darío. Procesamiento de datos y elaboración de curvas de nivel utilizando el programa Civil Survey. Trabajo de graduación de Ingeniero Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2000. 72 pp.
2. Matías Palacios, Ronal David. Cálculo y diseño de carreteras utilizando el programa Civil Survey. Trabajo de graduación de Ingeniero Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2001. 80 pp.
3. Ochoa García, Roberto Rudy. Estudio y diseño de la red de abastecimiento de agua potable para la aldea Las Lagunas, San Marcos, San Marcos. Trabajo de graduación de Ingeniero Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1998, 84 pp.
4. Pérez Méndez, Augusto René. Metodología de actividades para el diseño geométrico de carreteras. Trabajo de graduación de Ingeniero Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1989. 122 pp.
5. Santisteban Quiroz, Luis Eduardo. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y salón comunal de la comunidad San Rafael Cacaotal, municipio de Guanagazapa, Escuintla. Trabajo de graduación de Ingeniero Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005, 174pp.
6. Torres Nieto, Álvaro y Eduardo Villate Bonilla. **Topografía**. Colombia: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. 2001, 449 pp.

ANEXO: ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA

Realizado por el Laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.



LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS
 HIDRÁULICOS (ERIS) - CENTRO DE INVESTIGACIONES (CI)
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

EXAMEN BACTERIOLOGICO

O.T. No. 17547		INF. No. A-187371	
INTERESADO	<u>Facultad de Ingeniería USAC</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD DE AGUA</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Edwin de la Cruz Arriaza</u>	DEPENDENCIA:	<u>USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Comunidad Aquil pequeño</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2004-04-26; 11 h 45 min.</u>
FUENTE:	<u>Nacimiento de agua</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2004-04-27; 09 h 45 min.</u>
MUNICIPIO:	<u>San Cristóbal Verapaz</u>		
DEPARTAMENTO:	<u>Aita Verapaz</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Con refrigeración</u>
SABOR:	<u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>No hay</u>
ASPECTO:	<u>clara</u>	CLORO RESIDUAL	<u>---</u>
OLOR:	<u>Inodora</u>		

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

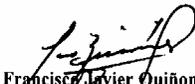
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACIÓN DE GAS 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++	+++	+++
01,00 cm ³	-----	innecesaria	innecesaria
00,10 cm ³	-----	innecesaria	innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		8	8

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 19TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

CONCLUSION Calidad bacteriológica clasificación I, que exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según Normas Internacionales para fuentes de agua de la Organización Mundial de la Salud.

Guatemala, 2004-05-17

Vo.Bo.


 Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
 DIRECTOR CI / USAC




 JEFE DE LABORATORIO
 ZENON MUCH SANTOS
 Ing. Químico No. 420
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria





LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS) -CENTRO
DE INVESTIGACIONES (CII)
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

O.T. No.17547		ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO		INF. No. 21365	
INTERESADO:	<u>FACULTAD DE INGENIERÍA</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD</u>		
RECOLECTADA POR:	<u>Edwin de la Cruz Arriaza</u>	DEPENDENCIA:	<u>U.S.A.C.</u>		
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	<u>Comunidad Aguil pequeño</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2004-04-26; 11 h 50 min.</u>		
FUENTE:	<u>Nacimiento agua</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO	<u>2004-04-27; 09 h 45 min.</u>		
MUNICIPIO:	<u>San Cristóbal Verapaz</u>	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	<u>Sin refrigeración</u>		
DEPARTAMENTO:	<u>Alta Verapaz</u>				

RESULTADOS					
1. ASPECTO:	<u>Claro</u>	4. OLOR:	<u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA:	<u>... ° C</u>
2. COLOR:	<u>01,00 Unidades</u>	5. SABOR:	<u>-----</u>	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	<u>391,00 µmhos/cm</u>
3. TURBIEDAD:	<u>00,42 UNT</u>	6. pH:	<u>07,70 unidades</u>		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,26	6. CLORUROS (Cl ⁻)	05,50	11. SOLIDOS TOTALES	230,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,00	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,13	12. SOLIDOS VOLÁTILES	14,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	01,10	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	02,00	13. SOLIDOS FIJOS	216,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,02	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	02,00
5. MANGANESO (Mn)	----	10. DUREZA TOTAL	208,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	207,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	232,00	232,00		

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Dentro del análisis los parámetros se encuentran dentro de la Concentración Máxima Aceptable. Según Normas Internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 19 TH EDITION 1995, NORMA COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2004-05-17

Vo.Bo.

Ing. Francisco Javier Quirónez de la Cruz
DIRECTOR CII/SAC

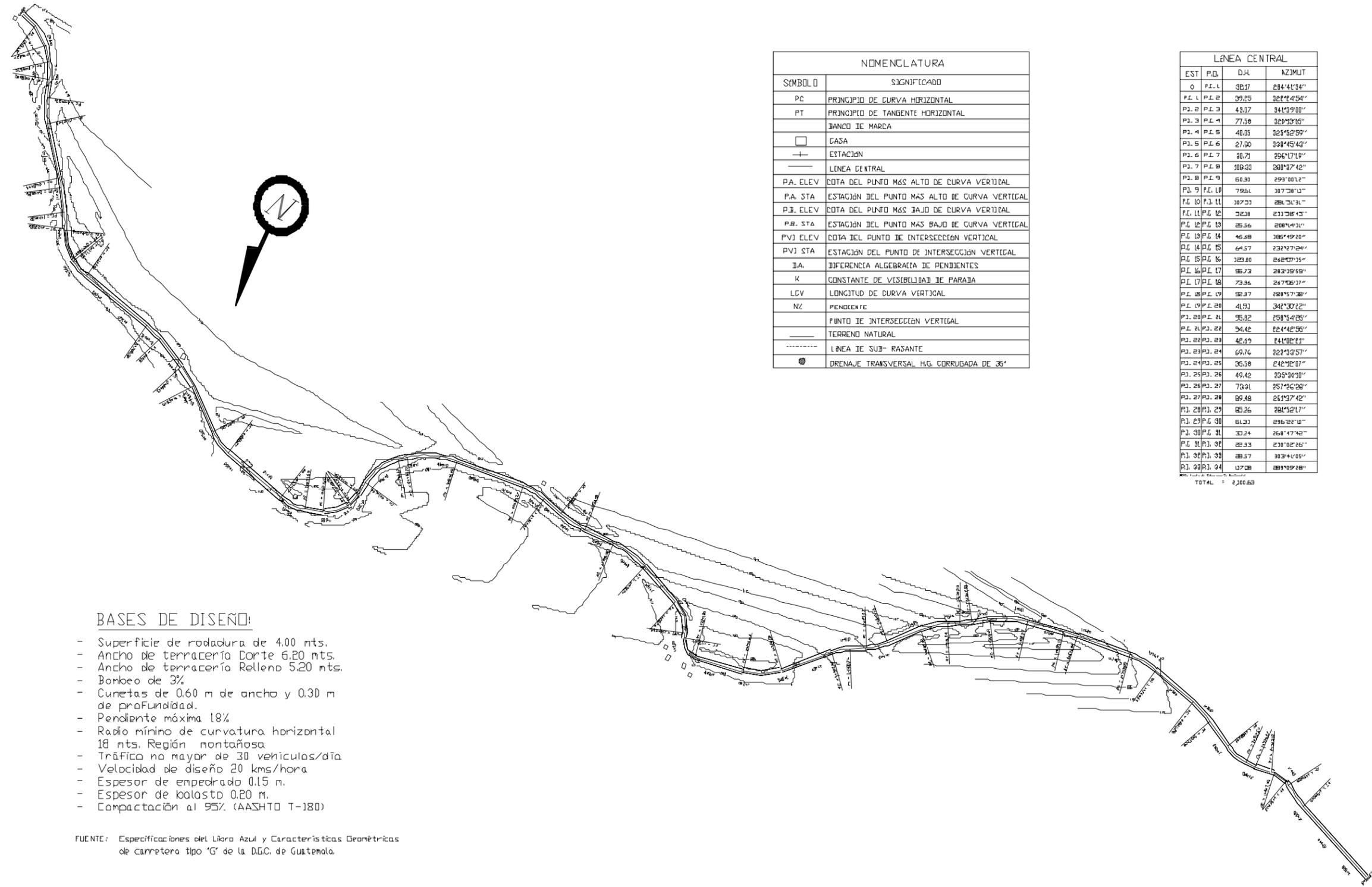


[Signature]
LABORATORIO
ZENON MUCOSANTOS
 Ing. Químico Cel. No. 420
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria



APÉNDICE 1:
PLANOS DEL PROYECTO DE CARRETERA

No. de Hoja	Descripción
1	Planta general de la carretera
2 -4	Planta-perfil de la carretera
5 -7	Secciones transversales
7	Secciones típicas y detalle de drenaje transversal



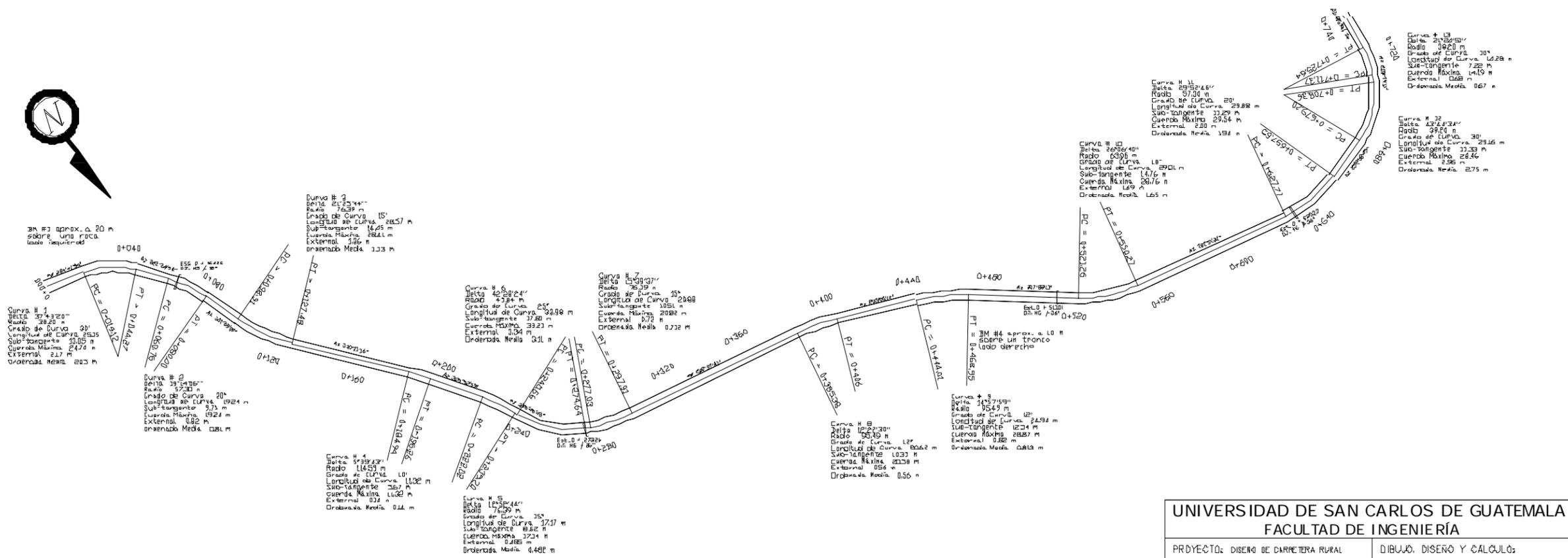
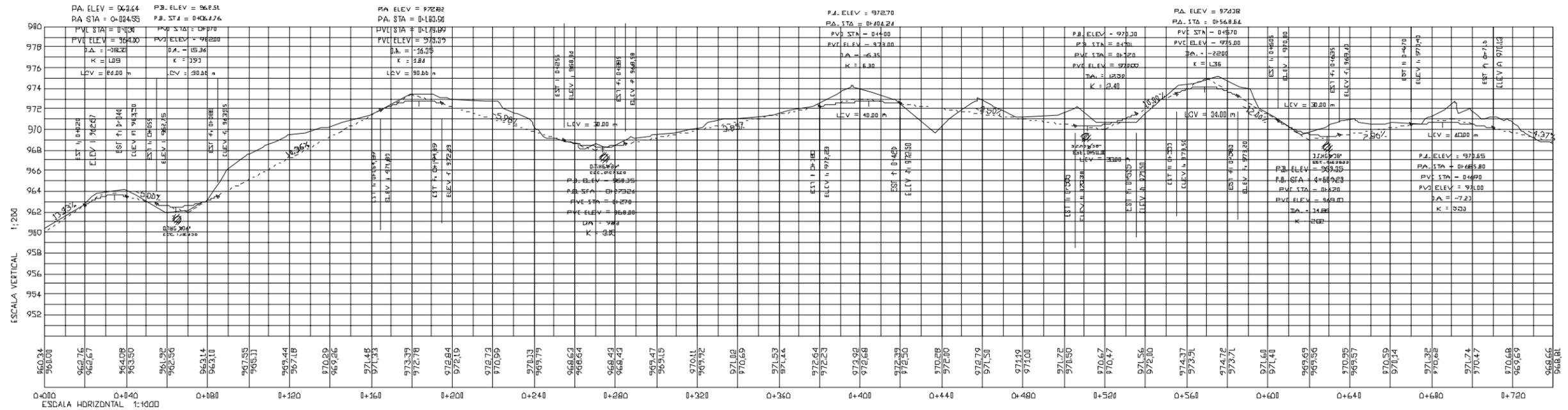
NOMENCLATURA	
SYMBOLO	SIGNIFICADO
PC	PRINCIPIO DE CURVA HORIZONTAL
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE HORIZONTAL
	BANCO DE MARCA
□	CASA
+	ESTACION
—	LINEA CENTRAL
P.A. ELEV	COTA DEL PUNTO MAS ALTO DE CURVA VERTICAL
P.A. STA	ESTACION DEL PUNTO MAS ALTO DE CURVA VERTICAL
P.B. ELEV	COTA DEL PUNTO MAS BAJO DE CURVA VERTICAL
P.B. STA	ESTACION DEL PUNTO MAS BAJO DE CURVA VERTICAL
P.VI ELEV	COTA DEL PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
P.VI STA	ESTACION DEL PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
ΔA	DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES
K	CONSTANTE DE VISIBILIDAD DE PARADA
LCV	LONGITUD DE CURVA VERTICAL
NZ	PENDIENTE
	PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
—	TERRENO NATURAL
-----	LINEA DE SUB-RASANTE
⊙	DRENAJE TRANSVERSAL H.G. CORRUGADA DE 36"

LINEA CENTRAL			
EST	P.O.	D.H.	AZIMUT
0	P.I. 1	98.97	284°41'34"
P.I. 1	P.I. 2	39.85	282°44'54"
P.I. 2	P.I. 3	43.07	241°39'00"
P.I. 3	P.I. 4	77.58	228°33'16"
P.I. 4	P.I. 5	40.05	225°52'59"
P.I. 5	P.I. 6	27.90	238°45'43"
P.I. 6	P.I. 7	30.71	256°17'19"
P.I. 7	P.I. 8	108.33	280°27'42"
P.I. 8	P.I. 9	66.90	293°00'12"
P.I. 9	P.I. 10	79.61	307°38'10"
P.I. 10	P.I. 11	307.33	281°31'31"
P.I. 11	P.I. 12	32.38	233°38'43"
P.I. 12	P.I. 13	25.56	208°14'31"
P.I. 13	P.I. 14	46.48	206°49'28"
P.I. 14	P.I. 15	64.57	232°27'24"
P.I. 15	P.I. 16	223.80	262°27'35"
P.I. 16	P.I. 17	95.73	282°39'55"
P.I. 17	P.I. 18	73.96	247°36'37"
P.I. 18	P.I. 19	92.87	288°57'28"
P.I. 19	P.I. 20	41.93	342°30'22"
P.I. 20	P.I. 21	35.82	258°34'26"
P.I. 21	P.I. 22	34.42	224°42'56"
P.I. 22	P.I. 23	42.69	241°08'21"
P.I. 23	P.I. 24	69.76	222°33'57"
P.I. 24	P.I. 25	36.58	242°42'07"
P.I. 25	P.I. 26	49.42	205°24'10"
P.I. 26	P.I. 27	73.91	257°26'28"
P.I. 27	P.I. 28	89.48	251°37'42"
P.I. 28	P.I. 29	85.26	281°52'17"
P.I. 29	P.I. 30	61.33	296°22'10"
P.I. 30	P.I. 31	30.24	268°47'42"
P.I. 31	P.I. 32	22.93	230°32'25"
P.I. 32	P.I. 33	23.57	302°41'09"
P.I. 33	P.I. 34	17.03	289°09'28"
TOTAL = 2,300.63			

BASES DE DISEÑO:

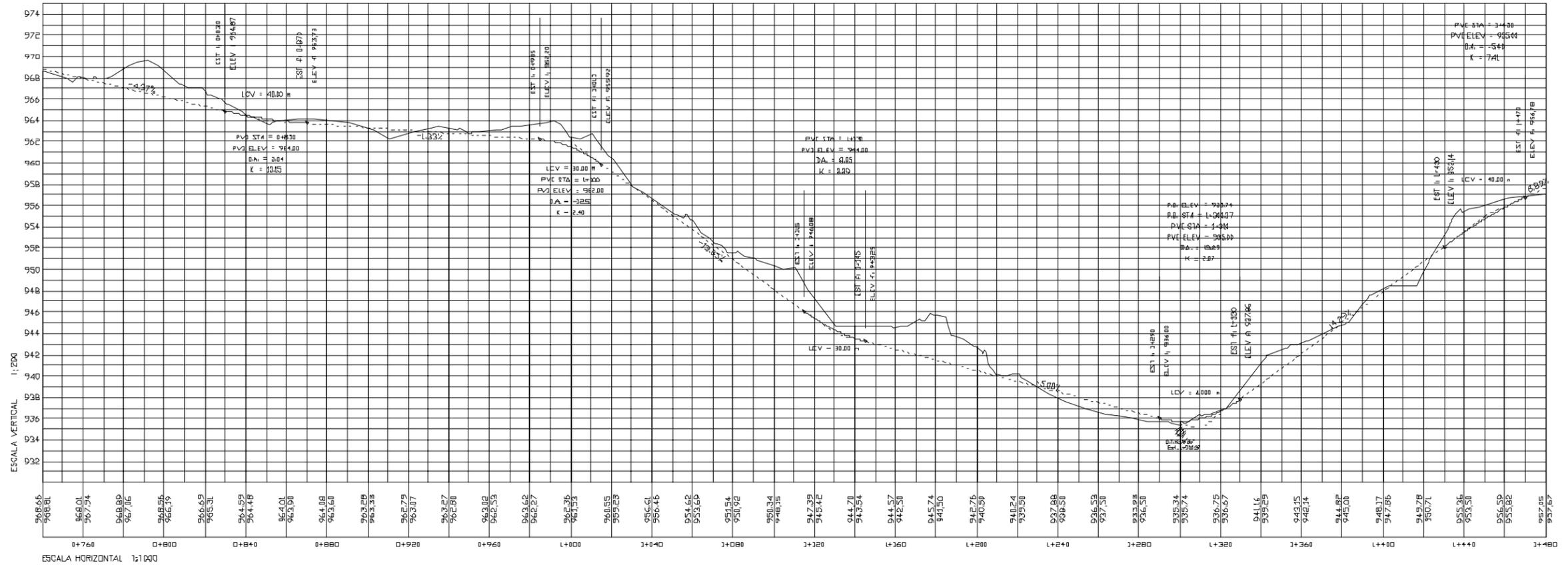
- Superficie de rodadura de 4.00 mts.
- Ancho de terracería Corte 6.20 mts.
- Ancho de terracería Relleno 5.20 mts.
- Bombeo de 3%
- Cunetas de 0.60 m de ancho y 0.30 m de profundidad.
- Pendiente máxima 18%
- Radio mínimo de curvatura horizontal 18 mts. Región montañosa
- Tráfico no mayor de 30 vehiculos/día
- Velocidad de diseño 20 kms/hora
- Espesor de empedrado 0.15 m.
- Espesor de balasto 0.20 m.
- Compactación al 95%. (AASHTO T-180)

FUENTE: Especificaciones del Libro Azul y Características Geométricas de carretera tipo "G" de la D.G.C. de Guatemala.

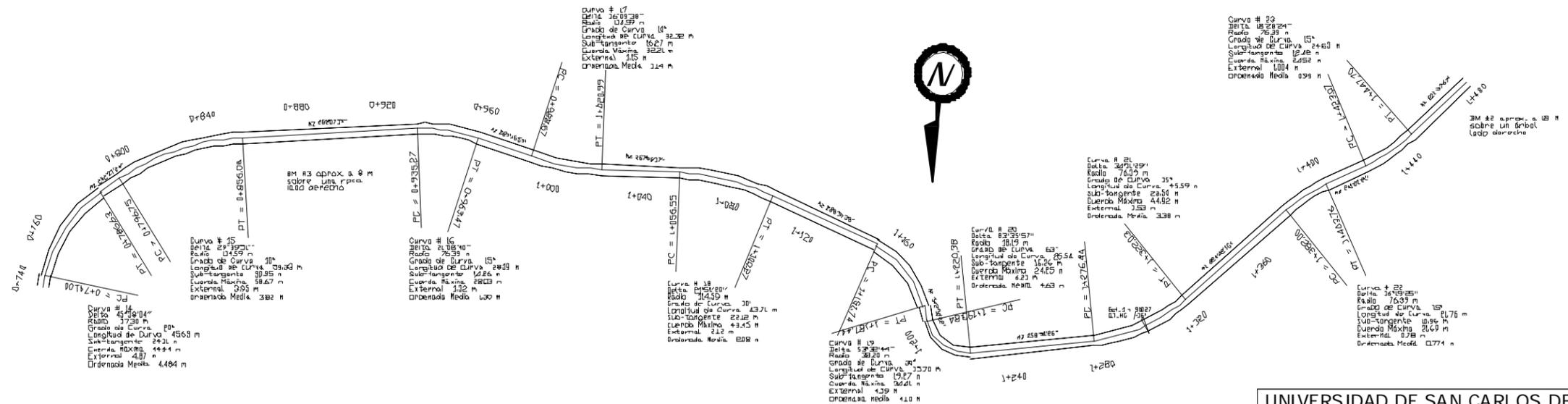


PLANTA-PERFIL 0+000 - 0+740
 ESCALA HORIZONTAL 1:1000
 ESCALA VERTICAL 1:200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		FACULTAD DE INGENIERÍA	
PROYECTO: DISEÑO DE CARRETERA RURAL	ALDEA PAMPACCHÉ, SAN CRISTÓBAL VERAPAZ	DIBUJO: DISEÑO Y CÁLCULO:	EDMUNDO LA CRUZ ARRIAZA.
PLANO: PLANTA-PERFIL	FECHA: ENERO 2005	ESCALA: INDICADA.	2 7
Va. Dg. SUPERVISOR	Ing. Luis Alfaro	Va. Dg. ALCABE MUNICIPAL	



ESCALA VERTICAL 1:200
ESCALA HORIZONTAL 1:1000

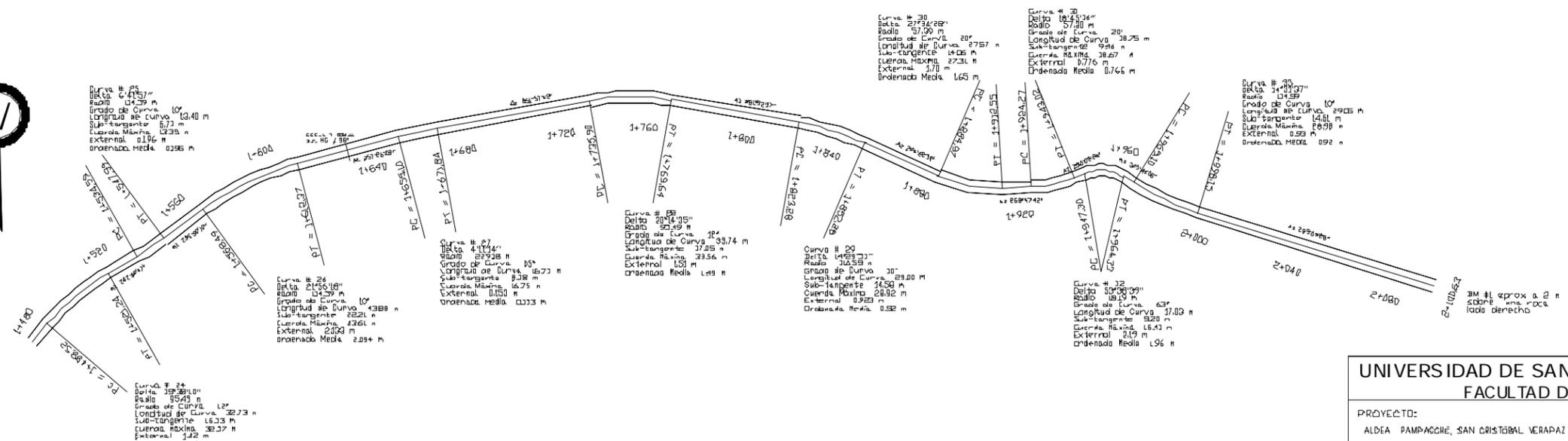
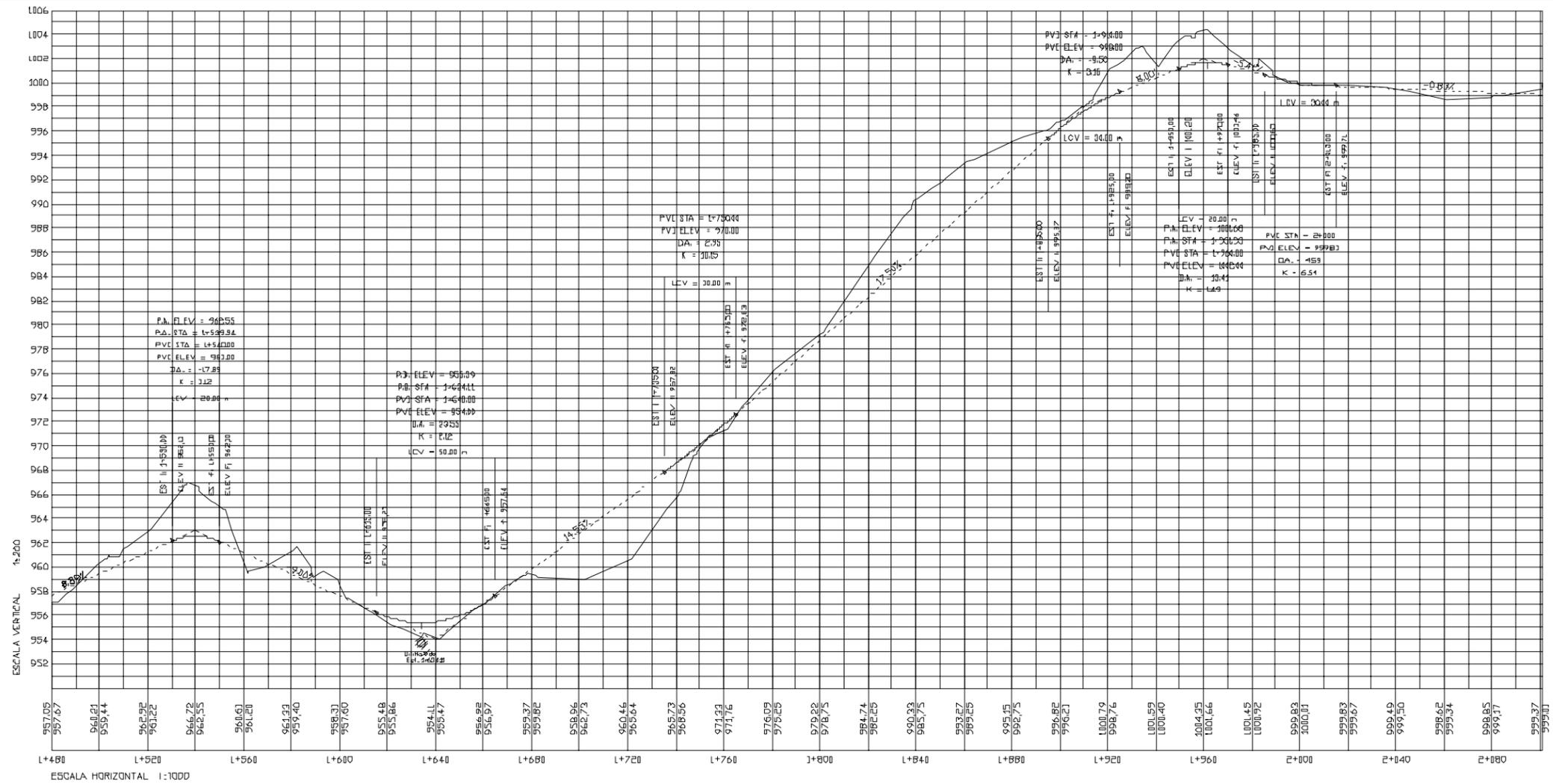


PLANTA-PERFIL 0+740 - 1+480

ESCALA HORIZONTAL 1:1000
ESCALA VERTICAL 1:200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA	
PROYECTO: DISEÑO DE CARRETERA RURAL ALDEA PAMPACCHÉ, SAN CRISTÓBAL VERAPAZ	DISEÑO, DISEÑO Y CÁLCULO: EDWIN DE LA CRUZ ARIAZA
PLAND: PLANTA-PERFIL	FECHA: ENERO 2005
VO. BO. SUPERVISOR	ESCALA: INDICADA
VO. BO. ALCALDE MUNICIPAL	
Ing. Luis Alfaro	PEM. Humberto Suc.

3
7



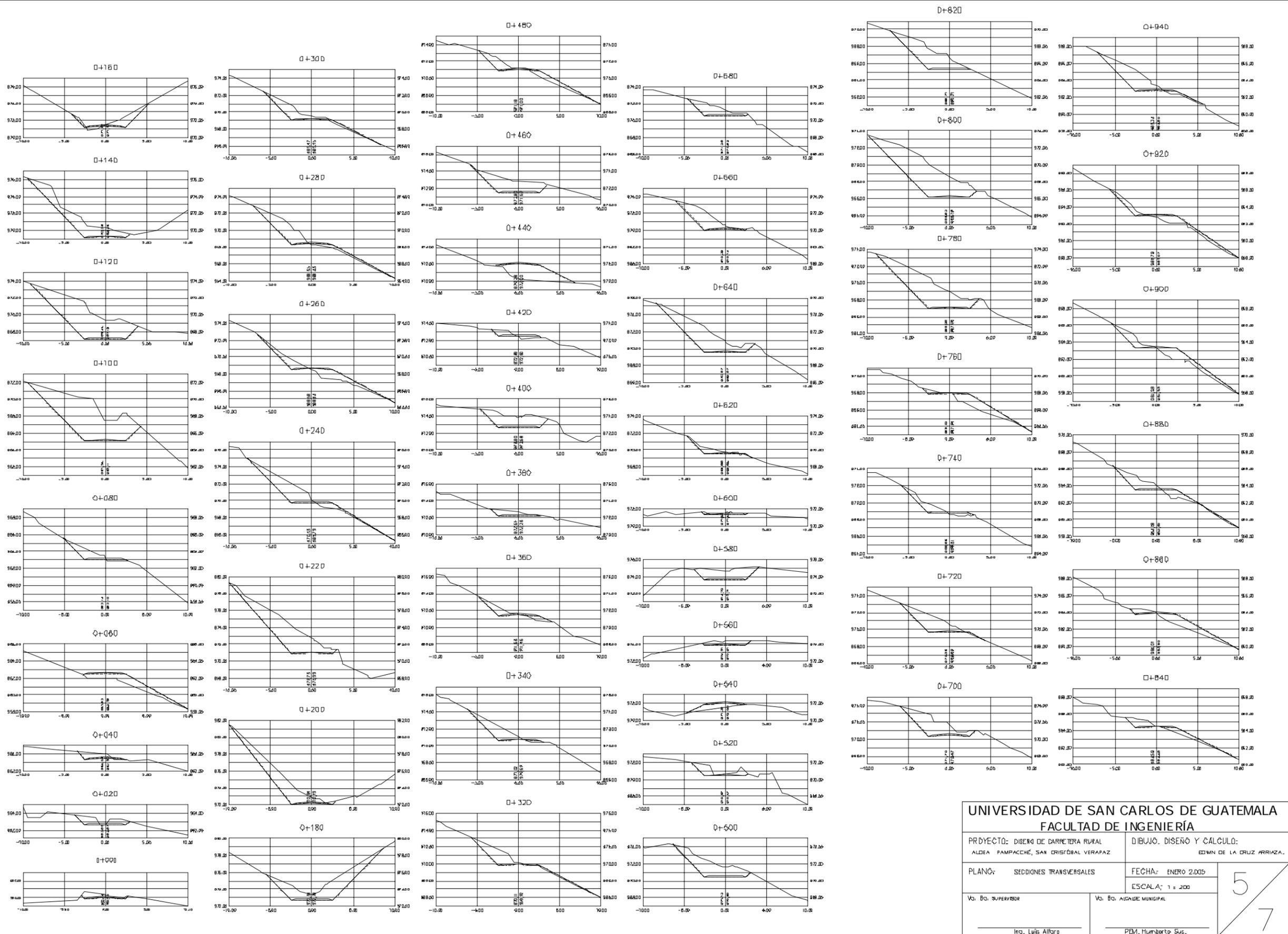
PLANTA-PERFIL 1+480 - 2+100.63

ESCALA HORIZONTAL 1:1000
ESCALA VERTICAL 1:200

DIBUJO, DISEÑO Y CÁLCULO:

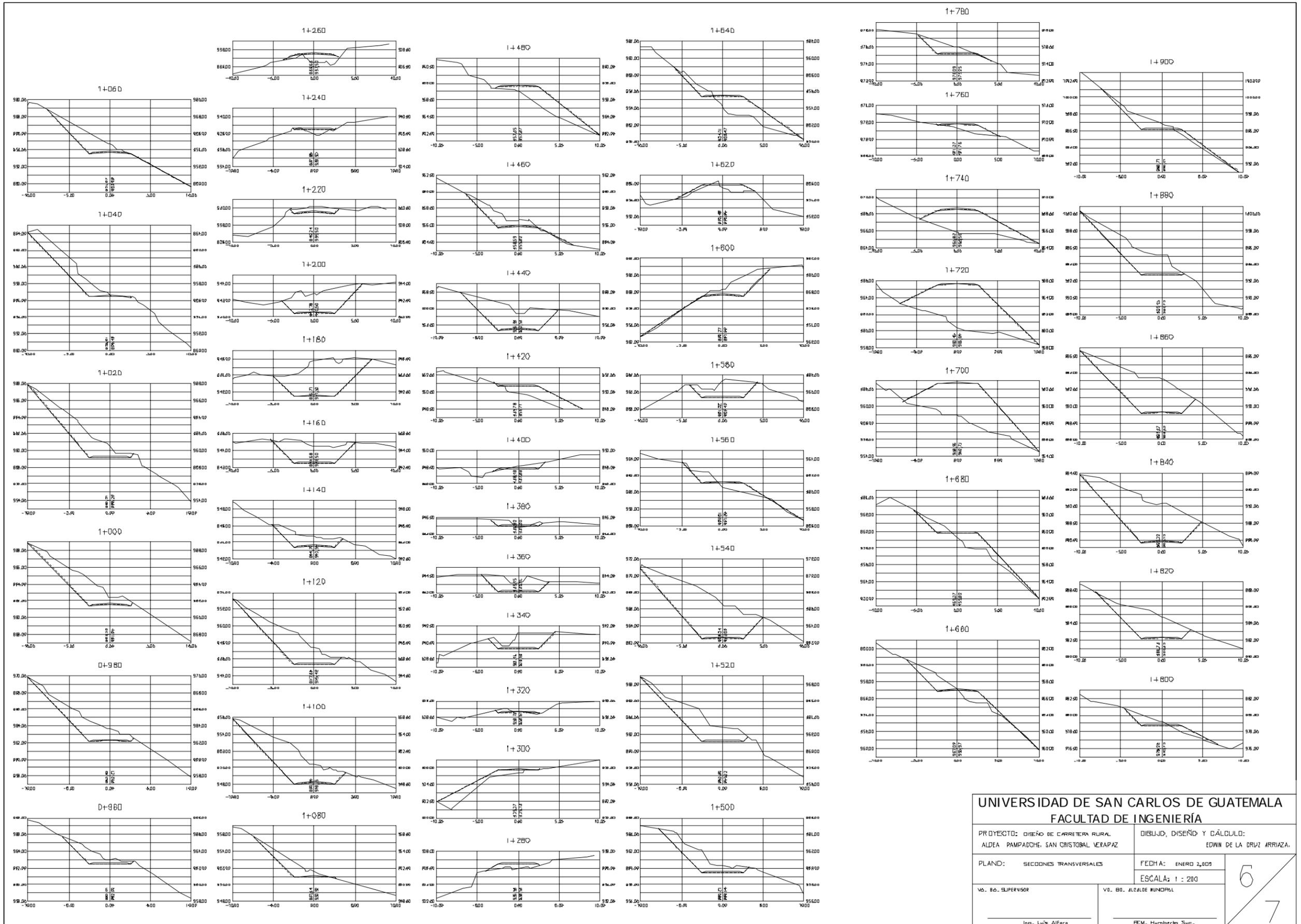
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA	
PROYECTO: ALDEA PAMPAGCHE, SAN CRISTÓBAL VERAPAZ	DIBUJO, DISEÑO Y CÁLCULO: EDMUNDO DE LA CRUZ ARRIAZA.
PLANO: PLANTA-PERFIL	FECHA: ENERO 2009
Via. Bv. SUPERVIA	ESCALA: INDICADA.
Ing. Lufa Alfaro	PEM. Humberto Sae.

4
7



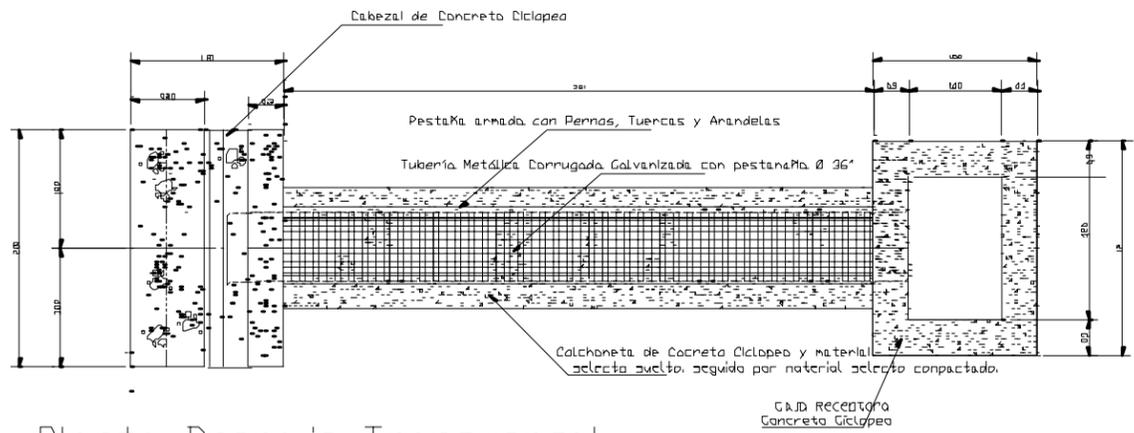
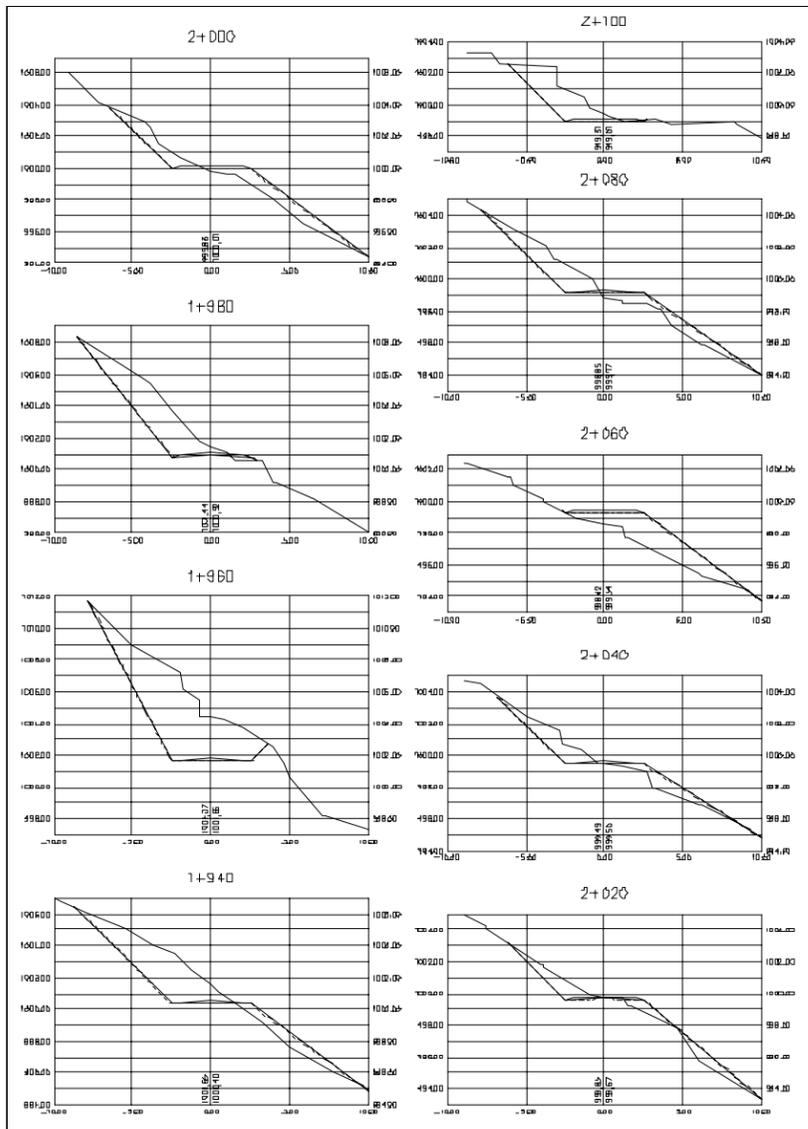
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERÍA	
PROYECTO: DISEÑO DE CARRETERA RURAL ALDEA PAMPACHE, SAN CRISTÓBAL VERAPAZ	DIBUJO, DISEÑO Y CÁLCULO: EDMUNDO DE LA CRUZ MARRAZA.
PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES	FECHA: ENERO 2005 ESCALA: 1 : 200
Vd. BO. SUPERVISOR Ing. Luis Alfaro	Vd. BO. ASISTENTE MUNICIPAL PBM. Humberto SUG.

5
7



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERÍA	
PROYECTO: DISEÑO DE CARRETERA RURAL ALDEA PAMPADOCHE, SAN CRISTÓBAL VERAPAZ	DISEÑO, DISEÑO Y CÁLCULO: EDWIN DE LA CRUZ ARRIAZA.
PLAND: SECCIONES TRANSVERSALES	FECHA: ENERO 2009
	ESCALA: 1 : 200
Vd. Bb. SUPERVISOR	Vd. Bb. ALCALDE MUNICIPAL
Ing. Luis Alfaro	FEM. Humberto Sues.

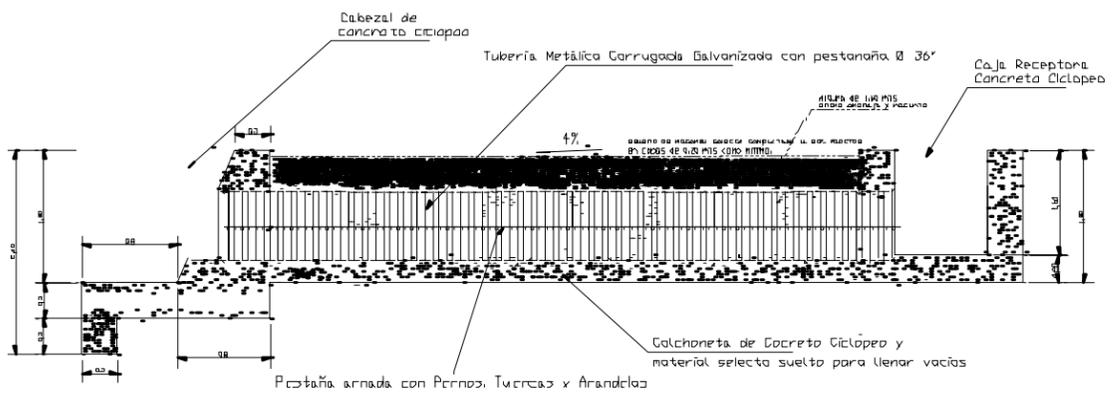
5
7



Planta Drenaje Transversal

NOTA: EL CABEZAL SERA VARIADO CUANDO ESTE EN UN TERRENO DEBEN USAR OBTENCIONES SEGUN LA NECESIDAD DEL TERRENO (VER DETALLE 1)

Sin escala

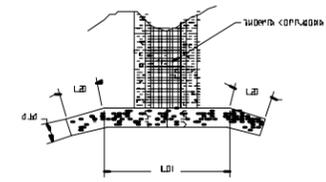


Sección Drenaje Transversal

Sin escala

- TUBERIA METALICA GALVANIZADA CON PESTANAÑA**
- Lámina de acero galvanizada con corruga de 2" Ø 3/4" x 1/2"
 - y desiciones permeables de 2 pies de longitud 4" x 4"
 - Soporte de ranuras tipo 4-25 y E-80 a un 90% PROCTOR
 - Relleno mínimo de 0.50 mts.
 - Pendiente máxima de 10% coeficiente de rugosidad n=0.024
 - Incluye pernos, tuercas y arandelas para su armado
 - AASHTO M35, M167, M164M168, T65, T244 Y ASTM A150, A449, CSA
 - Accesorios de armado ASTM A563M Y CSA B410M

Fuente: PROTECTOS DRETLER S.A.



Detalle 1 (Aletones)

Sin escala

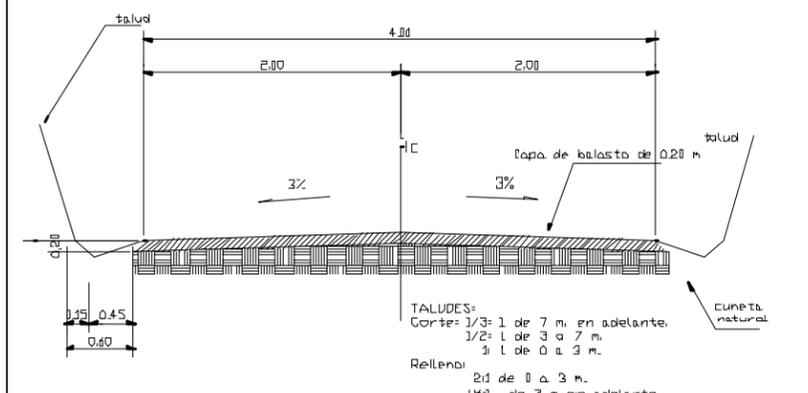
INDICACIONES:

- Antes de colocar la tubería debe hacer una calchoneta de concreto CICLOPEO y material selecto suelto para crear una base rígida y sin vacíos
- Entre la tubería y la rasante debe haber no menos de 0.35 mts. (evitar que quede expuesta la tubería)
- La tubería corrugada debe tener una pendiente del 4% mínimo y 10% máximo para poder drenar el agua.
- Segun la dirección de la corriente de agua debe tener eslabes para canalizar el agua
- La proporción a utilizar para el CONCRETO CICLOPEO es la siguiente:
 - 1m³ = 1 m³ de piedra bola
 - 0.33 m³ de concreto tipo "c"
 - Concreto tipo "c"
 - 8 sacos de cemento portland
 - 0.54 m³ de arena de río o arena
 - 0.65 m³ de piedra
- Cuando rellene la zanja ya colocada la tubería corrugada debe ir compactada por capas de 0.20 mts c/u cara mínima.

BASES DE DISEÑO:

- Superficie de rodadura de 4.00 mts.
- Ancho de terracería Corte 6.20 mts.
- Bamba de 2%
- Cunetas de 0.60 m de ancho y 0.15 m de profundidad.
- Pendiente máxima 10%
- Radio mínimo de curvatura horizontal 38 mts. Región montañosa.
- Tráfico rd mayor de 38 vehiculos/día
- Velocidad de diseño 20 kms/hora
- Espesor de empedrado 0.15 m.
- Espesor de balasto 0.20 m.
- Compactación al 95% (AASHTO T-99)

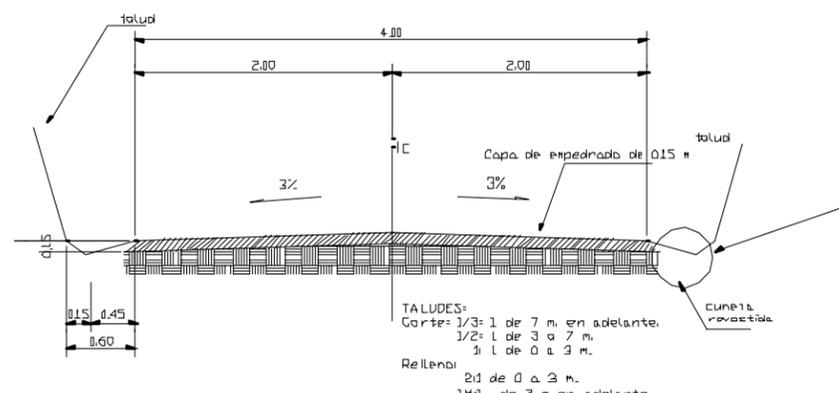
FUENTE: ESPECIFICACIONES DEL LEON Y SU CONFINTECING ORDINARIAS DE DISEÑO T-100 DE M. DGG. DE GUATEMALA.



Sección Típica de Balasto

Sin escala

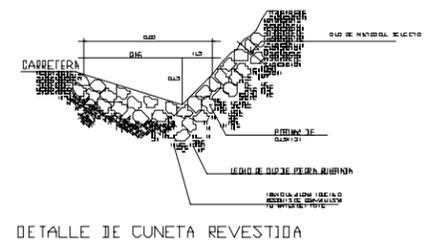
TALUDES:
Corte: 1/3= 1 de 7 m. en adelante,
1/2= 1 de 3 a 7 m.
1/1 de 0 a 3 m.
Relleno:
2d de 0 a 3 m.
1x3 de 3 m en adelante.



Sección Típica de Empedrado

Sin escala

TALUDES:
Corte: 1/3= 1 de 7 m. en adelante,
1/2= 1 de 3 a 7 m.
1/1 de 0 a 3 m.
Relleno:
2d de 0 a 3 m.
1x3 de 3 m en adelante.

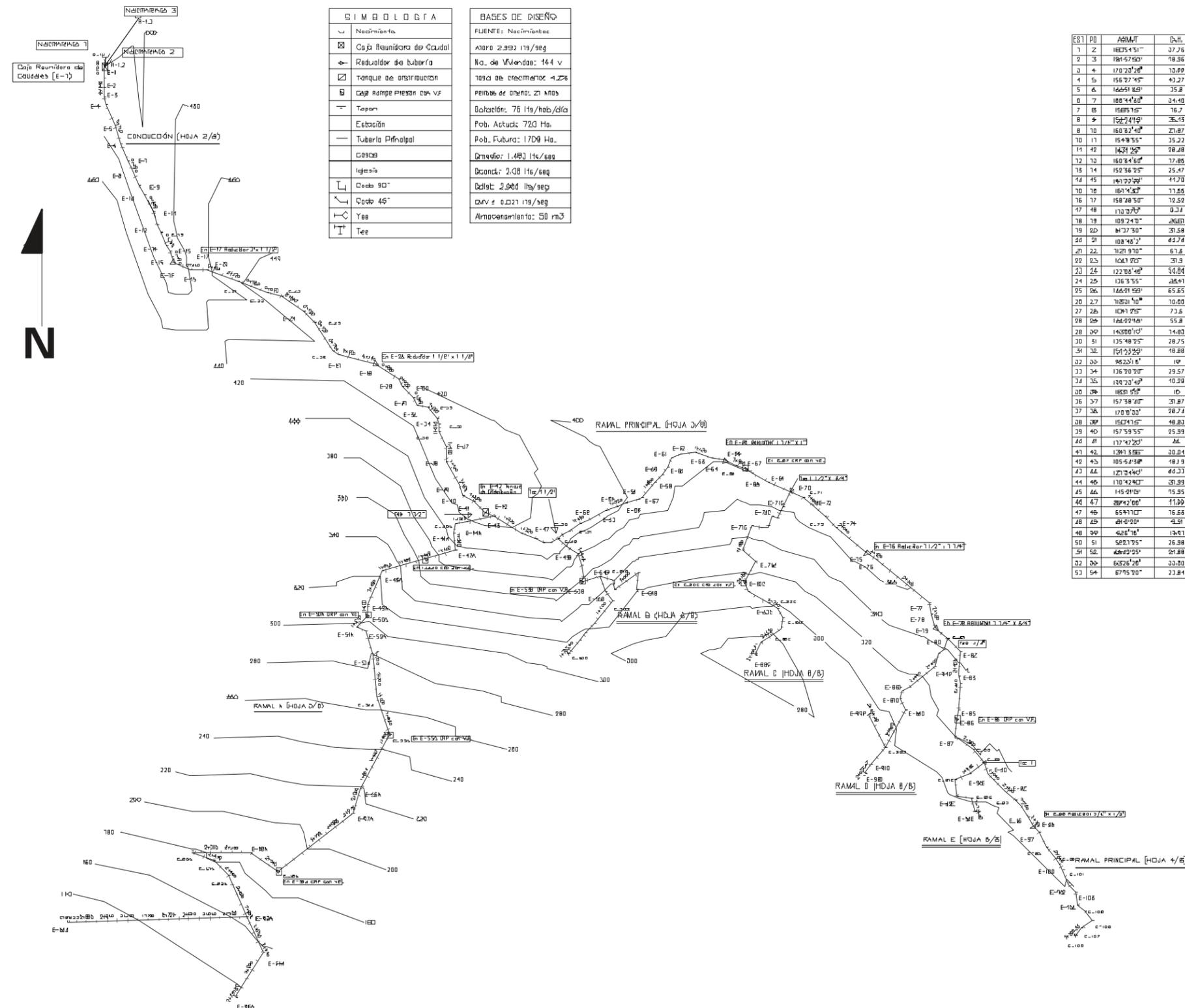


DETALLE DE CUNETA REVESTIDA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERÍA	
PROYECTO: DISEÑO DE CARRETERA RURAL ALDEA PAMPACHÉ, SAN CRISTÓBAL VERAPAZ	DIBUJO, DISEÑO Y CALCULO: EDWIN DE LA CRUZ ARRIAZA.
PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES SECCIÓN TÍPICA Y DETALLE DE DRENAJE	FECHA: ENERO 2005 ESCALA: 1 : 200
Vd. Bg. SUPERVISOR Ing. Luis Alfaro	Vd. Bg. ALBADE MUNDIAL PEM. Humberta Suc.

APÉNDICE 2:
PLANOS DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

No. de Hoja	Descripción
1	Planta general y curvas de nivel
2	Planta-perfil de línea de conducción
3-4	Planta-perfil ramal principal
5	Planta-perfil ramal A
6	Planta-perfil ramales B,C,D,E
7	Detalle de tanque de captación y caja rompe-presión
8	Detalle de tanque de distribución



SIMBOLOGIA	
	Nacimiento
	Caja Reumidora de Ciudad
	Reductor de tubería
	Tanque de almacenamiento
	Caja Rampe Presión con VV
	Tapan
	Estación
	Tubería Principal
	Cosecha
	Iglesia
	Cacha 90°
	Cacha 45°
	Yee
	Tee

BASES DE DISEÑO	
FUENTE:	Nacimiento
Altura	2.992 m/seg
No. de Viviendas:	144 v
tasa de crecimiento:	4.2%
Período de diseño:	21 años
Distribución:	76 lts/hab/día
Pop. Actual:	720 Ha.
Pop. Futura:	1700 Ha.
Consumo:	1.483 lts/seg
Consumo:	2.08 lts/seg
Velocidad:	0.0211 m/seg
Amortamiento:	50 cm

EST	PO	ANGULO	D.H.	EST	PO	ANGULO	D.H.
1	2	160°54'31"	37.76	54	56	49°03'20"	1.844
2	3	191°57'50"	18.86	55	57	74°47'5"	26
3	4	170°20'18"	10.89	56	58	53°52'0"	6.50
4	5	156°27'45"	43.27	57	59	43°27'0"	37.50
5	6	160°54'31"	35.8	58	60	46°50'25"	22.14
6	7	180°44'40"	34.40	59	61	88°37'5"	15.82
7	8	156°27'45"	16.7	60	62	66°28'35"	17.71
8	9	160°54'31"	35.13	61	63	88°37'5"	23.84
9	10	160°54'31"	21.87	62	64	100°24'0"	31.46
10	11	154°9'55"	35.22	63	65	100°24'0"	24.97
11	12	143°21'56"	28.48	64	66	100°24'0"	25
12	13	160°54'31"	17.85	65	67	110°20'0"	18.98
13	14	152°36'55"	25.47	66	68	126°24'0"	17.41
14	15	160°54'31"	11.70	67	69	141°51'30"	35.43
15	16	161°43'37"	11.85	68	70	110°20'0"	48.89
16	17	158°28'30"	10.52	69	71	114°22'43"	25.45
17	18	110°20'0"	0.74	70	72	120°44'55"	24.4
18	19	109°24'0"	26.61	71	73	127°27'26"	30.88
19	20	81°27'30"	31.58	72	74	136°35'0"	29.26
20	21	108°46'2"	43.74	73	75	170°11'0"	74.88
21	22	112°19'30"	61.8	74	76	125°14'0"	29.28
22	23	104°17'0"	31.9	75	77	159°27'0"	122.46
23	24	122°20'40"	54.84	76	78	163°24'0"	40.74
24	25	116°3'55"	28.41	77	79	166°22'0"	29.26
25	26	146°01'50"	65.65	78	80	157°57'0"	15.87
26	27	135°11'0"	10.80	79	81	129°10'0"	47.54
27	28	104°17'0"	73.6	80	82	145°29'50"	38.77
28	29	144°02'10"	55.8	81	83	160°20'40"	47.29
29	30	143°20'10"	14.80	82	84	147°22'0"	43.46
30	31	135°48'35"	28.75	83	85	183°58'55"	49.82
31	32	151°23'50"	48.88	84	86	186°48'0"	47.56
32	33	90°20'0"	19	85	87	160°10'0"	20.92
33	34	116°20'0"	29.57	86	88	187°50'0"	43.67
34	35	130°23'40"	40.20	87	89	136°41'25"	28.58
35	36	180°54'31"	10	88	90	181°41'0"	22.06
36	37	157°38'20"	31.87	89	91	113°12'54"	15.65
37	38	170°10'0"	28.74	90	92	140°10'55"	28.58
38	39	152°41'55"	48.80	91	93	127°00'0"	28.81
39	40	157°59'55"	25.99	92	94	120°40'50"	13.61
40	41	117°42'20"	24	93	95	142°40'20"	24.72
41	42	136°13'55"	30.84	94	96	147°51'0"	17.8
42	43	105°49'0"	48.19	95	97	140°44'55"	16.89
43	44	121°24'40"	46.33	96	98	149°22'0"	31.01
44	45	110°42'40"	31.99	97	99	144°12'30"	28.87
45	46	145°21'0"	15.95	98	100	148°28'55"	13.74
46	47	200°42'00"	11.80	99	101	140°24'0"	45.32
47	48	65°11'0"	16.68	100	102	159°58'25"	25.84
48	49	49°20'0"	45.51	101	103	141°17'30"	27.74
49	50	46°11'0"	26.98	102	104	140°10'0"	23.47
50	51	50°17'55"	26.98	103	105	145°20'0"	16.8
51	52	46°42'55"	21.88	104	106	139°00'0"	21.74
52	53	63°26'10"	30.80	105	107	139°40'20"	28.3
53	54	87°57'0"	23.84	106	108	227°11'55"	17.49

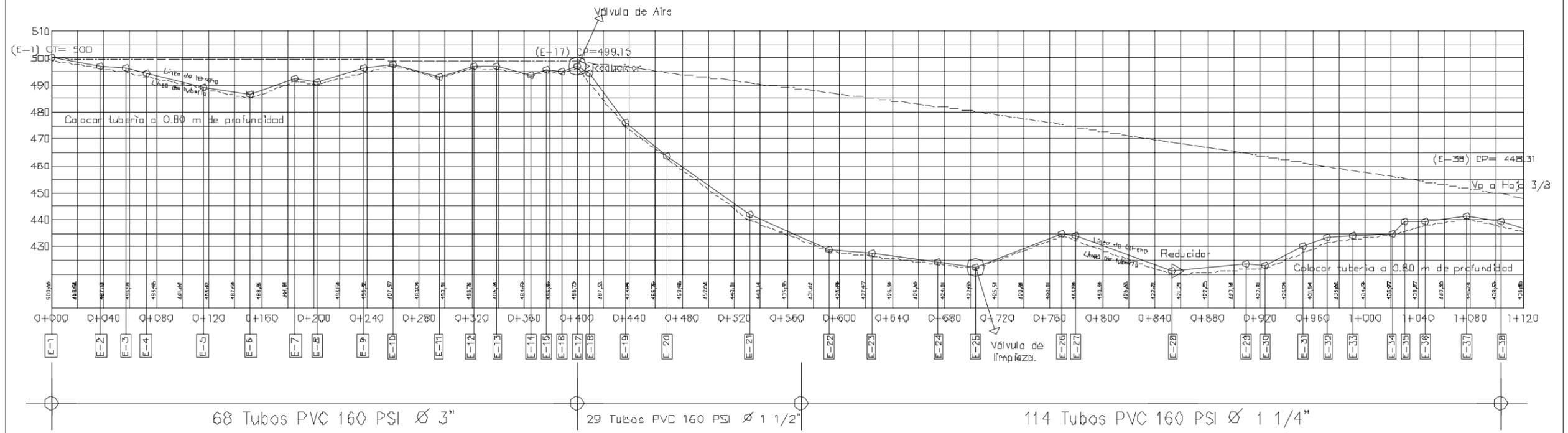
EST	PO	ANGULO	D.H.
81	82	202°17'55"	22.04
82	83	237°17'30"	12.06
83	84	195°17'30"	21.29
84	85	231°26'25"	66.77
85	86	242°24'41"	13.4
86	87	193°22'0"	16.52
87	88	157°58'10"	22.19
88	89	208°28'00"	73.14
89	90	220°24'50"	69.98
90	91	221°43'40"	41.76
91	92	182°28'35"	25.99

PLANTA GENERAL DISEÑO HIDRÁULICO AQUÍ PEQUEÑO ESCALA 1:4000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

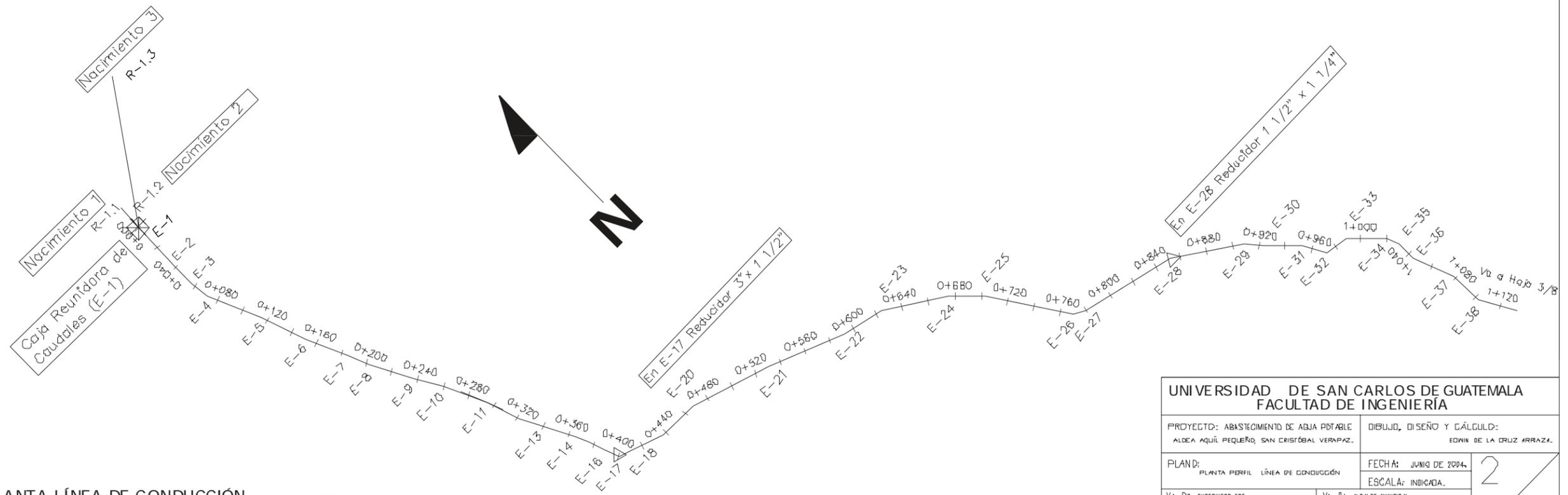
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ALBAE AQUÍ PEQUEÑO SAN CRISTÓBAL VERAPAZ.	DIBUJO, DISEÑO Y CÁLCULO: EDWIN DE LA CRUZ ARRIAZA.
PLANO: PLANTA GENERAL DE CURVAS DE NIVEL Y DENSIDAD DE POBLACIÓN.	FECHA: JUNIO DE 2004.
Vo. Bo. SUPERVISOR EPS	Vo. Bo. ALCALDE MUNICIPAL
Ing. Luis Alfaro	PEM. Humberto Sues

1



PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN

ESCALA H:1:1500 V:1:500



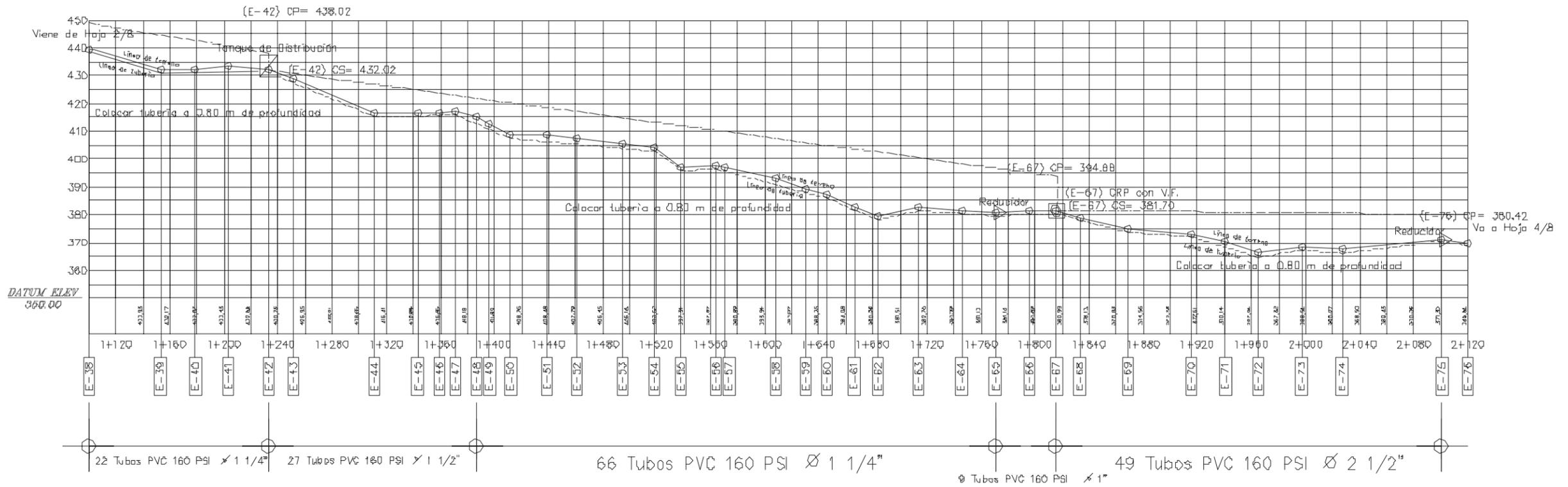
PLANTA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

ESCALA 1:1500

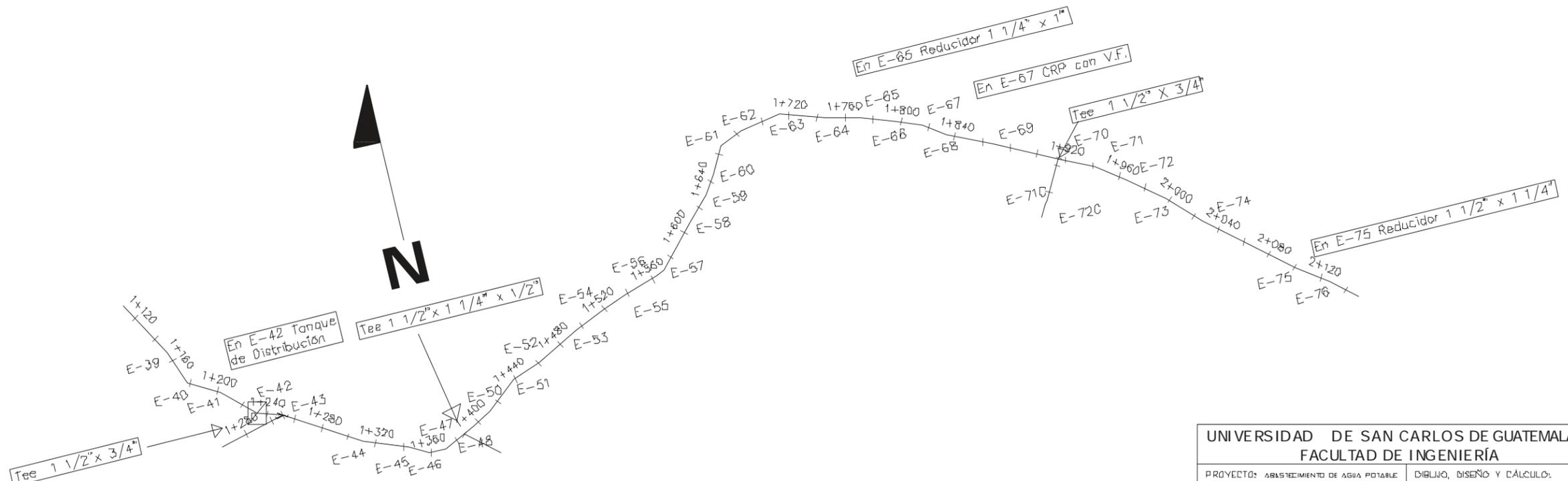
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA	
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ALDEA AQUIL PEQUEÑO, SAN CRISTÓBAL VERAPAZ.	DISEÑO, DISEÑO Y CÁLCULO: EDWIN DE LA CRUZ IRRAZA.
PLANO: PLANTA PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN	FECHA: JUNIO DE 2024. ESCALA: INDICADA.
Vs. Bó. SUPERVISOR EPS Ing. Luis Añico	Vs. Bó. ALCALDE MUNICIPAL PEM. Humberto Suc.

2
8

[E-38] CP= 448.31



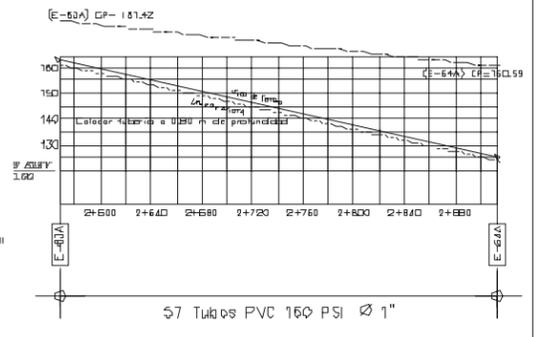
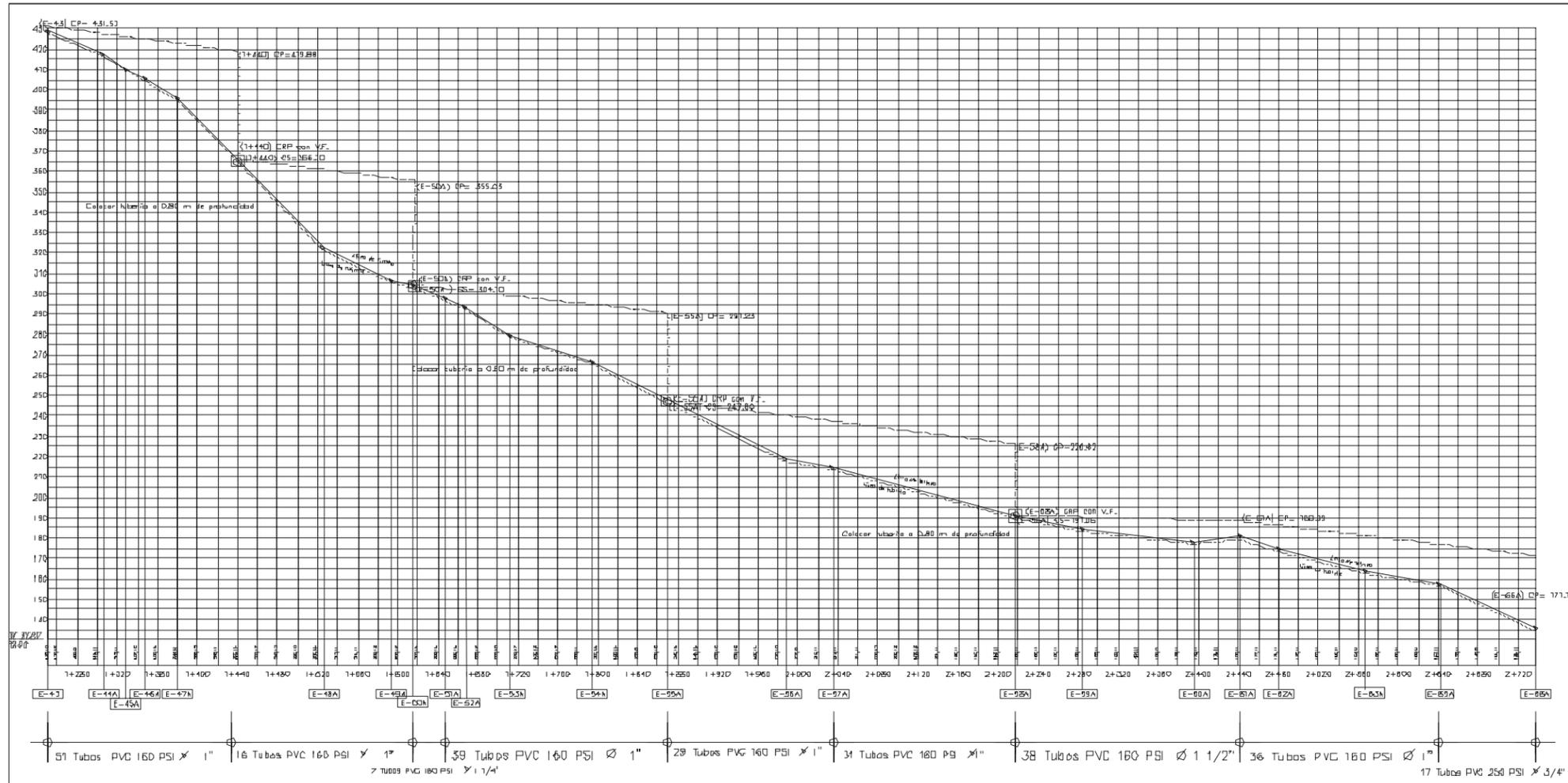
PERFIL RAMAL PRINCIPAL ESCALA H:V=1:500 V:1:500



PLANTA RAMAL PRINCIPAL ESCALA 1:1500

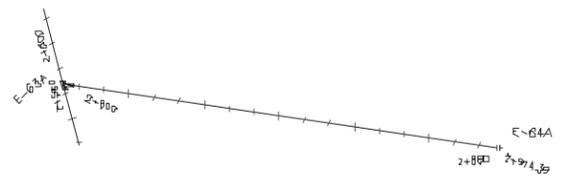
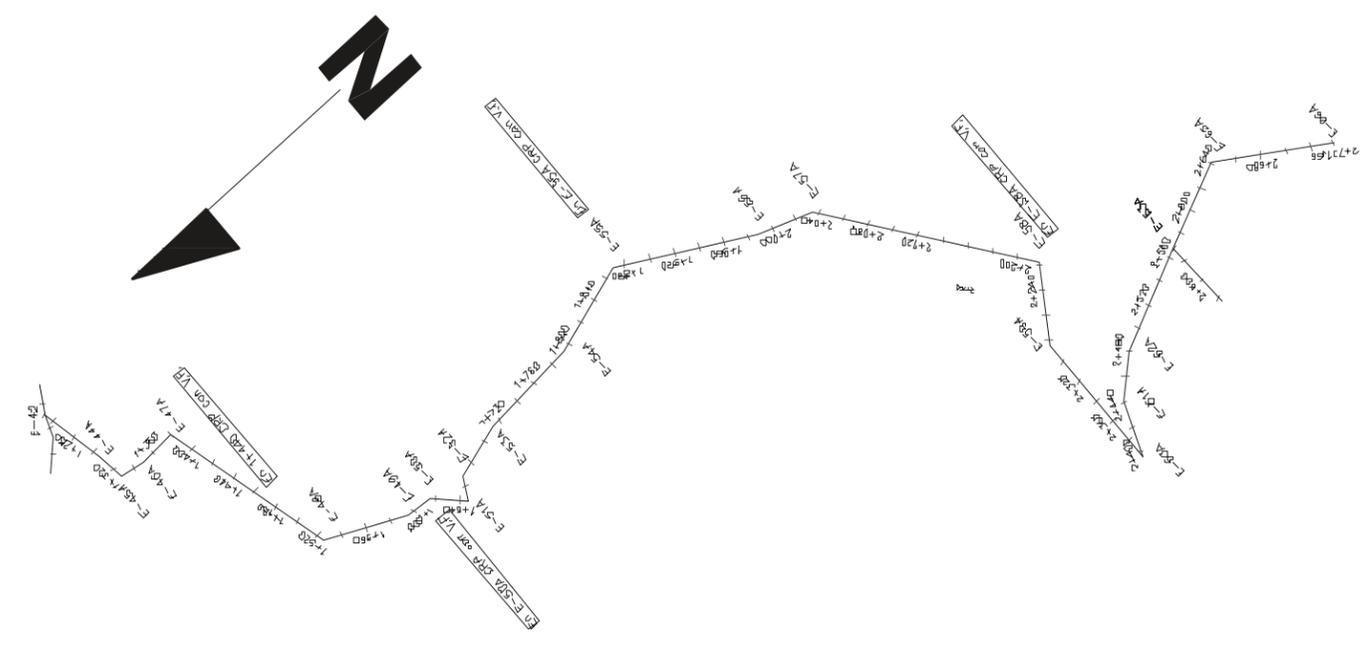
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA	
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ALDEA AGUILA PEQUEÑA, SAN CRISTÓBAL VERAPAZ	DIBUJO, DISEÑO Y CÁLCULO: EDWIN DE LA CRUZ ARIAZA
PLANO: PLANTA PERFIL RAMAL PRINCIPAL	FECHA: JUNIO DE 2004. ESCALA: INDICADA.
Vd. BO. SUPERVISOR EPS Ing. Luis Alfaro	Vd. BO. NIVEL MUNICIPAL PEM. Humberto Su. G.

3
8



PERFIL RAMAL A ESCALA H:1:2500 V:1:500

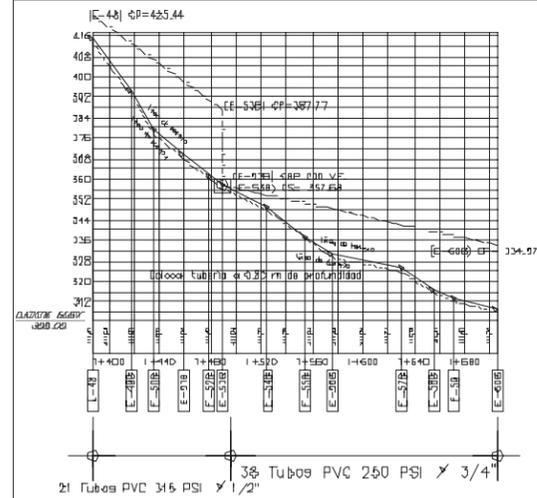
PERFIL RAMAL A ESCALA H:1:2500 V:1:500



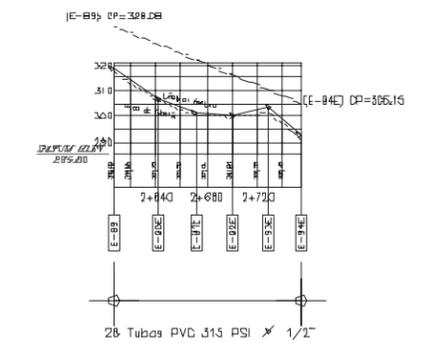
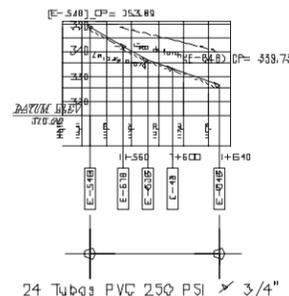
PLANTA RAMAL A ESCALA H:1:2500

PLANTA RAMAL A ESCALA H:1:2500

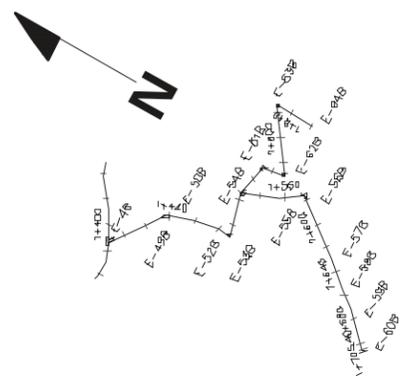
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA	
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ALDEA AGUILA PEQUEÑA, SAN CRISTÓBAL VERAPAZ.	DISEÑO, DISEÑO Y CÁLCULO: EDWIN DE LA CRUZ ARRIAZA.
PLANO: PLANTA - PERFIL RAMAL "A"	FECHA: JUNIO DE 2004. ESCALA: INDICADA.
Vo. Bo. SUPERVISOR IPS Ing. Luis Alfaro	Vo. Bo. ALCALDE MUNICIPAL PÉM. Humberto Suc.



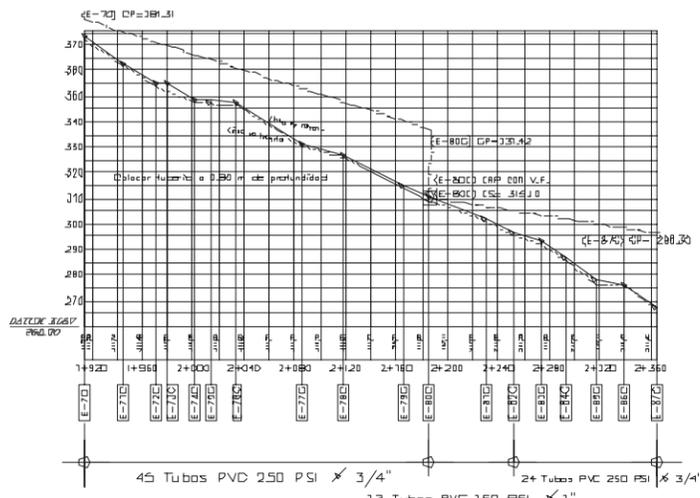
PERFIL RAMAL B ESCALA H:1:2500 V:1:500



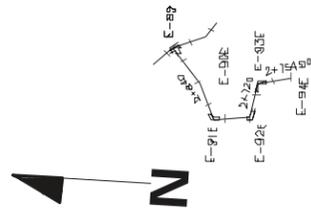
PERFIL RAMAL E ESCALA H:1:2500 V:1:500



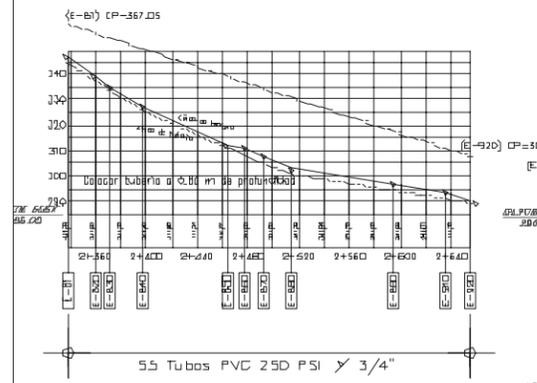
PLANTA RAMAL B ESCALA H:1:2500



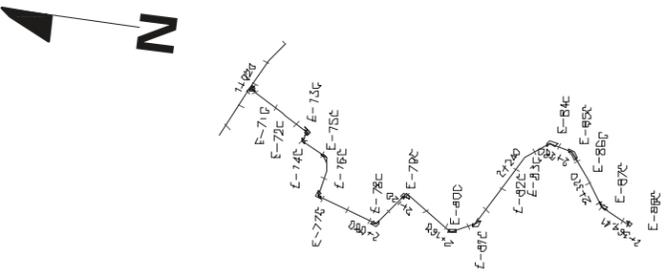
PERFIL RAMAL C ESCALA H:1:2500 V:1:500



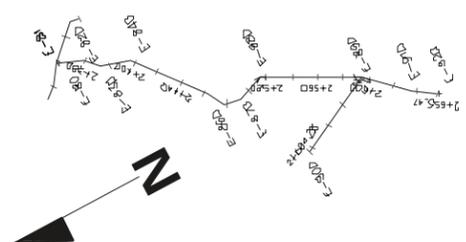
PLANTA RAMAL E ESCALA H:1:2500 V:1:500



PERFIL RAMAL D ESCALA H:1:2500 V:1:500

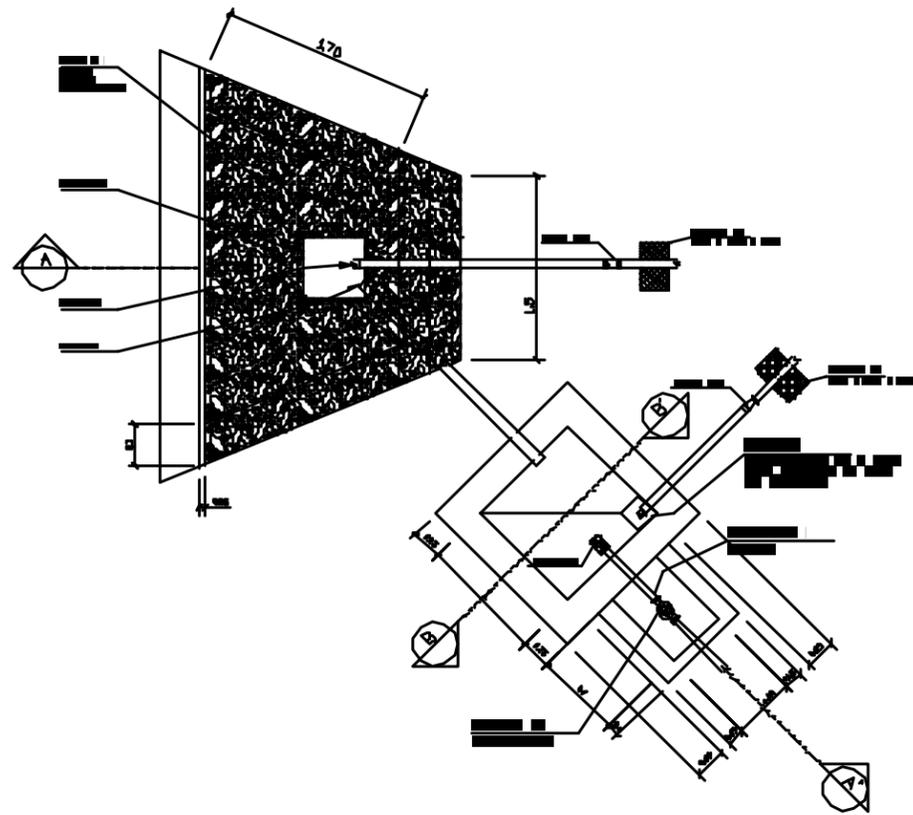


PLANTA RAMAL C ESCALA H:1:2500



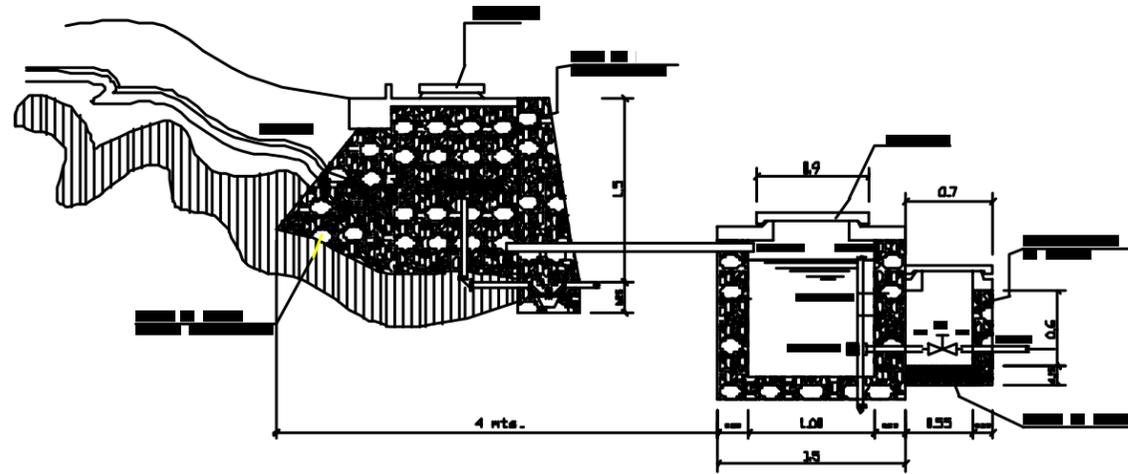
PLANTA RAMAL D ESCALA H:1:2500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA		DIBUJO, DISEÑO Y CÁLCULO: EDMÉN DE LA CRUZ ARRIAZA.
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ALDEA ACHIL PEQUEÑO, SAN CRISTÓBAL VERAPAZ.		
PLANO: PLANTA - PERFIL RAMALES B,C,D,E	FECHA: JUNIO DE 2004.	6
ESCALA: INCHADA.		
Vs. BO. SUPERVISOR EPS Ing. Luis Alfaro	Vs. BO. ALCALDE MUNICIPAL PEM. Humberto Suc	8



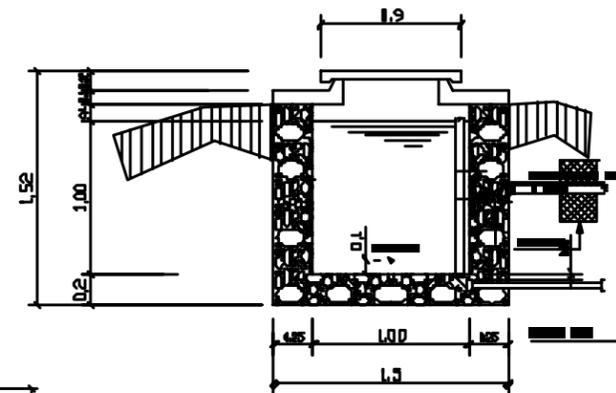
Planta
TANQUE DE CAPTACIÓN

ESCALA 1:25



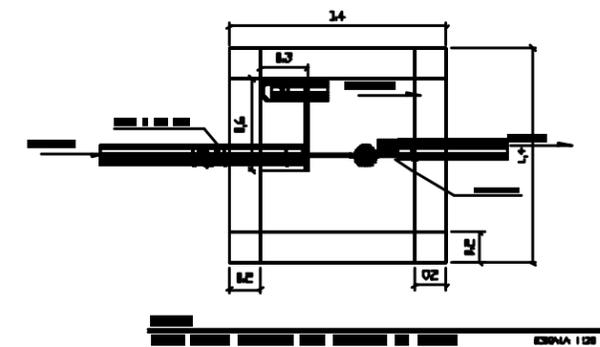
Sección A-A
TANQUE DE CAPTACIÓN

ESCALA 1:25

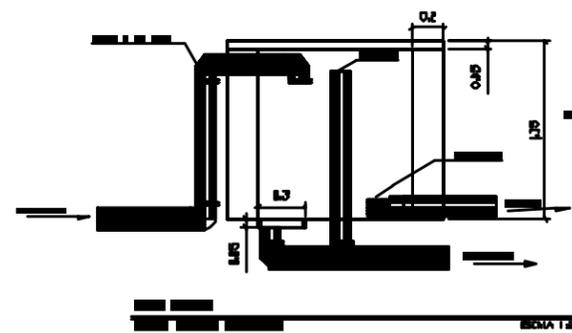


Sección B-B
TANQUE DE CAPTACIÓN

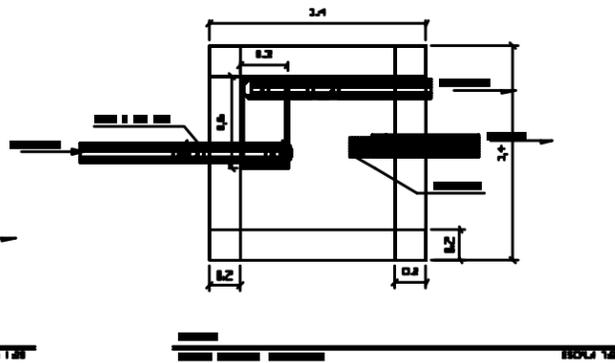
ESCALA 1:20



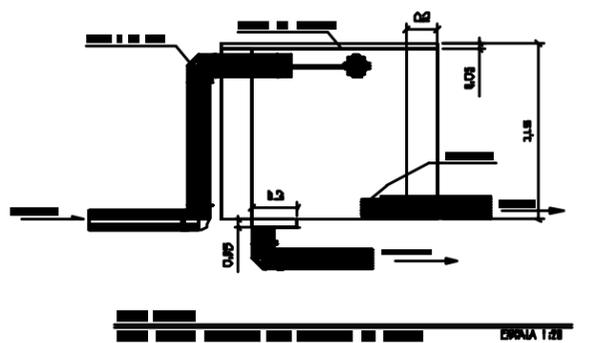
ESCALA 1:20



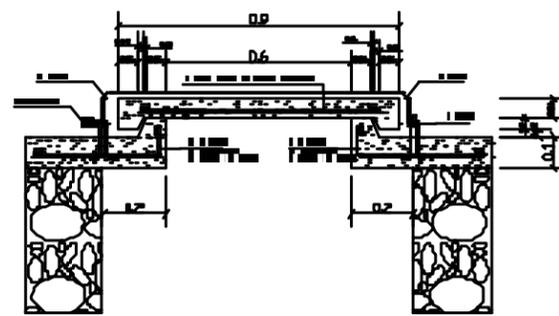
ESCALA 1:20



ESCALA 1:20



ESCALA 1:20



Detalle de Tapadera

ESCALA 1:10

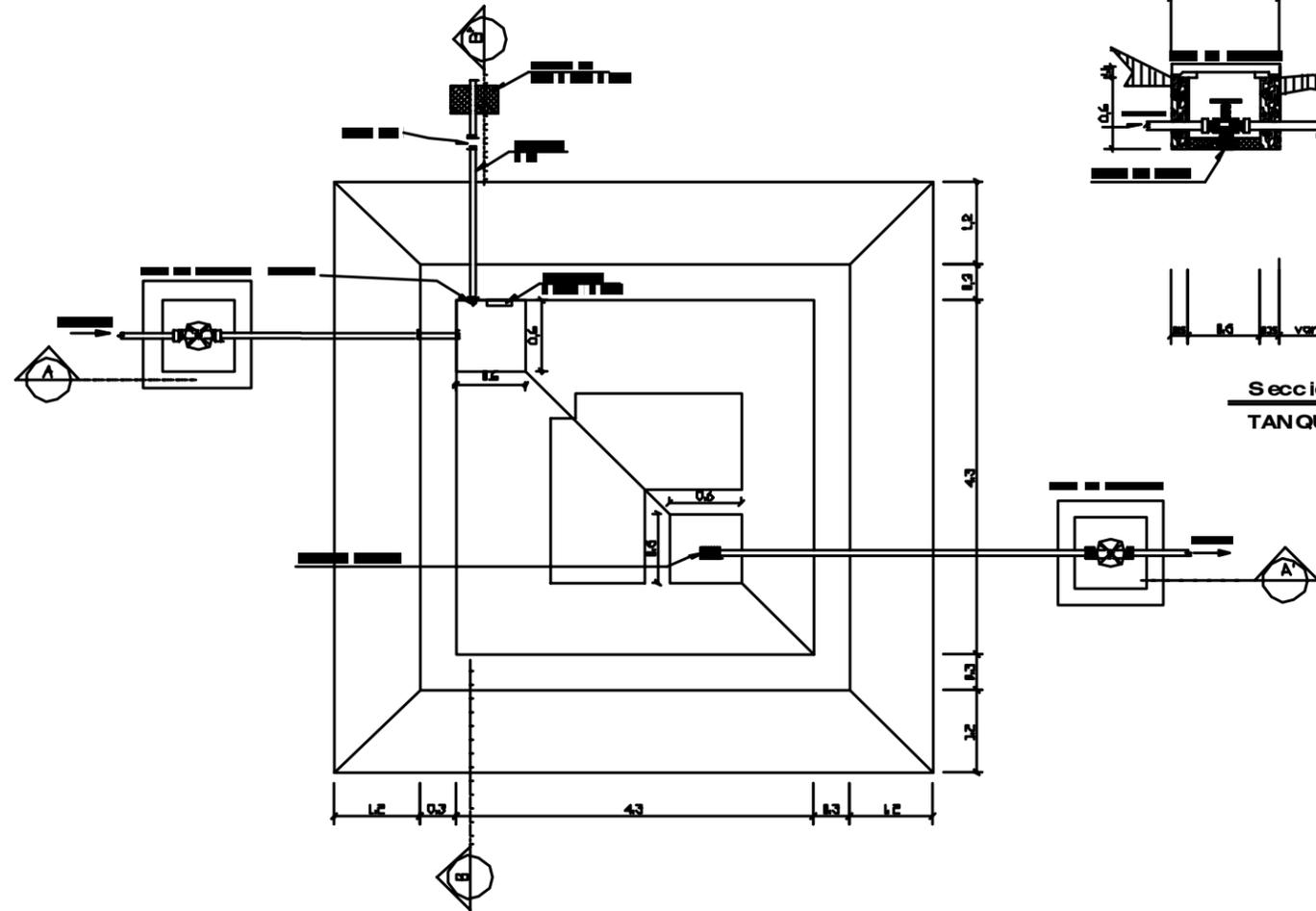
Notas:

- La mampostería de piedra se deberá hacer de la siguiente manera:
33% de mortero
67% de piedra bola
- El mortero se hará en la proporción 12 cemento : arena de río : piedra 1/2.
Significa por una cubeta de cemento y 2 de arena.
También - 1 Saco de cemento.
- 1 Carreta de Arena de río.
- El concreto será en la proporción 123 cemento : arena de río : piedra 1/2.
Significa por una cubeta de cemento, 2 de arena de río y 3 de piedra 1/2.
También - 1 Saco de cemento.
- 1 Carreta de Arena de río.
- 1 1/2 Carreta de piedra 1/2.

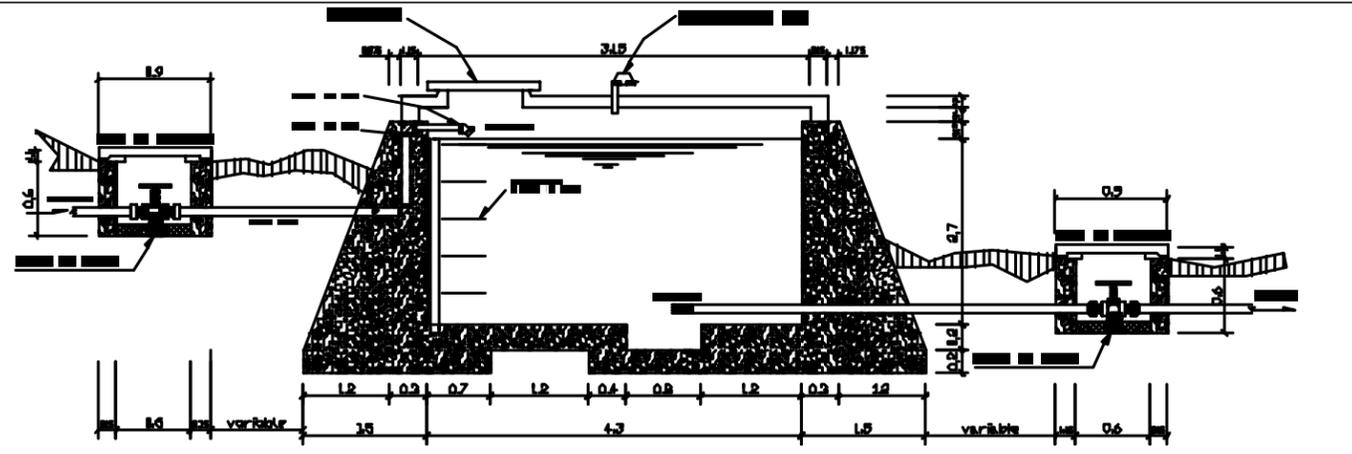
- Se repellará en el interior con sabieta proporción 1:2 cemento : arena de río con un recubrimiento mínimo de 1.5 cms. y alizado interior y exterior.
Significa por una cubeta de cemento y 2 de arena.
También - 1 Saco de cemento.
- 1 Carreta de Arena de río.
- En las tapaderas se dejará un desnivel necesario para drenar el agua de lluvia.
- El terreno bajo la losa del piso deberá ser perfectamente apisonado.
- Se realizará un alizado interior de cemento y arena de río en proporción 1:1, para impermeabilizar las paredes internas del tanque.
- Se utilizará Acero de grado 40.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA			
PROYECTO	MANIFIESTO DE AGUA POTABLE	DISEÑO Y CALCULO	
ALDEA	AGUILA, SAN CRESTAL, VERAPAZ	EDIFICIO	EDIFICIO DE LA CRUZ VERDE
PLANO	TANQUE DE CAPTACION Y CAJA	FECHA	JUNIO 2004
BOQUE	PRELIMINAR	ESCALA	VARIA
Vs. Sr. SUPERVISOR		Vs. Sr. JEFE DE BOQUE	
ING. Luis Muñoz		ING. Humberto Guzmán	

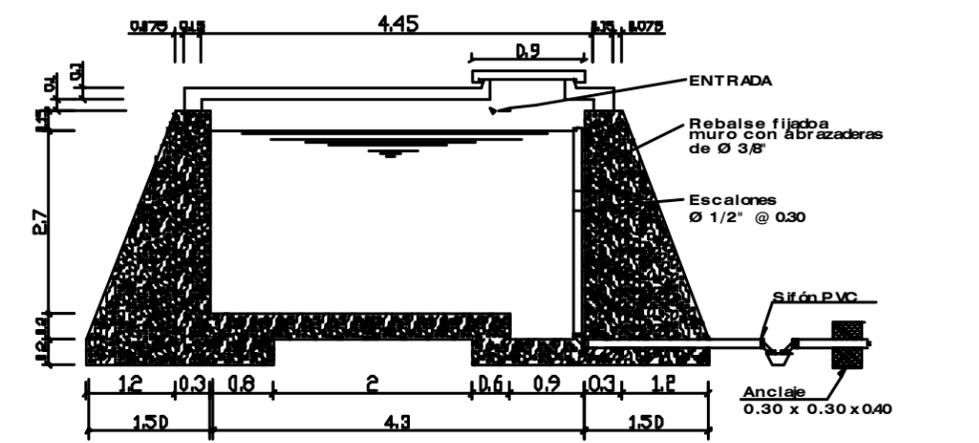
7
8



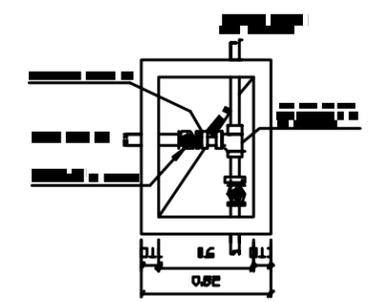
Planta
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 50 M3 SIN ESCALA



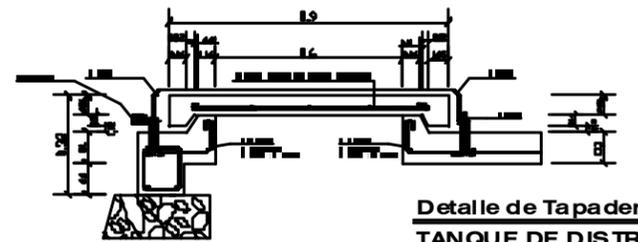
Sección A-A
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 50 M3 SIN ESCALA



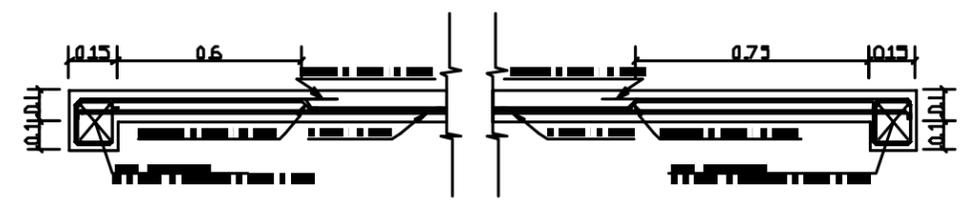
Sección B-B
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 50 M3 SIN ESCALA



Detalle de Válvula de Limpieza
 ESCALA 1:20



Detalle de Tapadera
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN ESCALA 1:10



Detalle de Armado de Losa
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 50 M3 ESCALA 1:10

[REDACTED]

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ALDA ADEL PRONTO, SAN CRISTOBAL VERAPAZ.	DIBUJO, DISEÑO Y CÁLCULO: EDWIN DE LA CRUZ ARRASA.
PLANTA: DETALLE DE TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 50 M3.	FECHA: JUNIO DE 2004. ESCALA: INDICADA.
VL. BA. SUPERVISOR	VL. BA. JEFE DE DIVISION
Ing. Luis Alfaro	Ing. Humberto Ben

APÉNDICE 3:
PRESUPUESTO DEL PROYECTO DE AGUA POTABLE

CUANTIFICACIÓN DE MATERIALES

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U	SUB-TOTAL	TOTAL
TUBERÍA PVC CONDUCCIÓN					Q 24,849.44
Tubo de Ø 3" PVC 160 psi	68	UNIDAD	Q 206.83	Q 14,064.44	
Tubo de Ø 1 1/2" PVC 160 psi	103	UNIDAD	Q 70.00	Q 7,210.00	
Tubo de Ø 1 1/4" PVC 160 psi	65	UNIDAD	Q 55.00	Q 3,575.00	
ACCESORIOS PVC CONDUCCIÓN					Q 288.00
Codo 45° Ø 3" PVC 160psi	1	UNIDAD	Q 20.00	Q 20.00	
Reductor liso Ø3" x Ø1 1/2" PVC 160psi	1	UNIDAD	Q 18.00	Q 18.00	
Reductor liso Ø1 1/2" x Ø1 1/4" PVC 160psi	1	UNIDAD	Q 10.00	Q 10.00	
Galón de Tangit	2	UNIDAD	Q 120.00	Q 240.00	
Válvula de Aire Ø 3"(E-17)					Q 308.36
Cemento	2	Sacos	Q 41.00	Q 82.00	
Arena de río	0.23	M3	Q 150.00	Q 34.50	
Piedrín 1/2"	0.1	M3	Q 200.00	Q 20.00	
Piedra de canto rodado	0.23	M3	Q 250.00	Q 57.50	
Válvula de aire de Ø 3" X 1 1/2"	1	UNIDAD		Q -	
Candado	1	UNIDAD	Q 54.00	Q 54.00	
Hierro No. 4	0.3	Varillas	Q 37.38	Q 11.21	
Hierro No. 2	1	Varillas	Q 10.00	Q 10.00	
Hierro No. 3	1.65	Varillas	Q 23.00	Q 37.95	
Alambre de Amarre	0.3	Libra	Q 4.00	Q 1.20	
Válvula de Limpieza Ø 1 1/2"(E-25)					Q 258.05
Cemento	2	Sacos	Q 41.00	Q 82.00	
Arena de río	0.23	M3	Q 150.00	Q 34.50	
Piedrin de 1/2"	0.1	M3	Q 200.00	Q 20.00	
Piedra de canto de rodado	0.23	M3	Q 250.00	Q 57.50	
Válvula de Limpieza Ø 1 1/2"	1	UNIDAD	Q 60.00	Q 60.00	
Adaptador Macho Ø 1 1/2"	1	UNIDAD	Q 4.05	Q 4.05	
TANQUES DE CAPTACIÓN(1.1,1.2 Y 1.3)	3				Q 13,837.53
Cemento	60	Saco	Q 41.00	Q 2,460.00	
Arena de río	9	M3	Q 150.00	Q 1,350.00	
Piedrín de 1/2"	4.5	M3	Q 200.00	Q 900.00	
Piedra de canto rodado	11.4	M3	Q 250.00	Q 2,850.00	
Hierro No.3	30	Varillas	Q 23.00	Q 690.00	
Hierro No.2	30	Varillas	Q 10.00	Q 300.00	
Alambre de amarre	15	Libras	Q 2.95	Q 44.25	
Adaptador Macho Ø 1 1/2"	6	UNIDAD	Q 10.00	Q 60.00	
Válvula de compuerta de Ø 1 1/2"	3	UNIDAD	Q 70.00	Q 210.00	
Codo Ø 1 1/2" X 90°	6	UNIDAD	Q 11.38	Q 68.28	
Pichacha Ø 1 1/2"	3	UNIDAD	Q 65.00	Q 195.00	
Sifón PVC Ø 1 1/2"	6	UNIDAD	Q 25.00	Q 150.00	
Tabla de 1"x12"x12'	252	PT	Q 5.00	Q 1,260.00	
Tabla de 1"x12"x10'	348	PT	Q 5.00	Q 1,740.00	
Paral de 3"x3"x12'	150	PT	Q 5.00	Q 750.00	
Paral de 3"x3"x6'	24	PT	Q 5.00	Q 120.00	
Clavo de 3"	138	Libras	Q 5.00	Q 690.00	

CAJA REUNIDORA DE CAUDAL					Q 1,917.11
Cemento	18	Saco	Q 41.00	Q 738.00	
Arena de río	1.7	M3	Q 150.00	Q 255.00	
Piedrín de 1/2"	0.55	M3	Q 200.00	Q 110.00	
Piedra de canto rodado	1.73	M3	Q 250.00	Q 432.50	
Hierro No.3	5	Varillas	Q 23.00	Q 115.00	
Hierro No.2	3	Varillas	Q 10.00	Q 30.00	
Alambre de amarre	3	Libras	Q 2.95	Q 8.85	
Adaptador Macho Ø 1 1/2"	2	UNIDAD	Q 10.00	Q 20.00	
Válvula de compuerta de Ø 1 1/2"	1	UNIDAD	Q 70.00	Q 70.00	
Codo Ø 1 1/2" X 90°	2	UNIDAD	Q 11.38	Q 22.76	
Pichacha Ø 1 1/2"	1	UNIDAD	Q 65.00	Q 65.00	
Sifón PVC Ø 1 1/2"	2	UNIDAD	Q 25.00	Q 50.00	
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 50M3					Q 40,151.12
Cemento	320.00	Sacos	Q 41.00	Q 13,120.00	
Arena de río	48.00	M3	Q 150.00	Q 7,200.00	
Piedrín de 1/2"	3.00	M3	Q 200.00	Q 600.00	
Piedra de canto rodado	60.00	M3	Q 250.00	Q 15,000.00	
Hierro No. 4	3.00	Varilla	Q 37.38	Q 112.14	
Hierro No.2	27.00	Varilla	Q 10.00	Q 270.00	
Hierro No.3	57.00	Varilla	Q 23.00	Q 1,311.00	
Alambre de amarre	35.00	Libras	Q 2.95	Q 103.25	
Válvula de compuerta de Ø 2 1/2"	2.00	UNIDAD	Q 250.00	Q 500.00	
Válvula de compuerta de Ø 1 1/4"	1.00	UNIDAD	Q 60.00	Q 60.00	
Válvula de compuerta de Ø 2 1/2"	1.00	UNIDAD	Q 239.00	Q 239.00	
Codo Ø 2 1/2" X 90°	2.00	UNIDAD	Q 20.00	Q 40.00	
Codo Ø 2 1/2" X 45°	1.00	UNIDAD	Q 18.00	Q 18.00	
Codo Ø 2" X 90°	1.00	UNIDAD	Q 11.38	Q 11.38	
Sifón PVC Ø 2"	1.00	UNIDAD	Q 21.75	Q 21.75	
Candados	4.00	UNIDAD	Q 54.00	Q 216.00	
Adaptador Macho Ø 2 1/2"	4.00	UNIDAD	Q 20.76	Q 83.04	
Adaptador Macho Ø 1 1/4"	2.00	UNIDAD	Q 4.05	Q 8.10	
Adaptador Macho Ø 1 1/2"	2.00	UNIDAD	Q 5.36	Q 10.72	
Pichacha Ø 1 1/2"	1.00	UNIDAD	Q 126.42	Q 126.42	
Pichacha Ø 2 1/2"	1.00	UNIDAD	Q 227.32	Q 227.32	
Tabla de 1"x12"x12'	64.00	PT	Q 4.50	Q 288.00	
Tabla de 1"x12"x10'	65.00	PT	Q 4.50	Q 292.50	
Paral de 3"x3"x12'	33.00	PT	Q 4.50	Q 148.50	
Paral de 3"x3"x6'	7.00	PT	Q 4.50	Q 31.50	
Clavo de 3"	25.00	Libras	Q 4.50	Q 112.50	
TOTAL LÍNEA DE CONDUCCIÓN					Q 81,609.61

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U	SUB-TOTAL	TOTAL
TUBERÍA PVC RAMAL PRINCIPAL					Q 14,860.00
Tubo de Ø 1 1/2" PVC 160 psi	76	UNIDAD	Q 70.00	Q 5,320.00	
Tubo de Ø 1 1/4" PVC 160 psi	101	UNIDAD	Q 55.00	Q 5,555.00	
Tubo de Ø 1" PVC 160 psi	28	UNIDAD	Q 40.00	Q 1,120.00	
Tubo de Ø 3/4" PVC 250 psi	61	UNIDAD	Q 30.00	Q 1,830.00	

Tubo de 1/2" PVC 315 psi	45	UNIDAD	Q 23.00	Q 1,035.0	
ACCESORIOS PVC RAMAL PRINCIPAL					Q 625.10
Tee lisa 1 1/2"	3	UNIDAD	Q 20.00	Q 60.00	
Tee reductora 1" x 3/4"	1	UNIDAD	Q 10.00	Q 10.00	
Tee 3/4"	1	UNIDAD	Q 5.00	Q 5.00	
Reductor 1 1/2" x 1 1/4"	2	UNIDAD	Q 10.00	Q 20.00	
Reductor 1 1/2" x 3/4"	2	UNIDAD	Q 10.00	Q 20.00	
Reductor 1 1/2" x 1/2"	1	UNIDAD	Q 5.05	Q 10.10	
Reductor 1 1/4" x 1"	1	UNIDAD	Q 8.50	Q 8.50	
Reductor 1 1/4" x 3/4"	1	UNIDAD	Q 6.50	Q 6.50	
Reductor 3/4" x 1/2"	1	UNIDAD	Q 3.00	Q 3.00	
Tapón 1/2"	1	UNIDAD	Q 2.00	Q 2.00	
Galón de Tangit	4	UNIDAD	Q 120.00	Q 480.00	
CAJAS ROMPE PRESIÓN CON V.F.	2				Q 3,727.00
Cemento	30	Sacos	Q 41.00	Q 1,230.00	
Arena de río	3.4	M3	Q 150.00	Q 510.00	
Piedrín de 1/2"	1.1	M3	Q 200.00	Q 220.00	
Piedra de canto rodado	3.46	M3	Q 250.00	Q 865.00	
Codos Ø 1" X 90°	4	UNIDAD	Q 6.00	Q 24.00	
Pichacha de 1"	2	UNIDAD	Q 60.00	Q 120.00	
Adaptador Macho Ø 1"	4	UNIDAD	Q 7.00	Q 28.00	
Válvula de compuerta 1"	2	UNIDAD	Q 65.00	Q 130.00	
Válvula de flote de 1" (bronce)	2	UNIDAD	Q 80.00	Q 160.00	
Candado	2	UNIDAD	Q 54.00	Q 108.00	
Hierro No.4	2	Varilla	Q 42.00	Q 84.00	
Hierro No.2	4	Varilla	Q 10.00	Q 40.00	
Hierro No. 3	8	Varilla	Q 23.00	Q 184.00	
Alambre de Amarre	6	Libra	Q 4.00	Q 24.00	
TOTAL RAMAL PRINCIPAL					Q 19,212.10

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U	SUB-TOTAL	TOTAL
TUBERÍA PVC RAMAL A					Q 8,255.00
Tubo de Ø 1 1/4" PVC 160 psi	45	UNIDAD	Q 55.00	Q 2,475.00	
Tubo de Ø 1" PVC 160 psi	29	UNIDAD	Q 40.00	Q 1,160.00	
Tubo de Ø 3/4" PVC 250 psi	154	UNIDAD	Q 30.00	Q 4,620.00	
ACCESORIOS PVC RAMAL A					Q 300.50
Reductor liso 1 1/4" x 1"	1	UNIDAD	Q 8.50	Q 8.50	
Reductor liso 1 1/4" x 3/4"	1	UNIDAD	Q 6.50	Q 6.50	
Reductor liso 1" x 3/4"	2	UNIDAD	Q 3.50	Q 7.00	
Yee 1"	1	UNIDAD	Q 30.00	Q 30.00	
Tapón 1"	1	UNIDAD	Q 5.00	Q 5.00	
Tapón 3/4"	1	UNIDAD	Q 3.50	Q 3.50	
Galón de Tangit	2	UNIDAD	Q 120.00	Q 240.00	
CAJAS ROMPE PRESIÓN CON V.F.	4				Q 7,454.00
Cemento	60	Sacos	Q 41.00	Q 2,460.00	
Arena de río	6.8	M3	Q 150.00	Q 1,020.00	
Piedrín de 1/2"	2.2	M3	Q 200.00	Q 440.00	
Piedra de canto rodado	6.92	M3	Q 250.00	Q 1,730.00	

Codos Ø 1" X 90°	8	UNIDAD	Q 6.00	Q 48.00
Pichacha de 1"	4	UNIDAD	Q 60.00	Q 240.00
Adaptador Macho Ø 1"	8	UNIDAD	Q 7.00	Q 56.00
Válvula de compuerta 1"	4	UNIDAD	Q 65.00	Q 260.00
Válvula de flote de 1" (bronce)	4	UNIDAD	Q 80.00	Q 320.00
Candado	4	UNIDAD	Q 54.00	Q 216.00
Hierro No.4	4	Varilla	Q 42.00	Q 168.00
Hierro No.2	8	Varilla	Q 10.00	Q 80.00
Hierro No. 3	16	Varilla	Q 23.00	Q 368.00
Alambre de Amarre	12	Libra	Q 4.00	Q 48.00
TOTAL RAMAL A				Q 16,009.50

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U	SUB-TOTAL	TOTAL
TUBERÍA PVC RAMAL B					Q 2,343.00
Tubo de Ø 3/4" PVC 250 psi	62	UNIDAD	Q 30.00	Q 1,860.00	
Tubo de Ø 1/2" PVC 315 psi	21	UNIDAD	Q 23.00	Q 483.00	
ACCESORIOS PVC RAMAL B					Q 147.00
Yee 3/4"	1	UNIDAD	Q 20.00	Q 20.00	
Tapón 3/4"	2	UNIDAD	Q 3.50	Q 7.00	
Galón de Tangit	1	UNIDAD	Q 120.00	Q 120.00	
CAJA ROMPE PRESIÓN CON V.F.					Q 1,863.50
Cemento	15	Sacos	Q 41.00	Q 615.00	
Arena de río	1.7	M3	Q 150.00	Q 255.00	
Piedrín de 1/2"	0.55	M3	Q 200.00	Q 110.00	
Piedra de canto rodado	1.73	M3	Q 250.00	Q 432.50	
Codos Ø 1" X 90°	2	UNIDAD	Q 6.00	Q 12.00	
Pichacha de 1"	1	UNIDAD	Q 60.00	Q 60.00	
Adaptador Macho Ø 1"	2	UNIDAD	Q 7.00	Q 14.00	
Válvula de compuerta 1"	1	UNIDAD	Q 65.00	Q 65.00	
Válvula de flote de 1" (bronce)	1	UNIDAD	Q 80.00	Q 80.00	
Candado	1	UNIDAD	Q 54.00	Q 54.00	
Hierro No.4	1	Varilla	Q 42.00	Q 42.00	
Hierro No.2	2	Varilla	Q 10.00	Q 20.00	
Hierro No. 3	4	Varilla	Q 23.00	Q 92.00	
Alambre de Amarre	3	Libra	Q 4.00	Q 12.00	
TOTAL RAMAL B					Q 4,353.50

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U	SUB-TOTAL	TOTAL
TUBERÍA PVC RAMAL C					Q 2,550.00
Tubo de Ø 1" PVC 160 psi	12	UNIDAD	Q 40.00	Q 480.00	
Tubo de Ø 3/4" PVC 250 psi	69	UNIDAD	Q 30.00	Q 2,070.00	
ACCESORIOS PVC RAMAL C					Q 67.00
Reducidor 1" x 3/4"	1	UNIDAD	Q 3.50	Q 3.50	
Tapón 3/4"	1	UNIDAD	Q 3.50	Q 3.50	
Galón de Tangit	0.5	UNIDAD	Q 120.00	Q 60.00	
CAJA ROMPE PRESIÓN CON V.F.					Q 1,863.50
Cemento	15	Sacos	Q 41.00	Q 615.00	
Arena de río	1.7	M3	Q 150.00	Q 255.00	

Piedrín de 1/2"	0.55	M3	Q 200.00	Q 110.00
Piedra de canto rodado	1.73	M3	Q 250.00	Q 432.50
Codos Ø 1" X 90°	2	UNIDAD	Q 6.00	Q 12.00
Pichacha de 1"	1	UNIDAD	Q 60.00	Q 60.00
Adaptador Macho Ø 1"	2	UNIDAD	Q 7.00	Q 14.00
Válvula de compuerta 1"	1	UNIDAD	Q 65.00	Q 65.00
Válvula de flote de 1" (bronce)	1	UNIDAD	Q 80.00	Q 80.00
Candado	1	UNIDAD	Q 54.00	Q 54.00
Hierro No.4	1	Varilla	Q 42.00	Q 42.00
Hierro No.2	2	Varilla	Q 10.00	Q 20.00
Hierro No. 3	4	Varilla	Q 23.00	Q 92.00
Alambre de Amarre	3	Libra	Q 4.00	Q 12.00
TOTAL RAMAL C				Q 4,480.50

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U	SUB-TOTAL	TOTAL
TUBERÍA PVC RAMAL D y E					Q 2,608.00
Tubo de Ø 3/4" PVC 250 psi	67	UNIDAD	Q 30.00	Q 2,010.00	
Tubo de Ø 1/2" PVC 315 psi	26	UNIDAD	Q 23.00	Q 598.00	
ACCESORIOS PVC RAMAL D y E					Q 89.00
Yee 3/4"	1	UNIDAD	Q 20.00	Q 20.00	
Tapón 3/4"	2	UNIDAD	Q 3.50	Q 7.00	
Tapón 1/2"	1	UNIDAD	Q 2.00	Q 2.00	
Galón de Tangit	0.5	UNIDAD	Q 120.00	Q 60.00	
TOTAL RAMALES D Y E					Q 2,697.00

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U	SUB-TOTAL	TOTAL
ACCESORIOS DE CONEXIONES DOMICILIARES					
Tubo de Ø 1/2" PVC 315 psi	150	UNIDAD	Q 23.00	Q 3,450.00	
Tee reducida 3/4" x 1/2"	144	UNIDAD	Q 5.00	Q 720.00	
Redusidor Bushing 1/2"	144	UNIDAD	Q 3.00	Q 432.00	
Adaptador Macho 1/2"	288	UNIDAD	Q 4.00	Q 1,152.00	
Adaptador Hembra 1/2"	288	UNIDAD	Q 3.50	Q 1,008.00	
Codo 1/2" 90°	288	UNIDAD	Q 1.02	Q 293.76	
Llave de chorro 1/2"	144	UNIDAD	Q 20.00	Q 2,880.00	
TOTAL CONEXIONES DOMICILIARES					Q 9,935.76

TOTAL DE ESTIMACIÓN DE MATERIALES				Q 138,297.97
--	--	--	--	---------------------

CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U	SUB-TOTAL	PRESTACIONES	TOTAL
TUBERÍA PVC CONDUCCIÓN						Q 22,383.03
Replanteo y trazo	1395.23	ML	Q 1.50	Q 2,092.85	Q 1,383.37	Q 3,476.22
Excavación para tubería	1395.23	ML	Q 3.00	Q 4,185.69	Q 2,766.74	Q 6,952.43
Instalación de tubería PVC 3"	403.35	ML	Q 6.00	Q 2,420.10	Q 1,599.69	Q 4,019.79
Instalación de tubería PVC 1 1/2"	609.48	ML	Q 5.00	Q 3,047.40	Q 2,014.33	Q 5,061.73
Instalación de tubería PVC 1 1/4"	382.4	ML	Q 4.00	Q 1,529.60	Q 1,011.07	Q 2,540.67
Instalación de Válvulas	2	UNIDAD	Q 100.00	Q 200.00	Q 132.20	Q 332.20
TANQUES DE CAPTACIÓN (R1.1,1.2,1.3)	3					Q 17,640.07
Excavación para tanque y cajas	7.50	M3	Q 115.00	Q 862.50	Q 570.11	Q 1,432.61
Fundición concreto ciclópeo en piso	6.45	M3	Q 225.00	Q 1,451.25	Q 959.28	Q 2,410.53
Formaleta de muros	30.00	M2	Q 45.00	Q 1,350.00	Q 892.35	Q 2,242.35
Fundición concreto ciclópeo en muro	12.84	M3	Q 225.00	Q 2,889.00	Q 1,909.63	Q 4,798.63
Formaleta de losa y Tapadera	12.00	M2	Q 85.00	Q 1,020.00	Q 674.22	Q 1,694.22
Armado de losa y tapadera	12.00	M2	Q 45.00	Q 540.00	Q 356.94	Q 896.94
Fundición de losa y tapadera	12.00	M2	Q 115.20	Q 1,382.40	Q 913.77	Q 2,296.17
Construcción de caja y tapadera	3.00	UNIDAD	Q 300.00	Q 900.00	Q 594.90	Q 1,494.90
Instalación de pichacha y accesorios	3.00	UNIDAD	Q 75.00	Q 225.00	Q 148.73	Q 373.73
CAJA REUNIDORA DE CAUDAL						Q 2,371.65
Excavación para tanque y cajas	0.90	M3	Q 115.00	Q 103.50	Q 68.41	Q 171.91
Fundición concreto ciclópeo en piso	0.35	M3	Q 225.00	Q 78.75	Q 52.05	Q 130.80
Formaleta de muros	6.00	M2	Q 45.00	Q 270.00	Q 178.47	Q 448.47
Fundición concreto ciclópeo en muro	1.20	M3	Q 225.00	Q 270.00	Q 178.47	Q 448.47
Formaleta de losa y Tapadera	1.96	M2	Q 85.00	Q 166.60	Q 110.12	Q 276.72
Armado de losa y tapadera	1.96	M2	Q 45.00	Q 88.20	Q 58.30	Q 146.50
Fundición de losa y tapadera	1.96	M2	Q 115.20	Q 225.79	Q 149.25	Q 375.04
Construcción de caja y tapadera	1.00	UNIDAD	Q 150.00	Q 150.00	Q 99.15	Q 249.15
Instalación de pichacha y accesorios	1.00	UNIDAD	Q 75.00	Q 75.00	Q 49.58	Q 124.58
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN(50 m3)						Q 42,754.14
Excavación para tanque y cajas	56.25	M3	Q 100.00	Q 5,625.00	Q 3,718.13	Q 9,343.13
Fundición concreto ciclópeo en piso	20.00	M3	Q 225.00	Q 4,500.00	Q 2,974.50	Q 7,474.50
Formaleta de muros	48.00	M2	Q 45.00	Q 2,160.00	Q 1,427.76	Q 3,587.76
Fundición concreto ciclópeo en muro	31.00	M3	Q 225.00	Q 6,975.00	Q 4,610.48	Q 11,585.48
Formaleta de losa y Tapadera	25.00	M2	Q 85.00	Q 2,125.00	Q 1,404.63	Q 3,529.63
Armado de losa y tapadera	25.00	M2	Q 45.00	Q 1,125.00	Q 743.63	Q 1,868.63
Fundición de losa y tapadera	25.00	M2	Q 115.20	Q 2,880.00	Q 1,903.68	Q 4,783.68
Construcción de caja y tapadera	1.00	UNIDAD	Q 300.00	Q 300.00	Q 198.30	Q 498.30
Instalación de pichacha y accesorios	1.00	UNIDAD	Q 50.00	Q 50.00	Q 33.05	Q 83.05
TOTAL M.O. LÍNEA DE CONDUCCIÓN						Q 85,148.88

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U	SUB-TOTAL	PRESTACIONES	TOTAL
TUBERÍA PVC RAMAL PRINCIPAL						Q 24,211.77
Replanteo y trazo	1805.24	ML	Q 1.50	Q 2,707.86	Q 1,789.90	Q 4,497.76
Excavación para tubería	1805.24	ML	Q 3.00	Q 5,415.72	Q 3,579.79	Q 8,995.51
Instalación de tubería PVC 1 1/2"	442.24	ML	Q 5.00	Q 2,211.20	Q 1,461.60	Q 3,672.80
Instalación de tubería PVC 1 1/4"	592.4	ML	Q 4.00	Q 2,369.60	Q 1,566.31	Q 3,935.91
Instalación de tubería PVC 1"	153.01	ML	Q 3.00	Q 459.03	Q 303.42	Q 762.45

Instalación de tubería PVC 3/4"	356.19	ML	Q 2.50	Q 890.48	Q 588.60	Q 1,479.08
Instalación de tubería PVC 1/2"	261.37	ML	Q 2.00	Q 522.74	Q 345.53	Q 868.27
CAJAS ROMPE PRESIÓN CON V.F.	2					Q 3,975.27
Excavación para tanque y cajas	1.80	M3	Q 115.00	Q 207.00	Q 136.83	Q 343.83
Fundición concreto ciclópeo en piso	0.70	M3	Q 225.00	Q 157.50	Q 104.11	Q 261.61
Formaleta de muros	12.00	M2	Q 45.00	Q 540.00	Q 356.94	Q 896.94
Fundición concreto ciclópeo en muro	2.40	M3	Q 225.00	Q 540.00	Q 356.94	Q 896.94
Formaleta de losa y Tapadera	3.92	M2	Q 45.00	Q 176.40	Q 116.60	Q 293.00
Armado de losa y tapadera	3.92	M2	Q 45.00	Q 176.40	Q 116.60	Q 293.00
Fundición de losa y tapadera	3.92	M2	Q 50.00	Q 196.00	Q 129.56	Q 325.56
Construcción de caja y tapadera	2.00	UNIDAD	Q 150.00	Q 300.00	Q 198.30	Q 498.30
Instalación de pichacha y accesorios	2.00	UNIDAD	Q 50.00	Q 100.00	Q 66.10	Q 166.10
TOTAL M.O. RAMAL PRINCIPAL						Q 28,187.05

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U	SUB-TOTAL	PRESTACIONES	TOTAL
TUBERÍA PVC RAMAL A						Q 23,045.64
Replanteo y trazo	1875.51	ML	Q 1.50	Q 2,813.27	Q 1,859.57	Q 4,672.83
Excavación para tubería	1875.51	ML	Q 3.00	Q 5,626.53	Q 3,719.14	Q 9,345.67
Instalación de tubería PVC 1 1/4"	257.67	ML	Q 4.00	Q 1,030.68	Q 681.28	Q 1,711.96
Instalación de tubería PVC 1"	718.96	ML	Q 3.00	Q 2,156.88	Q 1,425.70	Q 3,582.58
Instalación de tubería PVC 3/4"	898.88	ML	Q 2.50	Q 2,247.20	Q 1,485.40	Q 3,732.60
CAJAS ROMPE PRESIÓN CON V.F.	4					Q 7,950.54
Excavación para tanque y cajas	3.60	M3	Q 115.00	Q 414.00	Q 273.65	Q 687.65
Fundición concreto ciclópeo en piso	1.40	M3	Q 225.00	Q 315.00	Q 208.22	Q 523.22
Formaleta de muros	24.00	M2	Q 45.00	Q 1,080.00	Q 713.88	Q 1,793.88
Fundición concreto ciclópeo en muro	4.80	M3	Q 225.00	Q 1,080.00	Q 713.88	Q 1,793.88
Formaleta de losa y Tapadera	7.84	M2	Q 45.00	Q 352.80	Q 233.20	Q 586.00
Armado de losa y tapadera	7.84	M2	Q 45.00	Q 352.80	Q 233.20	Q 586.00
Fundición de losa y tapadera	7.84	M2	Q 50.00	Q 392.00	Q 259.11	Q 651.11
Construcción de caja y tapadera	4.00	UNIDAD	Q 150.00	Q 600.00	Q 396.60	Q 996.60
Instalación de pichacha y accesorios	4.00	UNIDAD	Q 50.00	Q 200.00	Q 132.20	Q 332.20
TOTAL M.O. RAMAL A						Q 30,996.18

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U	SUB-TOTAL	PRESTACIONES	TOTAL
TUBERÍA PVC RAMAL B						Q 5,446.80
Replanteo y trazo	476.96	ML	Q 1.50	Q 715.44	Q 472.91	Q 1,188.35
Excavación para tubería	476.96	ML	Q 3.00	Q 1,430.88	Q 945.81	Q 2,376.69
Instalación de tubería PVC 3/4"	357.98	ML	Q 2.50	Q 894.95	Q 591.56	Q 1,486.51
Instalación de tubería PVC 1/2"	118.98	ML	Q 2.00	Q 237.96	Q 157.29	Q 395.25
CAJA ROMPE PRESIÓN CON V.F.	1					Q 1,987.64
Excavación para tanque y cajas	0.90	M3	Q 115.00	Q 103.50	Q 68.41	Q 171.91
Fundición concreto ciclópeo en piso	0.35	M3	Q 225.00	Q 78.75	Q 52.05	Q 130.80
Formaleta de muros	6.00	M2	Q 45.00	Q 270.00	Q 178.47	Q 448.47
Fundición concreto ciclópeo en muro	1.20	M3	Q 225.00	Q 270.00	Q 178.47	Q 448.47
Formaleta de losa y Tapadera	1.96	M2	Q 45.00	Q 88.20	Q 58.30	Q 146.50
Armado de losa y tapadera	1.96	M2	Q 45.00	Q 88.20	Q 58.30	Q 146.50
Fundición de losa y tapadera	1.96	M2	Q 50.00	Q 98.00	Q 64.78	Q 162.78
Construcción de caja y tapadera	1.00	UNIDAD	Q 150.00	Q 150.00	Q 99.15	Q 249.15
Instalación de pichacha y accesorios	1.00	UNIDAD	Q 50.00	Q 50.00	Q 33.05	Q 83.05
TOTAL M.O. RAMAL B						Q 7,434.44

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U	SUB-TOTAL	PRESTACIONES	TOTAL
TUBERÍA PVC RAMAL C						Q 5,444.15
Replanteo y trazo	463.51	ML	Q 1.50	Q 695.27	Q 459.57	Q 1,154.84
Excavación para tubería	463.51	ML	Q 3.00	Q 1,390.53	Q 919.14	Q 2,309.67
Instalación de tubería PVC 1"	66.13	ML	Q 3.00	Q 198.39	Q 131.14	Q 329.53
Instalación de tubería PVC ¾"	397.38	ML	Q 2.50	Q 993.45	Q 656.67	Q 1,650.12
CAJA ROMPE PRESIÓN CON V.F.	1					Q 1,987.64
Excavación para tanque y cajas	0.90	M3	Q 115.00	Q 103.50	Q 68.41	Q 171.91
Fundición concreto ciclopeo en piso	0.35	M3	Q 225.00	Q 78.75	Q 52.05	Q 130.80
Formaleta de muros	6.00	M2	Q 45.00	Q 270.00	Q 178.47	Q 448.47
Fundición concreto ciclopeo en muro	1.20	M3	Q 225.00	Q 270.00	Q 178.47	Q 448.47
Formaleta de losa y tapadera	1.96	M2	Q 45.00	Q 88.20	Q 58.30	Q 146.50
Armado de losa y tapadera	1.96	M2	Q 45.00	Q 88.20	Q 58.30	Q 146.50
Fundición de losa y tapadera	1.96	M2	Q 50.00	Q 98.00	Q 64.78	Q 162.78
Construcción de caja y tapadera	1.00	UNIDAD	Q 150.00	Q 150.00	Q 99.15	Q 249.15
Instalación de pichacha y accesorios	1.00	UNIDAD	Q 50.00	Q 50.00	Q 33.05	Q 83.05
TOTAL M.O. RAMAL C						Q 7,431.79

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U	SUB-TOTAL	PRESTACIONES	TOTAL
TUBERÍA PVC RAMALES D Y E						Q 6,218.08
Replanteo y trazo	545.64	ML	Q 1.50	Q 818.46	Q 541.00	Q 1,359.46
Excavación para tubería	545.64	ML	Q 3.00	Q 1,636.92	Q 1,082.00	Q 2,718.92
Instalación de tubería PVC ¾"	393.83	ML	Q 2.50	Q 984.58	Q 650.80	Q 1,635.38
Instalación de tubería PVC ½"	151.81	ML	Q 2.00	Q 303.62	Q 200.69	Q 504.31
TOTAL M.O. RAMALES D Y E						Q 6,218.08

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U	SUB-TOTAL	PRESTACIONES	TOTAL
CONEXIONES DOMICILIARES						Q 12,270.64
Replanteo y trazo	915	ML	Q 1.50	Q 1,372.50	Q 907.22	Q 2,279.72
Excavación para tubería	915	ML	Q 3.00	Q 2,745.00	Q 1,814.45	Q 4,559.45
Instalación de tubería PVC ½"	915	ML	Q 2.00	Q 1,830.00	Q 1,209.63	Q 3,039.63
Instalación de accesorios	144	UNIDAD	Q 10.00	Q 1,440.00	Q 951.84	Q 2,391.84
TOTAL M.O. CONEXIONES DOMICILIARES						Q 12,270.64

TOTAL DE MANO DE OBRA					Q	177,687.05
------------------------------	--	--	--	--	----------	-------------------