



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

**DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO SECTOR V, ALDEA COMUNIDAD DE ZET
Y DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO
LOS AJVIX, CERRO ALTO, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

Francisco Alejandro Galdámez Samayoa
Asesorado por el Ing. Angel Roberto Sic García

Guatemala, febrero de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO SECTOR V, ALDEA COMUNIDAD DE ZET
Y DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO
LOS AJVIX, CERRO ALTO, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

FRANCISCO ALEJANDRO GALDÁMEZ SAMAYOA
ASESORADO POR EL ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Angel Roberto Sic García
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO SECTOR V, ALDEA COMUNIDAD DE ZET
Y DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO
LOS AJVIX, CERRO ALTO, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha octubre de 2013.


Francisco Alejandro Galdámez Samayoa



Guatemala, 16 de octubre de 2014
REF.EPS.DOC.1070.10.2014

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director
Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Francisco Alejandro Galdámez Samayoa** con carné No. **200117589**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO SECTOR V, ALDEA COMUNIDAD DE ZET Y DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS AJVIX, CERRO ALTO, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Ángel Roberto Sic García
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
ARSG/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,
22 de octubre de 2014

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO SECTOR V, ALDEA COMUNIDAD DE ZET Y DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS AJVIX, CERRO ALTO, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Francisco Alejandro Galdámez Samayoa, con Carnet No. 200117589, quien contó con la asesoría del Ing. Ángel Roberto Sic García.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

Más de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 19 de enero de 2015
Ref.EPS.DOC.33.01.16

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISÑO DEL TRAMO CARRETERO SECTOR V, ALDEA COMUNIDAD DE ZET Y DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS AJVIX, CERRO ALTO, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Francisco Alejandro Galdámez Samayoá, carné 200117589**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Angel Roberto Sic García.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor-Supervisor de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS



SJRS/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,
14 de enero de 2015

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO SECTOR V, ALDEA COMUNIDAD DE ZET Y DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS AJVIX, CERRO ALTO, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Francisco Alejandro Galdámez Samayoá, quien contó con la asesoría del Ing. Ángel Roberto Sic García.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Mario Estuardo Arriola Ávila
Coordinador del Área de Topografía y Transportes



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
TRANSPORTES
USAC

bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Ángel Roberto Sic García y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Francisco Alejandro Galdámez Samayoa, titulado **DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO SECTOR V, ALDEA COMUNIDAD DE ZET Y DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS AJVIX, CERRO ALTO, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, febrero 2015.

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





DTG. 072 .2015

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO SECTOR V, ALDEA COMUNIDAD DE ZET Y DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS AJVIX, CERRO ALTO, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Francisco Alejandro Galdámez Samayoa**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, 23 de febrero de 2015

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por todas las bendiciones derramadas en mi vida, su inmenso amor al permitirme el calor de mi familia y por ser la guía de mi camino.
- Mi esposa** Por ser mi balance, mi apoyo, mi visión, mis sueños y añoranzas, mi felicidad, mi motor y la fuerza de mi voluntad.
- Mis padres** A quienes nunca existirán palabras para expresar mi infinito agradecimiento, ya que sin su ejemplo y sacrificio día con día, no hubiera sido posible alcanzar esta meta.
- Mis hermanos** Por su cariño y apoyo incondicional en todo momento.
- Mis abuelos** Que desde el cielo están apoyándome, cuidándome y ahora se han convertido en mis ángeles guardianes.
- Mi familia** Eterno agradecimiento por su apoyo y por estar a mi lado cuando más los he necesitado.

Mis amigos

Por todo el apoyo y convivencias que me brindaron a lo largo de la carrera, la vida y de todos los años de conocerlos.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por todas las bendiciones derramadas en mi vida, su inmenso amor al permitirme el calor de mi familia y por ser la guía de mi camino.
Mi esposa	Por tener la paciencia y la dedicación para conmigo, por el tiempo y energía que junto a mí derrochaste para que yo alcanzara esta meta.
Mis padres	Por el cariño y esfuerzo que me han brindado durante toda mi vida.
Mis hermanos	Por ser una importante influencia en mi carrera y por compartir este éxito en mi vida.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por darme las herramientas necesarias para desarrollarme como profesional en el campo.
Facultad de Ingeniería	Por bríndame los conocimientos necesarios para desarrollarme como ingeniero.
Mi asesor	Ing. Angel Roberto Sic García, por su incondicional apoyo y valiosa asesoría para la realización del presente trabajo de graduación.

**Municipalidad de San
Juan Sacatepéquez**

A mis compañeros y a la Municipalidad, por su
valiosa colaboración y amistad.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	IX
GLOSARIO.....	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. ANTECEDENTES.....	1
1.1. Monografía del municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala.....	1
1.1.1. Aspectos generales.....	1
1.1.2. Localización del municipio.....	1
1.1.3. Ubicación geográfica.....	1
1.1.4. Aspectos topográficos.....	2
1.1.5. Vías de acceso.....	2
1.1.6. Clima.....	3
1.1.7. Colindancias.....	4
1.1.8. Turismo.....	5
1.1.9. Demografía.....	5
1.1.9.1. Población.....	5
1.1.9.2. Distribución de viviendas.....	6
1.1.9.3. Tipología de viviendas.....	6
1.1.10. Idioma.....	6
1.1.11. Aspectos económicos.....	6
1.1.12. Servicios existentes.....	7

1.1.13.	Necesidades de servicios de las comunidades.....	7
1.1.14.	Necesidades de infraestructura de las comunidades	8
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	9
2.1.	Diseño del tramo carretero sector V, para la aldea Comunidad de Zet.....	9
2.1.1.	Descripción del proyecto	9
2.1.2.	Levantamiento topográfico preliminar	9
2.1.3.	Ensayos de laboratorio	10
2.1.3.1.	Granulometría.....	10
2.1.3.2.	Límites de consistencia (límites de Atterberg).....	11
2.1.3.2.1.	Límite líquido	11
2.1.3.2.2.	Límite plástico.....	12
2.1.3.2.3.	Índice de plasticidad	12
2.1.3.3.	Proctor modificado	13
2.1.3.4.	Valor Soporte California (CBR)	13
2.1.3.5.	Ensayo de abrasión (máquina de los ángeles).....	14
2.1.4.	Diseño de localización	15
2.1.5.	Diseño geométrico de carretera.....	16
2.1.5.1.	Alineamiento horizontal de la carretera	17
2.1.5.1.1.	Diseño de curvas horizontales	19
2.1.5.1.2.	Diseño de curvas de transición	23
2.1.5.1.3.	Distribución de peralte ..	24

	2.1.5.1.4.	Distribución de sobre ancho	24
	2.1.5.2.	Alineamiento vertical de la carretera	26
	2.1.5.2.1.	Subrasante.....	26
	2.1.5.2.2.	Curvas verticales.....	27
2.1.6.		Movimiento de tierras.....	30
	2.1.6.1.	Dibujo de sección transversal.....	30
	2.1.6.2.	Dibujo de secciones típicas	30
	2.1.6.3.	Determinación de áreas	31
	2.1.6.4.	Cálculo de volúmenes	34
	2.1.6.5.	Balance	38
	2.1.6.6.	Diagrama de masas	38
2.1.7.		Criterios para definir la carpeta de rodadura	39
2.1.8.		Diseño de pavimento rígido.....	40
	2.1.8.1.	Subrasante.....	40
	2.1.8.2.	Descripción del método a utilizar.....	41
	2.1.8.3.	Parámetros de diseño de carreteras	41
	2.1.8.3.1.	Período de diseño	41
	2.1.8.3.2.	Tránsito promedio diario	41
	2.1.8.3.3.	Módulo de reacción de subrasante (k)	42
	2.1.8.3.4.	Módulo de ruptura del concreto (MR)	45
	2.1.8.4.	Diseño de espesor de pavimento	45
	2.1.8.5.	Diseño de la mezcla de concreto.....	47
2.1.9.		Drenaje transversal y cuneta.....	51
2.1.10.		Planos constructivos	58
2.1.11.		Presupuesto total del proyecto.....	58

2.1.12.	Integración de precios unitarios	60
2.1.13.	Cantidades estimadas de trabajo	60
2.1.14.	Cronograma de actividades físicas y financieras	61
2.1.15.	Evaluación socioeconómica inicial.....	62
2.1.16.	Evaluación de impacto ambiental inicial	63
2.2.	Diseño de la línea de conducción de agua potable para el caserío Los Ajvix, Cerro Alto	69
2.2.1.	Descripción del proyecto	69
2.2.2.	Levantamiento topográfico	70
2.2.3.	Criterios de diseño.....	70
2.2.3.1.	Período de diseño.....	70
2.2.3.2.	Estimación de la población de diseño ..	71
2.2.3.3.	Población actual y tasa de crecimiento poblacional	71
2.2.3.4.	Cálculo de población futura	72
2.2.3.5.	Dotación	73
2.2.3.6.	Dotación de diseño	74
2.2.4.	Factores de consumo	74
2.2.4.1.	Factor de día máximo	75
2.2.4.2.	Factor de hora máximo	75
2.2.5.	Determinación de caudales	76
2.2.5.1.	Caudal medio diario.....	76
2.2.5.2.	Caudal diario máximo	77
2.2.5.3.	Caudal horario máximo.....	78
2.2.5.4.	Caudal de bombeo	79
2.2.6.	Componentes y diseño hidráulico del sistema	79
2.2.6.1.	Captación	80
2.2.6.2.	Línea de conducción.....	80

	2.2.6.2.1.	Determinación de diámetro económico	80
	2.2.6.2.2.	Verificación del golpe de ariete	84
	2.2.6.2.3.	Cálculo de la carga dinámica total	85
	2.2.6.2.4.	Determinación de la potencia de la bomba	87
	2.2.6.2.5.	Especificaciones del equipo de bombeo.....	88
	2.2.6.3.	Tanque de distribución	90
	2.2.6.4.	Red de distribución	90
2.2.7.		Sistema de desinfección	90
2.2.8.		Programa de operación y mantenimiento.....	90
2.2.9.		Propuesta de tarifa.....	91
	2.2.9.1.	Costo de operación	91
	2.2.9.2.	Costo de mantenimiento	92
	2.2.9.3.	Costo de tratamiento	92
	2.2.9.4.	Gastos administrativos	93
	2.2.9.5.	Costo de reserva.....	94
	2.2.9.6.	Tarifa mensual propuesta.....	94
2.2.10.		Planos de detalles.....	95
2.2.11.		Presupuesto.....	95
	2.2.11.1.	Integración de precios unitarios.....	95
2.2.12.		Cronograma	97
2.2.13.		Evaluación de impacto ambiental inicial.....	99
2.2.14.		Evaluación socioeconómica	99
	2.2.14.1.	Valor Presente Neto	99
	2.2.14.2.	Tasa Interna de Retorno	101

CONCLUSIONES	103
RECOMENDACIONES	105
BIBLIOGRAFÍA	107
APÉNDICES	109
ANEXOS	123

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa del municipio San Juan Sacatepéquez.....	2
2.	Elementos de curva horizontal	19
3.	Grado de curvatura	20
4.	Detalle de curvas verticales	28
5.	Determinación de áreas, método analítico	32
6.	Determinación de áreas, método gráfico	33
7.	Determinación de áreas, método gráfico	34
8.	Cálculo de volúmenes de movimiento de tierra	35
9.	Volumen entre secciones del mismo tipo	36
10.	Volumen entre secciones de diferente tipo.....	37
11.	Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos	44
12.	Mapa de la cuenca drenaje crítico.....	52
13.	Detalle de cuneta	57
14.	Ciclo hidrológico.....	69
15.	Marcas de seguridad en equipo de bombeo.....	89

TABLAS

I.	Datos meteorológicos estación San Martín Jilotepeque	4
II.	Calidad de subrasante en función del CBR.....	14
III.	Clasificación y características de las carreteras	16
IV.	Datos de curvas horizontales	25
V.	Valores de K	29

VI.	Ejemplo de cálculo de movimiento de tierras.....	37
VII.	Clasificación de vehículos según su categoría de cargas por eje	42
VIII.	Valores de “k” según clasificación de suelo	43
IX.	Espesor óptimo de carpeta de rodadura en función de MR y k.....	46
X.	Datos para diseño de mezcla (1m ³ concreto fresco).....	48
XI.	Proporción volumen.....	51
XII.	Coeficiente de escorrentía	53
XIII.	Tiempo de concentración	54
XIV.	Presupuesto del proyecto	59
XV.	Cantidades estimadas de trabajo	61
XVI.	Cronograma de actividades físicas y financieras	62
XVII.	Matriz de Leopold para la evaluación de impactos ambientales	68
XVIII.	Dotaciones según sistemas de abastecimiento para el área rural ...	73
XIX.	Amortización anual	82
XX.	Costo mensual de bombeo	83
XXI.	Determinación de diámetro económico.....	83
XXII.	Valores de módulo de elasticidad volumétrica de materiales.....	85
XXIII.	Presupuesto del proyecto	96
XXIV.	Cronograma de ejecución del proyecto	97
XXV.	Resultados ensayo de límites de Atterberg.....	124

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Af	Agregado fino
Ag	Agregado grueso
w	Agua
Δ	Ángulo de deflexión de la curva
A	Área
Q_B	Caudal de bombeo
Q_{Ilícitas}	Caudal de conexiones ilícitas
Q_d	Caudal de diseño
Q_v	Caudal de vivienda
Q_{dom}	Caudal domiciliar
Q	Caudal en litros por segundo
Q_{md}	Caudal máximo diario
Q_{mh}	Caudal máximo horario
Q_m	Caudal medio
c	Cemento
cm	Centímetro
PVC	Cloruro de polivinilo
C	Coefficiente de fricción
n	Coefficiente de rugosidad
n	Coefficiente de rugosidad de Manning
K	Constante en función de la velocidad
C_m	Cuerda máxima
D	Diámetro hidráulico

A	Diferencia algebraica de pendientes
d	Distancia entre estaciones
t	Espesor de la losa de concreto del pavimento (carpeta de rodadura)
E	External
G	Grado de curvatura
h.p.	<i>Horse power</i> (caballos de fuerza)
Hop	Humedad óptima
IP	Índice de plasticidad
kg/cm²	Kilogramo por centímetro cuadrado
kg/cm³	Kilogramo por centímetro cúbico
km	Kilómetro
Kph	Kilómetros por hora
lb	Libra
lb/pie³	Libra por pie cúbico
psi	Libras por pulgada cuadrada
LL	Límite Líquido
LP	Límite Plástico
L	Litros
l/s	Litros por segundo
LCV	Longitud de Curva Vertical
m	Metro
m²	Metro cuadrado
m.c.a.	Metros columna de agua
m³/s	Metros cúbicos por segundo
Mm	Milímetro
mm/h	Milímetros por hora
min	Minutos
k	Módulo de reacción de subrasante

MR	Módulo de ruptura del concreto
Q	Moneda quetzal de Guatemala
US\$	Moneda dólar de Estados Unidos de América
π	Número PI, 3,141592654
Om	Ordenada media
PUc	Peso Unitario del concreto
Pie³	Pie cúbico
%	Porcentaje
Pul	Pulgada
PIV	Punto de Intersección Vertical
R	Radio de la curva
R_h	Radio hidráulico
f'c	Resistencia a la compresión del concreto
St	Subtangente
TPDC	Tránsito Promedio Diario de Camiones
TPD	Tránsito Promedio Diario
$\frac{3}{4}$pulgadas	Tres cuartos de pulgada
V	Volumen

GLOSARIO

AASHTO	American Association of Highways and Transportation Officials.
Agregado	Materiales inertes de determinadas características que conforman el concreto, excluyendo el agua.
Agregado fino	Agregado del concreto que sus partículas tienen un diámetro entre 0,074 y 4,76 milímetros. (Arena).
Agregado grueso	Agregado que sus partículas tienen un diámetro que varía entre 4,77 y 19,10 milímetros. Normalmente es llamado pedrín o grava.
Asentamiento	Es el descenso de nivel que presenta una estructura debido al hundimiento del suelo.
Abrasión	Es el desgaste producido a un material por acción de fricción.
Aforo vehicular	Método estadístico que tiene como finalidad la determinación del número de vehículos que transitan en un lugar determinado durante un tiempo definido.

Altimetría	Rama de la topografía que estudia los métodos que tienen como finalidad la representación de las alturas de los puntos de un terreno sobre el nivel del mar o un plano de referencia.
Arcilla	Partículas de suelo de diámetro menor de 0,002 milímetros.
Arena	Partículas de suelo de diámetro entre 0,074 y 4,76 milímetros.
Base	Capa de material seleccionado de granulometría específica que se construye sobre la subbase.
Bombeo	Pendiente transversal descendente de la corona o subcorona, a partir de su eje o línea central, hacia ambos lados en tangente horizontal.
CA	Carretera Interamericana.
Caudal	Volumen por unidad de tiempo (por ejemplo m ³ /s o l/s).
Cemento	Aglomerante hidráulico, es decir que reacciona y fragua con agua, utilizado en el concreto y su función es aglomerar o pegar los agregados del concreto.
COCODE	Consejo Comunitario de Desarrollo.

Densidad	Relación entre la masa de un material y el volumen.
Fraguado del concreto	Cambio del estado plástico a sólido del concreto.
INE	Instituto Nacional de Estadística de Guatemala.
Losa	Estructura plana de concreto con grosor específico, utilizada para soportar cargas verticales.

RESUMEN

En el presente trabajo de graduación se desarrolla el diseño de un tramo carretero del sector V, aldea Comunidad de Zet, así como el diseño de la línea de conducción de agua potable para el caserío Los Ajvix, Cerro Alto, ambos del municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala. Este documento consta de dos capítulos compuestos de la siguiente manera:

Capítulo 1: se desarrolla una investigación monográfica del municipio de San Juan Sacatepéquez, sus aspectos históricos, localización geográfica, clima, división política, entre otros.

Capítulo 2: contiene la fase del servicio técnico profesional, la cual está conformada por dos secciones, en la primera está el diseño del pavimento rígido para el sector V, aldea Comunidad de Zet y en la segunda el diseño de la línea de conducción de agua potable para el caserío Los Ajvix, Cerro Alto, municipio de San Juan Sacatepéquez. Dichas secciones cuentan con una memoria descriptiva de la situación actual del proyecto, métodos y/o normas de diseño.

Además se enumeran los aspectos técnicos y criterios más importantes que intervienen en el diseño, cálculo y elaboración de presupuesto para cada uno de los proyectos, en la parte final del documento se presentan las conclusiones, recomendaciones y los anexos correspondientes.

OBJETIVOS

General

Diseñar la línea de conducción de agua potable para el caserío Los Ajvix, Cerro Alto; y el pavimento rígido para el sector V, aldea Comunidad de Zet, municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala.

Específicos

1. Desarrollar una investigación de tipo monográfica del municipio de San Juan Sacatepéquez la cual contenga las características geográficas, sociales, de servicios, de producción y demográficas principales, así como las necesidades de servicio básico e infraestructura del lugar.
2. Realizar un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos, saneamiento e infraestructura de San Juan Sacatepéquez, Guatemala.
3. Aplicar los códigos y normas para el diseño de líneas de conducción de agua potable y carreteras.
4. Elaborar planos, presupuestos y cronogramas de los proyectos a diseñar.
5. Capacitar a los miembros del COCODE de la aldea, sobre aspectos de operación y mantenimiento de los proyectos.

INTRODUCCIÓN

En cada comunidad existe una amplia variedad de necesidades, las cuales se priorizan y solucionan mediante la realización del Ejercicio Profesional Supervisado.

El presente trabajo de graduación está constituido por dos fases: la primera es la investigación diagnóstica, la cual trata acerca de la necesidad de aumentar la cantidad de agua potable para el caserío Los Ajvix puesto que la red de distribución ya no es suficiente para suplir al caserío; además de la necesidad de vías de comunicación para la aldea Comunidad de Zet del municipio de San Juan Sacatepéquez, esto con el fin de hacer crecer el comercio en la aldea y mejorar la calidad de vida de la población.

La segunda fase, contempla el servicio técnico profesional, en la cual se describen las características y desarrollo tanto de la línea de conducción como del tramo carretero, los proyectos se titulan: Diseño del tramo carretero sector V, aldea Comunidad de Zet y Diseño de la línea de conducción de agua potable para el caserío Los Ajvix, Cerro alto, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

1. ANTECEDENTES

1.1. Monografía del municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala

A continuación se muestra la Monografía del municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala.

1.1.1. Aspectos generales

Según la información recabada en la municipalidad de San Juan Sacatepéquez y su portal web <http://www.munisanjuansac.org/>, su nombre oficial es San Juan Sacatepéquez, municipio del departamento de Guatemala, con municipalidad de segunda categoría y con un área aproximada de 287 kilómetros cuadrados.

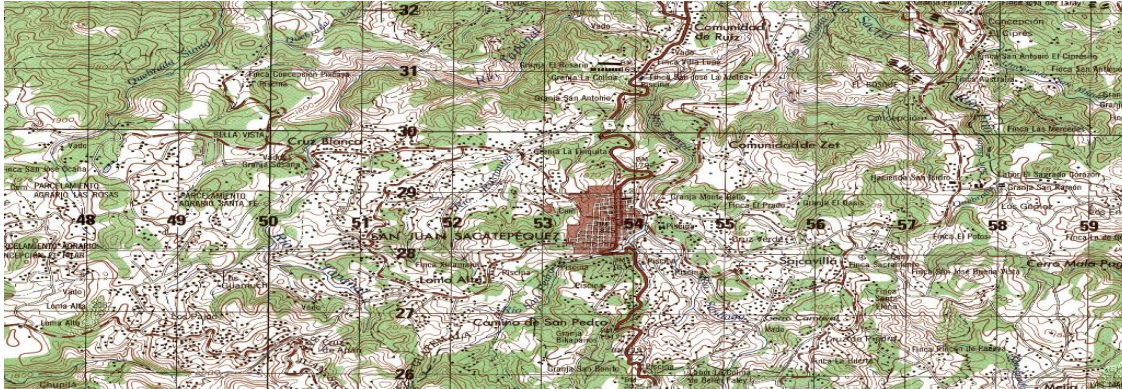
1.1.2. Localización del municipio

El municipio se encuentra ubicado en la parte noroeste del departamento de Guatemala. Se localiza en la latitud norte 14° 43' 02" y en la longitud oeste 90° 38' 34".

1.1.3. Ubicación geográfica

A continuación se muestra el mapa del municipio de San Juan Sacatepéquez.

Figura 1. **Mapa del municipio San Juan Sacatepéquez**



Fuente: municipalidad de San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

1.1.4. Aspectos topográficos

La topografía del municipio es irregular, bastante montañosa y quebrada; presenta pocas planicies, tiene muchas pendientes y hondonadas cubiertas de verde y exuberante vegetación. Tiene regiones fértiles que gradualmente van haciendo contacto con partes de terrenos secos, barrancos arenosos y hasta barrosos.

1.1.5. Vías de acceso

La cabecera municipal se encuentra ubicada a una distancia de 32 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala, sobre la ruta nacional 5, la cual es asfaltada. Esta vía, en la mayor parte de su trayecto, está delimitada por pinos y cipreses situados a ambos lados.

La principal vía de comunicación para la aldea Comunidad de Zet, en su mayoría es pavimento, pero existe una parte que es terracería.

La principal vía de comunicación para el caserío Ajvix es asfaltada hasta la aldea Sacsuy, de allí pasando por la aldea Cerro Alto hasta el caserío Los Ajvix es de terracería.

1.1.6. Clima

Su altura sobre el nivel del mar es de 1 485 metros. El clima de la región es templado durante casi todo el año, ya que se encuentra sumergido dentro de las cadenas montañosas y es protegido de grandes fluctuaciones climáticas. Existen dos estaciones bien marcadas: estación lluviosa de mayo a octubre y estación seca, pero más fría, de noviembre a abril.

Un factor que afecta el clima, y que cada vez se toma más en cuenta, es la deforestación que está sufriendo el área, esto ha influido en la disminución de la precipitación pluvial anual y en el aumento de la erosión de los suelos.

La estación meteorológica más cercana es la estación San Martín Jilotepeque. A continuación el último dato anual obtenido para cada uno de los parámetros climáticos.

Tabla I. **Datos meteorológicos estación San Martín Jilotepeque**

Dato anual de temperatura media [°C]	18,9
Dato anual de temperatura máxima [°C]	23,7
Dato anual de temperatura mínima [°C]	12,8
Dato anual de temperatura máxima absoluta [°C]	29,8
Dato anual de temperatura mínima absoluta [°C]	4,5
Promedio anual de humedad relativa [%]	84
Acumulado anual de lluvia en milímetros [mm]	1 315,5
Total anual de días lluvia [días]	130
Promedio anual de nubosidad [octas]	6
Dirección del viento	W (Oeste)
Promedio anual de velocidad del viento [Km/h]	2,7
Promedio anual de evaporación a la sombra (evap. Piché) [mm]	2,8

Fuente: registros estadísticos INSIVUMEH Guatemala.

1.1.7. Colindancias

El municipio colinda al norte con el municipio de Granados, del departamento de Baja Verapaz, al este con el municipio de San Raymundo del departamento de Guatemala; al sur con el municipio de San Pedro Sacatepéquez, del departamento de Guatemala; y al oeste con los municipios de San Martín Jilotepeque, el Tejar, del departamento de Chimaltenango, y el municipio de Santo Domingo Xenacoj, del departamento de Sacatepéquez.

1.1.8. Turismo

Por ser un pueblo de belleza natural, cuenta con algunos lugares de atracción turística, entre los cuales se pueden mencionar: Villa Lourdes, La Concepción, centro recreativo y balneario Vista Bella, El Bucarito, El Pilar, La Viña, Ocaña, La Laguneta de San Miguel, Río Grande o Motagua, entre otros. También podemos mencionar a la cabecera municipal en su feria titular, por la solemnidad de sus procesiones religiosas, actividades socioculturales y por la típica y vistosa indumentaria de sus pobladores, conservándose como autóctono.

1.1.9. Demografía

La población sanjuanera cuenta con un promedio del 65,4 % de población indígena perteneciente al grupo Kaqchiquel y el 34,6 % ladino, siendo uno de cuatro municipios con mayor población indígena del departamento de Guatemala.

1.1.9.1. Población

La población de estas comunidades asciende a aproximadamente 7 000 habitantes reconocidos como población indígena. En la actualidad el núcleo familiar se compone de un total de 4 a 5 hijos, con un promedio de 6 a 7 miembros por familia.

La tasa de crecimiento anual es tres por ciento, según cálculos de datos de población de todo el municipio, censos desarrollados por el Instituto Nacional de Estadística del 2000 con proyección al 2010.

1.1.9.2. Distribución de viviendas

La población del municipio está distribuida en un 46,5 % en el área rural, mientras que un 53,5 % de dicha población es urbana.

1.1.9.3. Tipología de viviendas

La mayoría de viviendas están construidas en mampostería reforzada con bloques prefabricados en concreto liviano, aunque también se pueden observar algunas casas en las cuales utilizan bahareque, o bajareque, el cual es un sistema de construcción de viviendas a partir de palos o cañas entretejidos y barro. Esta técnica ha sido utilizada desde épocas remotas para la construcción de vivienda en pueblos de América.

1.1.10. Idioma

La mayoría de los pobladores son indígenas hablantes del idioma español y kaqchiquel.

1.1.11. Aspectos económicos

La fuente principal de producción y fuerza de trabajo, para los habitantes del municipio y sus aldeas, es el uso de la mano de obra de los pobladores en diferentes tipos de trabajo y actividades productivas y de subsistencia. La mayoría se dedica al cultivo de flores y hortalizas, también a la fabricación de muebles, y a la tapicería, muy pocos laboran en actividades como la albañilería y comercio.

La aldea Comunidad de Zet, cuenta con un establecimiento donde imparten clases de nivel preprimario y de nivel primario a la vez, para tener acceso a la educación básica tienen que acudir a los institutos del casco urbano, así como para el nivel diversificado.

Las condiciones climáticas y naturales del lugar son agradables y aptas para la producción y la habitabilidad, en términos generales. Sin embargo, las condiciones ambientales en el área a intervenir son precarias e inadecuadas principalmente por la falta de un sistema que apoye el existente para proveer de agua potable a ambas comunidades y otros problemas derivados de esta situación, contaminando el aire, los cultivos, las fuentes de agua y los procesos productivos.

1.1.12. Servicios existentes

En ambas comunidades pueden encontrarse servicios formales de:

- Energía eléctrica domiciliar
- Alumbrado público
- Servicio telefónico
- Agua transportada por camiones y entubada
- Transporte público
- Iglesias de distintas denominaciones

1.1.13. Necesidades de servicios de las comunidades

Principalmente las necesidades pueden concentrarse en escasez de agua y mal estado de las vías de acceso.

1.1.14. Necesidades de infraestructura de las comunidades

El mejoramiento de calles y aceras de la aldea Comunidad de Zet, viene a contribuir con el ordenamiento territorial, la recuperación de espacios públicos seguros y con el desarrollo comercial de la zona, ya que con un buen diseño se puede incrementar el comercio en el municipio de San Juan Sacatepéquez; todos estos cambios vendrían en total a mejorar la calidad de vida del habitante de la comunidad. La realización de este proyecto beneficiará a más de 7 000 personas.

En el caserío Los Ajvix actualmente existe una perforación, línea de conducción y línea de distribución de agua potable, pero debido a la escasez de agua, la perforación no es suficiente para los habitantes de dicho sector, por lo cual es necesario un nuevo sistema de 700 metros lineales que satisfaga a la comunidad desde la nueva perforación.

Con la realización del proyecto se permitirá a los vecinos satisfacer sus necesidades fisiológicas, aseo personal y para usos domésticos.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del tramo carretero sector V, para la aldea Comunidad de Zet

A continuación se describe la fase de servicio técnico profesional.

2.1.1. Descripción del proyecto

El presente estudio contempla el diseño geométrico con especificaciones para el tramo carretero, que conduce del centro del casco urbano de San Juan Sacatepéquez hacia el Sector V para la aldea Comunidad de Zet. Este proyecto cuenta con un diseño 3 384,24 metros lineales y un ancho aproximado de 5,50 metros de carpeta de rodadura, el tipo de carretera es de orden "F". También cuenta con cunetas tipo V en ambos extremos de dicha carretera para un buen desfogue de las aguas pluviales que escurren por dicho sector.

2.1.2. Levantamiento topográfico preliminar

Trata de efectuar las mediciones necesarias para determinar las posiciones relativas de los puntos, ya sea arriba, sobre o debajo de la superficie de la tierra, o para establecer tales puntos.

El conjunto de operaciones necesarias para determinar dichas posiciones, y posteriormente su representación en un plano, es lo que comúnmente se llama levantamiento topográfico; el levantamiento para dicho proyecto corresponde a un segundo orden.

2.1.3. Ensayos de laboratorio

El estudio de suelos para el diseño de la estructura de concreto, comprende una serie de ensayos que a continuación se detallan:

2.1.3.1. Granulometría

El análisis granulométrico de un suelo consiste en separar y clasificar por tamaño los granos que lo componen. Existen dos tipos de análisis granulométrico:

- Por tamices: seco o lavado Núm. 200
- Por sedimentación

Utilizando el método de tamices y según la Norma AASHTO T-27, (American Association of State Highway and Transportation Officials) el suelo se clasifica en el subgrupo A-2-7, pues el porcentaje de suelo que pasa por el tamiz 200 es 24,14 % menor que el 35 % requerido.

Los suelos A-2-7: pertenecen a este subgrupo, aquellos materiales cuyo contenido de material fino es igual o menor que el 35 % y cuya fracción que pasa por el tamiz 40 y el cual cumple con las especificaciones para una base compactada.

2.1.3.2. Límites de consistencia (límites de Atterberg)

Las propiedades plásticas de los suelos limosos y arcillosos pueden ser analizadas a través de pruebas empíricas o, bien, por el ensayo de límites de Atterberg o de consistencia, como también se les conoce.

Dentro de los primeros, se pueden citar los análisis de identificación preliminar de suelos finos: dilatación, resistencia en seco, tenacidad y sedimentación. Los límites de Atterberg son:

- Índice de plasticidad
- Límite líquido
- Límite plástico

2.1.3.2.1. Límite líquido

Es el porcentaje de humedad, respecto del peso seco de la muestra, en el cual pasa de estado líquido a estado plástico. Casagrande fue quien formuló el procedimiento para determinar este límite.

$$LL = W (N/25)^{0,121}$$

Donde:

LL = límite líquido

N = número de golpes

W = porcentaje de humedad

2.1.3.2.2. Límite plástico

Es el porcentaje de humedad, respecto del peso seco de la muestra, secada al horno, en el cual el suelo cohesivo pasa de estado semisólido a estado plástico. El proceso es rodillar bolitas de suelo, formando filamentos de 1/8" hasta que se rompan.

Al momento de romperse se determina la humedad contenida y se calcula con la siguiente fórmula:

$$LP = \frac{P_w}{P_s} \times 100$$

Donde:

LP = límite plástico

Ps = peso seco de la muestra

Pw = peso del agua contenida en la muestra

2.1.3.2.3. Índice de plasticidad

Es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

$$IP = LL - LP$$

Según Atterberg:

IP = 0 suelo no plástico

IP = 0 a 7 suelo de baja plasticidad

IP = 7 a 17 suelo medianamente plástico

NOTA: el suelo a utilizar como material de base para la pavimentación del proyecto en estudio, corresponde a una arena con arcilla color café con partículas de grava; debido a que es un suelo granular, el material presenta un valor de Limite liquido de 54,8 % y un valor de índice de plasticidad de 32,0, ya que este es un ensayo que describe cuantitativamente el efecto de la variación de la humedad en la consistencia de los suelos finos, considerándose suelos finos cuando se tienen materiales limosos o arcillosos.

2.1.3.3. Proctor modificado

El ensayo Proctor permite conocer las características de compactación de un suelo como, humedad óptima de compactación (que es cuando alcanzará su máxima compactación) y densidad máxima. Existen dos tipos de análisis:

- Proctor estándar
- Proctor modificado

En este trabajo se describe el ensayo Proctor modificado, según AASHTO T-180 por ser el más usado en pavimentos. Según datos de laboratorio este valor es de 12,55 por ciento y tiene una densidad seca máxima de 1 981,67 kg/m³ o bien 123,70 lb/pie³.

2.1.3.4. Valor Soporte California (CBR)

El ensayo C.B.R. (California Bearing Ratio) sirve para determinar el valor soporte que tiene un suelo compactado a su densidad máxima, en las peores condiciones de humedad que pueda tener en el futuro. Este se expresa como el porcentaje de esfuerzo requerido para hacer penetrar un pistón estándar en la muestra de suelo, compactado con el patrón de piedra triturada de propiedades

conocidas. Según la Norma AASHTO T-193 y datos del laboratorio, el resultado de CBR indica que la muestra tiene un porcentaje de expansión menor al 1 por ciento y a una compactación de 99 por ciento el CBR tiene un valor de 68,36 por ciento lo cual lo clasifica como una buena base.

Tabla II. **Calidad de subrasante en función del CBR**

CBR (%)	Calidad de Subrasante
0 - 3	Muy mala
3 - 5	Mala
5 - 20	Buena
20 - 30	Excelente

Fuente: BOWLES, Joseph E. *Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil*. p. 191.

2.1.3.5. Ensayo de abrasión (máquina de los ángeles)

El ensayo de abrasión consiste en colocar el agregado grueso en conjunto con unas esferas metálicas en un tambor rotativo durante quinientas vueltas a razón de treinta revoluciones por minuto, con el fin de evaluar la resistencia al desgaste del agregado grueso y el porcentaje de desgaste que sufre el mismo, en este caso particular según indicaciones de la dirección municipal de planificación, el concreto no se fabricará en obra sino que será contratada una empresa proveedora de concreto premezclado.

2.1.4. Diseño de localización

Para realizar el diseño de localización de la carretera mejorada, se deben tener en cuenta las normas o especificaciones, que rigen las características geométricas de los diferentes tipos de carreteras del país.

Como primer paso se debe determinar el tipo de carretera que se requiere diseñar, para esto debe tomarse en cuenta el tránsito promedio diario (TPD) y la velocidad de diseño. Para este proyecto se seleccionó una carretera tipo “F”, debido a que el tránsito promedio diario es aproximadamente de 90 vehículos, la región es llana por lo que la velocidad de diseño será de 40 kph. En la tabla III se describen las características geométricas, que deben tener las diferentes clasificaciones de carreteras, según el tránsito promedio diario y el tipo de región.

Tabla III. Clasificación y características de las carreteras

T.P.D. DE	CARRETERA	VELOCIDAD DE DISEÑO	ANCHO DE CALZADA (mts.)	ANCHO DE TERRACERÍA		DERECHO DE VÍA	RADIO MÍNIMO	PENDIENTE MÁXIMA (mis.)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA		DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PASO	
				CORTE (mts)	RELLENO (mts)				MÍNIMA (mts)	RECOMENDADA (mts)	MÍNIMA (mts)	RECOMENDADA (mts)
	TIPO "A"		2x7,20	25	24	50						
3000	REGIONES											
A	LLANAS	100					375	3	160	200	700	750
5000	ONDULADAS	80					225	4	110	150	520	550
	MONTAÑOSAS	60					110	5	70	100	350	400
	TIPO "B"		7,20	13	12	25						
1500	REGIONES											
A	LLANAS	80					225	6	110	150	520	550
3000	ONDULADAS	60					110	7	70	100	350	400
	MONTAÑOSAS	40					47	8	40	50	180	200
	TIPO "C"		6,50	12	11	25						
900 A	REGIONES											
1500	LLANAS	80					225	6	110	150	520	550
	ONDULADAS	60					110	7	70	100	350	400
	MONTAÑOSAS	40					47	8	40	50	180	200
	TIPO "D"		6,00	11	10	25						
500	REGIONES											
A	LLANAS	80					225	6	110	150	520	550
900	ONDULADAS	60					110	7	70	100	350	400
	MONTAÑOSAS	40					47	8	40	50	180	200
	TIPO "E"		5,50	9,50	8,50	25						
100 A	REGIONES											
500	LLANAS	50					75	8	55	70	260	300
	ONDULADAS	40					47	9	40	50	180	200
	MONTAÑOSAS	30					30	10	30	35	110	150
	TIPO "F"		5,50	9,50	8,50	15						
10 A	REGIONES											
100	LLANAS	40					47	10	40	50	180	200
	ONDULADAS	30					30	12	30	35	110	150
	MONTAÑOSAS	20					18	14	20	25	50	100

Notas:

- 1 T.P.D. = promedio de tráfico diario
- 2 La sección típica para carreteras tipo "A", incluyen isla central de 1,50 mts. De ancho
- 3 La calidad de la capa de recubrimiento de la calzada podrá ser para carreteras Tipo "A": hormigón, concreto asfáltico (frío o caliente) o tratamiento superficial múltiple; para Tipo "B" y "C": concreto asfáltico (frío o caliente) o tratamiento superficial doble; para Tipo "D": tratamiento superficial doble y para Tipo "F" recubrimiento de material selecto. Los recubrimientos para las carreteras, desde el Tipo "A" al "E", dependerán de las características mecánicas del suelo y de las propiedades de los materiales de construcción de la zona.

Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes. *Normas de servicios técnicos, proyecto geométrico*. Año 1991.

2.1.5. Diseño geométrico de carretera

Es la técnica de ingeniería civil que consiste en situar el trazado de una carretera o calle en el terreno. Los condicionantes para situar una carretera sobre la superficie son muchos, entre ellos la topografía del terreno, la geología, el medio ambiente, la hidrología o factores sociales y urbanísticos. El primer

paso para el trazado de una carretera es un estudio de viabilidad que determine el corredor donde podría situarse el trazado de la vía. Existen características esenciales que posee una carretera las cuales describiremos a continuación.

2.1.5.1. Alineamiento horizontal de la carretera

Consiste en el diseño de la línea final de localización en planimetría mediante el cálculo de las curvas horizontales, las cuales definirán la ruta a seguir y constituyen la guía fundamental a la cuadrilla de topografía para el trazo de la carretera.

En el proceso de diseño y cálculo se deben considerar varios aspectos técnicos, los cuales se enumeran a continuación:

- Todo el diseño debe ir basado en el principio de seguridad y comodidad en la carretera.
- Una carretera diseñada a seguir las ondulaciones de las curvas a nivel es preferible a una con tangentes largas pero con repetidos cortes y rellenos, ya que esto disminuye los costos.
- Para una velocidad de diseño dada, debe evitarse, dentro de lo razonable, el uso de los radios mínimos en el cálculo de las curvas horizontales.
- En una carretera para el área rural es conveniente evaluar si se usa un radio menor al mínimo permitido por la velocidad de diseño a cambio de incrementar considerablemente el costo de la obra al utilizar radios mayores, en estos casos el criterio del ingeniero diseñador es

importante, ya que las curvas deben ser diseñadas de tal forma que los vehículos puedan circular sin necesidad de hacer maniobras de retroceso, para poder recorrer la curva.

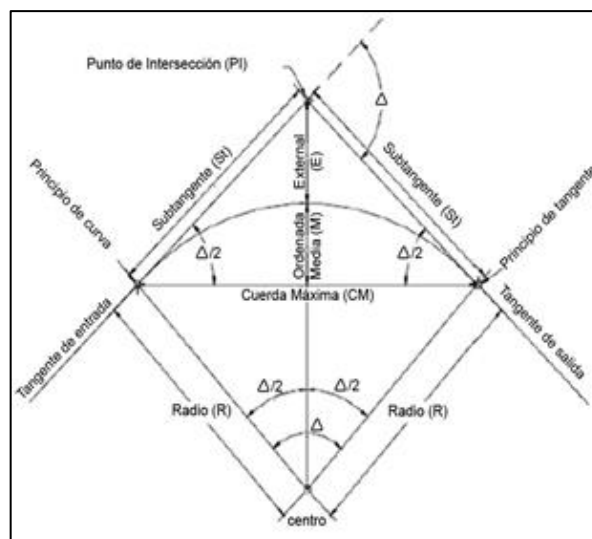
- Se debe procurar, en lo posible, aumentar la longitud de las tangentes
- Se deben evitar curvas en donde se localicen puentes, ya que estos deberán ubicarse preferiblemente en tangentes, pero, en situaciones especiales se ampliará la curva con un sobre ancho o diseñar un nuevo puente curvo.
- No deberán diseñarse curvas con radio mínimo previo a entrar a un puente.
- En terrenos llanos es conveniente evitar el diseño de tangentes demasiado largas, ya que la atención del conductor se pierde y puede provocar accidentes.
- Debe chequearse en cada cálculo la longitud de la tangente, ya que esta no podrá ser jamás negativa, porque esto indicaría que dos curvas, horizontales se están traslapando.
- Después de considerar los anteriores incisos y los que la experiencia del ingeniero diseñador posea, se procede al cálculo de las curvas horizontales.

2.1.5.1.1. Diseño de curvas horizontales

Consiste en el diseño de la línea final de localización en planimetría, mediante el cálculo de las curvas horizontales, las cuales definirán la ruta a seguir, en el proceso de diseño y cálculo se deben considerar varios aspectos técnicos.

Las curvas horizontales forman parte del alineamiento horizontal de una carretera, estas son arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas. Pueden ser simples (solo una curva circular) o compuestas (formadas por dos o más curvas circulares simples, del mismo sentido o no y diferente radio). Están compuestas por los siguientes elementos:

Figura 2. Elementos de curva horizontal



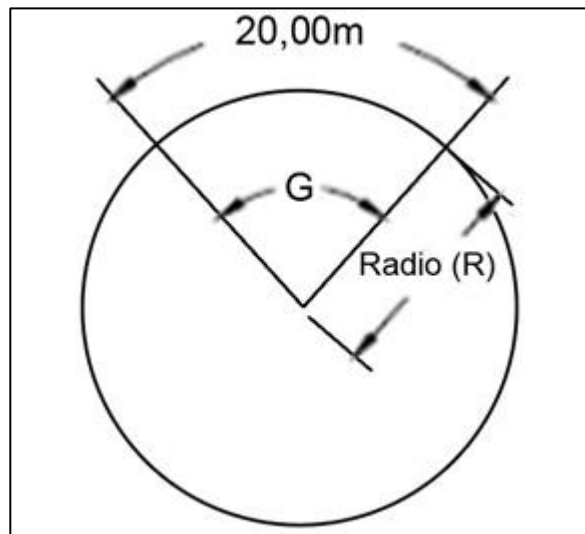
Fuente: YLLESCAS PONCE, Álvaro Danilo. *Diseño del tramo carretero comprendido desde el entronque del kilómetro 171+400 carretera Interamericana (CA-1), hacia el caserío Nuevo Xetnamit, del municipio de Nahualá, departamento de Sololá.* p. 24.

- Grado de curvatura (G)

Corresponde al ángulo central subtendido por un arco o una cuerda de 20 metros, establecida como cuerda unidad (c) o arco unidad (s).

$$G = 1\,145,91/R = 1\,145,91/100 = 11,46$$

Figura 3. **Grado de curvatura**



Fuente: YLLESCAS PONCE, Álvaro Danilo. *Diseño del tramo carretero comprendido desde el entronque del kilómetro 171+400 carretera Interamericana (CA-1), hacia el caserío Nuevo Xetnamit, del municipio de Nahuatán, departamento de Sololá.* p. 22.

- Radio de la curva (R)

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

$$R = \frac{1\,145,915}{G}$$

- Ángulo de deflexión (Δ)

El que se forma con la prolongación de uno de los alineamientos rectos y el siguiente. Puede ser a la izquierda o a la derecha, según si está medido en sentido antihorario o a favor de las manecillas del reloj, respectivamente. Es igual al ángulo central subtendido por el arco (Δ).

- Longitud de curva (LC)

Distancia desde el PC hasta el PT recorriendo el arco de la curva, o bien, una poligonal abierta formada por una sucesión de cuerdas rectas de una longitud relativamente corta. La cual se puede calcular con la siguiente ecuación.

$$L_c = \frac{20\Delta}{G} = \frac{20*(17^\circ)}{11,46} = 29,67 \text{ m}$$

Donde:

L_c = longitud de curva [m]

G = grado de curvatura

Δ = diferencia de azimut de entrada menos azimut de salida

Los radios fueron tomados a partir de la lectura de las deflexiones.

- Subtangente (St)

Es la distancia entre el principio de curva PC y el punto de intersección PI o entre PI y el principio de tangente PT.

$$Tg(\Delta/2) = St / R$$

$$St = R \times tg(\Delta/2)$$

- External (E)

Distancia desde el PI al punto medio de la curva sobre el arco.

$$E = R / \left(\cos \frac{\Delta}{2} \right) - R = 100 / \left(\cos \frac{17^\circ}{2} \right) - 100 = 1,11 \text{ m}$$

- Cuerda máxima (Cm)

Línea recta que une al punto de tangencia donde comienza la curva (PC) y al punto de tangencia donde termina (PT).

$$Cm = 2R * \sin \left(\frac{\Delta}{2} \right) = 2 * 100 * \sin \left(\frac{17^\circ}{2} \right) = 29,56 \text{ m}$$

- Ordenada media (Om)

Es la distancia dentro del punto medio de la curva y el punto medio de la cuerda máxima. La cual se puede calcular con la siguiente ecuación y ver todos los externos de la carretera.

$$O_m = R \left[1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right] = 100,00 \left[1 - \cos \frac{17^\circ}{2} \right] = 1,10 \text{ m}$$

2.1.5.1.2. Diseño de curvas de transición

La curva de transición es la que va variando de radio según se avanza la longitud. Surge debido a la necesidad de interponer un elemento que garantice una continuidad dinámica y geométrica.

La continuidad dinámica apunta al hecho de que la aparición de la fuerza centrífuga ocasionada al modificar la trayectoria se haga de manera gradual, de forma que el conductor pueda efectuar una maniobra de giro suave con velocidad angular constante para adecuarse a este cambio.

Las curvas de transición se intercalan entre las alineaciones rectas y las alineaciones curvas para permitir una transición gradual de curvatura.

La continuidad geométrica va ligada a la anterior y se refiere a la inexistencia de discontinuidades o puntos ángulo, son entre los elementos geométricos dos alineaciones consecutivas, como pueden ser la curvatura o el peralte.

Aparte de servir como enlace de otros tipos de alineaciones, la curva de transición se constituye como una alineación más, pudiendo existir tramos de vía compuestos exclusivamente por este tipo de curvas.

2.1.5.1.3. Distribución de peralte

Se denomina peralte a la pendiente transversal que se da en las curvas a la plataforma de calzada de una carretera, con el fin de compensar con una componente de su propio peso la inercia del vehículo, y lograr que la resultante total de las fuerzas se mantenga aproximadamente perpendicular al plano de la calzada. El objetivo del peralte es contrarrestar la fuerza centrífuga que impele al vehículo hacia el exterior de la curva, también tiene la función de evacuar aguas de la calzada. Este se encuentra en función de la velocidad del vehículo y del radio de la curva, en este caso particular, el peralte debe coincidir con el bombeo de la carpeta de rodadura debido a que el diseño se hizo sobre una calle de terracería existente, en la cual existen viviendas a ambos lados de la misma y no es posible ensanchar la calzada, los valores apropiados se detallan en la tabla IV.

2.1.5.1.4. Distribución de sobre ancho

Cuando un vehículo circula por una curva horizontal, el ancho de la calzada que ocupa es mayor que en la tangente. Ello es debido a que las ruedas traseras del vehículo siguen una trayectoria distinta a las de las ruedas delanteras, ya que los conductores tienen generalmente dificultad en mantener su vehículo en el eje del carril correspondiente. A fin de facilitar la operación del vehículo en las curvas, el ancho de las calzadas debe aumentarse en estas.

Por el tipo de curvas y la limitación de ancho de calzada no es posible diseñar la carpeta de rodadura con sobre ancho (Sa) los valores apropiados se detallan en la tabla IV.

Tabla IV. Datos de curvas horizontales

No.	R	Lc	St	Δ	Ordenada media	Cuerda máxima	External	Ls	e%	Sa
1	47	7,79	3,9	9°29'37"	0,16	7,778	0,16	-	9,8	1,5
2	47	4,66	2,33	5°41'10"	0,057	4,66	0,06	-	9,8	1,5
3	47	5,81	2,91	7°05'19"	0,089	5,81	0,09	-	9,8	1,5
4	47	7,62	3,82	9°17'34"	0,1544	7,61	0,15	-	9,8	1,5
5	47	12,29	6,18	14°59'09"	0,4	12,25	0,404	-	9,8	1,5
6	47	1,04	0,52	1°16'21"	0,0029	1,043	0,003	-	9,8	1,5
7	47	9,99	5,01	12°10'50"	0,2652	9,97	0,2667	-	9,8	1,5
8	47	4,23	2,12	5°09'15"	0,048	4,22	0,047	-	9,8	1,5
9	47	47,49	25,99	57°53'15"	5,87	45,49	6,7	-	9,8	1,5
10	47	5,93	2,97	7°5,13'45"	0,09	5,82	0,09	-	9,8	1,5
11	60	54,3	29,17	51°51'15"	6,03	52,46	6,71	-	3,9	1,3
12	47	22,26	11,34	27°08'06"	1,311	22,05	1,35	-	9,8	1,5
13	47	4,5	2,25	5°29'00"	0,054	4,5	0,054	-	9,8	1,5
14	47	4,99	2,5	6°04'42"	0,066	4,98	0,066	-	9,8	1,5
15	47	9,93	4,98	12°06'18"	0,262	9,911	0,2634	-	9,8	1,5
16	47	4,3	2,15	5°14'30"	0,049	4,298	0,049	-	9,8	1,5
17	30	42,54	25,73	81°14'33"	7,23	39,06	9,52	-	10	2
18	47	12,39	6,23	15°05'58"	0,407	12,35	0,41	-	9,8	1,5
19	47	53,91	30,36	65°43'31"	7,5212	51	8,95	-	9,8	1,5
20	47	2,43	1,22	2°57'52"	0,016	2,43	0,015	-	9,8	1,5
21	70	7,41	3,71	6°03'41"	0,1	7,4	0,098	-	2	1,18
22	47	15,85	7,93	4°32'30"	0,037	3,72	0,037	-	9,8	1,5
23	200	15,85	7,93	4°32'30"	0,157	15,85	0,16	-	2	0,65
24	47	42,31	22,71	51°34'26"	4,68	40,9	5,19	-	9,8	1,5
25	47	42,31	22,71	50°30'15"	4,49	40,1	4,96	-	9,8	1,5
26	21	27,86	16,41	76°00'14"	4,45	25,85	5,65	-	10	2,51
27	50	22,51	11,45	25°47'55"	1,26	22,32	1,29	-	8,1	1,45
28	200	107,83	55,26	30°53'25"	7,22	106,5	7,49	-	2	0,65
29	30	29,75	16,22	56°48'34"	3,61	28,54	4,1	-	10	2

Continuación de la tabla IV.

30	200	22,69	11,36	6°30'05"	0,321	22,68	0,322	-	2	0,65
31	200	15,85	7,93	4°32'30"	0,157	15,85	0,157	-	2	0,65
32	47	39,88	21,23	48°36'59"	4,167	38,69	4,5721	-	9,8	1,5
33	47	42,31	22,71	51°34'26"	4,68	40,89	5,1979	-	9,8	1,5
34	21	27,86	16,41	76°00'14"	4,45	25,85	5,65	-	10	2,51

Fuente: elaboración propia.

2.1.5.2. Alineamiento vertical de la carretera

Se puede definir como alineamiento vertical la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subcorona.

2.1.5.2.1. Subrasante

Se refiere al nivel del terreno natural donde se asientan los diferentes elementos del pavimento de una carretera, se extiende hasta una profundidad, en la que no le afecte la carga de diseño, puede ser un suelo natural mejorado o una sustitución de éste. El tipo de suelo que conforma la subrasante, depende de las características que tenga, las cuales se conocen a través de los ensayos de laboratorio. Los espesores de las diferentes capas del pavimento, dependen de la capacidad soporte de la subrasante.

Se calcula mediante una sucesión de líneas rectas que son las pendientes del terreno unidas por curvas verticales, las pendientes ascendentes se marcan positivas y las descendentes negativas, evitando el exceso de deflexiones verticales que demerite la seguridad y comodidad del camino o el exagerado uso de tangentes que resultaría antieconómico.

Las condiciones topográficas, geotécnicas, hidráulicas y el costo definen la subrasante, por ello se requiere realizar varios ensayos para determinar la más conveniente.

Los materiales de la subrasante deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Tamaño máximo de partículas: 10 cm
- Límite líquido menor de 50 por ciento
- C.B.R. 5 por ciento mínimo
- Expansión 5 por ciento máximo
- Compactación 95 por ciento mínimo

Si la subrasante no cumple con los requisitos de calidad, debe ser tratada por algún método, para que alcance las características deseables.

2.1.5.2.2. Curvas verticales

La finalidad de una curva vertical es proporcionar suavidad al cambio de una pendiente a otra; estas curvas pueden ser circulares, parabólicas simples, o curvas de forma cúbica, entre otras. La que se utiliza en el Departamento de Carreteras de la Dirección General de Caminos es la parabólica simple, debido a la facilidad de su cálculo y a su gran adaptabilidad a las condiciones necesarias de operación.

Las especificaciones de la Dirección General de Caminos tienen tabulados valores para longitudes mínimas de curvas verticales, en función de la velocidad de diseño.

Al momento del diseño se consideraron las longitudes mínimas permisibles de curvas verticales, las cuales se calcularon de la siguiente forma:

$$LCV = K \times a$$

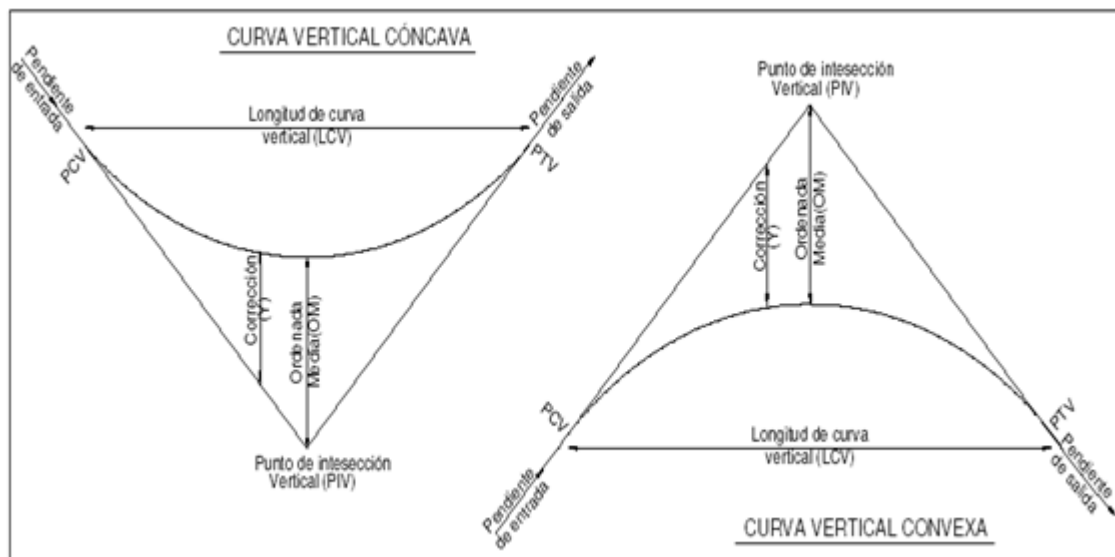
Donde:

LCV = Longitud mínima de Curva Vertical (cóncava o convexa para la visibilidad) [m].

K = constante que depende de la velocidad de diseño

a = diferencia algebraica de pendientes

Figura 4. **Detalle de curvas verticales**



Fuente: COLOP, Walfre. *Planificación y diseño de tramo carretero*. p. 31.

Tabla V. **Valores de K**

Velocidad de diseño	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: COLOP, Walfre. *Planificación y diseño de tramo carretero*. p. 33.

Ejemplo de cálculo de curva vertical

Tomando como ejemplo la curva vertical número 1. Se calcula de acuerdo con los siguientes datos:

Velocidad de diseño: 40 km/h

Pendiente de entrada: 3,89 por ciento

Pendiente de salida: 1,06 por ciento

Se encuentra la diferencia algebraica de las pendientes:

$$a = 1,06 + 3,89$$

$$a = 4,95$$

Ahora se busca el valor de K en la tabla IV para una velocidad de diseño de 40 km/h y una curva vertical convexa.

De lo anterior se obtiene $K = 5$

Entonces:

$$\begin{aligned}LCV &= K * a \\LCV &= 5 * 4,95 \\LCV &= 24,75 \text{ m}\end{aligned}$$

2.1.6. Movimiento de tierras

Para lograr la aproximación debida en el cálculo de los volúmenes de tierra que será necesario mover para obtener la elevación de la subrasante, tanto en las estaciones cerradas como en las intermedias en que se acusan cambios en la pendiente del terreno.

2.1.6.1. Dibujo de sección transversal

Se desarrolló esta actividad con los datos de la libreta de secciones transversales de localización que consistió en plotear distancias con sus respectivas elevaciones, al lado derecho e izquierdo de la línea central del caminamiento, a cada 20 metros con una ancho de 6 metros.

2.1.6.2. Dibujo de secciones típicas

Sección típica en tangente: se ploteó la diferencia entre la subrasante y el nivel, arriba o debajo de la sección transversal, según el caso. A partir de este punto se traza la sección típica dibujando la mitad de la típica a ambos lados de la línea central, siendo la inclinación de la típica de 2 por ciento de bombeo normal.

Sección típica en curva: aquí también se plotea la diferencia como se hizo anteriormente, 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 2 por ciento y la curva es hacia la izquierda, el lado izquierdo de la sección típica, permanece con el 2 por ciento y el lado derecho de la sección, se suma o resta el peralte con el porcentaje calculado en esa estación, para el lado hacia dónde va la curva.

En caso que el peralte sea mayor del 2 por ciento, 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.

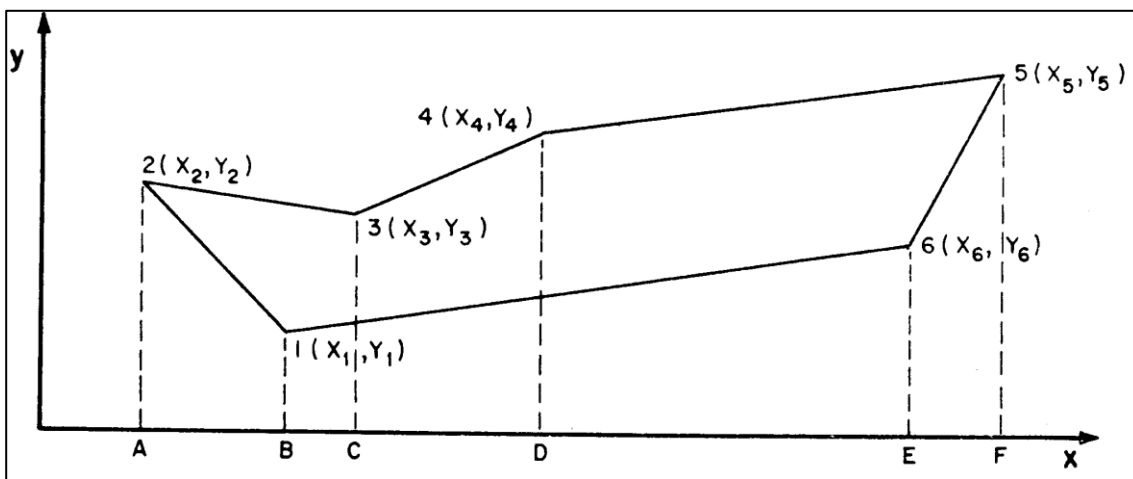
2.1.6.3. Determinación de áreas

Para fines de presupuesto y pago de la obra, es preciso determinar los volúmenes tanto de corte como de relleno. Para lograr lo anterior, es necesario calcular el área de las distintas porciones consideradas en el proyecto de la sección de la construcción.

Dentro de los distintos procedimientos empleados para este fin, los tres siguientes son los más comunes:

- Método analítico: este método se basa en la descomposición de la sección, en las figuras regulares obtenidas al trazar líneas verticales por los puntos de quiebre del terreno y de la sección de construcción. Si se considera una sección de corte, como se muestra en la figura siguiente, referida a un sistema de ejes cartesianos, el área de la sección se obtiene por determinantes. Por su naturaleza este método es útil cuando las áreas de las secciones se calculan con la ayuda de una computadora. Si el cálculo se hace manualmente el método puede resultar muy elaborado. Sin embargo, se simplifica escogiendo un sistema de ejes adecuado y seleccionando apropiadamente los puntos que definen la sección de construcción y el terreno natural.

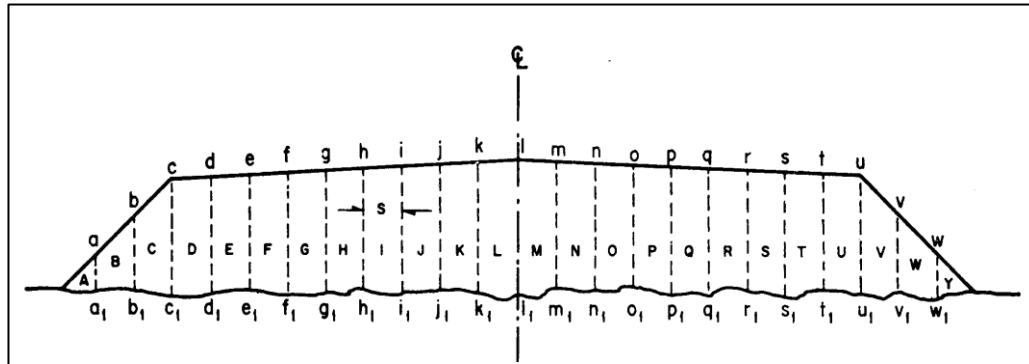
Figura 5. **Determinación de áreas, método analítico**



Fuente: elaboración propia.

Método gráfico: en la figura 6, la sección de terraplén mostrada ha sido dividida en trapecios y triángulos extremos, mediante líneas verticales a una separación constante.

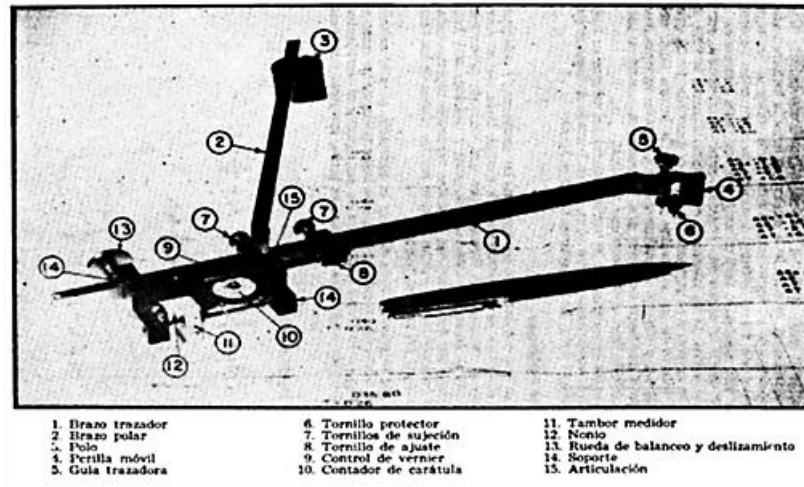
Figura 6. **Determinación de áreas, método gráfico**



Fuente: elaboración propia.

- Método del planímetro: por su rapidez en la operación, el planímetro es un instrumento que se presta para la determinación de áreas. De los distintos tipos existentes, el polar de brazo ajustable es el más empleado y se muestra en la figura 7. Teniendo en cuenta que la escala del papel milimétrico puede no corresponder a las dimensiones nominales, sea por una impresión defectuosa o por condiciones climatológicas. Es norma práctica, antes de efectuar las mediciones de áreas, ajustar el planímetro para obtener las áreas correctas.

Figura 7. **Determinación de áreas, método gráfico**

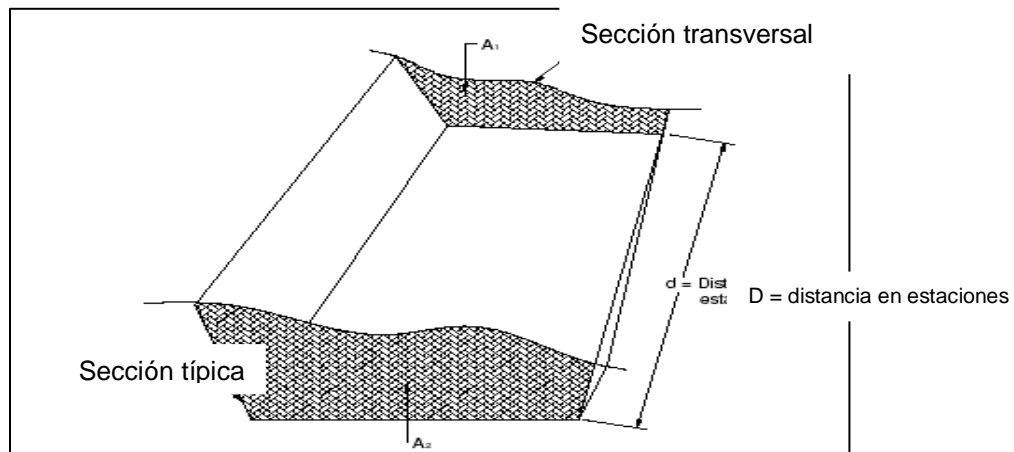


Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México. *Manual de proyecto geométrico de carreteras*. p. 411.

2.1.6.4. **Cálculo de volúmenes**

Una vez que se han determinado las áreas de las secciones de construcción se procede al cálculo de los volúmenes de tierras. Para ello es necesario suponer que el camino está formado por una serie de prismoides tanto en corte como en relleno. Cada uno de estos prismoides está limitado en sus extremos por las secciones de construcción y lateralmente por los planos de los taludes de la subcorona y del terreno natural.

Figura 8. **Cálculo de volúmenes de movimiento de tierra**



Fuente: elaboración propia.

Cálculo de volúmenes de tierra:

$$V = \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) * D$$

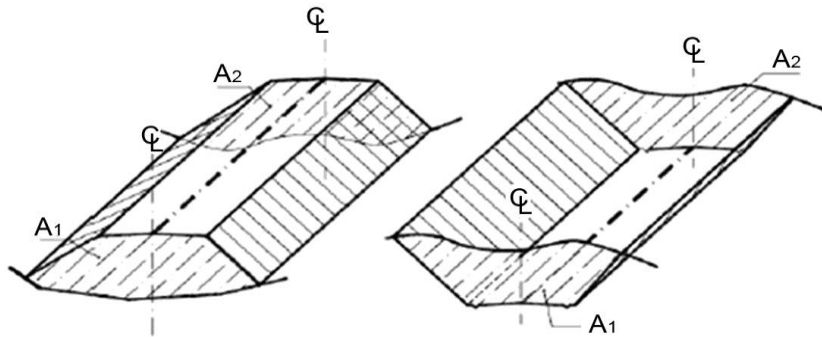
Donde:

V = volumen de tierra [m^3]; D = distancia entre estaciones [m]

A_1 = área de sección 1 [m^2]; A_2 = área de sección 2 [m^2]

Existen casos donde se unen dos secciones consecutivas de diferente tipo, entonces se genera una línea de paso a lo largo de la cual la cota del terreno coincide con la cota de la superficie de subrasante. En este caso, se generará un volumen de corte y uno de relleno entre ambas secciones (ver figura 9).

Figura 9. **Volumen entre secciones del mismo tipo**



Fuente: CASANOVA M., Leonardo. *Elementos de geometría*. p. 1-25.

Se asume que la línea de paso es perpendicular al eje. El volumen de corte entre el área de corte A y el área de la línea de paso que es cero, y el volumen de relleno entre el área de relleno AR y el área de la línea de paso se calculan de la siguiente manera:

$$V_C = \frac{1}{2} * (A_C + A_0) * d_C, \quad V_R = \frac{1}{2} * (A_R + A_0) * d_R$$

$$A_0 = 0$$

Donde:

V_C, V_R = volumen de corte y de relleno en m^3

A_C, A_R = áreas de las secciones en corte y relleno en m^2

A_0 = área de la sección en la línea de paso = 0

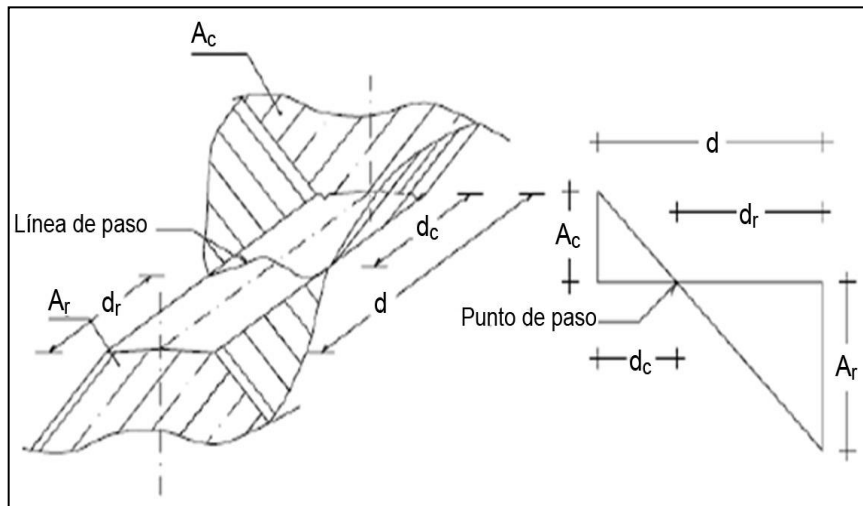
d_C, d_R = distancias de corte y relleno en m

Por medio de relación de triángulos se determinan los valores de d_C y d_R , de la siguiente manera:

$$d_C = \frac{A_C}{A_C + A_R} * d, \quad d_R = \frac{A_R}{A_R + A_C} * d$$

Para poder observar la tabla de volúmenes y secciones transversales, (ver plano de áreas transversales en el apéndice).

Figura 10. **Volumen entre secciones de diferente tipo**



Fuente: CASANOVA M. Leonardo. *Elementos de geometría*. p. 1-25.

Tabla VI. **Ejemplo de cálculo de movimiento de tierras**

Estación	Áreas [m ²]		Volúmenes [m ³]	
	Corte	Relleno	Corte	Relleno
0 + 600	2,046	1,28	41,56	26,00
0 + 620	2,11	1,32	42,86	26,81
0 + 640	2,18	1,37	44,28	27,83

Fuente: elaboración propia. Ver anexo en detalle de planos de diseño de carretera.

Derecho de vía: es el derecho que tiene el Estado o las Municipalidades, sobre la faja de terreno en que se construyen caminos con la dimensión que se requiera. Existe un reglamento el cual determina el ancho de vía según la clase de camino a construir e indica si es estatal o municipal, estas se clasifican así:

- Carreteras nacionales o de primer orden 25 metros, son estatales
- Carreteras departamentales o de segundo orden 20 metros, son estatales
- Carreteras municipales o de tercer orden 15 metros, son municipales
- Caminos de herradura y vecinales 6 metros, son municipales

Antes de iniciar los trabajos de construcción, se procederá a adquirir la extensión necesaria, ya sea por donación, por compensación con el tramo de camino que se abandone si así fuera, por venta o por expropiación forzosa, siguiendo en cada caso los trámites de ley.

2.1.6.5. Balance

El balance es el procedimiento mediante el cual se obtiene un equilibrio de corte y relleno, toma en consideración la distancia del banco de materiales y su función principal es la economía en el movimiento de tierras para el proyecto.

2.1.6.6. Diagrama de masas

Al diseñar un camino no basta ajustarse a las especificaciones sobre pendientes, curvas verticales, drenaje etc., para obtener un resultado satisfactorio, sino que también, es igualmente importante conseguir la mayor economía posible en el movimiento de tierras.

Esta economía se consigue excavando y rellenando solamente lo indispensable y acarreando los materiales la menor distancia posible. Este estudio de las cantidades de excavación y de relleno, su compensación y movimiento, se lleva a cabo mediante un diagrama llamado curva masa o diagrama de masas.

La curva masa busca el equilibrio para la calidad y economía de los movimientos de tierras, además es un método que indica el sentido del movimiento de los volúmenes excavados, la cantidad y la localización de cada uno de ellos.

La curva masa es un diagrama en el cual las ordenadas representan volúmenes acumulativos de las terracerías y las abscisas el encadenamiento correspondiente. Ver diagrama en apéndice planos.

Para determinar los volúmenes acumulados se consideran positivos los cortes y negativos los rellenos, haciéndose la suma algebraica, es decir sumando los volúmenes de signo positivo y restando los de signo negativo.

2.1.7. Criterios para definir la carpeta de rodadura

- El pavimento rígido implica un costo más elevado que el pavimento flexible, pero necesita un menor mantenimiento, lo cual a largo plazo, nivela el costo en comparación con un pavimento flexible.
- Para la construcción de un pavimento rígido no se requiere de mano de obra especializada.

- El pavimento rígido posee una mayor durabilidad que el pavimento flexible.

Por los motivos expuestos anteriormente, se seleccionó un pavimento rígido para el presente proyecto. Además, los resultados de los ensayos de suelos muestran una muy buena subrasante, por lo que se omitirá la implementación de una base. Esto reducirá considerablemente el costo de ejecución del proyecto.

2.1.8. Diseño de pavimento rígido

Existen dos métodos para el diseño del espesor de la carpeta de rodadura aceptados en nuestro medio, el método de capacidad y el método simplificado de la Portland Cement Association (PCA).

2.1.8.1. Subrasante

De acuerdo a los resultados del laboratorio la calidad de la subrasante es excelente, ya que su CBR es de 26,97 por ciento a una compactación del 95 por ciento, por lo que se encuentra en el rango de 20 a 30 según tabla II de calidad de subrasante en función del CBR. La subrasante debe compactarse a un 95 por ciento como mínimo de la densidad máxima obtenida en el laboratorio.

Debido a que el material existente en la subrasante es de alta calidad, no es necesario agregar una base para el asentamiento de la carpeta de rodadura. Se reacondicionará la subrasante con material selecto, el cual tendrá la función de impermeabilizar la subrasante, distribuyendo el agua hacia los costados de la carretera. Tendrá un espesor de 10 centímetros.

2.1.8.2. Descripción del método a utilizar

Para el diseño del espesor del pavimento se utilizó el método simplificado de la Portland Cement Association (PCA), el cual muestra una tabla para clasificar los vehículos según su categoría de cargas por eje. Dichas tablas manejan un factor de seguridad de 1, 1,1, 1,2 y 1,3 para las categorías 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

2.1.8.3. Parámetros de diseño de carreteras

Dentro de los parámetros de diseño de carreteras se tomarán en cuenta los que se mencionan a continuación.

2.1.8.3.1. Período de diseño

El período de diseño se define como el tiempo necesario para que se produzca la falla. Existen dos tipos de fallas, la funcional y la estructural. La falla funcional se deja ver cuando el pavimento no brinda un paso seguro sobre él, de tal forma que no transporta cómoda y seguramente a los vehículos. La falla estructural está asociada con la pérdida de cohesión de algunas o todas las capas del pavimento, de tal forma que este no puede soportar las cargas a la que está sometido. Para el diseño de esta carretera se tomó un período de diseño de 20 años.

2.1.8.3.2. Tránsito promedio diario

El tránsito promedio diario de camiones (TPDC) futuro calculado para el tramo carretero es de 20 camiones, lo cual demuestra que es una carretera poco transitada debido a la poca cantidad de habitantes que se encuentran en

las aldeas circunvecinas. Conociendo el valor del TPDC, se ubica en la siguiente tabla, la cual es válida para un período de diseño de 20 años y cuenta con un factor de seguridad de 1, 1,1, 1,2 y 1,3 para las categorías 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

Tabla VII. **Clasificación de vehículos según su categoría de cargas por eje**

CATEGORIA	DESCRIPCION	TRAFFICO			Máxima carga por eje, KIPS	
		TPD	%	TPDC por día	Sencillo	Tandem
1	Calles residenciales, carreteras rurales y secundarias (bajo a medio).	200 a 800	1	arriba	22	36
			A	de 25		
			3			
2	Calles colectoras, carreteras rurales y secundarias (altas), carreteras primarias y calles arteriales (bajo).	700 a 5000	5	40 a 1000	26	44
			A			
			10			
3	Calles arteriales y carreteras primarias supercarreteras interestatales urbanas y rurales (bajo a medio).	3000 a 12000 – 2	8	500 a 5000	30	52
		carriles 3000 a 5000 – 4	A			
		Carriles	30			
4	Calles arteriales, carreteras primarias, supercarreteras (altas), interestatales urbanas y rurales (medio a alto).	3000 a 20000 - 2 carriles 3000 a 15000 - 4 carriles	8	1500 a 8000	34	60
			A			
			30			

Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México. *Manual de proyecto geométrico de carreteras*. p. 411.

2.1.8.3.3. Módulo de reacción de subrasante (k)

De acuerdo con la tabla VII se define este proyecto como una categoría 1, ya que es la que más se adecua a los valores obtenidos del tramo en estudio.

Es una característica de resistencia que se considera constante, lo que implica elasticidad del suelo. Su valor numérico depende de la textura,

compacidad, humedad y otros factores que afectan la resistencia del suelo. Existen varios métodos para su cálculo:

- Se determina cargando un plato o placa de carga y midiendo la presión necesaria para producir una deformación dada; k es el coeficiente de presión aplicada y deflexión del plato de carga.
- Según la clasificación del suelo.

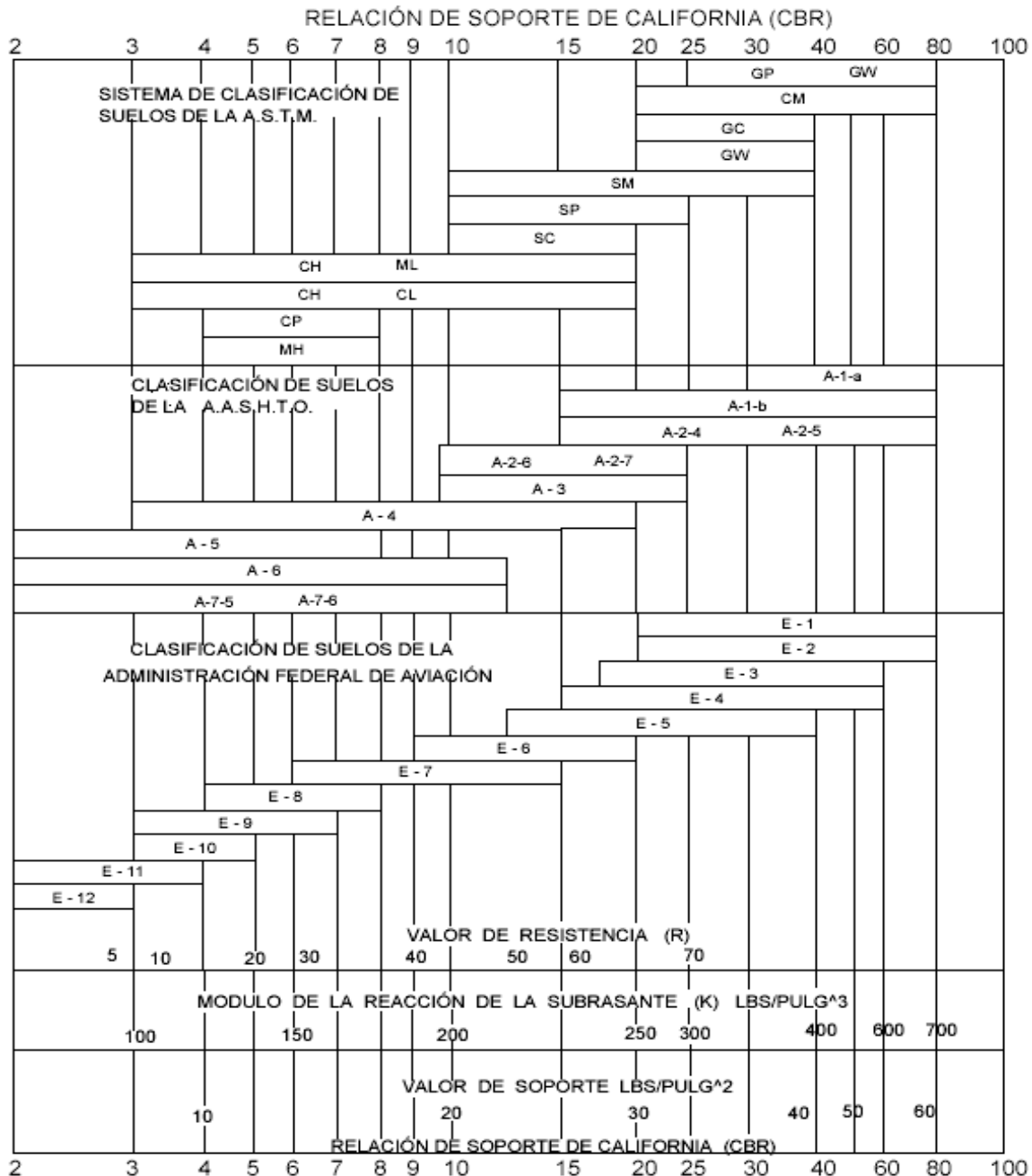
Para este estudio se procedió a clasificar el soporte del suelo de acuerdo a la tabla VIII.

Tabla VIII. **Valores de “k” según clasificación de suelo**

TIPO DE SUELO	SOPORTE	Rango de valores de k [lb/plg ³]
Suelos de grano fino en el cual el tamaño de partículas de limo y arcilla es predominante.	Bajo	75 – 120
Arenas y mezclas de arena con grava, con una cantidad considerable de limo arcilla.	Mediano	130 – 170
Arenas y mezclas de arena con grava, relativamente libre de finos.	Alto	180 – 220
Subbase tratada con cementos.	Muy alto	250 - 400

Fuente: *Manual de proyecto geométrico de carreteras*. p. 430.

Figura 11. **Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos**



Fuente: LONDOÑO, Cipriano. *Diseño, construcción y mantenimiento de pavimentos de concreto*. p. 126.

Dado que el CBR de la subrasante es de 26 por ciento, con un porcentaje de compactación del 95 por ciento, se puede observar en la figura que el módulo de reacción de la subrasante es de 280 libras por pulgada cúbica, $k = 280 \text{ lb/plg}^3$, la misma se clasifica como una subrasante con soporte muy alto según tabla VIII.

2.1.8.3.4. Módulo de ruptura del concreto (MR)

El módulo de ruptura del concreto o resistencia a la flexión del concreto se puede calcular teniendo como índice la resistencia a compresión del mismo. Se utilizará un concreto con una resistencia a la compresión de 3 000 PSI ($f'c$), ya que se trata de una carretera poco transitada y además cuenta con una subrasante con muy buenas características.

El método de ensayo de hendido, se refiere a que la tensión máxima probable del concreto se encuentra entre el rango de 10 a 20 por ciento del valor de la resistencia a la compresión del elemento. Tomando un valor de 18 por ciento se procede a realizar el cálculo de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}MR &= 18 \% f'c \\MR &= 0,18 * 3\,000 \text{ lb/plg}^2 \\MR &= 540 \text{ lb/plg}^2 \\MR &= 550 \text{ lb/plg}^2 \text{ aprox.}\end{aligned}$$

2.1.8.4. Diseño de espesor de pavimento

De acuerdo a la tabla que a continuación se muestra se define el espesor de la carpeta de rodadura de pavimento con base en el módulo de reacción k

de la subrasante y el módulo de ruptura del concreto. Muestra datos para dos tipos de opciones, cuando la carretera se diseñará sin hombros de concreto o bordillo y cuando la carretera será diseñada con hombros de concreto o bordillo.

De acuerdo a la tabla IX, una carretera sin hombro o bordillo, con una subrasante de soporte alto y un tránsito de 10 camiones le corresponde un espesor de carpeta de rodadura de 6 pulgadas. Para este caso particular en el que el TPDC es de 20 camiones, se decidió utilizar el rango más próximo correspondiente a 10 camiones y 6 pulgadas de espesor respectivamente.

Tabla IX. **Espesor óptimo de carpeta de rodadura en función de MR y k**

SIN HOMBROS DE CONCRETO O BORDILLO				CON HOMBROS DE CONCRETO O BORDILLO			
Espesor de losa en Pulg.	Soporte de subrasante y subbase			Espesor de losa en Pulg.	Soporte de subrasante y subbase		
	BAJO	MEDIO	ALTO		BAJO	MEDIO	ALTO
MR = 650 PSI							
4,5			0,1	4	2	0,2	0,9
				4,5		0,8	25
5	0,1	0,8	3	5	30	130	330
5,5	3	15	45	5,5	320		
6	40	160	430				
6,5	330						
MR = 600 PSI							
5		0,1	0,4	4			0,1
5,5	0,5	3	9	4,5	0,2	1	5
6	8	36	98	5	6	27	75
6,5	76	300	760	5,5	73	290	730
7				6			
7,5	520			6	610		
MR = 550 PSI							
5,5	0,1	0,3	1	4,5		0,2	0,6
6	1	8	10	5	0,8	4	15
6,5	13	60	160	5,5	13	57	150
7	110			6			
7,5	620	40		6	130	480	

Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México. *Manual de proyecto geométrico de carreteras.* p. 411.

2.1.8.5. Diseño de la mezcla de concreto

Es un proceso que consiste en calcular las proporciones de los elementos que forman el concreto, con el fin de obtener los mejores resultados.

Existen diferentes métodos de diseños de mezcla, algunos pueden ser muy complejos como consecuencia de la existencia de múltiples variables de las que dependen los resultados de dichos métodos, aun así, se desconoce el método que ofrezca resultados perfectos. Sin embargo, existe la posibilidad de seleccionar alguno según sea la ocasión.

En algunas oportunidades no es necesario tener exactitud en cuanto a las proporciones de los componentes del concreto. En estas situaciones se frecuenta el uso de reglas generales, lo que permite establecer las dosis correctas a través de recetas que permiten contar con un diseño de mezcla apropiado para estos casos.

Datos para el diseño de mezcla:

Resistencia requerida: 3 000 PSI = 210 kg/cm²

Tamaño máximo agregado grueso: ¾ pul

Módulo de finura agregado fino: 2,6 – 2,9

Asentamiento para pavimento de concreto: 8 cm, en prueba de revenimiento

Se define la relación agua/cemento de la mezcla. La función $f(w/c)$ se define de la siguiente manera:

$$f(w/c) = w/c$$

Ya que se conoce el valor del asentamiento y el tamaño máximo del agregado grueso, se obtiene de la siguiente tabla el valor de la cantidad de agua en litros, así como el valor de la relación w/c. Teniendo como resultado:

$$184/c = 0,56$$

Debido a la ausencia de bancos con material apropiado para la mezcla en el área, se utilizará concreto premezclado.

Tabla X. Datos para diseño de mezcla (1m³ concreto fresco)

Resistencia media requerida a los 28 días		Tamaño máximo del agregado		Concentración de pasta		Agua en litros para los distintos asentamientos indicados en cm.				% de agregado fino Vol. Abs./Agr. Total			% aire		
										M.F.			M.F.		
kg/cm ²	lb/plg ²	mm.	plg.	W/C	C/W	0 a 2	2 a 5	5 a 10	10 a 15	2.2 - 2.6	2.6 - 2.9	2.9 - 3.2	2.2 - 2.6	2.6 - 2.9	2.9 - 3.2
140	2000	19.1	3/4	0.65	1.54	165	175	186	197	47	49	51	4.8	4.9	5
		25.4	1	0.65	1.54	157	165	173	181	44	46	48	4.4	4.5	4.6
		38.1	1 1/2	0.65	1.54	154	160	166	193	42	44	46	4	4.1	4.2
175	2500	19.1	3/4	0.6	1.67	165	175	186	197	45	47	49	4.3	4.4	4.5
		25.4	1	0.6	1.67	157	165	173	181	42	44	46	3.7	3.8	3.9
		38.1	1 1/2	0.6	1.67	154	160	166	193	40	42	44	3.3	3.4	3.5
210	3000	19.1	3/4	0.56	1.79	164	171	184	195	44	46	48	3.6	3.7	3.8
		25.4	1	0.56	1.79	156	164	172	180	41	43	45	3	3.1	3.2
		38.1	1 1/2	0.56	1.79	154	160	166	191	39	41	43	2.6	2.7	2.8
245	3500	19.1	3/4	0.52	1.92	164	174	184	195	42	44	46	3.1	3.2	3.3
		25.4	1	0.52	1.92	156	164	172	180	39	41	43	2.3	2.4	2.5
		38.1	1 1/2	0.52	1.92	154	160	166	191	37	39	41	1.9	2	2.1
281	4000	19.1	3/4	0.49	2.04	162	172	182	193	40	42	44	2.6	2.7	2.8
		25.4	1	0.49	2.04	155	163	171	179	37	39	41	2	2.1	2.2
		38.1	1 1/2	0.49	2.04	154	160	166	189	35	37	39	1.6	1.7	1.8
316	4500	19.1	3/4	0.46	2.17	162	172	182	193	38	40	42	2.4	2.5	2.6
		25.4	1	0.46	2.17	155	163	171	179	35	37	39	1.7	1.8	1.9
		38.1	1 1/2	0.46	2.17	154	160	166	189	33	35	37	1.4	1.5	1.6

Fuente: material de apoyo de sanitaria II, segundo semestre 2009.

Obteniendo:

$$C = 328,57 \text{ kg/m}^3$$

Conociendo el peso del cemento se procede a encontrar el peso de los agregados. Sabiendo que el peso unitario del concreto se compone de la sumatoria de los pesos del cemento, agua y agregados.

$$PU_c = c + a + Ag$$

Donde:

PU_c = peso unitario del concreto [kg/m^3]

c = peso del cemento [kg/m^3]

a = peso del agua [l/m^3]

Ag = peso de los agregados [kg/m^3]

Despejando la fórmula queda de la siguiente manera:

$$Ag = PU_c - c - a$$

$$Ag = 2\,400 - 328,57 - 184$$

$$Ag = 1\,887,43 \text{ kg/m}^3$$

Se procede a encontrar los porcentajes de cada agregado según tabla VII.

Agregado fino (Af) = 46 %

Agregado grueso (Ag) = 54 %

Obteniendo estos porcentajes, se multiplican por el total de agregados.

$$Af = 0,46 \times 1\,887,43 = 868,22 \text{ kg/m}^3$$

$$Ag = 0,54 \times 1\,887,43 = 1\,019,21 \text{ kg/m}^3$$

De esta manera, se tienen todos los pesos de los componentes de la mezcla de concreto, para 1 m³, los cuales son:

$$c = 328,57 \text{ kg/m}^3$$

$$A_f = 868,22 \text{ kg/m}^3$$

$$A_g = 1\,019,21 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua} = 184 \text{ L}$$

Para expresar estos datos en proporciones, se toma como referencia el cemento.

$$\frac{\text{cemento}}{\text{cemento}} : \frac{\text{arena}}{\text{cemento}} : \frac{\text{piedrín}}{\text{cemento}} : \frac{\text{agua}}{\text{cemento}}$$

Dando como resultado una proporción:

$$1 : 2 : 3 : 0,5$$

Para obtener la relación en volumen para 1 metro cúbico, primero se debe multiplicar por ese valor y dividir después los valores dentro del peso específico de cada material.

$$\text{Cemento} = 328,57 \text{ kg/m}^3 * 1 \text{ m}^3 = 328,57 \text{ kg} / 42,5 \text{ kg/ saco} = 8 \text{ sacos}$$

$$\text{Arena} = 868,22 \text{ kg/m}^3 * 1 \text{ m}^3 = 868,22 \text{ kg} / 1\,400 \text{ kg/ m}^3 = 0,62 \text{ m}^3$$

$$\text{Piedrin} = 1\,019,21 \text{ kg/m}^3 * 1 \text{ m}^3 = 1\,019,21 \text{ kg} / 1\,600 \text{ kg/ m}^3 = 0,63 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = 184 \text{ l/m}^3 * 1 \text{ m}^3 = 184 \text{ l} / 3,785 \text{ l/gal} = 50 \text{ gal}$$

Para lograr la conversión de la relación de peso a relación en volumen, se debe de tomar en cuenta que un saco de cemento tiene un volumen de un pie cúbico.

$$1 \text{ pie}^3 * \left(\frac{1 \text{ m}}{3,28 \text{ pie}} \right)^3 = 0,028 \text{ m}^3 * 10 = 0,27 \text{ m}^3$$

$$\frac{0,27}{0,27} : \frac{0,62}{0,27} : \frac{0,63}{0,27}$$

Tabla XI. **Proporción volumen**

Proporción volumen / m³			
Cemento	Arena	Piedrín	Agua
1	2,29	2,33	52 gal

Fuente: elaboración propia.

2.1.9. **Drenaje transversal y cuneta**

El objetivo principal de un drenaje transversal, es impedir que la escorrentía del área tributaria que desfoga hacia la parte baja de la cuenca en el sentido perpendicular a la carretera pase sobre la estructura de la misma.

Para este proyecto se utilizó el método racional para determinar el caudal de lluvia destinado a drenar. Se tomó como tramo crítico el que deberá soportar el drenaje transversal número 9 ubicado en la estación 2+ 641,14, ya que luego de calcular todas las áreas tributarias se determinó que es este tramo el que cuenta con una mayor área tributaria, siendo esta 2 hectáreas.

Figura 12. **Mapa de la cuenca drenaje crítico**



Fuente: elaboración propia, con Google Earth. Consulta: 20 de noviembre de 2014.

Datos:

Área a drenar: 2 Ha

Longitud de cauce: 0,222 km

Pendiente: 1,12% (promedio)

Coefficiente de escorrentía: 0,72

Elevación entre cauce: 6,05 m

Factor de rugosidad: 0,013

El valor del coeficiente de escorrentía se tomó de la tabla de valores de escorrentía de Schwab et al, 1981. Se consideró el área del proyecto como tierra cultivada en área montañosa con textura de suelo arcilla y limo, por lo que el coeficiente de escorrentía adecuado para el área es de 0,50.

Tabla XII. **Coefficiente de escorrentía**

Características de superficie	Coefficiente de escorrentía
Techos	0.70 – 0.90
Pavimentos	0.85 – 0.90
Concreto y asfalto	
Piedra o ladrillo (buenas condiciones)	0.75 – 0.85
Concreto y asfalto	
Piedra o ladrillo (malas condiciones)	0.40 – 0.70
Calles	
Terracería	0.25 – 0.60
De arena	0.15 – 0.30
Parques, jardines, prados, etc.	0.05 – 0.25
Bosques y tierras cultivadas	0.01 – 0.20

Fuente: material de apoyo de sanitaria II, segundo semestre 2009.

Primero se procedió a encontrar el tiempo de concentración de la cuenca dicho tiempo se encuentra por medio de la siguiente fórmula:

$$t = \left(\frac{(0,886 * L^3)}{H} \right)^{0,385} * 60$$

$$t = \left(\frac{(0,886 * 0,222^3)}{6,05} \right)^{0,385} * 60 = 1,66 \text{ min}$$

Luego se procedió a encontrar la intensidad de lluvia, para el área de San Juan Sacatepéquez se utilizó la ecuación de intensidad de lluvia de la estación meteorológica San Martín Jilotepeque, ya que es la estación más cercana.

Tabla XIII. **Tiempo de concentración**

	2 años	5 años	10 años	20 años
Ciudad de Guatemala	2838/t+18	3706/t+22	4204/t+23	4604/t+24
Bananera, Izabal	5771.5/t+48.98	7103.95/t+53.80	7961.65/t+56.53	8667.77/t+54.43
Labor Ovalle, Quetzaltenango	977.7/t+3.80	1128.5/t+3.24	1323.5/t+3.48	-----
El Pito Chicolá, Suchitepéquez	11033.6/t+101.10	11618.7/t+92.19	13455.2/t+104.14	-----
La Fragua, Zacapa	3700.5/t+50.69	3990.5/t+41.75	4049.0/t+37.14	-----

Fuente: datos proporcionados por INSIVUMEH.

De la tabla XIII, el territorio más cercano es la ciudad de Guatemala y el tiempo de concentración se toma para 20 años.

$$I = \frac{4\ 604}{t + 24}$$

$$I = \frac{4\ 604}{1,66 + 24} = 179,42$$

Donde:

a y b = variación en cada región, de los datos proporcionados por el INSIVUMEH

t = tiempo de concentración en minutos

Luego de encontrada la intensidad de lluvia se procedió a encontrar el caudal a drenar, dicho caudal es encontrado con la fórmula del método racional

$$Q = CIA/360$$

$$Q = (0,5 * 179,42 * 2) / 360$$

$$Q = 0,498 \text{ m}^3/\text{s}$$

Luego se calculó el diámetro hidráulico con el caudal anteriormente encontrado mediante la fórmula de Manning.

$$D = \left(\frac{(Q \cdot n \cdot 4^{5/3})}{(S^{1/2} \cdot \Pi)} \right)^{3/8}$$

Donde:

N= coeficiente de rugosidad del material (Riblock = 0,013)

$$D = \left(\frac{(0,498 \cdot 0,013 \cdot 4^{5/3})}{(0,0112^{1/2} \cdot \Pi)} \right)^{3/8} = 0.54\text{m}$$

Convirtiéndolo a pulgadas

$$D = 54/2,54 = 21 \text{ pulg.}$$

Debido a que el diámetro comercial existente en Guatemala es el de 24" se utilizará este.

Posteriormente se encontró el área hidráulica que corresponde al diámetro hidráulico y caudal anteriormente encontrado

$$A = \left(\frac{\Pi \cdot D^2}{4} \right) A = \left(\frac{\Pi \cdot 0,54^2}{4} \right) = 0,229 \text{ m}^2$$

Las cunetas se comportan como canales abiertos que se calculan por el método de Manning, se colocan paralelamente a uno o ambos lados del camino, sirven para evacuar el agua que cae en la sección de corte en una carretera, en pendientes fuertes se deben proteger del escurrimiento y acción destructiva del agua por medio de disipadores de energía.

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

Donde:

n = coeficiente de rugosidad de Manning

R = radio hidráulico [m²]

S = pendiente del canal [m/m]

V = velocidad media [m/s]

Utilizando la ecuación de Manning se despeja el valor de Y necesario para nuestro caudal a drenar.

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

Donde:

n = 0,013 (pvc)

Q = caudal [m³/s].

A = área de la sección transversal del flujo [m²]

R = radio hidráulico

Debido a que el área disponible para la construcción de la cuneta es de 25 centímetros a cada lado de la carpeta de rodadura y existe un sistema de drenaje en el área, se propone una cuneta tipo v de 25 centímetros de ancho y 25 centímetros en cada cateto.

Comprobando que el caudal de diseño sea mayor al caudal calculado.

$$Rh = \frac{H * \sqrt{5}}{6} = \frac{0,21 * \sqrt{5}}{6} = 0,07826$$

$$A = \frac{5 * \sqrt{0,21}}{4} = 0,5728 \text{ m}^2$$

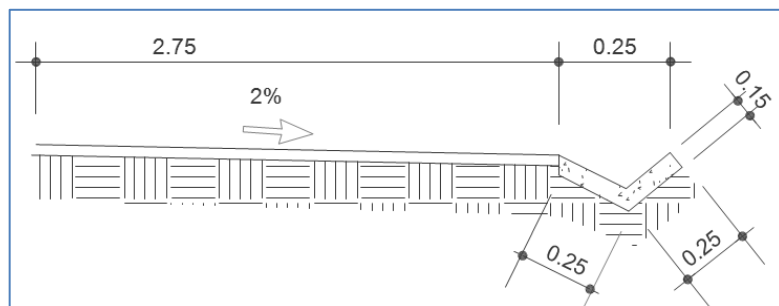
$$Q = \frac{A}{n} * R^{2/3} * S^{1/2}$$

$$Q = \frac{0,5728}{0,013} * 0,07826^{2/3} * 0,01^{1/2} = 0,80 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$0,80 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} > 0,498 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}}$$

Con lo cual se comprueba que la cuneta si es capaz de conducir el caudal calculado.

Figura 13. **Detalle de cuneta**



Fuente: elaboración propia.

2.1.10. Planos constructivos

Los planos constructivos de la carretera están conformados por: plano topográfico, planta y perfil de la carretera y movimiento de tierra. Ver planos en apéndices.

2.1.11. Presupuesto total del proyecto

El costo de inversión de un proyecto se determina mediante la realización de costos unitarios por cada renglón de trabajo. La integración del costo total se obtiene mediante la suma del costo directo y el costo indirecto.

El costo directo concierne a la ejecución del proyecto y se definen como la mano de obra calificada y no calificada, materiales locales, materiales no locales, además del costo de herramienta, transporte, maquinaria y equipo.

El costo directo se integra en renglones de trabajo a través de los costos unitarios correspondientes, la mano de obra se calcula de acuerdo con la experiencia del calculista o tomando como referencia los precios sugeridos por la Cámara Guatemalteca de la Construcción.

El precio de los materiales se determina mediante la realización de cotizaciones, con proveedores específicos. Los materiales pueden ser de origen local, los cuales se obtienen del área del proyecto, pueden ser arenas y gravas. Los materiales no locales provienen del mercado y contienen componentes importados o fabricados en el país, por ejemplo: concreto, tuberías, válvulas, hierro, cemento, cal hidratada entre otros.

La herramienta y transporte se obtiene mediante un porcentaje estimado del 3 por ciento, del costo del material local y no local.

El costo indirecto son todos aquellos que no pueden cargarse directamente a la ejecución del proyecto y básicamente son ocasionados por el funcionamiento administrativo, fiscal, los imprevistos y la utilidad del ejecutor.

Los costos indirectos se sugieren como un 7 por ciento adicional de gastos administrativos, consultorías técnicas por un 8 por ciento, imprevistos un 3 por ciento y una utilidad o ganancia de un 7 por ciento.

El presupuesto se detalla en la tabla XIV. En primer lugar se presenta el resumen del presupuesto por renglones, seguido por el listado de costos unitarios.

Tabla XIV. **Presupuesto del proyecto**

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDA D	PRECIO UNITARIO	TOTAL
A TRAMO CARRETERO					
1	PRELIMINARES				
1.01	Replanteo y levantamiento topográfico	3,38	KM	Q. 115 894,96	Q. 392 214,29
SUB-TOTAL					Q. 392 214,29
2	MOVIMIENTO DE TIERRA				
2.01	Excavación no clasificada para desperdicio	13 116,94	M3	Q. 40,00	Q. 524 677,60
SUB-TOTAL					Q. 524 677,60
3	CONFORMACIÓN DE CALLES				
3.01	Conformación de cuneta revestida de concreto 3 000 PSI	6 768,48	ML	Q. 145,00	Q. 981 429,60

Continuación de la tabla XIV.

3.02	Tratamiento de subrasante 0,20 mts	20 304,00	M2	Q. 32,93	Q. 668 610,72
3.03	Conformación de base de selecto 0,15 mts	3 553,45	M3	Q. 282,29	Q. 1 003 088,74
3.04	Colocación de capa de rodadura de concreto hidráulico de 0,15 mts	20 304,00	M2	Q. 270,50	Q. 5 492 232,00
3.05	Fabricación de cabezal de descarga fabricado con concreto ciclópeo	8	M3	Q. 1 953,06	Q. 15 624,48
3.06	Tubería de corrugada de PVC de 24" (Norma ASTM D-3212)	70	MI	Q. 1 122,35	Q. 78 564,50
SUBTOTAL					Q. 8 293 550,04
COSTO TOTAL DE PROYECTO					Q. 9 156 441,93

Fuente: elaboración propia.

2.1.12. Integración de precios unitarios

En la sección de apéndices, se muestra la integración de precios unitarios.

2.1.13. Cantidades estimadas de trabajo

A medida que realice un seguimiento del progreso a lo largo del proyecto, se podrán revisar las diferencias entre el trabajo planeado, el programado y el real. Esto le ayudará a evaluar si el trabajo del proyecto está progresando según sus previsiones. Se pueden comparar las cantidades de trabajo para todas las tareas en conjunto, o bien para determinados recursos y sus asignaciones individuales.

Tabla XV. **Cantidades estimadas de trabajo**

CANTIDADES ESTIMADAS DE TRABAJO			
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
TRAMO CARRETERO			
1	PRELIMINARES		
1.01	Replanteo y levantamiento topográfico	3,384	KM
2	MOVIMIENTO DE TIERRA		
2.01	Excavación no clasificada de desperdicio	13 116,94	M3
3	CONFORMACIÓN DE CALLES		
3.01	Conformación de cuneta de concreto 3 000 PSI	6 768,48	ML
3.02	Tratamiento de subrasante 0,20 mts	20 304,00	M2
3.03	Suministro e instalación de base de selecto de 0,15 mts	3 553,45	M3
3.04	Suministro e instalación de pavimento de concreto hidráulico de 0,15 mts	20 304,00	M2
3.05	Fabricación de cabezal de descarga de concreto ciclópeo	8	M3
3.06	Tubería corrugada de PVC de 24 " (Norma ASTM-D-3212)	70	ML

Fuente: elaboración propia.

2.1.14. Cronograma de actividades físicas y financieras

En gestión de proyectos, es una lista de todos los elementos terminales de un proyecto con sus fechas previstas de comienzo y final. Un Diagrama de Gantt que puede proporcionar una representación es el software Project. Hay también herramientas libres y de código abierto para la generación de cronogramas de proyecto disponibles para la mayoría de plataformas.

anteriormente no se tenía acceso por el mal estado de la terracería y lo difícil del acceso a la aldea.

2.1.16. Evaluación de impacto ambiental inicial

Se denomina Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) al procedimiento administrativo que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto en su entorno, en caso de ser ejecutado, todo ello con el fin de que la administración competente pueda aceptarlo, rechazarlo o modificarlo.

Es un procedimiento jurídico administrativo en dependencias del estado que inicia con la presentación de la memoria resumen por parte del promotor, sigue con la realización de consultas previas a personas e instituciones por parte del órgano ambiental, continúa con la realización del EIA, a cargo del promotor y su presentación al órgano sustantivo.

La EIA se ha vuelto imperativa en varias legislaciones. Las consecuencias de una evaluación negativa pueden ser diversas según la legislación y el rigor con que ésta se aplique, pudiendo ser desde la paralización definitiva del proyecto hasta su ignorancia completa. El concepto apareció primero en la legislación de Estados Unidos y se ha extendido a la de otros países. La Unión Europea, la introdujo en su legislación en 1985, habiendo sufrido, la normativa, enmiendas en varias ocasiones posteriores.

El EIA siempre se refiere a un proyecto específico, el cual debe definir sus particularidades, tales como: tipo de obra, materiales a ser usados, procedimientos constructivos, trabajos de mantenimiento en la fase operativa, tecnologías utilizadas, insumos, etc.

En entidades involucradas en el estudio de impacto ambiental, el examen de estudios de impacto ambiental generalmente es llevado a cabo por comisiones, consejos o juntas locales.

Todos los estudios deben evaluarse con los mismos criterios usados para proyectos mayores. Es decir, estos deben asegurar que sean: completos, adecuados y meritorios. Algunos gobiernos cuentan con comisiones de voluntarios (llamadas comisiones ambientales, comisiones de conservación, o consejos de administración ambiental), que actúan como examinadores independientes para el gobierno local, informando al encargado de las decisiones, comentarios y recomendaciones sobre los informes y estudios de Impacto Ambiental.

Algunos países emplean planificadores y/o personal de planificación a tiempo completo, los cuales pueden presentar comentarios y exámenes de expertos durante las distintas etapas del diseño de los proyectos.

En su mayoría los gobiernos, o sus juntas de planificación, organizan audiencias públicas sobre los proyectos que necesitan su aprobación. Durante estas audiencias, los que preparan el estudio de impacto ambiental para el proyecto menor pueden ofrecer testimonios y se piden los comentarios de los ciudadanos. En general, los proyectos menores evaluados al nivel local cuentan con gran participación y escrutinio públicos. Asimismo, la negociación jugará un papel más importante a nivel local en el diseño final de proyectos, porque los fines de la comunidad se expresan durante el proceso de audiencias públicas.

En la actualidad, la Dirección General de Gestión Ambiental (DIGARN) es la encargada del sistema de evaluación ambiental de Guatemala.

Según el artículo 4 del Acuerdo Gubernativo 431-2007 se establece el Sistema de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental como el conjunto de entidades, procedimientos e instrumentos técnicos y operativos cuya organización permite el desarrollo de los procesos de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental de los proyectos, obras, industrias o actividades que, por sus características, pueden producir deterioro a los recursos naturales, renovables o no, al ambiente o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional.

El sistema enumera una serie de instrumentos de evaluación ambiental entre ellos:

- Evaluación ambiental estratégica: es la evaluación aplicable a planes y programas de trascendencia nacional, binacional y regional.
- Evaluación ambiental inicial: es el instrumento que permite determinar si un proyecto requiere una evaluación más profunda.
- Autoevaluación ambiental: es un instrumento de simplificación del procedimiento para los proyectos de menor impacto.
- Estudio de evaluación del impacto ambiental: el documento técnico que permite identificar y predecir con mayor profundidad de análisis los efectos de un proyecto.
- Diagnóstico ambiental: es el instrumento de evaluación utilizado para una actividad existente.
- Evaluación de efectos acumulativos: es el instrumento que evalúa de manera sistémica los cambios ambientales combinados originados por la suma de los efectos de proyectos, obras, industrias o actividades, desarrolladas en un área geográfica definida.

Dichos instrumentos se distribuyen de acuerdo con la caracterización de las actividades, obras o proyectos según la distribución taxativa señalada en la sección siguiente. Una vez categorizada la obra o proyecto, le corresponde seguir el procedimiento establecido en esta normativa, detallado en la sección posterior.

- **Categorización**

Según el procedimiento administrativo de evaluación ambiental este empieza con la evaluación ambiental inicial (para proyectos nuevos). La DIGARN utilizará este instrumento para asignar los términos de referencia que han de regir el instrumento de evaluación ambiental que se requiera realizar.

La categorización de las actividades o proyectos se hace mediante la lista taxativa aprobada en el Acuerdo Gubernativo 134-2005. El cual identifica cuatro categorías para los proyectos que varían según el grado de impacto: la categoría A, para aquellos de mayor impacto y riesgo ambiental; las categorías B1 y B2, para los de moderado impacto; y la categoría C, para los de bajo impacto. Según el tipo de actividad, por ejemplo: agrícola, industrial, turística, el Acuerdo Gubernativo señala expresamente lo que se considera alto, medio y bajo impacto.

- **Impacto ambiental negativo**

Este proyecto carece de un impacto ambiental negativo permanente. El daño que sufrirá el terreno no ocasionará mayores consecuencias, dado que solo sucederá en el proceso de construcción debido a la excavación.

- Impacto ambiental positivo

El impacto ambiental positivo que comprende este proyecto se debe a la eliminación de aguas servidas y todo lo que esto conlleva: eliminación de fuentes de proliferación de enfermedades y protección del nivel freático.

Tabla XVII. Matriz de Leopold para la evaluación de impactos ambientales

CARACTERÍSTICAS O CONDICIONES DEL MEDIO SUSCEPTIBLES DE ALTERARSE		MATRIZ DE LEOPOLD PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES																			EVALUACIONES						
		1. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES																									
		A. MODIFICACIÓN DEL RÉGIMEN						B. TRANSFORMACIÓN DEL SUELO Y CONSTRUCCIÓN						C. EXTRACCIÓN DE RECURSOS		D. CAMBIOS EN EL TRÁFICO											
		Alteración de la cubierta terrestre		Alteración del drenaje		Pavimentaciones o recubrimientos de		Ruidos y vibraciones		Carreteras y caminos		Líneas de transmisión, oleoductos y corredores		Desmontes y rellenos		Excavaciones superficiales		Automóviles		Camiones			Comunicaciones		Efecto	Importancia	
Aspectos físico-químicos	Materiales de construcción	0	0	0	0	3	6	0	0	3	4	3	4	0	0	3	6	3	4	3	5	3	6	21	35		
		Suelos	-1	5	0	0	-1	5	0	0	-1	5	0	0	-2	5	-1	5	0	0	0	0	0	0	-6	25	
	AGUA	Calidad	-1	5	2	5	0	0	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	15	
		Temperatura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	ATMÓSFERA	Calidad (gases, partícula)	-2	5	0	0	0	0	0	0	-2	6	0	0	-2	4	-2	7	0	0	0	0	0	0	-8	22	
		Clima (Micro y macro)	-1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	10	
		Temperatura	-1	4	0	0	-1	6	0	0	0	0	0	0	-1	3	0	0	-1	2	-1	3	0	0	-5	18	
	PROCESOS	Erosión	-2	6	0	0	4	3	0	0	4	6	0	0	-2	5	-3	6	0	0	0	0	0	0	1	26	
	Condiciones biológicas	FLORA	Árboles	-5	5	-1	5	-1	5	0	0	-1	5	-1	5	-1	5	-1	5	0	0	0	0	0	0	-11	35
			Arbustos	-5	5	-1	5	-1	5	0	0	-1	5	-1	5	-1	5	-1	5	0	0	0	0	0	0	-11	35
FAUNA	Pájaros (Aves)	-5	5	0	0	0	0	-5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10	10		
	Animales terrestres incluso reptiles	-5	5	-1	5	-1	5	-1	5	-1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9	25		
Factores culturales	NIVEL CULTURAL	Estados de vida	6	5	4	5	6	5	-4	6	6	4	7	3	-6	5	-2	7	6	8	4	8	3	8	30	64	
		Salud y seguridad	4	6	3	7	4	6	-4	7	6	7	4	8	-5	4	-3	6	7	4	4	7	6	9	26	71	
		Empleo	4	6	7	4	3	5	5	4	6	3	4	7	2	6	5	3	7	6	4	6	4	7	51	57	
		Densidad de población	6	4	7	5	6	3	7	4	4	7	4	6	4	7	3	5	5	7	4	8	4	6	54	62	

Fuente: elaboración propia.

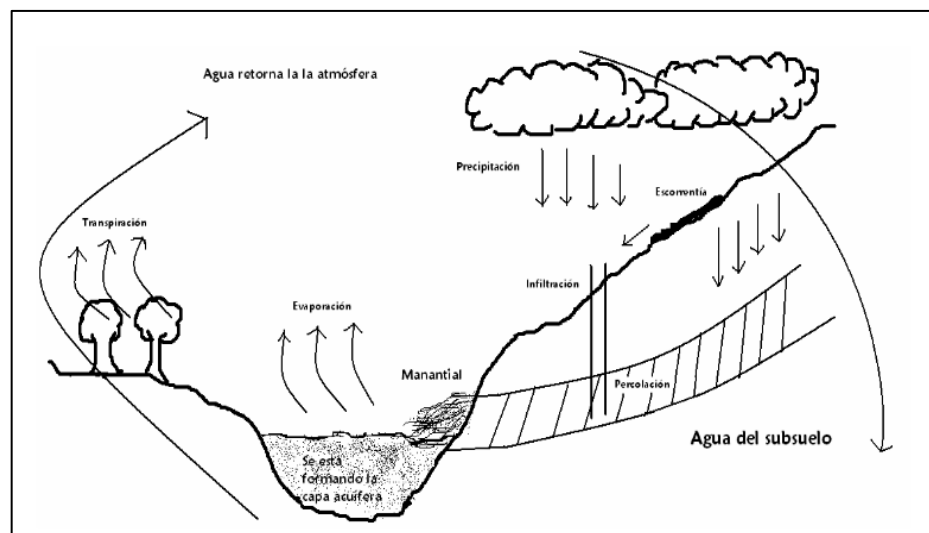
2.2. Diseño de la línea de conducción de agua potable para el caserío Los Ajvix, Cerro Alto

A continuación se presenta el diseño de la línea de conducción de agua potable para el caserío Los Ajvix, Cerro Alto.

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la línea de conducción por bombeo de agua potable con una longitud de 680 metros lineales y una diferencia de 25 metros de altura, que responda a las necesidades de la población del caserío Los Ajvix con una población de 3 000 habitantes. Dicha impulsión será con tubería de PVC de 160 PSI con un diámetro de 4 pulgadas, hasta llegar al tanque de distribución, en donde este se encargará de distribuirlo por gravedad a través de una red de distribución, con la cual ya cuenta la comunidad.

Figura 14. Ciclo hidrológico



Fuente: AGUILAR, Pedro. *Proyecto de graduación. "Apuntes de ingeniería sanitaria 1"*. p. 17.

2.2.2. Levantamiento topográfico

Para la instalación de la tubería de agua potable en un sistema de ramales abiertos, se requiere de un levantamiento topográfico de poligonal abierta. Para determinar los niveles o cotas en los vértices de la línea, puede realizarse una nivelación simple, ya que en el caso de las tuberías, únicamente se necesitan los datos del inicio y del final de un tramo. En este caso se aplicó el método taquimétrico de primer orden usando una estación total marca Nikon.

2.2.3. Criterios de diseño

Para establecer los criterios de diseño se consideraron varios aspectos importantes los cuales se detallará a continuación.

2.2.3.1. Período de diseño

Se denomina así, al período durante el cual un sistema funcionará eficientemente para poder atender la demanda.

El período de diseño que recomiendan instituciones como Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR) es de 20 años, esto no significa que dentro de 20 años el sistema deje de funcionar. Este seguirá funcionando, pero empezarán a dar problemas por deficiencia, dependiendo de la tendencia de crecimiento de la población, del cuidado y mantenimiento que se le proporcione. También se debe tomar en cuenta el tiempo que se lleva en realizar el diseño, gestión y ejecución de la obra por lo que se le agrega un año más, por lo que se adoptan 21 años para el período de diseño, para este proyecto.

2.2.3.2. Estimación de la población de diseño

El número de habitantes de cualquier comunidad varía con el tiempo. Por lo general, el número de habitantes se incrementa en la mayoría de las poblaciones con el transcurso del tiempo.

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

Debido a que en la mayoría de comunidades se carece de esta información, se han desarrollado modelos de pronóstico para poder determinar la población futura. En Guatemala, generalmente se utiliza el modelo geométrico por ser el método que más se aproxima para definir la población real futura.

2.2.3.3. Población actual y tasa de crecimiento poblacional

El crecimiento de población está determinado por factores de tipo socioeconómico: crece por nacimientos, decrece por muertes, crece o decrece por migración y aumenta por anexión.

La institución que proporciona datos oficiales de población es el Instituto Nacional de Estadística (INE). Quien en el último censo realizado a dicha población registró 1 900 personas.

Los métodos para estimar la población futura son: el aritmético, el exponencial y el geométrico. Para el presente proyecto se usará el método geométrico, ya que el crecimiento de población en Guatemala, se ajusta a la proyección de este método.

Para este proyecto se aplicó la tasa de crecimiento del 3 por ciento, que es la utilizada por el INE para la zona en estudio.

$$Pf = Po \times \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$$

Donde:

n = período de diseño [años]

Pf = población futura

Po = población actual

r = tasa de crecimiento poblacional

2.2.3.4. Cálculo de población futura

Al aplicar la fórmula a los datos del presente trabajo, para la población total se obtiene:

$$Pf = Po \times \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$$

$$P2\ 020 = 1\ 900 * (1 + 0,03)^{20}$$

$$P2\ 020 = 3\ 000 \text{ habitantes}$$

2.2.3.5. 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 litros por habitante al día. Los factores que se consideran y que determinan en la dotación son el clima, el nivel de vida, la calidad y la cantidad de agua disponible.

Para fijar la dotación deben tomarse en cuenta estudios de demanda para la población o de poblaciones similares, si los hubiere, de lo contrario, UNEPAR recomienda los siguientes valores para definir la dotación a usar en un sistema de agua potable en el área rural (ver tabla a continuación):

Tabla XVIII. **Dotaciones según sistemas de abastecimiento para el área rural**

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO	DOTACIÓN (L/hab/d)
Llena cántaros	30 – 60
Llena cántaros y conexiones prediales	60 – 90
Conexiones prediales	60 – 120
Conexión intradomiciliar	90 – 170
Pozo excavado	15 mínimo

Fuente: UNEPAR. *Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales* (UNEPAR), p. 25.

2.2.3.6. Dotación de diseño

Esta se tomará de acuerdo a las dotaciones recomendadas por UNEPAR según sistemas de abastecimiento para el área rural.

La dotación adoptada para el caserío Los Ajvix fue de 90 l/hab/d, se consideraron aspectos de clima y actividades productivas.

2.2.4. Factores de consumo

La funcionalidad de un sistema de agua potable es la de suministrar agua a una comunidad en forma continua y con presión suficiente a fin de satisfacer las necesidades de confort y propiciar así su desarrollo. Para lograr tales objetivos es necesario que cada una de las partes que constituyen el acueducto esté satisfactoriamente diseñada y funcionalmente adaptada al conjunto.

Las condiciones climáticas y los días de trabajo tienden a causar algunas variaciones en el consumo de agua. Durante la semana, el lunes se producirá el mayor consumo y el domingo el más bajo. En algunos meses se observará un promedio diario de consumo más alto que el promedio anual.

Especialmente en el tiempo caluroso producirá una semana de máximo consumo y ciertos días superarán a otros en cuanto a demanda. También se producen demandas de consumo altas cada mañana al empezar la actividad del día y un mínimo hacia las cuatro de la madrugada.

Factor de día máximo: 1,2 a 2

Factor de hora máxima: 1,5 a 4

El valor utilizado para los factores, tanto de día máximo como de hora máxima, puede ser cualquiera, dentro de lo que establece la norma.

2.2.4.1. Factor de día máximo

El factor de día máximo está definido como la relación entre el valor de consumo máximo diario registrado en un año y el consumo medio diario relativo a ese año.

Para el caso del presente estudio se toma un factor de día máximo de 2,00 debido a que el valor de este factor varía entre 1,2 a 2 para poblaciones futuras menores de 1 000 habitantes y de 1,2 para poblaciones futuras mayores de 1 000 habitantes. Según Normas de Diseño para Acueductos Rurales de UNEPAR, para este caso particular se tomó un FDM = 2.

2.2.4.2. Factor de hora máximo

Este factor está relacionado con el número de habitantes y sus costumbres. Su selección se toma en forma inversamente proporcional al tamaño de la población. En la población grande, el consumo es bastante uniforme, por lo que el factor de hora máximo es pequeño, mientras que en poblaciones pequeñas el consumo es muy variable, por lo que el factor de hora máximo es mayor.

Según las Normas de Diseño para Acueductos Rurales de UNEPAR se debe utilizar un factor de 2,5 para poblaciones futuras menores de 1 000 habitantes y de 2,2 para poblaciones futuras mayores de 1 000 habitantes, por lo que el presente estudio el factor de hora máximo tendrá el valor de 2,2.

2.2.5. Determinación de caudales

Para la determinación de caudales se toman varios criterios de diseño, los cuales se describen a continuación.

2.2.5.1. Caudal medio diario

Es el caudal que consume a diario una población, generalmente se obtiene del promedio de consumos de un año. Para el caserío Los Ajvix no existen datos de consumo, por lo que el caudal medio se obtiene a partir de la dotación de 90 litros/habitante.

$$Q_{md} = \frac{Pf \times dot}{86\ 400}$$

Donde:

Q_{md} = caudal medio diario [l/s]

Pf = población futura

dot = dotación [l/hab/día]

El valor 86 400 representa la cantidad de segundos en un día.

Para este proyecto se tiene:

A partir de la ecuación de caudal medio se obtiene:

$$Q_{md} = \frac{3\ 000 \times 90}{86\ 400}$$

$$Q_{md} = 3,12 \text{ l/s}$$

2.2.5.2. Caudal diario máximo

Las condiciones climáticas y los días de trabajo tienden a causar algunas variaciones en el consumo de agua. Durante la semana, el lunes se producirá el mayor consumo y el domingo el más bajo. En algunos meses se observará un promedio diario de consumo más alto que el promedio anual. Especialmente el tiempo caluroso producirá una semana de máximo consumo y ciertos días superarán a otros en cuanto a demanda.

También se producen demandas de consumo altas cada mañana al empezar la actividad del día y un mínimo hacia las cuatro de la madrugada.

$$Q_{maxd} = (FDM) * (Q_{md})$$

Donde:

Q_{maxd} = gasto máximo diario [l/s]

Q_{md} = gasto medio diario anual [l/s]

FDM = coeficiente de variación diaria [%]

El gasto máximo diario alcanzará probablemente el 120 por ciento del diario anual y puede llegar hasta el 150 por ciento en poblaciones menores a 1 000 habitantes, según valores comúnmente usados para proyectos en la República de Guatemala.

Para este proyecto se tiene:

A partir de la ecuación de caudal máximo diario se obtiene:

$$Q_{maxd} = (FDM) * (Q_{md})$$

$$Q_{maxd} = (2,0) * (3,12)$$

$$Q_{maxd} = 6,24 \text{ l/s}$$

Por lo que para este proyecto se tiene que el caudal máximo diario es de 6,24 l/s.

2.2.5.3. Caudal horario máximo

El gasto máximo horario será probablemente de alrededor del 200 por ciento y del 300 por ciento para poblaciones menores de 1 000 habitantes; según valores comúnmente usados para proyecto en la República de Guatemala:

$$Q_{hm} = (FHM) * (Q_{md})$$

Donde:

Q_{hm} = consumo máximo horario [l/s]

Q_{md} = caudal medio diario anual [l/s]

Fhm = coeficiente de variación de hora máxima [%]

A partir de la ecuación de caudal hora máximo se obtiene:

$$Q_{hm} = (FHM) * (Q_{md})$$

$$Q_{hm} = (2,2) * (3,12)$$

$$Q_{hm} = 6,86 \text{ l/s}$$

2.2.5.4. Caudal de bombeo

Debido a las condiciones topográficas del lugar, la conducción del agua se hará por bombeo. Se recomienda períodos de bombeo entre 8 y 12 horas por día para motores diésel y de 12 a 18 horas por día para motores eléctricos.

El caudal de bombeo se calculó con la siguiente fórmula:

$$Q_b = \left[\frac{Q_{md} \times 24}{T_b} \right]$$

Donde:

Q_b = caudal de bombeo [l/s]

T_b = período de bombeo [horas]

A partir de la ecuación de caudal de bombeo se obtiene:

$$Q_b = \frac{6,24 \times 24}{12}$$

$$Q_b = 12,48 \text{ l/s}$$

2.2.6. Componentes y diseño hidráulico del sistema

Uno de los elementos importantes en cualquier tipo de sistema de introducción de agua es contar con ciertos elementos los cuales se detallan a continuación.

2.2.6.1. Captación

Esta obra sirve para recolectar el agua proveniente de fuentes o nacimientos, en el caso de este proyecto, el agua se recolectará a través de una perforación de pozo.

2.2.6.2. Línea de conducción

Para el presente estudio se tomaron a consideración varios criterios los cuales detallaremos a continuación.

2.2.6.2.1. Determinación de diámetro económico

En sistemas por bombeo, la determinación del diámetro económico es uno de los aspectos más importantes. Para determinar este diámetro se pueden utilizar fórmulas tales como la sugerida por Wilbert o por un análisis de costo mensual.

Fórmula de Wilbert:

D = diámetro [pul]

Qb = caudal de bombeo [l/s]

V = velocidad del flujo, el cual se encontrara de 0,60 a 2,00 m/s

$$D = \sqrt{\frac{1\,974 \times Q_b}{V}}$$

$$D1 = \sqrt{\frac{1\,974 \times 12,48}{0,60}} = 6,41 \text{ pulgadas}$$

$$D2 = \sqrt{\frac{1\,974 \times 12,48}{2,00}} = 3,51 \text{ pulgadas}$$

Se asume un diámetro de 4, 5 y 6 pulgadas.

Se calcula el costo de la tubería por mes para los diámetros encontrados en la literal anterior. Para ello como primer paso se determina una amortización del 0,016.

Se presenta la primera serie de cálculos para tomar de referencia los resultados expuestos en la siguiente tabla.

- Para un diámetro de 4 pulgadas

Núm. tubos = longitud del tramo /6

Núm. tubos = 720,00 m /6

Núm. tubos = 120 unidades

Amortización mensual = costo de tubería * tasa de amortización * No. tubos

Amortización mensual = 723,64 x 0,01613 x 120

Amortización mensual = Q. 1 389,39

Tabla XIX. **Amortización anual**

DIÁMETRO (pulgadas)	P.U. (Costos Amanco)	Núm. de tubos	Amortización	Amortización mensual
4	Q 723,64	120,00	0,016	Q 1 389,39
5	Q 1 107,82	120,00	0,016	Q 2 127,01
6	Q 1 573,22	120,00	0,016	Q 3 020,58

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de las pérdidas generadas por cada diámetro de tubería.

Para un diámetro de 4 pulgadas

$$H_f = \frac{1\,743,811 \times L \times Q^{1,85}}{\phi^{4,87} \times C^{1,85}}$$

Donde:

H_f = pérdida por fricción de tubería [m]

L = longitud de tubería [m]

Q = caudal [l/s]

∅ = diámetro de tubería [pulgadas]

C = rugosidad de tubería

$$H_{f3"} = \frac{1\,743,811 \times 720,00 \times 12,48^{1,85}}{4^{4,87} \times 150^{1,85}}$$

$$H_{f4"} = 14,76 \text{ m}$$

$$H_{f5"} = 4,98 \text{ m}$$

$$Hf6'' = 2,04 \text{ m}$$

Cálculo de potencia:

$$P = \frac{Q \times Hf}{76 \times e} * 0,746$$

Tabla XX. **Costo mensual de bombeo**

DIÁMETRO [pul]	POTENCIA [kw]	NO DE HORAS BOMBEO/MES	P.U. [KW/HORA]	COSTO MENSUAL DE BOMBEO (Q)
4	3,01	240	Q. 2,90	Q. 2 094,96
5	1,02	240	Q. 2,90	Q. 709,92
6	0,42	240	Q. 2,90	Q. 292,32

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Determinación de diámetro económico**

DIÁMETRO [pul]	COSTO DE TUBERÍA (Q)	COSTO MENSUAL DE BOMBEO (Q)	COSTO TOTAL (Q)
4	Q. 1 389,39	Q. 2 094,96	Q. 3 484,35
5	Q. 2 127,01	Q. 709,92	Q. 2 836,93
6	Q. 3 020,58	Q. 292,32	Q. 3 312,9

Fuente: elaboración propia.

Se determina que la mejor opción es la tubería de 5 pulgadas.

2.2.6.2.2. Verificación del golpe de ariete

El golpe de ariete es un fenómeno que se produce al momento de cerrar una válvula bruscamente o cuando hay algún cese de energía. Por lo tanto, hay que verificar que la tubería sea capaz de aguantar esta sobrepresión. En algunos casos se puede colocar una válvula de alivio para reducir el golpe de ariete.

El golpe de ariete es una onda de presión que se propagará con una velocidad llamada celeridad “a” que se calcula de la siguiente manera:

$$\alpha = \frac{1,420}{\sqrt{1 + ((2,07 * 10^4)/(3 * 10^4))(5,135/0,214)}}$$

$$\alpha = 1\,420 / (\sqrt{(1 + (2,07 * 10^4 / 3 * 10^4) * (5,135 / 0,214))})$$

$$\alpha = 338,89 \text{ [m/seg]}$$

Donde:

α = velocidad de la onda [m/s]

K = módulo de compresión del agua [kg/cm²]

E = módulo de elasticidad PVC Tipo 1 [kg/cm²]

Tabla XXII. **Valores de módulo de elasticidad volumétrica de materiales**

MATERIAL	E [KG/CM²]
PVC	$3 * 10^4$
Hierro fundido	$1,05 * 10^6$
Acero	$2,05 * 10^6$
Asbesto de cemento	$(1,85 - 2,5) * 10^6$

Fuente: elaboración propia.

$$V = 1,974 * \frac{12,48}{(5,135)^2}$$

$$V = 0,934288 \text{ [m/s]}$$

$$\Delta H = \frac{0,94 * 338,89}{9,8} = 32,50 \text{ [m. c. a.]}$$

$$\Delta H + H = 32,50 + 32 = 64,50 < 112 \text{ [m. c. a.]}$$

La tubería si soporta la sobrepresión provocada por el golpe de ariete.

2.2.6.2.3. Cálculo de la carga dinámica total

La bomba produce siempre un salto brusco en el gradiente hidráulico que corresponde a la energía, Hm comunicada al agua por la bomba. Hm es siempre mayor que la carga total de elección contra la cual trabaja la bomba, para poder vencer todas las pérdidas de energía en la tubería. La carga de presión Hm generada por la bomba es llamada, generalmente carga manométrica o carga dinámica total, e indica siempre la energía dada al agua a

su paso por la bomba. La carga dinámica total está dada por la expresión siguiente:

$$CDT = \left(\frac{v^2}{2 \cdot g} \right) + H_s + H_{fs} + H_f + H$$

Donde:

v = velocidad media del agua [m/s]

H_f = pérdidas por fricción en la tubería [m]

H_{fs} = pérdidas secundarias [m]

H = altura de impulsión [m]

H_s = altura de aspiración [m]

Pérdidas por fricción en la tubería (H_f).

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

Donde:

H_f = pérdida del tramo [m]

L = longitud del tramo [m]

Q = caudal en el tramo [l/s]

C = constante según el material

D = diámetro real de la tubería [pul]

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

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 720 * 12,48^{1,85}}{150^{1,85} * 5^{4,87}}$$

$$H_f = 4,98 \text{ m}$$

- Pérdidas por altura de aspiración (H_s) = 111
- Pérdida por succión = $\frac{5*111}{100} = 5,55 \text{ m}$

$$\text{Pérdida de carga por velocidad} = \frac{v^2}{2*g}$$

$$H_v = \frac{(0,93)^2}{2*9,8} = 0,044 \text{ m}$$

- Pérdida localizadas o menores $0,10*H_f$
Pérdidas localizadas o menores = $0,10*4,98$
 $H_{fs} = 0,498 \text{ m}$

$$\text{Carga dinámica total} = \text{CDT} = \left(\frac{v^2}{2*g}\right) + H_s + H_{fs} + H_f + H$$

$$\text{Carga dinámica total} = 111 + 5,55 + 32 + 4,98 + 0,49 + 0,044 = 154,06 \text{ m}$$

Al tener la carga total de la bomba, se calcula la potencia.

2.2.6.2.4. Determinación de la potencia de la bomba

A continuación se realizará el cálculo de la potencia de la bomba.

$$P = \frac{Q*Ct}{76*e}$$

Donde:

P = potencia [HP]

Q = caudal [l/s]

CDT = carga dinámica total [m]

E = eficiencia, lo más común es utilizar 0,60 en aquellos casos que se cuente con energía eléctrica.

Con la ecuación dada se puede calcular la bomba:

$$P = \frac{Q \cdot CDT}{76 \cdot e}$$
$$P = \frac{12,48 \cdot 154,06}{76 \cdot 0,60}$$
$$P = 42,16 \text{ HP}$$

El equipo de bombeo se cotizo en el mercado local y actualmente es posible adquirirlo con una potencia de 45 y 50 HP.

2.2.6.2.5. Especificaciones del equipo de bombeo

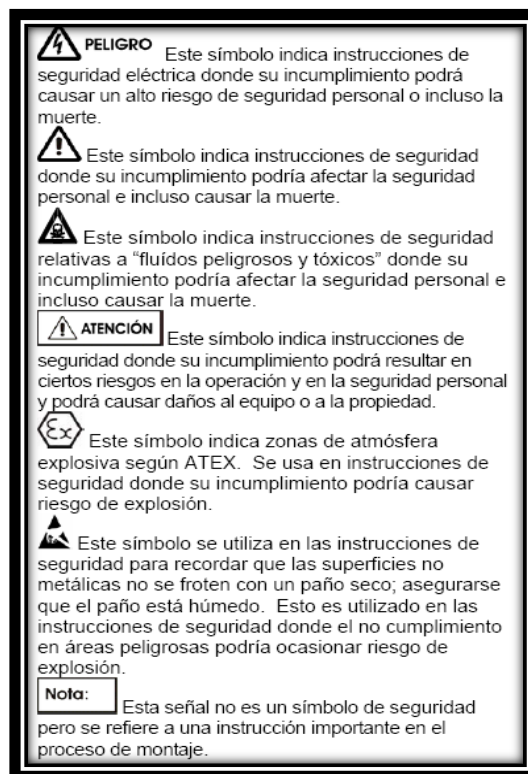
El objetivo de estas especificaciones es facilitar la familiarización del producto y su uso permitido.

Es requisito legal que cualquier maquinaria o equipamiento puesto en servicio en ciertas regiones tenga un manual técnico con las especificaciones, cuando sea aplicable, equipos de baja tensión, compatibilidad electromagnética (CEM) y equipos a presión, un elemento importante a considerar también es la seguridad la cual describiremos a continuación:

- Seguridad

Estas instrucciones para el usuario contienen marcas de seguridad específicas en aquellos puntos donde el incumplimiento de una instrucción podría causar riesgos, las marcas de seguridad específicas se muestran en la imagen a continuación.

Figura 15. **Marcas de seguridad en equipo de bombeo**



Fuente: Hidrotecnia, S. A.

2.2.6.3. Tanque de distribución

Para el presente estudio el tanque de distribución del caserío Los Ajvix ya existe, el cual hasta la fecha está funcionando con normalidad y en el presente estudio se analiza la línea de conducción hasta el tanque actual.

2.2.6.4. Red de distribución

Para el presente estudio la comunidad ya cuenta con una red de distribución, la cual hasta la fecha ha venido funcionando con normalidad.

2.2.7. Sistema de desinfección

Es el aniquilamiento de la mayor parte de las bacterias por medio de sustancias químicas, calor, luz ultravioleta u otros, en el caserío Los Ajvix existe un sistema de desinfección, el cual consiste en aplicar pastillas de tricloro al tanque de distribución también existente, o una solución de hipoclorito al 10%.

2.2.8. Programa de operación y mantenimiento

El encargado del correcto funcionamiento debe ser preferentemente un fontanero que reciba un salario. Este realizará inspecciones periódicas a todos los componentes físicos del sistema con el fin de garantizar su adecuado funcionamiento.

Entre las obligaciones comunes del fontanero están: detectar posibles fugas que puedan existir tanto en la línea de conducción, distribución y conexiones, cuando se registre insuficiencia de agua en el servicio, efectuar las reparaciones necesarias, dar mantenimiento a las obras de arte, es decir,

mantenerlas limpias, retirar la maleza y velar por el buen estado de todas las obras complementarias. Cuando no se cuente con un fontanero designado para estas actividades, el consejo comunitario de desarrollo el caserío Los Ajvix será el encargado de realizar estas actividades.

Por último, se hace necesario e importante mencionar que ningún sistema de agua potable funcionará adecuadamente sin la supervisión del elemento humano, de lo contrario el sistema poco a poco se deteriorará hasta llegar al colapso y dejará de prestar el servicio.

2.2.9. Propuesta de tarifa

Un sistema de agua potable debe contar con un programa de operación y mantenimiento adecuado, para garantizar la sostenibilidad del mismo durante el período para el que ha sido diseñado. Esto implica que es necesario contar con recursos suficientes para operar el sistema, darle un mantenimiento preventivo, y cuando así lo amerite, también correctivo. Dichos recursos pueden obtenerse a través del pago de una tarifa mensual por parte de los beneficiarios del caserío Los Ajvix, la cual se puede calcular con un horizonte no mayor de cinco años, ya que en el área rural es muy difícil que acepten incrementos constantes por el servicio. Se calculará la tarifa contemplando los costos siguientes:

2.2.9.1. Costo de operación

El costo de operación (Co), contempla el pago mensual del fontanero para efectuar revisiones constantes al sistema y operar el sistema de cloración. El cálculo del costo de operación se efectúa considerando que un fontanero recibe un salario mínimo por lo que se procede de la siguiente manera:

En este renglón se debe incluir el consumo de energía eléctrica el cual viene dado en relación al caballaje del motor, el cual es de 50 HP, siguiendo este razonamiento, 1 HP = 746 Watts, por lo que 50 HP = 37.3 KW, los cuales deben ser multiplicados por las horas de bombeo diarias, las mismas serán 8, por lo tanto 37.3 * 8 horas equivale a 298.4 kW diarios, esto multiplicado por el precio de Q 0.75/kW y por los 30 días que tiene un mes arroja un resultado aproximado de Q 6 705,00/mes.

$$C_o = Q 1 800 + 6 705 = Q 8 505/\text{mes}$$

2.2.9.2. Costo de mantenimiento

Para determinar el costo de mantenimiento (Cm), se estima el tres por millar del costo de los materiales no locales presupuestados para el período de diseño y que servirá básicamente para la compra de materiales, cuando haya necesidad de mejorar o cambiar los existentes.

$$C_m = \left(\frac{3}{1000} \right) * \frac{M_{nl}}{n}$$

Donde:

Mnl = costo de materiales no locales [Q]

n = período de diseño [años]

$$C_m = 0,003 * (449 027,79/21) = Q 64,15/\text{mes}$$

2.2.9.3. Costo de tratamiento

El costo de tratamiento (Ct), es específicamente para la compra de hipoclorito de calcio y se determina de la siguiente manera:

$$C_t = \frac{30 * C_h * C_{MH} * R_{ac} * 86400}{61 538 * C_c}$$

Donde:

Días en un mes = 30

Ch = costo de hipoclorito de calcio (100 libras) (Q)

CMH = consumo máximo horario o caudal de distribución

Rac = relación de agua cloro en una parte por millar = 1,00 (lt/s) = 0,001

Cc = concentración de cloro al [%].

Segundos por día = 86 400

En una solución al 10 por ciento y con una cantidad de hipoclorito al 65 por ciento se necesitan 61 538,40 gramos.

$$Ct = \frac{30 * 1750 * 2,20 * 0,001 * 86400}{61538,40 * 0,65} = Q249,48/\text{mes}$$

2.2.9.4. Gastos administrativos

Este sirve para mantener un fondo para gastos que puedan surgir en papelería, viáticos, sellos, etc. Para calcular los gastos administrativos (Ga), se puede estimar un porcentaje de la suma de gastos de operación, mantenimiento y tratamiento, para este caso se consideró un porcentaje igual al 10%.

$$Ga = 0,10 (Co + Cm + Ct)$$

Donde:

Co = costo de operación

Cm = costo de mantenimiento

Ct = costo de tratamiento

$$Ga = 0,10 (8505 + 64,15 + 249,48) = Q881,86/\text{mes}$$

2.2.9.5. Costo de reserva

El objetivo de este costo es cubrir eventualidades que puedan surgir como por ejemplo sabotajes y desastres naturales. Se calcula igual que el gasto administrativo, se considera un porcentaje de la suma de costos de operación, mantenimiento y tratamiento, al igual que el caso anterior se adoptó el 10 por ciento.

$$Cr = 0,10 (8\ 505 + 64,15 + 249,48) = Q\ 881,86/\text{mes}$$

2.2.9.6. Tarifa mensual propuesta

Esta se calcula sumando todos los gastos y/o costos anteriores y se divide dentro del número total de conexiones, el número de conexiones totales en el caserío Los Ajvix existen 75 conexiones.

$$Tarifa = \frac{\Sigma}{\#}$$

Tp = costo de operación	= Q 8 505
Costo de mantenimiento	= Q 64,15
Costo de tratamiento	= Q 249.48
Gastos administrativos	= Q 881,86
Costo de reserva	= <u>Q 881,86</u>
	Q 10 582,86/mes

Este total se va a dividir dentro de las 75 viviendas para calcular la tarifa de cada una de ellas para que se puedan cubrir estos gastos.

$$T_p = \frac{10\,582,86}{500} = Q21,16/\text{mes por vivienda.}$$

La tarifa adoptada será de Q 22,00 por usuario del servicio de agua potable.

2.2.10. Planos de detalles

Los planos y las especificaciones técnicas constituyen junto al presupuesto, los parámetros más importantes para la toma de decisiones de parte de la entidad que dará financiamiento al proyecto. En los planos se resume la información esencial del proyecto junto con los detalles y elementos constructivos más significativos. Los planos de este proyecto se encuentran en apéndices.

2.2.11. Presupuesto

A continuación se realiza una descripción del presupuesto a utilizar en el proyecto.

2.2.11.1. Integración de precios unitarios

El presupuesto se elaboró calculando la cantidad de materiales, mano de obra (tanto calificada, como no calificada), con base en precios manejados en la región, de esta manera se obtienen los costos directos; luego se calculan los costos indirectos (gastos administrativos, utilidades, etc.); con el total de lo mencionado se obtendrá el costo de ejecución del proyecto de agua potable.

Ver en apéndices

Tabla XXIII. Presupuesto del proyecto

LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO AJVIX CERRO ALTO SAN JUAN SACATEPÉQUEZ					
RESUMEN DE RENGLONES DE TRABAJO					
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
A LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE POZO A TANQUE					
1.00	LÍNEA DE CONDUCCIÓN				
1,01	Trazo y Replanteo Topográfico.	685,98	ml	Q18,94	Q12 994,75
1,02	Tubería de 250 PSI de 4"(Incluye Instalacion)	685,98	ml	Q0,46	Q316,41
1,03	Excavación de Zanja a = 0.60 m. Profundidad de 1m.	370,42	m3	Q97,46	Q36 101,38
1,04	Pastilla de Material Selecto e = 0.10 m.	41,16	m3	Q224,70	Q9 248,42
1,05	Relleno de Zanja, (utilizar material de corte, mezclado con Selecto un 30%).	316,75	m3	Q132,65	Q42 018,13
1,06	Suministro e instalación de equipo de bombeo sumergible de 40 HP adaptado a motor de 50 HP con capacidad de producir 160 GPM contra 700 pies de CDT/ incluye tubería de HG 4" tipo IIViano hasta 305 pies de profundidad, accesorios de instalación y panel de control de arranque suave.	1,00	unidad	Q253 803,79	Q253 803,79
1,07	Suministro e instalación de Válvula de Cheque de 4".	2,00	unidad	Q1 117,66	Q2 235,31
1,08	Suministro e instalación de Válvula de Compuerta de 4".	2,00	unidad	Q2 210,95	Q4 421,89
SUBTOTAL Q					361 140,09
B CASETA DE CONTROL					
2.00	CONSTRUCCION DE CASETA DE CONTROL				
2,01	Trazo y puenteados	13,51	ml	Q14,34	Q193,80
2,02	Excavación de zanja	4,95	m3	Q100,60	Q498,40
2,03	Cimiento corrido de 0.40 x 0.20, Ref. 3No. 3 + Est. No. 2 @0.20 m. (armado, centrado y fundición)	12,39	ml	Q427,57	Q5 295,43
2,04	Columna tipo "C1" de 0.15x0.15 con 4 NO 4 + est No 2 @0.15	3,00	unidad	Q724,97	Q2 174,90
2,05	Columna tipo "C2" de 0.15x0.10 con 2 NO 3 + est No 2 @0.15	7,00	unidad	Q416,66	Q2 916,61
2,06	levantado de muros con block de 0.14x0.19x0.39, 25 Kg/cm2, incluye solera de 0.20 x 0.10 + ref. 4No. 3 + Est. No. 2 @ 0.15 m.	26,95	m2	Q378,49	Q10 201,40
2,07	Suministro y fundición de Losa con concreto 3000 PSI e=0.10 m.	17,00	m2	Q518,03	Q8 807,57
2,08	Suministro e instalación de acometida eléctrica monofásica	1,00	unidad	Q4 492,73	Q4 492,73
2,09	Suministro e instalación de salidas de iluminación en cielo, cableado y emplacado	4,00	unidad	Q378,00	Q1 511,98
2,10	Suministro e instalación de unidades de fuerza para caseta, incluye cableado y emplacado	2,00	unidad	Q364,77	Q729,53
2,11	Suministro e instalación de contrapiso de concreto de 3000 PSI e=0.10 m.	10,12	m2	Q196,04	Q1 984,72
2,12	Suministro y fundición de banquetta de concreto de 3000 PSI y e=0.10 m.	5,74	m2	Q196,04	Q1 125,27
2,13	Suministro e instalación de puerta metálica de 1.00x2.10 m	2,00	unidad	Q1 517,39	Q3 034,79
2,14	Suministro e instalación de ventana v-1 (1.5x0.6)	2,00	unidad	Q585,28	Q1 170,56
SUBTOTAL					Q44 137,70
C EXTENSIÓN DE LINEA ELÉCTRICA TRIFÁSICA DE CALLE PRINCIPAL A PREDIO DE POZO (INCLUYE EXTENSIÓN DE LINEAS Y POSTEADO)					
3.00	EXTENSIÓN DE LINEA ELÉCTRICA				
3,01	Extensión de línea eléctrica trifásica de calle principal a predio de pozo (Incluye extensión de líneas y posteado)	1,00	unidad	Q 43 750,00	Q 43 750,00
SUBTOTAL Q					43 750,00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q 449 027,79

Fuente: elaboración propia.

2.2.12. Cronograma

A continuación se muestra el cronograma de ejecución del proyecto.

Tabla XXIV. Cronograma de ejecución del proyecto

CRONOGRAMA DE TRABAJO											
MES NÚM. 1				MES NÚM. 2				MES NÚM. 3			
SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12
Q 12 994,75											
			Q 316,41								
	Q 9 025,34	Q 9 025,34	Q 9 025,34	Q 9 025,34							
				Q 2 312,11	Q 2 312,11	Q 2 312,11	Q 2 312,11				
							Q 14 006,04	Q 14 006,04	Q 14 006,04		
							Q 253 803,79				
							Q 2 235,31				
							Q 4 421,89				
Q 193,80											
Q 498,40											
Q 2 647,72	Q 2 647,72										
	Q 2 174,90										
	Q 2 916,61										
		Q 5 100,70	Q 5 100,70								
				Q 4 403,79	Q 4 403,79						
						Q 4 492,73					
							Q 1 511,98				
						Q 729,53					
							Q 1 984,72				
							Q 1 125,27				
										Q 3 034,79	
										Q 1 170,56	
						Q 43 750,00					

Continuación de la tabla XXIV.

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
A LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE POZO A TANQUE					
1.00	LÍNEA DE CONDUCCIÓN				
1,01	Trazo y Replanteo Topográfico.	685,98	ml	Q 18,94	Q 12 994,75
1,02	Tubería de 250 PSI de 4" (Incluye Instalacion)	685,98	ml	Q 0,46	Q 316,41
1,03	Excavación de Zanja a = 0,60 m. Profundidad de 1m.	370,42	m3	Q 97,46	Q 36 101,38
1,04	Pastilla de Material Selecto e = 0,10 m.	41,16	m3	Q 224,70	Q 9 248,42
1,05	Relleno de Zanja, (utilizar material de corte, mezclado con Selecto un 30%).	316,75	m3	Q 132,65	Q 42 018,13
1,06	Suministro e instalación de equipo de bombeo sumergible de 40 HP adaptado a motor de 50 HP con capacidad de producir 160 GPM contra 700 pies de CDT/ incluye tubería de HG 4" tipo liviano hasta 305 pies de profundidad, accesorios de instalación y panel de control de arranque suave.	1,00	unidad	Q 253 803,79	Q 253 803,79
1,07	Suministro e Instalación de Válvula de Cheque de 4".	2,00	unidad	Q 1 117,66	Q 2 235,31
1,08	Suministro e Instalación de Válvula de Compuerta de 4".	2,00	unidad	Q 2 210,95	Q 4 421,89
2.00	CASETA DE CONTROL				
2,01	Trazo y puentado	13,51	m2	Q 14,34	Q 193,80
2,02	Excavación de zanja	4,95	m3	Q 100,60	Q 498,40
2,03	Cimiento corrido de 0,40 x 0,20, Ref. 3No. 3 + Est. No. 2 @0,20 m. (armado, centrado y fundición)	12,39	ml	Q 427,57	Q 5 295,43
2,04	Columna tipo "C1" de 0,15x0,15 con 4 NO 4 + est No 2 @0,15	3,00	unidad	Q 724,97	Q 2 174,90
2,05	Columna tipo "C2" de 0,15x0,10 con 2 NO 3 + est No 2 @0,15	7,00	unidad	Q 416,66	Q 2 916,61
2,06	levantado de muros con block de 0,14x0,19x0,39, 25 Kg/cm2, incluye solera de 0,20 x 0,10 + ref. 4No. 3 + Est. No. 2 @ 0,15 m.	26,95	m2	Q 378,49	Q 10 201,40
2,07	Suministro y fundición de Losa con concreto 3000 PSI e=0,10 m.	17,00	m2	Q 518,03	Q 8 807,57
2,08	Suministro e instalación de acometida eléctrica monofásica	1,00	unidad	Q 4 492,73	Q 4 492,73
2,09	Suministro e instalación de salidas de iluminación en cielo, cableado y emplacado	4,00	unidad	Q 378,00	Q 1 511,98
2,10	Suministro e instalación de unidades de fuerza para caseta, incluye cableado y emplacado	2,00	unidad	Q 364,77	Q 729,53
2,11	Suministro e instalación de contrapiso de concreto de 3000 PSI e=0,10 m.	10,12	m2	Q 196,04	Q 1 984,72
2,12	Suministro y fundición de banqueta de concreto de 3000 PSI y e=0,10 m.	5,74	m2	Q 196,04	Q 1 125,27
2,13	Suministro e instalación de puerta metálica de 1,00x2,10 m	2,00	UNIDAD	Q 1 517,39	Q 3 034,79
2,14	Suministro e instalación de ventana v-1 (1,5x0,6)	2,00	UNIDAD	Q 585,28	Q 1 170,56
3.00	EXTENSIÓN DE LINEA TRIFÁSICA DE CALLE PRINCIPAL A PREDIO DE POZO (INCLUYE EXTENSIÓN DE LINEAS Y POSTEADO)				
3,01	Extensión de línea eléctrica trifásica de calle principal a predio de pozo (Incluye extensión de líneas y posteado)	1,00	unidad	Q 43 750,00	Q 43 750,00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q 449 027,79

Fuente: elaboración propia.

2.2.13. Evaluación de impacto ambiental inicial

Un estudio o evaluación de impacto ambiental es un documento que describe pormenorizadamente las características de un proyecto o actividad que se pretenda llevar a cabo o su modificación. Debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación de su impacto ambiental y describir las acciones que ejecutarán para impedir o minimizar sus efectos significativamente adversos.

Para el diseño y construcción, se deben identificar los factores que puedan causar impacto en el ambiente en el cual se rodeará. Además, se deben identificar por separado qué partes del ambiente se estarían afectando. En los anexos se puede encontrar la evaluación de impacto ambiental inicial para este proyecto.

2.2.14. Evaluación socioeconómica

A continuación se realiza la evaluación económica, a través del Valor Presente Neto y Tasa Interna de Retorno.

2.2.14.1. Valor Presente Neto

Se utiliza para comparar alternativas de inversión. Consiste en transformar todos los movimientos monetarios de un proyecto a través del tiempo, a valores actuales, para determinar la rentabilidad al término del período de funcionamiento. El valor presente neto se presenta de tres posibles maneras las cuales pueden ser:

$$\text{VPN} < 0$$

$$\text{VPN} = 0$$

$$\text{VPN} > 0$$

De acuerdo al resultado, si este es negativo indica que el proyecto no es rentable. Si el resultado es igual a cero, esto indica que las utilidades generadas por el correcto funcionamiento del proyecto son las adecuadas. Si el Valor Presente Neto es mayor que cero indica que el proyecto es rentable y que generara utilidades, las fórmulas para el cálculo de VPN son:

$$F = P(1+i)^n$$

Donde:

F = valor futuro de la inversión a realizarse en la actualidad

P = valor presente de la inversión a realizarse en la actualidad

i = tasa de interés ponderado

n = número de períodos a evaluar el proyecto

Esta fórmula debe ser despejada para poder aplicarse al análisis, la fórmula ya despejada nos dará el siguiente resultado.

$$P = \frac{F}{(1+i)^n}$$

Para analizar el proyecto se propone una tasa de 5 % anual, puesto que el proyecto es de tipo social y no lucrativo.

Debido a que todo proyecto de desarrollo debe contar con cierto aporte de los beneficiados, en este caso particular se propone que la Municipalidad cobre

una cuota simbólica a los beneficiados por motivo de conexión domiciliaria la cual se propone que sea del 50 % del costo total del proyecto.

$$\frac{449\,027,79}{2} = Q\,224\,514$$

Esto dividido entre las 500 conexiones

$$\frac{224\,514}{500} = Q\,450$$

Entonces;

$$P = \frac{224\,514}{(1 + 0,05)^1} = Q\,203\,614$$

$$P = 126\,988 \left[\frac{(1 + 0,05)^{20} - 1}{0,05(1 + 0,05)^{20}} \right] = 1\,1582\,551,17$$

Este valor presente es el mismo para los ingresos como para los egresos, por lo cual al realizar la sumatoria algebraica se elimina mutuamente.

$$VPN = -449\,027,79 + 203\,641 = -245\,386,79$$

El VPN es negativo lo cual indica que el proyecto no es rentable.

2.2.14.2. Tasa Interna de Retorno

Es utilizada para evaluar el rendimiento de una inversión. Debido a que el presente proyecto es de carácter social, es imposible obtener una tasa interna de retorno; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel

municipal para este tipo de inversión es de costo/beneficio, las instituciones de inversión social, toman las decisiones de acuerdo con las disposiciones económicas que posean.

Para poder obtener una Tasa Interna de Retorno es necesario un VPN positivo por cual se obtiene uno usando una tasa de interés negativa de la siguiente manera:

Usando -51 %

$$P = \frac{224\,514}{(1 - 0,51)^1} = 458\,192$$

Entonces VPN = -449 027,79 + 458 192 = 9 164,05

Ya encontrados ambos VPN positivo y negativo se procede a encontrar la TIR de la siguiente manera:

5 % VPN = -245 386,79

TIR VPN = 0

-51 % VPN = 9 164,05

$$\text{TIR} = \frac{[5 - (-51)][0 - (-9\,164,05)]}{-245\,386,79 - 9\,164,05} + (-51) = -49\%$$

La Tasa Interna de Retorno del proyecto es -49% lo cual indica que no es rentable.

CONCLUSIONES

1. En el diseño de la carretera de la aldea Comunidad de Zet, San Juan Sacatepéquez se consideraron los siguientes aspectos como la topografía: región ondulada y el tránsito: 10 a 100 vehículos al día y velocidad de diseño 40 kilómetros por hora.

Elementos que influyeron grandemente, para definir el tipo de carretera que se necesita en la región y a la vez llevar a cabo un buen diseño. Razón por la cual se estableció una carretera tipo f, la cual beneficiará aproximadamente a 7 000 personas del lugar.

2. En el caserío Los Ajvix, es de carácter urgente que se realice la construcción de una nueva línea de conducción. Este proyecto beneficiará directamente a 3 000 habitantes.
3. La realización del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), además de brindar servicio técnico profesional, como proyección de la Universidad, da la oportunidad al estudiante de complementar su formación académica, le permite adquirir experiencia y madurez, para iniciar el desempeño de su profesión, ya que la experiencia adquirida en el EPS provee el conocimiento no adquirido en la Universidad.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de San Juan Sacatepéquez:

1. Realizar la construcción de la línea de conducción de agua potable en el menor tiempo posible, con lo cual se evitará enfermedades y disminuirá los gastos de los habitantes en concepto de compra de agua y medicamentos.
2. Concienciar a los beneficiarios del proyecto de agua potable, para que las tuberías se mantengan en buen estado, ya que de esta manera se obtendrán resultados óptimos.
3. Proveer el mantenimiento rutinario y periódico a la superficie de rodadura de la carretera, antes y después del invierno, de esa forma se logrará alcanzar la vida útil para la que fue diseñado el proyecto.
4. Dentro del programa de mantenimiento de la carretera de la comunidad, realizar la limpieza de las cunetas al inicio y al final del invierno.
5. En el tiempo que se realizará la ejecución de ambos proyectos es necesario que las personas encargadas actualicen los precios de los materiales.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR FUENTES, Byron de Jesús. *Planificación y diseño de un tramo carretero comunidad El Carmen*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 2001. 164 p.
2. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria*
1. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2007. 170 p.
3. Dirección General de Caminos Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda. *Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes*. Guatemala: DGC MCIV 2000. 361 p.
4. GALICIA ORDÓÑEZ, Caris Gabriela. *Diseño de ampliación de 1.45 km. de pavimento rígido en el sector 2 de la aldea Fray Bartolomé de Las Casas (El Cerinal) y escuela de párvulos de dos niveles del cantón Utzumazate del municipio de Barberena, Santa Rosa*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2006. 181 p.
5. JUÁREZ IZEM, Henry Otoniel. *Diseño de carretera comunidad San Sebastián El Refugio, municipio de San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 175 p.

APÉNDICES

Integración de precios unitarios para el diseño del tramo carretero sector V, aldea Comunidad de Zet.

1.01	Replanteo y levantamiento topografico	3.38	KM		Q115,902.57
Materiales					
	Insumos varios de topografía (Pintura de Aceite, Estacas, Clavos con cabeza)	global	1.0000	Q892.86	Q892.86
					Q892.86
Subcontratos					
	Cuadrilla de Topografía 1 topógrafo "A" + 2 Cadeneros	día	240.0000	Q1,071.43	Q257,142.86
					Q257,142.86
			Subtotal		Q258,035.71
			Ayudante	50.00%	Q0.00
			Prestaciones	70.00%	Q0.00
			Indirectos	40.00%	Q103,214.29
			IVA	12.00%	Q30,964.29
			TOTAL		Q392,214.29
2.01	Excavación no clasificada para desperdicio	13116.94	M3		Q40.00
Subcontratos					
	Suministro del corte de la cajuela, incluye el traslado del material sobrante a una	M3	17052.0220	Q20.24	Q345,182.41
					Q345,182.41
			Subtotal		Q345,182.41
			Ayudante	50.00%	Q0.00
			Prestaciones	70.00%	Q0.00
			Indirectos	40.00%	Q138,072.96
			IVA	12.00%	Q41,421.89
			TOTAL		Q524,677.26

3.01	Conformación de cuneta de concreto 3000 PSI	6768.48	ML		Q145.00
Materiales					
	Selecto	m3	541.48	Q29.00	Q15,702.87
	Cemento UGC 42kg	sacos	4737.94	Q73.00	Q345,869.33
	Arena de Río	m3	473.79	Q47.50	Q22,505.20
	Pedrin 1/2"	m3	473.79	Q54.77	Q25,949.68
	Tabla 12"x1"x12'	unidad	676.85	Q25.00	Q16,921.20
					Q426,948.27
Mano de Obra					
	Compactación de Material Selecto	ml	6768.48	Q3.00	Q20,305.44
	Hacer y quitar formaleta	ml	6768.48	Q3.00	Q20,305.44
	Fundición de cuneta	ml	6768.48	Q10.00	Q67,684.80
					Q108,295.68
Subtotal					Q535,243.95
Ayudante				50.00%	Q54,147.84
Prestaciones				70.00%	Q113,710.46
Indirectos				40.00%	Q214,097.58
IVA				12.00%	Q64,229.27
TOTAL					Q981,429.11
3.02	Tratamiento de Sub-rasante 0.20 mts	20304.00	M2		Q32.95
Materiales					
	Selecto	M2	0.0000	Q80.36	Q0.00
					Q0.00
Subcontratos					
	Suministro del corte de la cajuela, incluye el traslado del material sobrante a una distancia no	M2	20304.0000	Q21.68	Q440,190.72
					Q440,190.72
Subtotal					Q440,190.72
Ayudante				50.00%	Q0.00
Prestaciones				70.00%	Q0.00
Indirectos				40.00%	Q176,076.29
IVA				12.00%	Q52,822.89
TOTAL					Q669,089.89
3.03	Conformación de base de selecto de 0.15 mts	3553.45	M3		Q282.29
Materiales					
	Selecto	M3	4619.4876	Q71.43	Q329,963.40
					Q329,963.40
Subcontratos					
	Suministro del corte de la cajuela, incluye el traslado del material sobrante a una distancia no	M3	4619.4876	Q71.43	Q329,963.40
					Q329,963.40
Subtotal					Q659,926.80
Ayudante				50.00%	Q0.00
Prestaciones				70.00%	Q0.00
Indirectos				40.00%	Q263,970.72
IVA				12.00%	Q79,191.22
TOTAL					Q1,003,088.74

3.04	Colocación de capa de rodadura de concreto hidraulico de 0.15 mts	20304.00	M2	Q270.49
Materiales				
	Cemento UGC 42kg	sacos	25216.0000	Q74.00 Q1,865,984.00
	Arena de Rio	m3	1116.7200	Q90.00 Q100,504.80
	Pedrin 1/2"	m3	1675.0000	Q150.00 Q251,250.00
	Costaneras de 8" X 20 pies	unidad	50.0000	Q108.00 Q5,400.00
	Anisol (masterkure 200)	Galon	609.1200	Q35.00 Q21,319.20
	Material Bituminoso Cuñete rinde 448 m2 /	m2	20304.0000	Q1.56 Q31,674.24
				Q2,276,132.24
Mano de Obra				
	Preparación de área	m2	20304.0000	Q1.00 Q20,304.00
	Colocación de Formaleta	m2	20304.0000	Q3.00 Q60,912.00
	Fundición de concreto rayado	m3	20304.0000	Q24.45 Q496,432.80
	Desmontaje de Formaleta	m2	20304.0000	2.0000 Q40,608.00
				Q618,256.80
Equipo y herramienta				
	CONCRETERA Q.400.00/DIA. Q.50.00/HORA	hora	960.0000	44.6429 Q42,857.14
	VIBRADOR DE LATIGO. Q300.00/DIA.	hora	960.0000	33.4821 Q32,142.86
	CORTADORA DE CONCRETO Q. 350.00/DIA	día	2.0000	312.5000 Q625.00
	DISCO DE DIAMANTE , 1000 ML/RENDIMIENTO.	unidad	1.0000	2678.5714 Q2,678.57
	PRUEBAS DE LABORATORIO	unidad	1.0000	10000.0000 Q10,000.00
				Q88,303.57
Subtotal				Q2,982,692.61
Ayudante 50.00%				Q309,128.40
Prestaciones 70.00%				Q649,169.64
Indirectos 40.00%				Q1,193,077.04
IVA 12.00%				Q357,923.11
TOTAL				Q5,491,990.81

3.05	Fabricación de cabezal de descarga fabricado con concreto ciclopeo	8.00	M3		Q1,953.06
Materiales					
	Desencofrante (Duopart)	galon	2.0000	Q80.00	Q160.00
	Polyheed RI	galon	4.0000	Q125.00	Q500.00
	Arena de Río	m3	4.0000	Q133.93	Q535.72
	Pedrín 3/4"	m3	3.5000	Q196.43	Q687.51
	Pedrín 3/8"	m3	1.0000	Q196.43	Q196.43
	Alambre de amarre	quintal	0.1000	Q550.00	Q55.00
	Cal Hidratada de 25 Kg.	saco	0.0100	Q28.57	Q0.29
	Cemento UGC (42 Kg)	saco	46.9974	Q66.96	Q3,146.95
	Clavo de 2"	libra	16.2792	Q8.00	Q130.23
	Clavo de 5"	libra	0.0430	Q8.00	Q0.34
	Tornillo 1/2" x 3/4" completo	unidad	16.7184	Q0.35	Q5.85
	Paral Rústico 2" x 2" x 08'	unidad	5.4006	Q17.86	Q96.45
	Paral Rústico 3" x 4" x 10'	unidad	0.3870	Q45.00	Q17.42
	Plancha de Plyw ood Verde 3/4" x 4' x 8'	unidad	1.4470	Q299.00	Q432.65
	Angular 1/2" x 1" x 1"	unidad	1.4470	Q105.00	Q151.94
	Pintura de Aceite	galon	0.0036	Q98.21	Q0.35
	Tubo PVC 2" x 20 pies, 125 psi	unidad	2.1166	Q59.82	Q126.62
					Q6,243.74
Mano de Obra					
	Albañil	día	0.1076	Q163.53	Q17.60
	Aplicación de Desencofrante	m2	25.8400	Q0.70	Q18.09
	Colocación de Tableros Tradicionales par	m2	25.8400	Q10.50	Q271.32
	Colocación de Tacos de Concreto	unidad	254.0000	Q0.18	Q45.72
	Fundición de Cabezal	m3	4.1600	Q66.96	Q278.55
	Manga de 6"	unidad	2.0000	Q31.25	Q62.50
	Desencofrado de Tableros Tradicionales p	m2	25.8400	Q6.00	Q155.04
	Hechura y acarreo de Concreto	m3	4.8610	Q53.57	Q260.40
	Hechura de Tableros Tradicionales para M	m2	25.8400	Q8.00	Q206.72
	Hechura de Taco de Concreto t=5cm	unidad	254.0000	Q0.53	Q134.62
	Maestro de Obra	día	0.0216	Q218.04	Q4.71
	Alisado / Blanqueado en Paredes	m2	28.1000	Q10.90	Q306.29
					Q1,761.56
Equipo y Herramienta					
	Concretera 2 sacos	un/mes	0.0312	Q2,410.71	Q75.21
	Puntales telescópicos 2.20-4.10 mts	un/mes	20.2482	Q7.00	Q141.74
					Q216.95
Subcontratos					
	Corte de Terreno y Acarreo de Tierra	m3	7.3000	Q35.71	Q260.68
					Q260.68
Subtotal					Q8,482.94
Ayudante				50.00%	Q880.78
Prestaciones				70.00%	Q1,849.64
Indirectos				40.00%	Q3,393.17
IVA				12.00%	Q1,017.95
TOTAL					Q15,624.48

3.06	Tubería de corrugada de PVC de 24" (Norma ASTM D-3212)	70.00	MI		Q1,122.35
Materiales					
	Material Selecto	m3	65.0000	Q71.43	Q4,642.86
	Tubo Corrugado 24" (incluye empaque	ml	70.0000	Q453.34	Q31,733.80
					Q36,376.66
Mano de Obra					
	Instalación de Tubería de 24"	ml	70.0000	Q75.89	Q5,312.50
	Relleno de Zanja	m3	50.4000	45.0000	Q2,268.00
					Q7,580.50
			Subtotal		Q43,957.16
			Ayudante	50.00%	Q3,790.25
			Prestaciones	70.00%	Q7,959.53
			Indirectos	40.00%	Q17,582.86
			IVA	12.00%	Q5,274.86
			TOTAL		Q78,564.65

Fuente: elaboración propia.

Costo unitario del proyecto línea de conducción de agua potable para el caserío Los Ajvix, Cerro Alto.

COSTOS UNITARIOS				
Proyecto: LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO AJVIX				
Dirección: CERRO ALTO				
Ubicación: SAN JUAN SACATEPÉQUEZ				
Fecha: 12/11/2013				
Versión: V.01				
A LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE POZO A TANQUE				
1,01	Trazo y Replanteo Topográfico.	685,98	ml	Q18,94
Materiales				
	Insumos varios de topografía (Pintura de Aceite, Estacas, Clavos con cabeza)	global	1,0000	Q535,71
				535,71
Subcontratos				
	Cuadrilla de Topografía 1 topógrafo "A" + 2 Cadeneros	día	10,0000	Q803,57
				Q8 035,71
				Q8 035,71
			Subtotal	Q8 571,43
			Ayudante 50,00%	Q0,00
			Prestaciones 70,00%	Q0,00
			Indirectos 39,61%	Q3 394,75
			IVA 12,00%	Q1 028,57
			TOTAL	Q12 994,75
1,02	Tubería de 250 PSI de 4"(Incluye Instalacion)	685,98	ml	Q0,46
Materiales				
	Tubería de 250 PSI de 4"	ml	1,00	Q167,71
	Pegamento PVC	gal	0,04	Q400,00
				Q16,00
				Q183,71
Subcontratos				
	Instalacion de tubería 4"	ml	1,0000	Q25,00
				Q25,00
				Q25,00
			Subtotal	Q208,71
			Ayudante 50,00%	Q0,00
			Prestaciones 70,00%	Q0,00
			Indirectos 39,61%	Q82,66
			IVA 12,00%	Q25,04
			TOTAL	Q316,41

Fuente: elaboración propia.

1,03	Excavación de Zanja a = 0.60 m. Profundidad de 1m.	370,42	m3	Q97,46	
Subcontratos					
	Suministro del corte de la cajuela, incluye el traslado del material sobrante a una distancia no mayor a 3km.	m3	444,5040	Q53,57	Q23 812,71
					Q23 812,71
			Subtotal		Q23 812,71
			Ayudante	50,00%	Q0,00
			Prestaciones	70,00%	Q0,00
			Indirectos	39,61%	Q9 431,14
			IVA	12,00%	Q2 857,53
			TOTAL		Q36 101,38
1,04	Pastilla de Material Selecto e = 0.10 m.	41,16	m3	Q224,70	
Materiales					
	Material Selecto	m3	53,5064	Q53,57	Q2 866,42
					Q2 866,42
Subcontratos					
	Compactación de Selecto t=0.10 mts	m3	45,2747	Q71,43	Q3 233,91
					Q3 233,91
			Subtotal		Q6 100,32
			Ayudante	50,00%	Q0,00
			Prestaciones	70,00%	Q0,00
			Indirectos	39,61%	Q2 416,06
			IVA	12,00%	Q732,04
			TOTAL		Q9 248,42
1,05	Relleno de Zanja, (utilizar material de corte, mezclado con Selecto un 30%).	316,75	m3	Q132,65	
Materiales					
	Material Selecto	m3	95,0244	Q53,57	Q5 090,59
					Q5 090,59
Subcontratos					
	Relleno de zanja con material de lugar	m3	316,7479	Q71,43	Q22 624,85
					Q22 624,85
			Subtotal		Q27 715,44
			Ayudante	50,00%	Q0,00
			Prestaciones	70,00%	Q0,00
			Indirectos	39,61%	Q10 976,83
			IVA	12,00%	Q3 325,85
			TOTAL		Q42 018,13

Fuente: elaboración propia.

B CASETA DE CONTROL				
2,01	Trazo y puenteadado	13,51	ml	Q 14,34
Materiales				
	alambre de amarre	libras	0,00	Q5,36
	clavo de 3" y 4"	libras	0,01	Q7,14
	paral rustico de 3"x4"x20'	unidad	0,10	Q49,11
	pintura de aceite	galón	0,01	Q107,14
				Q5,85
Subcontratos				
	trazo y puenteadado	m2	13,51	Q4,46
				Q60,32
				Q60,32
			Subtotal	Q66,17
			Ayudante	50,00% Q30,16
			Prestaciones	70,00% Q63,33
			Indirectos	39,61% Q26,21
			IVA	12,00% Q7,94
			TOTAL	Q193,80
2,02	Excavación de zanja	4,95	m3	Q100,60
Mano de obra				
	Excavación a mano	m3	5,20	Q31,25
				Q162,55
				Q162,55
			Subtotal	Q162,55
			Ayudante	50,00% Q81,28
			Prestaciones	70,00% Q170,68
			Indirectos	39,61% Q64,38
			IVA	12,00% Q19,51
			TOTAL	Q498,40
2,03	Cimiento corrido de 0.40 x 0.20, Ref. 3No. 3 + Esl. No. 2 @0.20 m. (armado, centrado y fundición)	12,39	ml	Q427,57
Materiales				
	concreto hidráulico 3000 psi	m3	0,99	Q848,21
	hierro 1/4" x 6 m, grado 40	varilla	42,98	Q10,71
	hierro 3/8" x 6 m, grado 40	varilla	37,65	Q25,89
	alambre de amarre	libras	3,00	Q3,53
	arena de rio para tacos	m3	0,25	Q147,32
	cemento para tacos	sacos	3,00	Q66,96
	Concresive 1490 para epoxicar pines (Kit de 1 kg)	unidad	1,00	Q97,05
				Q2 621,10
Herramienta y equipo				
	concretera de 1 saco	dia	0,5000	Q178,57
	vibrador a gasolina	dia	0,5000	Q223,21
				Q200,89
Subcontratos				
	Centrado + Armado de CC	ml	12,39	Q26,79
				Q331,74
				Q331,74
			Subtotal	Q3 153,73
			Ayudante	50,00% Q165,87
			Prestaciones	70,00% Q348,33
			Indirectos	39,61% Q1 249,05
			IVA	12,00% Q378,45
			TOTAL	Q5 295,43

Fuente: elaboración propia.

2,04	Columna tipo "C1" de 0.15x0.15 con 4 NO 4 + est No 2 @0.15	3,00	unidad	Q724,97	
Materiales					
	concreto hidráulico 3000 psi	m3	0,24	Q848,21	Q201,54
	hierro 1/2" x 6 m, grado 40	varilla	7,20	Q40,18	Q289,29
	Hierro de 1/4" x 6m	varilla	10,05	Q10,71	Q107,68
	alambre de amarre	libras	3,00	Q7,14	Q21,43
	tabloncillo de 1-1/2"x12"x10'	unidad	2,00	Q49,11	Q98,21
	clavo de 3" y 4"	libras	3,00	Q7,14	Q21,43
	cemento para resane de columna	saco	0,50	Q66,96	Q33,48
	arena de rio para resane	m3	0,05	Q147,32	Q7,37
	cedazo arnero de 3/16"	yarda	2,00	Q7,14	Q14,29
					Q794,71
Herramienta y equipo					
	concretera de 1 saco	día	0,1000	Q223,21	Q22,32
	vibrador a gasolina	día	0,1000	Q223,21	Q22,32
					Q44,64
Subcontratos					
	armado de columna 4 NO 4 + est NO 2 @ 0.15	ml	9,6	Q13,39	Q128,57
	centrar columna 4 NO 4	unidad	3,00	Q13,39	Q40,18
	Fundición de Columna	m3	0,24	Q133,93	Q31,82
	armado de formaleta de columna	unidad	3,00	Q31,25	Q93,75
					Q294,32
Subtotal					Q1133,67
Ayudante 50,00%					Q147,16
Prestaciones 70,00%					Q309,04
Indirectos 39,61%					Q449,00
IVA 12,00%					Q136,04
TOTAL					Q2174,90
2,05	Columna tipo "C2" de 0.15x0.10 con 2 NO 3 + est	7,00	unidad	Q416,66	
Materiales					
	concreto hidráulico 3000 psi	m3	0,12	Q848,21	Q97,97
	hierro 3/8" x 6 m, grado 40	varilla	4,20	Q25,89	Q108,75
	Hierro de 1/4" x 6m	varilla	14,00	Q10,71	Q150,00
	alambre de amarre	libras	3,50	Q7,14	Q25,00
	tabloncillo de 1-1/2"x12"x10'	unidad	3,00	Q49,11	Q147,32
	clavo de 3" y 4"	libras	3,50	Q7,14	Q25,00
	cemento para resane de columna	saco	0,50	Q66,96	Q33,48
	arena de rio para resane	m3	0,05	Q147,32	Q7,37
	cedazo arnero de 3/16"	yarda	2,00	Q7,14	Q14,29
					Q609,17
Herramienta y equipo					
	concretera de 1 saco	mes	0,1000	Q223,21	Q22,32
	vibrador a gasolina	mes	0,1000	Q223,21	Q22,32
					Q44,64
Subcontratos					
	armado de columna 4 NO 4 + est NO 2 @ 0.15	ml	22,4	Q13,39	Q300,00
	centrar columna 4 NO 4	unidad	7,00	Q13,39	Q93,75
	Fundición de Columna	m3	0,12	Q133,93	Q15,47
	armado de formaleta de columna	unidad	7,00	Q31,25	Q218,75
					Q627,97
Subtotal					Q1281,79
Ayudante 50,00%					Q313,98
Prestaciones 70,00%					Q659,37
Indirectos 39,61%					Q507,66
IVA 12,00%					Q153,81
TOTAL					Q2916,61

Fuente: elaboración propia.

2,06	levantado de muros con block de 0.14x0.19x0.39, 25 Kg/cm2, incluye solera de 0.20 x 0.10 + ref. 4No. 3 + Est. No. 2 @ 0.15 m.	26,95	m2		Q378,49
Materiales					
	cemento	sacos	6,30	Q66,96	Q421,88
	arena de rio	m3	4,00	Q165,00	Q660,00
	hierro de 3/8" grado 40 x 6m para soleras	varilla	25,00	Q25,55	Q638,84
	hierro de 1/4" para soleras	varilla	25,00	Q8,06	Q201,56
	alambre de amarre	libras	35,00	Q6,00	Q210,00
	tabloncillo de 1-1/2"x12"x10'	unidad	25,00	Q49,11	Q1 227,68
	clavo de 3" y 4"	libras	20,00	Q6,00	Q120,00
	block de 0.14x0.19x0.39, 25 kg/cm2	unidad	291,09	Q2,46	Q714,74
	block mitad de 0.14x0.2x0.2, 25 kg/cm2	unidad	72,77	Q1,21	Q87,72
	concrevis 1090 para unir concreto viejo con nuevo (kit de 1KG	unidad	5,00	Q135,00	Q675,00
					Q4 957,41
Herramienta y equipo					
	concretera de 1 saco	mes	0,0050	Q8 928,57	Q44,64
	vibrador a gasolina	mes	0,0050	Q4 687,50	Q23,44
					Q68,08
Subcontratos					
	levantado con block de 0.14x0.19x0.39 incluye cizado	m2	26,9530	Q31,25	Q842,28
					Q842,28
					Subtotal
				50,00%	Ayudante Q421,14
				70,00%	Prestaciones Q884,40
				39,61%	Indirectos Q2 323,96
				12,00%	IVA Q704,13
					TOTAL Q10 201,40
2,07	Suministro y fundición de Losa con concreto 3000 PSI e=0.10 m.	17,00	m2		Q518,03
Materiales					
	Masterkure	galón	0,68	Q142,86	Q97,15
	Acero de refuerzo	ml	723,78	Q5,35	Q3 872,20
	Formaleta para muro de concreto	m2	17,00	Q65,75	Q1 117,88
	cemento para cernido de losa	saco	2,00	Q66,96	Q133,93
	arena de rio para resane	m3	0,25	Q147,32	Q36,83
	cedazo arnero de 3/16"	yarda	2,00	Q7,14	Q14,29
					Q5 272,28
Subcontratos					
	Fundición de Losa	m3	1,87022	Q133,93	Q250,48
	aplicación de antisol	m2	17,00	Q0,89	Q15,18
					Q265,65
					Subtotal
				50,00%	Ayudante Q132,83
				70,00%	Prestaciones Q278,94
				39,61%	Indirectos Q2 193,32
				12,00%	IVA Q664,55
					TOTAL Q8 807,57

Fuente: elaboración propia.

2,08	Suministro e instalación de acometida eléctrica monofásica	1,00	unidad	Q4 492,73	
Materiales					
	Tubo conduit de hierro galvanizado de 1-1/2" x3 m	unidad	3,00	Q120,54	Q361,61
	calavera (accesorio de entrada de acometida) 1-1/2"	unidad	1,00	Q27,61	Q27,61
	tablero monofásico de 4 circuitos	unidad	1,00	Q160,71	Q160,71
	caja socket polifásica redonda para contador Base enchufe 7 terminales 200 A	unidad	1,00	Q669,64	Q669,64
	varilla de cobre de 5/8"x8" para tierra física	unidad	1,00	Q39,97	Q39,97
	flip-on de fusible de 3 polos, 1 tiro 125 v, 40 Amp	unidad	1,00	Q58,04	Q58,04
	cinta de aislar	rollo	1,00	Q23,00	Q23,00
	Tubo PVC eléctrico gris sin campana 3/4 "x 3m	unidad	8,00	Q16,96	Q135,71
	curva gris de 3/4"	unidad	8,00	Q3,13	Q25,00
	Copla gris de 3/4"	unidad	8,00	Q1,52	Q12,14
	cable THHN No 12	m	8,00	Q2,68	Q21,43
					Q 1 534,87
Subcontratos					
	Solicitud y conexión de servicio eléctrico monofásico	global	1,00	Q89,29	Q89,29
	instalacion de acometida eléctrica	global	1,00	Q1 339,29	Q1 339,29
					Q1 428,57
					Q2 963,44
					Subtotal
				50,00%	Q0,00
				70,00%	Q0,00
				39,61%	Q1 173,68
				12,00%	Q355,61
					Q4 492,73
2,09	Suministro e instalación de salidas de iluminación en cielo, cableado y empujado	4,00	unidad	Q378,00	
Materiales					
	Abrazadera Anger de 3/4"	unidad	22,7273	Q2,23	Q50,73
	Bombilla Ahorrador de 75W	unidad	2,0000	Q36,83	Q73,66
	Base para reflector doble	unidad	2,0000	Q26,79	Q53,57
	Reflector de intemperie 150w , 120 volts	unidad	4,0000	Q44,42	Q177,68
	Cable THHN #12	m	40,0000	Q3,35	Q133,93
	Caja Octogonal de 4" x 3/4" pesada	unidad	4,0000	Q5,80	Q23,21
	Caja Rectangular 4"x 2" pesada	unidad	2,0000	Q8,93	Q17,86
	Cinta de Aislar Scotch #33	rollo	1,0000	Q19,93	Q19,93
	Conector PVC eléctrico de 3/4"	unidad	10,0000	Q2,41	Q24,10
	Copla PVC eléctrico de 3/4"	unidad	29,5455	Q1,16	Q34,27
	Clavo de 1" con Roldana de 3/4"	unidad	20,0000	Q1,10	Q22,00
	Tornillo de Lámina de 1/2" #8	unidad	20,0000	Q0,20	Q4,00
	Tornillo de Lámina de 2 1/2" #8	unidad	20,0000	Q0,50	Q10,00
	Fulminante 27mm en Tira Verde	unidad	4,0909	Q0,75	Q3,07
	Lampara de 1'x4' 2x32, T8 empotrar con dif parabólico	unidad	0,0000	Q267,86	Q0,00
	Piafonera sencilla	unidad	2,0000	Q4,46	Q8,92
	Pegamento Tangit	gal	0,0568	Q415,18	Q23,58
	Tapadera Ciega para caja 4"x 2"	unidad	0,0000	Q1,25	Q0,00
	Tapadera Ciega para caja octogonal 4"	unidad	20,0000	Q1,25	Q25,00
	Tubo PVC eléctrico de 3/4"	unidad	0,0000	Q16,96	Q0,00
	Lampara de 1'x4' 2x32, T8 empotrar con dif parabólico	unidad	0,0000	Q300,88	Q0,00
	Tubo fluorescente 32 w T-8 color 6500 K "Luxlite"	unidad	0,0000	Q7,71	Q0,00
	Vuelta PVC eléctrico de 3/4"	unidad	27,2727	Q3,13	Q85,23
					Q790,74
Subcontratos					
	Instalación de Electricidad (iluminación)	unidad	4,0000	Q89,29	Q357,14
					Q 357,14
					Subtotal
				50,00%	Q0,00
				70,00%	Q250,00
				39,61%	Q329,68
				12,00%	Q89,89
					Q1 511,98

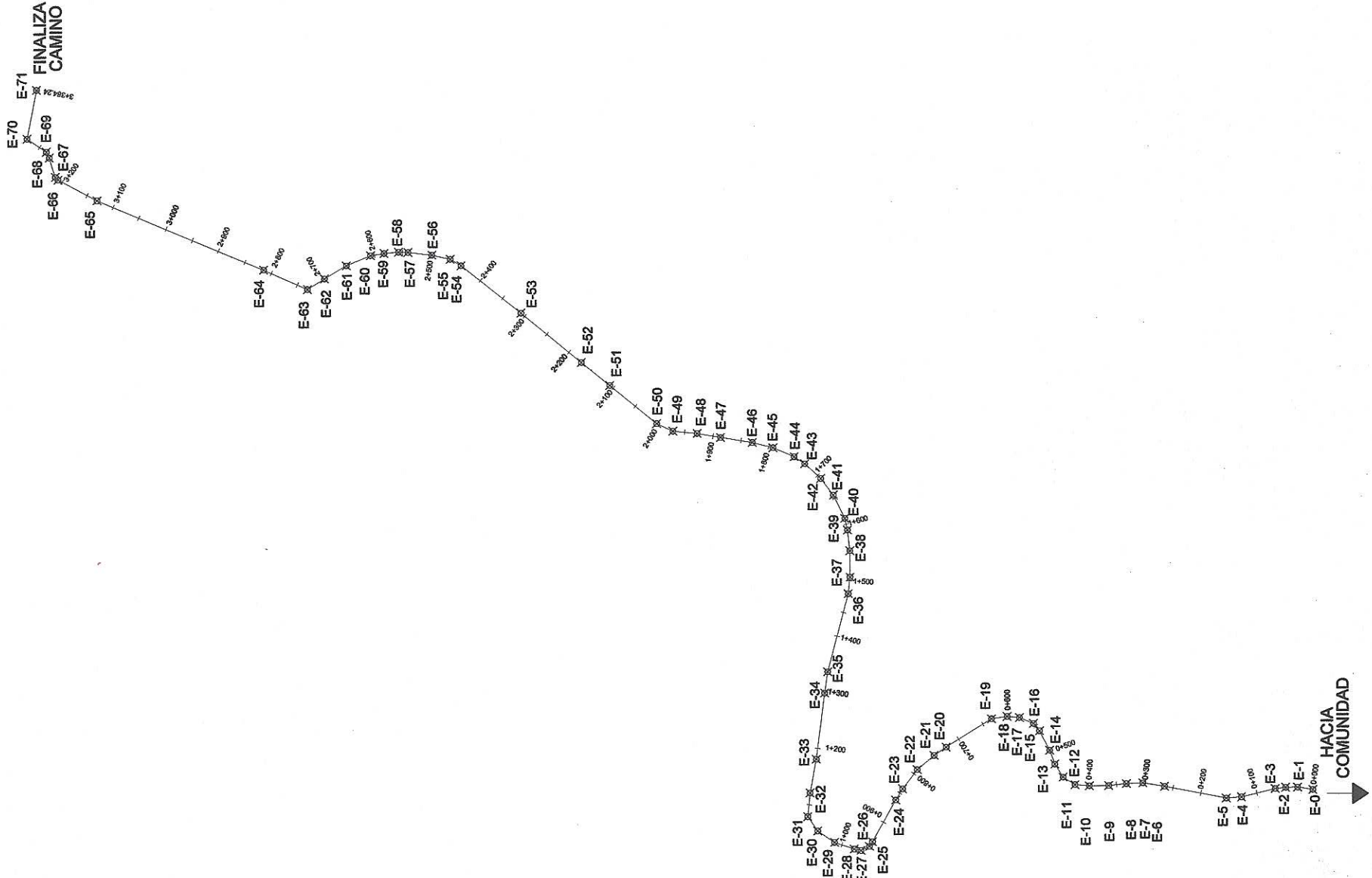
Fuente: elaboración propia.

2,10	Suministro e instalación de unidades de fuerza para caseta, incluye cableado y emplacado	2,00	unidad		Q364,77
Materiales					
	Cable THHN #12		m	20,000	Q3,35 Q66,96
	Caja Cuadrada de 4" x 4" pesada		unidad	2,000	Q11,03 Q22,06
	Caja Rectangular 4"x 2" pesada		unidad	2,000	Q10,00 Q20,00
	Cinta de Aislar Scotch #33		rollo	1,000	Q22,32 Q22,32
	Conector PVC eléctrico de 3/4"		unidad	5,000	Q2,41 Q12,05
	Copla PVC eléctrico de 3/4"		unidad	5,000	Q1,16 Q5,80
	Tornillo de Lámina de 2 1/2" #8		unidad	5,000	Q0,50 Q2,50
	Marco Reductor de 4"x 4" a 4"x 2"		unidad	0,000	Q2,79 Q0,00
	Pegamento Tangit		gal	0,0290	Q415,18 Q12,04
	Tapadera Ciega para caja 4"x 2"		unidad	2,000	Q1,25 Q2,50
	Tubo PVC eléctrico de 3/4"		unidad	5,000	Q13,39 Q66,95
	Vuelta PVC eléctrico de 3/4"		unidad	5,000	Q2,62 Q13,10
					Q246,29
Subcontratos					
	Instalación de circuito de fuerza		global	2,000	Q80,36 Q160,71
					Q160,71
					Subtotal Q407,00
				Ayudante 50,00%	Q0,00
				Prestaciones 70,00%	Q112,50
				Indirectos 39,61%	Q161,19
				IVA 12,00%	Q48,84
				TOTAL	Q729,53
2,11	Suministro e instalación de contrapiso de concreto de 3000 PSI e=0.10 m.	10,12	m2		Q196,04
Materiales					
	Selecto		m ³	0,71	Q53,57 Q37,97
	concreto hidraulico de 3000 psi		m ³	0,81	Q937,50 Q759,30
					Q797,27
Subcontratos					
	Relleno y fundición de contrapiso		m ²	10,1240	Q25,00 Q253,10
					Q253,10
					Subtotal Q1 050,37
				Ayudante 50,00%	Q126,55
				Prestaciones 70,00%	Q265,76
				Indirectos 39,61%	Q416,00
				IVA 12,00%	Q126,04
				TOTAL	Q1 984,72
2,12	Suministro y fundición de banqueta de concreto de 3000 PSI y e=0.10 m.	5,74	m2		Q196,04
Materiales					
	Selecto		m ³	0,40	Q53,57 Q21,53
	concreto hidraulico de 3000 psi		m ³	0,46	Q937,50 Q430,50
					Q452,03
Subcontratos					
	Relleno y fundición de banqueta		m ²	5,7400	Q25,00 Q143,50
					Q143,50
					Subtotal Q595,53
				Ayudante 50,00%	Q71,75
				Prestaciones 70,00%	Q150,68
				Indirectos 39,61%	Q235,86
				IVA 12,00%	Q71,46
				TOTAL	Q1 125,27

Fuente: elaboración propia.

2,13	Suministro e instalación de puerta metálica de 1.00x2.10 m	2,00	unidad	Q1 517,39	
Subcontratos					
	Suministro e instalación de puerta metálica de 1.00x2.10	m2	2,0000	Q937,50	Q1 875,00
					Q1 875,00
			Subtotal		Q1 875,00
			Ayudante	5,00%	Q93,75
			Prestaciones	5,00%	Q98,44
			Indirectos	39,61%	Q742,60
			IVA	12,00%	Q225,00
			TOTAL		Q3 034,79
2,14	Suministro e instalación de ventana v-1 (1.5x0.6)	2,00	unidad	Q585,28	
Subcontratos					
	Suministro e instalación de Ventana	m2	1,8000	Q401,79	Q723,21
					Q723,21
			Subtotal		Q723,21
			Ayudante	5,00%	Q36,16
			Prestaciones	5,00%	Q37,97
			Indirectos	39,61%	Q286,43
			IVA	12,00%	Q86,79
			TOTAL		Q1 170,56
C Extensión de línea eléctrica trifásica de calle principal a predio de					
3,01	Extensión de línea eléctrica trifásica de calle principal a predio de pozo (Incluye extensión de líneas y posteo)	1,00	1,00	Q43 750,00	
Subcontratos					
	Solicitud y conexión de servicio eléctrico trifásico	global	1,00	Q31 250,00	Q31 250,00
	instalacion de acometida eléctrica	global	1,00	Q0,00	Q0,00
					Q31 250,00
			Subtotal		Q31 250,00
			Ayudante	50,00%	Q0,00
			Prestaciones	70,00%	Q0,00
			Indirectos	28,00%	Q8 750,00
			IVA	12,00%	Q3 750,00
			TOTAL		Q43 750,00

Fuente: elaboración propia.



EST. - P.O.	AZIMUTH	DIST.mts.	EST. - P.O.	AZIMUTH	DIST.mts.
E-0			E-36	96°45'42"	29.58
E-1	8°56'32"	27.12	E-37	89°48'3"	46.27
E-2	359°26'55"	20.99	E-38	83°28'29"	36.49
E-3	353°45'45"	18.44	E-39	78°4'35"	21.07
E-4	346°40'26"	61.10	E-40	63°48'52"	45.43
E-5	355°58'0"	26.95	E-41	53°9'41"	36.56
E-6	10°57'9"	110.53	E-42	42°40'0"	38.34
E-7	9°40'48"	38.64	E-43	33°38'2"	22.13
E-8	357°29'57"	29.03	E-44	23°40'0"	40.27
E-9	354°21'48"	31.15	E-45	14°1'43"	37.64
E-10	359°3'13"	34.23	E-46	9°14'13"	56.31
E-11	4°48'52"	25.23	E-47	9°45'18"	41.66
E-12	32°56'37"	24.64	E-48	5°31'16"	42.65
E-13	58°5'7"	27.20	E-49	25°3'35"	31.28
E-14	69°28'33"	26.13	E-50	39°7'42"	105.92
E-15	62°41'32"	38.38	E-51	39°12'20"	64.12
E-16	50°29'29"	16.80	E-52	39°28'25"	136.86
E-17	23°3'27"	26.67	E-53	38°40'28"	134.11
E-18	5°57'59"	21.66	E-54	31°18'28"	22.14
E-19	351°46'40"	27.79	E-55	12°43'32"	33.08
E-20	328°22'52"	93.69	E-56	6°32'6"	42.33
E-21	325°54'1"	25.81	E-57	1°52'31"	16.47
E-22	319°49'18"	38.72	E-58	355°2'57"	25.18
E-23	307°43'0"	42.50	E-59	350°21'8"	24.09
E-24	302°28'30"	22.68	E-60	337°20'32"	45.86
E-25	299°26'20"	83.55	E-61	329°2'6"	45.10
E-26	303°56'3"	9.77	E-62	328°7'20"	35.19
E-27	333°43'2"	16.43	E-63	24°15'7"	84.01
E-28	12°38'7"	12.25	E-64	22°51'33"	315.62
E-29	18°48'45"	36.44	E-65	28°11'23"	77.37
E-30	34°37'27"	35.49	E-66	44°45'7"	6.70
E-31	54°55'5"	30.61	E-67	72°41'3"	35.46
E-32	95°53'53"	41.31	E-68	64°4'53"	11.48
E-33	100°39'45"	60.28	E-69	34°10'23"	40.40
E-34	97°23'7"	116.85	E-70	100°53'10"	87.12
E-35	98°47'37"	37.75	E-71		
E-36	104°51'18"	141.66			

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Angel Roberto Sic Garcia
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Practicas de Ingenieria y EPS

Facultad de Ingenieria



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: "DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO SECTOR V ALDEA COMUNIDAD DE ZET, SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA".

PLANO DE PLANTA TOPOGRAFICA

PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.

EPESITTA: FRANCISCO GALDAMEZ Carré 2001-17889

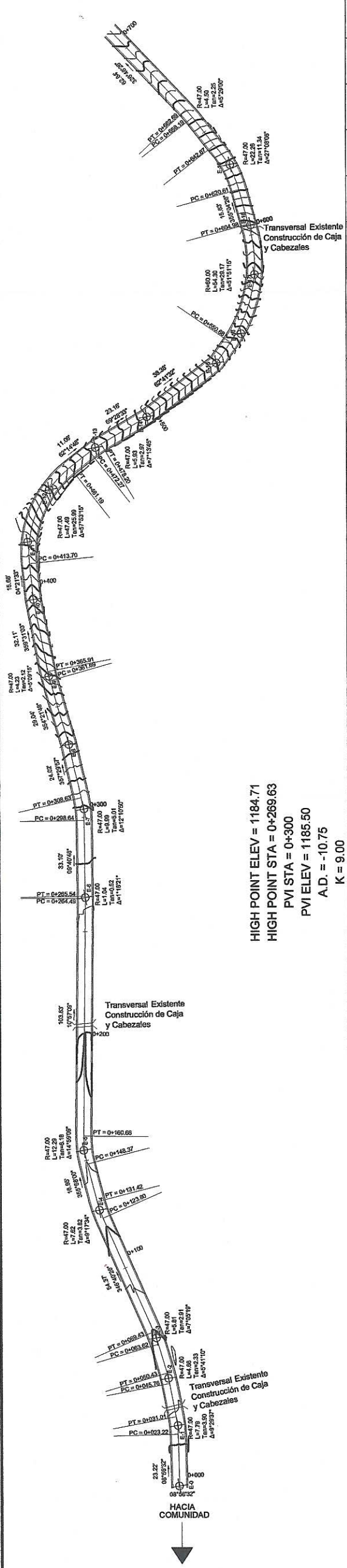
No. BO. FRANCISCO ALEJANDRO GALDAMEZ

HOLA 1 10

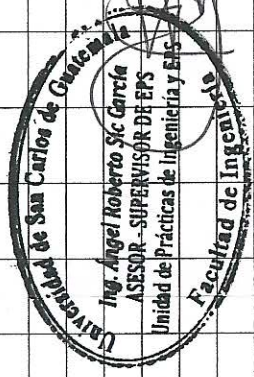
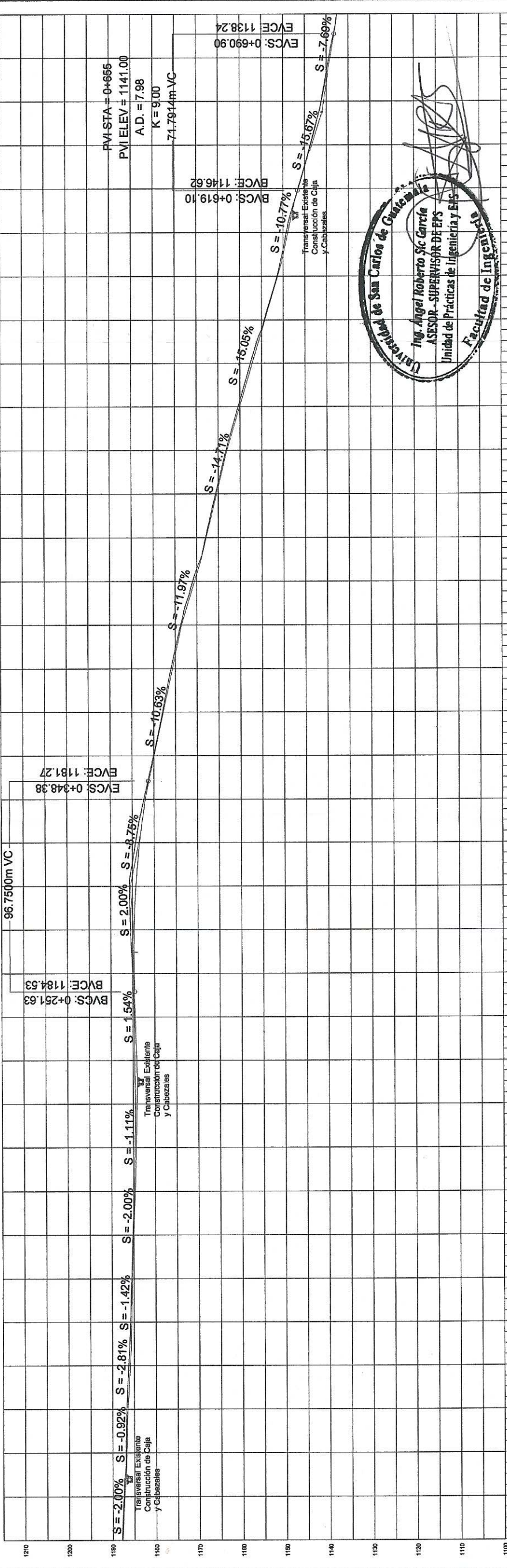
DISEÑO: FRANCISCO GALDAMEZ
 CALCEO: FRANCISCO GALDAMEZ
 CUBILO: FRANCISCO GALDAMEZ
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: JULIO 2014

PLANTA TOPOGRAFICA

ESC. H: 1/5000
 ESC. V: 1/5000



HIGH POINT ELEV = 1184.71
 HIGH POINT STA = 0+269.63
 PVI STA = 0+300
 PVI ELEV = 1185.50
 A.D. = -10.75
 K = 9.00



1187.02	0+000
1187.01	0+010
1187.00	0+020
1187.00	0+030
1187.00	0+040
1187.00	0+050
1187.00	0+060
1187.00	0+070
1187.00	0+080
1187.00	0+090
1187.00	0+100
1187.00	0+110
1187.00	0+120
1187.00	0+130
1187.00	0+140
1187.00	0+150
1187.00	0+160
1187.00	0+170
1187.00	0+180
1187.00	0+190
1187.00	0+200
1187.00	0+210
1187.00	0+220
1187.00	0+230
1187.00	0+240
1187.00	0+250
1187.00	0+260
1187.00	0+270
1187.00	0+280
1187.00	0+290
1187.00	0+300
1187.00	0+310
1187.00	0+320
1187.00	0+330
1187.00	0+340
1187.00	0+350
1187.00	0+360
1187.00	0+370
1187.00	0+380
1187.00	0+390
1187.00	0+400
1187.00	0+410
1187.00	0+420
1187.00	0+430
1187.00	0+440
1187.00	0+450
1187.00	0+460
1187.00	0+470
1187.00	0+480
1187.00	0+490
1187.00	0+500
1187.00	0+510
1187.00	0+520
1187.00	0+530
1187.00	0+540
1187.00	0+550
1187.00	0+560
1187.00	0+570
1187.00	0+580
1187.00	0+590
1187.00	0+600
1187.00	0+610
1187.00	0+620
1187.00	0+630
1187.00	0+640
1187.00	0+650
1187.00	0+660
1187.00	0+670
1187.00	0+680
1187.00	0+690
1187.00	0+700

PLANTA-PERFIL CARRETERA
CAMINAMIENTO 0+00 - 0+700

ESC. H: 1/1000
 ESC. V: 1/500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: "DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO SECTOR Y ALDEA COMUNIDAD DE ZET. SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA".

PLANO DE: PLANTA-PERFIL DE CARRETERA CAMINAMIENTO 0+00 - 0+700

PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.

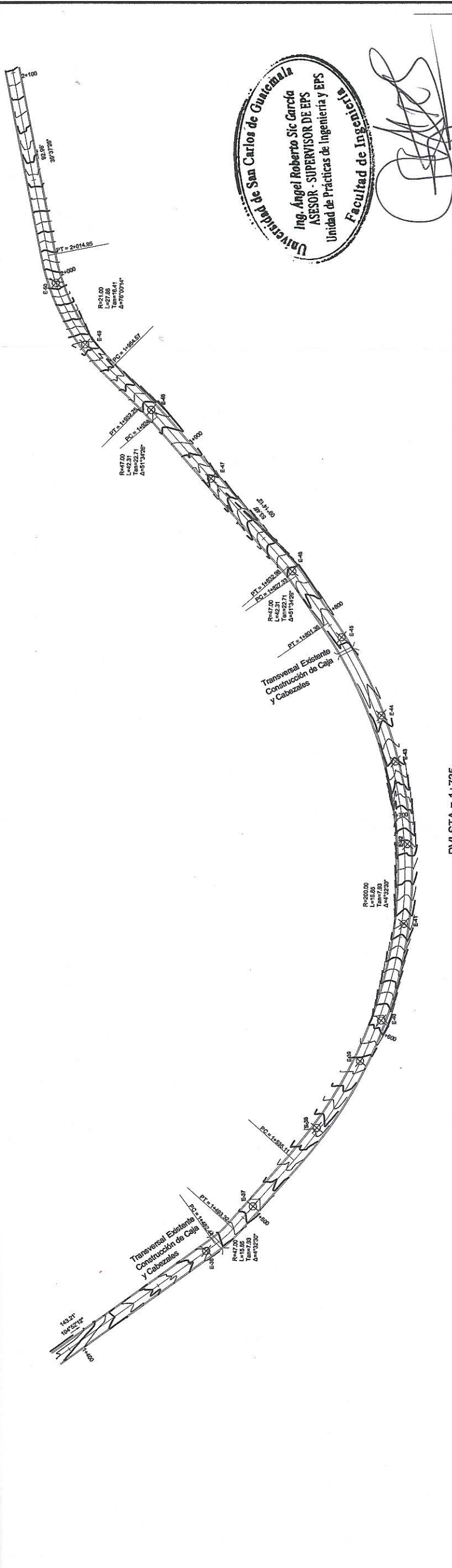
EPIS

DISEÑO: FRANCISCO GALDAMEZ
 CALCULO: FRANCISCO GALDAMEZ
 DIBUJO: FRANCISCO GALDAMEZ
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: JULIO 2014

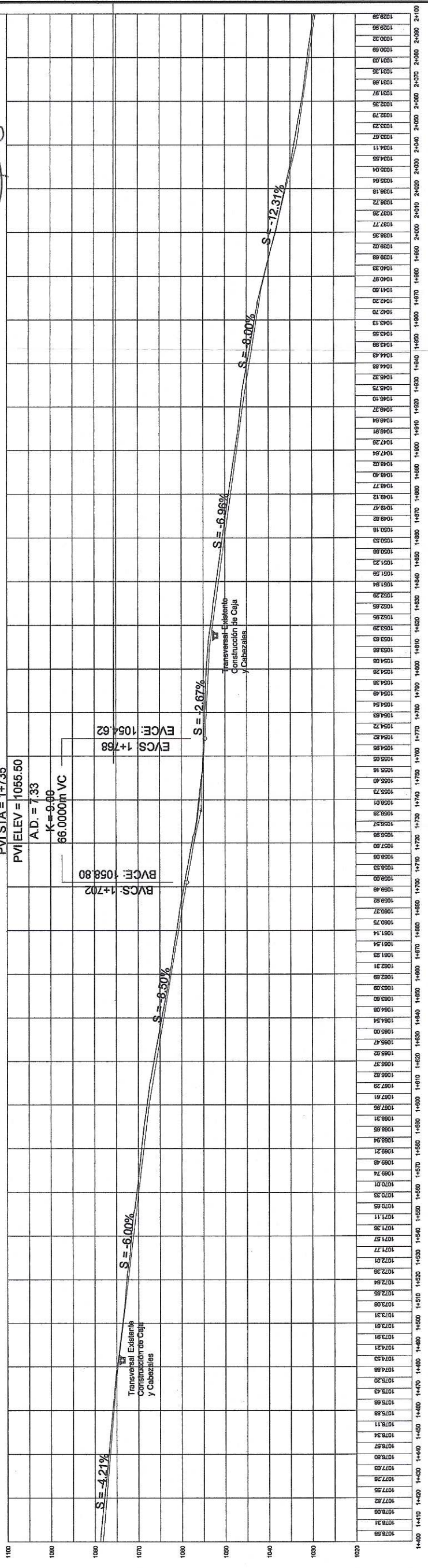
CARTE: FRANCISCO ALEJANDRO GALDAMEZ, 2001-17889

HOJA: 2

DE 10



Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Angel Roberto Sic Garcia
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: "DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO SECTOR Y ALDEA COMUNIDAD DE ZET. SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA".

PLANO DE: PLANTA-PERFIL DE CARRETERA CAMINAMIENTO 1+400 - 2+100

PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.

EFESISTA: FRANCISCO ALEJANDRO GALDAMEZ 2001-17569

V.B.O.

EPS

UBICACIÓN: FRANCISCO GALDAMEZ

CÁLCULO: FRANCISCO GALDAMEZ

DIBUJO: FRANCISCO GALDAMEZ

ESCALA: INDICADA

FECHA: JULIO 2014

PROYECTO: "DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO SECTOR Y ALDEA COMUNIDAD DE ZET. SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA".

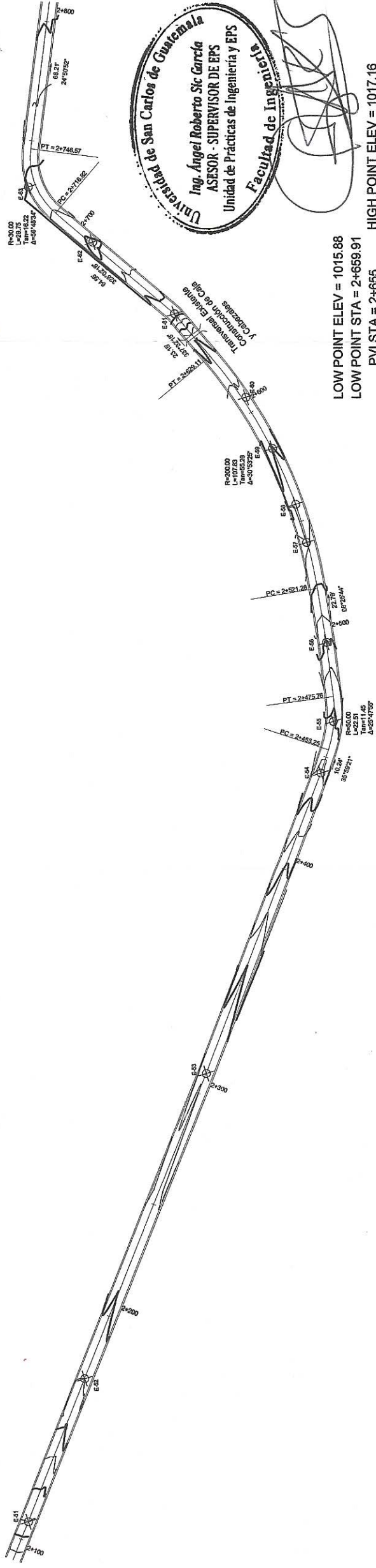
PLANO DE: PLANTA-PERFIL DE CARRETERA CAMINAMIENTO 1+400 - 2+100

PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.

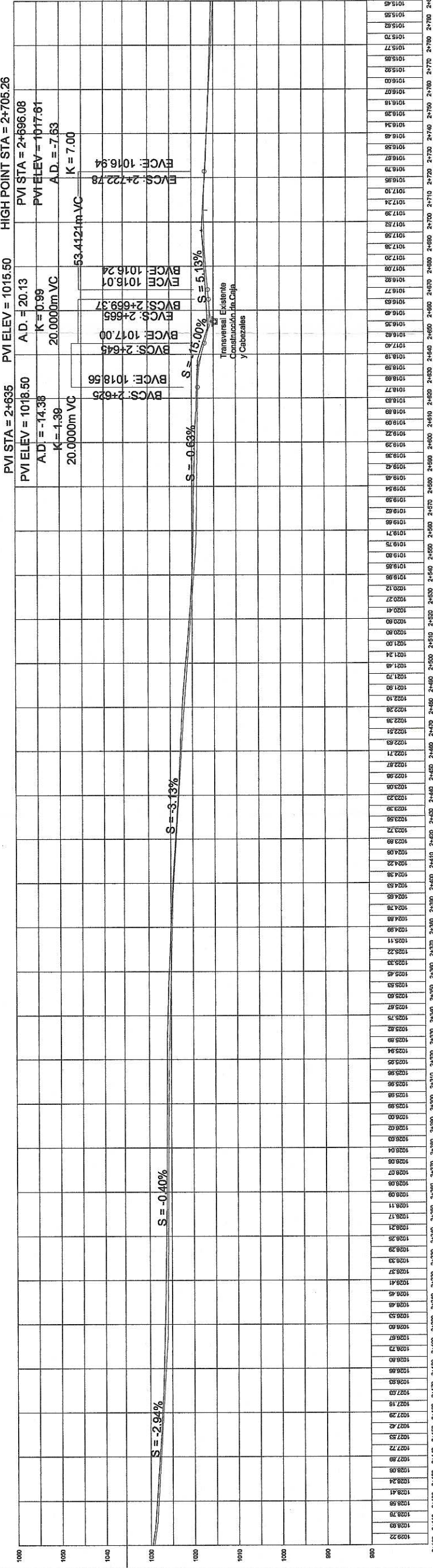
EFESISTA: FRANCISCO ALEJANDRO GALDAMEZ 2001-17569

V.B.O.

PLANTA-PERFIL CARRETERA
CAMINAMIENTO 1+400 - 2+100
 ESC. H: 1/1000
 ESC. V: 1/500



LOW POINT ELEV = 1015.88
 LOW POINT STA = 2+659.91
 PVI STA = 2+635 PVI ELEV = 1015.50
 HIGH POINT STA = 2+705.26
 HIGH POINT ELEV = 1017.16



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: "DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO SECTOR Y ALDEA COMUNIDAD DE ZET. SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA".

PLANO DE: PLANTA-PERFIL DE CARRETERA CAMINAMIENTO 2+100 - 2+800

PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.

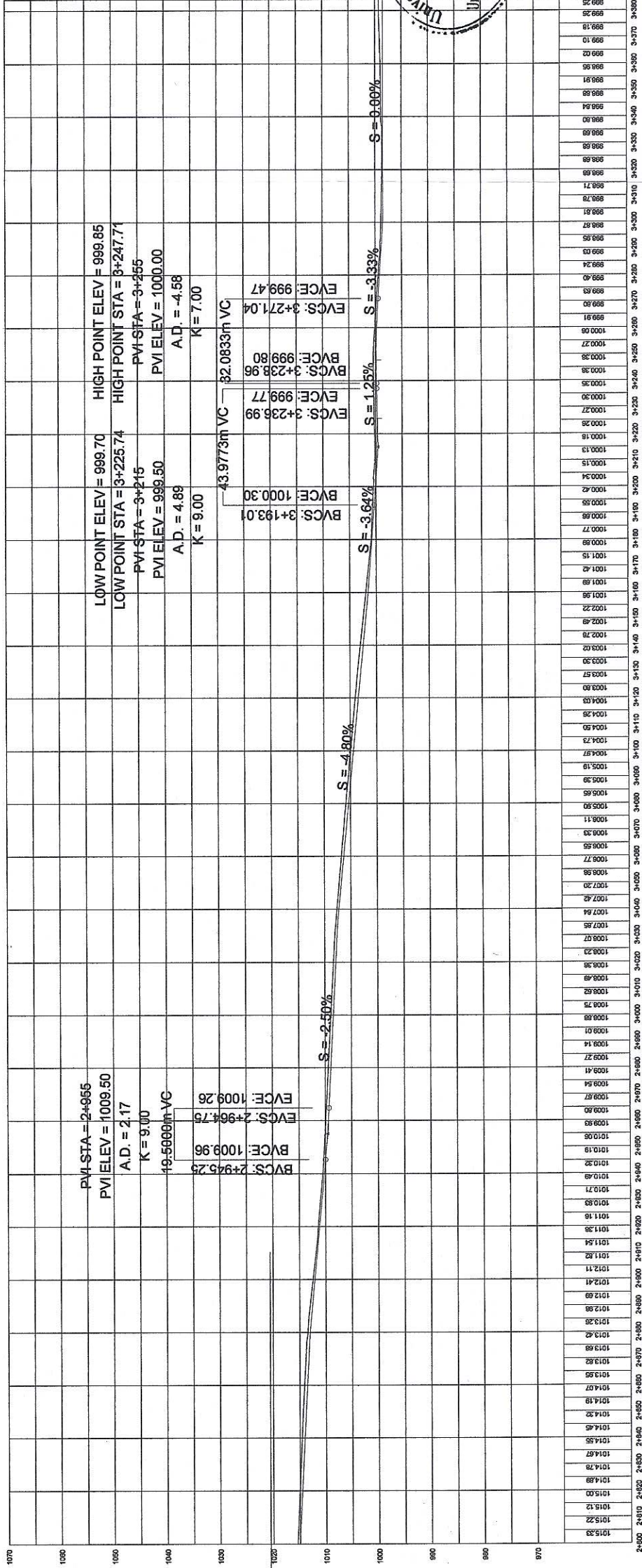
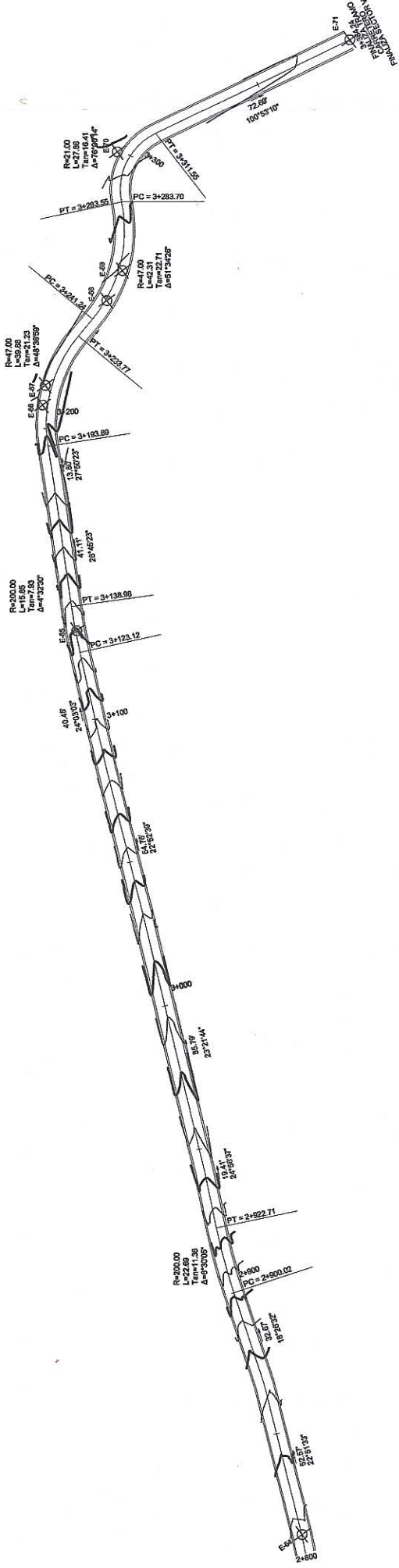
PROYECTISTA: FRANCISCO ALEJANDRO GALDAMEZ
 No. ID: 2001-17589

ESCALA: INDICADA

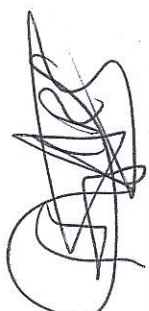
FECHA: JULIO 2014


PLANTA-PERFIL CARRETERA
CAMINAMIENTO 2+100 - 2+800

ESC. H: 1/1000
 ESC. V: 1/500



Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Angel Roberto Sic Garcia
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: "DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO SECTOR Y ALDEA COMUNIDAD DE ZET SAN JUAN SACATEPEQUEZ GUATEMALA".

PLANO DE: PLANTA-PERFIL DE CARRETERA CAMINAMIENTO 2+800 - 3+384

PROYECTO DE: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.

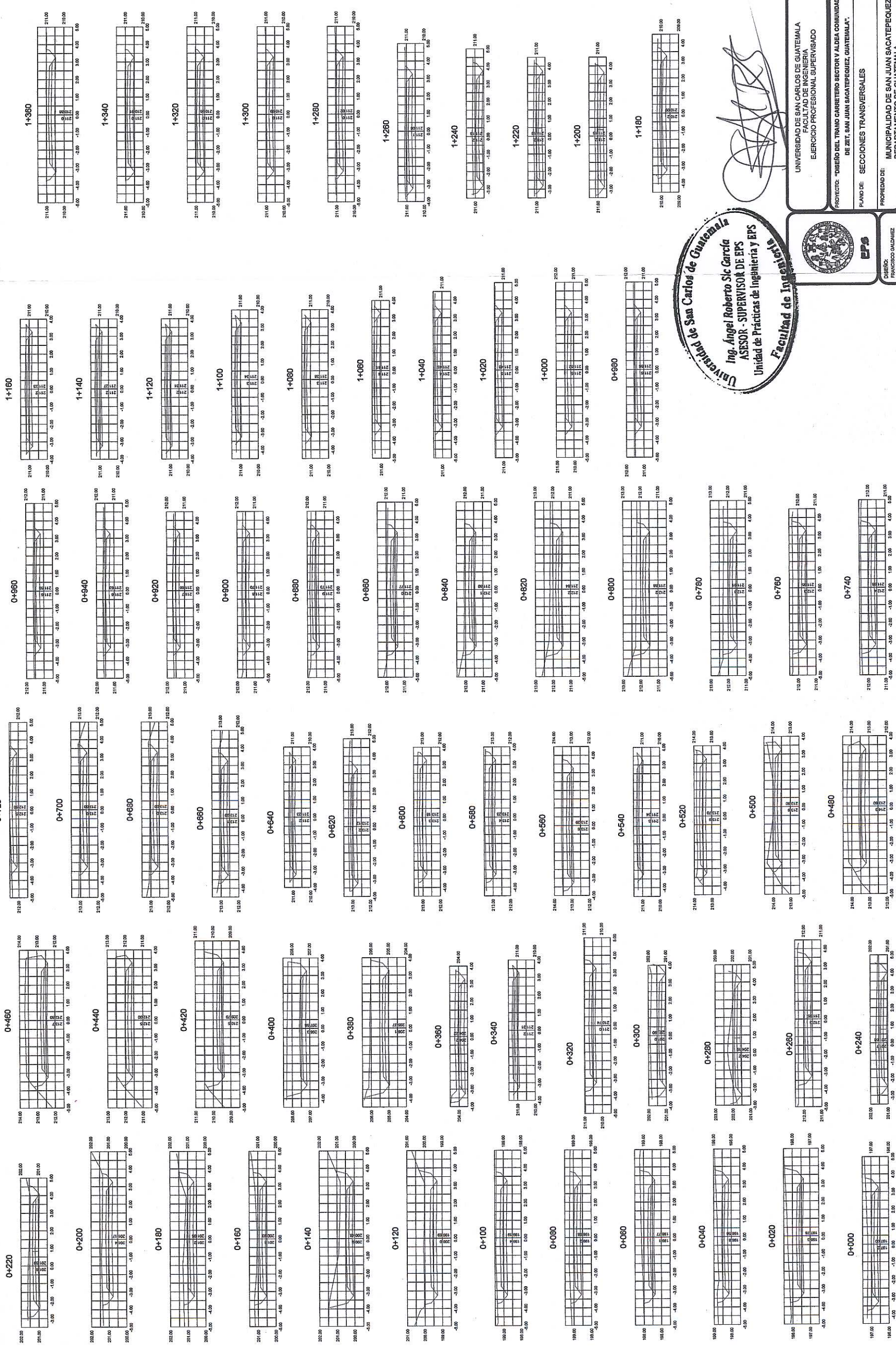
EPISITA: FRANCISCO GALDAMEZ 2001-17589

No. ID: FRANCISCO GALDAMEZ

ESCALA: INDICADA

FECHA: JULIO 2014

PLANTA-PERFIL CARRETERA
 CAMINAMIENTO 2+800 - 3+384
 ESC. H: 1/1000
 ESC. V: 1/500



Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Angel Roberto Sic Garcia
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

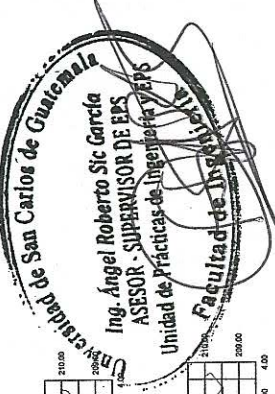
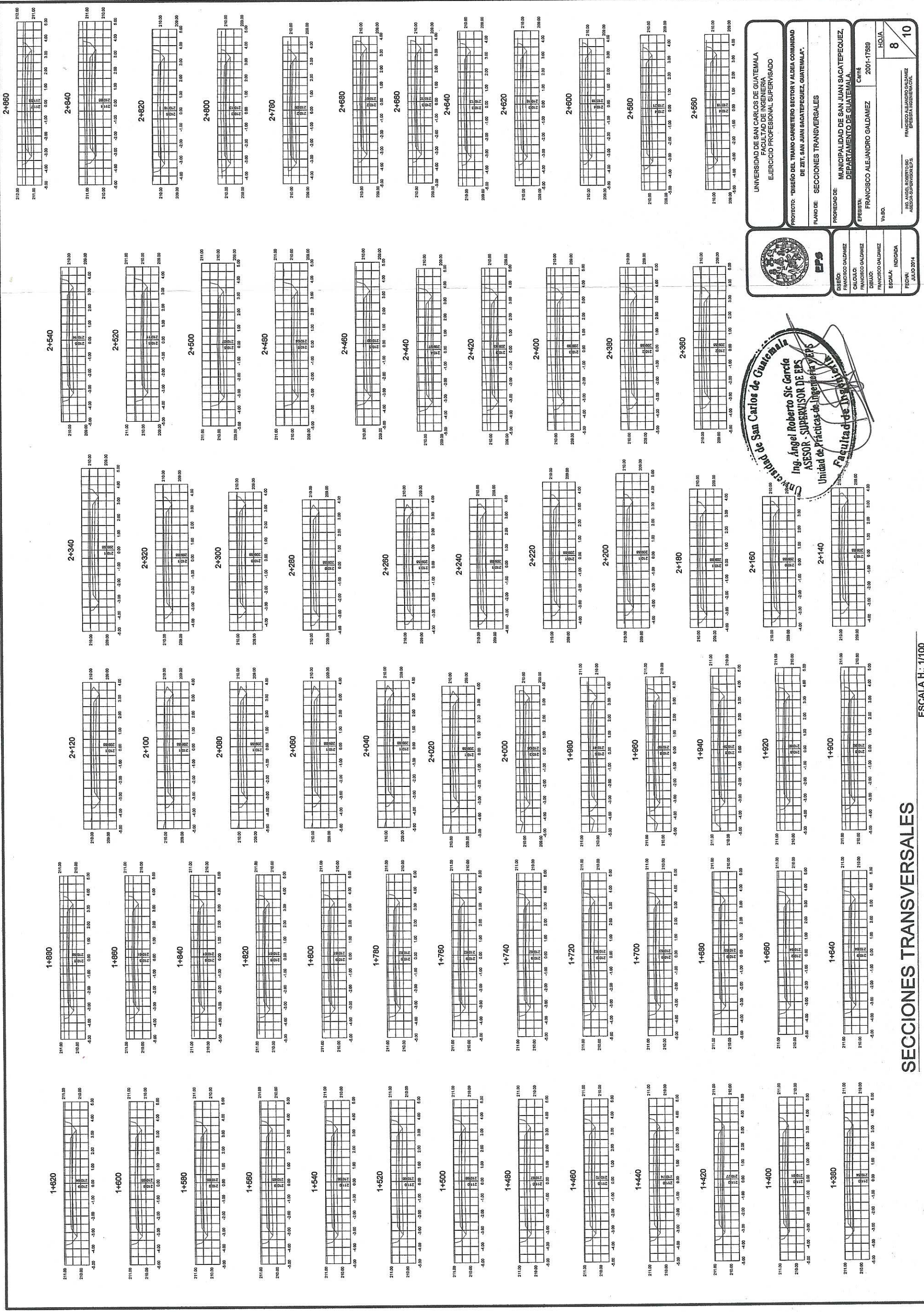


EPS
 DISEÑO: FRANCISCO GALDAMEZ
 CALCULO: FRANCISCO GALDAMEZ
 DIBUJO: FRANCISCO GALDAMEZ
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: JULIO 2014

PROYECTO: "DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO SECTOR Y ALDEA COMUNIDAD DE ZET SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA".
 PLANO DE: SECCIONES TRANSVERSALES
 PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.
 EPISTOLA: FRANCISCO GALDAMEZ 2001-17699
 No. BO. HOJA 7 / 10

SECCIONES TRANSVERSALES

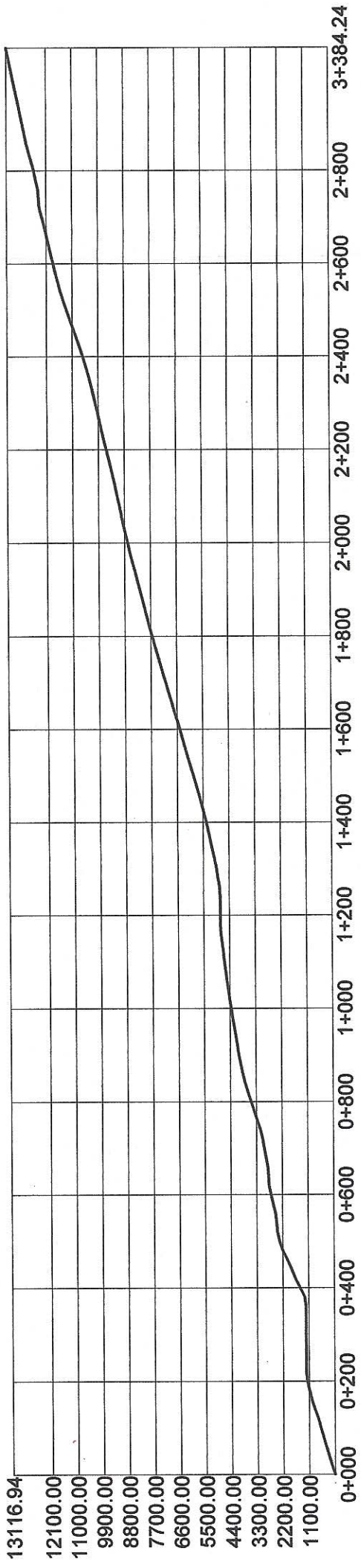
ESCALA H.: 1/100
 ESCALA V.: 1/100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO: "DISEÑO DEL TRAMO CARRITERO SECTOR Y ALDEA COMUNIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA".	
PLANO DE: SECCIONES TRANSVERSALES	
DISEÑO: FRANCISCO GALDAMEZ	PROYECTO DE: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.
CALCULO: FRANCISCO GALDAMEZ	CENIT: 2001-17589
DIBUJO: FRANCISCO GALDAMEZ	HOJA: 8
ESCALA: INDICADA	FECHA: JULIO 2014
INSTITUCION: ESCUELA INGENIERIA CIVIL	

SECCIONES TRANSVERSALES

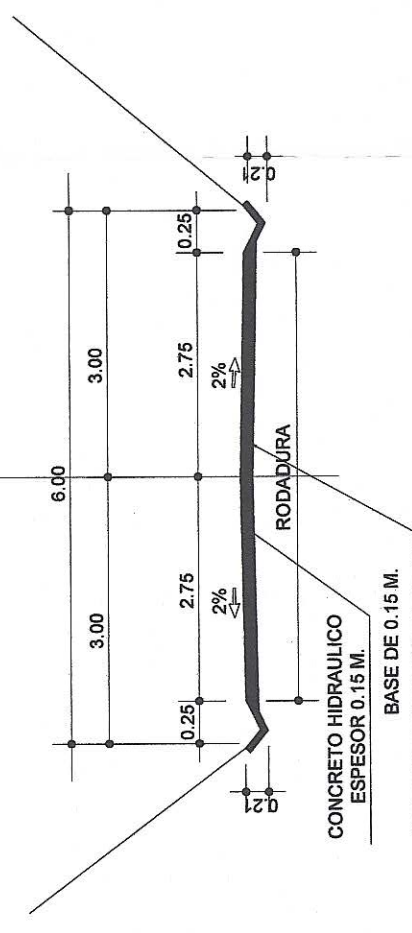
ESCALA H.: 1/100
ESCALA V.: 1/100



CURVA MASA

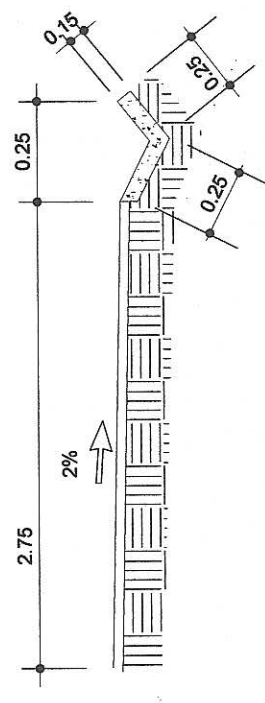
SIN ESCALA

LC



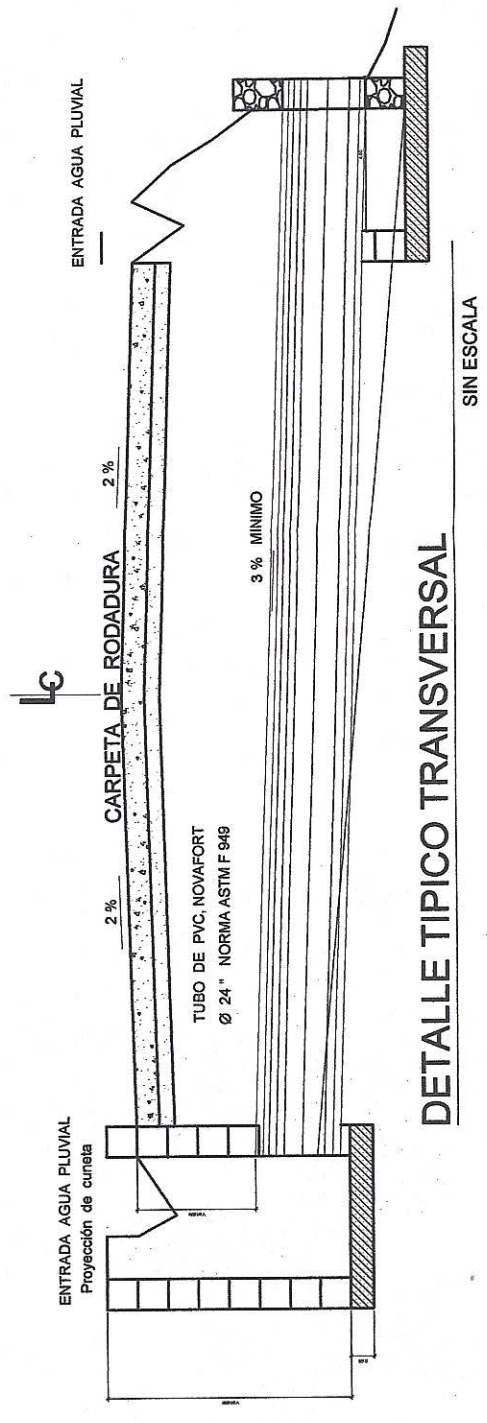
DETALLE TIPICO DE CALLE

SIN ESCALA



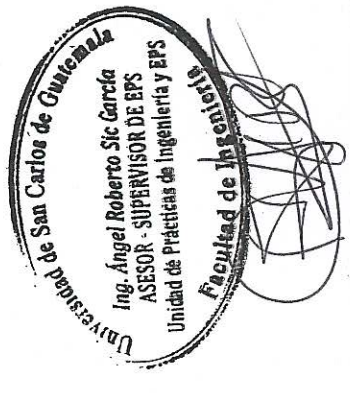
DETALLE TIPICO CUNETETA

SIN ESCALA



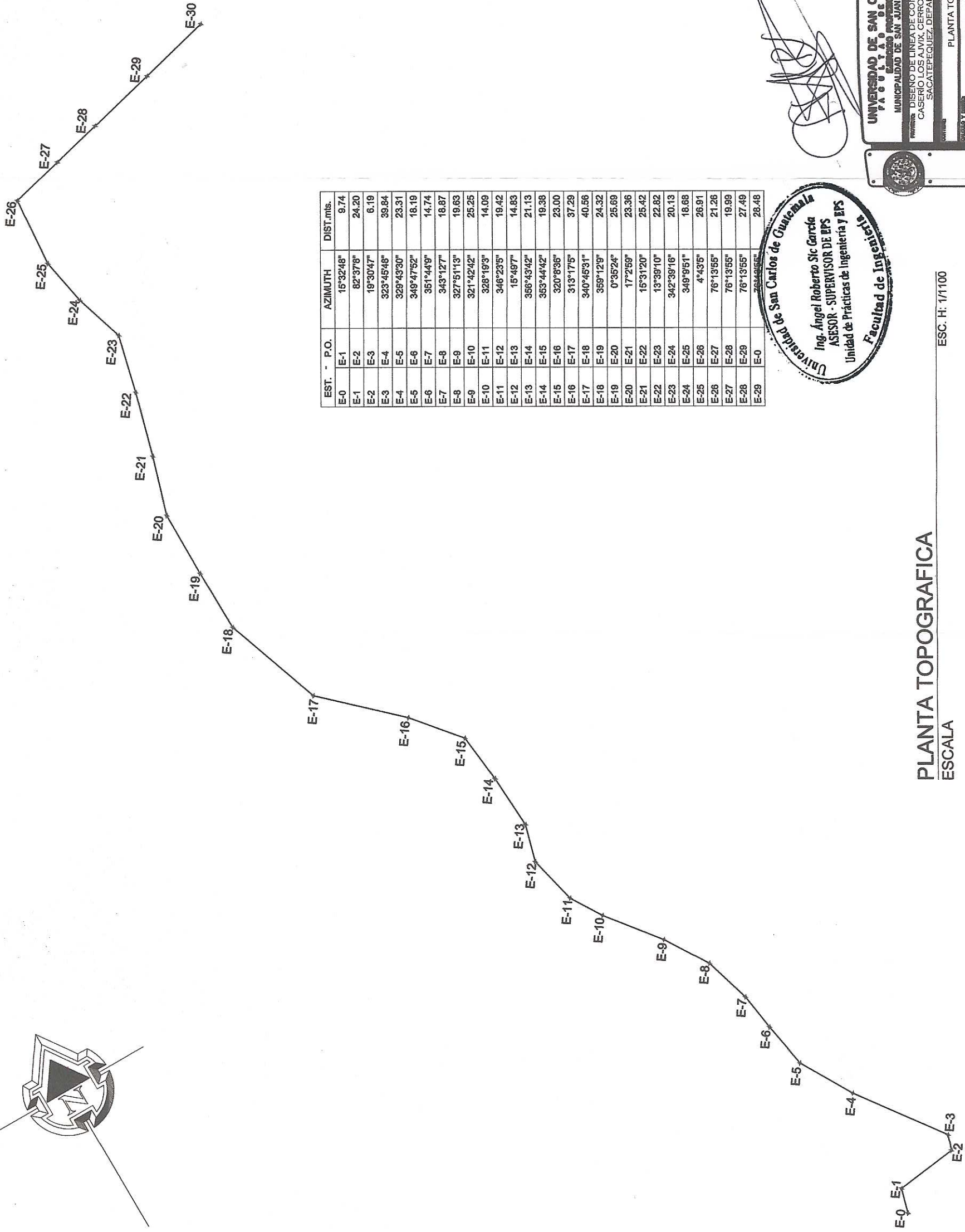
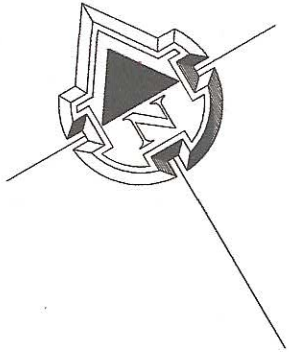
DETALLE TIPICO TRANSVERSAL

SIN ESCALA

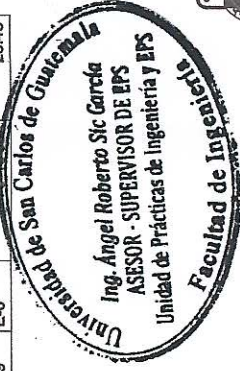


	DISEÑO: FRANCISCO GALDAMEZ CALCALO: FRANCISCO GALDAMEZ DIBUJO: FRANCISCO GALDAMEZ ESCALA: INDICADA FECHA: 14 DE ABRIL 2014	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
	PROYECTO: "DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO SECTOR Y ALDEA COMUNIDAD DE ZET. SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA". PLANO DE: PLANTA-PERFIL DE CARRETERA CAMINAMIENTO 2+600 - 3+384 PROPIEDAD DE:	No. BO.: ESCRITA: FRANCISCO ALEJANDRO GALDAMEZ Cmté: 2001-17889

ESTACION	AREAS METROS CUADRADOS		VOLUMENES METROS CUBICOS		ESTACION	AREAS METROS CUADRADOS		VOLUMENES METROS CUBICOS		ESTACION	AREAS METROS CUADRADOS		VOLUMENES METROS CUBICOS	
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO		CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO		CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO
04-000	4.43	0.00	130.07	0.00	130.07	0.00	116.46	0.00	6705.37	0.11	116.46	0.00	6705.37	0.11
04-020	6.47	0.00	130.53	0.00	260.59	0.00	117.40	0.00	6822.77	0.11	117.40	0.00	6822.77	0.11
04-040	4.51	0.00	117.43	0.00	378.03	0.00	118.00	0.00	6940.78	0.11	118.00	0.00	6940.78	0.11
04-060	5.23	0.00	117.22	0.00	495.24	0.00	116.33	0.00	7057.11	0.11	116.33	0.00	7057.11	0.11
04-080	4.49	0.00	105.74	0.00	601.48	0.00	114.70	0.00	7171.80	0.11	114.70	0.00	7171.80	0.11
04-100	4.37	0.00	114.98	0.00	716.46	0.00	115.02	0.00	7286.82	0.11	115.02	0.00	7286.82	0.11
04-120	5.23	0.00	140.74	0.00	897.00	0.00	114.98	0.00	7401.80	0.11	114.98	0.00	7401.80	0.11
04-140	6.52	0.00	126.19	0.00	983.95	0.00	114.55	0.00	7516.35	0.11	114.55	0.00	7516.35	0.11
04-160	4.09	0.00	95.39	0.00	1079.77	0.00	111.20	0.00	7627.55	0.11	111.20	0.00	7627.55	0.11
04-180	3.95	0.00	97.68	0.00	1177.46	0.00	103.34	0.00	7739.89	0.11	103.34	0.00	7739.89	0.11
04-200	4.20	0.00	33.56	0.00	1211.02	0.00	100.84	0.00	7852.02	0.11	100.84	0.00	7852.02	0.11
04-220	0.00	0.00	0.00	0.00	1211.02	0.00	99.40	0.00	7937.86	0.11	99.40	0.00	7937.86	0.11
04-240	0.00	0.00	0.00	0.00	1211.02	0.00	100.30	0.00	8037.25	0.11	100.30	0.00	8037.25	0.11
04-260	0.00	0.00	0.00	0.00	1211.02	0.00	103.71	0.00	8143.27	0.11	103.71	0.00	8143.27	0.11
04-280	0.00	0.00	0.00	0.00	1211.02	0.00	107.18	0.00	8248.45	0.11	107.18	0.00	8248.45	0.11
04-300	0.00	0.00	0.00	0.00	1211.02	0.00	109.75	0.00	8348.45	0.11	109.75	0.00	8348.45	0.11
04-320	0.00	0.00	0.00	0.00	1211.02	0.00	98.60	0.00	8458.20	0.11	98.60	0.00	8458.20	0.11
04-340	0.00	0.00	0.00	0.00	1211.02	0.00	93.11	0.00	8550.91	0.11	93.11	0.00	8550.91	0.11
04-360	0.00	0.00	0.00	0.00	1211.02	0.00	92.91	0.00	8643.41	0.11	92.91	0.00	8643.41	0.11
04-380	8.03	0.00	64.24	0.00	1275.26	0.00	86.94	0.00	8730.35	0.11	86.94	0.00	8730.35	0.11
04-400	7.94	0.00	191.59	0.00	1466.85	0.00	85.60	0.00	8814.96	0.11	85.60	0.00	8814.96	0.11
04-420	7.92	0.00	170.69	0.00	1657.14	0.00	84.82	0.00	8900.77	0.11	84.82	0.00	8900.77	0.11
04-440	6.33	0.00	180.75	0.00	1827.84	0.00	85.81	0.00	8986.58	0.11	85.81	0.00	8986.58	0.11
04-460	8.60	0.00	185.75	0.00	2197.37	0.00	87.51	0.00	9074.49	0.11	87.51	0.00	9074.49	0.11
04-480	6.97	0.00	132.07	0.00	2329.44	0.00	89.39	0.00	9164.50	0.11	89.39	0.00	9164.50	0.11
04-500	4.16	0.00	94.72	0.00	2454.08	0.00	91.96	0.00	9256.00	0.11	91.96	0.00	9256.00	0.11
04-520	3.74	0.00	29.92	0.00	2491.38	0.00	93.28	0.00	9348.44	0.11	93.28	0.00	9348.44	0.11
04-540	0.00	0.00	37.30	0.00	2595.90	0.00	97.05	0.00	9446.44	0.11	97.05	0.00	9446.44	0.11
04-560	4.66	0.00	104.52	0.00	2685.09	0.00	98.18	0.00	9545.49	0.11	98.18	0.00	9545.49	0.11
04-580	3.44	0.00	89.79	0.00	2766.49	0.00	95.50	0.00	9643.66	0.11	95.50	0.00	9643.66	0.11
04-600	3.30	0.00	26.38	0.00	2792.85	0.00	90.45	0.00	9739.16	0.11	90.45	0.00	9739.16	0.11
04-620	0.00	0.00	25.82	0.00	2818.70	0.00	87.18	0.00	9829.61	0.11	87.18	0.00	9829.61	0.11
04-640	3.23	0.00	75.56	0.00	2884.25	0.00	89.39	0.00	9916.80	0.11	89.39	0.00	9916.80	0.11
04-660	3.07	0.00	72.42	0.00	2966.68	0.00	91.96	0.00	10006.19	0.11	91.96	0.00	10006.19	0.11
04-680	2.97	0.00	132.07	0.00	3050.26	0.02	95.79	0.00	10098.15	0.11	95.79	0.00	10098.15	0.11
04-700	2.34	0.00	94.72	0.00	3124.54	0.03	103.90	0.00	10193.94	0.11	103.90	0.00	10193.94	0.11
04-720	5.76	0.00	134.12	0.00	3298.66	0.03	103.90	0.00	10297.84	0.11	103.90	0.00	10297.84	0.11
04-740	5.41	0.00	129.79	0.00	3388.44	0.03	122.25	0.00	10411.83	0.11	122.25	0.00	10411.83	0.11
04-760	5.40	0.00	130.70	0.00	3519.15	0.03	127.45	0.00	10534.08	0.11	127.45	0.00	10534.08	0.11
04-780	5.49	0.00	129.29	0.00	3648.44	0.03	133.82	0.00	10661.54	0.11	133.82	0.00	10661.54	0.11
04-800	5.28	0.00	117.60	0.00	3766.24	0.03	140.15	0.00	10795.36	0.11	140.15	0.00	10795.36	0.11
04-820	4.54	0.00	101.33	0.00	3897.56	0.03	144.26	0.00	10935.51	0.11	144.26	0.00	10935.51	0.11
04-840	3.91	0.00	87.05	0.00	3954.61	0.03	144.65	0.00	11079.77	0.11	144.65	0.00	11079.77	0.11
04-860	3.91	0.00	74.23	0.00	4028.84	0.03	136.77	0.00	11224.62	0.11	136.77	0.00	11224.62	0.11
04-880	2.84	0.00	65.06	0.00	4093.90	0.03	123.91	0.00	11361.40	0.11	123.91	0.00	11361.40	0.11
04-900	2.84	0.00	62.23	0.00	4156.13	0.03	111.44	0.00	11485.31	0.11	111.44	0.00	11485.31	0.11
04-920	2.58	0.00	62.81	0.00	4218.94	0.03	98.85	0.00	11596.76	0.11	98.85	0.00	11596.76	0.11
04-940	2.60	0.00	63.34	0.00	4282.28	0.03	92.12	0.00	11695.60	0.11	92.12	0.00	11695.60	0.11
04-960	2.63	0.00	62.27	0.00	4344.55	0.03	91.71	0.00	11787.72	0.11	91.71	0.00	11787.72	0.11
04-980	2.65	0.00	59.77	0.00	4404.32	0.03	84.41	0.00	11873.84	0.11	84.41	0.00	11873.84	0.11
1+000	2.54	0.00	57.41	0.00	4461.73	0.03	95.69	0.00	11954.51	0.11	95.69	0.00	11954.51	0.11
1+020	2.44	0.00	55.06	0.00	4516.79	0.04	100.45	0.00	12029.86	0.11	100.45	0.00	12029.86	0.11
1+040	2.24	0.00	52.59	0.01	4569.38	0.05	104.45	0.00	12100.41	0.11	104.45	0.00	12100.41	0.11
1+060	2.24	0.00	49.37	0.02	4618.75	0.06	100.45	0.00	12166.44	0.11	100.45	0.00	12166.44	0.11
1+080	1.98	0.00	45.98	0.02	4664.71	0.09	100.45	0.00	12228.16	0.11	100.45	0.00	12228.16	0.11
1+100	1.85	0.00	46.69	0.01	4711.40	0.10	100.45	0.00	12285.61	0.11	100.45	0.00	12285.61	0.11
1+120	2.04	0.00	50.90	0.01	4762.30	0.10	100.45	0.00	12338.84	0.11	100.45	0.00	12338.84	0.11
1+140	2.20	0.00	57.41	0.00	4804.32	0.03	88.45	0.00	12387.36	0.11	88.45	0.00	12387.36	0.11
1+160	0.00	0.00	57.41	0.00	4846.73	0.03	87.84	0.00	12431.61	0.11	87.84	0.00	12431.61	0.11
1+180	0.00	0.00	55.06	0.00	4887.87	0.04	104.34	0.00	12471.36	0.11	104.34	0.00	12471.36	0.11
1+200	0.00	0.00	52.59	0.01	4928.84	0.05	118.66	0.00	12507.36	0.11	118.66	0.00	12507.36	0.11
1+220	0.00	0.00	49.37	0.02	4969.38	0.06	104.07	0.00	12539.36	0.11	104.07	0.00	12539.36	0.11
1+240	0.00	0.00	46.69	0.01	4993.90	0.03	87.16	0.00	12567.36	0.11	87.16	0.00	12567.36	0.11
1+260	2.92	0.00	68.37	0.00	5015.21	0.11	100.45	0.00	12591.36	0.11	100.45	0.00	12591.36	0.11
1+280	2.87	0.00	73.68	0.00	5045.51	0.11	100.45	0.00	12611.36	0.11	100.45	0.00	12611.36	0.11
1+300	3.27	0.00	80.58	0.00	5095.79	0.11	100.45	0.00	12627.36	0.11	100.45	0.00	12627.36	0.11
1+320	3.44	0.00	84.41	0.00	5160.20	0.11	100.45	0.00	12639.36	0.11	100.45	0.00	12639.36	0.11
1+340	3.59	0.00	87.67	0.00	5227.87	0.11	100.45	0.00	12647.36	0.11	100.45	0.00	12647.36	0.11
1+360	3.72	0.00	90.47	0.00	5298.34	0.11	100.45	0.00	12651.36	0.11	100.45	0.00	12651.36	0.11
1+380	3.82	0.00	96.63	0.00	5356.34	0.11	100.45	0.00	12651.36	0.11	100.45	0.00	12651.36	0.11
1+400	4.23	0.00	104.83	0.00	5454.95	0.11	100.45	0.00	12651.36	0.11	100.45	0.00	12651.36	0.11
1+420	4.50	0.00	108.64	0.00	5559.80	0.11	100.45	0.00	12651.36	0.11	100.45	0.00	12651.36	0.11
1+440	4.55	0.00	112.76	0.00	5666.44	0.11	100.45	0.00	12651.36	0.11	100.45	0.00	12651.36	0.11
1+460	4.85	0.00	116.89	0.00	5781.20	0.11	100.45	0.00	12651.36	0.11	100.45	0.00	12651.36	0.11
1+480	4.89	0.00	117.60	0.00	5898.08	0.11	100.45	0.00	12651.36	0.11	100.45	0.00	12651.36	0.11
1+500	4.91	0.00	117.51	0.00	6015.68	0.11	100.45	0.00	12651.36	0.11	100.45	0.00	12651.36	0.11
1+520	4.91	0.00	117.51	0.00	6132.40	0.11	100.45	0.00	12651.36	0.11	100.45	0.00	12651.36	0.11
1+540	4.90	0.00	114.46	0.										



EST. - P.O.	AZIMUTH	DIST. mis.
E-0		
E-1	15°32'48"	9.74
E-2	82°37'8"	24.20
E-3	19°30'47"	6.19
E-4	323°45'48"	39.84
E-5	329°43'30"	23.31
E-6	349°47'52"	18.19
E-7	351°44'49"	14.74
E-8	343°12'7"	18.87
E-9	327°51'13"	19.63
E-10	321°42'42"	25.25
E-11	328°19'3"	14.09
E-12	346°23'5"	19.42
E-13	15°49'7"	14.83
E-14	366°43'42"	21.13
E-15	353°44'42"	19.38
E-16	320°8'36"	23.00
E-17	313°17'5"	37.29
E-18	340°45'31"	40.56
E-19	359°12'9"	24.32
E-20	0°35'24"	25.69
E-21	17°2'59"	23.36
E-22	15°31'20"	25.42
E-23	18°39'10"	22.82
E-24	342°39'16"	20.13
E-25	349°9'51"	18.88
E-26	4°43'5"	26.91
E-27	76°13'55"	21.26
E-28	76°13'55"	19.99
E-29	76°13'55"	27.49
E-30	76°13'55"	28.48



PLANTA TOPOGRAFICA
ESCALA

ESC. H: 1/1100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
PAUTADO DE INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DE LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE
CASERIO LOS AJVIK, CERRO ALTO, MUNICIPIO DE SAN JUAN
SACATEPEQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

CLIENTE: PLANTA TOPOGRAFICA

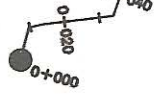
PROFESOR TITULAR	FRANCISCO ALEJANDRO GALDAMEZ SAMAYOA
AYUDANTE	FRANCISCO ALEJANDRO GALDAMEZ SAMAYOA
SUPERVISOR	FRANCISCO ALEJANDRO GALDAMEZ SAMAYOA
VO. BO.	

ING. ANGEL SIC
ASESOR SUPERVISOR EPS

H O J A
1 / 2

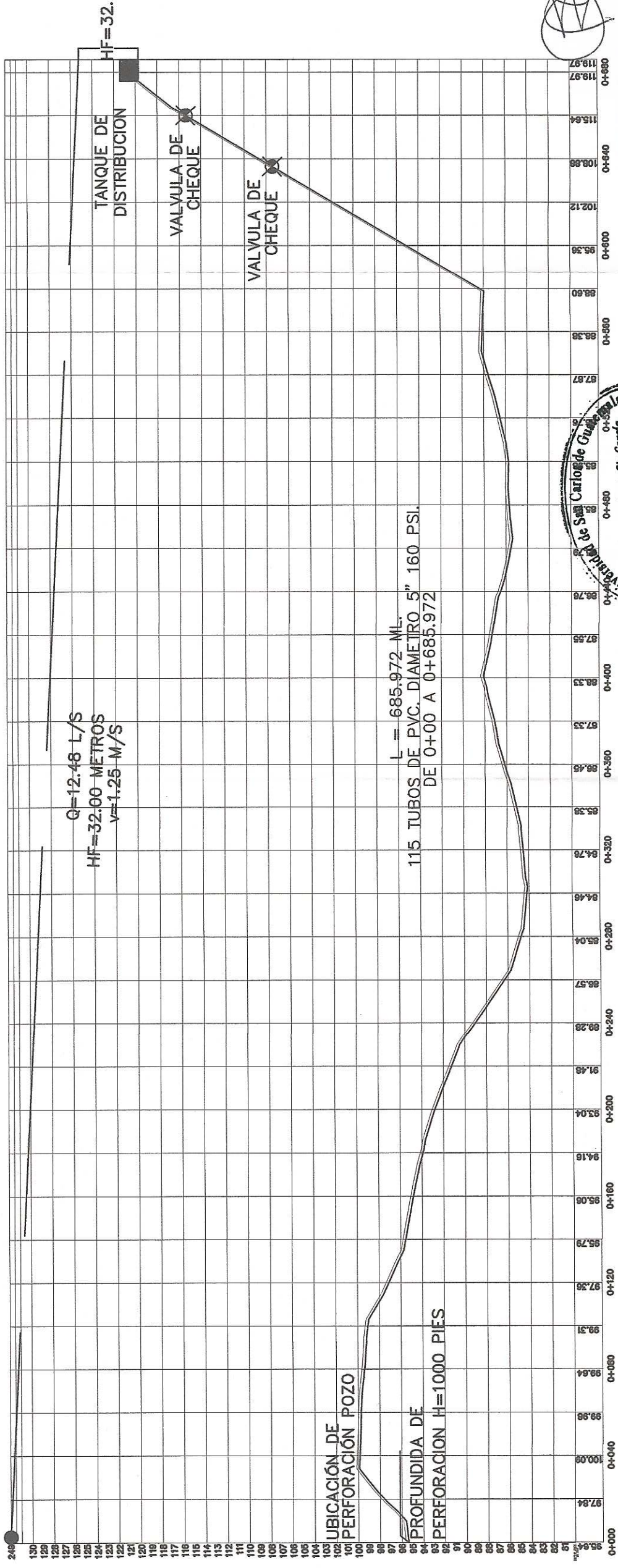
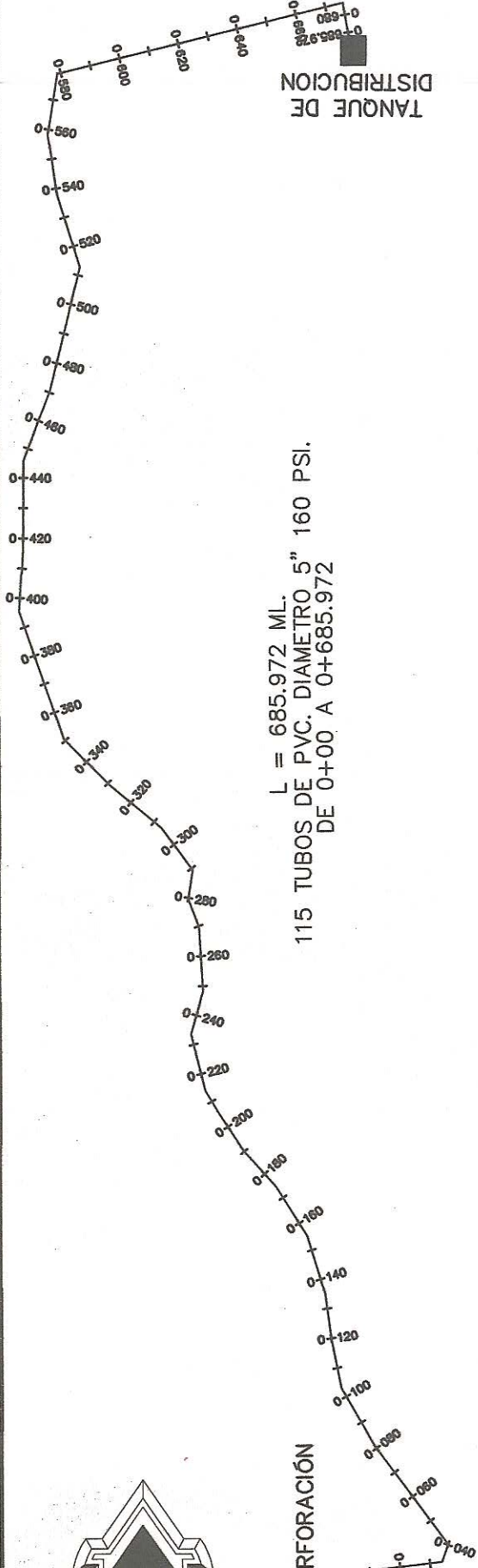


UBICACIÓN DE PERFORACIÓN POZO



L = 685.972 ML.
115 TUBOS DE PVC. DIAMETRO 5" 160 PSI.
DE 0+00 A 0+685.972

TANQUE DE DISTRIBUCION



Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Angel Roberto Sic Garcia
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

PLANTA-PERFIL LINEA DE CONDUCCIÓN
CAMINAMIENTO 0+00 - 0+685.972
ESC. H: 1/1000
ESC. V: 1/200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA	
DISEÑO DE LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE CASERIO LOS ALVIX, CERRO ALTO, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA	
PLANTA	PLANTA - PERFIL LINEA DE CONDUCCION
ELABORADO Y REVISADO	FRANCISCO ALEJANDRO GALDAMEZ SAMAYOA
FECHA	JULIO DEL 2014
SUPERVISADO	FRANCISCO ALEJANDRO GALDAMEZ SAMAYOA
VO.B.O.	2001-17200
ING. ANGEL SIC EPISISTA	ASESOR SUPERVISOR EPS
ING. ANGEL SIC EPISISTA	ASESOR SUPERVISOR EPS
H O J A	2 / 2

ANEXOS

RESULTADOS DEL ENSAYO DE SUELOS

Resultados ensayo de límites de Atterberg



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



INFORME No. 298 S.S.

O.T.: 32.585 **No. 1012**

Interesado: Francisco Alejandro Galdámez Samayoa

Proyecto: EPS "Diseño de ampliación del tramo carretero sector V, Aldea Comunidad de Zet y San Juan Sacatepéquez, Guatemala"

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Aldea Comunidad de Zet y San Juan Sacatepéquez, Guatemala

FECHA: Martes, 13 de Mayo de 2014

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	54.8	32.0	CH	Arena Arcillosa Color Café Oscuro

(*) CLASIFICACION SEGUN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra proporcionado por el interesado.

Atentamente,



Vo.Bo. Inga. Teima Marcela Caco Morales
DIRECTORA CIUSAC



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA



SECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS



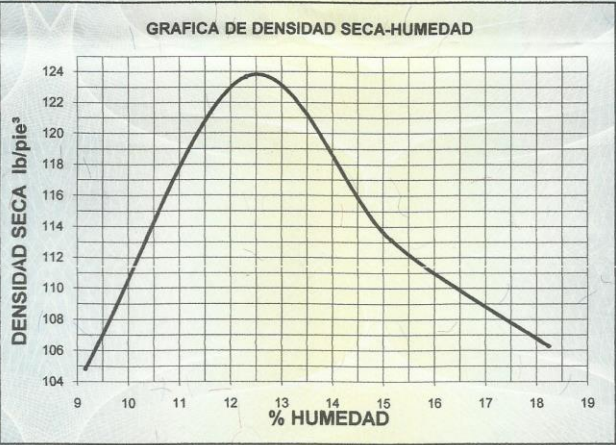
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala.

Resultados ensayo de compactación

	CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
INFORME No. 300 S.S.		O.T.: 32.585
		No. 1014
Interesado: Francisco Alejandro Galdámez Samayoa	Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN.	Proctor Estándar: () Norma: A.A.S.H.T.O. T-99
Proyecto: EPS "Diseño de ampliación del tramo carretero sector V, Aldea Comunidad de Zet y San Juan Sacatepequez, Guatemala"		Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.H.T.O. T-180
Ubicación: Aldea Comunidad de Zet y San Juan Sacatepequez, Guatemala		
Fecha: Martes, 13 de Mayo de 2014		


GRAFICA DE DENSIDAD SECA-HUMEDAD



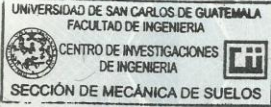
% HUMEDAD	DENSIDAD SECA (lb/ft³)
9	104
10	110
11	116
12	122
12,55 (Hop)	123,70
13	122
14	118
15	114
16	110
17	108
18	106
19	104

Descripción del suelo: Arena Arcillosa Color Café Oscuro	
Densidad seca máxima γ_d : 1.981,67 Kg/m ³	123,70 lb/ft ³
Humedad óptima Hop.: 12,55 %	
Observaciones: Muestra proporcionado por el interesado.	

Atentamente,



Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Médrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERÍA – USAC –
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala.

Resultados ensayo de CBR



Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala.

Informe final de perforación pozo Los Ajvix

Guatemala 26 de Septiembre de 2014

Señor
Alcalde Municipal
De la Municipalidad
De san Juan Sacatepéquez
Presente

Por este medio se presenta el informe final de la perforación de un pozo de 1000 pies de profundidad total ubicado en "SAN JUAN SACATEPEQUEZ, CASERIO LOS AJVIX, ALDEA CERRO ALTO", quedando el pozo entubado de la siguiente manera: 280 pies de tubería ranura y 720 pies de tubería lisa, para hacer un total de 1000 pies de profundidad.

Entubado	Acero
Diámetro	8"
Profundidad del Pozo	1000 Pies
Nivel Estático	173.84 Pies
Nivel Dinámico	246.66 Pies
Producción del Pozo	221 Galones por Minuto
Duración del Bombeo	24 Horas
Bomba Instalada a	940 Pies
Caballaje del Equipo	60 Hp. 460V.

Los trabajos de perforación se pueden observar en las fotografías y los datos obtenidos en la prueba de bombeo (aforo) y el Perfil.

Por lo cual hacemos constar que el pozo fue terminado sin ningún problema.

Atentamente,

Dinámica Comercial, S. A.
DIMINSA

9a. Calle 178, Sacatepéquez, Zona 7 * Oficina No. 1 * 2do. Nivel • Teléfonos: 2475-4460/61
Representante Legal

Fuente: DIMINSA.

Perfil estratigráfico de pozo Los Ajvix

PERFIL ESTATIGRÁFICO DE PERFORACIÓN DE POZO ENTUBADO EN 8"

INFORME DE PERFORACIÓN:	
POZO CASERIO LOS AJVIX, ALDEA CERRO ALTO	
FECHA DE INICIO	14/08/2014
FECHA DE FINALIZACIÓN	08/09/2014

Máquina	40-K
Método de Perforación	Roto Percusión
Entubado	Acero
Diámetro	8"
Profundidad del Pozo	1000 PIES
Total de tubos ranurados	280 PIES
Total tubos lisos	720 PIES
Nivel Estático	173.84 PIES
Nivel Dinámico	246.66 PIES
Producción	221 GPM
Bomba instalada a	940 PIES
Tipo de prueba	BOMBA SUMERGIBLE CON GENERADOR ELÉCTRICO



PROFUNDIDAD					
1	20	L			RELLENOS PIROCLÁSTICOS
2	40	L			ROCA INTRUSIVA TIPO CUARZO DIORITA
3	60	L			
4	80	L			
5	100	L			
6	120	L			
7	140	L			
8	160	L			
9	180	L			
10	200	L			
11	220	L			
12	240	L			
13	260	L			
14	280	L			
15	300	L			
16	320	L			
17	340	L			
18	360	L			
19	380	L			
20	400	L			
21	420	L			
22	440	L			
23	460	L			
24	480	L			
25	500	L			
26	520	R		PERDIDA DE CIRCULACIÓN	
27	540	L			ROCA INTRUSIVA TIPO CUARZO DIORITA FRACTURADA
28	560	R			
29	580	L			
30	600	R			
31	620	L			
32	640	R			
33	660	L			
34	680	R			CAPA DE BARRO ENTRE FRACTURA DE LA ROCA
35	700	L			ROCA INTRUSIVA TIPO CUARZO DIORITA FRACTURADA
36	720	L			
37	740	R			
38	760	L			
39	780	R			
40	800	L			
41	820	R			
42	840	R			
43	860	L			
44	880	R			PERDIDA DE CIRCULACIÓN
45	900	R			ROCA INTRUSIVA TIPO CUARZO DIORITA FRACTURADA
46	920	L			
47	940	R			
48	960	R			
49	980	R			
50	1000	L			

9a. Calle 11-78, Col. Castillo Lara, Zona 7 * Oficina No. 1 * 2do. Nivel • Teléfonos: 2475-4460/61

Fuente: DIMINSA.

profundidad, con tubería de 8 pulgadas de diámetro ranurado, filtro de grava, desarrollo de limpieza, prueba de bombeo, con una duración de 24 horas, transporte del equipo, montaje y desmontaje del mismo, construcción de sello sanitario de cemento. Acarreo de agua y lodo diario, análisis bacteriológico del agua en laboratorio profesional.

I.2. Información legal:

A) Nombre del Proponente o Representante Legal:

OSCAR FERNANDO BRACAMONTE MÁRQUEZ

De la empresa:

Razón social: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

Nombre Comercial: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

No. De Escritura Constitutiva: _____

Fecha de constitución:

Patente de Sociedad Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____

Patente de Comercio Registro No. Folio No. Libro No.

No. De Finca _____ Folio No. _____ Libro No. _____ de
_____ donde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.

Número de Identificación Tributaria (NIT): **628488-4**

I.3 Teléfono 66303122 Fax 66303122 Correo electrónico: dmpanjuansac@gmail.com

I.4 Dirección de donde se ubicará el proyecto:

CASERÍO LOS AJVIX, CERRO ALTO, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ

Especificar Coordenadas UTM o Geográficas

Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84)	Coordenadas Geográficas Datum WGS84
	14°43'02" N 90°38'34"O

I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal)

7ª. Calle "A" y 6ª. Avenida, zona 1, Plaza Cataluña, San Juan Sacatepéquez, Guatemala

I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo

II. INFORMACION GENERAL

Se debe proporcionar una descripción de las operaciones que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad, explicando las etapas siguientes:

Etapas de:

II.1 Etapa de Construcción**	Operación	Abandono
Actividades a realizar Bodega Trazo y nivelación Transporte de maquinaria Perforación Entubado Desarrollo de la limpieza del pozo Prueba de bombeo Insumos necesarios Materiales de construcción Tubería de acero ranurada Tubería de acero lisa Filtro de grava de canto rodado Sello sanitario de cemento Maquinaria Perforadora Grúa para instalar la tubería Generador eléctrico para la prueba de bombeo Vibro compactadora Otros de relevancia	Actividades o procesos Extracción mecánica de agua para uso de la población beneficiada Materia prima e insumos Energía eléctrica Combustibles en el caso de que falte la energía eléctrica Maquinaria Posiblemente un generador eléctrico a base de combustible en el caso que no haya energía eléctrica Productos y subproductos (bienes o servicios) Suministro de agua para la población beneficiada Horario de trabajo De forma esporádica las 24 horas del día Otros de relevancia	- acciones a tomar en caso de cierre Reparaciones que sean necesarias Socializarlo con la población Limpieza del área en general

** Adjuntar planos

II.3 Área

Área total de terreno en metros cuadrados: _____ 150 [m2] _____

Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: _____ 9 [m2] _____

Área total de construcción en metros cuadrados: _____ 9 [m2] _____

II.4 Actividades colindantes al proyecto:

NORTE _____ Terreno baldío _____ SUR _____ Calle de acceso _____

ESTE _____ Terreno baldío _____ OESTE _____ Terreno baldío _____

Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):

DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL SITIO DEL PROYECTO
Terreno baldío	NORTE	6 [m]
Calle de Acceso	SUR	5 [m]
Bodega Municipal	ESTE	15 [m]
Terreno Baldío	OESTE	5 [m]

II.5 Dirección del viento: Predominante de Este a Oeste

II.7 Datos laborales

a) Jornada de trabajo: Diurna (X) Nocturna () Mixta () Horas Extras
horario de 7:00 a 15:00 hrs _____

b) Número de empleados por jornada _____ 4 _____ Total empleados _____ 4 _____

II.8 PROYECCIÓN DE USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...

CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...

	Tipo	Sí/No	Cantidad/(meses día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio publico	no	Ninguno	Ninguno	Ninguno	No se utilizará agua del servicio público.	Ninguno
	Pozo	no	Ninguno	Ninguno	Ninguno	No se utilizará agua de algún pozo	Ninguno
	Agua especial	no	Ninguno	Ninguno	Ninguno	No se utilizará agua especial	Ninguno
	Superficial	no	Ninguno	Ninguno	Ninguno	No se utilizará agua superficial	Ninguno
Combustible	Otro	sí	1 000 galones diarios	Camión Cisterna	Para el proceso de la perforación	Se utilizará en todo el proceso de perforación y constructivo	En el camión cisterna que provea
	Gasolina	sí	10 galones al día	Gasolinera	Vehículos tipo pick-up y generador eléctrico	Uso diario para la movilización y para el proceso de perforación	Gasolinera
	Diesel	sí	10 galones al día	Gasolinera	Camión cisterna	Se utilizará un camión cisterna para el proceso de perforación	Gasolinera y en recipientes de 5 galones debidamente cerrados
	Bunker	no	Ninguno	Ninguno	Ninguno	No se utilizará bunker	Ninguno
	Glp	no	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno

	Otro	no	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Lubricantes	Solubles	sí	5 galones al día	Aceitera cercana	Mantenimiento	Para mantenimiento de los vehículos, camión cisterna y maquinaria	Recipientes debidamente cerrados
	No solubles	no	Ninguno	Ninguno	Ninguno	No se utilizarán lubricantes no solubles	Ninguno
Refrigerantes			5 galones a la semana	Aceitera cercana	Uso preventivo de calentamiento en los vehículos	Se utilizará en los vehículos tipo pick-up de manera preventiva	Recipientes debidamente cerrados
Otros		no	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno

NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia

III. TRANSPORTE

III.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:

Número de vehículos _____ 4 _____
 Tipo de vehículo _____ 1 Pick-up, 1 Camión Cisterna, 1 grúa y 1 camión para la perforadora _____
 sitio para estacionamiento y área que ocupa En el campamento de la obra __100m²_____

IV. IMPACTOS AMBIENTALES QUE PUEDEN SER GENERADOS POR EL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD

(Formato propiedad del MARN)

IV. 1 CUADRO DE IMPACTOS AMBIENTALES

En el siguiente cuadro, identificar el o los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la construcción y operación del proyecto, obra, industria o actividad. Marcar con una X o indicar que no aplica, no es suficiente, por lo que se requiere que se describa y detalle la información, indicando si corresponde o no a sus actividades (usar hojas adicionales si fuera necesario).

o.	Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental (de acuerdo con la descripción del cuadro anterior)	Indicar los lugares de donde se espera se generen los impactos ambientales	Manejo ambiental Indicar qué se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario.
	Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, etc.).	Polvo provocado por el movimiento de tierras, transporte de vehículos y maquinaria.	Movimiento de tierras, transporte de vehículos y maquinaria.	Se dispondrá adecuadamente de los materiales, además de realizar un riego constantemente en las áreas en las que se realiza movimientos de tierra y cortes de terreno, para preparar el área de la perforación.
		Ruido	Ruido provocado por la maquinaria y los vehículos que circularan por el proyecto.	En el área del proyecto, debido al movimiento de maquinaria y vehículos.	Se definirán horarios para el uso de la maquinaria, además de hacer énfasis en que la jornada de trabajo será diurna, para no afectar a los vecinos del lugar. Se socializará con los vecinos acerca del beneficio que se tendrá con el proyecto culminado.
		Vibraciones	Vibraciones producidas por perforadora, camión cisterna y grúa.	En el área del proyecto, debido al uso de la maquinaria y camiones.	Se definirán horarios para el uso de la maquinaria, además de hacer énfasis en que la jornada de trabajo será diurna, para no afectar a los vecinos del lugar. Se socializará con los vecinos acerca del beneficio que se tendrá con el proyecto culminado.
		Olores	No se producirán olores que puedan afectar el ambiente.	El tipo de procesos que se llevaran a cabo no generará olores significativos.	En general no se producirán olores significativos en el proyecto, de igual forma, se tendrá especial cuidado en mantener debidamente cerrados los recipientes que contengan combustibles, lubricantes, etc.

					Para garantizarlo.
	Agua	Abastecimiento de agua.	El abastecimiento de agua será del sistema de agua potable de la comunidad y camión cisterna.	No se generarán impactos negativos al sistema de agua potable de la comunidad.	Se tendrá especial cuidado respecto a las tuberías de agua potable del sistema de la comunidad al momento de realizar la perforación y demás procesos del proyecto, para no afectar el sistema. Se socializará con los vecinos del lugar para tener conocimiento de las ubicaciones de tubería, etc.
		Aguas residuales Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas).	Cantidad: No se tendrá una cantidad significativa de aguas residuales durante el proyecto.	No se generará impactos con aguas residuales producidas por el proyecto.	No se generará impactos con aguas residuales producidas por el proyecto.
		Aguas residuales Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias).	Cantidad: No se te generará impactos por aguas residuales especiales.	Descarga: No se te generará impactos por aguas residuales especiales.	No se te generará impactos por aguas residuales especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias).
		Mezcla de las aguas residuales anteriores.	Cantidad: No se provocará mezcla de aguas residuales ordinarias y especiales.	Descarga: No se provocará mezcla de aguas residuales ordinarias y especiales.	No se provocará mezcla de aguas residuales ordinarias y especiales.
		Agua de lluvia	Captación: No se realizará captación de agua de lluvia.	Descarga: No se realizará descargas de agua de lluvia.	Se tendrá especial cuidado con las aguas de lluvia, en el sentido de cubrir los materiales que se encuentren en el proyecto, tales como la grava que se utilizara en

					el filtro del pozo. Para evitar que por escorrentía puedan afectar a los vecinos o generar algún impacto.
	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Cantidad: Se producirá una mínima cantidad de basura común por parte del personal de la perforación.	En el área del proyecto por parte del personal que laborará en la perforación.	Se colocarán recipientes en el proyecto y sus cercanías debidamente identificados para el tipo de basura común que se genere (Ej. Papel, Vidrio y Plástico) posteriormente será trasladado al lugar que indiquen las autoridades municipales.
		Desechos Peligrosos (con una o más de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos).	Cantidad: No se producirán desechos peligrosos en el proyecto.	Disposición. No se producirán desechos peligrosos en el proyecto.	No se producirán desechos peligrosos en el proyecto. Sin embargo, aunque las cantidades de combustible o lubricante que se utilizarán no son significativas se tomarán todas las medidas necesarias para garantizar que no ocurra algún derrame de estos al momento de abastecer alguno de los vehículos o maquinaria.
		Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)	No se generará descargas de aguas residuales directo al suelo.	No se generará descargas de aguas residuales directo al suelo.	No se generará descargas de aguas residuales directo al suelo.
		Modificación del relieve o topografía del área	No se generará modificación del relieve o topografía del área.	No se generará modificación del relieve o topografía del área.	No se generará modificación del relieve o topografía del área, debido a que el proyecto se encuentra en un área de terreno plana.
	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)	No se generará impacto a la flora del lugar..	No se generará impacto a la flora del lugar.	No se generará impacto a la flora del lugar, debido a que el proyecto se construirá en un área del terreno que contiene una cobertura vegetal de poca significancia ambiental, dado que

					no contiene especies endémicas ni especies nativas de importancia.
		Fauna (animales)	No se generará impacto a la fauna del lugar	No se generará impacto a la fauna del lugar	No se generará impacto a la fauna del lugar, debido a que no hubo avistamiento de ninguna especie de fauna contenida en CITES.
		Ecosistema	No se generará impactos al ecosistema con la perforación del pozo.	No se generará impactos al ecosistema con la perforación del pozo.	No se generará impactos al ecosistema con la perforación del pozo.
	Visual	Modificación del paisaje	Se generará una mínima modificación al paisaje.	En el área del proyecto, debido a la construcción de la caseta de bombeo.	La modificación al paisaje será mínima, debido a que a un costado del terreno se encuentra construida la bodega municipal. Se pintará la caseta de bombeo con colores que se integren al ambiente y se jardineará el área cercana.
	Social	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos.	No se generará impacto significativo en el ámbito social.	No se generará impacto significativo en el ámbito social.	No se generará impacto significativo en el ámbito social. Sin embargo, se sensibilizará a los pobladores de la comunidad, haciéndoles ver que el proyecto durante su ejecución puede generar empleo para algunos de los pobladores, además durante su funcionamiento se tendrán beneficios al poder contar con el vital líquido.
	Otros	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno

NOTA: Complementaria a la información proporcionada se solicitan otros datos importantes en los numerales siguientes.

V. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA

CONSUMO

V.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) _____ 100 kwh _____

V. 2 Forma de suministro de energía

- a) Sistema público _____
- b) Sistema privado _____
- c) generación propia _____

V.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos?

SI _____ NO _____

V.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?

Se trabajará en Jornada Diurna para aprovechar la iluminación natural, además se tendrá especial cuidado en desconectar cualquier aparato, equipo o herramienta mientras no se esté utilizando para promover el ahorro de energía.

VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD

VI.1 Efectos en la salud humana del vecindario:

- X la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio
- la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores
- la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores

Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas:

VI.2 En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo puede estar expuesto?

- a) inundación () b) explosión () c) deslizamientos ()
- d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) Incendio () e) Otro ()

Detalle la información explicando el por qué? _____ No se tienen riesgos potenciales en el área donde se ubica la actividad

VI.3 riesgos ocupacionales:

- Existe alguna actividad que represente riesgo para la salud de los trabajadores
- La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores

La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores

No existen riesgos para los trabajadores

Ampliar información: No existen riesgos potenciales para los trabajadores, debido a que se utilizaran medidas de seguridad en el proceso constructivo del proyecto, como se detalla a continuación:

VI.4 Equipo de protección personal

VI.4.1 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO ()

VI.4.2 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:

- Cascos para la protección de los trabajadores
- Mascarillas para las actividades en las que se genera polvo
- Guantes de cuero para la manipulación de materiales como tubería, etc.
- Chalecos reflectados en caso fuera necesario realizar alguna actividad en la jornada nocturna,
- Botas con suela de hule y punta de acero para evitar algún accidente
- Entre otras medidas.

VI.4.3 ¿Qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?

- El proyecto se construirá en un área bastante alejada de las viviendas de la comunidad, sin embargo se realizará lo siguiente:
 - Se proporcionará mascarillas a los trabajadores para las actividades en las que se genera polvo, tales como los movimientos de tierra
 - Se trabajará en jornada diurna para evitar los ruidos y vibraciones en horarios en los que pueda molestar a los vecinos del área.
 - Se tendrá especial cuidado en mantener debidamente cerrados los recipientes en los que se almacene combustibles, etc.
- Se socializará con los pobladores al momento de iniciar la ejecución del proyecto, para informarles del tipo de procesos que se llevaran a cabo durante la ejecución del proyecto.

