



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

**DISEÑO TRAMO CARRETERO, CHIQUIMULILLA – ALDEA UJXTAL.
DISEÑO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL
BARRIO 19 DE SEPTIEMBRE, CHIQUIMULILLA SANTA ROSA”.**

Esvin Osvaldo Flores Quintana

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, junio de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO TRAMO CARRETERO, CHIQUIMULILLA – ALDEA UJXTAL.
DISEÑO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL
BARRIO 19 DE SEPTIEMBRE, CHIQUIMULILLA SANTA ROSA”.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

ESVIN OSVALDO FLORES QUINTANA

ASESORADO POR ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JUNIO DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Miguel Angel Dávila Calderon
VOCAL IV	Br. Keneth Essur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Veliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos.
EXAMINADOR	Inga. Mónica Noemy Mazariegos Ramírez.
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.
EXAMINADOR	Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez.
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Veliz Vargas.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO TRAMO CARRETERO, CHIQUIMULILLA – ALDEA UJUXTAL.
DISEÑO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL
BARRIO 19 DE SEPTIEMBRE, CHIQUIMULILLA SANTA ROSA,**

tema que me fuese asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 17 de abril de 2006.

ESVIN OSVALDO FLORES QUINTANA



Guatemala, 02 de octubre de 2006
Ref. EPS. C. 528.09.06

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Escobar Álvarez.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado "**DISEÑO TRAMO CARRETERO, CHIQUIMULILLA - ALDEA UJXTAL. DISEÑO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO 19 DE SEPTIEMBRE, CHIQUIMULILLA, SANTA ROSA**" que fue desarrollado por el estudiante universitario **ESVIN OSVALDO FLORES QUINTANA**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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 y supervisor, en mi calidad de coordinador apruebo su contenido; solicitándole darle el trámite respectivo.

Si otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"



Ing. Angel Roberto Sic García
Coordinador Unidad de EPS

ARSG/jm

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS

Luz en oscuridad como fuente de fortaleza en adversidades, cobijo y bendiciones a toda mi familia.

El ingeniero Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Por asesoría y amistad incondicional brindada en la elaboración de este trabajo de graduación.

La Corporación Municipal de Chiquimulilla, Santa Rosa

Y empleados, por el apoyo brindado en la realización del Ejercicio Profesional Supervisado y contacto con las comunidades.

A mis amigos y compañeros de estudio

Por su apoyo y amistad.

A usted

Por obrar de alguna manera en mi vida.

ACTO QUE DEDICO A:

MI PATRIA	Riqueza invaluable.
MIS ABUELOS	(+ QEPD).
MIS PADRES	Oswaldo Flores Barrera, (+ QEPD). Martha Alicia Quintana Arias. Reconociendo y agradeciendo su apoyo moral, económico y espiritual incondicional.
MIS HERMANOS	Lic. Claudia Judith Flores Quintana, Barnaby Wilson Flores Quintana y Harol Alexander Flores Quintana, gracias por su apoyo.
MI ESPOSA	Sonia Maritza moreno Chavez, por su cariño y compañía.
MIS HIJOS	Kimberly Magnolia Flores Moreno y Renewear Oswaldo Flores Moreno. Fuente de energía, por su cariño y enseñanzas en el transcurso de nuestras vidas. Dios les de guía, protección y bendición en sus vidas.
MIS AMIGOS	Con aprecio.
Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería	Con respeto y humildad, por incrementar mi formación como individuo y académica.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ANTECEDENTES	1
1.1 Justificaciones	1
1.2 Ubicación del proyecto	3
1.3 Monografías	3
2. DISEÑO TRAMO CARRETERO DE TERRACERÍA	9
2.1 Descripción del proyecto	9
2.2 Componentes de una carretera	9
2.2.1.1 Curvas horizontales	10
2.2.1.2 Definición de arco	10
2.2.1.3 Definición de cuerda	11
2.2.1.4 Curva Circular	11
2.2.1.5 Curva de Transición	14
2.2.2 Alineamiento Vertical	14
2.2.3 Curva Vertical	14
2.3 Especificaciones de construcción para carreteras	16
2.4 Maquinaria a utilizar	25
2.4.1 Selección de equipo básico	25
2.4.2 Equipo básico para excavación	26

2.5	Elementos de un tramo carretero	27
2.5.1	Secciones típicas	27
2.5.2	Pendientes	28
2.5.2.1	Control de pendientes	28
2.5.3	Ancho de rodadura	29
2.5.4	Tangentes	30
2.5.4.1	Tangente Horizontal	30
2.5.4.2	Tangente vertical	31
2.5.5	Drenaje	32
2.5.5.1	Tipos de drenaje	32
2.5.5.1.1	Drenaje Superficial	33
2.5.5.1.1.a	Cunetas	33
2.5.5.1.1.b	Bombeo	34
2.5.5.1.1.c	Drenaje Transversal	34
2.5.6	Materiales	34
3.	CONCEPTOS DE ESTUDIO HIDROLÓGICO PARA TRAMO CARRETERO	
	CARRETERO	49
3.1	Escorrentías	49
3.2	Precipitación	50
3.2.1	Caudales	50
3.3	Coefficientes de escorrentías	51
4.	CÁLCULOS NUMÉRICOS PARA TRAMO CARRETERO	53
4.1	Diseño	53
4.1.1	Densidad de transito	53
4.1.2	Carácter de transito	54

4.1.3	Velocidad de diseño	54
4.1.4	Calculo de curvas	56
4.1.5	Diseño de pavimento flexible	59
4.1.6	Calculo de cunetas	67
4.2	Presupuesto	71
4.3	Cronograma de ejecución	74
5.	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	75
6	DISEÑO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO 19 DE SEPTIEMBRE, CHIQUIMULILLA SANTA ROSA”.	79
6.1	Origen del nombre	79
6.2	Localización y colindancias	79
6.3	Descripción Topográfica	80
6.4	Situación socio-económica	80
6.5	Vivienda	81
6.5.1	Salud y educación	82
6.6	Servicios	82
7	ANÁLISIS GENERAL	83
7.1	Estudio de población	84
7.1.1	Cuantificación de locales	84
7.1.2	Cuantificación de hogares	84
7.1.3	Cuantificación de población actual	84
7.1.4	Cuantificación de la población futura	84
7.1.5	Estimación de periodo de diseño	86

7.1.6	Estimación de población futura	86
7.1.6.1	Método de Crecimiento Aritmético	87
7.1.6.2	Método de Crecimiento Geométrico	87
7.1.6.3	Método de crecimiento exponencial	88
8	PARAMETROS DE DISEÑO	91
8.1	Determinación del caudal sanitario	91
8.2	Factor de flujo	91
8.3	Caudal domiciliar	92
8.4	Caudal de infiltración	93
8.5	Caudal por conexiones ilícitas	94
8.6	Factor de caudal medio	95
8.7	Caudal de diseño	95
8.8	Determinación de diámetros y profundidades	96
8.9	Evaluación socio- económica	109
8.9.1	Economía	109
8.9.2	Vivienda	110
8.10	Salud, educación y comercio	110
8.11	Presupuesto	112
	CONCLUSIONES	117
	RECOMENDACIONES	119
	BIBLIOGRAFÍA	121

ANEXOS

1 Planos

123

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

	DESCRIPCIÓN	
1	Definición de arco y definición de cuerda	11
2	Componentes de una curva horizontal	12
3	Componentes de curva vertical	15
4	Sección típica	27
5	Detalles de cuneta	33
6	Monograma para diseño de pavimentos	64
7	Monograma para diseño de pavimentos	65

TABLAS

	DESCRIPCIÓN	
I	Especificaciones para carretera	22
II	Especificaciones para carretera	23
III	Valores de K para curvas verticales	24
IV	Garavito. Distintos anchos de rodadura	29
V	Requisitos para una mezcla asfáltica en frío	39
VI	Granulometría de agregado de mezclado	42
VII	Coeficientes de escorrentía para distintos tipos de terreno	51
VIII	Datos obtenidos para diseño geométrico	57
IX	Rangos estimados en porcentajes de vehículos	66
X	Porcentajes de vehículos pesados	66
XI	Factores de ajuste	67

XII	Coeficientes de intensidad de lluvia	68
XIII	Calculo hidráulico	70
XIV	Calculo de costos para tramo carretero	71
XV	Cronograma de ejecución e inversión	74
XVI	Impactos ambientales negativos	77
XVII	Impactos ambientales negativos generados	78
XVIII	Libreta topográfica	102
XIX	Impacto ambientales negativos generados durante la ejecución del sistema de drenaje	106
XX	Impactos ambientales negativos generados durante la operación del sistema de drenaje	107
XXI	Calculo de presupuesto	113
XXVI	Cronograma de ejecución e inversión	116

LISTA DE SÍMBOLOS

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials, o sea Asociación Americana de Oficiales Estatales de Carreteras y Transportes.
f_c	Esfuerzo a compresión del concreto
f_y	Limite de Fluencia para el acero

GLOSARIO

Acera	Espacio más elevado que la capa de rodadura donde circulan los peatones.
Acero de refuerzo	Cantidad de acero requerido para un esfuerzo determinado.
Aforo	Medición de volumen de agua que lleva una corriente por unidad de tiempo.
Alcantarillas	Son los conductos que se construyen por debajo de la subrasante de una carretera u otras obras viales, con el objeto de evacuar las aguas superficiales.
Aletón O Ala	Muro lateral colocado en la entrada y salida de los puentes, diseñado y construido para sostener y proteger los taludes.
Altimetría	Parte de la topografía que enseña a medir las alturas.
Ancho de Calzada	Distancia transversal al eje de la carretera, destinada a la circulación de vehículos.
Caudal	Volumen de agua que pasa por unidad de tiempo.
Conducción	Infraestructura utilizada para conducir el agua de un lugar determinado a otro deseado.

Cabezales para Alcantarillas	Son las estructuras de concreto ciclópeo, concreto estructural, mampostería de piedra, mampostería de ladrillo o bloque, colocadas en los extremos de las alcantarillas. Entrada y salida- para estabilizar la tubería y sostener el terraplén.
Concreto Ciclópeo	Es una combinación de concreto estructural y de piedra canto rodado o triturada, libres de arcillas o vegetación de tamaño no mayor de 300 mm.
Cunetas	Zanjas a los lados de un camino para recibir y conducir las aguas de lluvia, también, son constituidas al pie de un talud o en la corona del mismo.
Derecho de vía	Es el área que el estado reserva, para ser usada en la construcción de una carretera, anexos y futuras ampliaciones.
Especificaciones	Normas que rigen el diseño geométrico de las carreteras, la cual son función del tipo de carretera requerido para llenar la finalidad previamente establecida.
Grado Máximo De Curvatura	De acuerdo con el tipo de carretera, se fija un grado máximo de curva a usar, el cual llene las condiciones de seguridad para el transito a la velocidad de diseño.
Hidrología	Es la ciencia que estudia el ciclo del agua y la evolución de ella en la superficie de la tierra bajo sus tres estados.

Limpia, Chapeo Y Destronque	Son las operaciones previas a la iniciación de los trabajos de terracería y otros, con el objeto de eliminar toda clase de vegetación existente.
Mampostería	Son los elementos contruidos a base de piedra, ladrillo, blocks, etc. Simplemente acomodado con mortero.
Mortero	Es la mezcla de aglomerantes, arena y agua, que sirven para unir las piedras ladrillos etc.
Obra Falsa	Parte de la formaleta que sostiene a los moldes en su lugar
PVC	Son las siglas en ingles de Poli Vinil Chloride, adoptadas internacionalmente para denominar a los productos fabricados con cloruro de polivinilo.
Talud	Son los planos inclinados de la Terracería, los cuales delimitan los volúmenes de corte o terraplén. Es la prisma en corte o terraplén, en el cual se constituye las partes de la carretera mostrada en la sección típica.
Terracería	
Terraplén	Estructura elevada, comprendida entre el suelo y la superficie sub.-rasante, la cual esta constituida por suelos apropiados, debidamente compactados.

**Velocidad
De Diseño**

Es la velocidad máxima a que un vehículo puede transitar con seguridad por una carretera trazada con determinadas características.

Resumen

El diseño del tramo de la carretera entre la cabecera municipal y la aldea el Ujuxtal es catalogado como una ruta alterna. Se tomo una carga máxima entre 18,000 lbs. a 24000 lbs., lo cual se aproxima a la carga de un vehiculo pesado de 9 Ton. a 12 Ton. Estos pesos fueron elegidos ya que es un tramo que no transitaran camiones de tres ejes en adelante; además se debe de catalogar como área urbana.

Esta carretera comunica aldeas con la cabecera municipal.; sin embargo en muchas partes de la carretera no cumple el derecho de vía mínimo de 25 metros; 12.50 metros a cada lado, partiendo de la línea central según el Libro Azul de la Dirección General de Caminos de Guatemala.

El terreno es plano en su mayoría y cuenta con bosque. Para llevar a cabo este proyecto se necesita un estudio topográfico, un estudio de transito, análisis de suelo y la escarificación de la superficie. Para efectuar este informe se realizo y se tomo los criterios necesarios, ya que la municipalidad no contaba con suficientes fondos para realizar el estudio del suelo lo cual es esencial para definir la estructura. Esta situación llevo a realizar perforaciones e identificación visual de suelos a cada 500 metros, tomando conceptos de libros como ingeniería de carreteras tomo 1, manual del ingeniero civil y otros recursos.

Con el sistema de alcantarillado se puede decir que es una evidente necesidad, ya que existe un sistema de agua apta para consumo humano; según la municipalidad de Chiqimulilla departamento de Santa Rosa. Debido a ello toda persona necesita evacuar entre un 60 % a un 80% del agua que usa.

OBJETIVOS

Generales:

1. Diseño del tramo carretero que cumpla con las especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes, edición 2001.
2. Diseñar un sistema de drenaje sanitario en “El barrio 19 de Septiembre”, área urbana del municipio de Chiquimulilla, que deberá cumplir con las normas vigentes de nuestro país.

Específicos:

1. Realizar un reconocimiento del área donde se desarrollarán los proyectos, inspeccionando las condiciones orográficas del terreno, recabando toda la información necesaria; para poder diseñar los proyectos, ya que es esencial en trabajos de gabinete.
2. Realizar trabajos de campo como lo son estudios de topografía, análisis de tránsito, estudio de suelos, cálculos hidráulicos en lo concerniente a diseño de tramo carretero.
3. Realizar censo de población de población, estudios de topografía y trabajos de gabinete para poder tener datos certeros de población actual como futura, tomando en cuenta las condiciones climatológicas del lugar, los cuales serán de utilidad para el diseño hidráulico para proponer el respectivo diseño.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento poblacional de la comunidad esta enfocado al futuro, lo cual es una demanda social que fomenta competencia en todo sentido, lo cual puede notarse en los campos electrónicos, como también en la infraestructura de un país, ya que todo ser humano lucha por un mejor sistema y calidad de vida, el cual debe de llenar todas las expectativas para realizarse como un ente social.

Por tal razón existe la demanda del diseño del tramo carretero que comunica la aldea El Ujuxtal con la cabecera municipal Chiquimulilla. y el diseño del sistema de alcantarillado sanitario en el barrio 19 de Septiembre en el municipio de Chiquimulilla Santa Rosa

En el tramo carretero se realizo inspección visual para reconocer el suelo; realizando perforaciones a cada 200 metros y a una profundidad de 75 cm. Además de ello se realizaron diez visitas para realizar recuento de vehículos en distintas horas, auxiliándose además de ello de información de vecinos del lugar.

Para el diseño del alcantarillado se realizo una encuesta y continuamente un censo de población con ayuda de vecinos del lugar; además se requirió de un estudio topográfico y elegir la dirección del flujo sanitario como la elección de un lugar de descarga, donde se propone el uso de planta de tratamiento.

Estos proyectos se auxilian de las ciencias como topografía, estadística, hidráulica y otras ciencias en los trabajos de gabinete antes de llegar a un diseño final.

1 ANTECEDENTES

El municipio de Chiquimulilla es la cabecera municipal, municipio que se encuentra ubicado en el departamento de Santa Rosa. El departamento de Santa Rosa fue creado el 8 de mayo 1852, está situado en el sector meridional del país. Limita al norte con los departamentos de Guatemala y Jalapa, al este con Jutiapa, al sur con el Océano Pacífico, y al oeste con Escuintla y Guatemala.

La economía departamental se basa principalmente en la agricultura, siendo el principal cultivo el café, arroz, caña de azúcar y ajonjolí en las llanuras, maíz y frijol.

Los proyectos de **“DISEÑO DE TRAMO CARRETERO CHIQUIMULILLA - ALDEA UJUXTAL. DISEÑO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO 19 DE SEPTIEMBRE, CHIQUIMULILLA, SANTA ROSA”**, se localizan al noroeste y al sur oeste del municipio, el tramo carretero en las afueras de la cabecera municipal y el sistema de drenaje dentro del área urbana de la cabecera.

1.1 Justificación

En lo que respecta al tramo carretero es una eminente necesidad, ya que se beneficiaran un aproximado de CATORCE MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y NUEVE HABITANTES.

Se espera que el mejoramiento y habilitación de esta carretera sirva en el futuro para un aproximado de veintinueve mil personas. Además de los beneficios mencionados anteriormente, se usara como una vía alterna en la comunicación con cabecera departamental Cuilapa, aldeas y pueblos circunvecinos. Se espera también descongestionar el tráfico vehicular que se presenta en la cabecera municipal por la mañana, máximo cuando se dan actividades importantes en la localidad o en fechas de verano.

Con el alcantarillado serán beneficiados CUATROCIENTAS DIEZ Y SIETE PERSONAS O OCHENTA Y SIETE VIVIENDAS. Según el Instituto Nacional de Estadística (INE), se tiene una tasa de crecimiento poblacional de 3.78% para el municipio de Chiquimulilla. En el área donde se estará diseñando el drenaje se estipula una población futura de 1270 habitantes; por lo que se debe proteger el medio ambiente y ante todo el bienestar humano, para mejorar el nivel de vida. Actualmente se cuenta con agua potable, lo cual provoca descarga de aguas servidas, en algunos casos la evacuación se realiza en pozo ciego y en los peores casos se efectúa en la calle. Además de ello se tiene conocimiento de descarga directa al río Urayala de algunos servicios, lo cual provoca contaminación al recurso más importante de vida como lo es el agua y enfermedades en el ser humano.

La elaboración de este proyecto, es muy importante para el saneamiento de una parte de la ciudad, ya que el tener acceso a agua potable y drenajes, es parte de la infraestructura que debe estar disponible en el ente humano.

1.2 Ubicación del proyecto

El tramo carretero, esta ubicado respecto del centro de la cabecera municipal, a un kilómetro de distancia su inicio con orientación sur-este, y termina en la carretera que conduce hacia el Salvador y otros destinos de Guatemala. El tramo carretero tiene una longitud de DOS MIL SETECIENTOS NOVENTA Y UN METROS CON QUINCE CENTIMETROS; tramo que comunica a la cabecera municipal con la aldea Ujuxtal , aldea el Astillero y colonias como Vista Hermosa y proyectos de vivienda que se están iniciando.

1.3 Monografía de Chiquimulilla Santa Rosa del departamento de Santa Rosa

El municipio de Chiquimulilla, es uno de los más antiguos del departamento su fundación data de la época Pre-colonial, su territorio fue reconocido al promulgarse la Constitución Política del Estado de Guatemala, el 11 de octubre de 1,825 y declararse los pueblos que integran el territorio Nacional. Por decreto legislativo del ocho de mayo de 1,852 se forma el departamento de Santa Rosa, quedando Chiquimulilla como uno de los municipios que integran este Departamento.

Ubicación - Extensión territorial y límites:

Esta ubicada en la parte Sur del departamento de Santa Rosa. Su extensión territorial es de 499 kilómetros cuadrados, el más extenso del departamento, limita al Norte; con Cuilapa y Santa Maria Ixhuatán; al Sur con el Océano pacifico; al este, con Santa Maria Ixhuatán, San Juan Tacuaco y los municipios de Pasaco y Moyuta del departamento de Jutiapa, y al Oeste, con Pueblo Nuevo Viñas y Guazacapán.

Integración Territorial:

Su Jurisdicción municipal comprende. La cabecera Municipal con categoría de villa denominada Santa Cruz Chiquimulilla, Doce (12) aldeas cincuenta y cinco caseríos (55), 195 fincas.

Aldeas:

San Miguel Aroche	Tierra Blanca
Sinacantan	El Ujuxtal
Los Cerritos	Placetas
Casas Viejas	Las Lisas
El Ahumado	San Rafael
Los Limones	Oliveros

Principales caseríos:

Los Sanates	El Campamento
Cocales	Nancinta
Piedra Grande	La Morenita
El Obraje	Ojo de Agua
El Injerto	Pueblo Nuevo La Reforma
El Papaturre, etc.	

La Cabecera Municipal esta formada por seis barrios, y ocho colonias, entre ellas:

Colonia el Esfuerzo	Corona I
Hüichapin	Corona II
San Carlos	Vista Hermosa I
Barrio19 de Septiembre	Vista Hermosa I y II

Alturas y distancias:

Chiquimulilla registra alturas que oscilan entre 1,946 metros (volcán de tecuamburro) hasta (O) cero, pies sobre el nivel del mar (Costa del Océano Pacifico) Su temperatura es de 34° centígrados con un mínimo de 21° grados centígrados.

La cabecera municipal esta situada a 294 metros de altura s.n.m. Tiene una latitud de 14° 05' 18" y una longitud de 90° 22' 48".

Distancias:

De la cabecera departamental (Cuilapa) dista 42 kilómetros: y de la capital 107 Kilómetros vía Cuilapa. Y 116 kilómetro vía Escuintla.

Integración Social:

Población: Según el censo General de 2002, su población es de 43,623 habitantes, con un total de 11,005 viviendas.

Religión: Se profesan las religiones Católicas y Evangélicas; estimándose que la mayoría de sus habitantes son Católicos.

Integración Económica:

Chiquimulilla es un municipio con una vasta producción agropecuaria y posee muchos recursos naturales. Los principales cultivos son: Arroz, maíz, café, plátano, frijol, caña de azúcar, ajonjolí, frutas como melón, papaya, piña, sandía, naranja, en menor escala legumbre.

En la costa marítima funcionan más de 40 plantas salineras. En cuanto a ganadería, es uno de los mayores productores de bovinos del país; una gran importancia turística, por playas como Las Lisas, El Chapetón, El Hawai, Los Limones etc., y entre otros el Canal de Chiquimulilla.

Festividades: La fiesta titular de Santa Cruz Chiquimulilla del 30 de abril al 04 de mayo.

Zonas Arqueológicas: Se encuentran restos arqueológicas de la cultura xinca que habita en esta región, Sinacantan, Nancinta, Los Cerritos y Casas Viejas.

Topografía: La topografía de este municipio es plana en su mayor extensión, excepto hacia el norte que es irregular; allí se encuentran Los Cerros, La Gavia, La Cebadilla, y la Soledad. Las montañas; La Máquina y Santa Clara. Y el volcán Tecuamburro con 1946 mts. s.n.m.

2 DISEÑO TRAMO CARRETERO CHIQUMULILLA – ALDEA UJXTAL

2.1 Descripción del proyecto

El proyecto nombrado **DISEÑO TRAMO CARRETERO CHIQUMULILLA – ALDEA UJXTAL**, es un mejoramiento infraestructural del tramo carretero el cual se encuentra en malas condiciones. Esta carretera comunica las aldeas de Ujuxtral, aldea el Astillero y colonias como Vista Hermosa y otros proyectos de vivienda con la cabecera municipal y otros alrededores. La longitud del tramo es de 2791.15 metros lineales, con una pendiente máxima de 16% y la mínima de 1%, según estudios topográficos realizados.

Se encuentra al sureste de la cabecera municipal, siendo un terreno ondulado en su mayoría y una pequeña parte montañosa. Además de ello se encuentra rodeado de llanuras y un río en el área el cual no es muy caudaloso.

2.2 Componentes de una carretera

2.2.1 Alineamiento Horizontal

Un camino ideal es aquel que generalmente sigue la topografía natural existente en la región. Este es el más económico de construir, pero hay ciertos aspectos del diseño que tienden a prevenir al diseñador de seguir las ondulaciones de la superficie, sin efectuar ciertos ajustes en las direcciones horizontales y verticales.

En terrenos relativamente planos, las tangentes largas deben de ser conectadas con curvas suaves. Cambios súbitos en el alineamiento deben ser

suprimidos, tanto como sea posible. El alineamiento, entonces, debe de ser considerado como formado por tangentes y curvas horizontales.

2.2.1.1 Curvas horizontales

En la práctica de ingeniería se identifican o se designan por su RADIO o por el grado de curvatura que se le asigne a la curva. Regularmente la designación de radios para las curvas varía desde múltiplos de 10 o 100 corrientemente seleccionados, ya que el usar números enteros ayudara a obtener de una manera fácil la distancia tangencial "T"; sin embargo este método es un tanto laborioso por proporcionar deflexiones fraccionarias. Por tal razón el Estados Unidos a las curvas se designan generalmente por el grado de curvatura. Al designar la curva por el grado de curvatura y usando múltiplos de 10 se simplificara el calculo de las deflexiones de los ángulos, lo cual hace más difícil los cálculos analíticos de los elementos de distancia tangencial o distancia externa.

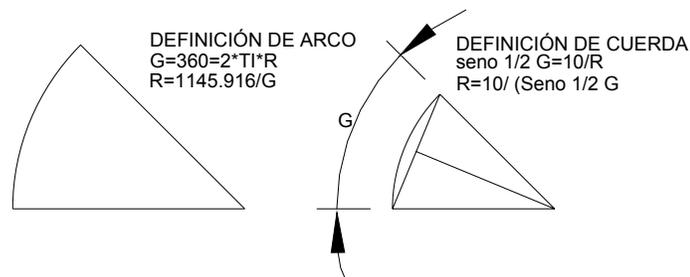
2.2.1.2 Definición de arco

Define el grado de curvatura como el ángulo central sub-tendido por un arco de 20 metros, siendo esta una definición que simplifica el cálculo, especialmente para curvas de grado pequeño, que comúnmente se ven en carreteras para ferrocarril.

2.2.1.3 Definición de cuerda

La longitud de la cuerda es sumamente aproximada a la de un arco. Esta tiene la longitud exacta de la estación, la cual en la práctica es de 20 metros. Para curvas suaves la longitud del arco es sumamente aproximada a la de un arco y el grado de la curva no excede de 6 a 7 grados el trazo por estaciones de veinte metros; pero cuando el terreno es escabroso es conveniente colocar estaciones a cada 10 metros. Por lo consiguiente se puede decir que a un grado más elevado de curvatura la cuerda la podemos definir como la suma de una serie de cuerdas, comenzando esta en el punto de principio de curva.

Figura 1 Comparación entre definición de arco y definición de cuerda para el grado de curva.



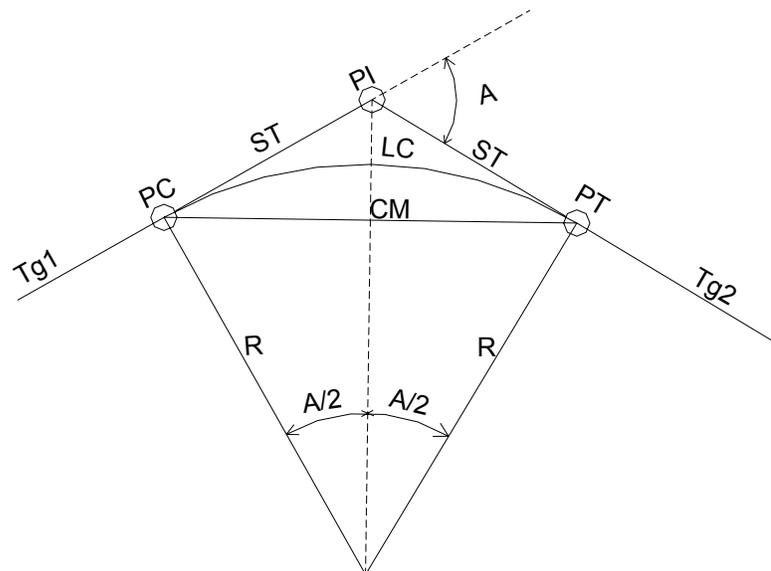
2.2.1.4 Curva Circular

Las curvas circulares son arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas. Las curvas circulares pueden ser simples y compuestas según se trate de un solo arco de círculo o de dos o más sucesivos, de diferente radio. La curva simple es cuando dos tangentes están unidas entre sí por una sola curva circular, en el sentido del caminamiento puede ser hacia la izquierda o derecha.

La curva compuestas son aquellas que están formadas por dos o mas curvas circulares simples de mismo sentido y de diferente radio o de diferente sentido y cualquier radio, pero siempre con un punto de tangencia común entre dos consecutivas, cuando son del mismo sentido se llaman compuestas directas y cuando son de sentido contrario se llaman compuestas inversas.

En caminos rurales deben evitarse estas ultimas, porque producen cambios de curvatura peligrosos; sin embargo, en intersecciones pueden emplearse, siempre y cuando la relación entre los dos radios consecutivos no sobrepase de dos y se resuelva satisfactoriamente la tracción de sobre elevación.

Figura 2. Componentes de curva horizontal



Donde

$$R = \frac{1145.9456}{G} ; \quad LC = \frac{20 * A}{G}$$

$$ST = R * \text{Tang}\left(\frac{A}{2}\right) ; \quad CM = 2 * R * \text{Sen}\left(\frac{A}{2}\right)$$

Donde:

- PC = Punto donde inicia la curva horizontal
- PT = Punto donde termina la curva horizontal
- PI = Punto de unión entre dos sub-tangentes
- ST = Sub-tangente (distancia de PI hasta PT, ó PC hasta PI)
- CM = Cuerda máxima
- R = Radio
- Tg1 = Tangente de entrada a la curva
- Tg2 = Tangente de salida a la curva
- LC = Longitud de curva horizontal
- A = Angulo entre dos tangentes
- G = Grado de Curvatura

2.2.1.5 Curva de Transición

Cuando un vehículo pasa por un tramo en tangente a otro en curva circular, requiere hacerlo en forma gradual, tanto por lo que se refiere al cambio de dirección como a la sobre elevación. Para lograrlo se usan estas curvas y su definición será la curva que une una tangente con una curva circular simple, teniendo como característica la variación continua en el valor del radio de curvatura a través de su longitud, desde infinito en la tangente al correspondiente para la curva circular.

2.2.2 Alineamiento Vertical

La rasante esta formada por una serie de rectas enlazadas por medio de arcos verticales parabólicos, a los cuales dichas rectas son tangentes.

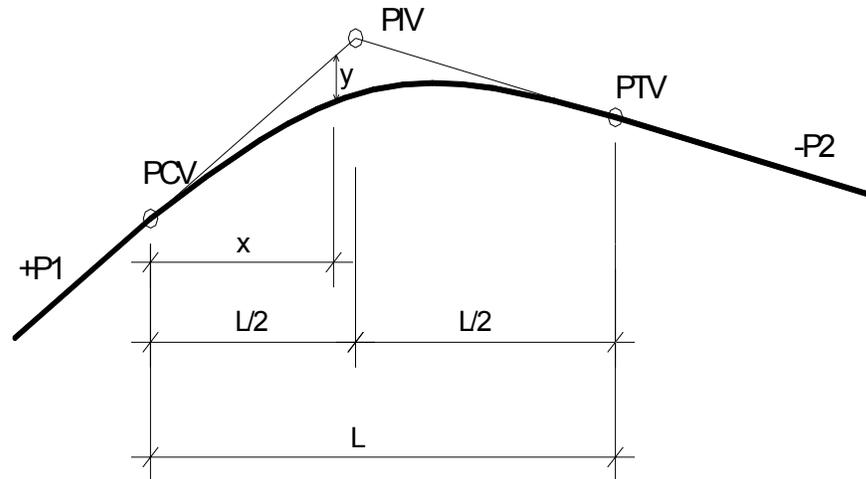
El conjunto de curvas y tangentes constituyen el alineamiento vertical de la carretera, el cual, junto con sus efectos en la operación segura y económica de los vehículos, es uno de los más importantes elementos del diseño.

2.2.3 Curva Vertical

Las curvas verticales son las que enlazan tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectuó el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la pendiente de la tangente de salida o sea que deben dar por resultado un camino seguro y confortable, de apariencia agradable y con características adecuadas de drenajes.

El tipo de curvas recomendadas para emplearse es el que corresponde a la parábola y podrá ser cóncava hacia arriba o hacia abajo, llamándose, de acuerdo a su concavidad curva en columpio o en cresta, respectivamente.

Figura 3. Componentes de curva vertical



Donde:

$$Y = \frac{P * X^2}{8} ; \quad L_{MINIMA} = K * P ; \quad P = P1 - P2$$

- PIV = Punto de intersección de las tangentes verticales
- PCV = Punto donde comienza la curva vertical
- PTV = Punto donde termina la curva vertical
- P1 = Pendiente de la tangente de entrada
- P2 = Pendiente de la tangente de salida
- P = Diferencia algebraica de pendientes
- L = Longitud de curva vertical
- Y = Ordenada media de la parábola
- X = Abscisas a contar de los extremos de la curva en metros
- K = Sirve para obtener L_{MINIMA} (Ver tabla)

Para los valores del radio y el grado de curvatura dependerán de la deflexión que existe en dos tangentes y la velocidad de diseño, para ello se presenta la siguiente tabla.

2.3 Especificaciones técnicas de construcción para carretera

Según el Libro Azul de la Dirección General de Caminos se menciona un resumen de dichas especificaciones para carreteras:

PENDIENTES: Las pendientes que se deben mantener son las siguientes: Para terrenos ondulados de 5 y 7%. Para terrenos llanos el 10 %, para terreno ondulado el 12 % y para terrenos montañosos el 14 %. La pendiente mínima recomendada es de 2.0 % para drenaje longitudinal.

SUB-BASE: La sub-base debe de tener un espesor de 10 cm. de espesor como mínimo, según el ingeniero Carlos Crespo Villalaz en su libro de Mecánica de Suelos pagina 131. El material de sub-base o base trituradas debe consistir en piedra o grava trituradas y mezcladas con material de relleno, graduado llene los requisitos de un CBR determinado por el método AASHTO T 193, mínimo de 50 para la sub-base y de 90 para la base, efectuado sobre muestra saturada, a 95% de compactación determinada por el método AASHTO T 180 y un hinchamiento máximo de 0.5% en el ensayo efectuado según AASHTO T 193. Gravas y suelos finos que no contengan piedra trituradas mayores a 7 cm.

BASE: Debe de tener un espesor de 15 cm., formada por la combinación de materiales selectos generalmente de origen volcánico compuestos por pómez o arenas de río, incluyendo gravas en estado natural existentes en dichos suelos. Los suelos a estabilizar deberán ser materiales seleccionados provenientes de bancos aprobados por el Delegado Residente para ser utilizados, ya sea en su estado natural o mezclando varios de ellos, y deben cumplir requisitos.

El suelo a estabilizar, debe tener un límite líquido no mayor de 40, un índice plástico no mayor de 15. Debe estar exento de materias vegetales, basura, terrones de arcilla. El tamaño máximo de las piedras que contenga el suelo a estabilizar no debe exceder de 50 milímetros. El material no debe tener más del 50% en peso de partículas retenidas en el tamiz de 4.75 mm (N° 4) y hasta un 35% de material que pase el tamiz de 75 μ m (N° 200). debe ser uniforme en calidad y densidad, y su peso unitario determinado según AASHTO T 19, no debe de ser menor de 1,040 Kg./m³ (65 lb./pie³).

MATERIALES PETREOS: Producción del material, previamente a la explotación del material, clasificación y trituración del material. Debe de efectuarse la limpieza en el banco. Eliminar la vegetación, capa de materia orgánica, basura o arcilla que puedan contaminar el material pétreo. La trituración debe de efectuarse en planta de circuito cerrado de repaso, evitando la laminación del material.

La graduación de cada uno de los tamaños en los que se separan los agregados debe de lograrse en planta de producción. Esta planta debe de estar acondicionada con un sistema de clasificación adecuado que a su vez permita el lavado efectivo de los agregados mediante un sistema de rociadores a presión, con el número y tipo de zarandas para lograr el apilamiento de materiales por tamaño, que al ser combinados en planta de concreto asfáltico proporcionen la graduación especificada de los agregados para la mezcla. La separación o apilamiento se deberá efectuar por lo menos en tres tamaños.

TEMPERATURA CEMENTO ASFÁLTICO: CALENTAMIENTO: El equipo de calentamiento para la inyección de la mezcla debe de tener la capacidad para calentar el cemento asfáltico a utilizar. La temperatura de mezcla correspondiente al grado especificado sin dañarla, contando con un sistema de serpentines, evitándose el contacto directo de las llamas del quemador, con el serpentín, tubería o ductos donde circule el material bituminoso. No se debe calentar el cemento asfáltico a temperaturas mayores que las especificadas para el grado correspondiente, pero nunca mayor de 170° C.

CLIMA: El esparcimiento de la mezcla no debe de efectuarse en caso de lluvia o exceso de humedad en la superficie a recubrir. Si la temperatura de ambiente en sombra es menor de 4°C. ó si la temperatura de la mezcla no cumple los requisitos para la superficie a recubrir.

PAVIMENTADORAS: Son unidades auto contenidas y propulsadas con tornillos sin fin, planchas vibratorias ajustables al ancho total, pudiéndose calentarse en todo su ancho. Las pavimentadoras deben de ser capaces de esparcir y darle el acabado especificado a la mezcla en anchos de por lo menos 300 milímetros más que el ancho un carril y estar equipadas con una tolva de alimentación para asegurar que el esparcimiento de la mezcla sea uniforme. Los controles de alimentación deben de ser automáticos y estar ajustados adecuadamente para mantener un espesor uniforme y satisfactorio de la mezcla delante de la plancha vibratoria. La operación de la pavimentadora debe de efectuarse a velocidades compatibles con la colocación uniforme del material produciendo un alisado y textura libre de segregaciones, rasgaduras o desplazamientos o ranuras.

PREPARACIÓN DE SUPERFICIE Y COLOCACIÓN DE CEMENTO

ASFÁLTICO: Antes de colocar la mezcla de concreto asfáltico, debe de prepararse la superficie; realizar un riego de liga para unir las superficies de pavimentos, bordillos, cunetas y demás estructuras. **COLOCACIÓN Y TENDIDO:** La mezcla debe de colocarse y tenderse con maquinaria pavimentadora autopropulsada. Permitiendo ajustar el ancho y espesor, asegurando su esparcimiento uniforme, en una sola operación, en un ancho no menor de tres metros.

MAMPOSTERÍA DE PIEDRA Y MORTERO PARA CABEZALES: La piedra debe de ser de canto rodado o de material de labrado o no labrado, siendo esta dura y sana, libre de grietas u otros defectos que tiendan a reducir su resistencia a la intemperie. Las superficies deben de estar exentas de tierra arcilla o cualquier materia extraña, que pueda obstaculizar la perfecta adherencia del mortero. Las piedras pueden ser de cualquier forma, teniendo una dimensión que varíe entre 50 mm. y 70 mm como mínimo, y la mayor entre 100 mm y 130 mm.. Las piedras deben ser materiales que tengan un peso mínimo de 1,390 kg./m³. El mortero debe estar formado por una parte de cemento hidráulico y por dos partes de agregado fino, proporción en volumen. Para la preparación y colocación de las piedras deben de estar humedecidas antes de ser colocadas. Para quitar la tierra o arcilla u otro material extraño, debe usarse cepillo. En caso de tener algún defecto deben de rechazarse. Toda piedra debe de ir colocada cuidadosamente en su lugar, de tal manera en lo posible formar hiladas regulares. Las separaciones entre piedras no deben de ser menores de 15 mm. Ni mayores a 30mm.. Los cabezales se harán con un recubrimiento de mortero de 6 mm., según proporción 1:2 en volumen.

DRENAJES TRANSVERSALES: Es la alcantarilla que evacua el agua de un lado a otro, transportando la a un punto de aliviadero o desfogue. Este drenaje será nervurada de P.V.C. con diámetros indicados en planos. La inspección de campo debe de ser hecha por el supervisor, antes de colocar las alcantarillas plásticas.

El supervisor debe de comprobar que las zanjas hayan sido echas de acuerdo con lo indicado en planos. La colocación de la tubería en la zanja se debe de hacer sujetándola por medio de lazos o cables, cintas plásticas en toda su circunferencia. La unión entre dos tubos puede ser del tipo integral de campana y espiga, o del tipo de anillo de acople. La colocación de las alcantarillas se debe principiar en el extremo de aguas abajo con los extremos de campana de PVC, en la dirección de aguas arriba; en el caso de unión de tipo de campana, se utilizará un empaque de hule y un cementante o ambos. En el caso que se utiliza anillo de acople, el mismo se cementara a ambos tubos. En el extremo del tubo, se debe excavar en la parte preparada, el espacio para acomodar la junta y para permitir un contacto firme del cuerpo de la alcantarilla en toda la superficie de cimentación. Las secciones de las alcantarillas deben de ser encajadas de tal manera que cuando se apoyen sobre la superficie de fundación, formen un fondo interior liso y uniforme.

CUNETAS: Se harán de sección triangular, con dimensiones indicadas en detalles. Cuando la longitud de la cuneta sobrepase los 150 m, se construirán sangrías o bien aliviaderos de la cuneta hacia el lado contrario. La pendiente longitudinal corresponde a la misma del camino. El recubrimiento de las paredes de las cunetas serán con concreto con espesores indicados en los detalles, con una proporción de 1:2:2.5 en volumen.

EMULSIÓN: Están formadas de tres ingredientes básicos: cemento asfáltico (AC), agua y agente emulsivo. Existen dos tipos de emulsiones: las aniónicas, las cuales tienen cargas electroquímicas negativas y las catiónicas, con cargas electroquímicas positivas; clasificandose de acuerdo al tiempo de fraguado de las mismas, siendo éstas RS, MS, SS y QS, que significan de fraguado rápido, medio, lento y ultra-rápido, respectivamente. La cantidad a ser usada dependerá de la naturaleza de la base granular, de las condiciones del tiempo, criterio del ingeniero ejecutor y ingeniero residente.

El tipo de emulsión a ser usada deberá tener las normas y pruebas de laboratorio según la norma ASSHTO M-208, con denominación CSS-1h, usando un triple tratamiento y en proporciones de riego de 0.70 l/m² la primera capa, 0.50 l/m² en la segunda capa y 0.25 l/m² en la tercera capa, con una viscosidad y espesor que se adapte a la condiciones climatológicas al momento de riego, no excediendo 2.5 litros (0.7 galones) por m²; como lo propone el manual del ingeniero civil, el libro azul de DIRECCION GENERAL DE CAMINOS, sección 410.04, 410.09 y el trabajo de graduación “Manual de Cuantificación de Materiales para Urbanizaciones y Edificaciones de Gustavo Adolfo Estrada Hurtarte, pagina 41.

Tabla I. Especificaciones para carretera

G (°)	RADIO (m)	20	30	40
		(K.P.H) A (°)	(K.P.H) A (°)	(K.P.H) A (°)
1	1145.92	0.6	0.8	1.1
2	572.96	1.1	1.7	2.2
3	381.97	1.7	2.5	3.3
4	286.48	2.2	3.3	4.4
5	229.18	2.8	4.2	5.6
6	190.99	3.3	5.0	6.7
7	163.70	3.9	5.8	7.6
8	143.24	4.4	6.7	6.9
9	127.32	5.0	7.5	10.0
10	114.59	5.6	8.3	11.1
11	104.17	6.1	9.2	12.2
12	95.49	6.7	10.0	13.3
13	88.15	7.2	10.8	14.4
14	81.85	7.8	11.7	16.3
15	76.39	8.3	12.5	18.1
16	71.62	8.9	13.3	20.0
17	67.41	9.4	14.2	21.9
18	63.66	10.0	15.2	23.7
19	60.31	10.6	16.7	25.6
20	57.30	11.1	18.2	27.4
21	54.57	11.7	19.8	29.1
22	52.09	12.2	21.4	30.8
23	49.82	12.8	23.0	32.3
24	47.75	13.3	24.7	33.0
25	45.84	13.9	26.4	
26	44.07	14.4	28.1	
27	42.44	15.0	29.8	
28	40.93	15.9	31.5	
29	39.51	17.0	33.2	
30	38.20	18.0	34.9	
31	36.97	19.2	36.7	
32	35.81	20.3	38.4	
33	34.72	21.5	40.1	
34	33.70	22.6	41.8	
35	32.74	23.0	43.4	

Fuente: Canahui Portillo, Jepsse Marcelino. **Proyecto carretero de Beleju, Comunicad del Municipio de Chicaman del departamento de el Quiche.** Pág. 52

Tabla II. Especificaciones para carretera

G	RADIO	20.0	30	40
		(K.P.H)	(K.P.H)	(K.P.H)
(°)	(m)	A (°)	A (°)	A (°)
36	31.83	25.1	45.1	
37	30.97	26.3	46.7	
38	30.16	27.6	48.3	
39	29.38	28.9	49.8	
40	28.65	30.2	51.4	
41	27.95	31.6	52.8	
42	27.28	32.0	54.3	
43	26.65	34.3	55.6	
44	26.04	35.7		
45	25.46	37.1		
46	24.91	38.5		
47	24.38	39.9		
48	23.87	41.4		
49	23.39	42.8		
50	22.92	41.3		
51	22.47	43.8		
52	22.04	47.3		
53	21.62	48.8		
54	21.22	50.3		
55	20.83	51.8		
56	20.46	53.4		
57	20.10	54.4		
58	19.76	56.3		
59	19.42	58.0		
60	19.10	59.6		
61	18.79	61.2		
62	18.48	62.7		
63	18.19	64.3		
64	17.90	65.8		
65	17.63	67.5		
66	17.36	69.1		
67	17.10	70.7		
68	16.85	72.2		
69	16.61	73.8		
70	16.37	73.4		

Fuente: Canahui Portillo, Jepsse Marcelino. **Proyecto carretero de Beleju, comunicad del municipio de Chicaman del departamento de el Quiche.** Pág. 53

Los valores de K van a depender de la velocidad de diseño, y también de la forma de la curva vertical, si es cóncava hacia abajo o cóncava hacia arriba.

Tabla III. Valores de K para curvas verticales.

Con $LC_{\text{mínima}} = K * (\text{diferencia algebraica de pendientes})$

VALORES DE K PARA LONGITUD DE CURVA			
VELOCIDAD EN KPH	VISIBILIDAD MINIMA DE FRENADO	" K "	
			
20	20	01	02
30	30	02	04
40	45	04	06
50	55	07	09

Fuente: Canahui Portillo, Jepsner Marcelino. **Proyecto carretero de Beleju, comunicad del municipio de Chicaman del departamento de el Quiche.** Pág. 54

2.4 Maquinaria a utilizar

2.4.1 Selección de equipo básico

Se debe de tener en cuenta lo que se realizara en el terreno o área de trabajo. En este caso se conservara las ondulaciones del terreno, por lo tanto no se efectuaran cortes ni rellenos en el tramo carretero.

El tipo de material que se va a excavar o remover puede determinar el equipo a utilizar. Ahora bien se debe tener en cuenta la distancia y el tipo de acarreo.

Utilice un tractor con bulldozer o rastrillo, para las raíces y rocas. El rastrillo para las raíces, las apila para luego incinerarlas; lo cual se obtiene un terreno más limpio y libre de impurezas.

Es recomendable utilizar un cargador frontal o una pala, para excavar tierra o cargar material. Los cargadores frontales pueden ser sobre ruedas o sobre orugas. La capacidad del cargador dependerá del peso unitario del material, ya que existe una gran variedad de cucharones para cada cargador; siendo estos de tres tipos básicos como lo son con mandos hidráulicos de descarga por gravedad y de descarga sobre cabeza, siendo los cargadores con mandos hidráulicos los que más se ajustan a las demandas de tiempo y eficiencia en los trabajos.

Un escarificador o tripper, con control hidraulico es esencial en este tipo de proyectos. Por lo regular, son montados en la parte trasera de los bulldozer, usados para remover la tierra.

Una vibradora o rodillo de compactación se utilizan para ayudar a eliminar los asentamientos y para hacer el suelo más impermeable al agua. Para un suelo y un esfuerzo de compactación dado existe un contenido óptimo de humedad expresado en porcentaje de peso del suelo seco según normas ASTM D698 y AASHTO T99.

Camión de volteo es esencial tanto para llevar que se usara en las en las estructuras de la carretera o sacar material del proyecto.

Un camión de riego o pipa, encargado de regar agua en el área de rodadura al momento de compactación.

Nota:

En este proyecto será suficiente con la escarificación del suelo, dado que la apertura fue hecha con anterioridad.

2.4.2 Equipo básico para excavación

No se efectuarán cortes de material

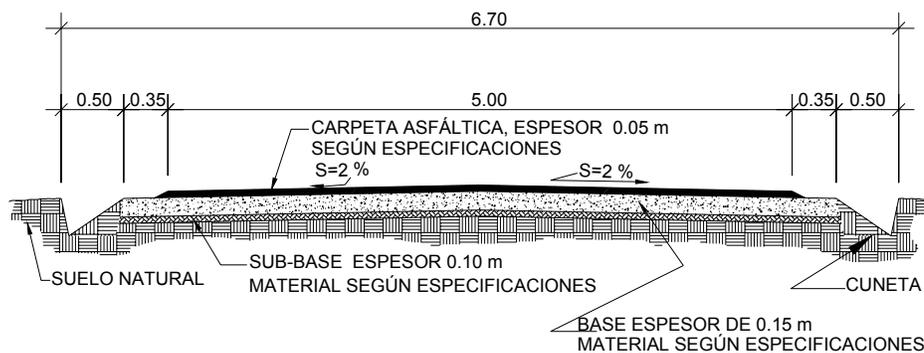
- Tractor (Existen varios modelos)
- Retroexcavadora hidráulica
- Escrepas.
- Palas mecánicas, cucharas de arrastre.

2.5 Elementos de un tramo carretero

2.5.1 Secciones típicas

Es la representación gráfica transversal y acotada mostrada en los planos, que indica las partes componentes de una carretera. Los elementos de sección transversal de un camino incluyen la superficie de rodamiento (Terracería), los acotamientos, la pendiente transversal (bombeo), los taludes, y donde son aplicables las fajas centrales, barreras, barras de protección y las cunetas. Además el área de corte, área de terraplén, la sub-rasante.

Figura 4 Sección típica



2.5.2 Pendientes

En el establecimiento de pendientes, la situación ideal es aquella en que el corte es balanceado contra el terraplén sin mucho préstamo ni exceso de desperdicio. El acarreo es hecho pendiente abajo, y no muy largo. Pendientes ideales tienen distancias largas entre puntos de intersección con curvas verticales de igual manera largas entre puntos de intersección, para obtener operación suave y buena visibilidad.

Cambios de pendientes de más a menos deben de hacerse en los cortes, y cambios de menos a más en terraplenes. Esto dará como resultado un buen diseño y evitara la apariencia de construir colinas y producir depresiones contrarias al contorno general del terreno. Estos criterios son importantes para establecer el diagrama de masa o la cantidad de corte que se efectuara en el terreno. En este caso no se realizara corte de suelo; ya que la apertura de la carretera fue echa con anterioridad, solo se realizara un escarificado.

La pendiente máxima promedio debe de ser cuidadosamente establecida, ya que influye en el alineamiento horizontal y en las características de operación, siendo esta 13.8%, en un tramo de 200 metros.

2.5.2.1 Control de pendientes

Es un análisis importante, ya que es un efecto que influye en los costos de operación del vehiculo, se da un incremento de gasolina; y la reducción de velocidad se manifiesta cuando las pendientes aumentan. Una solución segura del problema es el conocimiento del volumen y tipo de transito, los cuales suelen ser obtenidos mediante estudios de tránsito.

La pendiente máxima varía entre países. Para terrenos ondulados de 5 y 7%. Pendientes mayores del 7% pueden ser usadas en distancias cortas.

Para terrenos llanos el 10 %, para terreno ondulado el 12 % y para terrenos montañosos el 14 %. La pendiente mínima recomendada es de 2.0 % para drenaje longitudinal.

2.5.3 Ancho de rodadura

El ancho de rodadura esta en función del tipo de carretera, llamada también ancho de calzada, a continuación se presentan los tipos de carretera mas utilizados.

Tabla IV. Garavito de los distintos anchos de rodadura, conforme a tipo de carretera.

TIPO DE CARRETERA	ANCHO DE RODADURA (m)	ANCHO DE HOMBRO
A	2 CARRILES DE 7.20	De 2m. a 3m.
B	7.20	De 1m. a 2m.
C	6.50	De 0.7m. a 1.5m.
D	6.00	0.7m.
F	7.00	0.7m.
G	5.50	0.7m.

Fuente: Ingeniería de Carreteras. Enrique Cuellar. Tomo I. Pág. 77 a 79.

Normas para carretera según manual para carreteras centroamericanas: Sobreanchos en Curvas

Los sobreanchos se diseñan siempre en las curvas horizontales de radios pequeños.

En curvas circulares sin transición, el sobreancho total debe aplicarse en la parte interior de la calzada.

El ancho extra debe efectuarse sobre la longitud total de transición y siempre debe desarrollarse en proporción uniforme. Los cambios en el ancho normalmente pueden efectuarse en longitudes comprendidas entre 30 y 60 m.

Para calcular el sobreancho en las curvas horizontales es la siguiente formula:

$$S = n [R - (R^2 - L^2)^{1/2}] + 0.10V / R^{1/2}$$

Donde:

S = Valor sobreancho, metros

n = Número de carriles de la superficie de rodamiento

L = Longitud entre el eje frontal y el eje posterior del vehículo de diseño, metros

R = Radio de curvatura, metros

V = Velocidad de diseño de la carretera, kilómetros por hora.

Nota: El diseño de sobreancho no se puede proponer, ya que en la mayoría de las curvas pequeñas colindan viviendas o terrenos; cuyos propietarios cedieron terreno para la construcción de esta carretera; lo cual crea conflicto al diseñarse el sobreancho, y con respecto a sobre elevación será el criterio del ingeniero residente en el replaneamiento el cual debe de estar entre 5% a 10% Para mayor información consultar el manual de normas para diseño geométrico de las carreteras regionales SIECA, segunda edición de Raúl Leclair.

2.5.4 Tangentes

2.5.4.1 Tangente Horizontal

Es la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas, así la tangente es la longitud comprendida entre el fin de una curva anterior (PT) y el principio de la siguiente (PC), a cualquier punto preciso del alineamiento horizontal localizado en el terreno sobre una tangente, se le denomina: punto de observación en tangente (POT). Las tangentes horizontales estarán definidas por su longitud y su azimut, las tangentes tienen su longitud mínima y se debe tomar en cuenta las siguientes condiciones:

- a) Entre dos curvas circulares inversas con transición mixta deberá ser igual a la semisuma de las longitudes de dichas transiciones.
- b) Entre dos curvas circulares inversas con espirales de transición, podrá ser igual a cero.

- c) Entre dos curvas circulares inversas cuando una de ellas tiene espiral de transición y la otra tiene transición mixta, deberá ser igual a la mitad de la longitud de la transición mixta.
- d) Entre dos curvas circulares del mismo sentido, la longitud mínima de tangente no tiene valor especificado.

La longitud máxima de tangentes no tiene límite especificado y el azimut definirá la dirección.

2.5.4.2 Tangente vertical

Se caracteriza por su longitud, su pendiente y las limitantes de dos curvas sucesivas en la cual su longitud y su distancia medida entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente, su pendiente es la relación entre el desnivel y la distancia entre dos puntos de la misma. Existen pendientes mínimas, máximas y gobernadora. La pendiente máxima es la mayor pendiente que se permite en el proyecto y queda determinada por el volumen y la composición del tránsito y la topografía del terreno. La pendiente mínima se fija para permitir el drenaje, en los terraplenes pueden ser nulas (0 %), dado que en ese caso actúa el drenaje transversal. En los cortes, se recomienda el 2% como mínimo, para garantizar el buen funcionamiento de cunetas. La pendiente gobernadora es la pendiente media que teóricamente puede darse a la línea de sub-rasante para dominar un desnivel determinado en función de las características del tránsito y de la topografía del terreno, y la pendiente máxima para terrenos montañosos se puede utilizar de 14 %.

2.5.5 Drenaje

Las obras de drenaje son elementos estructurales que eliminan el agua pluvial o de nacimiento u otra procedencia de un camino. El drenaje impide que el agua que se pueda acumular cause humedad. Los objetivos primordiales de las obras de drenaje son:

- a) Dar salida al agua pluvial o de nacimiento que se llegue a acumular en la parte baja del camino.
- b) Reducir o eliminar la cantidad de agua de escorrentía que se dirige hacia el camino.
- c) Evitar que el agua provoque daños estructurales.

La construcción de las obras de drenaje, es necesaria en una vía de comunicación, ya que la evacuación de agua de lluvia permitirá seguridad al conductor, dará una visibilidad del estado de la carpeta de rodadura, una mejor accesibilidad; el periodo de vida útil estipulado se cumplirá con una mejor certeza y si se da un buen mantenimiento al tramo se tendrá la posibilidad de alargar el periodo de vida estipulado.

2.5.5.1 Tipos de drenaje

Para llevar a cabo lo anteriormente citado, se utiliza el drenaje superficial y el drenaje subterráneo.

2.5.5.1.1 Drenaje Superficial

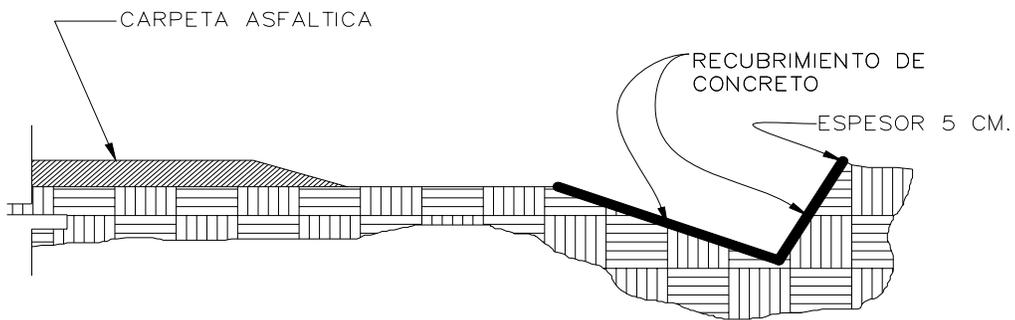
Se construye sobre la superficie del camino o terreno, con funciones de captación, salida, defensa y cruce, algunas obras cumplen con varias funciones al mismo tiempo. En el drenaje superficial encontramos: cunetas, contra cunetas, bombeo, lavaderos, zampeados, y el drenaje transversal.

2.5.5.1.1.a Cunetas

Las cunetas son zanjas que se hacen en uno o ambos lados del camino, con el propósito de conducir las aguas provenientes de la corona y lugares adyacentes hacia un lugar determinado, donde no provoque daños, su diseño se basa en los principios de los canales abiertos.

Existen diversas formas para construir las cunetas, en la actualidad las más comunes son las triangulares.

Figura 5. Detalles de Cuneta



2.5.5.1.1.b Bombeo

Es la inclinación que se da ha ambos lados del camino, para drenar la superficie del mismo, evitando que el agua se encharque provocando reblandecimientos o que corra por el centro del camino causando daños debido a la erosión.

El bombeo depende del camino y tipo de superficie, se mide su inclinación en porcentaje y es usual un 0.02% a 10% en caminos revestidos, criterio que debe de tomar el diseñador en función del clima y ancho de rodadura. En este caso se recomienda tomar 1% de bombeo para cada lado del ancho de rodadura, ya que se tiene una velocidad de 20 Km./h.

2.5.5.1.1.c Drenaje Transversal

Su finalidad es permitir el paso transversal del agua subterránea, sin obstaculizar el paso. En este tipo de drenajes, algunas veces será necesario construir grandes obras u obras pequeñas denominadas obras de drenaje mayor y obras de drenaje menor, respectivamente.

2.5.6 Materiales

a- ESCARIFICACION DEL MATERIAL DE SUB-RASANTE. La sub-rasante debe ser preparada de acuerdo con lo indicado en la Sección 203. Se debe escarificar y pulverizar la sub-rasante en una profundidad de 200 milímetros. El material escarificado debe ser conformado para formar camellones o colchones adecuados para efectuar la mezcla. El contenido máximo de humedad y la densidad seca máxima deben ser determinados de acuerdo con el método AASHTO T 180. Si en dado caso se procediera a incrementar el peralte o utilizar una nueva sub-rasante los materiales deben de

cumplir con un hinchamiento menor al 3% según AASHTO T 193. Estos materiales deben de tener características de mejor calidad a las que se encuentran en el tramo en construcción. Estos materiales no deben de tener texturas fibrosas, no poseer materia orgánica, no poseer suelos compresibles y de baja resistencia con colores café oscuro o negro.

b- Materiales apropiados para SUB-BASE y BASE El material de sub-base o base trituradas debe consistir en piedra o grava trituradas y mezcladas con material de relleno, de manera que el producto obtenido, corresponda a uno de los tipos de graduación aquí estipulados y además llene los requisitos siguientes:

Valor Soporte. Debe tener un CBR determinado por el método AASHTO T 193, mínimo de 50 para la sub-base y de 90 para la base, efectuado sobre muestra saturada, a 95% de compactación determinada por el método AASHTO T 180 y un hinchamiento menos de 3 por ciento de acuerdo con el ensayo AASHTO T 193 (CBR).

Abrasión. La porción de agregado retenida en el tamiz 4.75 mm (N° 4), no debe tener un porcentaje de desgaste por abrasión de 35% máximo determinado por el método AASHTO T 96.

Caras Fracturadas. No menos del 50% en peso de las partículas retenidas en el tamiz 4.75 mm (N° 4) deben de tener por lo menos una cara fracturada.

Partículas Planas o Alargadas. No más del 20% en peso del material retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4), pueden ser partículas planas o alargadas, con una longitud mayor de cinco veces el espesor promedio de dichas partículas.

Impurezas. El material de sub-base o base trituradas debe estar exento de materias vegetales, basura, terrones de arcilla o sustancias que incorporadas dentro de la capa de sub-base o base triturada puedan causar fallas en el pavimento.

Graduación. El material para capa de sub-base o base trituradas debe llenar los requisitos de graduación, determinada por los métodos AASHTO T 27 y AASHTO T 11, para el tipo que se indique en las Disposiciones Especiales, de los que se estipulan en la tabla 304-1, según Libro Azul de la Dirección General de Caminos.

Tipos de Graduación para material de Sub-base y Base Triturada

Estándar mm	Tamiz N°	Porcentaje por peso que pasa un tamiz de abertura cuadrada (AASHTO T 27)		
		TIPO "A" 50 mm (2") máximo	TIPO "B" 38.1 mm (1 ½") máximo	TIPO "C" 25 mm (1") máximo
50.0	2"	100		
38.1	1 ½"	-	100	
25.0	1"	65-90	70-100	100
19.0	¾"	-	60-90	70-100
9.5	⅜"	-	45-75	-
4.75	N° 4	25-60	30-60	35-65
2.00	N° 10	-	20-50	-
0.425	N° 40	10-30	10-30	12-30
0.075	N° 200	3-12	5-15	5-15

Función de capas estructurales en una carretera

SUB-BASE, Es la capa formada por la combinación de piedra o grava trituradas, combinadas con material de relleno, para constituir una sub-base integrante de

un pavimento, la cual está destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad el efecto de las cargas del tránsito proveniente de las capas superiores del pavimento, de tal manera que el suelo de sub-rasante las pueda soportar.

BASE, Es la capa formada por la combinación de piedra o grava trituradas, combinadas con material de relleno, para constituir una base integrante de un pavimento destinada fundamentalmente a distribuir y transmitir las cargas originadas por el tránsito, a las capas subyacentes.

El pavimento flexible: resulta más económico en su construcción inicial, tiene un periodo de vida de entre 10 y 15 años. Es el sistema de construcción asfáltica, que consiste en la elaboración en planta, en caliente, de una mezcla de proporciones estrictamente controladas de materiales pétreos, polvo mineral, cemento asfáltico y aditivos, para obtener un producto de alta resistencia y duración, con características de calidad uniformes, que se puede tender y compactar de inmediato en la carretera, en una o en varias capas, de ser requerido, para proporcionar las características de resistencia y textura a las capas de soporte o de superficie, según se establezca en los planos y en las especificaciones.

Mezcla asfáltica: Requisitos para los Materiales Bituminosos según su Aplicación

Tipo de Aplicación de la Mezcla en Frío	Asfaltos Líquidos						Emulsiones Asfálticas					
	Curado Medio (MC)			Curado Lento (SC)			Aniónicas				Catiónicas	
	250	800	3,000	250	800	3,000	MS-2, HFMS-2	MS-2h, HFMS-2h	HFMS-2s	SS-1, SS-1h	CMS-2, CMS-2h	CSS-1, CSS-1h
Mezclas elaboradas en Planta Central												
Mezclas para capas de base y de superficie asfáltica												
• Graduación abierta							X	X			X	
• Graduación cerrada	X	X	X	X		X			X	X		X
Mezclas para Bacheo												
• Bacheo, uso inmediato	X	X			X					X		X
• Bacheo, apilamiento	X	X		X	X							
Mezclas elaboradas en Carretera												
Mezclas para capas de base y de superficie asfáltica												
• Graduación abierta		X	X		X	X	X	X			X	
• Graduación cerrada	X	X		X	X				X	X		X
Mezclas para Bacheo												
• Bacheo, uso inmediato	X	X			X				X	X		X
• Bacheo, apilamiento	X	X		X	X							

Requisitos para la Mezcla Asfáltica en Frío. La mezcla asfáltica en frío debe llenar los requisitos establecidos en la siguiente tabla, de acuerdo con el resultado de los ensayos de Estabilidad Marshall AASHTO T 245, ASTM D 1559 para mezclas con asfaltos líquidos, y Estabilidad Marshall Modificado, según el manual MS-14, del Instituto de Asfalto para mezclas con emulsión.

Requisitos para la Mezcla Asfáltica en Frío

METODO DE DISEÑO	VALORES LIMITES	
	MINIMO	MAXIMO
MARSHALL (AASHTO T 245, ASTM D 1559 y MS-14)		
• Número de golpes de compactación en cada extremo del espécimen	50	75
1. Con emulsión asfáltica	75	75
2. Con asfaltos líquidos		
• Estabilidad de acuerdo al uso de la mezcla	2,224 N (500 libras)	
1. Para bacheo	3,336 N (750 libras)	
2. Para pavimentación	8	16
• Fluencia en 0.25 mm (0.01 pulgada)	120	225
• Relación Estabilidad/Fluencia (lb./0.01 pulg.)		
• Porcentaje de vacíos con aire en la mezcla compactada	3	15
• Sensibilidad a la humedad AASHTO T 283		
Resistencia retenida	50 %	
1. Con emulsión asfáltica	75 %	
2. Con asfaltos líquidos	65	80
• Porcentaje de vacíos relleno con asfalto		

Además los materiales en el momento de ser mezclado deben satisfacer:

- El agregado debe presentar un valor equivalente de arena igual a o mayor de 35%.
- La adherencia entre el agregado y el material asfáltico debe ser regular.

Mezclas asfálticas en caliente

Es el pavimento de concreto asfáltico compuesto por materiales provenientes del fresado de una carpeta existente y de la recuperación total o parcial de la base subyacente, si así se especifica en las Disposiciones Especiales, combinados con agregados triturados nuevos y cemento asfáltico, incluyendo agentes recicladores o rejuvenecedores cuando sean requeridos, mezclados en caliente, en una planta de concreto asfáltico para cumplir los requisitos.

El procedimiento debe determinar la localización de las plantas de producción de agregados y concreto asfáltico, el tipo y grado del material bituminoso a utilizar de conformidad con las Disposiciones Especiales, la forma de su almacenamiento y calentamiento, la producción y preparación del material pétreo en sus diferentes tamaños, incluyendo el material de relleno, las características de la planta de mezcla, ya sea fija o móvil, los resultados de los ensayos de laboratorio y la fórmula de trabajo, dentro de las tolerancias que se establecen, así como los rangos de las temperaturas de mezcla y compactación acordes al tipo y grado del material bituminoso a usar, para obtener una mezcla que llene los requisitos de estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes.

La fórmula de trabajo deberá incluir la graduación de la mezcla, las proporciones que se usarán de los agregados de diferente tamaño y material de relleno, el contenido de cemento asfáltico y aditivos antidesvestimiento, si así se requiriere, el tiempo de mezclado establecido de conformidad con AASHTO T 195, el porcentaje de absorción de agua de los agregados y el porcentaje de absorción de cemento asfáltico de la mezcla, la relación entre estos dos últimos valores y los resultados de los ensayos de la mezcla según el método de diseño definido en las Disposiciones Especiales.

Esta información debe presentarla el Contratista antes de iniciar la producción de la mezcla, con 15 días de anticipación como mínimo, para que el Delegado Residente pueda hacer las verificaciones y rectificaciones que estime convenientes y aprobar la fórmula de trabajo, ordenando la cantidad de cemento asfáltico que se debe usar.

La aprobación del procedimiento de construcción, incluyendo maquinaria y equipo a utilizar no exime al Contratista de su responsabilidad de colocar una capa de concreto asfáltico, que se ajuste a estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes.

PRODUCCION DEL MATERIAL PETREO. Previamente a la explotación, clasificación y trituración del material, debe efectuarse la limpia correspondiente en el banco, eliminar la vegetación, capa de materia orgánica, y la basura ó arcilla que puedan contaminar el material pétreo. La trituración debe ser efectuada en planta, en circuito cerrado de repaso, evitando la laminación del material. La graduación de cada uno de los tamaños en los que se separarán los agregados debe lograrse en la planta de producción. Dicha planta debe estar acondicionada con un sistema de clasificación adecuado que a su vez permita el lavado efectivo de los agregados mediante un sistema de rociadores a presión, con el número y tipo de zarandas necesarias para lograr el apilamiento clasificado de materiales por tamaño que al ser combinados en la planta de concreto asfáltico proporcionen la graduación especificada de los agregados para la mezcla. La separación y apilamiento de los agregados se deberá efectuar por lo menos en tres tamaños.

El Contratista debe efectuar el control continuo de laboratorio sobre la calidad y características del material producido y efectuar las correcciones necesarias para obtener un agregado de conformidad con estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y planos correspondientes.

Cada fracción del material pétreo producido puede apilarse y almacenarse en el área de la planta de trituración o ser acarreado para apilarse y almacenarse en lugares estratégicamente elegidos ubicados en el área de la planta de mezclado.

PREPARACION DEL MATERIAL PETREO PARA MEZCLA EN PLANTA. El material inmediatamente antes de introducirlo en la planta mezcladora, debe ser secado y calentado a la temperatura indicada más adelante, dentro de las tolerancias establecidas, a menos que se disponga en otra forma en las Disposiciones Especiales.

La temperatura máxima y variación de calentamiento debe de ser tal, que no produzca daño en los materiales. La temperatura del material pétreo, puede ser mayor que la temperatura de aplicación del cemento asfáltico en un máximo de 15 °C siempre que no se produzcan daños en este material.

El material debe ser tamizado, y con la graduación especificada, y separado en tolvas, de acuerdo a la fórmula de trabajo, antes de introducirlo en la cámara mezcladora.

Si se utiliza un aditivo antidesvestimiento en polvo, éste debe ser inyectado paralelo a la inyección del cemento asfáltico y a través del conducto específicamente instalado en las plantas asfálticas. Se deben utilizar dispositivos calibrados para medir o pesar la cantidad de los aditivos así como de la humedad adicionada al agregado, cuando este sea el caso.

Tabla VI Granulometría de agregado de mezcla

Estándar mm	Tamiz N°	Porcentaje por peso que pasa un tamiz de abertura cuadrada (AASHTO T 11 y 27)							
		TIPO "A" 38.1 mm (1 ½") máximo		TIPO "B" 25 mm (1") máximo		TIPO "C" 19 mm (¾") máximo		TIPO "D" 12.5 mm (½") máximo	
		A-1*	A-2*	B-1*	B-2*	C-1	C-2*	D-1*	D-2*
38.1	1 ½"	100	100						
25.0	1"	95-100	90-100	100	100				
19.0	¾"	-	-	90-100	90-100	100	100		
12.5	½"	25-60	60-80	-	-	90-100	90-100	100	100
9.5	¾"	-	-	20-55	60-80	-	-	85-100	90-100
4.75	4	0-10	25-60	0-10	35-65	0-15	45-70	-	60-80
2.36	8	0-5	15-45	0-5	20-50	0-5	25-55	-	35-65
1.18	16	-	-	-	-	-	-	0-5	-
0.300	50	-	3-18	-	3-20	-	5-20	-	6-25
0.075	200	0-2	1-7	0-2	2-8	0-2	2-9	0-2	2-10

Emulsión asfáltica

Es una mezcla asfáltica diluida por medio de riego a presión, sobre una superficie bituminosa existente, la cual debe ser cubierta con la capa de material asfáltico inmediato superior. Este riego tiene por objeto mejorar las condiciones de adherencia entre las dos superficies y prevenir deslizamientos.

Este trabajo consiste en la delimitación, limpieza y preparación de la superficie existente a ligar, que puede ser una superficie imprimada con anterioridad, una superficie asfáltica que ha sido abierta al tráfico o una superficie de concreto de cemento hidráulico; barriéndola y lavándola, si es necesario, previamente; el suministro, transporte, almacenamiento, adición de agua, calentamiento y esparcimiento, por medio de tanque distribuidor a presión, de la emulsión asfáltica diluida; el control de tránsito, protección y señalización del área a tratar.

El tipo, grado, especificación de la emulsión asfáltica a diluir y la temperatura de aplicación para la emulsión asfáltica diluida, debe ajustarse a lo establecido, a menos que lo indiquen de otra forma las Disposiciones Especiales.

Requisitos para la Emulsión Asfáltica

Tipo y grado de emulsión asfáltica ⁽¹⁾	Especificación AASHTO	Temperatura de aplicación en ° C
<i>Emulsiones Asfálticas</i>	AASHTO M 140	20-70
-Aniónicas	AASHTO M 208	20-70
• SS-1, SS-1h		
-Catiónicas		
• CSS-1, CSS-1h		

Se deben diluir al 50% con agua. Para efectos de medida y pago se debe considerar únicamente la emulsión sin diluir.

Cementos Asfálticos

Se obtienen por destilación del petróleo crudo, hasta obtener la penetración deseada. El grado de penetración es controlado por la cantidad de aceites acumulados que se deja al final del proceso de destilación.

Los cementos asfálticos se clasifican usando un sistema basado en las temperaturas máxima y mínima de trabajo a las que se desempeñará la mezcla asfáltica. Dicha clasificación se indica en la norma AASHTO MP-1.

Las características de los cementos, se ven afectadas por el crudo de donde se obtienen, dependiendo de esta manera del origen del campo petrolífero. En los cementos influyen también los procedimientos de refinado.

Imprimación

Es la aplicación de un asfalto líquido, por medio de riego a presión, sobre la superficie de la sub-base o sobre la base y hombros de una carretera, para protegerla, impermeabilizarla, unir entre sí las partículas minerales existentes en la superficie y endurecer la misma, favoreciendo la adherencia entre la superficie imprimada y la capa inmediata superior.

La capa de imprimación está diseñada para cumplir varias funciones:

- Impermeabilizar una superficie asfáltica.
- Proveer adherencia entre la base y la capa siguiente.
- Evitar la pérdida de humedad
- Mejorar su resistencia contra el deslizamiento aumentando la durabilidad del pavimento.
- Llenado de los vacíos y grietas y/o evitar la desintegración de superficies asfálticas desgastadas

El asfalto líquido debe ser aplicado con uniformidad, sobre la superficie a tratar. La cantidad de aplicación debe ser seleccionada según las condiciones de textura de la superficie y los tipos de materiales. La cantidad debe de estar comprendida entre 0.45 y 2.25 Lts./metro² (0.12 y 0.60 Gal./metro²), la cual se determinará mediante pruebas para que sea absorbida completamente en un período de 24 horas. El Delegado Residente debe indicar con orden escrita, la

cantidad de asfalto líquido que será aplicada en la superficie de la sección a tratar para cumplir con lo establecido en estas especificaciones.

Si las condiciones del tránsito así lo hacen necesario, la aplicación de asfalto líquido, puede ser efectuada cubriendo en una operación, la mitad del ancho de la superficie a tratar, dejando para operación posterior la otra mitad y los sobre-anchos de las curvas, pero deben efectuarse los ajustes en el traslape para evitar excesos de asfalto líquido.

Se permitirá regar asfalto líquido para imprimación cuando la temperatura ambiente a la sombra sea mayor de 10° C y se encuentre en ascenso. No se permitirán riegos de imprimación cuando esté lloviendo, la superficie se encuentre con una humedad mayor del 60% de la óptima o exista amenaza de lluvia. La humedad se puede determinar secando el material o por el método usando carburo AASHTO T 217.

La distribución del asfalto líquido debe ser efectuada con un tanque distribuidor de asfalto a presión, equipado con sistema de calentamiento. La unidad debe ser autopropulsada o estar compuesta por un tanque distribuidor remolcado con cabezal, en todo caso, con ruedas de llantas neumáticas y fuerza de propulsión suficiente para mantener una velocidad constante que permita el riego especificado. Debe de estar equipado con tacómetro en unidad de operación separada, adaptada al tanque distribuidor, graduado en unidades de velocidad de por lo menos 5 metros por minuto o su equivalente en sistema inglés y colocado para que el piloto del distribuidor lo pueda leer fácilmente. En

el sistema de distribución se debe conectar un tacómetro al eje de la bomba con indicador calibrado en revoluciones por minuto, de fácil lectura para el operador.

Bancos de préstamo

Generalmente el material que se emplea en un terraplén es el que se encuentra sobre la misma ruta, producto de cortes o préstamos laterales. Los bancos deberán contener como mínimo 10,000m³ de material para que sea explotable. Los bancos para sub-rasante deberán ser homogéneos, y de esta manera evitar que los espesores del pavimento varíen con demasiada frecuencia. Los bancos de préstamo se pueden encontrar en formaciones de roca muy alterada o en bancos arenosos estratificados. En este caso no serán necesarios los bancos de préstamo.

Tipos de bancos de préstamo

- Longitudinales: son producto de los cortes.
- Laterales: distancia al eje del camino de hasta 20 metros.
- Banco de préstamo: distancia al eje del camino de hasta 100 mts. Más de 3 Km. No es costable.

CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES GRUESOS, SEGÚN LA SCT (SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES)

Se llama roca a toda formación que tenga un diámetro mayor de 2 mm.

FRG $f < 2.00 > 0.75$ m

FRM $f < 0.75 > 0.20$ m

FRCH $f < 0.20 > 0.075$ m que es el f de la malla # 3

NOTA: Todo material que pase la malla de 3" se considera como un suelo

- FRG = Fragmento de roca grande.
- FRM = Fragmento de roca mediana.
- FRCH = Fragmento de roca chica.

3 CONCEPTOS DE ESTUDIO HIDROLÓGICO PARA TRAMO CARRETERO

3.1 Escorrentía

Conjunto de agua que se desplaza por la superficie terrestre gracias a la fuerza de la gravedad. La escorrentía proviene de las precipitaciones, ya sean en forma de lluvia, granizo o nieve. El agua de escorrentía puede desplazarse en forma de mantos o corrientes sin cauce fijo, hasta que llega a un canal, por donde continua como flujo en canal o río.

3.2 Precipitación

Suministra el escurrimiento, contribuyendo por completo al escurrimiento directo llamado precipitación efectiva o lluvia efectiva. La parte de la precipitación que contribuye directamente por entero a escurrimiento superficial se llama precipitación o lluvia en exceso. Por tanto, la lluvia en exceso solo es flujo de superficie.

Para recabar datos de Chiquimulilla Santa Rosa se efectuó una visita al INSIVUME (Instituto de Sismología Vulcanología y Meteorología) en donde proporcionaron información publicada en libros como Atlas Hidrología publicado en el año 2005, tendiendo como enlace al ingeniero Dionisio Villegas, donde recomienda tomar una intensidad de 200mm/h a 220 mm/h o utilizar método de Talbot; ya que es un área pequeña.

Periodo de retorno en años	Tiempo minutos	Intensidad mm/h
2	5	120
	20	80
	60	40

Periodo de retorno en años	Tiempo minutos	Intensidad mm/h
10	5	160
	20	98
	60	53

Periodo de retorno en años	Tiempo minutos	Intensidad mm/h
20	5	160
	10	130
	20	150
	100	200

3.2.1 Caudales

El primer paso para diseñar una estructura de drenaje, es calcular el volumen de agua que llegará a la estructura en determinado momento. Su determinación debe realizarse a fin de diseñar económicamente el tamaño de la estructura de drenaje. Existen varios métodos para la determinación de caudales de diseño, la selección del método adecuado depende del tipo de información que se obtenga para el proceso.

Los métodos utilizados para la obtención de caudales de diseño se dividen en tres grupos

- Métodos empíricos
- Métodos hidrológicos
- Métodos estadísticos

El método empírico comúnmente utilizado, es el de Talbot, con el cual se calcula el caudal. Este método se caracteriza por basarse en observaciones o estimaciones directas del lugar. Se auxilia de una fórmula que asume; que el área hidráulica es directamente proporcional al caudal, y que varía a la $\frac{3}{4}$ del área de drenaje. Según Talbot, se tiene la siguiente expresión:

$$Ah = C * A^{3/4}$$

Donde: Ah = área hidráulica de la alcantarilla que se va a diseñar
 A = área de drenaje o de la cuenca
 C = coeficiente de escorrentía

3.3 Coeficiente de Escorrentía

Es la relación entre el porcentaje de agua que se escurre y el porcentaje de agua precipitada. El valor del coeficiente de escorrentía va depender del tipo de terreno que se encuentre y caracterice la superficie a drenar o de la cuenca. Se proponen varios coeficientes para distintos tipos de terreno:

Tabla VII. Coeficientes para distintos tipos de terreno

COEFICIENTE "C"	TIPO DE SUPERFICIE
0.70 a 0.95	Pavimentos de hormigón y bituminosos
0.25 a 0.60	Adoquinados
0.15 a 0.30	Superficie de grava
0.10 a 0.20	Zonas arboladas y de bosque
0.05 a 0.35	Zonas con vegetación densa
0.15 a 0.50	Terrenos granulares Terrenos arcillosos
0.10 a 0.50	Zonas con vegetación media
0.30 a 0.75	Terrenos granulares Terrenos arcillosos
0.20 a 0.80	Tierra sin vegetación
0.20 a 0.40	Zonas cultivadas

Fuente: Hidrología Subterránea, Custodio Emilio Manuel, 2da. Edición, Editorial Amayo, 1982, Barcelona; España, paginas 1310 - 1315

4 CÁLCULOS NÚMERICOS PARA TRAMO CARRETERO

4.1 Diseño

Para diseñar una carretera se tiene que tener muchos criterios, el principal es tener un conocimiento mínimo del lugar, para empezar a analizar el área de construcción y que el proyecto no sea elevado en sus costos, teniendo un periodo de vida útil bastante largo.

El tramo no posee un tránsito elevado, ya que se encuentra en mal estado, por lo regular solamente en uso por vecinos, granjas y fincas; lo cual no permite sacar un promedio de vehículos por hora, ya que solamente en determinadas horas se manifiesta el tránsito, o en épocas y días específicos. Para ello se tomaron los criterios en base a encuestas directas y visitas en el lugar.

4.1.1 Densidad de tránsito

Se define como el número promedio calculado de vehículos por hora que pasan por determinada área, lo cual depende de estación del año, clima, y horas durante el día. Algunas veces se calcula el tránsito horario multiplicado por 12, y el resultado de un recuento; en un intervalo de 5 minutos. Una medida conveniente de la máxima densidad de tránsito se obtiene promediando los máximos por hora durante varios días, estimados para un año determinado en el futuro y en base al incremento de tránsito durante la vida útil.

4.1.2 Carácter de tránsito

La composición del tránsito en el lugar, es determinante para la elección del trazado. El carácter del tránsito repercute en la velocidad de diseño, si es una carretera en donde predominan los vehículos de pasajeros o si es mixto. Esto es determinante para el ancho de vía, el diseño de hombros, pendientes y espesor de pavimento.

En este caso existen muchas limitantes, siendo uno de ellos el factor económico, ya que sería necesario la compra de terreno para tener un ancho suficiente de calzada. Sin embargo usando el ancho mínimo, es una buena opción para el descongestionamiento vial en la cabecera municipal, proporcionando menor contaminación y mejora infraestructural. Por ello se puede decir que con el proyecto, se impulsara el desarrollo en la zona.

En lo referente al tipo de vehículos que circulan por el área predomina el vehículo agrícola pequeño tipo pick-up, caminatas agrícolas, micro buses en menor escala motos y autos livianos. El transporte pesado no es frecuente, lo cual se obtuvo un recuento de 15 camiones de 5 a 10 toneladas de capacidad en tres días de observación y recuento.

4.1.3 Velocidad de diseño

Puede considerarse como una velocidad máxima uniforme, en este caso es de 20 Km/h., ya que existe poblado y de ser adoptada por el grupo de motoristas. El factor principal que afecta la velocidad de diseño, es el carácter del terreno; por el cual la carretera se va a trazar.

Una carretera en un terreno llano como el que presenta el tramo Chiquimulilla – el Ujuxtal, se puede justificar una carretera de alta velocidad; mayor que una carretera en un terreno montañoso. Otros factores que

determinan la velocidad de diseño son los factores económicos, basados en volumen de tránsito, características del tránsito, costo de derecho de vía, ancho de rodadura etc.

La relación entre velocidad y seguridad en las carreteras no puede definirse dogmáticamente, puesto que los accidentes de modo alguno demuestran que deben achacarse exclusivamente al cambio de velocidad.

Es un hecho reconocido que lo más esencial en una carretera ideal es que proporcione libertad de movimiento para todos los que transitan por el lugar, a una velocidad uniforme y en toda la longitud de su trazado. El fin que debe perseguirse en todos los caminos nuevos es la uniformidad en la velocidad; que de una buena seguridad.

El arte de proyectar velocidades altas, es importante en orden y en relación a la seguridad de los que utilicen las carreteras, ya que descansa la eficiencia de trazado, incluyendo una anchura suficiente y firme, buenas alineaciones, visibilidad en cruces y curvas.

La Asociación americana de autopistas oficiales AASHO propuso los siguientes valores para velocidades de diseño, siendo estos, 50, 65, 80, 95 y 110 kilómetros por hora. En este caso se ha optado una velocidad máxima de 20 Km./h, dado que existen poblados cercanos, el ancho de vía no es el de un autopista y tomando en cuenta que la carretera pasara cerca de un centro escolar. Además hay vegetación que afecta a la visibilidad.

4.1.4 Cálculo de curvas

Para el cálculo de curvas de cualquier tramos se procede a determinar “delta” (diferencia de ángulos entre dos tangentes). Con el dato que se obtenga en el paso anterior, se asume un grado de curvatura; según el tipo de carretera, velocidad de diseño y los límites que se tienen para el trazo de la carretera en ambos lados.

Se busca en tabla el grado de curvatura “G” (grado de curvatura) correspondiente; con ello se obtiene el resto de componentes o datos para el trazo de dicha curva. Para ello se puede utilizar o auxiliarse con de las expresiones siguientes.

$$R = \frac{1145.9456}{G} ; \quad LC = \frac{20 * A}{G}$$
$$ST = R * Tg\left(\frac{A}{2}\right) ; \quad CM = 2 * R * Sen\left(\frac{A}{2}\right)$$

Donde:

LC = Longitud de curva

R = Radio de la curva horizontal

ST = Distancia entre principio de curva (PC) hacia punto de intersección (PI), y distancia entre PI y principio de tangente (PT).

CM = Cuerda máxima

Δ = Diferencia de ángulo entre dos tangentes

G = Grado de curvatura

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores formamos la siguiente tabla, y con ella poder trazar el tramo carretero en la planta-perfil.

Tabla VIII Datos obtenidos para el diseño geométrico del tramo carretero

1 de 2

No. Curva	DELTA (Δ)	G	RADIO	LC	ST	CM
1	14°04'27"	15°	76.40	19.63	9.87	19.57
2	1°55'57"	2°	572.97	19.33	9.66	19.32
3	0°27'37"	1°	1145.95	9.21	4.60	9.21
4	0°23'12"	1°	1145.95	7.73	3.87	7.73
5	1°13'36"	1°	1145.95	24.53	12.27	24.53
6	1°36'45"	1°	1145.95	32.25	16.13	32.25
7	0°41'17"	1°	1145.95	13.76	6.88	13.76
8	0°16'57"	1°	1145.95	5.67	2.83	5.65
9	73°23'37"	65°	17.63	22.58	13.14	21.07
10	6°09'27"	6°	191	20.53	10.27	20.52
11	85°44'59"	70°	16.37	24.50	15.20	22.28
12	7°09'02"	7°	163.71	20.43	10.23	20.42
13	66°18'50"	70°	16.37	18.95	10.70	17.91
14	14°16'55"	50°	22.92	5.71	2.87	5.70
15	23°34'02"	70°	16.37	6.73	3.42	6.69
16	15°05'28"	70°	16.37	4.31	2.17	4.30
17	3°05'02"	4°	286.49	15.42	7.71	15.42
18	10°39'24"	20°	57.30	10.66	5.34	10.64
19	9°44'43"	15°	76.40	12.99	6.51	12.98
20	6°35'26"	10°	114.59	13.18	6.60	13.17
21	12°53'23"	16°	71.62	16.11	8.09	16.08
22	5°50'44"	10°	114.59	11.69	5.85	11.69
23	38°12'47"	50°	22.92	15.29	7.94	15.00
24	19°31'43"	40°	28.65	9.76	4.93	9.12

No. Curva	DELTA (Δ)	G	RADIO	LC	ST	CM
25	23°32'37"	25°	45.84	18.83	9.55	18.70
26	33°03'18"	50°	22.92	13.22	6.80	13.04
27	5°28'04"	3°	381.98	36.45	18.24	36.44
28	6°03'20"	4°	286.49	30.28	15.15	30.26
29	7°20'34"	5°	229.19	29.36	14.71	29.34
30	12°35'12"	80°	14.32	3.15	1.58	3.14
31	17°04'04"	30°	38.20	11.37	5.73	11.34
32	12°40'25"	20°	57.30	12.67	6.36	12.65
33	14°57'15"	20°	57.30	14.95	7.52	14.91
34	13°35'52"	15°	76.40	18.30	9.11	18.09
35	53°21'28"	60°	19.10	17.79	9.60	17.15
36	33°31'06"	70°	16.37	9.58	4.93	9.44
37	15°35'41"	60°	19.10	5.18	2.62	5.18
38	27°25'12"	60°	19.10	9.14	4.66	9.05
39	19°52'11"	30°	38.20	13.25	6.69	13.18
40	19°04'07"	24°	47.75	15.89	8.02	15.82
41	11°25'24"	10°	114.59	22.85	11.46	22.81
42	11°39'53"	15°	76.40	15.55	7.80	15.53
43	13°02'37"	10°	114.59	26.09	13.10	26.03
44	27°45'26"	80°	14.32	6.94	3.54	6.87
45	12°05'56"	50°	22.92	4.84	2.43	4.83
46	22°09'30"	32°	35.81	13.85	7.01	13.76
47	10°55'18"	40°	28.65	5.46	2.74	5.45
48	6°05'47"	30°	38.20	4.06	2.03	4.06

4.1.5 Diseño de pavimento flexible

Todo diseño de pavimento sea rígido o flexible, como el que se pretende diseñar, se involucra el conocimiento de los suelos o de la información que se tiene para diseñar. En este, la municipalidad no cuenta con fondos para costear un estudio de suelos ya que se involucra el transporte, de muestra de material, combustible y automóvil. Por lo tanto el diseñador tiene que hacer uso de experiencia o preguntar en el área sobre los distintos cambios que sufre el terreno en las distintas épocas y más aun en la época crítica de lluvia.

Por este motivo se procedió a recavar información, la cual fue obtenida de el encargado de la oficina de planificación, en donde menciona que en otras administraciones algunas compañías de construcción presentaban estudios de suelos con una capacidad soporte de 20 Ton./m².

Como se sabe que el suelo guatemalteco varía según su topografía, clima y lugar, se decidió realizar perforaciones a cada 500 metros. Estas perforaciones se realizaron con una profundidad de 60 a 90 centímetros, de donde se obtuvo que el suelo no varía en su estructura; presentando un suelo limo gravoso.

Los ensayos visuales influyeron en la determinación, para tomar una decisión sobre la capacidad soporte del suelo de 10 T/m² y contar con un rango amplio de la información obtenida y estar seguro de lo que se está diseñando.

Los olores y colores del suelo no variaron, ni presentaron olores similares a un suelo donde esta existe mucha saturación de agua o descomposición de materia orgánica. El color del suelo fue grisoso, y no presentaba un color notable como el de la arcilla. De esto se mezcló la teoría y práctica.

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 límites de consistencia como se le conoce. Dentro de los primeros, se puede citar los análisis de identificación preliminar de suelos finos: Dilatancia, resistencia en seco, tenacidad y sedimentación.

Los límites de Atterberg son:

- Límite líquido
- Límite plástico
- Límite de retracción

El Límite Líquido se define como el contenido de humedad expresado en porcentaje con respecto al peso seco de la muestra, con el cual el suelo cambia del estado líquido al plástico.

El Límite Plástico se define como el contenido de humedad expresado en porcentaje con respecto al peso seco de la muestra, secada al horno, para el cual los suelos cohesivos pasan de un estado semisólido a un estado plástico.

El Límite de Contracción de un suelo se define como el porcentaje de humedad con respecto al peso seco de la muestra, con el cual una reducción de agua no ocasiona ya disminución en el volumen del suelo. La diferencia entre el Límite Plástico y el Límite de Contracción se llama Índice de Contracción.

Un suelo arcilloso con un alto contenido de humedad, posee una consistencia semi-líquida; al perder agua por evaporación va aumentando su resistencia hasta alcanzar una consistencia plástica. Al continuar el secado llega a adquirir un estado semi-sólido y se agrieta o desmorona al ser deformado. El límite líquido es el contenido de humedad de un suelo en el límite inferior del intervalo plástico.

Índice de liquidez. En los suelos plásticos, el Índice de Liquidez es indicativo de la historia de los esfuerzos a que ha sido sometido el suelo. Si el valor del Índice de Liquidez es cercano a cero, se considera que el suelo está pre-consolidado, y si es cercano a uno entonces se considera como normalmente consolidado. La expresión para obtener el Índice de Liquidez es:

$$I_L = \frac{\omega_n - LP}{IP}$$

Donde: I_L = Índice de Liquidez
 ω_n = la humedad del suelo en su estado natural
L.P = Limite Plástico
I.P = Índice Plástico

NOTA: Dado que nuestro país está en vías de desarrollo, por consecuencia el presupuesto para esta municipalidad es poco y la ayuda que recibe el epesista es mínima. Por esta razón, se tomó la decisión de elegir un CBR de 10, lo cual equivale al límite de una rasante mala y buena.

Para el tramo carretero, se tomara un diseño típico de dos carriles o líneas de transito. Se usara el procedimiento propuesto por el instituto de asfalto. Se asumirá un transito promedio de 20,000 vehículos anuales inicialmente; esperándose un crecimiento de 4% anual. Las cargas mixtas de transito convirtiéndose a cargas equivalentes de eje sencillo de 18,000 lb. (8,1811.818 Kg.), asumiendo que en el futuro el tramo será ruta alterna para turista, en donde pasaran camiones con un promedio de peso bruto pesado entre 15,000 a 25,000 lb.; por lo que se supondrá un valor intermedio de 20,000 lb. Se espera tener un flujo vehicular de 6% del transito inicial, y el transito pesado en el carril de diseño sea de un 50% del total de transito pesado.

Se tiene:

Transito inicial 20,000 vehículos

Porcentaje en ambas direcciones 6%

Porcentaje de transito pesado 50%

$20,000 * (6/100) * (50/100) = 600 =$ **Número de vehículos pesados en carril de diseño.**

- 1) Este valor se marcara en nomograma en línea C de análisis de transito.
 - b) Como el promedio de pesos brutos de vehículos pesado es de 20,000 lb. Se marcara en el nomograma D.
 - c) Unir los puntos C y D con una línea prolongada a la auxiliar B.
 - d) Marcar sobre la línea E del nomograma "Análisis de transito" el valor de carga legal por eje sencillo mencionado anteriormente (18,000 lb.).
 - e) Unir los puntos marcados sobre las líneas B y E; y prolongarla hasta "A".

f) Leer en nomograma A el transito inicial, será según nomograma de 163 vehículos.

g) Si designamos un periodo de diseño de 20 años y la razón de crecimiento de 4% anual, observamos que según tabla No. 3 se obtiene un factor de ajuste inicial de 1.49, con lo que obtendremos el **Número de Transito Diario** para 20 años, siendo este:

$$\text{NTD} = 163 * 1.49 = 242.87 = 243$$

h) Teniendo un C.B.R. de tercería de 10%, empleando el nomograma para diseño de espesores (base y carpeta asfáltica) se obtiene un espesor de 7.5 pulgadas (19.05 cm., si se aproxima a 20.00cm.)

i) Si se usa un espesor de carpeta asfáltica de 5 cm., entonces se tendrá un espesor de base asfáltica de 15 cm..

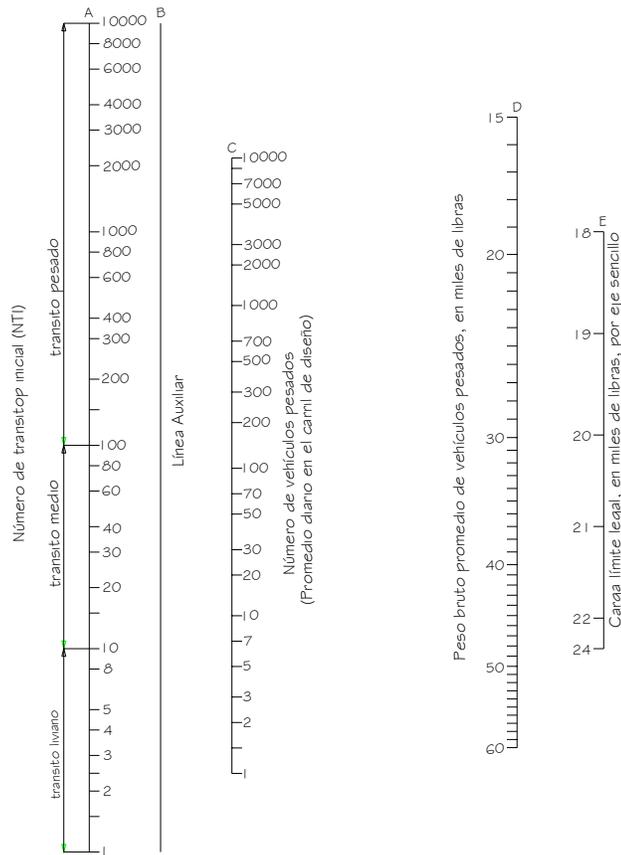
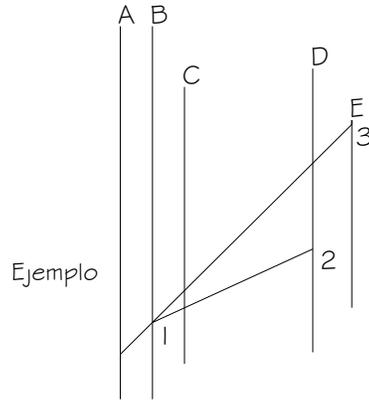
j) Se usaran base y sub-base con materiales triturados, usando un coeficiente de 1.25 para material triturado; obteniendo:

$$15 * 1.25 = 18.75 \text{ cm..}$$

k) El pavimento flexible empleando materiales triturados será:

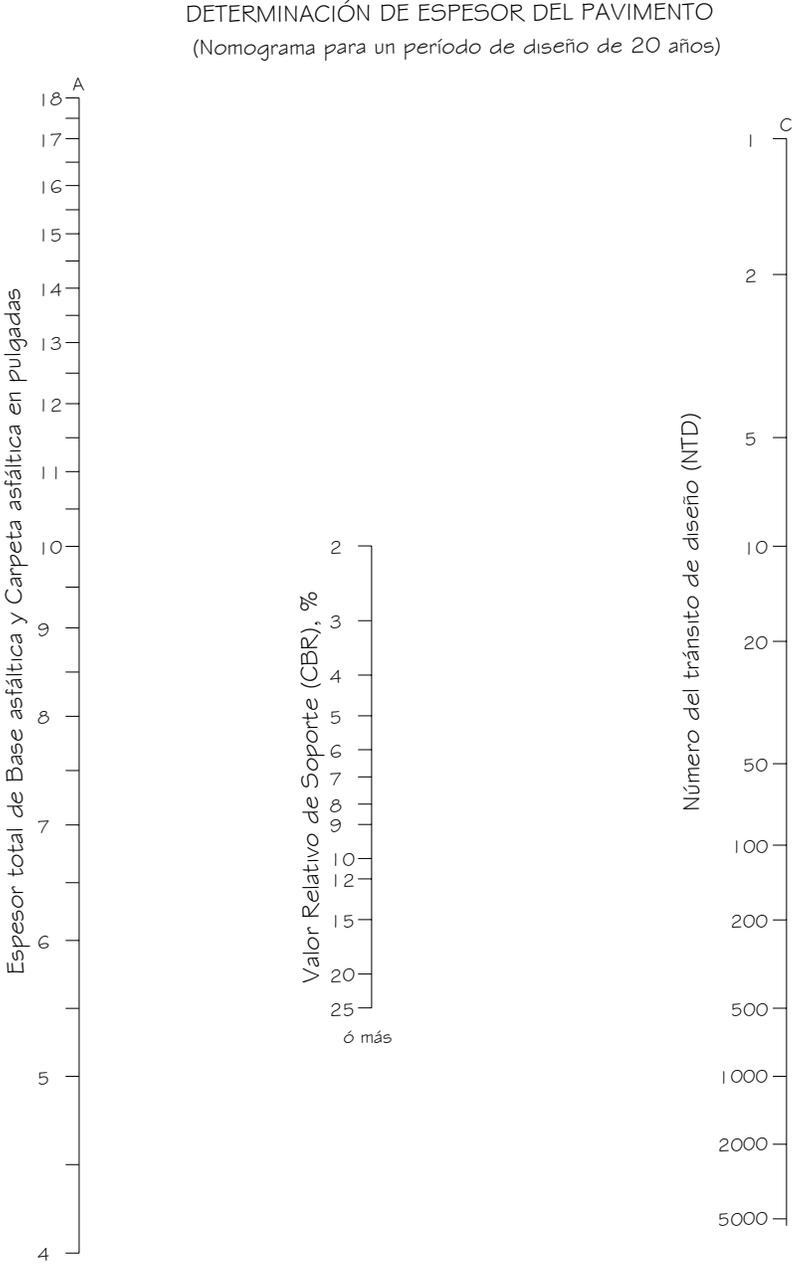
Carpeta asfáltica	5cm.
Base	15cm. (piedrín con 11% de arena)
Sub-base	<u>10 cm.</u> (piedra triturada con 10% de selecto)
Total	30cm.

Figura 6. Monograma para diseño de pavimentos



Fuente: Caminos y Carreteras. Etapas de una carretera. Primera parte. Pag. 224.

Figura 7. Monograma para diseño de pavimento



Fuente: Caminos y Carreteras. Etapas de una carretera. Primera parte. Pag. 224.

Tabla IX Rangos estimados en porcentajes de vehículos

Rangos estimados en porcentajes de vehículos pesados y promedios de pesos que podrían emplearse

Descripción de la calle o carretera	Porcentaje de Transito pesado	Promedio de Pesos brutos 1000 lb.
Calles de ciudades	5 ó menos	15-25
Carreteras urbanas		
Área metropolitana	5 – 15	20 - 30
Interestatales	5 – 10	35 - 40
Caminos rurales locales	10 – 15	15 - 25
Carreteras interurbanas		
Estatales	5 – 20	30 - 40
Federales	10 – 25	35 - 45

Fuente: Caminos y Carreteras. Etapas de una carretera. Primera parte. Pág. 222

Tabla X Porcentaje de vehículos pesados

Porcentaje del total de vehículos pesados en el carril de diseño	
Número de carriles totales	Porcentaje de vehículos pesados en el carril de diseño
2	50
4	45 (35 – 48)
6 ó más	40 (25 – 48)

Fuente: Caminos y Carreteras. Etapas de una carretera. Primera parte. Pág. 223

Tabla XI Factores de ajuste

Factores de ajuste al numero de transito inicial					
Periodo de diseño n	Porcentaje de crecimiento anual (r)				
	2	4	6	8	10
1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
4	0,21	0,21	0,22	0,22	0,23
6	0,32	0,33	0,35	0,37	0,39
8	0,43	0,46	0,5	0,53	0,57
10	0,55	0,6	0,66	0,72	0,8
12	0,67	0,75	0,84	0,95	1,07
14	0,8	0,92	1,05	1,21	1,4
16	0,93	1,09	1,28	1,52	1,8
18	1,07	1,28	1,55	1,87	2,28
20	1,21	1,49	1,84	2,29	2,86
25	1,6	2,08	2,74	3,66	4,92
30	2,03	2,8	3,95	5,66	8,22

Fuente: **Caminos y Carreteras**. Etapas de una carretera. Primera parte. Pág. 223

4.1.6 Cálculo de cunetas

El primer paso para diseñar una cuneta es considerar su longitud, y conforme a esto el área de carretera que drenara.

Según las características pluviales del área, se calcula el caudal que drenara. Para ello nos auxiliaremos de coeficientes de escorrentía que son usados en las carreteras. Como el proyecto se encuentra fuera del área urbana, en área boscosa casi plana, se asignará el coeficiente de 0.20.

Tabla XII Coeficientes de intensidad de lluvia

Centro de ciudad	0.70	0.95
Fuera del centro de la ciudad	0.50	0.70
Parque, cementerios	0.10	0.25
Áreas no urbanizadas	0.10	0.30
Asfalto	0.70	0.95
Concreto	0.80	0.95
Adoquín	0.70	0.85
Suelo arenoso	0.15	0.20
Suelo duro	0.25	0.35
Bosque	0.20	0.25

Fuente: Caminos y Carreteras. Etapas de una carretera. Primera parte. Pág. 155

Para determinar el caudal máximo de escorrentía que pueda presentarse en determinada zona, existen varios métodos, entre ellos:

Método racional

Métodos empíricos

Métodos hidrológicos

Métodos estadísticos

Para el diseño de drenaje, se usara un método empírico, llamado Método de Talbot; este método servirá para calcular el caudal. Este método se auxilia de la siguiente formula:

$$A_H = C * A_C^{3/4}$$

Donde

A_H = área hidráulica de la alcantarilla que se va a diseñar

A = área de drenaje o de la cuenca

C = coeficiente de escorrentía

Con la fórmula de Talbot se calculara el caudal en cada transversal y determinar su diámetro, calculando que se llene el 65 al 80 % de la sección de la alcantarilla.

Utilizando las siguientes fórmulas:

$$A_H = C * A_C^{3/4}$$

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

$$D_n = \sqrt{\frac{4 * A_H}{\pi}}$$

$$Q = V * A_C$$

$$D_u \approx \frac{1}{75} * D_n$$

En este caso, se realizó un estudio con las alcantarillas transversales existentes, para chequear que cumpla con el caudal actual y luego estudiar los puntos, donde se construirán otras alcantarillas. Con base a este estudio se hace la siguiente tabla.

Tabla XIII Calculo Hidráulico

No.	Am	Ac	S	Ah	Dne	Ve	Q	Dno	Dp	Dac	Tex	Tco	Obs.
1	2500	0.62	0.02	0.14	0.42	5.76	0.80	561	22	24	X		cumple
2	3300	0.82	0.03	0.17	0.47	7.06	1.21	623	25	30	X		cumple
3	2000	0.49	0.02	0.12	0.39	5.76	0.68	516	20	24	X		cumple
4	3500	0.86	0.02	0.18	0.48	5.76	1.03	637	25	30	X		cumple
5	6500	1.61	0.02	0.29	0.60	5.76	1.64	803	32	36		X	
6	4000	0.99	0.02	0.20	0.50	5.76	1.14	669	26	30		X	
7	3000	0.74	0.02	0.16	0.45	5.76	0.92	601	24	30		X	

Donde:

- No. = Número de alcantarilla
- Am = Área de la cuenca en metros cuadrados
- Ac = Área de la cuenca en Acres
- S = Pendiente de la tubería
- Ah = Área de la alcantarilla en metros
- Dne = Diámetro necesario en metros
- Ve = Velocidad del fluido en metros sobre segundos
- Q = Caudal en metros cúbicos sobre segundos
- Dno = Diámetro nominal en milímetros
- Dp = Diámetro propuesto en pulgadas
- Dac = Diámetro actual o a colocar en pulgadas
- Tex = Transversal existente
- Tco = Transversal a construir
- Obs = Observaciones

4.2 Presupuesto

Para el cálculo de los costos para el proyecto del tramo carretero, se tomo en cuenta los precios que se manejan en la Oficina Municipal de Planificación del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa. Obteniendo lo siguiente:

Tabla XIV. Cálculo de costos para tramo carretero

Tramo carretero chiquimulilla-ujuxtal

Longitud: 2791.15 m

Ancho: 5.00 m

1 de 3

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	COSTO/TOTAL	COSTO/UNI RENGLON
PRELIMINARES	2791,2	MI				Q4,18
Equipo de topografía	día	3	Q200,00	Q600,00		
Cadenero	día	3	Q80,00	Q240,00		
Topógrafo	día	3	Q160,00	Q480,00		
4 Ayudantes	día	3	Q120,00	Q360,00		
Calculo y diseño	global	1	Q5.000,00	Q5.000,00		
Planos y especific.	global	1	Q5.000,00	Q5.000,00		
Costo renglón				Q11.680,00	Q11.680,00	
MOVIMIENTO DE MATERIA ORGÁNICA	2791,2	MI				Q12,26
Escarificación, limpieza y chapeo						
Limpieza general	m2	22329,2	Q1,15	Q25.678,58		
Patrol	hora	16	Q472,00	Q7.552,00		
Operador @144 c/d	día	2	Q240,00	Q480,00		
Diesel	día	2	Q250,00	Q500,00		
Costo total del renglón				Q34.210,58	Q34.210,58	

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	COSTO/TOTAL	COSTO/UNI RENGLON
PREPARACIÓN DEL TERRENO	2791,2	ml				Q74,92
Materiales						
Piedrín	m3	3400	Q160,00	Q544.000,00		
Polvillo de piedrín	m3	250	Q150,00	Q37.500,00		
Cemento	saco	1000	Q40,00	Q40.000,00		
Arena de río	m3	90	Q80,00	Q7.200,00		
Selecto	m3	100	Q90,00	Q9.000,00		
Madera	pt	400	Q3,50	Q1.400,00		
Emulsión asfáltica	GAL	1350	Q11,50	Q15.525,00		
Cal	saco	300	Q20,00	Q6.000,00		
Clavo	lib.	30	Q3,00	Q90,00		
Drenaje de 30"	ml	12	Q625,00	Q7.500,00		
Drenaje de 36"	ml	6	Q765,00	Q4.590,00		
Sub. total				Q672.805,00	Q672.805,00	
Mano de obra						
Maquinaria						
Cargador frontal	hora	28	Q450,00	Q12.600,00		
Camión de volteo 2 unidades	hora	60	Q250,00	Q15.000,00		
Patrol	hora	28	Q472,00	Q13.216,00		
Camión de riego de agua(pipa)	hora	28	Q200,00	Q5.600,00		
Camión de riego de emulsión	hora	24	Q350,00	Q8.400,00		
Compactador	hora	48	Q400,00	Q19.200,00		
Mezcladora	hora	160	Q120,00	Q19.200,00		
Diesel	GAL	340	Q25,00	Q8.500,00		
Gasolina	GAL	80	Q30,00	Q2.400,00		
Operadores/Máq.	hora	216	Q40,00	Q8.640,00		
Operadores/ mezcladora	hora	160	Q15,00	Q2.400,00		
Fundición /cuneta + acabado	ml	5582,3	Q12,00	Q66.987,60		
Formaleteado hacer/Desh.	ml	5582,3	Q1,25	Q6.977,88		
Transporte Máq. Pe.	global	1	Q12.000,00	Q12.000,00		
Bodega	global	1	Q8.000,00	Q8.000,00		
sub.-total				Q209.121,48	Q209.121,48	
Costo total renglón					Q881.926,48	

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	COSTO/TOTAL	COSTO/UNI RENGLON
CARPETA ASFÁLTICA	2.7912	Km				Q571,83
Materiales						
Asfalto	Tonel	3000	Q392,00	Q1.176.000,00		
Adhesivo pétreo	Tonel	1000	Q150,00	Q150.000,00		
sub. total				Q1.326.000,00	Q1.326.000,00	
Mano de obra						
Maquinaria						
Rodillo	hora	32	Q275,00	Q8.800,00		
Distribuidora de asfalto/finisher	hora	48	Q600,00	Q28.800,00		
Barredora	hora	48	Q200,00	Q9.600,00		
Camión de riego pétreo	hora	48	Q450,00	Q21.600,00		
Camiones de volteo	hora	400	Q250,00	Q100.000,00		
Diesel	GAL	3500	Q25,00	Q87.500,00		
Operadores/Máq.	hora	192	Q30,00	Q5.760,00		
Operadores/camión	hora	400	Q20,00	Q8.000,00		
sub.-total				Q270.060,00	Q270.060,00	
Costo total renglón					Q1.596,060.00	
Costo total neto					Q2.523,877.06	
Imprevistos 20%					Q504,775.41	
Cuota patrona y laboral					Q318,008.51	
Prestaciones Laborales 20%					Q504,775.41	
Costos Administrativos 15%					Q252,387.71	
Costos de Supervisión 7%					Q176,671.39	
Total del proyecto					Q4280495.49	
Total del proyecto					\$563,223.09	
Costo del proyecto por ml						Q1,576.52

Tabla XV. Cronograma de ejecución e inversión

Cronograma de ejecución para la carretera			mes 1				mes 2			
			1	2	3	4	1	2	3	4
Longitud	2791,15	ml								
Ancho de rodadura	5	ml								
	% de Inversión									
PRELIMINARES	10,53	450834.61								
Movimiento de materia orgánica	11,05	473365.19								
Preparación del terreno	30,86	1321081.09								
Carpeta asfáltica	47,55	2035214.61								
Total	100%	4.280,495.49								
Costo neto por ml		1,576.52								

Nota:

- En los costos calculados anteriormente pueden variar y así el costo del proyecto, ya que depende de la institución que lo ejecute o de los criterios y porcentajes que se tomen para costos indirectos, administrativos, patronales; supervisión u otro costos; ya que estos varían de acuerdo a criterios del ejecutor o dependencia a cargo del proyecto.
- El costo neto del proyecto es de Q 2,523,877.06, en quetzales; y en dólares, tomando una tasa de Q7.60 por quetzal es de \$ 332,089.09.

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Evaluación rápida

Nombre de la comunidad: Diseño de Tramo Carretero Chiquimulilla –
Aldea Ujuxtal.

Municipio: Chiquimulilla

Departamento: Santa Rosa

Tipo de proyecto

Tramo carretero.

Consideraciones sobre áreas protegidas

Las áreas que se encuentra incluidas dentro del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP).

- a. ¿Se ubica el proyecto dentro de un área protegida legalmente establecida? No
- b. Nombre del área protegida: No aplica.
- c. Categoría de manejo del área protegida: No aplica.
- d. Base legal de la declaratoria del área protegida: No aplica.
- e. Ente administrador del área protegida: No aplica.
- f. Ubicación del proyecto dentro de la zonificación del área protegida: No se encuentra dentro de zonas protegidas.
- g. Por la ubicación del proyecto dentro de áreas del SIGAP: El proyecto no requiere un estudio de impacto ambiental.

Consideraciones sobre ecosistemas naturales

- a. ¿Cruza el proyecto un ecosistema terrestre natural? No
- b. ¿Estado actual del ecosistema? No aplica.

Otras consideraciones

Cruza el proyecto alguna de las siguientes zonas:

- a. Zona de alto valor escénico: no
- b. Área turística: No
- c. Sitio ceremonial: No
- d. Sitio arqueológico: No
- e. Área de protección agrícola: No
- f. Área de asentamiento humano: no
- g. Área de producción forestal: No
- h. Área de producción pecuaria: No

Impactos ambientales negativos identificados durante la construcción

Se determina que durante la ejecución del proyecto, se presentarán los siguientes impactos ambientales negativos:

Tabla XVI. Impactos ambientales negativos generados durante la ejecución

Impacto ambiental previsto	El presente impacto ambiental negativo requiere de medidas de mitigación específicas que deberán ser implementadas por:		
Actividad	Ejecutor	Comunidad	Municipalidad
Deslaves de material	X		
Erosión de cortes	X		
Disposiciones inadecuadas de materiales de desperdicio	X		
Alteración del drenaje superficial	X		
Contaminación de cuerpos de agua por causa de los insumos utilizados durante la construcción	X		
Contaminación del aire por polvo generado en construcción	X		
Alteración del paisaje como consecuencia de los cortes		X	
Riesgos para la salud de los trabajadores	X		
Generación de desechos sólidos derivados de las actividades de los trabajadores de la obra	X		x

Impactos ambientales negativos identificados durante la operación

Se determina que durante la operación y mantenimiento del proyecto se generarán los siguientes impactos ambientales negativos:

Tabla XVII. Impactos ambientales negativos generados durante la operación

Impacto ambiental previsto	El presente impacto ambiental negativo requiere de medidas de mitigación específicas que deberán ser implementadas por:		
Actividad	Comité Mantenimiento	Comunidad	Municipalidad
Erosión de cortes			
Accidentes de tránsito	X	X	X
Accidentes a peatones	X		x
Reasentamiento involuntario			X

6 DISEÑO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO 19 DE SEPTIEMBRE, CHIQUIMULILLA SANTA ROSA”

6.1 Origen del nombre

Nombre que viene de la catástrofe que provocó el deslave del volcán de Tecuamburro, el 19 de septiembre de 1,982 estableciéndose después de esta tragedia el barrio, el cual esta ubicado al oeste de la cabecera municipal, lugar que es muy vulnerable a deslaves.

6.2 Localización y colindancias

El municipio de Chiquimulilla tiene una latitud de 14° 05' Norte y longitud de 90° 23' Oeste.



6.3 Descripción Topográfica

El barrio 19 de Septiembre cuenta 5 % de su extensión casi plana, un 15% escarpado, un 20% lomerico y un 60% ondulado. La parte menos accidentada la podemos encontrar en sus periferias con el río Urayala. El área donde se construirá el drenaje tiene una extensión aproximada de 40087.27 m² aproximadamente

6.4 Situación socio-económica

Según el último censo realizado por la Dirección General de Estadística la cabecera municipal, Chiquimulilla cuenta con 10647 habitantes.

Chiquimulilla es una zona de comercio para todo el municipio y muchos lugares aledaños, ya que en este lugar se comercian muchos de los productos que se cultivan en la zona, o son exportados a otros destinos de Guatemala.

En lo referente al barrio 19 de septiembre, no cuenta con fuentes de trabajo, ya que los residentes trabajan en comercios de la zona céntrica de Chiquimulilla o en lugares aledaños.

Se cuenta con una escuela pública, la cual atiende a niños de colonias vecinas y a los niños residentes en el barrio. Además de ello cuenta con pequeños negocios como tiendas, y tortillerías. Una gran mayoría de residentes se dedican a labores de agricultura o trabajan en la ciudad de Guatemala.

Según información recabada, los sueldos que devengan los residentes son mínimos, oscilando estos entre 800 a 3000 quetzales, y en la mayoría de los casos no reciben prestaciones laborales.

6.5 Vivienda

La escasez habitacional en Guatemala, provocada por el aumento de población continuo, ha creado en el municipio gran cantidad de centros urbanos que no llenan las condiciones necesarias de vida, obviando estudios urbanísticos, y otros estudios de ingeniería.

Este fenómeno se da a nivel nacional, pues es un país en vías de desarrollo, y como todo ser humano necesita un lugar para establecerse y poder satisfacer sus necesidades como tal.

En esta ocasión las condiciones coyunturales que presenta el lugar difieren de extrema pobreza a pobreza, ya que la mayor parte de construcción es de block de piedra pómez, con respectivo techo de lámina, sin acabados. Otro tipo de construcción que se manifiesta es el adobe con techo de lamina y en el peor de los casos las construcciones de lepa con techo de lamina o lamina en su totalidad.

Las calles y callejones no cuentan con ningún tipo de asfalto, pues es evidente que estos no tuvieron ningún tipo de diseño para demandas futuras. Por lo general las viviendas están dotadas de servicios de luz y agua potable, faltando un sistema de saneamiento.

6.5.1 Salud y educación

En lo referente a salud, el barrio no cuenta con ningún tipo de farmacia, clínica médica u otro servicio para bienestar de la salud; si no los vecinos tienen que ir al centro de la ciudad, para solucionar problemas de un índole menor, y los de mayor envergadura como operaciones, visitan el hospital nacional de la cabecera departamental Cuilapa.

El sector de educación, se pueden encontrar centros de estudio tanto públicos como privados e incluso asta educación superior. En el barrio 19 de Septiembre, se encuentra una escuela pública; que imparte la educación primaria.

6.6 Servicios

Los servicios con los que cuentan los habitantes de este sector de Chiquimulilla son mínimos, Luz, agua potable y servicio de transporte tipo moto-taxi.

Además de los servicios antes mencionados se pudo observar que todo ser humano necesita algo extra para poder aceptar el medio que lo rodea, para sentirse mejor, en este caso es el servicio de cable, lo cual se ha convertido en un necesidad.

7 ANÁLISIS GENERAL

7.1 Estudio de población

El estudio realizado fue enfocado para conocer costumbres, hábitos y actividades que los habitantes realizan durante el día. El método que se uso fue la entrevista, con el motivo de obtener un dato certero de habitantes en el barrio. Para ello se realizo un censo, obteniendo un poco más de información no habitual, como:

Hábitos de higiene personal y en el hogar

Ducha	Hombres	1 vez al día
Ducha	Mujeres	1 ó 2 veces al día
Ducha	Niños	1 ó 2 veces al día
Lavado de ropa		2 a 3 veces por semana
Uso de agua		500 a 1500 lts/ día.
Costumbres de riego		2 veces por día.

Nota:

- El uso de agua depende de cada familia, ya que varía el número de niños y cuidados higiénicos. El dato que se menciona anteriormente, es porque dicha población hizo mención de llenar una pila para captar agua de 4 a 12 veces diarias, y se deduce que dichas pilas acumulan una captación de 126 L. aproximadamente.

7.1.1 Cuantificación de locales

El método que se uso fue la inspección visual, recorriendo el lugar, previo a realizar levantamiento topográfico, de ello se obtuvo que:

Numero de locales comerciales	4 tiendas
Número de tortillerías	6

7.1.2 Cuantificación de hogares

166 viviendas.

7.1.3 Cuantificación de población actual

Se visito cada casa del lugar, a la vez se tomo datos sobre la cantidad de personas que habitaban dicha vivienda. En algunos casos las personas solo llegaban los fines de semana. En donde el número aumenta en la vivienda. Por esa razón se tomo el criterio de asignar una densidad de vivienda de 6 habitantes por casa.

Total de hogares 166 viviendas * 6 habitantes = 996 habitantes

7.1.4 Cuantificación de la población futura

Anteriormente se menciona que el municipio de Chiquimulilla tiene una población de 10,000 habitantes según estudios realizados por el instituto Nacional de Estadística INE. De la misma manera y realizando un censo en el área de interés se obtuvo la cuantificación de habitantes del lugar, dato que es de mucha importancia para un diseño de alcantarilla sanitaria.

Este dato es esencial, ya que una sobre estimación de población, aumenta el costo de dicho proyecto, pues la población esta en relación con la obtención de caudal sanitario; como la asignación de un diámetro de tubería.

A la vez este dato, hacemos uso para obtener la población futura, el cual depende de la tasa de natalidad que se manifieste en el municipio, según estudio realizados por personal capacitado o bien por información de centros de salud, por recuento o promedio de nacimientos en el área.

Para obtener el dato de población futura, se utilizara el método de crecimiento exponencial con la formula

$$P_f = P_o * (1 + r)^n$$

Donde:

P_f = Población futura

P_o = Población inicial

r = Taza de crecimiento

n = Años de periodo a diseñar

Teniendo los datos de

P_f = Población futura =2,080 habitantes.

P_0 = 996 habitantes

r = 3.75

n = 20 años de periodo a diseñar

P_{fc} = Densidad de vivienda =811 casas

7.1.5 Estimación de periodo de diseño

Teniendo en cuenta que toda estructura tiene un periodo de vida útil, además; que un funcionamiento eficiente debe de adecuarse y cumplir con un periodo determinado.

Teniendo en cuenta que dicho municipio no cuenta con recursos y que el área donde se realizara dicho proyecto, no tiende a crecer aceleradamente por causas económicas. Tomando un aproximado de la vida útil de los materiales y la localización del barrio, se a llegado a establecer un periodo de diseño de 20 años, para no aumentar los costos en el proyecto; estando este periodo de diseño entre los rangos aceptables de instituciones como INFOM y otras.

7.1.6 Estimación de población futura

Para el cálculo de población futura existen varios modelos, entre los cuales podemos mencionar:

a- Incremento aritmético

b- Incremento geométrico

7.1.6.1 Método de Crecimiento Aritmético

Consiste en calcular el cambio numérico en el futuro, caracterizándose por incrementos constantes para períodos de tiempos iguales. En este método se auxilia de esta fórmula.

$$P_n = \frac{[P_1 - P_2] * [T_n - T_1] + P_1}{[T_1 - T_2]}$$

Donde:

- P_n= Población futura en el año n
- P₁= Población del ultimo censo
- P₂= Población del penúltimo censo
- T_n= Año n
- T₁= Año del último censo.
- T₂= Año del penúltimo censo

7.1.6.2 Método de Crecimiento Geométrico

Método que consiste en calcular el cambio promedio de la tasa de población para el área en estudio y así proyectar su tasa promedio hacia el futuro.

Este método se auxilia de la siguiente formula:

$$Y_p = Y_1 * (1 + r)^{T_p - T_1}$$

En donde:

- Y_n = Población futura en el año n.
- Y_1 = Población del último censo.
- T_n = Tiempo en años
- T_1 = Año del último censo
- T_2 = Año del penúltimo censo
- r = Taza de crecimiento geométrico

$$r = \sqrt[t_1 - t_2]{\frac{Y_1}{Y_2}} - 1$$

7.1.6.3 Método de crecimiento exponencial

Método que tiene la ventaja porque las poblaciones en vías de desarrollo crecen a un ritmo geométrico exponencial, por lo tanto método que responde a las características de Guatemala y en este caso al área en análisis como lo es el barrio 19 de Septiembre.

Este método se auxilia de la siguiente fórmula

$$P_f = P_o * (1 + r)^n$$

Donde:

- P_f = Población futura
- P_o = Población inicial
- r = Taza de crecimiento
- n = Años de período a diseñar

Este es el método que se usara para el cálculo de población futura en el área del drenaje del barrio 19 de Septiembre, siendo este el dato de población futura:

$P_f = 2080$ habitantes

$P_0 = 966$ habitantes

$r = 3.75 \%$

$n = 20$ Años

8 PARÁMETROS DE DISEÑO

8.1 Determinación del caudal sanitario

En referencia al Barrio 19 de Septiembre, se procedió primero a realizar un estudio topográfico juntamente con un censo de población, para obtener información de pendientes, distancias, ubicación de puntos estratégicos, que en este caso son los pozos de visita y obtener información de locales y población actual. Esta información se presenta en una libreta topográfica; más detallada y calculada en **paginas 102 y 103**, para fines del proyecto.

Con estos datos se procedió a obtener una población futura, lo cual se hace mención en el capítulo **7 sección 7.1.5**. Además se tomó consulta en Normas Generales para Diseño de alcantarillados INFOM – 2001, tomando como criterio para la densidad de vivienda de 6 habitantes por casa, y tomando una dotación de agua, dato según la municipalidad de Chiquimulilla Santa Rosa de 75 litros//habitantes /día, y un factor de retorno de 75%

Sabiendo que el factor de retorno, es el porcentaje de agua, que después de haberse usado retorna como agua servida al sistema de drenaje, teniendo en cuenta el clima caluroso se tomó de 75%.

8.2 Factor de flujo

Es un factor instantáneo o factor de Harmond, el cual representa la probabilidad de que múltiples artefactos sanitarios de las viviendas que estén en el recuento de un proyecto sanitario se estén usando simultáneamente. Este dato se auxilia de una fórmula, la cual está en función de población actual y futura. Se puede notar también que este factor no es constante para todo un

diseño, ya que depende de la población de cada ramal por lo tanto cada ramal tendrá su propio factor.

Siendo la fórmula y los rangos apropiados, se tiene:

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

Donde P es la población actual, para un factor actual y P futura para un factor futuro.

8.3 Caudal Domiciliar

Es la dotación de agua que se le asigna a cada habitante. En este caso como es un sistema sanitario; el caudal domiciliar retornara a la alcantarilla en un porcentaje, lo cual depende de hábitos de higiene, clima, accesibilidad abundante de agua, conciencia sobre el uso y racionalización del agua. Para ello se usa un factor de retorno que este en un rango de 60% a 80%. Referente al área del Barrio 19 de Septiembre se tomo un factor de 75%.

Para la obtención del caudal domiciliar se usa la siguiente formula:

$$Q_{\text{domiciliar}} = \frac{\text{dotación} * \text{No.habitantes} * \text{factor de retorno}}{86400}$$

Donde:

Dotación = cantidad de litros/habitante/día, dato que dependerá de la región.

8.4. Caudal de infiltración

Para la estimación del caudal de infiltración que entra a las alcantarillas, se tomara en cuenta la profundidad del nivel freático del agua subterránea con relación a la profundidad de las tuberías y el tipo de tubería. Los caudales por cada kilómetro de tubería que contribuya al tramo se estimarán, calculando los tubos centrales y los de conexión domiciliar así, en litros por segundo:

Para tuberías que quedarán sobre el nivel freático:

- Tubería de cemento: $q_i = 0.025 * \text{diámetro en pulgadas}$.
- Tubería de PVC: $q_i = 0.01 * \text{diámetro en pulgadas}$.

Para tuberías que quedarán bajo el nivel freático:

- Tubería de cemento: $q_i = 0.15 * \text{diámetro en pulgadas}$.
- Tubería de PVC: $q_i = 0.02 * \text{diámetro en pulgadas}$.

$$Q_{\text{infiltración}} = 0.01 * \text{diámetro en Pulgadas}$$

Cuando se usa PVC, el caudal es insignificante, por lo tanto se omite en lo referente al proyecto en el Barrio 19 de Septiembre.

8.5 Caudal por conexiones ilícitas

Este caudal es producto de conectar el caudal pluvial al sistema de alcantarilla por medio de la cometida domiciliar, lo cual causa contaminación de agua de lluvia y aumento del caudal sanitario. Este caudal se puede obtener con el método racional auxiliándose de la siguiente fórmula

$$Q_{conexionesilicidas} = \frac{CI(A*\%)}{360}$$

Donde:

Q = caudal en litros por segundo

C = Coeficiente de escorrentía. Depende de la región, condiciones del suelo y topografía del mismo.

A = Área que es factible conectar en %

Encontrando el área, utilizamos el área de techos y patios o un porcentaje de las viviendas que oscile entre .5% o .25% de las viviendas. De ello tenemos:

$$\text{Área de techos} = 100m^2 * \text{No.decasa} / 10000m^2 / \text{Ha}$$

$$\text{Área de techos} = 100m^2 * 166 / 10000m^2 / \text{Ha} = 1.66\text{Ha}$$

$$\text{Área de patios} = 50m^2 * \text{No.decasa} / 10000m^2 / \text{Ha}$$

$$\text{Área de techos} = 50m^2 * 166 / 10000m^2 / \text{Ha} = 0.83\text{Ha}$$

$$C = \frac{\sum(c*a)}{\sum A} = \frac{A*Fr + A*\%deconx.ilicita}{\sum A}$$

$$C = \frac{\sum(1.66*0.8 + 0.83*.2)}{(1.66 + 0.83)} = 0.6$$

$$Q_{conexionesilicidas} = c*i*(A*\%) / 360 = .6*240mm / h*(2.49*.2) / 360 = 0.1992l / sg$$

Nota: el caudal es insignificante.

8.6 Factor de caudal medio

Una vez obtenidos los caudales domiciliar, industrial (no existe industria en el área de diseño), comercial (no existe ningún tipo de comercio que consuma excesiva agua durante el día en el área de diseño), ilícito y de infiltración, se integra, sumando cada uno de ellos para obtener el caudal medio, que se conducirá por la alcantarilla y que al distribuirlo entre el número de habitantes se obtiene dicho dato, el cual debe de estar entre los rangos de 0.002 á 0.005 para no caer en sub diseño o sobre diseño. De ello se tiene que:

$$F_{qm} = \frac{Q_{medio}}{No.Habita}$$

$$Q_{medio} = Q_{dom} + Q_{ind.} + Q_{com} + Q_{ilicito} + Q_{inf\ iltra}$$

$$F_{qmd} \approx 0.002 \text{ á } 0.005$$

Para este diseño se tomo un factor de caudal medio de 0.003.

8.7 Caudal de diseño

Es nombrado por muchos autores como Caudal Máximo. Se puede decir, que es la cantidad máxima de agua servida que se transportara por la alcantarilla. Para realizar la estimación total, se obtiene sumando algebraicamente los caudales de cada ramal, habiendo realizado las estimaciones anteriores. Este dato lo podemos obtener por la siguiente formula:

$$Q_{diseño} = No.deHabitantes * FH * Fqm$$

Donde:

El número de habitantes debe de ser por tramo, tanto actual como futuro.

FH: Factor de Harmond, debe de ser actual y futuro.

F_{qm} : el que se obtenga según formula anterior en 8.3.4.5 ó el estipulado según criterio.

8.8 Determinación de diámetros y profundidades

Para obtener los diámetros se tiene que contar con información de valores de velocidad y caudal a sección llena que se esta utilizando.

Se tiene que tener conocimiento de los diámetros mínimos en este caso para PVC que se utilizara en el Barrio 19 de Septiembre es de 6", si se usara tubo de concreto sería de 8 ".

Para el calculo de la velocidad se emplea la siguiente formula

$$V = \frac{1}{n} * R^{2/3} * S^{1/2} \qquad R = D_{interno} / 4_c$$

$$R_u = \frac{A}{P}$$

Donde:

- V = Velocidad en metros sobre segundos
- R = Radio hidráulico en metros
- S = pendiente de la alcantarilla
- n = Coeficiente de Manning = 0.015 (PVC nervurado)
- A = Área mojada en metros cuadrados
- P = Perímetro mojado en metros.
- D = Diámetro interno en metros

Tabla XXI. Detalle material y respectivo coeficiente de rugosidad

Material	Coeficiente de rugosidad
Superficie mortero cemento	0.011 - 0.030
Mampostería	0.017 - 0.030
Tubo concreto <24"	0.011 - 0.016
Tubo concreto >24"	0.013 - 0.018
Tubería asbesto-cemento	0.009 - 0.011
Tubería P.V.C	0.006 - 0.011

Para obter el caudal que se transporta por lá alcantarilla a sección llena se auxilia de la siguiente fórmula:

$$Q = V * A$$

Donde:

Q= Caudal a sección llena en lt./seg.

A= Área de la tubería en m².

V= Velocidad a sección llena en m/seg.

Como la velocidad esta en relación con la pendiente, siendo la mínima que se pude aplicar; la que proporciona el terreno. Ahora cuando existo contra pendiente por se podrá aplicar la del terreno.

La pendiente del terreno se obtiene de las cotas del terreno y la distancia horizontal del tramo. Estos datos se obtienen del levantamiento topográfico que se realizo. Para ello utilizamos la fórmula:

$$S = \left[\frac{CotaT1 - CotaT2}{Dis\ tan\ cia} \right] * 100$$

Teniendo claro que todo material tiene límites para mantenerse en óptimas condiciones sin que este colapse antes del periodo de diseño, se tienen ciertas

restricciones, que rigen la velocidad y nos ayudan a determinar el diámetro si estos parámetros no cumplen con el rango establecido.

Para ello se presentan especificaciones hidráulicas, que protegen al material y no causar daños por un mal diseño. Por ello se tiene que controlar las siguientes especificaciones.

Tabla XXII. Parámetros hidráulicos

Control	De	Caudal
	$Q_{\text{diseño}} < Q_{\text{sección llena}}$	
Control	De	velocidad
Material de Concreto	0.6 m/sg. Mínima	3 m/sg. Máxima
Material de P.V.C.	0.4 m/sg. Mínima	4 m/sg. Máxima
Sistema de alcantarilla	Pluvial ó sanitario	0.6 m/sg. <V< 3 m/sg.
Sistema de alcantarilla	Combinado	0.4 m/sg. <V< 3 m/sg.
Control	de	Tirante
Sistema de alcantarilla	Pluvial ó sanitario	$0.10 < d/D < 0.75$
Sistema de alcantarilla	Combinado	$0.10 < d/D < 0.90$

Se tendrá que acoplar de manera que se cumpla tanto con las relaciones hidráulicas como con los requerimientos del terreno y presupuesto; ya que la velocidad tiene mucha relación con la pendiente del terreno y el diámetro de la alcantarilla que se este utilizando y el tipo de material. Teniendo claro el diámetro, la velocidad de diseño, la pendiente y sabiendo que estos datos cumplen con las relaciones y especificaciones hidráulicas, se procede a determinar la profundidad de los pozos.

Para ello se tienen que considerar algunos aspectos que están relacionados con las cotas invert de entrada y salida.

- En pozo de inicio no aplica, pero pozos siguientes si. Si a un pozo de visita entra una tubería y sale otra de igual diámetro, la cota invert de salida

estará como mínimo a 0.03 mts. (3 cm.9) debajo de la cota invert de entrada.

- Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra de distinto diámetro, la cota invert de salida será como mínimo la diferencia algebraica de los diámetros de entrada i salida más la cota invert de entrada.

$$CotaInvert_{SALIDA} = CotaInvert_{ENTRADA} + (\phi_B - \phi_A)$$

- Cuando a un pozo de visita llegan varias tuberías del mismo diámetro, la cota invert de salida será 3 cm. más que la cota invert de entrada más baja.
- Cuando a un pozo de visita llegan más de dos tuberías y son de distinto diámetro, se pueden tomar dos criterios, uno es tomar tres centímetros de la cota más baja para la cota invert de salida y otro es tomar la diferencia más alta y sumárselo a la cota invert más baja.
- Cuando a un pozo de visita llegan más de dos tuberías y sale más de una tubería:

Solo una de las tuberías que sale es el seguimiento o continuación de las demás, las demás que salen serán ramales iniciales.

Los ramales iniciales deben de tener como mínimo altura de tráfico, más espesor de tubo, más diámetro de tubo.

La cota invert de salida de seguimiento se calcula de acuerdo a incisos anteriores.

Teniendo claro la velocidad, diámetro, pendiente de tubo, y sabiendo que lo obtenido esta acorde con las especificaciones hidráulicas se procede a calcular la altura de los pozos con las siguientes formulas

$$CotaInvertDeSalida = AlturaDeTerreno - AlturaMinima$$

$$CotaInvertDeEntrada = CotaInvertDeSalida - DistanciaHorizontal * PendienteDelTubo\%$$

Altura de Pozo 1 = Cota del Terreno –Cota Invert de Salida

Altura de Pozo 2 = Cota del Terreno –Cota Invert de Entrada

Tabla XXIII Tabla de recubrimiento mínimo para alcantarilla de concreto

Diámetro	8"	10"	12"	16"	18"	21"	24"	30"	36"	42"	48"
Trafico Normal	1.22	1.28	1.41	1.5	1.58	1.66	1.84	1.99	2.14	2.25	2.25
Trafico Pesado	1.42	1.48	1.53	1.61	1.70	1.78	1.86	2.04	2.19	2.34	2.45

Nota: El recubrimiento para P.V.C. varia de proveedor a proveedor, pero según, fabricantes europeos, existen alcantarillas que resisten sin llegar a la falla por peso; con un mínimo de 40 cm. a 50 cm. solo con terreno natural compactado y 30 cm. con plancha de concreto, ya que el concreto distribuye aun más las fuerzas que llegan al tubo.

Tabla XXIV. Coeficientes de rugosidad de Manning

Tubo concreto<24"	0.011-0.016
Tubo concreto>24"	0.013-0.018
Tubo P.V C	0.006-0.011
Mortero de cemento	0.011-0.030
Mampostería	0.017-0.030
Tubería de asbesto cemento	0.009-0.011

Tabla XVIII. Libreta de topografía

1 de 2

Est.	P.O.	Azimut			Cenit			Hi	Hm	Hs	D. H.	Azimut	Cenit	H I	Xp	Yp	Xt	Yt	Cota	
		Grad.	Min.	Seg.	Grad.	Min.	Seg.													
De PV	A PV																			
	0																0,0	0,0	1000,0	
2	1	287	19	45	90	56	16	0,1	0,4	0,5	37,2	287,3	90,9	1,5	-35,5	11,1	-35,5	11,1	1000,5	
2	3	93	56	35	92	19	2	0,1	0,2	0,4	28,2	93,9	92,3	1,5	28,1	-1,9	28,1	-1,9	1000,1	
3	4	311	23	2	87	11	32	0,2	0,5	0,8	56,3	311,4	87,2	1,5	-42,2	37,2	-14,1	35,3	1003,9	
3	5	48	55	20	93	54	54	0,1	0,2	0,3	22,4	48,9	93,9	1,5	16,9	14,7	45,0	12,8	999,8	
5	5A	312	20	19	85	42	14	1,2	1,5	1,8	58,1	312,3	85,7	1,5	-42,9	39,1	2,0	51,9	1004,2	
5	6	43	22	38	96	18	55	0,3	0,4	0,6	25,1	43,4	96,3	1,5	17,2	18,2	62,2	31,0	998,1	
6	7	333	26	26	90	50	14	0,1	0,2	0,2	12,8	333,4	90,8	1,4	-5,7	11,4	56,5	42,5	999,2	
6	8	313	27	45	86	14	6	0,1	0,4	0,7	59,3	313,5	86,2	1,4	-43,1	40,8	19,1	71,8	1003,1	
8	9	23	52	6	92	19	6	0,1	0,2	0,2	12,6	23,9	92,3	1,5	5,1	11,5	24,2	83,3	1003,9	
8	10	57	18	44	89	25	0	0,4	0,5	0,7	29,6	57,3	89,4	1,5	24,9	16,0	44,0	87,8	1004,3	
10	11	346	22	51	86	15	15	0,1	0,3	0,4	30,2	346,4	86,3	1,5	-7,1	29,3	36,9	117,1	1007,5	
10	12	76	29	36	94	1	12	0,1	0,2	0,3	22,8	76,5	94,0	1,5	22,2	5,3	66,2	93,1	1004,0	
12	13	346	48	30	86	57	48	0,5	0,8	1,1	59,8	346,8	87,0	1,6	-13,7	58,3	52,5	151,4	1007,9	
12	14	78	25	54	95	58	40	0,1	0,2	0,3	22,4	78,4	96,0	1,6	21,9	4,5	88,1	97,6	1003,0	
14	15	346	24	51	88	22	54	0,2	0,5	0,9	65,4	346,4	88,4	1,6	-15,4	63,6	72,7	161,2	1005,9	
14	16	77	37	48	95	48	48	0,1	0,2	0,3	23,8	77,6	95,8	1,6	23,2	5,1	111,3	102,7	1001,9	
14	17	165	35	45	94	48	48	0,3	0,6	0,9	55,6	165,6	94,8	1,6	13,8	-53,9	101,9	43,8	999,3	
17	18	76	40	24	93	57	50	0,1	0,2	0,3	23,7	76,7	94,0	1,5	23,0	5,5	125,0	49,2	999,0	
17	19	257	34	0	96	5	30	0,1	0,2	0,3	21,6	257,6	96,1	1,5	-21,0	-4,6	80,9	39,1	998,3	
17	20	230	55	15	99	5	20	0,1	0,2	0,3	21,5	230,9	99,1	1,5	-16,7	-13,5	85,3	30,2	997,1	
16	16A	75	53	20	100	48	54	1,4	1,5	1,7	25,1	75,9	100,8	1,5	24,3	6,1	135,6	108,8	997,0	
16	21	344	54	8	93	18	10	0,1	0,2	0,3	22,3	344,9	93,3	1,5	-5,8	21,6	105,5	124,3	1001,9	

Est.	P.O.	Azimut			Cenit			Hi	Hm	Hs	D. H.	Azimut	Cenit	H I	Xp	Yp	Xt	Yt	Cota
		Grad.	Min.	Seg.	Grad.	Min.	Seg.												
21	21A	75	41	46	105	38	0	0,4	0,5	0,5	10,8	75,7	105,6	1,6	10,4	2,7	115,9	126,9	999,9
21	22	343	20	3	93	46	45	0,3	0,4	0,5	23,7	343,3	93,8	1,6	-6,8	22,7	98,7	147,0	1001,5
22	22A	345	14	28	94	11	12	0,1	0,2	0,3	21,9	345,2	94,2	1,6	-5,6	21,2	93,1	168,1	1001,3
22	23	72	33	39	109	2	5	0,2	0,4	0,6	35,6	72,6	109,0	1,6	33,9	10,7	132,6	157,6	989,7
23	24	71	42	9	98	54	92	0,3	0,4	0,5	21,5	71,7	98,9	1,5	20,4	6,7	153,0	164,4	987,5
24	24A	332	4	33	94	3	55	0,1	0,2	0,3	16,3	332,1	94,1	1,5	-7,6	14,4	145,4	178,8	987,6
24	25	147	37	30	95	25	30	0,1	0,2	0,3	21,2	147,6	95,4	1,5	11,4	-17,9	164,4	146,5	986,7
25	25A	243	56	20	87	6	36	0,1	0,2	0,3	19,9	243,9	87,1	1,5	-17,9	-8,8	146,4	137,7	989,0
25	26	136	47	24	93	14	36	0,1	0,3	0,5	34,9	136,8	93,2	1,5	23,9	-25,4	188,2	121,0	986,0
26	26A	254	31	56	84	25	50	0,2	0,3	0,5	28,3	254,5	84,4	1,5	-27,3	-7,6	160,9	113,5	989,9
26	27	147	57	51	95	41	3	0,1	0,2	0,3	18,8	148,0	95,7	1,5	10,0	-15,9	198,2	105,1	985,4
27	27A	240	50	15	84	17	45	0,1	0,2	0,3	16,6	240,8	84,3	1,5	-14,5	-8,1	183,7	97,0	988,4
27	27B	242	39	20	78	37	20	0,3	0,5	0,8	44,2	242,7	78,6	1,5	-39,3	-20,3	159,0	84,8	995,5
27	28	148	59	56	93	48	6	0,1	0,2	0,4	26,9	149,0	93,8	1,5	13,8	-23,0	212,1	82,0	984,9

8.9 Estudio de Impacto Ambiental

Término que define el efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente.

Los efectos pueden ser positivos o negativos y se pueden clasificar en: efectos sociales, efectos económicos, efectos tecnológico-culturales y efectos ecológicos.

Evaluación rápida

- a) Nombre de la comunidad: Barrio 19 de Septiembre.
- b) Municipio: Chiquimulilla
- c) Departamento: Santa Rosa

Tipo de proyecto

Sistema de alcantarillado sanitario

Consideraciones sobre áreas protegidas

Las áreas que se encuentra incluidas dentro del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP).

- a. ¿Se ubica el proyecto dentro de un área protegida legalmente establecida? No
- b. Nombre del área protegida: No aplica.
- c. Categoría de manejo del área protegida: No aplica.
- d. Base legal de la declaratoria del área protegida: No aplica.
- e. Ente administrador del área protegida: No aplica.
- f. Ubicación del proyecto dentro de la zonificación del área protegida: No se encuentra dentro de zonas protegidas.
- g. Por la ubicación del proyecto dentro de áreas del SIGAP: El proyecto no requiere un estudio de impacto ambiental.

Consideraciones sobre ecosistemas naturales

- a. ¿Cruza el proyecto un ecosistema terrestre natural? No

b. ¿Estado actual del ecosistema? No aplica.

Otras consideraciones

Cruza el proyecto alguna de las siguientes zonas:

- a. Zona de alto valor escénico: no
- b. Área turística: No
- c. Sitio ceremonial: No
- d. Sitio arqueológico: No
- e. Área de protección agrícola: No
- f. Área de asentamiento humano: no
- g. Área de producción forestal: No
- h. Área de producción pecuaria: No

Impactos ambientales negativos identificados durante la construcción

Se determina que durante la ejecución del proyecto, se presentarán los siguientes impactos ambientales negativos:

Tabla XIX. Impactos ambientales negativos generados durante la Ejecución de Proyecto Sistema y Ampliación de Drenaje.

Impacto ambiental previsto	El presente impacto ambiental negativo requiere de medidas de mitigación específicas que deberán ser implementadas por:		
Actividad	Ejecutor	Comunidad	Municipalidad
Deslaves de material	X		
Erosión de cortes	X		
Disposiciones inadecuadas de materiales de desperdicio	X		
Alteración del drenaje superficial	X		
Contaminación de cuerpos de agua por causa de los insumos utilizados durante la construcción	X		
Contaminación del aire por polvo generado en construcción	X		
Alteración del paisaje como consecuencia de los cortes		X	
Riesgos para la salud de los trabajadores	X		
Generación de desechos sólidos derivados de las actividades de los trabajadores de la obra	X		X

Impactos ambientales negativos identificados durante la operación

Se determina que durante la operación y mantenimiento de proyecto se generarán los siguientes impactos ambientales negativos:

Tabla XX. Impactos ambientales negativos generados durante la operación del proyecto Diseño y Ampliación del Sistema de Drenaje.

Impacto ambiental previsto	El presente impacto ambiental negativo requiere de medidas de mitigación específicas que deberán ser implementadas por:		
Actividad	Comité Mantenimiento	Comunidad	Municipalidad
Erosión de cortes			
Accidentes de tránsito	X	X	X
Accidentes a peatones	X		x
Reasentamiento involuntario			X

8.10 Diseño de fosa séptica

Dado que los las coyunturas geológicas, geográficas e hidrológicas del área donde se puede construir una fosa séptica no llena los requisitos mínimos ambientales que satisfaga los parámetros de protección al medio ambiente y social de las personas; porque una estructura como esta debe de estar a una distancia mínima de diez metros de edificaciones, lo cual no cumple.

Este tipo de estructuras necesita de un lugar donde desfogue el agua servida, en este caso tendría que complementarse con un pozo de absorción, el cual tiene que estar como mínimo a treinta metros de distancia de una fuente de agua si esta existiera. En este caso el lugar limita con el río Urayala y no existen estos parámetros para que pueda construirse.

Tanto el nivel freático del agua como el tipo de suelo que existe en el lugar no llenan los requisitos mínimos, dado que el nivel freático se encuentra a un máximo de tres metros de profundidad, y el suelo no es arenoso, con capacidad de absorción, como ejemplo un tipo pómez.

Se tiene un parámetro, que: Todo pozo de absorción debe de estar como mínimo a tres pies por encima del nivel freático, para evitar contaminación.

Estas razones son más que suficientes para decir que, la construcción de una fosa séptica no es viable en esta área, por motivos de contaminación ambiental como de higiene metal.

Con lo expuesto anteriormente se propone el emplear una planta paquete de tratamiento, como las que tiene la empresa AMANCO, para el tratamiento del agua residual, la cual llena los requerimientos mínimos en el medio ambiente; con ello se estará usando métodos modernos en el tratado de aguas negras, sin contaminar el manto freático y un mejor medio ambiente exterior. Una mejor propuesta puede ser efectuada por un ingeniero sanitaria.

8.9 Evaluación socio- económica

En el capítulo 6, se hace una breve descripción sobre el Barrio 19 de Septiembre. Por razones de diseño y según información de INFOM se tomo una media de densidad de vivienda de 6 habitantes por casa, ya que los días que se realizo el levantamiento topográfico y la encuesta, muchos de los habitantes del lugar no se encontraban en sus viviendas por tal motivo el recuento y la media difiere un poco con la que se tomo, siendo estas 4.7 habitantes por casa y un recuento de entrevistados de 780 personas y una media de 4.7 habitantes por vivienda.

8.9.1 Economía

Los sueldos en su mayoría provienen de trabajo por producción agrícola, devengan de Q1, 200.00 a Q1, 450.00 la clase que posee un trabajo estable en fincas de los alrededores.

Otro sector productivo es el que emigra a trabajar a la ciudad capital, siendo empleados como guardaespaldas, policías privados, policías Nacionales, destacados en diferentes partes del país, maestros y peritos contadores. Este sector es el que devenga los sueldos más altos según las encuestas realizadas en el lugar; ya que oscilan entre Q1,500 a Q4,200.00. En este sector se encuentran maestros jubilados y que trabajan en escuelas privadas del lugar como personas que tienen pequeños porciones de terreno, y que obtienen producción una o dos veces por año, juntamente con otros trabajos.

El sector femenino, se dedica principalmente a tareas domesticas, solamente cuando es madre soletera, viuda o que es conyugue se encuentre temporalmente en los Estados Unidos.

8.9.2 Vivienda

La vivienda se caracteriza por ser de tipo pobre, en su mayoría, en algunos casos se puede catalogar la vivienda como extrema pobreza, pues presentan viviendas, construidas con lamina y cartón. La mayoría de vivienda esta construida de adobe o block de pómez y respectivo techo de lámina.

La mayoría de viviendas son propiedad de los entrevistados, pero en la encuesta realizada se encontraron ocho viviendas de alquiler; y otras que no se encontró habitantes en ellas. Las viviendas cuentan con servicios de luz eléctrica y agua potable, algunas pocas con servicio telefónico y otro número significativo con cable de televisión.

8.10. Salud, educación y comercio,

El área no presenta gran cantidad de negocios, solo se encuentran cuatro tiendas ya establecidas y seis tortillerías. El sector de la educación es representado por una escuela primaria. En el sector de la salud no se encuentran centros de salud en el lugar, ni una farmacia estatal o privada. De ello se presenta lo siguiente.

Viviendas	166	
Recuento de personas	780	
Personas encuestadas	195	saben leer y escribir
Personas adultas	156	no saben leer y escribir
Niños y adolescentes	298	edades de 1 a 16 años

Adultos tercera edad	92	edades 45 a 70 años
Viviendas en posición de alquiler	7	
Tiendas pequeñas	4	
Tortillerías	6	
Escuelas	1	Primaria

Oficios y profesiones a nivel diversificado

Agricultor

Ayudante de bus urbano

Chofer de mototaxi, camión, bus, ruletero o taxi.

Guardaespaldas

Maestro nivel primaria

Perito contador

Policía Nacional y privado.

Calidad de vivienda: pobre general.

Servicios: luz eléctrica y agua potable.

Estado general del área

Calles y callejones mal estado, tercería

Sistema de drenaje no existe general.

Nota:

- El desarrollo de este tipo de proyectos, le dará una plusvalía al lugar, además de ello es un bienestar para la mayoría tanto psicológico como ambiental, ya que tiene un enfoque social.

- Una mejor información la puede realizar un experto en la materia como un sociólogo, el cual enfocara posibles soluciones para encausar a la población a definir un objetivo común, como a crear estrategias para fuentes de trabajo y superación; no solo en esta área si no a nivel municipal.

8.11 Presupuesto

Presupuesto sistema de drenaje barrio 19 de septiembre

Longitud: 1405.34 m

Tabla XXV. Cálculo de presupuesto

1 de 4

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	COSTO TOTAL	COSTO/
						REGLON
PRELIMINARES	1405,34	ml				Q14,44
Equipo de topografía	Día	2	Q250,00	Q500,00		
Cadenero	Día	2	Q80,00	Q160,00		
Topógrafo	Día	2	Q160,00	Q320,00		
Ayudantes (3pers.Q40.00c/u)	Día	3	Q120,00	Q360,00		
Calculo y diseño	Global	1	Q5.000,00	Q5.000,00		
Planos y especificaciones	Global	1	Q5.000,00	Q5.000,00		
Limpieza general	m2	3834,21	Q1,50	Q5.751,32		
Trazo y estaqueado C/estaca	MI	1278,07	Q2,50	Q3.195,18		
Costo total				Q20.286,49	Q20.286,49	
EXCAVACIÓN	Volumen	1340,3	m3			Q29,12
Ayudante (15 per. Q40,00)	Día	30	Q600,00	Q18.000,00		
Albañil (5 personas)	Día	30	Q250,00	Q7.500,00		
Cargador frontal/ escavadora	Hora	16	Q472,00	Q7.552,00		
Camión de volteo	Hora	16	Q200,00	Q3.200,00		
Díesel	Día	2	Q900,00	Q1.800,00		
Operadores (2 per. @144c/u)	Día	2	Q288,00	Q576,00		
Herramienta	Global	1	Q400,00	Q400,00		
Costo total				Q39.028,00	Q39.028,00	

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	COSTO TOTAL	COSTO/
						REGION
Red de drenaje	1405,34	ml				
Domiciliares 166 viviendas 6m. c/u	996	ml				
Total	2401,34					
MATERIALES						
P.V.C.4"	MI	966	Q35,00	Q33.810,00		
P.V.C. 6"	MI	1422,6	Q70,00	Q99.582,00		
P.V.C. 10"	MI	123,3	Q160,00	Q19.728,00		
Candelas domiciliars	Unidad	103	Q125,00	Q12.875,00		
Empaques	Unidad	522	Q13,85	Q7.229,70		
T 90 grados 6"	Unidad	10	Q295,06	Q2.950,60		
Yee dobles	Unidad	156	Q317,62	Q49.548,72		
Pegamento	GAL	3	Q443,81	Q1.331,43		
Bodega	Global	1	Q2.000,00	Q2.000,00		
Herramienta	Global	1	Q2.000,00	Q2.000,00		
Cemento	Saco	12	Q45,00	Q540,00		
Arena	m3	2	Q80,00	Q160,00		
Clavo	lb.	20	Q3,10	Q62,00		
Madera	Pt	600	Q2,50	Q1.500,00		
Piedrín	m3	2	Q160,00	Q320,00		
Subtotal				Q233.637,45		
MANO DE OBRA						
P.V.C.4", instalación	MI	966	Q3,80	Q3.670,80		
P.V.C. 6", instalación	MI	1422,6	Q7,20	Q10.242,72		
P.V.C. 10", instalación	MI	123,3	Q9,80	Q1.208,34		
Colocado de candelas	Unidad	103	Q40,00	Q4.120,00		
Relleno mojado a mano por capas	m3	1075	Q20,00	Q21.500,00		
Herramienta	Global	1	Q400,00	Q400,00		
Subtotal				Q41.141,86		
Costo total				Q274.779,31	Q274.779,31	

3 de 4

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	COSTO TOTAL	COSTO/ REGION
POZOS DE VISITA	43 U	1310	M3	Q74,00	ML	Q1.753,07
Mano de Obra						
Excavación	m3	1310	Q30,00	Q39.300,00		
Andamio	MI	74	Q4,00	Q296,00		
Levantado de ladrillo	m2	296	Q50,00	Q14.800,00		
Acabado	m2	296	Q10,00	Q2.960,00		
Relleno	m3	60	Q20,00	Q1.200,00		
Subtotal				Q58.556,00		
Materiales						
Cemento	Saco	90	Q45,00	Q4.050,00		
Arena amarilla cernida 3/16	m3	14	Q80,00	Q1.120,00		
Cal	Saco	85	Q20,00	Q1.700,00		
Ladrillo	Unidad	33152	Q1,60	Q53.043,20		
Hierro No.2	Varilla	46	Q9,00	Q414,00		
Hierro No.3	Varilla	110	Q21,00	Q2.310,00		
Hierro No.4	Varilla	195	Q36,00	Q7.020,00		
Hierro No.5	Varilla	70	Q56,50	Q3.955,00		
Madera	Pt	200	Q2,50	Q500,00		
Clavo	Pt	20	Q3,50	Q70,00		
Arena de río	m3	10	Q80,00	Q800,00		
Herramienta	Global	1	Q400,00	Q400,00		
Subtotal				Q75.382,20	Q133.938,20	
Bodega	Global	1	Q3.500,00	Q3.500,00	Q3.500,00	
Costo neto del sistema					471532,00	335,52

4 de 4

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	COSTO TOTAL	COSTO/ REGION

PLANTA DE TRATAMIENTO						
Equipo, instalación y supervisión	Global	1	Q100.000,00	Q100.000,00		
Obra civil	Global	1	Q90.000,00	Q90.000,00		
Subtotal				Q190.000,00	Q190.000,00	
Costo total neto del proyecto						
					Q661.532,00	
Costo total neto por	ML					Q275,48
Imprevistos 20%						
					Q132.306,40	
Cuota patronal y laboral 12,6%						
					Q18.353,20	
Prestaciones laborales 20%						
					Q29.132,07	
Costos Administrativos 20%						
					Q132.306,40	
Supervisión 7%						
					Q46307.24	
Total del proyecto en	(Q)				Q1.019,936.91	
Total del proyecto en						
	(\$)				\$134,202.78	

Tabla XXVI. Cronograma de ejecución e inversión

Cronograma de ejecución para drenaje			Mes 1				Mes 2				Mes 3			
Línea de drenaje	1405,34	MI	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Línea domiciliar	996	MI												
total	2401,34													
	% de Inversión													
Preliminares	7.85	80020.64												
Excavación	9.68	98762.15												
Instalación y relleno	32.80	334,513.46												
Pozos de visita	18.99	193,672.35												
Bodega	6.20	63,234.15												
Planta de tratamiento	24.49	249,734.15												
Total	100%	Q1.019,936.91												
Costo por ml		Q725.76												

CONCLUSIONES

1. El costo del proyecto de pavimentación de 2791.15 metros lineales de pavimento flexible es de Q2,523,877.06, costo neto, dado que en muchas ocasiones varían los costos administrativos u otro costo. Si se incluyen costos por supervisión, administrativos, prestaciones laborales, cuota laboral y patronal e imprevistos asciende a Q4,280,495.49 o su equivalente en \$ 563,223.09; tomando una tasa de Q7.60 por dólar.
2. En lo referente al sistema de alcantarilla, de 1,405.34 metros lineales, el costo neto es de Q661.532 quetzales, en el cual se incluye el costo de una planta de tratamiento tipo paquete de Q190000. Incluyendo costos por supervisión, administrativos, prestaciones laborales, cuota laboral y patronal e imprevistos asciende a Q1,019,936.91 o su equivalente en \$ 134,202.23; tomando una tasa de Q7.60 por dólar.
3. El costo por metro lineal en lo que respecta al sistema de drenaje es de Q725.76 o su equivalente en dólares \$95.49, tomando un cambio de Q7.60 por dólar.
4. El costo por metro lineal en lo que respecta al tramo carretero es de Q1,576.52 o su equivalente en dólares \$207.44, tomando un cambio de Q7.60 por dólar. Con ello se concluye que el precio obtenido está en los rangos mínimos y máximos de Q800.00 y Q2,200.00 por metro lineal.
5. Con lo referente al proyecto de drenaje, el costo por metro lineal en el mercado de la construcción esta en un mínimo de Q220.00 y un máximo de Q580.00; por lo tanto, el precio calculado para este proyecto es aceptable.

6. Tanto el proyecto carretero como el sistema de drenaje no generan ningún impacto negativo de consideración que afecte al medio ambiente, durante la ejecución como al momento de operación de los mismos. Por el contrario estos proyectos son de gran necesidad para el desarrollo regional como nacional, pues tienen un enfoque social.
7. Ambos proyectos cumplen con los parámetros mínimos para su construcción, ya que se ha realizado los análisis respectivos y se ha propuesto soluciones técnicas y económicas que llenan los requisitos en períodos de diseño actual, futuro, pudiendo ser estos costeados por ente gubernamental.
8. Es importante tomar en cuenta que, el rendimiento en la mano de obra es variada y los cálculos en costos puede variar en el costo final del proyecto.
9. Los proyectos no son viables y recomendables ejecutarlos, económicamente; porque no producen ningún tipo de ganancia o ingreso económico, pero socialmente si; porque se mejora la infraestructura vial y se controla el agua residual, dando como resultado un mejor medio ambiente.
10. Ambos proyectos son necesarios. No existe sistema de drenaje pero sí agua apta para consumo humano, por lo tanto es un proyecto complementario, y socialmente necesario. El tramo carretero es de necesario para mejorar el acceso ya que los residentes necesitan comprar víveres como también sacar lo que ellos producen.
11. El tramo carretero no cumple con muchas especificaciones de diseño geométrico con velocidad de 20 Km/h. para una carretera rural, porque existen viviendas en ambos lados de la carretera y no se cuenta con el derecho de vía mínimo de 25 metros por lado; por lo tanto es área urbana.

RECOMENDACIONES

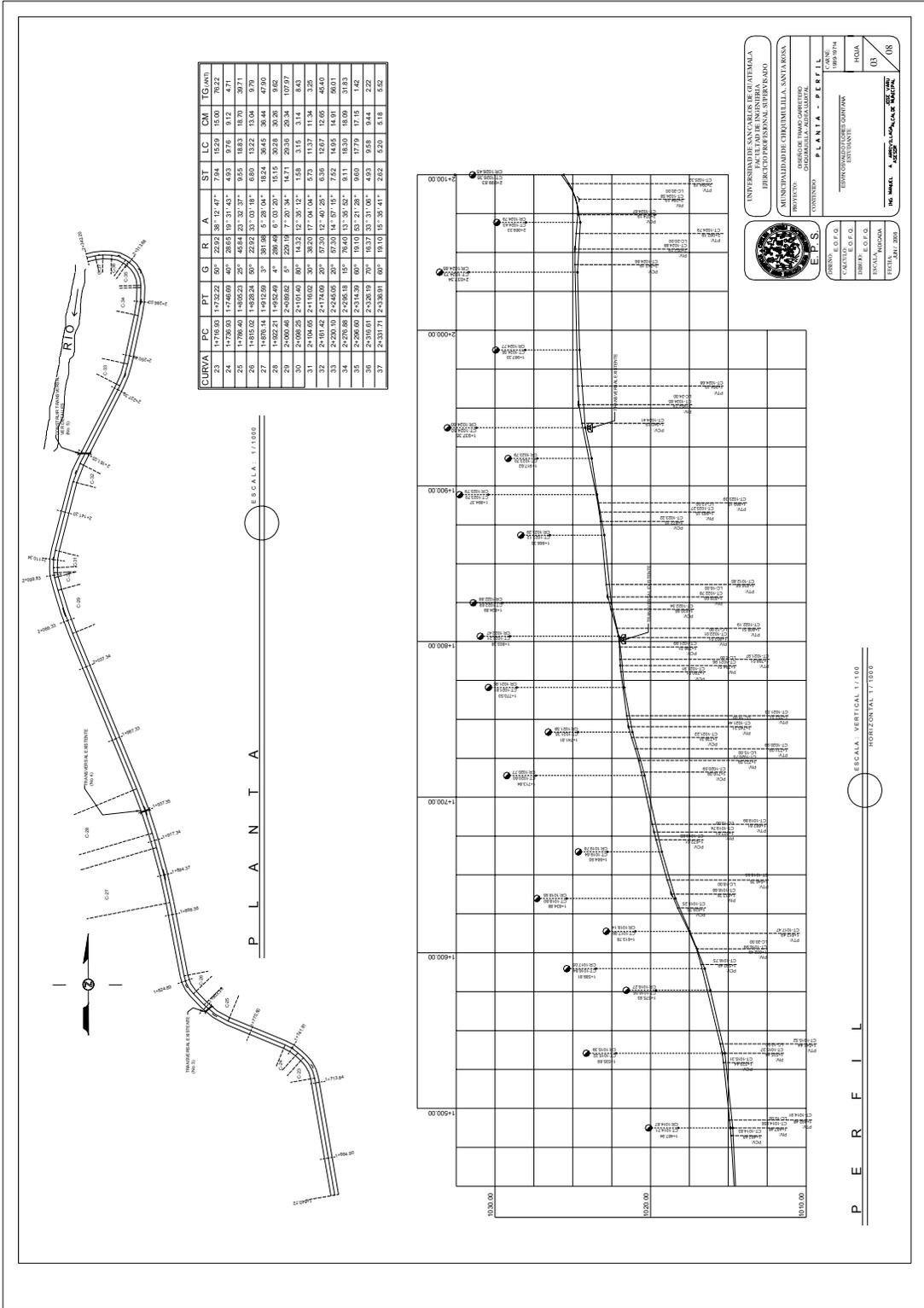
1. Que todo ente encargado de un proyecto realice inspecciones de supervisión y mantenimiento, antes de ejecutarlo como después de su ejecución; para que los respectivos proyectos cumplan con el período de diseño elegido en óptimas condiciones.
2. Que el ejecutor de los proyectos, implemente medidas de mitigación para evitar problemas como enfermedades respiratorias u accidentes que se puedan provocar a causa de su ejecución.
3. Tanto en el sistema de drenaje como el tramo carretero, se implemente el riego de agua, para no causar enfermedades respiratorias a causa del polvo provocado por la excavación o colocación de material.
4. Se recomienda realizar limpieza en los pozos de visita en un lapso de seis meses, antes y después de tiempo de lluvia, ya que esto puede causar obstrucciones en la tubería, causando un daño de mayor envergadura.
5. Se debe realizar un chapeo de maleza en los perímetros de la carretera, como también limpieza de cunetas y drenajes tipo cabezales u otro tipo, con ello evitar exceso de humedad o acumulación de agua pluvial, lo cual deteriorara la carpeta asfáltica.
6. Se implemente el uso de planta de tratamiento de aguas servidas, no solo es este proyecto si no también en otros de la misma índole.
7. En la excavación del proyecto de drenaje se implemente un refuerzo de estaqueado con madera, para prevenir derrumbes en lugares donde exista un suelo muy suelto, y con ello garantizar la seguridad de los trabajadores como de peatones que circulan por el lugar.

8. Previo a la ejecución de ambos proyectos, se le informe al vecino de los trabajos a realizarse, lo cual ayudará a la prevención de accidentes.
9. Se implemente el control de calidad en el uso y compra de materiales; como también en la contratación de mano de obra.

BIBLIOGRAFÍA

1. American Association of State Highways and Transportation Officials (AASHTO). Standard Specifications for highways and bridges, 16^a edición, Estados Unidos 1,996.
2. Cabrera Seis, Jadenon Vinicio. Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones 1. Tesis Ing. Civil: Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1,994. 178 pp.
3. Canahui Portillo, Jepsse Marcelino. Proyecto carretero de Beleju, comunidad del municipio de Chicaman del departamento de el Quiche. Tesis de Ing, Civil, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Agosto de 1997.
4. Crespo Villalaz, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. 4^a edición, México: Editorial Limusa, 1,999. 640 pp.
5. Ediciones Sur No. 27, año II. Monografía del Departamento de Santa Rosa. Diciembre 1986.
6. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004.
7. Montufar Noriega, Sergio David. Diseño de la Ampliación de Alcantarillado sanitario en la cabecera municipal de Chinique, puente peatonal y ampliación del sistema de agua potable para el caserío Cacabal, municipio de Chinique, El Quiche. Trabajo de graduación Ing. Civil.
8. Pivaral Pineda, Eduardo. Monografía de Chiquimulilla
9. Segeplan, 2003. Estrategias para la reducción de la pobreza. Municipio de Chiquimulilla,.
10. Streeter, Víctor L.; Mecánica de Fluidos. 4ta. Edición. México: Editorial McGraw Hill.1975. 747 pp.
11. Vásquez, Luís Alberto. Diseño de la Red de Alcantarillado para el asentamiento Monja Blanca del municipio de Villa Canales, departamento de Guatemala. Trabajo de graduación Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004.

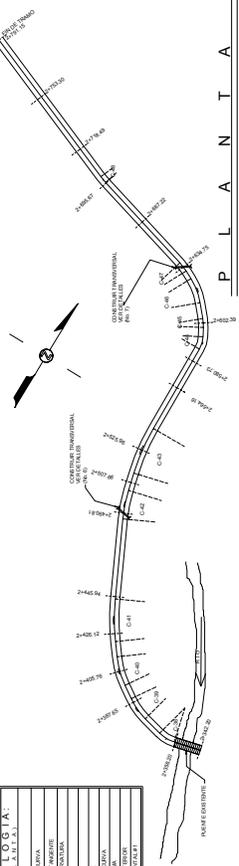
ANEXOS



CURVA	PC	PT	G	R	A	ST	LC	CM	TG (M/N)		
23	1+716.58	1+732.22	30°	22.52	38	12	47	7.94	15.29	5.00	78.22
24	1+735.05	1+746.09	40°	26.05	19	31	45	4.93	9.76	5.12	4.71
25	1+766.40	1+800.25	25°	45.84	23	38	37	9.55	18.83	18.70	30.71
26	1+835.02	1+825.03	30°	22.92	33	03	15	6.93	12.22	5.04	9.70
27	1+855.02	1+855.02	40°	26.05	19	31	45	4.93	9.76	5.12	4.71
28	1+822.21	1+822.21	4°	26.46	6	03	20	10.15	20.28	20.28	16.62
29	2+000.46	2+000.52	5°	220.16	7	20	34	14.71	29.35	29.34	107.97
30	2+008.25	2+101.60	80°	14.32	12	35	12	1.58	3.15	3.14	6.43
31	2+104.05	2+110.62	30°	38.20	17	04	04	5.73	11.37	11.34	3.25
32	2+101.42	2+114.00	20°	57.30	12	40	25	6.98	12.97	12.65	45.40
33	2+258.10	2+252.00	20°	57.30	14	29	15	7.25	14.50	14.50	30.71
34	2+258.10	2+252.00	20°	57.30	14	29	15	7.25	14.50	14.50	30.71
35	2+296.40	2+314.52	80°	10.10	10	31	26	6.60	12.79	12.15	14.2
36	2+316.61	2+328.19	70°	10.37	33	31	06	4.03	8.58	8.44	2.22
37	2+331.71	2+338.91	80°	19.10	15	35	41	2.62	5.20	5.18	5.52

INSTITUCIÓN: **INSTITUTO VECINAL DE SANTA ROSA**
 MUNICIPIO: **SANTA ROSA**
 CANTÓN: **SANTA ROSA**
 PARROQUIA: **SANTA ROSA**
 PROYECTO: **PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL CARRERÓN DE LA COMUNIDAD DE SANTA ROSA**
 UBICACIÓN: **PARROQUIA DE SANTA ROSA**
 ESCALA: **1:100**
 FECHA: **2011**

CURVA	PC	PT	G	R	A	ST	LC	CM	TS (M)
36	2+392.32	2+408.97	3.37	15.25	11.17	8.02	15.25	15.18	394.1
37	2+408.97	2+425.62	3.37	15.25	11.17	8.02	15.25	15.18	394.1
38	2+425.62	2+442.27	3.37	15.25	11.17	8.02	15.25	15.18	394.1
39	2+442.27	2+458.92	3.37	15.25	11.17	8.02	15.25	15.18	394.1
40	2+458.92	2+475.57	3.37	15.25	11.17	8.02	15.25	15.18	394.1
41	2+475.57	2+492.22	3.37	15.25	11.17	8.02	15.25	15.18	394.1
42	2+492.22	2+508.87	3.37	15.25	11.17	8.02	15.25	15.18	394.1
43	2+508.87	2+525.52	3.37	15.25	11.17	8.02	15.25	15.18	394.1
44	2+525.52	2+542.17	3.37	15.25	11.17	8.02	15.25	15.18	394.1
45	2+542.17	2+558.82	3.37	15.25	11.17	8.02	15.25	15.18	394.1
46	2+558.82	2+575.47	3.37	15.25	11.17	8.02	15.25	15.18	394.1
47	2+575.47	2+592.12	3.37	15.25	11.17	8.02	15.25	15.18	394.1
48	2+592.12	2+608.77	3.37	15.25	11.17	8.02	15.25	15.18	394.1

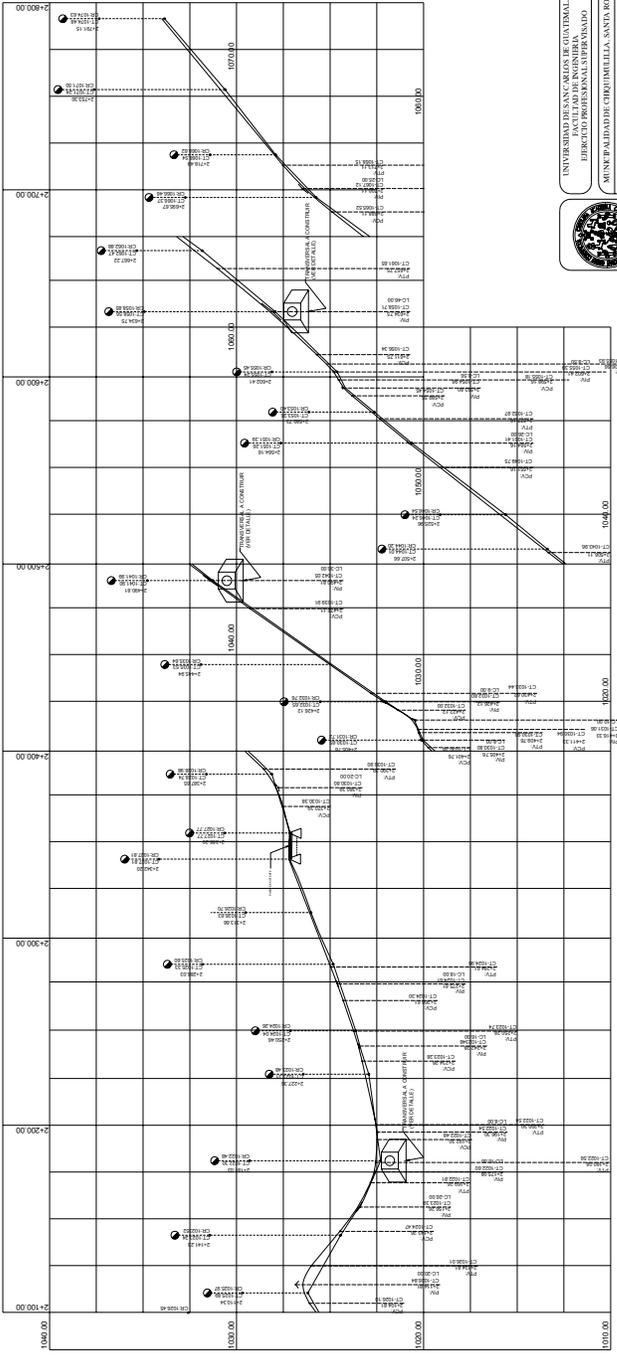


P L A N T A

ESCALA: 1/1000

SIMBOLOGIA:
(E.F.P.A.S.)

PC	PIVOT DE CURVA
PT	PIVOT DE PIVOT
ST	PIVOT DE PIVOT
LC	PIVOT DE PIVOT
CM	PIVOT DE PIVOT
TS	PIVOT DE PIVOT
ST	PIVOT DE PIVOT
LC	PIVOT DE PIVOT
CM	PIVOT DE PIVOT
TS	PIVOT DE PIVOT



SIMBOLOGIA:

PC	PIVOT DE CURVA
PT	PIVOT DE PIVOT
ST	PIVOT DE PIVOT
LC	PIVOT DE PIVOT
CM	PIVOT DE PIVOT
TS	PIVOT DE PIVOT

P E R F I L

ESCALA VERTICAL 1/100
HORIZONTAL 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DE TRAMO CARRETERO
MINI PAJAMAR DE CIRCUMELILLA, SANTA ROSA

CONTENIDO: **P L A N T A - P E R F I L**

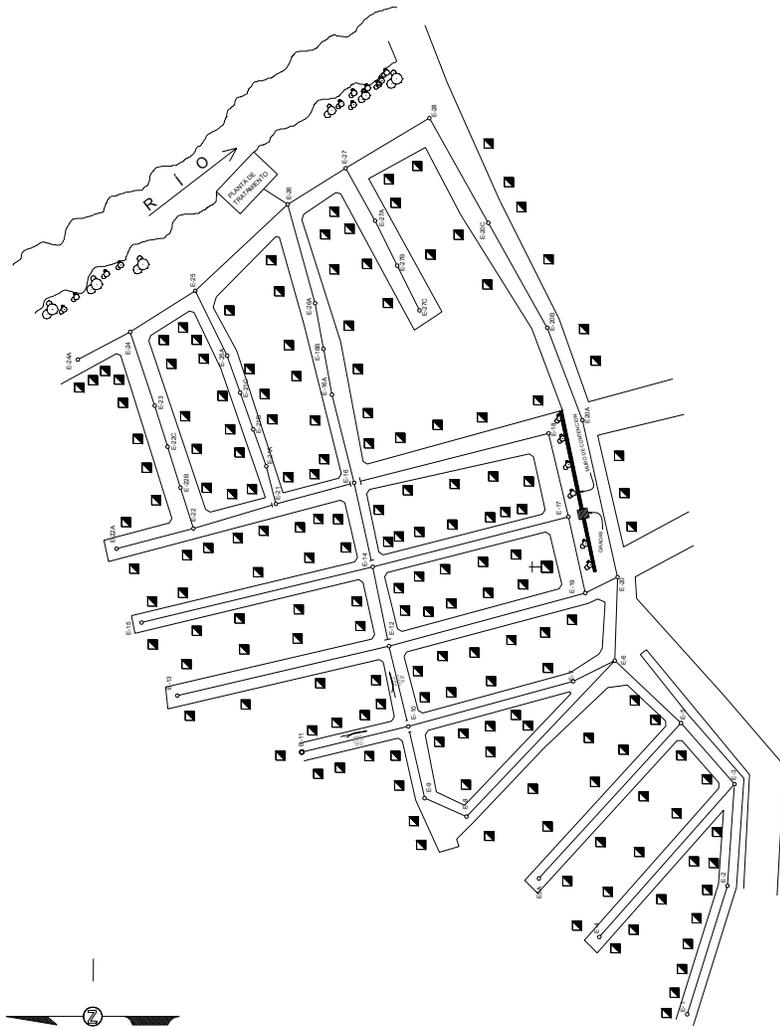
FECHA: 10/06/2014

ESCALA: 1/1000

FECHA: 10/06/2014

ING. MARCELO A. GONZALEZ GONZALEZ

04



LIBRETA TOPOGRÁFICA			
EST.	P.O.	AZ.	Dh.
1	2	301.7	2.5
2	3	301.7	2.5
3	4	311.7	2.5
4	5	311.7	2.5
5	6	311.7	2.5
6	7	311.7	2.5
7	8	311.7	2.5
8	9	311.7	2.5
9	10	311.7	2.5
10	11	311.7	2.5
11	12	311.7	2.5
12	13	311.7	2.5
13	14	311.7	2.5
14	15	311.7	2.5
15	16	311.7	2.5
16	17	311.7	2.5
17	18	311.7	2.5
18	19	311.7	2.5
19	20	311.7	2.5
20	21	311.7	2.5
21	22	311.7	2.5
22	23	311.7	2.5
23	24	311.7	2.5
24	25	311.7	2.5
25	26	311.7	2.5
26	27	311.7	2.5
27	28	311.7	2.5
28	29	311.7	2.5
29	30	311.7	2.5
30	31	311.7	2.5
31	32	311.7	2.5
32	33	311.7	2.5
33	34	311.7	2.5
34	35	311.7	2.5
35	36	311.7	2.5
36	37	311.7	2.5
37	38	311.7	2.5
38	39	311.7	2.5
39	40	311.7	2.5
40	41	311.7	2.5
41	42	311.7	2.5
42	43	311.7	2.5
43	44	311.7	2.5
44	45	311.7	2.5
45	46	311.7	2.5
46	47	311.7	2.5
47	48	311.7	2.5
48	49	311.7	2.5
49	50	311.7	2.5
50	51	311.7	2.5
51	52	311.7	2.5
52	53	311.7	2.5
53	54	311.7	2.5
54	55	311.7	2.5
55	56	311.7	2.5
56	57	311.7	2.5
57	58	311.7	2.5
58	59	311.7	2.5
59	60	311.7	2.5
60	61	311.7	2.5
61	62	311.7	2.5
62	63	311.7	2.5
63	64	311.7	2.5
64	65	311.7	2.5
65	66	311.7	2.5
66	67	311.7	2.5
67	68	311.7	2.5
68	69	311.7	2.5
69	70	311.7	2.5
70	71	311.7	2.5
71	72	311.7	2.5
72	73	311.7	2.5
73	74	311.7	2.5
74	75	311.7	2.5
75	76	311.7	2.5
76	77	311.7	2.5
77	78	311.7	2.5
78	79	311.7	2.5
79	80	311.7	2.5
80	81	311.7	2.5
81	82	311.7	2.5
82	83	311.7	2.5
83	84	311.7	2.5
84	85	311.7	2.5
85	86	311.7	2.5
86	87	311.7	2.5
87	88	311.7	2.5
88	89	311.7	2.5
89	90	311.7	2.5
90	91	311.7	2.5
91	92	311.7	2.5
92	93	311.7	2.5
93	94	311.7	2.5
94	95	311.7	2.5
95	96	311.7	2.5
96	97	311.7	2.5
97	98	311.7	2.5
98	99	311.7	2.5
99	100	311.7	2.5

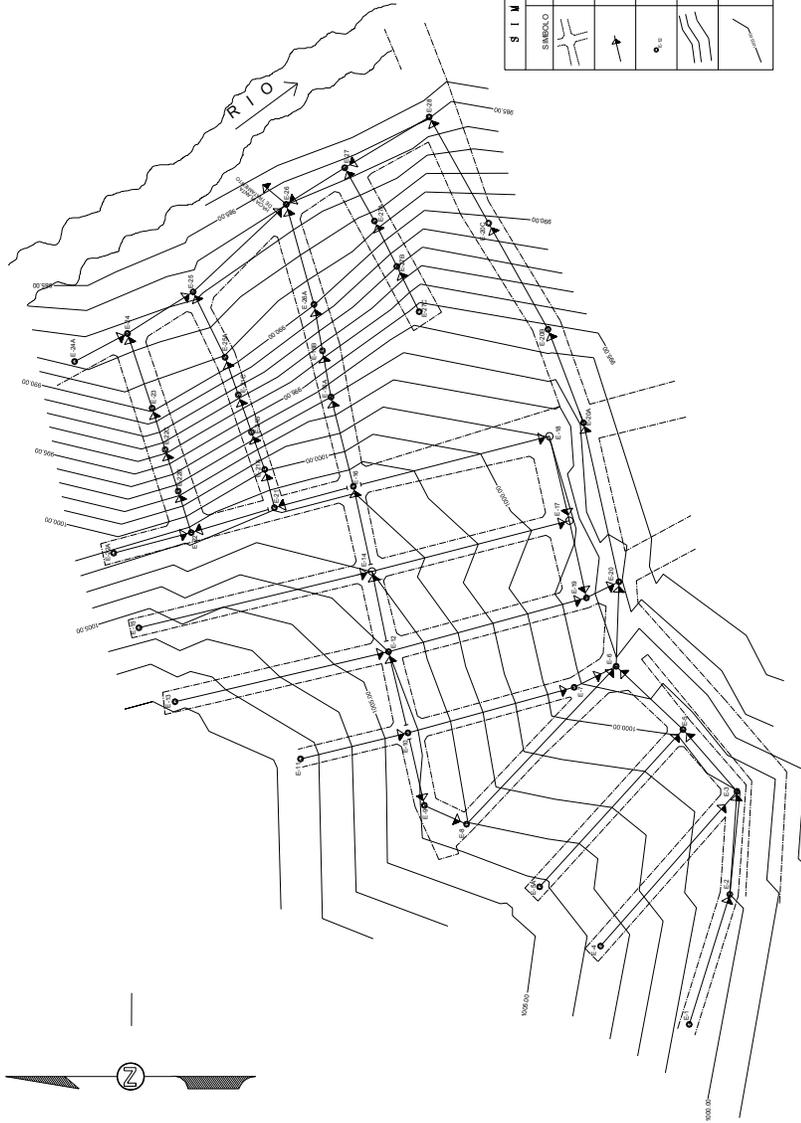
SIMBOLOGIA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
E-1	ESTACION 1
o	POZO
⊙	ANILLO
○	UBICACIONES SUBMAREÓGRAFIC
L	LOMITOS DE TIPO
⊥	OTRO
■	VARIAS



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE TEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DIPLOMADO PROFESIONAL SUPERIOR
MUNICIPALIDAD DE CIRIOQUILLA, SANTA ROSA
REVISTA DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
DEL TERCER SEMESTRE DEL 2018

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE TEMALA	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE TEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA	FACULTAD DE INGENIERÍA
DIPLOMADO PROFESIONAL SUPERIOR	DIPLOMADO PROFESIONAL SUPERIOR
MUNICIPALIDAD DE CIRIOQUILLA, SANTA ROSA	MUNICIPALIDAD DE CIRIOQUILLA, SANTA ROSA
REVISTA DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS	REVISTA DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
DEL TERCER SEMESTRE DEL 2018	DEL TERCER SEMESTRE DEL 2018
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE TEMALA	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE TEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA	FACULTAD DE INGENIERÍA
DIPLOMADO PROFESIONAL SUPERIOR	DIPLOMADO PROFESIONAL SUPERIOR
MUNICIPALIDAD DE CIRIOQUILLA, SANTA ROSA	MUNICIPALIDAD DE CIRIOQUILLA, SANTA ROSA
REVISTA DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS	REVISTA DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
DEL TERCER SEMESTRE DEL 2018	DEL TERCER SEMESTRE DEL 2018

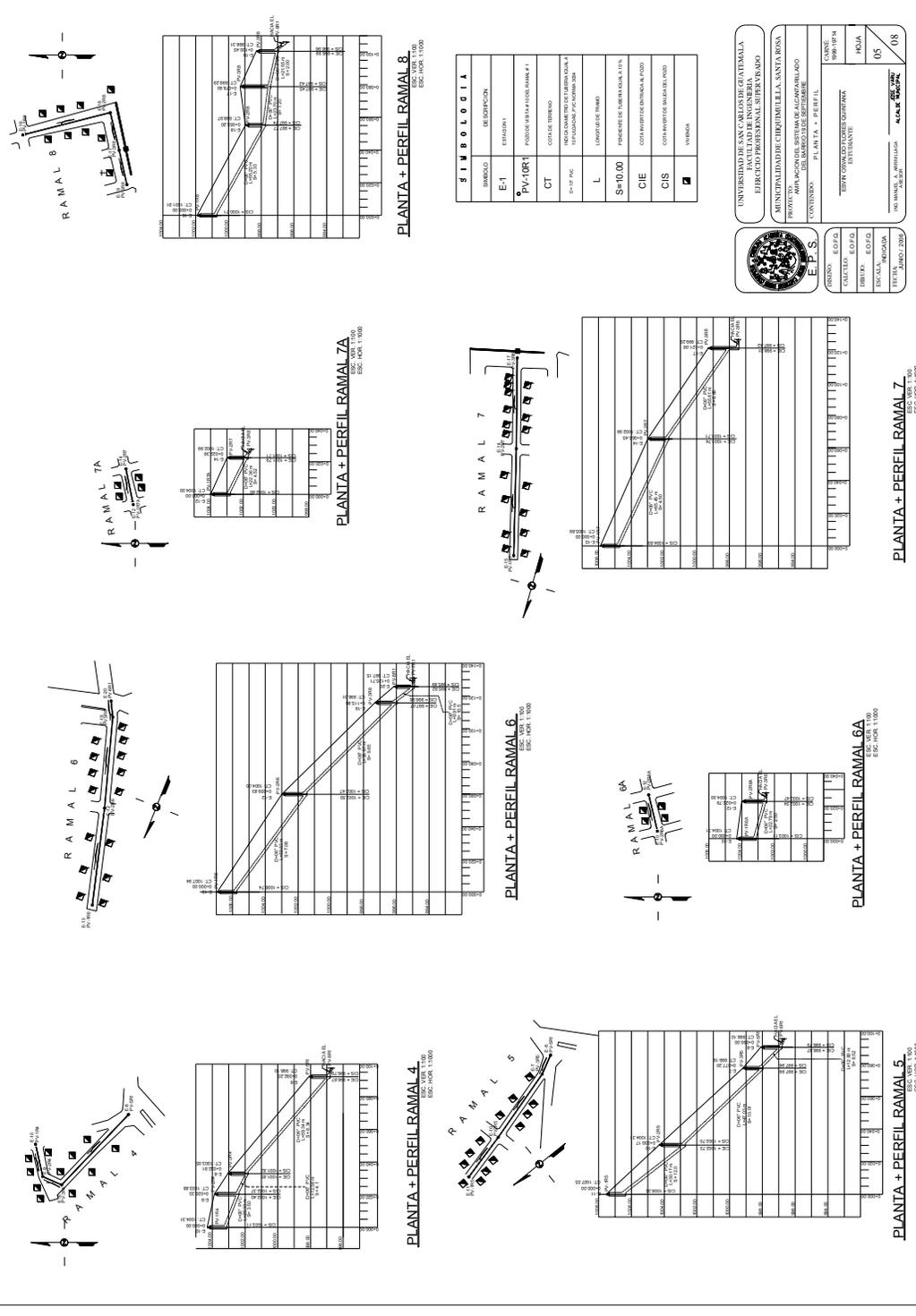
DENSIDAD DE VIVIENDAS (188 VIVIENDAS)
E S C A L A : 1:1500



	UNIVERSIDAD DE CALDAS DE CALI - SEMALIA
	EDIFICIO PROFESIONAL SUPERINDUSTRIAL
	AV. PALMADA DE CHIGOBALLA, SANTA ROSA
	PROYECTO: PASADIZO DEL SERVIDOR DE LA COMUNICACION
	CONTENIDO: PLANTA TOPOGRAFICA
RESNOR ELOFQ CAUTELLO ELOFQ BERRIO ELOFQ ESCALA: INDICADA TEXTEL JUNIO 2004	CALDERON 19931174 HOJA 02 08 TERCEROS DE CALI S.A.S. QUINQUEMIL 100 CALLE 10000000 BOGOTA

PLANTA TOPOGRAFICA

ESCALA: 1:500



SIMBOLÓGICA	
SÍMBOLO	DEFINICIÓN
E-1	ESCALERA
PV-10R1	PODOL PARA FIDELIDAD N° 1
CT	CORTE TRANSVERSO
S-10	SEÑALIZACION DE SEGURIDAD
L	LINEAS DE TUBERIA
S-10.00	SEÑALIZACION DE SEGURIDAD N° 10
CIE	CORTA INTERRUPCIÓN DE ENERGIA A FUSION
CIS	CORTA INTERRUPCIÓN DE SEGURIDAD
W	VENTANA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA

AMENIDAD DE CATEDRAL DE SANTA ROSA
TRAYECTORIA DE LA LINEA DE TRANSMISION
CON EL CABLEADO DE LA LINEA DE TRANSMISION

CONTENIDO: PLANTA + PERFIL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA

AMENIDAD DE CATEDRAL DE SANTA ROSA
TRAYECTORIA DE LA LINEA DE TRANSMISION
CON EL CABLEADO DE LA LINEA DE TRANSMISION

CONTENIDO: PLANTA + PERFIL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA

AMENIDAD DE CATEDRAL DE SANTA ROSA
TRAYECTORIA DE LA LINEA DE TRANSMISION
CON EL CABLEADO DE LA LINEA DE TRANSMISION

CONTENIDO: PLANTA + PERFIL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA

AMENIDAD DE CATEDRAL DE SANTA ROSA
TRAYECTORIA DE LA LINEA DE TRANSMISION
CON EL CABLEADO DE LA LINEA DE TRANSMISION

CONTENIDO: PLANTA + PERFIL

