



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

**ESTUDIO Y DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO
DEL TRAMO CARRETERO, QUE UNE LA ALDEA LAS
VICTORIAS Y FINCA CONCHAS, DEL MUNICIPIO DE VILLA
CANALES**

**JOEL ESTUARDO PALMA HERNÁNDEZ
ASESORADO POR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2003

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO Y DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL
TRAMO CARRETERO, QUE UNE LA ALDEA LAS VICTORIAS Y FINCA
CONCHAS, DEL MUNICIPIO DE VILLA CANALES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOEL ESTUARDO PALMA HERNÁNDEZ

ASESORADO POR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ

AL CONFERIRSE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2003

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II:	ing. Amahan Sánchez Álvarez
VOCAL III:	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV:	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V:	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO:	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR:	Ing. Julio Antonio Arreaga Solares
EXAMINADOR:	Ing. Nicolás De Jesús Guzmán Sáenz
EXAMINADOR:	ing. Edgar Fernando Aragón Guzmán
SECRETARIO:	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

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:

ESTUDIO Y DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL TRAMO CARRETERO, QUE UNE LA ALDEA LAS VICTORIAS Y FINCA CONCHAS, DEL MUNICIPIO DE VILLA CANALES

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 22 de agosto de 2003.

Joel Estuardo Palma Hernández

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. MONOGRAFÍA Y GENERALIDADES	1
1.1 Localización geográfica	1
1.1.1 Historia	1
1.1.2 Organización administrativa	2
1.1.3 Servicios públicos	2
1.1.4 Servicios básicos que no posee la comunidad	3
1.1.5 Población	3
1.1.6 Producción	4
1.1.7 Ingresos económicos adicionales	4
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	5
2.1 Evaluación de la situación actual	5
2.2 Proyecto por desarrollar	6
3. CONSIDERACIONES PRELIMINARES	7
3.1 Derechos de paso o derecho de vía	7
3.2 Recursos	9
3.2.1 Mano de obra	9
3.2.2 Equipo	9
3.2.3 Recursos económicos para el estudio	10
3.3 Criterios de diseño	10

3.4	Tipo de carpeta de rodadura	11
3.5	Reconocimiento previo al estudio de la línea preliminar	12
3.5.1	Reconocimiento terrestre	12
3.6	Consideraciones respecto de criterios utilizados para el diseño	13
4.	LOCALIZACIÓN DE LA LÍNEA PRELIMINAR	15
4.1	Planimetría	15
4.1.1	Metodología del levantamiento planimétrico	15
4.2	Altimetría	16
4.2.1	Metodología de la nivelación	17
4.2.2	Cálculo de cotas	17
4.2.3	Estudio preliminar de suelos y generalidades	18
5.	DISEÑO GEOMÉTRICO	21
5.1	Sección transversal de una carretera	21
5.2	Diseño de curvas horizontales	23
5.2.1	Ejemplo de cálculo	26
5.3	Diseño de la subrasante	27
5.3.1	Curvas verticales	28
5.3.2	Ejemplo de cálculo	30
5.4	Movimiento de tierras	30
5.4.1	Cálculo de área de las secciones transversales	31
5.4.2	Cálculo de los volúmenes de tierra	32
6.	RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN	35
6.1	Corte y relleno	35
6.2	Drenaje	36
6.2.1	Objetivo del drenaje	36
6.2.2	Importancia de la vida de la carretera	36
6.2.3	Drenaje longitudinal	37
6.2.3.1	Cunetas	37
6.2.3.2	Contracunetas	37

6.3	Bombeo de la superficie	38
6.4	Drenaje transversal	39
6.5	Cálculo del diámetro del tubo por usar	40
6.6	Carpeta de rodadura	42
7.	INTEGRACIÓN DE COSTOS	43
	CONCLUSIONES	57
	RECOMENDACIONES	58
	BIBLIOGRAFÍA	59
	APÉNDICES	61

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Grado de curvatura de una curva	25
2.	Elementos de curva horizontal simples	26
3.	Elementos de curva vertical	29
4.	Cálculo de volúmenes de tierra	33
5.	Detalle de drenaje transversal	40
6.	Detalle de cuneta	61
7.	Detalle de contracuneta	61
8.	Detalle de sección típica alineación recta	62
9.	Detalle de sección típica alineación curva	62
10.	Planos planta perfil	63
11.	Secciones transversales	72

TABLAS

I	Cálculo de cotas de nivelación	18
II	Valores de “k” según velocidad de diseño	29
III	Bombeos recomendable para cada tipo de camino vecinal	39
IV	Coeficientes de C que dependen del contorno del terreno	41
V	Requerimiento de maquinaria mínima por utilizar en la construcción	43
VI	Integración de precios unitarios excavación no clasificada	44
VII	Integración de precios unitarios excavación no clasificada de desperdicio	45
VIII	Integración de precios unitarios excavación de canales de entrada y salida de alcantarillas	46
IX	Integración de precios unitarios excavación estructural para alcantarillas	47
X	Integración de precios unitarios excavación estructural para cajas y cabezales	48
XI	Integración de precios unitarios capa de balasto	49
XII	Integración de precios unitarios acarreo de balasto	50
XIII	Integración de precios unitarios alcantarillas de metal corrugado de 36”	51
XIV	Integración de precios unitarios muros, cajas y cabezales para alcantarillas	52
XV	Integración de precios unitarios cunetas revestidas	53
XVI	Integración de precios unitarios rótulo	54
XVII	Presupuesto general	55

GLOSARIO

Acarreo	Es el transporte de materiales no clasificados, provenientes del corte y de préstamo, así como el transporte del material de desperdicio a cualquier distancia que exceda de 1 km menos la distancia de acarreo libre, en este caso, no se considera sobre-acarreo.
Alcantarillas de metal corrugado	Son conductos que se construyen debajo de la subrasante de una carretera u obras viales con el objeto de evacuar las aguas superficiales.
Área de influencia	Es el área donde se presentarán y/o tendrán influencia los impactos adversos o benéficos de un proyecto.
Balasto	Es el material selecto que se coloca sobre la subrasante terminada de una carretera, con el objeto de protegerla y que sirva de superficie de rodadura.
Banco de materiales	Lugar aprobado para la extracción de materiales de estructuras y capas del balasto.
Cajas y cabezales	Son las estructuras de concreto ciclópeo, colocadas en los extremos de las alcantarillas,

para encausar el agua y protección de la carretera.

Contracunetas

Son los canales que se construyen en uno o ambos lados de una carretera, paralelamente a ellas y fuera de los límites de construcción, con el objeto de drenar el agua de lluvia que cae sobre las áreas contiguas a dichos límites.

Corte

Es la excavación que se realiza en el terreno de conformidad al trazo de la carretera o camino; los cortes pueden efectuarse a media ladera.

Cuneta

Zanja lateral, generalmente paralela al eje de la carretera o del camino.

Excavación

Es la operación de extraer y remover cualquier clase de material dentro de los límites de construcción para incorporarlo al camino.

Excavación de canales

Es la construcción de conductos abiertos para la conducción de agua.

Excavación no clasificada

Es la operación de cortar y rellenar cualquier tipo de material dentro o fuera de los límites de construcción.

**Grado de curvatura
máximo**

De acuerdo con el tipo de carretera se fija un grado máximo de curva por usarse, que llene las condiciones de seguridad para el tránsito a la velocidad de diseño.

Pendiente máxima

Es la mayor pendiente que se permite utilizar en un proyecto y dependerá de la topografía del terreno.

Pendiente mínima

Es la pendiente que se utiliza para permitir la funcionalidad del drenaje.

Rasante

El trazo vertical que determina el nivel superior, sobre la línea central, que se proyecta construir a lo largo de la carretera.

Sección típica

Es la representación gráfica transversal y acotada, que muestra las partes componentes de una carretera.

**Superficie de
rodadura**

Área destinada a la circulación de vehículos, o bien la capa sobre la cual se aplican directamente las cargas de tránsito.

Taludes

Son los planos inclinados de la terracería, que delimitan los volúmenes de corte o terraplén; y están contenidos entre la cuneta y el terreno natural.

Terracería	Prisma de corte o terraplén, en el cual se construyen las partes de la carretera.
Velocidad de diseño	Es la velocidad máxima a que un vehículo puede transitar con seguridad, en una carretera trazada con determinadas características.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación consiste en la realización del estudio y diseño de una carretera que va de la aldea Las Victorias a la finca Conchas, del municipio de Villa Canales.

Las diferentes comunidades que se ubican en el trayecto del tramo, se encuentran actualmente con un camino deficiente y en mal estado, por lo que el desarrollo de una ampliación y mejoramiento del tramo carretero solucionará en gran medida las carencias del transporte extraurbano. La ampliación y mejoramiento involucra una capa de balasto que no debe ser menor de 10 centímetros ni mayor de 25; cunetas, contracunetas, drenajes transversales, longitudinales, formación de taludes. El diseño de las curvas horizontales, verticales y las pendientes máximas y mínimas del terreno, se diseñaron con normas y especificaciones establecidas por la Dirección General de Caminos.

Con la realización de este proyecto se persigue que las comunidades mejoren las condiciones de vida de sus pobladores. Para elaborar el proyecto se evaluó la opción del balasto del tramo carretero por ser la más económica y que cubra las necesidades de la población, para que dicho proyecto se pueda realizar lo más rápido.

OBJETIVOS

- **General**

Desarrollar el estudio y diseño de la ampliación y mejoramiento del tramo carretero, que une la aldea Las Victorias y la finca Conchas del municipio de Villa Canales, Guatemala.

- **Específicos**

1. Presentar a la municipalidad de Villa Canales, una solución técnica para solucionar el problema del mantenimiento a la carretera, de manera que no se deteriore en el transcurso del tiempo.
2. Mejorar el desarrollo social y las condiciones de vida, de las comunidades que intervienen en la construcción del tramo carretero.
3. Colaborar con la población a través del ejercicio profesional supervisado, para que las comunidades beneficiadas puedan desarrollarse con un buen camino de acceso.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación es el resultado del ejercicio profesional supervisado, realizado en la municipalidad de Villa Canales, y esta enfocado básicamente en la investigación, diagnóstico y desarrollo de la infraestructura vial existente. La carencia de vías de comunicación en las áreas rurales del país, desfavorecen el desarrollo de las comunidades, por lo que la ampliación y mejoramiento de la carretera que va de la aldea Las Victorias hacia la finca Conchas mejorará la situación económica y social de las diferentes comunidades, que se encuentran en el trayecto del tramo carretero.

El capítulo uno presenta la información socioeconómica de las comunidades del área de influencia. El capítulo dos describe la situación actual del proyecto y el tipo de proyecto que se desarrollará. El capítulo tres presenta las consideraciones preliminares. El capítulo cuatro presenta la localización de la línea preliminar, planimetría y altimetría. El capítulo cinco presenta el diseño geométrico de la carretera. El capítulo seis las recomendaciones de construcción. El capítulo siete presenta la integración de los precios unitarios y presupuesto general del proyecto. La última sección corresponde a las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y apéndices.

1. MONOGRAFÍA Y GENERALIDADES

1.1 Localización geográfica

El tramo carretero que va de la aldea Las Victorias a la finca Conchas, está ubicado en el municipio de Villa Canales, se encuentra a una altitud de 1600 metros sobre el nivel del mar, posee un clima templado, colinda al noroeste con la finca El Rincón, al oeste con la finca El Recreo, al Sur con la aldea El Rosario, al norte con finca Loma Linda, al este con finca La Esperanza, todas del municipio de Villa Canales. Actualmente existen tres accesos, el primero de ellos es por la aldea el Rosario en el kilómetro 30 de la carretera CA-1. El segundo acceso por la ruta departamental 10 que va de Santa Elena Barillas a interceptar la CA-1. El tercero por la ruta departamental 8 que va de Villa Canales a interceptar con la ruta departamental 10.

Historia

Los primeros pobladores, de las familias Iguardia Poitán, Burrión, Jerez, quienes se establecieron en la aldea Santa Rosita, comunidad que se encuentra en el trayecto del tramo carretero, por ser una región con tierras vírgenes. En 1947 se elevó a categoría de aldea del municipio de Villa Canales, con el transcurso del tiempo se fueron estableciendo las demás aldeas existentes, entre ellas San Cristóbal Buena Vista y la aldea las Victorias.

1.1.2 Organización administrativa

La aldea Las Victorias cuenta con las siguientes instituciones; un comité bien organizado, puesto de salud, el cual es atendido por un auxiliar de enfermería; una escuela de educación primaria, que es atendida por el director y cinco profesores más. Cada uno de ellos imparte un grado.

La aldea San Cristóbal Buena Vista cuenta con un comité bien organizado. Utiliza el mismo puesto de salud que el de la aldea Las Victorias, por estar colindantes entre sí. La escuela es atendida por el director y cinco profesores más. Cada uno de ellos imparte un grado en primaria.

La aldea Santa Rosita es la más organizada en el área. Cuenta con un comité mejor estructurado. El puesto de salud es atendido por un auxiliar de enfermería. La escuela es atendida por el director y cinco maestros más, cada uno de ellos imparte un grado en primaria. Cuenta con salón comunal, el cual es utilizado para las diferentes actividades sociales, para reuniones del comité y para impartir clases de párvulos que atiende una maestra.

1.1.3 Servicios públicos

Las diferentes comunidades que se encuentran en el trayecto del tramo carretero, entre ellas aldea las victorias, aldea San Cristóbal Buena Vista, aldea Santa Rosita, cuentan con los servicios básicos siguientes:

1. Agua potable, se distribuye a través de un sistema por gravedad a todas las viviendas.
2. Energía eléctrica.

3. Puesto de salud, que beneficia a todos los vecinos y presta primeros auxilios en caso de emergencia.
4. Sistemas de saneamiento básico, consistente en letrinas o pozos ciegos.
5. Escuelas a nivel primario. Los niños que desean cursar los estudios de nivel básico y diversificado deben ir al municipio de Villa Canales.

1.1.4 Servicios básicos que no poseen las comunidades

Un servicio básico que no posee la comunidad es un camino en buen estado que facilite a los pobladores trasladarse a la cabecera municipal, así como, trasladar algunos productos.

1.1.5 Población

La aldea las victorias tiene una población de seiscientos setenta y cinco habitantes, conformada por trescientos ochenta y cinco hombres y doscientos noventa mujeres, es una comunidad con una población ladina, el total de sus habitantes habla el español,

La aldea San Cristóbal Buena Vista tiene una población de quinientos setenta habitantes, conformada por doscientos noventa y cinco hombres y doscientos setenta y cinco mujeres, es una comunidad con una población ladina, el total de sus habitantes habla el español.

La aldea Santa Rosita tiene una población de cuatrocientos setenta y cinco habitantes, conformadas por doscientos cincuenta y seis hombres y doscientos diez y nueve mujeres, es una comunidad con una población ladina, el total de sus habitantes habla el español.

Se determinó que el número de habitantes por casa es en promedio de seis personas.

A continuación se presenta la información estadística de niños inscritos en la escuela.

NIÑOS	225
NIÑAS	210
TOTAL	435

1.1.6 Producción

La actividad productiva de las diferentes comunidades que se encuentran en el tramo carretero, es netamente agrícola, cultivan principalmente; maíz, frijol, café; sin embargo, es necesario mencionar que muchos de los productos que las comunidades producen es para auto consumo, para que las familias puedan cubrir las diferentes necesidades básicas.

1.1.7 Ingresos económicos adicionales

La producción de las diferentes cosechas que las comunidades de Las Victorias, San Cristóbal Buena Vista y Santa Rosita producen es para subsistir, por lo que se ven obligados a salir en busca de oportunidades de trabajo a la cabecera municipal, o en la ciudad capital, por lo que estas comunidades son llamadas dormitorios.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El desarrollo del presente proyecto, es el resultado de una serie de gestiones, que la comunidad ha realizado a través de los años, el cual se hizo posible, gracias al apoyo de la corporación municipal del periodo 1,999 a 2003.

Es preciso mencionar que el camino existente en la actualidad, es utilizado como el único medio de comunicación entre aldea Las Victorias y finca La Concha y las comunidades que se encuentran en el trayecto del tramo carretero y la cabecera municipal, el cual no posee los elementos fundamentales como: ancho de calzada, pendiente mínimas y máximas, curvas horizontales y verticales, etc. Con esto se puede determinar que los habitantes de dicha aldea se encuentran aislados. Es importante mencionar que el camino en la actualidad, se encuentra en malas condiciones por lo que se hace difícil transitar por el camino, en vehículo.

2.1 Evaluación de la situación actual

Los habitantes de las diferentes comunidades que se encuentran en el trayecto del tramo carretero han utilizado como vía de comunicación el camino existente, el que en épocas lluviosas se convierte en un verdadero problema para las comunidades; hay que considerar también, que los mismos habitantes le han dado un poco de mantenimiento al camino, para poder hacerlo un poco transitable y menos peligroso en las épocas lluviosas.

Es importante mencionar que han transcurrido muchos años y al camino no se le ha dado el mantenimiento necesario, para que se mantenga en buenas condiciones, por lo cual a los habitantes de dicha aldea se les

hace muy difícil en momentos de emergencia, trasladar productos, realizar visitas al pueblo, etc., por el mal estado del camino y por la falta de transporte extraurbano.

2.2 Proyecto por desarrollar

La consideración de este proyecto por parte de la municipalidad y del involucramiento del programa de E.P.S de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en la solución del problema, ha hecho posible la factibilidad de la ejecución; fue así como los habitantes de las diferentes comunidades, que se encuentran en el trayecto del tramo carretero, convencidos de los beneficios que traería un camino al estar construido, incrementaría el nivel de vida, económico y social del lugar; además, los habitantes tendrían más facilidades para obtener proyectos, que en la actualidad no puede aspirar por falta de acceso adecuado.

3. CONSIDERACIONES PRELIMINARES

Fue necesario considerar algunos elementos preliminares, para la mejor variabilidad del proyecto y que en determinado momento no existan obstáculos para su ejecución, los cuales son: derecho de paso o derecho de vía, criterios de diseño, etc.

3.1 Derecho de paso o derecho de vía

Se llama derecho de vía a aquella faja que se adquiere para la construcción de una carretera, dentro de la cual se deberá localizar la misma, incluyendo las obras accesorias.

El ancho del derecho de vía ha sido motivo de discusión, ya que las consecuencias derivadas de la selección del mismo son, en algunos casos imprevisibles, en general, su obtención es asunto de orden legal y, por lo tanto, está regido por las leyes del país.

En el pasado, los derechos de vía adquiridos eran generalmente, estrechos. Así, cuando por diferentes razones tal como el aumento del volumen de tránsito, era necesario añadir vías o ampliar de cualquier otra forma el camino, la propiedad adicional a lo largo de uno o ambos lados, frecuentemente, tenía que ser adquirida a un costo mucho más elevado que el inicial, esta circunstancia es válida para toda carretera de cualquier categoría.

Para la realización de un proyecto de carretera, es necesario obtener los derechos de paso, en este caso, los propietarios de los terrenos por

donde pasa la carretera, fueron conscientes de la importancia del proyecto por lo que no hubo ninguna reclamación u objeción al trazo de la ruta.

Es necesario mencionar que el ancho de calzada para el presente proyecto es 5.50 metros. El reglamento sobre derecho de vía de los caminos públicos y su relación con los predios que atraviesan, establecen una serie de artículos sobre el derecho de vía, previendo el incremento del ancho del proyecto diseñado y así considerarlo dentro del derecho de vía.

El artículo 3º. de este reglamento indica que para las diversas clases de camino tendrán el ancho siguiente:

- a) Para carreteras nacionales, veinticinco metros.
- b) Para carreteras departamentales, veinte metros.
- c) Para carreteras municipales, quince metros.
- d) Para caminos de herradura y vecinales, seis metros.

Dentro de ese derecho de vía, se construirán los caminos con el ancho que la intensidad de tránsito requiera. Para el caso del proyecto del camino que conduce de aldea Las Victorias a finca Conchas, se reservó el derecho de vía de 6 metros según el inciso **d** del reglamento anterior.

3.2 Recursos

3.2.1 Mano de obra

Los vecinos de las diferentes comunidades, que se encuentran en el trayecto del tramo carretero, tuvieron participación directa en los trabajos preliminares, de los levantamientos topográficos. La colaboración de los

pobladores fue siempre decisiva en la realización y culminación de los trabajos de campo, manifestando, siempre interés y deseo de participar ya que nunca habían tenido experiencias en trabajos similares. Para aprovechar este recurso fue necesario desarrollar una capacitación, como parte del desarrollo del E.P.S.

3.2.2 Equipo

El equipo utilizado para el levantamiento de la línea preliminar fue:

- GPS garmin III plus
- Cinta métrica de 30 metros
- Almádanas de 3 libras
- Machetes
- Pintura y pinceles

Con este equipo se realizó el levantamiento planimétrico localizando la línea central.

Para el levantamiento altimétrico

- Nivel de precisión Wild
- Cinta métrica de 30 metros
- Almádanas de 3 libras
- Machetes
- Pintura y pinceles

Con este equipo se pudo obtener información de campo de perfiles y curvas de nivel.

3.2.3 Recursos económicos para el estudio

Pese a la colaboración del vecino de las diferentes comunidades, que se encuentran en el trayecto del tramo carretero, el apoyo económico recibido por parte de la municipalidad de Villa Canales, fue elemento importante para un mejor desarrollo de los trabajos de campo, gastos de transporte al lugar y alimentación.

3.3 Criterios de diseño

A continuación se enumeran las normas de la DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS para un camino tipo G por ser el tipo de carretera que se diseñará.

Según criterios de la D.G.C. pendientes del 18% sí son posibles considerarlas en tramos de 150 a 200 metros como máximo, ya que la velocidad que toma un vehículo oscila entre 20 km/hora a 30 km/hora.

Tipo de terreno	MONTAÑOSO
Tránsito promedio (t.p.d)	de 0 a 100
Velocidad de diseño	30 km/hora
Ancho de calzada	5.50 metros
Ancho de terrecería	
A) Corte	9.5 metros
B) Relleno	8.5 metros
Derecho de vía	15 metros
Radio mínimo	12 metros
Distancia de visibilidad de parada	

A) Mínima	20 metros
B) Recomendada	25 metros

Distancia de visibilidad de paso

A) Mínima	50 metros
B) Recomendada	100 metros

Pendiente de circulación máxima	18%
Pendiente mínima de drenaje	0.50%

3.4 Tipo de carpeta de rodadura

Por tratarse de un camino de penetración, la capa de rodadura será de material selecto balasto, para obtener mayor estabilidad, del mismo.

Se conoce como balasto, al material selecto que se coloca sobre la subrasante terminada de una carretera, con el objeto de protegerla y que sirva de superficie de rodadura.

El balasto debe ser de calidad uniforme y estar exento de residuos de madera, raíces o cualquier material perjudicial o extraño. El material de balasto debe tener un peso unitario suelto, no menor de 80 libras/ pie cúbico (1282 kilogramos /metro cúbico), determinado por el método AASHTO T 19. El tamaño máximo del agregado grueso del balasto no debe exceder de 2/3 del espesor de la capa, en ningún caso debe ser mayor de 10 centímetros.

3.5 Reconocimiento previo al estudio de la línea preliminar

Una vez trazadas las posibles rutas en los mapas cartográficos, se inicia el trabajo de campo con un reconocimiento del terreno.

Este reconocimiento se hace con la finalidad de observar directamente el terreno y sus características. En este recorrido se observan todos los datos generales de la ruta, para formular el estudio preliminar, vegetación, características de los suelos, hidrografía, etc., en este caso se realizó un reconocimiento terrestre.

3.5.1 Reconocimiento terrestre

Este tipo de reconocimiento, es importante realizarlo porque permite al proyectista obtener la mayor información de la ruta por seguir, tales como ubicación, longitud de vegetación, finalidad, pendiente, clases de terreno, etc.

- **Ubicación:** por ubicación se entiende localizar el camino o proyecto por diseñar, su rumbo general o el de los tramos que lo componen, los puntos iniciales y terminales ya sean poblaciones, entronques con otras carreteras, etc.
- **Longitud:** para este reconocimiento es suficiente con la aproximación que se obtenga entre las distancias de los puntos importantes, obteniendo así, la longitud total del camino.
- **Finalidad:** es el uso que tendrá el camino; se anotará si hay usos específicos por tramos y el total, ya que puede suceder que en un determinado tramo la finalidad del camino sea distinta que en los demás o bien, mixta. Los principales casos son los siguientes: agrícola, minero, industrial y turístico. En el caso de los caminos de penetración, generalmente, de tercer orden, la finalidad es incorporar al país a las comunidades totalmente aisladas, que necesitan una comunicación para desarrollarse.

- **Pendientes:** con una primera información, el proyectista observará y anotará la topografía del terreno, y así establecer, una ruta factible donde no haya pendientes mayores que la considerada en el diseño.
- **Clases de terreno:** también es importante en este recorrido determinar el tipo de suelo, ya que de esta depende el costo del proyecto.

3.6 Consideraciones respecto de criterios utilizados para el diseño

Se aplicaron los criterios de un camino tipo “G” de la Dirección General de Caminos, tomando en cuenta la topografía del terreno, este parámetro fue el elemento determinante para la aplicación de una pendiente de 13 %, donde el valor extremo de las especificaciones es el 18% por lo que no se tuvo que disminuir la pendiente del terreno natural, lo que beneficia el costo del movimiento de tierras, además se consideró un radio mínimo de 12 metros; los anteriores parámetros se encuentran descritos en el inciso 3.3 de este capítulo.

4. LOCALIZACIÓN DE LA LÍNEA PRELIMINAR

Esta localización en campo no es más que un recorrido al lugar escogido previamente, partiendo de los puntos localizados en el mapa cartográfico, inicial y terminal del camino para el proyecto de finca Las Victorias hacia finca Conchas, fue un recorrido terrestre dejando una serie de señales con pintura en árboles, que posteriormente constituyeron una guía para el estudio preliminar.

Posteriormente a la etapa de localización de la línea preliminar en campo, se realizan los trabajos de levantamiento topográficos de dicha línea, dividiéndose en dos etapas, es decir, en trabajos de planimetría y altimetría.

4.1 Planimetría

Abarca todos los trabajos efectuados en planta, para obtener la representación gráfica de un terreno, proyectado sobre un plano horizontal, por lo tanto, la planimetría está en dos dimensiones (X,Y).

Los trabajos se realizaron a través de un levantamiento de una poligonal abierta, utilizando un GPS de precisión.

4.1.1 Metodología para el levantamiento topográfico

Se realizó un levantamiento de una poligonal abierta, utilizando un GPS de precisión calibrado con un NAD 27 central, debido a la zona de ubicación del proyecto, ubicando puntos a cada 20 metros de la línea

preliminar, dejando marcados los puntos en todo el recorrido hasta el punto terminal de la línea escogida.

Para los trabajos realizados las distancias se establecieron con cinta métrica.

- **Equipo utilizado**

- GPS III plus garmin
 - 1 cinta métrica de 30 metros
 - 1 almadana de 2 libras
 - 2 machetes
 - Pintura y pinceles

- **Cálculo de coordenadas totales:**

Con la información que se obtuvo del GPS en campo se procedió a plotear las coordenadas UTM, en una cuadrícula hecha en *autocad* a escala 1:50000, asumiendo que en la estación num. 1, las coordenadas iniciales son las que marcará el GPS utilizado.

4.2 Altimetría

Son todos los trabajos que se realizan para obtener la información necesaria y así, representar el terreno en una tercera dimensión, generalmente, se llama a estos trabajos, nivelación.

El trabajo de nivelación consistió en obtener información altimétrica de la línea central, en la que se colocaron estaciones a cada 20 metros.

A continuación de la nivelación del eje central, se trabajaron las secciones transversales, seccionando a cada 20 metros, sobre el eje central

y 10 metros en ambos lados del eje. Esto, con el propósito de determinar el volumen de corte y relleno.

Otro de los elementos por considerar, fue la colocación de bancos de marca (BM), estos son muy importantes para el replanteo de los trabajos; se colocaron en rocas y puntos considerados como permanentes, con una separación de 500 a 1,000 metros, entre bancos de marca (BM).

4.2.1 Metodología de la nivelación

1. Se obtuvo por medio del trabajo de nivelación, información del perfil natural del terreno.
2. Se asumió en la estación 0+00 una cota arbitraria de 1000 metros.
3. Se colocaron estacas a cada 20 metros, realizando la nivelación de la poligonal abierta con el método de nivelación simple y compuesta, esta se realiza a base de puntos de vuelta.
4. Además, se realizó el trabajo de secciones transversales, a cada 20 metros de la línea central y 10 a ambos lados.

4.2.2 Cálculo de cotas

El cálculo de cotas de terreno y posteriormente ploteado en papel milimetrado, mostró la topografía real de la línea preliminar de diseño, este perfil del terreno determinó el tipo de carretera por diseñar.

El cálculo de niveles se desarrolla directamente en la libreta de campo, proporcionada por la brigada y consiste en calcular las elevaciones de las estaciones de la línea central. Utilizando las siguientes fórmulas:

$$AI - Vad = ELEVACIÓN$$

$$ELEVACIÓN + Vat = AI$$

Tabla I. Cálculo de cotas de nivelación

PO	VAT (+)	AI	VAD (-)	PV	ELEVACIÓN
					131.887
0+620	2.765	134.3		0.825	132.58
			1.454		132.846
			0.592		133.708
			1.727		132.573
			1.285		133.015
0+640	3.662	137.405		0.557	133.74
			3.585		133.819

AI = Altura de instrumento

Vad = Vista adelante

Vat = Vista atrás

PV = Punto de vuelta

Los puntos de partida y llegada son bancos, para controlar y poder comprobar la nivelación, si no se tienen cotas ya establecidas, pueden suponerse una cualquiera para un banco de tal magnitud que no resulten cotas negativas.

4.2.3 Estudio preliminar de suelos y generalidades

Generalidades: un equipo especial y completo de campo es necesario, así como una cuadrilla competente para realizar un buen trabajo de estudio de suelos y materiales, acompañados por el ingeniero de campo

para escoger una buena elección del suelo que se utilizará para los cortes y rellenos.

Para el caso de este proyecto no se realizó un estudio detallado de muestras de suelo, sin embargo se determinó un tipo de suelo adecuado para cortes y rellenos, en el que prevalecen las arcillas, limos y grava fina, se determina de esta manera, que las condiciones del suelo encontrado son muy buenas, ya que este tipo de material posee una permeabilidad muy baja.

Para el caso de la capa de balasto, en el material que se utilizará prevalecen las arcillas, limos y grava, muy parecido al utilizado en la subrasante, ya que el banco de materiales se encuentra dentro del trayecto del proyecto.

5. DISEÑO GEOMÉTRICO

5.1 Sección transversal de una carretera

Generalidades: la sección transversal está definida por la corona, las cunetas, los taludes, las contra cunetas, las partes complementarias y el terreno comprendido dentro del derecho de vía.

Corona: la corona está definida por la calzada y los acotamientos con su pendiente transversal y, en su caso, la faja separadora central. En tangentes del alineamiento horizontal, el ancho de la corona para el diseño realizado es de 5.5 metros. En curvas y transiciones del alineamiento horizontal el ancho de la corona deberá ser la suma de los anchos de la calzada, de los acotamientos y en caso, de la faja separadora central.

Calzada: el ancho de la calzada es el especificado en los criterios de diseño capítulo tres inciso tres.

En tangentes y curvas horizontales para carreteras de tercer orden, el ancho de la calzada no requiere ampliación por curvatura horizontal. Sin embargo, es necesario ampliar el ancho de la calzada, formando libradero, para permitir el paso simultáneo a dos vehículos. Estos libraderos se espaciaron a una distancia de doscientos cincuenta metros, si así lo requiere, la visibilidad entre ellos; para este diseño el ancho de calzada es de 5.5 metros el mismo que el ancho de corona, esto según los especifica la D.G.C. para caminos vecinales. (Ver figura 9) apéndices.

Hombros: el ancho de los hombros deberá ser para cada tipo de carretera y tipo de terreno. En este caso no se contempló el ancho de hombros por ser un camino vecinal.

Pendiente transversal: en tangentes del alineamiento horizontal, el bombeo de la corona deberá ser:

De menos dos por ciento (-2%) en carreteras tipo "A", "B", "C", y "D" pavimentadas;

De menos tres por ciento (-3%) en carreteras tipo "D" y caminos vecinales, revestidas o el terreno natural. (Ver figura 9) apéndices.

Taludes: los taludes estarán definidos por su inclinación, expresada numéricamente por el recíproco de la pendiente.

a) En rellenos. El talud de la sección transversal en relleno deberá ser de uno y medio a (1.5:1), pudiendo tener una inclinación diferente si así lo especifica la D.G.C.

b) En corte. El talud de la sección transversal en corte deberá ser el que especifique la D.G.C.

Cunetas: las cunetas serán de forma triangular y están definidas por su ancho y sus taludes.

a) Ancho. El ancho de la cuneta, medido horizontalmente entre el hombro de la corona y el fondo de la cuneta, deberá ser de un metro (1.00 m), pudiendo ser mayor si por capacidad hidráulica así se requiere. (Ver figura 7) apéndices.

b) Taludes. El talud interno de la cuneta deberá ser de dos a uno (2:1). El talud externo de cuneta será el correspondiente al corte.

Contracunetas: las contracunetas serán, generalmente, de forma trapezoidal y están definidas por su ancho de plantilla, su profundidad y sus taludes, su utilización, ubicación y dimensiones estarán sujetas a los estudios de drenaje y geotécnicos o a lo que especifique la D.G.C. (Ver figura 8) apéndices.

Derecho de vía. El derecho de vía está definido por su ancho y su longitud. El ancho del derecho de vía es variable, según el orden de la carretera.

5.2 Diseño de curvas horizontales

Se le llama curva circular horizontal, al arco de circunferencia del alineamiento horizontal que une dos tangentes consecutivas, en los caminos vecinales de cualquier tipo se usarán únicamente curvas circulares simples, sin curvas de transición en los extremos de estas tangentes.

Para el cálculo de elementos de curva, es necesario tener las distancias entre los PI de localización, los deltas calculados en el inciso anterior y el grado de curva (G) que será colocado por el diseñador.

Con el grado (G) y el delta (Δ) se calculan los elementos de la curva. En el país se define un grado de curva (G) como el ángulo central, subtendido por un arco de 20 metros. De esta definición se obtienen las formulas de los diferentes elementos de una curva circular.

- **Grado de curvatura.** Es el ángulo central que subtiende un arco de circunferencia de 20 metros de longitud.(Ver figura 1).

$$G/360 = 20/2\pi R = G = 20 \cdot 360 / 2\pi R = 1145.9156/R$$

- **Longitud de curva.** Es la longitud del arco, comprendida entre el PC y PT, cuyo ángulo central es (Δ) (deflexión). (Ver figura 2).

$$L_c = (20 \cdot \Delta) / G$$

- **Subtangente.** Es la distancia entre el PC y el PI o entre el PI y el PT. (Ver figura 2).

$$\text{Stg.} = R \cdot \text{Tang } \Delta/2$$

- **Cuerda máxima.** Es la distancia en línea recta desde el PC al PT. (Ver figura 2).

$$C_{\text{max.}} = 2R \cdot \text{Sen } \Delta/2$$

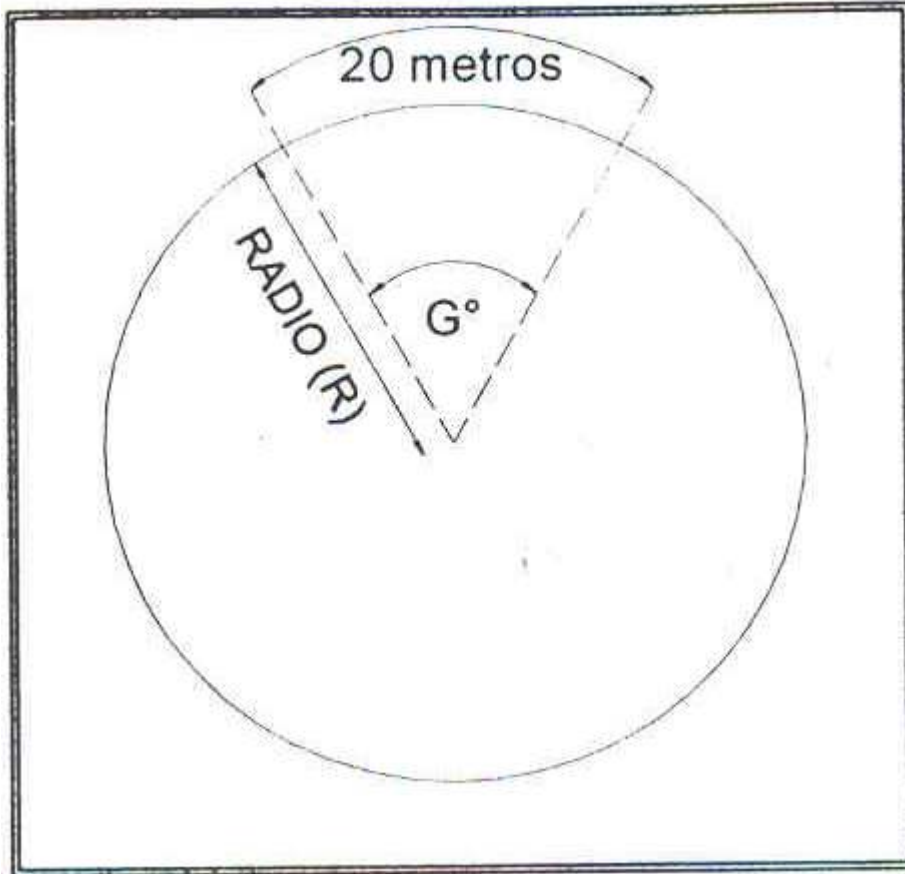
- **External.** Es la distancia desde el PI al punto medio de la curva. (Ver figura 2).

$$E = R \cdot \text{Sec } \Delta/2$$

- **Ordenada media.** Es la distancia dentro del punto medio de la curva y el punto medio de la cuerda máxima (Ver figura 2).

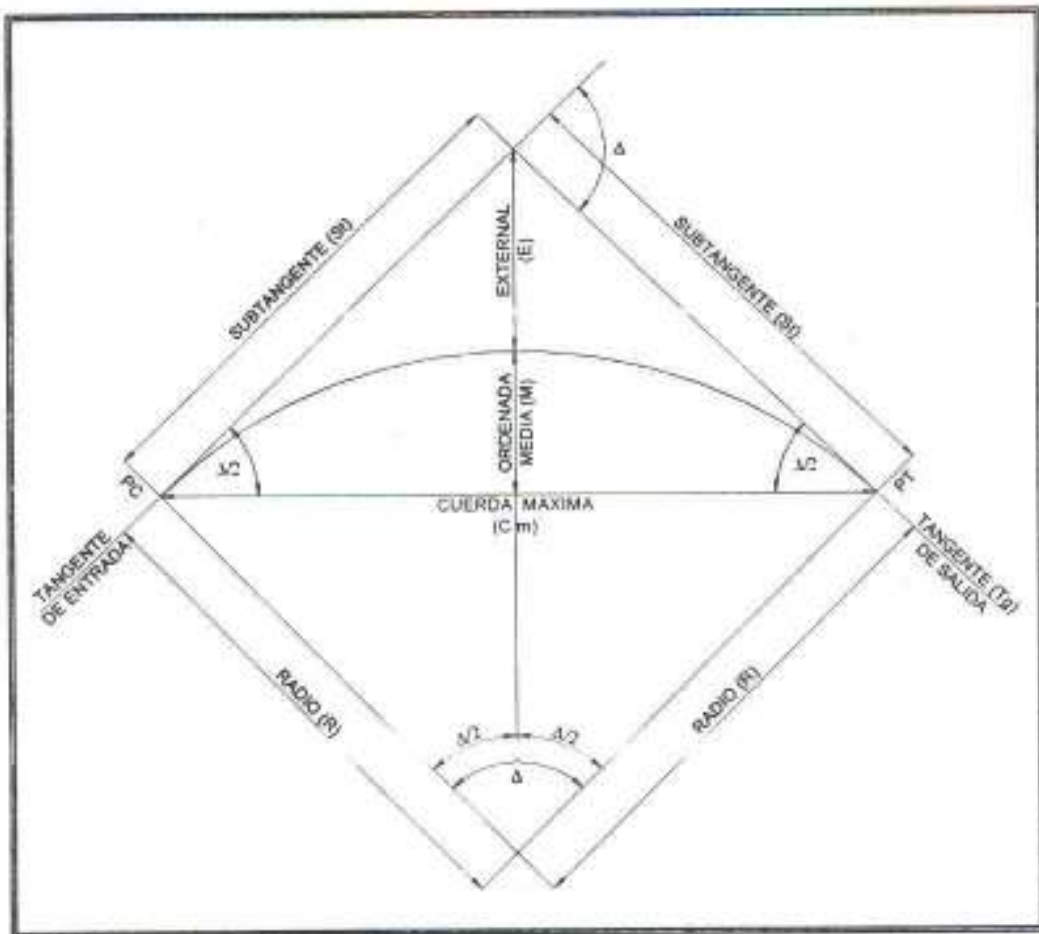
$$M = R \cdot (1 - \text{Cos } \Delta/2)$$

Figura 1. Grado de curvatura de una curva



Fuente: Augusto Rene Pérez Méndez. Metodología de actividades para el geométrico de carreteras. Página 28

Figura 2. Elementos de curva horizontales simples



Fuente: Augusto Rene Pérez Méndez. Metodología de actividades para el geométrico de carreteras. Página 29.

5.2.1 Ejemplo de cálculo

Criterios considerados

Si $A > 90^\circ$ Se fija radio

Si $A < 90^\circ$ Se fija sub-tangente

Para la curva a calcular $A = 60^\circ 25' 25''$, entonces, se fija sub-tangente.

$$R = St/\text{tg}(\Delta/2) = 31.00/\text{Tg}(60^{\circ}25'25'')/2 = 31.00/0.5822=53.24 \text{ metros}$$

$$G = 1145.9156/R = 1145.9156/53.24 = 21^{\circ}31'24'' = 21^{\circ}$$

$$L_c = (\Delta/G)*20 = (60.42361/21.523)*20 = 56.14 \text{ metros}$$

$$C_{\text{max}} = 2R*\text{sen}\Delta/2 = 2*53.24*\text{sen}(60^{\circ}25'25'')/2 = 53.58 \text{ metros}$$

Cálculo de caminamiento.

$$PC = PI - St_g = 0+176.44 - 31.00 = 0+145.44$$

$$PT = PI - L_c = 0+145.44 + 56.14 = 0+201.58$$

5.3 Diseño de la subrasante

La subrasante es el perfil de la terracería del camino, compuesta por líneas rectas con pendientes determinadas y unidas por arcos de curvas parabólicas verticales.

Según el sentido del caminamiento, las pendientes ascendentes son positivas y las descendentes negativas, estas se proyectan con aproximación de centésimos.

La subrasante que se proyecte debe compensar cortes y rellenos, pero no siempre es posible, pues algunas veces, existen puntos obligados; para el diseño de la subrasante del camino se consideraron los siguientes elementos: pendientes máximas, estas están en función del tipo de carretera y de terreno; pendientes mínimas, estas se usan para establecer el drenaje en las carreteras. Otro elemento importante por considerar es el movimiento de tierras, tratando de compensar los cortes con los rellenos.

5.3.1 Curvas verticales

La finalidad de una curva vertical es proporcionar suavidad al cambio de una pendiente a otra, estas curvas pueden ser circulares, parabólicas simples, parabólicas cúbicas, etc. La que se utiliza en el Departamento de Carreteras de D.G.C. es la parabólica simple, debido a la facilidad de su cálculo y a su gran adaptabilidad a las condiciones necesarias de operación.

Las especificaciones de la D.G.C. tienen tabulados valores para longitudes mínimas de curvas verticales, en función de la diferencia algebraica de pendientes y de la velocidad de diseño. En algunas oportunidades, los requerimientos de drenaje podrán determinar la longitud mínima de una curva vertical.

Al momento de diseñar, se deben considerar las longitudes mínimas permisibles de curvas, con el objeto de evitar el traslape de las mismas, dejando también la mejor visibilidad posible a los conductores. Estas curvas pueden ser calculadas de la siguiente forma.

Visibilidad de parada

$$L = K * A$$

L: Longitud mínima de curva vertical (cóncava o convexa para la visibilidad).

K: Constante que depende de la velocidad de diseño (ver cuadro 2).

A: Diferencia algebraica de pendientes.

Figura 3. Elementos de curva vertical



Fuente: Augusto Rene Pérez Méndez. Metodología de actividades para el geométrico de carreteras. Página 53

Tabla II. Valores de “k” según velocidad de diseño

VEL. DE DISEÑO K.P.H	CÓNCAVA	CONVEXA
	K	K
10	1	0
20	2	1
30	4	2
40	6	4
50	9	7
60	12	12
70	17	19
80	23	29
90	29	43
100	36	60

Fuente: Augusto Rene Pérez Méndez. Metodología de actividades para el geométrico de carreteras. Página 53

5.3.2 Ejemplo de cálculo

LCV = K * Diferencia algebraica de pendientes

Velocidad de diseño 40 K.P.H., curva convexa

K = 4, según tabla anterior

Diferencia algebraica de pendientes = 8.20 %

Longitud mínima de curva vertical = $4 * (14.28 - 6.08) = 32.8$ metros

Aproximando LCV = 40.00 metros

EST. 0+240.00 = PIV

ELV. 987.15 metros

Pendiente de entrada = 6.08 %

Pendiente de salida = 14.28 %

Dif. de pendientes A= 14.28% - 6.08% = 8.20%

Ordenada media OM = $L_c * A/800 = 40*8.20/800 = 0.41038$

$$K = OM/(L_c/2)^2 = 0.00102595.$$

5.4 Movimiento de tierras

El movimiento de tierras es el corte, remoción, utilización o disposición de los materiales extraídos en los cortes, incluyendo el de préstamo o desperdicio; comprende también, la construcción de terraplenes, conformación, compactación y acabado de todo el trabajo de terracería.

El movimiento de tierras depende directamente, del diseño de la subrasante de la carretera, e influye, en el costo de la misma; puede variar de volúmenes de cientos de metros cúbicos a mover en terrenos planos, a miles de metros cúbicos en terrenos montañosos.

Cálculo de áreas de las secciones transversales

Luego de haber dibujado el perfil de las secciones transversales del terreno, en ambos lados de la línea central, se procede al cálculo de las áreas.

Las áreas se pueden determinar de varias formas, sin embargo, el método más sencillo y práctico es el del planímetro, ya que las secciones se dibujan a la misma escala vertical y horizontal, obteniéndose rápidamente, el área, en corte o relleno.

Otro procedimiento empleado para determinar las áreas de las secciones transversales, consiste en dividir la superficie en fajas del mismo ancho, mediante líneas verticales, con separación constante C entre todas.

Mientras más pequeñas sean las separaciones verticales, mayor será la aproximación que se logre al utilizar este método.

El área se obtiene de la siguiente fórmula:

$$A = C \cdot L$$

A = Área de la sección transversal en m²

C = Separación constante entre líneas verticales.

L = Suma de las longitudes de las líneas verticales en centímetros.

Se encuentra en estos métodos un resultado rápido de las áreas de las secciones transversales, con ellos una aplicación eficiente y exacta para la obtención de los volúmenes de corte y relleno.

Cálculo de volúmenes de tierra

- **Volúmenes por estación**

El volumen de material, ya sea en corte o en relleno, comprendido entre dos secciones, se calculará tomando el promedio de las áreas de dichas secciones y multiplicándolo por la distancia entre ellas.

Como distancia entre dos secciones es de 20 metros regularmente o sea, una estación, el volumen en este caso será.

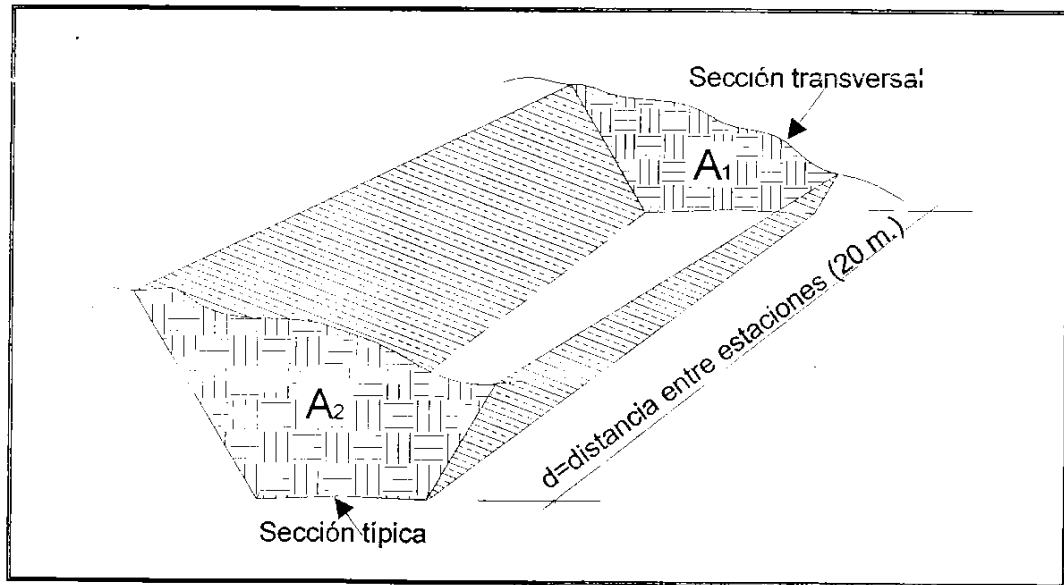
$$V = ((A+A')/2)*20 = 10 * (A+A')$$

En que A y A' son las áreas de las secciones extremas. Cuando se trate de áreas en secciones intermedias, motivadas por accidentes notables de la topografía, se empleara la fórmula.

$$V = ((A+A')/2)*d$$

En que **d** es la distancia entre las secciones.

Figura 4. Cálculo de volúmenes de tierra



Fuente: Augusto Rene Pérez Méndez. Metodología de actividades para el diseño geométrico de carreteras. Página 65

Cuando una de las áreas sea igual a cero, como es el caso de los puntos en que cambia de corte a terraplén o viceversa, se promediará con el área restante o sea, que esta se dividirá entre dos; el resultado se multiplicará por la distancia entre las secciones.

6. RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN

6.1 Corte y relleno

En el corte de material, sea este en trinchera o media ladera, se debe controlar su clase, calidad y cantidad, indicando al personal que realiza el trabajo, su lugar de colocación final fuera del camino si no es material útil, su punto de acumulación donde no estorbe el paso y sea fácil de cargar. Es material útil para rellenar terraplenes. Se debe controlar que la pendiente de inclinación de los taludes de corte y relleno sea la adecuada al tipo de material encontrado, evitando derrumbes posteriores, que obstruyan el tránsito por el camino y que las altura de corte sean las específicas.

La construcción de terraplenes es más delicada, debido a que antes de iniciar la superficie sobre la cual se ha de levantar, debe encontrarse limpia de toda vegetación y sin la capa vegetal, controlando la calidad de los materiales utilizados para el relleno constantemente, observando además que el material de relleno se encuentre libre de raíces, ramas, troncos y material orgánico, que provoque asentamientos posteriores, mediante la inspección a los bancos de préstamo.

La forma de construir un terraplén es, por medio del acarreo de material al lugar de utilización y su regado en capas sucesivas, principiando en la parte más baja del relleno, en capas de anchos parciales y aumentando estos, conforme aumenta la altura del terraplén, hasta obtener la altura deseada con el ancho de la sección típica. El espesor de las capas del material regado debe oscilar entre quince y cincuenta centímetros, de conformidad con la capacidad de la maquinaria empleada para apisonar y compactar; en caso de que esta se realice a mano, las capas por compactar deben ser de diez centímetros.

6.2 Drenajes

Se le llama drenaje a los medios utilizados para recoger, conducir y evacuar el agua que cae sobre el camino, producto de lluvias o que fluye en corrientes de agua que atraviesan el camino para asegurar el buen funcionamiento de la carretera.

6.2.1 Objetivo del drenaje

El objetivo fundamental del drenaje es la eliminación del agua o humedad que en cualquier forma pueda perjudicar la carretera; esto se logra evitando que el agua llegue a ella o bien, dando salida a lo, que inevitablemente, le llega.

Los daños ocasionados por el agua encarecen el costo de la construcción y el mantenimiento, a veces interrumpen el tránsito. El cuidado en el estudio no solo es aplicable a cruces de grandes ríos, sino para cualquier obra de drenaje por pequeña que sea; pues el drenaje menor es el que regula la vida de la carretera. Al drenaje por ser tan importante en la construcción de una carretera se le ha denominado también como obras de arte.

6.2.2 Importancia en la vida de la carretera

En la vida de una carretera es fundamental el funcionamiento del drenaje, pues el exceso de agua o humedad ocasionan deslaves, asentamientos y desprendimientos de taludes que interrumpen el tránsito y transforma el funcionamiento del camino, ocasionando desequilibrios económicos.

Las recomendaciones que se dan con respecto al drenaje se dividen en dos partes:

- a) Drenaje longitudinal
- b) Drenaje transversal

6.2.3 Drenaje longitudinal

Este tipo de drenaje se refiere a las obras de captación y defensa, tales como: cunetas, contracunetas, bombeo, fosas de laminación.

6.2.3.1 Cunetas

Son zanjas que se hacen a ambos lados del camino, con el fin de conducir el agua que escurre de la mitad del camino o en todo, en el caso de las curvas. Cuando las cunetas pasan de corte a relleno se prolongan a lo largo del pie del relleno, dejando una berma entre dicho pie y el borde de la cuneta, evitando de esta forma que se moje el relleno, lo que origina asentamientos.

El diseño de cunetas se basa en los principios del flujo de canales abiertos, estas se pueden construir de forma trapezoidal o triangular, quedando a criterio del constructor del proyecto cuál debe usar.

Las cunetas deben protegerse en pendientes fuertes, cuando su longitud sea mayor de 50 metros por medio de una fosa de laminación o una alcantarilla de alivio, debido a que mientras más larga sea la cuneta, más agua llevará, erosionará más, resultando anti-económica la conservación. (Ver figura 6) apéndices.

6.2.3.2 Contracunetas

Son zanjas que se hacen en lugares convenientes, evitando que llegue a las cunetas más agua que aquella para la cual fue diseñada.

Las contracunetas se construyen, transversales a la pendiente del terreno, las que interceptan el paso del agua y la alejan de los cortes y rellenos. Cuando el camino sigue la dirección de la misma pendiente del terreno no se deben construir contra cunetas.

La longitud de las contracunetas será la necesaria para llevar las aguas a una hondonada adyacente. (Ver figura 7) apéndices.

6.3 Bombeo de la superficie

Se le llama bombeo o pendiente transversal a la forma que se le da a la sección del camino, para evitar que el agua de lluvia se estanque y, por lo tanto, ocasione trastornos al tránsito e infiltraciones en las terracerías que provocan saturaciones en las mismas, reblandecimientos del terreno y, finalmente, destrucción; sirve también para evitar que el agua corra longitudinalmente sobre la superficie y la erosione. El bombeo depende no solamente de la precipitación pluvial sino de la clase de superficie de la carretera, ya que una superficie dura requiere menos bombeo que una rugosa y la falta de compactación al proyectar el bombeo de una carretera debe tomarse en cuenta también en relación a la comodidad para los usuarios de la carretera, puesto que una carretera con bombeo exagerado provoca que los conductores de vehículos prefieran el centro.

Para el diseño del proyecto realizado, el bombeo es 3% que es el recomendado para caminos vecinales. (Ver figura 8) apéndices.

Tabla III. Bombeos recomendables para cada tipo de camino vecinal

CLASE DE SUPERFICIE	PENDIENTE TRANSVERSAL RECOMENDABLE		TIPO CAMINO VECINAL	BOMBEO PENDIENTE TRANSVERSAL
	MINIMA	MÁXIMA		
TIERRA	2%	8%	ESPECIAL	2%
GRAVA O MACADAM	1%	6%	PRIMERO Y SEGUNDO ORDEN	2-3%
PAVIMENTOS ASFÁLTICOS	½%	3%	TERCER ORDEN	3%

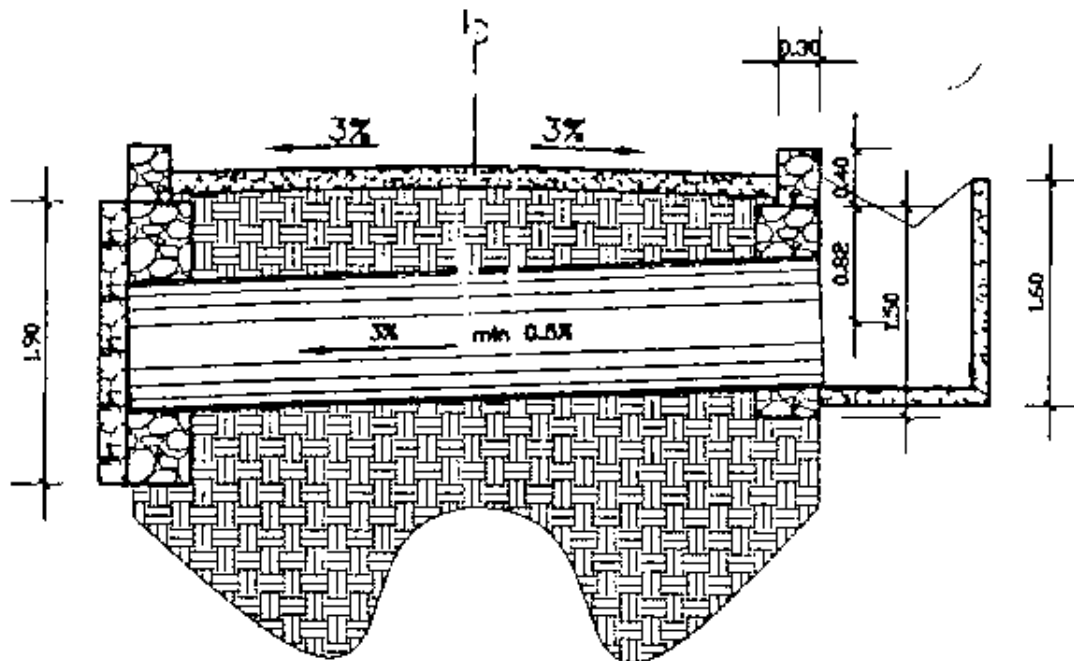
**Fuente: Juan Leonidas Sajcabun Morales. Diseño de carretera al Bojonal, San Marcos
Página 49.**

6.4 Drenaje transversal

Este se encuentra formado por tuberías y bóvedas, las tuberías pueden ser de concreto reforzado o de lámina corrugada. El objetivo del drenaje transversal es dar paso rápido al agua que no pueda desviarse en otra forma y tenga que cruzar de un lado a otro el camino.

En cuanto a las alcantarillas es recomendable construirlas a cada 200 metros como máximo, utilizando tubería de 24” como mínimo. (Ver figura 5).

Figura 5. Detalle de drenaje transversal



Fuente: Willimsem Alejandro Morales Castillo. Diseño de la carretera que une las aldeas Acal, y Casaca; y la carretera hacia el caserío La Mariposa, La Vega de San Miguel, San Ildefonso Ixtahuacan, Huehuetenango. Página 102.

6.5 Cálculo del diámetro del tubo por usar

Cálculo del diámetro del tubo por usar.

Área promedio de drenajes

$$100\text{m} \times 530\text{m} = 53,000 \text{ m}^2 = 5.30 \text{ Has.}$$

Utilizando la fórmula de Talbot, para encontrar el área de la sección de la alcantarilla se procede el cálculo:

$$A = 0.183 * C * (A^3)^{1/4}$$

A = Área de la sección en m²

C = Coeficiente de escurrimiento dependiendo de la naturaleza del terreno para este caso C=1.

Tabla IV. Coeficientes de C que dependen del contorno del terreno

C	DESCRIPCIÓN
1	Para terrenos suelo rocoso y pendientes abruptas.
2/3	Para terreno quebrados con pendientes moderadas.
1/2	Para valles irregulares, muy anchos inverso de su largo.
1/3	Para terrenos agrícolas ondulados, en los que el largo del valle es de 3 a 4 veces que el ancho.
1/5	Para zonas a nivel , no afectadas por inundaciones fuertes.

Fuente: Augusto Rene Pérez Méndez. Metodología de actividades para el diseño geométrico de carreteras. Página 65

A = Área del terreno drenado en Has.

Se precede al cálculo:

$$A = 0.183 * 1 * (5.3^3)^{1/4} = 0.693 \text{ m}^2$$

Se procede a encontrar un diámetro que sea el más adecuado y que coincida con los diámetros utilizados, por lo general es 36".

$$A = 3.1416 * R^2$$

$$R = (A/3.1416)^{1/2}$$

$$R = (0.693/3.1416)^{1/2} = 0.4693 \text{ m.}$$

$$\varnothing = 0.4693 * 2 = 0.9386 \text{ m.}$$

Convirtiendo a pulgadas

$$\varnothing = 0.9386 \text{ m} * (100/2.54) = 36.95 \text{''}$$

Se utilizó tubo de concreto de 36''

6.6 Carpeta de rodadura

Después de haber conformado la subrasante, se procede a la colocación de una carpeta de rodadura, construida con material selecto sobre ella, con el objeto de protegerla y que sirva de superficie de rodadura para ayudar a la prolongación de la vida útil del camino. Esta carpeta de rodadura ayuda a evitar la acción de desgaste del camino por el tránsito de vehículo y la acción erosiva del agua durante la época lluviosa.

Entre las características que debe reunir la carpeta de rodadura es que debe ser de calidad uniforme y encontrarse exento de residuos de madera, raíces, material extraño o cualquier material perjudicial. Debe ser estable a la acción abrasiva del tránsito, relativamente impermeable, poseer una acción capilar que le permita reemplazar humedad que se pierde por la evaporación y la que es necesaria para mantener ligadas estas partículas. Dichas características se encuentran en el balasto.

Cuando la capa de balasto tenga que colocarse sobre una subrasante existente, debe ser conformada y escarificada, de acuerdo con las líneas, pendientes y secciones típicas. El espesor total de la capa de balasto no debe ser menor de 10 centímetros ni mayor de 25 centímetros. Las capas de balasto deben compactarse, como mínimo, al 90% de la densidad máxima.

7. INTEGRACIÓN DE COSTOS

A continuación se detalla la integración de costos del proyecto

Tabla V. Requerimiento de maquinaria mínima por utilizar en la construcción

1	TRACTOR D6
2	TRACTORES D8
1	EXCAVADORA DE ORUGA O CARGADOR 950
1	MOTONIVELADORA 140 G
1	VIBROCOMPACTADOR LISO
1	VIBROCOMPACTADOR PATA DE CABRA
1	RETROEXCAVADORA
3	COMPRESORES CON EQUIPO DE BARRENACION COMPLETO
1	DITRIBUIDORA DE AGUA
1	BOMBA DE AGUA
8	CAMIONES DE VOLTEO DE 10M ³
3	CONCRETERAS DE UN SACO
6	CARRETILLAS DE MANO
12	PIOCHAS
12	PALAS

Tabla VI. Integración precios unitarios excavación no clasificada

CANTIDAD: 7,930.35

UNIDAD: M³

MAQUINARIA Y EQUIPO					
TIPO DE MAQUINARIA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO	
TRACTOR D6D	HORAS	105.74	Q 255.00	Q	26,963.19
EXCAVADORA DE ORUGA	HORAS	105.74	Q 450.00	Q	47,582.10
MOTONIVELADORA 140 G	HORAS	105.74	Q 305.00	Q	32,250.09
RODO PATA DE CABRA	HORAS	105.74	Q 175.00	Q	18,504.15
REGADORA DE AGUA	HORAS	105.74	Q 80.00	Q	8,459.04
BOMBA DE AGUA	HORAS	68.70	Q 25.00	Q	1,717.40
CAMION 10 M ³	HORAS	105.74	Q 85.00	Q	8,987.73
1 TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q	144,463.70
MANO DE OBRA					
MANO DE OBRA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO	
7 PEONES	HORAS	780.76	Q 4.35	Q	3,396.31
TOTAL				Q	3,396.31
FACTOR DE PRESTACIONES			0.66	Q	2,241.56
incluye beneficios sociales				Q	5,637.87
2 TOTAL MANO DE OBRA				Q	5,637.87
3 COSTO DE HERRAMIENTA ES IGUAL AL 5% DEL COSTO DE MANO DE OBRA				Q	281.89
MATERIALES					
MATERIAL	UNIDAD	DOSIFICACION	VALOR ADQUISICION	COSTO UNITARIO	
4 TOTAL DE MATERIALES				Q	-
RESUMEN					
COSTO DIRECTO DEL RENGLON:				Q	150,383.46
FACTOR INDIRECTOS				Q	45,115.04
TOTAL				Q	195,498.50
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON:				Q	24.65

Tabla VII. Integración precios unitarios excavación no clasificada de desperdicio

CANTIDAD: 658.03

UNIDAD: M³

MAQUINARIA Y EQUIPO						
TIPO DE MAQUINARIA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
TRACTOR D6D	HORAS	8.77	Q 255.00	Q	2,237.29	
EXCAVADORA DE ORUGA	HORAS	8.77	Q 450.00	Q	3,948.17	
REGADORA DE AGUA	HORAS	8.77	Q 80.00	Q	701.90	
BOMBA DE AGUA	HORAS	5.65	Q 25.00	Q	141.25	
CAMION 10 M ³	HORAS	8.77	Q 85.00	Q	745.76	
1 TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q	7,774.37	
MANO DE OBRA						
MANO DE OBRA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
4 PEONES	HORAS	509.16	Q 4.35	Q	2,214.85	
TOTAL				Q	2,214.85	
FACTOR DE PRESTACIONES			0.66	Q	1,461.80	
incluye beneficios sociales			2 TOTAL MANO DE OBRA	Q	3,676.65	
3 COSTO DE HERRAMIENTA ES IGUAL AL 5% DEL COSTO DE MANO DE OBRA				Q	183.83	
MATERIALES						
MATERIAL	UNIDAD	DOSIFICACION	VALOR ADQUISICION	COSTO UNITARIO		
4 TOTAL DE MATERIALES				Q	-	
RESUMEN						
COSTO DIRECTO DEL RENGLON:				Q	11,634.85	
FACTOR INDIRECTOS				Q	3,490.46	
TOTAL				Q	15,125.31	
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON:				Q	22.99	

Tabla VIII. Integración de precios unitarios excavación de canales de entrada y salida de alcantarillas

CANTIDAD: 23.68

UNIDAD: M³

MAQUINARIA Y EQUIPO						
TIPO DE MAQUINARIA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
RETROEXCAVADORA	HORAS	3.16	Q	175.00	Q	553.00
CAMIONES 10 M ³	HORAS	3.16	Q	85.00	Q	268.60
1 TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO						Q 821.60
MANO DE OBRA						
MANO DE OBRA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
2 PEONES	HORAS	6.33	Q	3.75	Q	23.74
TOTAL					Q	23.74
FACTOR DE PRESTACIONES				0.66	Q	15.67
incluye beneficios sociales				2 TOTAL MANO DE OBRA		Q 39.41
3 COSTO DE HERRAMIENTA ES IGUAL AL 5% DEL COSTO DE MANO DE OBRA						Q 1.97
MATERIALES						
MATERIAL	UNIDAD	DOSIFICACION	VALOR ADQUISICION	COSTO UNITARIO		
4 TOTAL DE MATERIALES						Q -
RESUMEN						
COSTO DIRECTO DEL RENGLON:				Q	862.98	
FACTOR INDIRECTOS				Q	258.89	
TOTAL				Q	1,121.87	
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON:						Q 47.38

Tabla IX. Integración de precios unitarios excavación estructural para alcantarillas

CANTIDAD: 444.82

UNIDAD: M³

MAQUINARIA Y EQUIPO						
TIPO DE MAQUINARIA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
RETROEXCAVADORA	HORAS	60.00	Q 175.00	Q	10,500.00	
CAMIONES 10 M ³	HORAS	60.00	Q 85.00	Q	5,100.00	
1 TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q	15,600.00	
MANO DE OBRA						
MANO DE OBRA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
2 PEONES	HORAS	119.99	Q 4.35	Q	521.96	
TOTAL				Q	521.96	
FACTOR DE PRESTACIONES			0.66	Q	344.49	
incluye beneficios sociales			2 TOTAL MANO DE OBRA	Q	866.45	
3 COSTO DE HERRAMIENTA ES IGUAL AL 5% DEL COSTO DE MANO DE OBRA				Q	43.32	
MATERIALES						
MATERIAL	UNIDAD	DOSIFICACION	VALOR ADQUISICION	COSTO UNITARIO		
4 TOTAL DE MATERIALES				Q	-	
RESUMEN						
COSTO DIRECTO DEL RENGLON:				Q	16,509.77	
FACTOR INDIRECTOS				Q	4,952.93	
TOTAL				Q	21,462.70	
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON:				Q	48.25	

Tabla X. Integración de precios unitarios excavación estructural para cajas y cabezales

CANTIDAD: 96.00

UNIDAD: M³

MAQUINARIA Y EQUIPO						
TIPO DE MAQUINARIA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
EXCAVADORA	HORAS	13.00	Q 175.00	Q	2,275.00	
CAMIONES 10 M ³	HORAS	13.00	Q 85.00	Q	1,105.00	
1 TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q	3,380.00	
MANO DE OBRA						
MANO DE OBRA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
2 PEONES	HORAS	26.01	Q 4.35	Q	113.14	
TOTAL				Q	113.14	
FACTOR DE PRESTACIONES			0.66	Q	74.67	
incluye beneficios sociales			2 TOTAL MANO DE OBRA	Q	187.81	
3 COSTO DE HERRAMIENTA ES IGUAL AL 5% DEL COSTO DE MANO DE OBRA				Q	9.39	
MATERIALES						
MATERIAL	UNIDAD	DOSIFICACION	VALOR ADQUISICION	COSTO UNITARIO		
4 TOTAL DE MATERIALES				Q	-	
RESUMEN						
COSTO DIRECTO DEL RENGLON:				Q	3,577.20	
FACTOR INDIRECTOS				Q	1,073.16	
TOTAL				Q	4,650.36	
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON:				Q	48.44	

Tabla XI. Integración precios unitarios capa de balasto

CANTIDAD: 6,303.00

UNIDAD: M³

MAQUINARIA Y EQUIPO						
TIPO DE MAQUINARIA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
MOTONIVELADORA 140 G	HORAS	233.44	Q 305.00	Q	71,199.20	
RODO LISO	HORAS	186.75	Q 170.00	Q	31,747.84	
REGADORA DE AGUA	HORAS	233.44	Q 80.00	Q	18,675.20	
BOMBA DE AGUA	HORAS	186.75	Q 25.00	Q	4,668.80	
TRACTOR D6D	HORAS	233.44	Q 255.00	Q	59,527.20	
EXCAVADORA DE ORUGA	HORAS	233.44	Q 450.00	Q	105,048.00	
1 TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q	290,866.24	
MANO DE OBRA						
MANO DE OBRA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
6 PEONES	HORAS	1303.36	Q 4.35	Q	5,669.63	
TOTAL				Q	5,669.63	
FACTOR DE PRESTACIONES			0.66	Q	3,741.96	
incluye beneficios sociales			2 TOTAL MANO DE OBRA	Q	9,411.59	
3 COSTO DE HERRAMIENTA ES IGUAL AL 5% DEL COSTO DE MANO DE OBRA				Q	470.58	
MATERIALES						
MATERIAL	UNIDAD	DOSIFICACION	VALOR ADQUISICION	COSTO UNITARIO		
MATERIAL DE BALASTO	M ³	6,933.30	Q 2.50	Q	17,333.25	
4 TOTAL DE MATERIALES				Q	17,333.25	
RESUMEN						
COSTO DIRECTO DEL RENGLON:				Q	318,081.66	
FACTOR INDIRECTOS				Q	95,424.50	
TOTAL				Q	413,506.16	
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON:				Q	65.60	

Tabla XII. Integración precios unitarios acarreo de balasto

CANTIDAD: 15,757.50

UNIDAD: M³-KM

MAQUINARIA Y EQUIPO						
TIPO DE MAQUINARIA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
6 CAMIONES 10 M ³	M ³ /KM	15,757.50	Q 2.17	Q	34,193.78	
1 TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q	34,193.78	
MANO DE OBRA						
MANO DE OBRA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
2 CHEQUE	HORAS	119.63	Q 4.35	Q	520.39	
TOTAL				Q	520.39	
FACTOR DE PRESTACIONES incluye beneficios sociales			0.66	Q	343.46	
2 TOTAL MANO DE OBRA				Q	863.85	
3 COSTO DE HERRAMIENTA ES IGUAL AL 5% DEL COSTO DE MANO DE OBRA				Q	43.19	
MATERIALES						
MATERIAL	UNIDAD	DOSIFICACION	VALOR ADQUISICION	COSTO UNITARIO		
4 TOTAL DE MATERIALES				Q	-	
RESUMEN						
COSTO DIRECTO DEL RENGLON:				Q	35,100.82	
FACTOR INDIRECTOS				Q	10,530.24	
TOTAL				Q	45,631.06	
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON:				Q	2.90	

Tabla XIII. Integración precios unitarios alcantarillas de metal corrugado de 36"

CANTIDAD: 150.00

UNIDAD: ML

MAQUINARIA Y EQUIPO						
TIPO DE MAQUINARIA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
RETROEXCAVADORA	HORAS	150.00	Q 175.00	Q	26,250.00	
1 TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q	26,250.00	
MANO DE OBRA						
MANO DE OBRA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
ALBAÑILES	HORAS	150.00	Q 9.35	Q	1,402.50	
AYUDANTES	HORAS	300.00	Q 5.00	Q	1,500.00	
TOTAL				Q	2,902.50	
FACTOR DE PRESTACIONES			0.66	Q	1,915.65	
incluye beneficios sociales			2 TOTAL MANO DE OBRA	Q	4,818.15	
3 COSTO DE HERRAMIENTA ES IGUAL AL 5% DEL COSTO DE MANO DE OBRA				Q	240.91	
MATERIALES						
MATERIAL	UNIDAD	DOSIFICACION	VALOR ADQUISICION	COSTO UNITARIO		
ALCANTARILLA	ML	150.00	Q 500.00	Q	75,000.00	
4 TOTAL DE MATERIALES				Q	75,000.00	
RESUMEN						
COSTO DIRECTO DEL RENGLON:				Q	106,309.06	
FACTOR INDIRECTOS				Q	31,892.72	
TOTAL				Q	138,201.77	
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON:				Q	921.35	

Tabla XIV. Integración de precios unitarios muros, cajas y cabezales para alcantarillas

CANTIDAD: 97.00

UNIDAD: M³

MAQUINARIA Y EQUIPO						
TIPO DE MAQUINARIA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
CONCRETERA	HORAS	69.28	Q 30.00	Q	2,078.40	
1 TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q	2,078.40	
MANO DE OBRA						
MANO DE OBRA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
OPERADOR CONCRETERA	HORAS	69.28	Q 9.35	Q	647.77	
ALBAÑILES	HORAS	69.28	Q 9.35	Q	647.77	
PEONES	HORAS	138.56	Q 5.00	Q	692.80	
				Q	1,988.34	
FACTOR DE PRESTACIONES incluye beneficios sociales			0.66	Q	1,312.30	
2 TOTAL MANO DE OBRA				Q	3,300.64	
3 COSTO DE HERRAMIENTA ES IGUAL AL 5% DEL COSTO DE MANO DE OBRA				Q	165.03	
MATERIALES						
MATERIAL	UNIDAD	DOSIFICACION	VALOR ADQUISICION	COSTO UNITARIO		
CEMENTO	SACOS	384.12	Q 35.00	Q	13,444.20	
ARENA	M ³	42.57	Q 75.00	Q	3,192.75	
PIEDRA BOLA	M ³	68.00	Q 45.00	Q	3,060.00	
MADERA	PIE-TABLA	400.00	Q 4.00	Q	1,600.00	
4 TOTAL DE MATERIALES				Q	21,296.95	
RESUMEN						
COSTO DIRECTO DEL RENGLON:				Q	26,841.02	
FACTOR INDIRECTOS				Q	8,052.31	
TOTAL				Q	34,893.33	
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON:				Q	359.73	

Tabla XV. Integración precios unitarios cunetas revestidas

CANTIDAD: 573.00

UNIDAD: M3

MAQUINARIA Y EQUIPO						
TIPO DE MAQUINARIA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
CONCRETERA	HORAS	114.60	Q 30.00	Q	3,438.00	
1 TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q	3,438.00	
MANO DE OBRA						
MANO DE OBRA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
OPERADOR CONCRETERA	HORAS	114.60	Q 9.35	Q	1,071.51	
ALBAÑILES	HORAS	114.60	Q 9.35	Q	1,071.51	
PEONES	HORAS	229.20	Q 5.00	Q	1,146.00	
TOTAL				Q	3,289.02	
FACTOR DE PRESTACIONES			0.66	Q	2,170.75	
incluye beneficios sociales				Q	5,459.77	
2 TOTAL MANO DE OBRA				Q	5,459.77	
3 COSTO DE HERRAMIENTA ES IGUAL AL 5% DEL COSTO DE MANO DE OBRA				Q	272.99	
MATERIALES						
MATERIAL	UNIDAD	DOSIFICACION	VALOR ADQUISICION	COSTO UNITARIO		
CEMENTO	SACOS	2,266.00	Q 35.00	Q	79,310.00	
ARENA	M^3	251.48	Q 75.00	Q	18,861.00	
PIEDRA BOLA 3"	M^3	400.00	Q 45.00	Q	18,000.00	
4 TOTAL DE MATERIALES				Q	116,171.00	
RESUMEN						
COSTO DIRECTO DEL RENGLON:				Q	125,341.76	
FACTOR INDIRECTOS				Q	37,602.53	
TOTAL				Q	162,944.29	
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON:				Q	284.37	

Tabla XVI. Integración de precios unitarios rótulo

CANTIDAD: 1.00

UNIDAD: U

MAQUINARIA Y EQUIPO						
TIPO DE MAQUINARIA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
CAMION	HORAS	4.00	Q 35.00	Q	140.00	
1 TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q	140.00	
MANO DE OBRA						
MANO DE OBRA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
ENCARGADO	HORAS	2.00	Q 8.00	Q	16.00	
ALBAÑIL	HORAS	2.00	Q 6.25	Q	12.50	
AYUDANTE	HORAS	2.00	Q 3.75	Q	7.50	
SOLDADOR	HORAS	7.00	Q 6.00	Q	42.00	
AYUDANTE	HORAS	14.00	Q 3.75	Q	52.50	
PINTOR	HORAS	10.00	Q 4.00	Q	40.00	
TOTAL				Q	170.50	
FACTOR DE PRESTACIONES			Q 0.66	Q	112.53	
incluye beneficios sociales				Q	283.03	
2 TOTAL MANO DE OBRA				Q	283.03	
3 COSTO DE HERRAMIENTA ES IGUAL AL 5% DEL COSTO DE MANO DE OBRA				Q	14.15	
MATERIALES						
MATERIAL	UNIDAD	DOSIFICACION	VALOR ADQUISICION	COSTO UNITARIO		
CEMENTO	BOLSA	1.00	Q 9.76	Q	9.76	
ARENA	M^3	0.34	Q 75.00	Q	25.50	
PIEDRIN	M^3	0.43	Q 85.00	Q	36.55	
TUBO	UNIDAD	1.00	Q 85.00	Q	85.00	
LAMINA	UNIDAD	2.00	Q 85.00	Q	170.00	
PINTURA	UNIDAD	4.00	Q 84.80	Q	339.20	
4 TOTAL DE MATERIALES				Q	666.01	
RESUMEN						
COSTO DIRECTO DEL RENGLON:				Q	1,103.19	
FACTOR INDIRECTOS				Q	330.96	
TOTAL				Q	1,434.15	
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON:				Q	1,434.15	

Tabla XVII. Presupuesto general

PROYECTO: ALDEA LAS VICTORIAS - FINCA LA CONCHA
MUNICIPIO: VILLA CAÑALES
DEPARTAMENTO: GUATEMALA
LONGITUD: 5.73055 KM

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREGIO UNITARIO	VALOR	TOTAL
	MOVIMIENTO DE TIERRA					246,448.41
1	Excavación no clasificada	M³	7,930.35	24.65	195,483.13	
2	Excavación no clasificada de desperdicio	M³	658.03	23.00	15,134.69	
4	Excavación de canales de entrada y salida para alcantarillas	M³	23.68	47.38	1,121.96	
5	Excavación estructural para alcantarillas	M³	444.82	48.25	21,462.57	
6	Excavación estructural para cajas y cabezales	M³	96.00	48.44	4,650.24	
7	Rectificación línea central	ML	5,730.55	1.50	8,595.83	
	CAPA DE RODADURA					468,628.96
1	Capa de balasto	M³	6,303.00	65.60	413,476.80	
2	Acarreo	M³-Km	15,757.50	2.90	45,696.75	
3	Rectificación de niveles	ML	5,730.55	1.65	9,455.41	
	ESTRUCTURAS DE DRENAJE MENOR					336,040.32
1	Alcantarillas de metal corrugado de 36"	ML	150.00	921.35	138,202.50	
2	Muros, cajas y cabezales para alcantarillas	M³	97.00	359.73	34,893.81	
3	Cunetas revestidas	M³	573.00	284.37	162,944.01	
	REGLONES VARIOS					56,214.15
1	Cuadrilla de topografía de Planta en el proyecto	DIA	120.00	456.50	54,780.00	
1	Rótulo	U	1.00	1,434.15	1,434.15	
TOTAL						1,107,331.83

Tabla XVIII. Programa general de trabajo

PROYECTO ALDEAS VICTORIAS-FINCALACONCHA
MUNICIPIO VILACANILES
DEPARTAMENTO GUATEMALA
LONGITUD 5.73065 KM

CODIGO	DESCRIPCION	MESES			
		1	2	3	4
	MOMENTO DE TIERRA				
1	Excavación No Clasificada				
2	Excavación No Clasificada de Despejío				
3	Excavación de canales de entrada y salida para alcantarillas				
4	Excavación Estructural para Alcantarillas				
5	Excavación Estructural para cajas y cabezales				
6	Rectificación Línea Central				
	CAPA DE RODAJURA				
1	Capa de balasto				
2	Acarreo de Balasto				
3	Rectificación Niveles				
	ESTRUCTURAS DE DRENAJE MENOR				
1	Alcantarillas de metal con cajón de 36"				
2	Muros, cajas y cabezales para alcantarillas				
3	Cunetas Revestidas				
	REGLONES VARIOS				
1	Gravilla de topografía				
2	Retulo				

CONCLUSIONES

- 1.** La ampliación y mejoramiento del tramo carretero, solucionará en gran medida las carencias del transporte extraurbano y el acceso de vehículos, lo que conlleva realizar de mejor manera el proceso de desarrollo integral de las comunidades que se encuentran en el trayecto del tramo carretero.
- 2.** Para elaborar el proyecto se tomará la opción del balasto por ser la más económica y que cubra las necesidades de la población, para que dicho proyecto se pueda realizar lo más pronto posible.
- 3.** El tipo de camino que más se adaptó a las condiciones del terreno fue el "G", de acuerdo con las especificaciones de la Dirección General de Caminos, ya que permite: pendientes hasta del 18%, un tránsito promedio bajo, ancho de calzada de 5.50 metros.

RECOMENDACIONES

- 1.** Garantizar la supervisión técnica, durante la ejecución de la carretera para que se cumpla con todas las normas y especificaciones establecidas en el estudio y diseño, en beneficio directo de sus comunidades.
- 2.** Organizar las cuadrillas de mantenimiento de la carretera, para garantizar el buen funcionamiento de la misma, dando limpieza a las alcantarillas y cunetas, ya que de estas depende la vida útil de la carretera.
- 3.** Que la municipalidad apoye a los comités de las diferentes comunidades, con los recursos económicos necesarios para el mantenimiento de la carretera.

BIBLIOGRAFÍA

1. Sajcabun Morales, Juan Leonidas. Diseño y estudio del camino que une la carretera interamericana a la aldea el Bojonal del departamento de San Marcos. Tesis Ing. Civ. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 1998.
2. Mejía Aquino, Santos. Estudio y diseño del camino que une la carretera que de Barberena conduce a Casillas con las Aldeas Guadalupe, El Jute y el Palmar, en el departamento de Santa Rosa. Tesis Ing. Civ. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1982.
3. Pérez Méndez, Augusto Rene. Metodología de actividades para el diseño geométrico de carreteras. Tesis Ing. Civ. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1989.
4. Rodas López, Marlon Roberto. Apertura de carretera de la aldea el Salitre al caserío Siete Platos al caserío Chuena, en el municipio de San Miguel Ixtahuacan, San Marcos. Tesis Ing. Civ. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2002.
5. Morales Castillo, Willinsem Alejandro. Diseño de la carretera que une a las aldeas Acal y Casaca; y la carretera hacia el caserío la Mariposa, La Vega de San Miguel, San Ildefonso Ixtahuacan, Huhuetenango. Tesis Ing. Civ. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003.

6. Dirección General de Caminos. Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes. Guatemala. Cámara Guatemalteca de la Construcción. 2001.

APÉNDICES

Figura 6. Detalle de cuneta

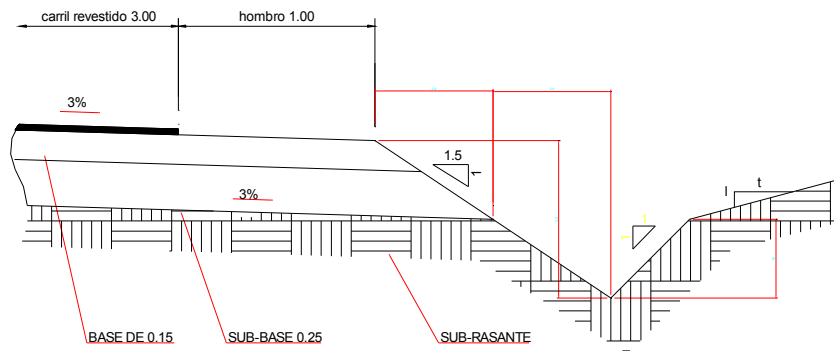


Figura 7. Detalle de contracuneta

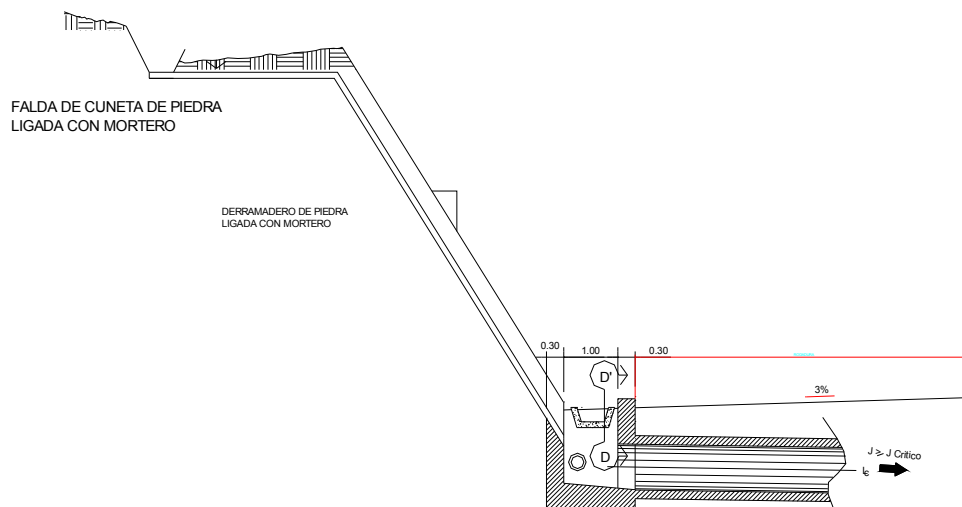


Figura 8. Detalle de sección típica alineación en recta

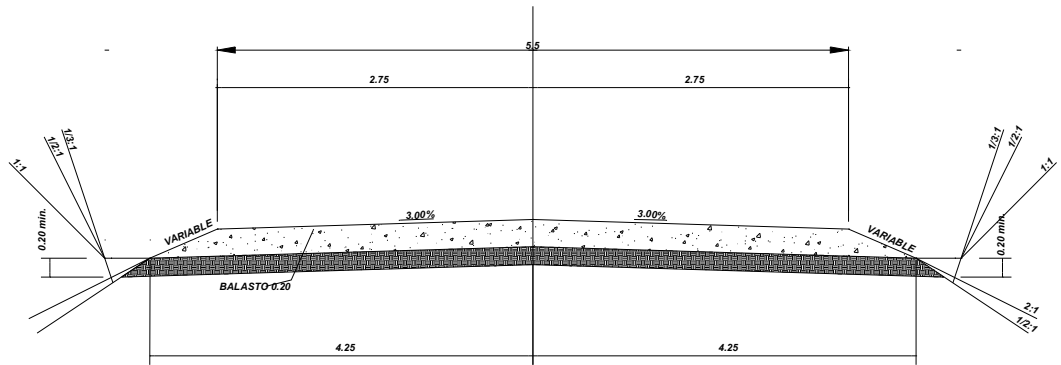


Figura 9. Detalle de sección típica alineación en curva

