



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

**COMPARACIÓN DE PRESUPUESTOS UTILIZANDO PAVIMENTO ASFÁLTICO Y  
PAVIMENTO A BASE DE CONCRETO HIDRÁULICO PARA LA RUTA DEPARTAMENTAL  
RDCHM-05 ACATENANGO LA SOLEDAD, 7 Km, REPÚBLICA DE GUATEMALA**

**César Enrique Paiz Paz**

Asesorado por el Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero

Guatemala, agosto de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**COMPARACIÓN DE PRESUPUESTOS UTILIZANDO PAVIMENTO ASFÁLTICO Y  
PAVIMENTO A BASE DE CONCRETO HIDRÁULICO PARA LA RUTA DEPARTAMENTAL  
RDCHM-05 ACATENANGO LA SOLEDAD, 7 Km, REPÚBLICA DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**CÉSAR ENRIQUE PAIZ PAZ**

ASESORADO POR EL ING. GUILLERMO FRANCISCO MELINI SALGUERO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, AGOSTO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
EXAMINADOR	Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
EXAMINADOR	Ing. Luis Manuel Sandoval Mendoza
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**COMPARACIÓN DE PRESUPUESTOS UTILIZANDO PAVIMENTO ASFÁLTICO Y  
PAVIMENTO A BASE DE CONCRETO HIDRÁULICO PARA LA RUTA DEPARTAMENTAL  
RDCHM-05 ACATENANGO LA SOLEDAD, 7 Km, REPÚBLICA DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 29 de mayo de 2012.

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized cursive letters, enclosed within a large, thin oval outline.

**César Enrique Paiz Paz**

*Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero*

Ingeniería Civil, Sanitaria y Ambiental, Avalúos  
Colegiado 2548

14 de abril de 2014.

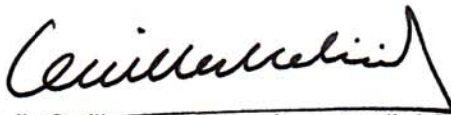
Licenciado  
Manuel Guillen  
Jefe de Departamento de Planeamiento  
Escuela de Ingeniería Civil

Licenciado Guillen:

Después de analizar y revisar el trabajo de graduación titulado **"COMPARACIÓN DE PRESUPUESTOS UTILIZANDO PAVIMENTO ASFALTICO Y PAVIMENTO A BASE DE CONCRETO HIDRÁULICO PARA LA RUTA DEPARTAMENTAL RDCHM-05 ACATENANGO LA SOLEDAD, 7km, REPUBLICA DE GUATEMALA"**, presentado por el estudiante universitario de la carrera de Ingeniería Civil **César Enrique Paiz Paz**, identificado con el no. de carne **2008-15330**, tengo a bien manifestar que dicho trabajo ha sido ejecutado conforme a los requisitos establecidos.

Por lo anterior, en mi calidad de Asesor, me permito solicitar se continúen los trámites respectivos para su aprobación.

Sin otro particular, me suscribo de usted, atentamente,



Ing. Civil, Guillermo Francisco Melini Salguero  
Asesor.

Guillermo Francisco Melini Salguero  
INGENIERO CIVIL  
Col. 2548



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



Guatemala,

23 de abril de 2014

Ingeniero

Hugo Leonel Montenegro Franco

Director Escuela Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería

Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación COMPARACIÓN DE PRESUPUESTOS UTILIZANDO PAVIMENTO ASFALTICO Y PAVIMENTO A BASE DE CONCRETO HIDRAULICO PARA LA RUTA DEPARTAMENTAL RDCHM-05 ACATENANGO LA SOLEDAD, 7KM. REPUBLICA DE GUATEMALA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil César Enrique Paiz Paz, quien contó con la asesoría del Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Lic. Manuel María Guillén Salazar

Jefe del Departamento de Planeamiento



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
PLANEAMIENTO  
USAC

/bbdeb  
Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





**USAC**  
**TRICENTENARIA**  
 Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero y del Jefe del Departamento de Planeamiento, Lic. Manuel María Guillen Salazar, al trabajo de graduación del estudiante César Enrique Paiz Paz, titulado **COMPARACIÓN DE PRESUPUESTOS UTILIZANDO PAVIMENTO ASFALTICO Y PAVIMENTO A BASE DE CONCRETO HIDRÁULICO PARA LA RUTA DEPARTAMENTAL RDCHM-05 ACATENANGO LA SOLEDAD, 7KM. REPÚBLICA DE GUATEMALA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, agosto de 2014

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







DTG. 384.2014

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **COMPARACIÓN DE PRESUPUESTOS UTILIZANDO PAVIMENTO ASFÁLTICO Y PAVIMENTO A BASE DE CONCRETO HIDRÁULICO PARA LA RUTA DEPARTAMENTAL RDCHM-05 ACATENANGO LA SOLEDAD, 7 Km, REPÚBLICA DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **César Enrique Paiz Paz**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 6 de agosto de 2014

/gdech





## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Mis padres**

Eleázar Gerardo Paiz Morales y Ana Patricia Paz de Paiz, por apoyarme siempre. Ustedes son un ejemplo y una inspiración.

### **Mis hermanos**

Eleázar y Luis Pedro Paiz Paz, por apoyarme y aconsejarme en los momentos difíciles y por compartir conmigo todos los éxitos.

### **Mi familia**

Por estar siempre presente en las buenas y en las malas. Especialmente a Byron Paiz que siempre me ha brindado apoyo y conocimiento a lo largo de mis estudios.

### **Mis amigos**

A cada uno de mis amigos que siempre han estado presentes a lo largo de mi vida y realización profesional.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por las bendiciones y oportunidades que me ha dado en la vida.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por darme el privilegio de formarme como profesional y permitirme culminar mis estudios.
<b>CONCARZA</b>	Por permitirme elaborar mi trabajo de graduación basándome en un proyecto ejecutado por ellos.
<b>Mis amigos</b>	Eduardo Ramos, Carlos Cardona, Pablo Martínez, Juan Fajardo, Randy Donis, Boris Palma, Raúl Herrera, Andrés García, Irene Estrada, Pamela Sikahall, y a todos los amigos y compañeros universitarios y de trabajo que no nombré y que me han brindado su apoyo.
<b>Mis padres</b>	Por todo el apoyo, las lecciones de vida y por ser esos ejemplos que me inspiran a ser mejor cada día.
<b>Ing. Guillermo Melini</b>	Por el apoyo a lo largo de la carrera y asesoría en mi trabajo de graduación.

**Ing. Hugo y  
David Najera**

Por el apoyo profesional que siempre me han  
brindado y el conocimiento que me comparten.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVII
1. DEFINICIONES.....	1
1.1. Pavimento.....	1
1.1.1. Función del pavimento.....	2
1.2. Pavimento flexible .....	2
1.2.1. Estructura de un pavimento flexible.....	4
1.2.1.1. Subbase .....	4
1.2.1.2. Base .....	5
1.2.1.3. Carpeta asfáltica.....	6
1.3. Pavimento rígido.....	7
1.3.1. Estructura de un pavimento rígido .....	9
1.3.1.1. Subbase .....	9
1.3.1.2. Base .....	10
1.3.1.3. Carpeta de concreto hidráulico .....	11
2. PAVIMENTO ASFÁLTICO .....	13
2.1. Diseño .....	13
2.1.1. Método de AASHTO.....	13
2.1.1.1. Variables en función del tiempo.....	13
2.1.1.2. Variables en función del tránsito.....	14

2.1.1.3.	Confiabilidad (R).....	14
2.1.1.4.	Subrasantes expansivas .....	14
2.1.1.5.	Criterios para determinar la serviciabilidad.....	15
2.1.1.6.	Propiedades de los materiales .....	15
2.1.1.7.	Drenajes.....	15
2.1.1.8.	Determinación de espesores.....	16
2.1.1.9.	Determinación del número estructural requerido .....	16
2.1.2.	Método del instituto de asfalto.....	17
2.1.2.1.	Estimación de tránsito .....	18
2.1.2.2.	Materiales.....	19
2.1.2.3.	Espesores de diseño.....	20
2.1.2.4.	Tráfico de carga de diseño .....	20
2.2.	Ejecución de pavimento asfáltico .....	21
2.2.1.	Procedimientos de ejecución.....	21
2.2.1.1.	Riegos de sello.....	22
2.2.1.2.	Carpeta de arena – asfalto.....	23
2.2.1.3.	Pavimentos con emulsión asfáltica .....	23
2.2.1.4.	Concreto asfáltico en caliente .....	23
3.	PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO .....	25
3.1.	Diseño .....	25
3.1.1.	Método AASHTO.....	25
3.1.1.1.	Variables a considerar.....	25
3.1.2.	Método PCA.....	28
3.1.2.1.	Elementos básicos .....	28
3.1.2.2.	Factores de diseño.....	29
3.2.	Ejecución.....	31

3.2.1.	Construcción.....	31
3.2.1.1.	Materiales de construcción .....	32
3.2.2.	Preparación de rasante .....	32
3.2.2.1.	Nivelación y compactación de la subrasante .....	33
3.2.2.2.	Protección de la rasante .....	33
3.2.2.3.	Requisitos para la compactación .....	34
3.2.2.4.	Estabilización de la subrasante .....	35
3.2.2.5.	Recepción de la subrasante .....	35
3.2.3.	Construcción de bases y subbases .....	36
3.2.3.1.	Subbase .....	36
3.2.3.2.	Estabilización de base .....	38
3.2.3.3.	Capas drenantes .....	39
3.2.4.	Preparación para la pavimentación con concreto ...	40
3.2.4.1.	Aprobación de la rasante .....	40
3.2.4.2.	Mezcla de concreto.....	41
3.2.5.	Pavimentación con concreto.....	42
3.2.5.1.	Factores críticos para la pavimentación con concreto .....	42
4.	ANÁLISIS COMPARATIVO DE PRESUPUESTOS .....	45
4.1.	Introducción .....	45
4.2.	Renglones de costos unitarios.....	45
4.2.1.	Integración de costos unitarios para pavimento asfáltico .....	48
4.2.1.1.	Tablas.....	48
4.2.2.	Integración de costos unitarios para pavimento de concreto hidráulico.....	80
4.2.2.1.	Tablas.....	81



4.3.	Resumen de presupuestos totales para pavimento asfáltico .	112
4.4.	Resumen de presupuestos totales para pavimento a base de concreto hidráulico .....	115
4.5.	Comparación.....	117
4.6.	Resumen de presupuestos totales para pavimento a base de concreto hidráulico .....	119
CONCLUSIONES.....		123
RECOMENDACIONES .....		125
BIBLIOGRAFÍA.....		127

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Sección de pavimentos flexibles .....	7
2.	Sección de pavimentos rígidos .....	11

### TABLAS

I.	Renglones de trabajo, pavimento asfáltico.....	45
II.	Renglones de trabajo, pavimento de concreto hidráulico.....	47
III.	Planos finales.....	49
IV.	Trabajos de administración .....	50
V.	Limpia, chapeo y destronque .....	50
VI.	Excavación no clasificada de desperdicio .....	51
VII.	Excavación no clasificada para préstamo .....	52
VIII.	Remoción y prevención de derrumbes.....	53
IX.	Remoción de material inapropiado.....	54
X.	Excavación estructural para cimentación de cajas y cabezales para alcantarillas .....	55
XI.	Excavación estructural para alcantarillas .....	56
XII.	Excavación estructural para subdrenajes.....	57
XIII.	Excavación estructural para gaviones.....	58
XIV.	Relleno estructural para alcantarillas .....	59
XV.	Relleno estructural para gaviones.....	60
XVI.	Alcantarillas de metal corrugado de 30" de diámetro .....	61
XVII.	Cajas y cabezales de concreto ciclópeo para alcantarillas .....	63

XVIII.	Cunetas revestidas de concreto de 0,07 m.....	64
XIX.	Bordillos de concreto de 0,18 x 0,35 m.....	65
XX.	Geocompuesto para subdrenaje ( <i>advantage</i> ).....	66
XXI.	Gaviones.....	67
XXII.	Geotextil para gaviones .....	68
XXIII.	Reacondicionamiento de la subrasante .....	69
XXIV.	Capa de subbase de 0,20 m.....	70
XXV.	Capa de base de 0,15 m.....	71
XXVI.	Riego de imprimación .....	72
XXVII.	Riego de liga .....	73
XXVIII.	Concreto asfáltico de 0,05 m de espesor.....	74
XXIX.	Monumentos de kilometraje, suministro y colocación .....	75
XXX.	Pintura termoplástica línea central.....	76
XXXI.	Pintura termoplástica línea no central.....	77
XXXII.	Señales de identificación del proyecto.....	78
XXXIII.	Señales de tráfico de metal, suministro y colocación.....	79
XXXIV.	Dispositivos de señalización nocturna para línea central y laterales ....	80
XXXV.	Planos finales .....	81
XXXVI.	Trabajos de administración.....	82
XXXVII.	Limpia, chapeo y destronque.....	82
XXXVIII.	Excavación no clasificada de desperdicio.....	83
XXXIX.	Excavación no clasificada para préstamo.....	84
XL.	Remoción y prevención de derrumbes .....	85
XLI.	Remoción de material inapropiado .....	86
XLII.	Excavación estructural para cimentación de cajas y cabezales para alcantarillas.....	87
XLIII.	Excavación estructural para alcantarillas.....	88
XLIV.	Excavación estructural para subdrenajes .....	89
XLV.	Excavación estructural para gaviones .....	90

XLVI.	Relleno estructural para alcantarillas .....	91
XLVII.	Relleno estructural para gaviones .....	92
XLVIII.	Alcantarillas de metal corrugado de 30" de diámetro .....	93
XLIX.	Cajas y cabezales de concreto ciclópeo para alcantarillas .....	94
L.	Cunetas revestidas de concreto de 0,07 m .....	95
LI.	Bordillos de concreto de 0,18 x 0,35 m .....	96
LII.	Geocompuesto para subdrenaje ( <i>advantage</i> ) .....	97
LIII.	Gaviones .....	98
LIV.	Geotextil para gaviones .....	99
LV.	Estabilización .....	100
LVI.	Capa de base de 0,15 m .....	101
LVII.	Mezcla de concreto .....	102
LVIII.	Colocación de concreto .....	103
LIX.	Texturizado .....	104
LX.	Curado .....	105
LXI.	Corte .....	106
LXII.	Monumentos de kilometraje, suministro y colocación .....	107
LXIII.	Pintura termoplástica línea central .....	108
LXIV.	Pintura termoplástica línea no central .....	109
LXV.	Señales de identificación del proyecto .....	110
LXVI.	Señales de tráfico de metal. Sumisito y colocación .....	111
LXVII.	Dispositivos de señalización nocturna para línea central y laterales..	112
LXVIII.	Presupuesto pavimento asfáltico .....	113
LXIX.	Presupuesto pavimento de concreto hidráulico .....	115
LXX.	Resumen de presupuestos .....	117
LXXI.	Comparación por porcentajes .....	118
LXXII.	Presupuesto pavimento de concreto hidráulico .....	120



## GLOSARIO

<b>Agregado</b>	Materiales pétreos e inertes derivado de la desintegración de las piedras naturales, utilizados en mezclas de concreto.
<b>Base</b>	Capa de suelo granular, ubicada debajo de la carpeta de rodadura, tiene como función transmitir las cargas aplicadas sobre el pavimento hasta la subrasante.
<b>Berma</b>	Franja longitudinal, comprendida entre el borde exterior del hombro y la cuneta o talud.
<b>Carretera</b>	Es una vía de dominio y uso público, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos automóviles.
<b>Caminos rurales</b>	Estos unen las aldeas y las poblaciones más pequeñas de mercado regional, y son los caminos terciarios, secundarios y de penetración. Normalmente, no son pavimentados.
<b>Capa permeable</b>	Capa de material pétreo provista de abundante cantidad de vacíos no capilares.



<b>Carpeta de rodadura</b>	Capa superficial del pavimento, tiene como objetivo soportar directamente las cargas vehiculares actuantes y transmitir las a las capas subyacentes.
<b>Concreto asfáltico</b>	Mezcla compactada en caliente de agregados, polvo mineral y asfalto.
<b>Costo</b>	Conjunto de pagos efectuados en la ejecución de un proyecto.
<b>Curado</b>	Procedimiento que tiene como objeto evitar un secado prematuro del concreto, especialmente bajo la acción de los rayos del sol y del viento.
<b>Emulsión asfáltica</b>	Dispersión de asfalto en agua, por medios mecánicos, a la cual se incorpora un agente emulsivo.
<b>Estabilización</b>	Tratamiento de un suelo con el fin de aumentar su valor soporte.
<b>Hombro</b>	La parte de la carretera contigua a la carpeta de rodadura, destinada a la detención de vehículos en emergencia y como protección de la erosión.
<b>Imprimación</b>	Aplicación de un material bituminoso, de baja viscosidad, previamente a la colocación de una base o capa superficial.

<b>Junta</b>	Separación entre dos partes contiguas de una obra, para permitir su expansión o contracción por causa de la temperatura.
<b>Mantenimiento</b>	Conservación del proyecto en condiciones similares a cuando estaba recién construido.
<b>Pavimento</b>	Estructura formada por una o más capas de material pétreo tratado, cuya función es la de proporcionar al usuario un tránsito cómodo, seguro y rápido, al costo más bajo posible.
<b>Pavimento flexible</b>	Son aquellos que tienden a deformarse y recuperarse después de sufrir deformación, transmitiendo la carga en forma lateral al suelo a través de sus capas, llamado también pavimento asfáltico.
<b>Pavimento rígido</b>	Son aquellos formados por una losa de concreto Portland sobre una base, o directamente sobre la subrasante, llamado también pavimento hidráulico.

<b>Polímeros</b>	Sustancias de alto peso molecular formadas por la unión de cientos o miles de moléculas pequeñas llamadas monómeros (compuestos químicos con moléculas simples). Se forman así moléculas gigantes que toman formas diversas: cadenas en forma de escalera, cadenas unidas o termofijas que no pueden ablandarse al ser calentadas, cadenas largas y sueltas, etc.
<b>Rasante</b>	Es el conjunto de segmentos, rectos o curvos, que definen el trazo de una carretera.
<b>Riego de sello</b>	Recubrimiento de una superficie, con un ligante en estado líquido, seguido por la aplicación uniforme de agregado fino.
<b>Subbase</b>	Capa debajo de la base, de menor calidad, con el fin de servir de soporte para una mala subrasante.
<b>Subrasante</b>	Suelo que sirve como fundación para todo el paquete estructural de un pavimento.
<b>Terraplén</b>	Macizo de tierra con que se rellena un vacío para llegar al nivel de la subrasante.

## RESUMEN

El presente trabajo contiene los conocimientos necesarios sobre la construcción de estructuras de pavimento, tanto rígido como flexible; estas están formadas por capas superpuestas que tienen como objetivo transmitir las cargas vehiculares, que se espera transiten sobre ellas.

Los pavimentos flexibles son llamados así debido a que tienden a deformarse y recuperarse, transmitiendo la carga al suelo a través de sus capas, mientras que los pavimentos rígidos, la carpeta de rodadura es construida a base de concreto hidráulico que tiene una deformación menor, pero tiende a resistir mejor las cargas aplicadas por lo que el mantenimiento es menor.

La comparación de presupuestos realizada en el presente documento, utilizando pavimento rígido y pavimento flexible, para el tramo estudiado, tiene como objetivo encontrar la opción económicamente más rentable, tomando en cuenta únicamente el costo inicial del proyecto.

La importancia de realizar un análisis comparativo de presupuestos surge a causa del limitado capital que pueden llegar a manejar las municipalidades en el país, tratando de obtener su máximo aprovechamiento y así poder cubrir las necesidades de las comunidades en virtud de que también se realiza para solucionar los problemas socio-económicos de los casos particulares.



# OBJETIVOS

## General

Comparación de presupuestos entre pavimento asfáltico y pavimento construido a base de concreto hidráulico desde el punto de vista económico.

## Específicos

1. Poner en práctica el conocimiento de las diferentes alternativas de diseño de carpetas de rodadura posibles a utilizar en la urbanización de un tramo determinado.
2. Desarrollar dos presupuestos de pavimentación, con diferentes materiales, nombrados a continuación:
  - a. Pavimento asfáltico.
  - b. Pavimento a base de concreto hidráulico.
3. Realizar un estudio de cada presupuesto, con el fin de poder determinar cuál de estas dos alternativas sería la más conveniente, tanto en lo técnico como en lo económico. Se obtendrá el valor actual neto de cada propuesta, las que se compararan entre sí para determinar cuál de ellas es la más rentable para el proyecto.



4. Beneficiar a la población residente, ya que cualquiera de las dos alternativas de pavimentación, traerá un mayor desarrollo social y económico para la comunidad, mejorando así su calidad de vida.
5. Comparar los presupuestos de las dos alternativas de construcción sirva de parámetro para la toma de decisiones por parte de las diferentes municipalidades del país.
6. Seleccionar la mejor de dos alternativas de construcción propuestas y la que más se ajuste a su presupuesto.

## INTRODUCCIÓN

El ser humano por naturaleza siempre ha tenido la necesidad de comunicarse, por lo que fue desarrollando diferentes métodos para la construcción de rutas de acceso, desde caminos a base de piedra y aglomerante con métodos perfeccionados de pavimentación.

La carretera se puede definir como la adaptación de una faja sobre la superficie terrestre que llene las condiciones de ancho, alineamiento y pendiente para permitir el rodamiento adecuado de los vehículos para los cuales ha sido acondicionada.

Se conoce como pavimento a una estructura de capas de diferentes materiales pétreos tratados, diseñado para transmitir las cargas a compresión, generadas por el tránsito de vehículos, de forma disipada desde la superficie a los estratos inferiores, proporcionando al usuario un tránsito cómodo, seguro y rápido, al costo más bajo posible.

Existen dos métodos de pavimentación utilizados comúnmente, cada uno con sus ventajas y desventajas, el pavimento asfáltico o también llamado flexible, debido al comportamiento plástico que este presenta al estar sometido a cargas compresivas, y el pavimento construido a base de concreto hidráulico o pavimento rígido.

La pavimentación de la ruta departamental RDCHM-05 Acatenango La Soledad se realizará para mejorar el nivel de servicio carretero diseñado sobre un camino ya existente, para el bienestar de los habitantes y mejorar el

desarrollo de las comunidades cercanas, en este caso el camino es de terracería, lo que trae como consecuencias, en época seca, enfermedades respiratorias y contaminación de cultivos debido a los materiales finos del suelo que contaminan el aire al transitar por el tramo, y un bloqueo total del camino en época de lluvia a consecuencia del lodo que provoca atascos y evita la libre locomoción.

Debido a la falta de presupuesto en las municipalidades del país es importante buscar siempre el método constructivo más económico para la ejecución de cualquier obra civil, lo que también beneficia en la toma de decisiones por parte de constructores individuales.

# 1. DEFINICIONES

## 1.1. Pavimento

Los pavimentos son los elementos estructurales que forman parte de una carretera, estos están formados por un conjunto de capas, construidas con materiales pétreos tratados y compactados adecuadamente. Estas estructuras compuestas por estratos se apoyan sobre la subrasante obtenida por el movimiento de tierras durante el proceso de exploración. Los pavimentos se pueden clasificar en dos tipos, los pavimentos flexibles, están conformados por varias capas, subrasante, subbase, base y carpeta asfáltica. El punto de partida para la elaboración de un proyecto carretero, utilizando pavimento flexible, es el proceso de diseño, para el cual se pueden utilizar el método AASHTO y el método del Instituto del Asfalto.

El siguiente paso es la ejecución, donde se realizan los tratamientos superficiales, macadam de penetración, riegos de sello, carpeta de arena-asfalto, pavimento con emulsión asfáltica y el concreto asfáltico en caliente. Luego de ejecutado el proyecto es importante el mantenimiento permanente de la red vial, por medio de obras de recuperación, máxime si se trata de pavimentos asfáltico. Por otro lado, se tienen los pavimentos rígidos, cuya estructura está formada por tres capas, subrasante, base y losa de concreto. Para la elaboración de una pavimentación con concreto hidráulico, se realiza un diseño, utilizando el método AASHTO o el método PCA (Portland Cement Association, por sus siglas en inglés), se ejecuta y se le da un mantenimiento, la diferencia es que el mantenimiento para este tipo de concreto es menor ya que

la durabilidad de las planchas de concreto es mayor. (Montejo Fonseca A. , 2002)

### **1.1.1. Función del pavimento**

El pavimento, para cumplir con sus funciones óptimamente, debe cumplir satisfactoriamente los siguientes requisitos:

- Ser diseñado para poder resistir la acción de las cargas impuestas por el tránsito.
- Resistir los agentes de intemperismo.
- Presentar una textura superficial apta para las velocidades previstas de circulación de los vehículos.
- Debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.
- Durabilidad.
- Drenaje adecuado.
- Moderar adecuadamente el ruido de rodadura, tanto en el interior como en el exterior del vehículo.
- Debe ser económico.
- Debe poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos.

### **1.2. Pavimento flexible**

El pavimento flexible, o como también se le conoce, pavimento asfáltico, está formado por una carpeta de rodadura apoyada sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase, cada una con una función determinada, que en conjunto tienen como objetivo cumplir con los siguientes propósitos:

- Resistir y distribuir adecuadamente las cargas producidas por el tránsito. Debe estar constituido de manera tal que las cargas, no provoquen deformaciones en su estructura.
- El pavimento debe ser lo suficientemente impermeable para impedir la infiltración del agua, que puede llegar a afectar la capacidad soporte del suelo. De esto se concluye la importancia de un drenaje adecuado.
- Resistir el desgaste provocado por el tránsito de vehículos. El pavimento debe ser resistente respecto al desgaste y desprendimiento de partículas que se obtiene como consecuencia del paso de los vehículos.
- Resistir los agentes atmosféricos, ya que estos provocan la meteorización y alteración de los materiales que componen el pavimento, afectando la vida útil del mismo.
- Poseer una superficie de rodadura adecuada, que permita fluidez y comodidad hacia el tránsito de vehículos. La superficie del pavimento, debe proporcionar un aspecto agradable, seguro y cómodo, de manera que el deslizamiento de los vehículos sea óptimo.
- Adaptarse a ciertas fallas de la base o subbase. La flexibilidad del pavimento es muy importante en caso de presentarse asentamiento en alguna de sus capas; pudiendo así adaptarse a las pequeñas fallas sin necesidad de reparaciones costosas.



### **1.2.1. Estructura de un pavimento flexible**

También llamado pavimento a base de concreto asfáltico. Su carpeta de rodadura es un subproducto de la refinación del petróleo, después de extraer de él la gasolina, aceites y polímeros.

#### **1.2.1.1. Subbase**

La principal función de esta capa es netamente económica; puede ser construido con materiales de alta calidad, es conveniente distribuir las capas de mejor calidad en la parte superior y colocar en la parte inferior del pavimento la capa de menor calidad y generalmente de menor costo. Esto puede llevar a un aumento en el espesor total del pavimento pero de igual manera resultar más económica. (Montejo Fonseca A. , 2002)

Otro objetivo de la subbase es servir de transición entre la base y la subrasante; ya que el material de la base suele ser granular y el de la subbase es más fino, de esta manera sirve como filtro para evitar que el material de la base se incruste en la subrasante.

La subbase sirve también como drenaje para desalojar el agua que se filtre en el pavimento e impedir la ascensión capilar hacia la base de agua procedente de la terracería.

Generalmente las dos cualidades que se buscan en el material de subbase son:

- La resistencia friccionante, esta contribuirá con la resistencia en conjunto del pavimento, garantizando un buen comportamiento en cuanto a deformación, como resultado de una buena compactación.
- La capacidad de drenaje, es necesaria debido a la doble función que realiza tanto con el agua que se filtra desde la superficie, como la que asciende por capilaridad.
- Los espesores de subbase, son variables y dependen de cada proyecto específico, pero suele considerarse 12 a 15 cm como la dimensión mínima constructiva.

Los materiales, de tipo granular, deberán cumplir con las siguientes propiedades mínimas:

- Un valor soporte (CBR) del 30 % sobre muestra saturada y compactada al 100 % del Proctor Modificado u otra compactación que el diseñador especifique.
- Un índice plástico (IP) no mayor de 9 y un límite líquido (LL) no mayor de 40. Los materiales de subbase deben ser de fácil compactación para alcanzar la densidad máxima determinada. En el caso de que contengan gravas o rocas, estas no deben ser mayores de los  $\frac{2}{3}$  del espesor de la subbase.

#### **1.2.1.2. Base**

Su principal función es transmitir los esfuerzos producidos por el tránsito de vehículos, hacia la subbase y el suelo. Esta capa también reduce el espesor de la carpeta más costosa, carpeta asfáltica.

El material que constituye la base debe ser friccionante y estar provisto de vacíos, esto garantiza la resistencia adecuada y la permanencia de la misma, pese a la variación de condiciones. Lógicamente, no bastará solo con emplear material friccionante, también es importante una compactación adecuada.

Los materiales utilizados para la base suelen someterse a exigentes proceso para su aprobación, además de llenar otras especificaciones, por lo que es necesario tamizar dicho material.

Los espesores de las bases son variables de acuerdo con el proyecto de que se trate, pero suele considerarse que 12 o 15 centímetros, es el espesor mínimo que conviene construir.

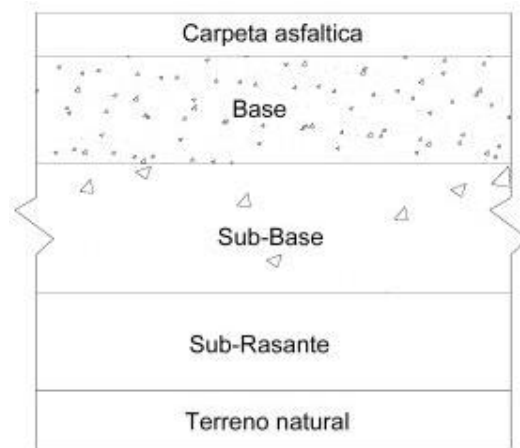
Lo óptimo a requerir de estos materiales es que si son arenas, sean duras, angulosas y preferiblemente silíceas; si son arcillas, deberán ser de calidad uniforme y estar libres de terrones, materias vegetales y sustancias dañinas.

La base debe proporcionar una superficie de rodadura adecuada, con textura y color conveniente, además de resistir los efectos abrasivos del tránsito. Es muy importante que esta capa impida, hasta donde sea posible, la filtración de agua al interior del pavimento.

### **1.2.1.3. Carpeta asfáltica**

Es la capa que se coloca sobre la base. Su objetivo principal es proteger la estructura de pavimento, impermeabilizando la superficie evitando así las filtraciones de agua que podrían saturar las capas inferiores afectando la integridad estructural de las mismas, además de evitar la desintegración de las capas inferiores a causa del tránsito de vehículos. (Montejo Fonseca A. , 2002)

Figura 1. **Sección de pavimentos flexibles**



Fuente: elaboración propia, con AutoCAD.

### 1.3. **Pavimento rígido**

Es el pavimento conformado, principalmente, por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre una capa de subrasante o de material seleccionado, llamado también subbase del pavimento rígido. Debido a la rigidez y elasticidad del concreto hidráulico, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. Además, la capacidad del concreto de resistir, en cierto grado, esfuerzos a tensión, permite un comportamiento satisfactorio aun cuando existan zonas débiles en la subrasante. La capacidad estructural depende de la resistencia de las losas y, por lo tanto, el apoyo de las capas subyacentes ejerce poca influencia en el diseño del espesor del pavimento.

Están conformados por cemento Pórtland, arena de río, agregado grueso y agua, tendido en una sola capa. Dependiendo de la necesidad, estos pavimentos pueden estructurarse por la capa de subbase y base, conformando así una losa de concreto, de espesor, longitud y ancho variables. A diferencia

de los flexibles, poseen una resistencia considerable a flexión, además de que se ven considerablemente afectados por los cambios de temperatura. Están sujetos a los siguientes esfuerzos:

- Esfuerzos abrasivos causados por las llantas de los vehículos.
- Compresión y corte, causado por las cargas de las ruedas.
- Compresión y tensión que resultan de la deflexión de las losas bajo las cargas de las ruedas, además de la expansión y contracción debido a la temperatura.

Debido a la relación que existe entre el pavimento y los esfuerzos ya mencionados, para que los pavimentos cumplan con su vida útil como se espera, es necesario tomar en cuenta los siguientes factores:

- Volumen, tipo y peso del tránsito a servir en la actualidad y en un futuro previsible.
- Valor relativo de soporte y características de la subrasante.
- Clima de la región.
- Resistencia y calidad del concreto a emplear.

Estos factores son importantes para que el pavimento sea óptimo y duradero. Si el espesor de la losa de concreto es mayor que el requerido, tendrá un comportamiento satisfactorio pero su costo constructivo será alto; al contrario, si el espesor es menor al requerido, su vida útil se acortará, teniendo un costo de conservación elevado. (CEMEX, 2010)

Es muy importante tomar en cuenta el volumen de tránsito y sus características, tanto actuales como futuras, de tal manera que se puedan fijar aspectos como el número y ancho de las vías así como el espesor de las losas.

La realización de estudios de tránsito es de suma importancia para estimar el tránsito futuro. Para esto se debe tomar en cuenta diferentes aspectos de la región en la que se llevara a cabo el proyecto, aspectos como, densidad poblacional, vinculación de la carretera con otras existentes, el estudio de los volúmenes de tránsito y cargas de ruedas sobre caminos de igual importancia existentes en otras zonas.

### **1.3.1. Estructura de un pavimento rígido**

El concreto hidráulico utilizado para la carpeta de rodadura, es un producto fabricado mediante procesos industriales a partir de la caliza y arcilla.

#### **1.3.1.1. Subbase**

La principal función de la subbase es impedir el bombeo en las juntas, grietas y extremos del pavimento. Entiéndase por «bombeo» la fluencia de material fino con agua fuera de la estructura del pavimento, debido a la filtración de agua por las juntas de las losas.

El agua que se filtra a través de las juntas, licua el suelo fino de la subrasante, evacuándolo a la superficie al estar sometida a las cargas ejercidas por los vehículos circulando sobre las losas.

La subbase también debe servir como capa de transición que cumpla con las siguientes funciones:

- Proporcionar un apoyo uniforme y permanente.
- Mejorar la capacidad de soporte de la subrasante.
- Facilitar la pavimentación.

- Mejorar el drenaje y evitar la acumulación de agua bajo el pavimento.
- Ayudar a controlar los cambios volumétricos de la subrasante.

Luego de seleccionar el tipo de pavimento, tipo de subbase, tipo de hombros y cunetas, se continúa diseñando el espesor, para lo cual se utilizan los siguientes factores:

- Resistencia a la flexión del concreto (módulo de ruptura, MR).
- Resistencia de la subrasante, o combinación de la subrasante y la subbase (k).
- Los pesos, frecuencia y tipo de carga de eje equivalente, que está dispuesto a transitar.
- Período de diseño, usualmente para este tipo de proyectos se toma 20 años según P.C.A.

### **1.3.1.2. Base**

Es la capa que se encuentra bajo las losas de concreto. La base, generalmente está integrada por materiales granulares, como grava triturada, de arena y grava, estabilizaciones mecánicas de suelos, o suelo – cemento. La base debe desempeñar las siguientes funciones:

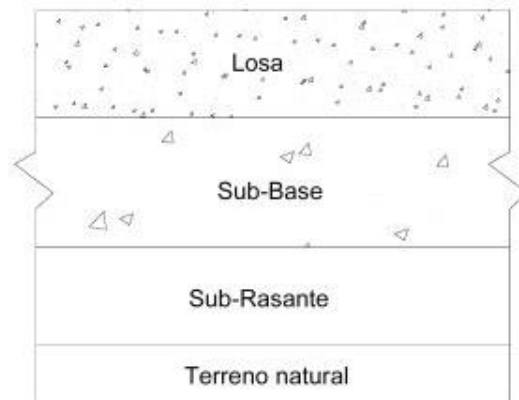
- Prevenir el bombeo.
- Controlar los cambios volumétricos (expansión y compresión), en suelos que tiendan a sufrir estos cambios.
- Proveer una superficie uniforme y permanente para el soporte de las losas.
- Aumentar la capacidad estructural del pavimento.

### 1.3.1.3. Carpeta de concreto hidráulico

Es la capa superior de concreto, la losa en sí, cuyas funciones son:

- Proveer una resistencia adecuada, para las cargas de diseño, distribuyendo los esfuerzos a las capas inferiores de la estructura.
- Suministrar una textura superficial con agarre adecuado.
- Resguardar la superficie sobre la cual está construido el pavimento.
- Proteger la estructura de la penetración del agua.

Figura 2. **Sección de pavimentos rígidos**



Fuente: elaboración propia, con AutoCAD.





## **2. PAVIMENTO ASFÁLTICO**

### **2.1. Diseño**

El objetivo del diseño de pavimentos flexibles es asignar primero el espesor de la estructura, basado tanto en el nivel de tránsito como en las propiedades de los materiales.

Para el diseño de espesores de pavimentos flexibles, se conocen los siguientes métodos:

- Método de AASHTO.
- Método del Instituto de Asfalto.

#### **2.1.1. Método de AASHTO**

Al utilizar el método de AASHTO se deben tomar en consideración las siguientes variables:

##### **2.1.1.1. Variables en función del tiempo**

- El período de diseño: es el tiempo que se espera que la estructura del pavimento resista en condiciones adecuadas, antes de que requiera rehabilitación. También se refiere al lapso entre dos rehabilitaciones sucesivas. (Montejo Fonseca A. , 2002)

- Vida útil del pavimento: es el tiempo que pasa entre la construcción del mismo y el tiempo en el que alcanza el mínimo de serviciabilidad.

#### **2.1.1.2. Variables en función del tránsito**

Es el número de ejes equivalentes de 18 Kips (80 kN) en el carril de diseño.

#### **2.1.1.3. Confiabilidad (R)**

Se define como confiabilidad, la probabilidad de que una sección, se comporte satisfactoriamente bajo las condiciones de tránsito y ambientales, durante el período de diseño.

El factor de confiabilidad de diseño tiene en cuenta variaciones al azar tanto en la predicción del tránsito como en la predicción del comportamiento y por lo tanto proporciona un nivel predeterminado de confianza (R). (<http://notasdepavimentos.blogspot.com/>, s.f.)

En general, a medida que crece el volumen del tránsito, la dificultad de que presente tránsito divergente y la expectativa pública de disponibilidad, aumentan el riesgo de no cumplir con dichas expectativas, debe ser minimizada.

#### **2.1.1.4. Subrasantes expansivas**

En el caso que, debido al efecto de saturación, existan subrasantes expansivas, es necesario tomar en cuenta los efectos en la serviciabilidad, que

puedan tener, realizando los estudios de laboratorio respectivos a los materiales existentes en el proyecto.

#### **2.1.1.5. Criterios para determinar la serviciabilidad**

La serviciabilidad de un pavimento se define como la idoneidad que tiene el mismo para servir a la clase de tránsito que lo va a utilizar. La mejor forma de evaluarla es a través del índice de servicio presente, el cual varía de 0 (carretera imposible) hasta 5 (carretera perfecta). La filosofía básica del diseño es el concepto del comportamiento y capacidad de servicio, el cual proporciona un medio para diseñar un pavimento con base en un volumen específico de tránsito total, y con un nivel mínimo de serviciabilidad deseado, al final del periodo de diseño.

Teniendo en cuenta que la serviciabilidad final de un pavimento depende del tránsito y del índice de servicio inicial. (Montejo Fonseca A. , 2002)

#### **2.1.1.6. Propiedades de los materiales**

Son las que se valoran para el módulo de resiliencia, ya que en función de este se llega a los coeficientes de los números estructurales.

#### **2.1.1.7. Drenajes**

Los coeficientes de capa, son los que se ajustan con factores mayores o menores que la unidad para tomar en cuenta el drenaje y el tiempo en que las capas granulares están sometidas a niveles de humedad cerca de la saturación. (Iturbe, 2002)

### **2.1.1.8. Determinación de espesores**

En los pavimentos flexibles se obtiene el número estructural y en función del mismo se determinan los distintos espesores de las capas que conforman la estructura.

El diseño está basado en la identificación del número estructural del pavimento flexible y la cantidad de ejes de carga transitado.

### **2.1.1.9. Determinación del número estructural requerido**

Las variables para determinarlo son las siguientes:

- La cantidad estimada de ejes equivalentes por carril, para el período de diseño.
- La confiabilidad (R).
- El conjunto total de las desviaciones estándar. Se recomienda utilizar los valores comprendidos dentro de los intervalos siguientes:
  - Para pavimentos flexibles 0,40 – 0,50
  - En construcción nueva 0,35 – 0.40
  - En sobrecapas 0,50
- El módulo de resiliencia efectivo de la subrasante (Mr).
- La pérdida de serviciabilidad.

### **2.1.2. Método del instituto de asfalto**

Durante la década de los 60, en EE.UU., se desarrolló un método de diseño basándose en un ensayo a escala real realizado durante 2 años, con el fin de definir tablas, gráficos y fórmulas que representen las relaciones deterioro-solicitud de las distintas secciones ensayadas.

El método establece que la estructura de pavimento es un sistema elástico de varias capas. El material en cada una de las capas se caracteriza por su módulo de elasticidad.

Este procedimiento es usado para el diseño de pavimentos de asfalto compuesto de combinaciones de capa asfáltica, base y subbase sin ningún tratamiento.

En la metodología adoptada, las cargas sobre la superficie de pavimento producen dos esfuerzos críticos para propósitos de diseño, estos son:

- El esfuerzo de tensión horizontal sobre el lado de abajo en el límite de la capa asfáltica.
- El esfuerzo de compresión vertical en la superficie de la subrasante.

Si la fuerza de tensión es excesiva, pueden resultar grietas en la capa; si la fuerza de compresión vertical es excesiva, resultan deformaciones permanentes en la superficie de la estructura de pavimento por las sobrecargas en la subrasante. Las deformaciones excesivas, en las capas tratadas, pueden ser controladas por las calidades a que están sujetas las propiedades de los materiales. Todos los materiales se caracterizan por el módulo de elasticidad

del cual son seleccionados valores específicos, basados en estudios experimentales realizados.

El módulo de elasticidad de las mezclas asfálticas y el módulo de resiliencia de los materiales granulares, es altamente dependiente de la temperatura.

En adición a los efectos de cambio mensuales de la temperatura a través del año sobre el módulo de elasticidad de la capa asfáltica, las curvas de diseño también toman consideraciones sobre el efecto de la temperatura sobre el módulo de resiliencia de la subrasante y los materiales de la base. (Iturbe, 2002)

#### **2.1.2.1. Estimación de tránsito**

Se conoce como “Período de Diseño” al tiempo total para el cual se diseña un pavimento y se espera que trabaje en condiciones adecuadas. Un pavimento debe ser diseñado para soportar los efectos acumulados del tránsito.

La “vida útil de un pavimento”, es el tiempo que transcurre entre la construcción del mismo y el momento en que este alcanza las mínimas condiciones de transitabilidad y se puede extender de forma indefinida por medio de una rehabilitación adecuada, hasta que la carretera sea obsoleta debido a cambios significativos como pendientes, alineamientos geométricos entre otros factores. (Iturbe, 2002)

El método del Instituto de Asfalto, incorpora factores de ajuste de los ejes equivalentes de diseño, para diferentes presiones de contacto de las llantas

sobre el pavimento, en función de la presión de inflado y los espesores de la capa asfáltica.

### **2.1.2.2. Materiales**

Respecto al diseño de espesores de un pavimento flexible, el método del Instituto de Asfalto, considera como parámetro fundamental la evaluación de los materiales para obtener el Módulo de Resiliencia (Mr). Por medio de ensayos se han establecido valores de correlación entre el módulo de resiliencia y la prueba del CBR (AASHTO T-193), para calcular estos valores, se han desarrollado las siguientes fórmulas:

- $Mr \text{ (MPa)} = 10,3 \times \text{CBR}$
- $Mr \text{ (psi)} = 1,500 \times \text{CBR}$

Para que el diseño de los espesores de una estructura de pavimento funcione como se espera, es necesario que se cumplan los requerimientos de compactación de las capas de base y subbase, requerimientos como:

- Las capas de base y subbase, que son formadas por materiales granulares sin ningún tratamiento (no estabilizadas), deben compactarse con un contenido de humedad de más de 1,5 % de la humedad óptima, para alcanzar la densidad mínima del 100 % de la densidad seca máxima de laboratorio.
- El método incluye factores de medio ambiente y diferentes clases de tipos de asfalto; dependiendo de la región en donde se pretenda construir el pavimento: climas fríos (7 °C), templados (15,5 °C) y cálidos



(24°C); en los cuales se utilizan cementos asfálticos desde el AC-5 hasta el AC-40.

### **2.1.2.3. Espesores de diseño**

Para el diseño final de los espesores de una estructura de pavimento, el método del Instituto de Asfalto, proporciona diversos nomogramas para los sistemas métrico, decimal e inglés; los cuales abarcan los siguientes parámetros:

- Condiciones climáticas consideradas en la temperatura media anual del aire.
- Total de ejes equivalentes acumulados durante el período de diseño.
- Módulo de resiliencia de la subrasante.
- Capa de concreto asfáltico de una sola capa.
- Para cuando se tiene una capa de base sin estabilizar de 15 centímetros.
- Para cuando se tiene una capa de base sin estabilizar de 30 centímetros.

### **2.1.2.4. Tráfico de carga de diseño**

Los factores que influyen a las cargas de tránsito son:

- Carga transmitida por la rueda
- Área de influencia de la carga
- Número de repeticiones de la carga
- Velocidad
- Área de contacto de la llanta, que determina la presión de contacto
- Número de llantas en el arreglo
- Espaciamiento entre ejes

El tipo y la cantidad de vehículos que transitan por un camino, dependen del tipo de camino que se trate; es diferente el vehículo utilizado en un camino turístico, al utilizado en un camino minero o en las regiones agrícolas. El tránsito de vehículos es un factor de mucha relevancia en el proyecto de un camino determinado, ya que influye directamente con el diseño geométrico.

## **2.2. Ejecución de pavimento asfáltico**

A continuación se describen los procedimientos de ejecución, así como cada una de sus etapas.

### **2.2.1. Procedimientos de ejecución**

El procedimiento de ejecución consiste en las siguientes etapas:

- Señalización adecuada en el área que se está trabajando.
- Barrer la superficie para evitar que el tránsito circulante levante polvo que se pueda depositar en el riego y esto impida el ligamento entre el betún y el material de base.
- Marcar con una cuerda a lo largo de la superficie de la calzada, para asegurar la correcta alineación del borde.
- Se verifica el correcto funcionamiento del regador de asfalto, y la temperatura del ligante. De la misma manera se calibra el distribuidor de áridos, generalmente donde se encuentra el material.
- Se ajusta la altura y el ángulo de la barra de riego a modo que toda la superficie reciba ligante de manera uniforme.
- Al haber realizado estos ajustes se hace una prueba de dotación real de asfalto además de una gráfica de calibrado de tasa de reparto.
- El asfalto debe aplicarse solo en superficie completamente seca.

- Se coloca el regador a unos 15,00 m antes del comienzo del tramo a regar, buscando entrar al sector con la velocidad adecuada para agregar la cantidad necesarios de agua por metro cuadrado.
- La distribución de la grava comienza inmediatamente después de la aplicación de asfalto. La distancia entre el distribuidor de áridos y camión regador de asfalto nunca debe ser superior a 75,00 m.
- A la vez que se va cubriendo la superficie con grava, se revisa que se completen los lugares donde falta y sacándola si existiera de más, para ello se debe usar cepillo, palas, etc.
- Se pasan los rodillos neumáticos, haciendo el recorrido hacia atrás y adelante a una distancia de 50,00 m del distribuidor de áridos, sin sobrepasar la velocidad de 8 km/h.
- Se hace el riego de sellado.
- Dependiendo el tipo de ligante utilizado se debe mantener cerrado al tránsito entre 48 y 72 horas, tiempo en que se produce el curado.
- Después del tiempo mencionado se puede abrir al tráfico, dejando en el lugar señales preventivas de material suelto y límites de velocidad.
- Luego de siete días se retira el exceso de pedrín con barrido a mano o con barredora mecánica.
- Se retiran los dispositivos de señalización temporal.

#### **2.2.1.1. Riegos de sello**

Corresponde al sistema de riego que se ha separado, tomando en cuenta la función que desempeña. Este tratamiento tiene los siguientes objetivos:

- Impermeabilizar los pavimentos contra el agua y la humedad.
- Mejorar las características antiderrapantes de los pavimentos construidos.

- Mejorar la visibilidad nocturna o formar señales de tránsito por medio de cambios de colores.

#### **2.2.1.2. Carpeta de arena – asfalto**

Tratamientos comúnmente utilizados en las ciudades, debido a que son silenciosos, uniformes y fáciles de limpiar. Son conformados por una proporción de asfaltos y agregados finos. Como material aglutinante se utilizan asfaltos del grado de penetrabilidad a razón de 5, 6 o 7 % máximo por peso del agregado. El mezclado se realiza en planta ordinaria para mezcla en caliente y el tendido y compactación requieren de técnicas usadas en otros pavimentos.

#### **2.2.1.3. Pavimentos con emulsión asfáltica**

Pavimentos conformados por agregados pétreos, los cuales consisten en roca triturada, arena y polvillo además de bitumen; consisten también en emulsión asfáltica MS-2 o similar. En caso de tenerse un espesor igual o mayor a 0,08 centímetros es recomendable colocarlos en dos capas.

#### **2.2.1.4. Concreto asfáltico en caliente**

Esta actividad consistirá en el suministro, colocación, extendido y compactado de una mezcla de concreto asfáltico en caliente, con el propósito de restituir las características originales del camino, como su textura superficial, impermeabilidad, reducción de las deformaciones transversales y longitudinales, seguridad, confort, dotar de una mayor capacidad para distribuir las cargas.



### **3. PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO**

#### **3.1. Diseño**

En muchos países del mundo se han utilizado por muchos años los pavimentos de concreto hidráulico tanto para proyectos carreteros como para vías de comunicación urbanas. (CEMEX, 2010)

Los métodos de diseño se han ido perfeccionando con base a los estudios realizados a lo largo del tiempo, se han evolucionado en cuanto a técnicas de construcción y de evaluación de los pavimentos.

##### **3.1.1. Método AASHTO**

A continuación se presentan las variables a considerar en la aplicación del Método AASHTO.

##### **3.1.1.1. Variables a considerar**

- **Espesor:** el espesor del pavimento es la variable que se pretende determinar al realizar un diseño, el resultado del espesor se ve afectado por todas las demás variables que intervienen en los cálculos. (AASHTO, 1993)
- **Serviciabilidad:** se define como la habilidad del pavimento de servir al tipo de tráfico (autos y camiones) que circulan en la vía, se mide en una escala del 0 al 5, donde 0 significa una calificación para pavimento

intransitable y 5 para un pavimento excelente. La serviciabilidad es una medida subjetiva de la calificación del pavimento, sin embargo, la tendencia es poder definirla con parámetros medibles como los son: el índice de perfil, índice de rugosidad internacional, coeficiente de fricción, distancias de frenado, visibilidad, etc. (CEMEX, 2010)

- Tráfico: es una de las variables más significativas del diseño de pavimentos y es una de las que más incertidumbre presenta al momento de estimarse. Es importante hacer notar que debemos contar con la información más precisa posible del tráfico para el diseño, ya que de no ser así podríamos tener diseños inseguros o con un grado importante de sobre diseño. (CEMEX, 2010)

La metodología AASHTO considera la vida útil de un pavimento relacionada el número de repeticiones de carga que podrá soportar el pavimento antes de llegar a las condiciones de servicio final predeterminadas para el camino.

- Transferencia de cargas: es la capacidad que tiene una losa del pavimento de transmitir fuerzas cortantes con sus losas adyacentes, con el objeto de minimizar las deformaciones y los esfuerzos en la estructura del pavimento, mientras mejor sea la transferencia de cargas mejor será el comportamiento de las losas del pavimento. (CEMEX, 2010)
- Propiedades del concreto: son dos las propiedades del concreto que influyen en el diseño de un pavimento de concreto y en su comportamiento a lo largo de su vida útil:

- Resistencia a la tensión por flexión ( $S'c$ ) o Módulo de Ruptura (MR): debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión es recomendable que su especificación de resistencia sea acorde con ello, por eso el diseño considera la resistencia del concreto trabajando a flexión, que se le conoce como resistencia a la flexión por tensión, normalmente especificada a los 28 días.
- Módulo de Elasticidad del Concreto ( $E_c$ ).
- Resistencia de la subrasante: la resistencia de la subrasante es considerada dentro del método por medio del módulo de reacción del suelo  $K$ . El módulo de reacción de suelo corresponde a la capacidad portante que tiene el terreno natural en donde se soportará el cuerpo del pavimento. El valor del módulo de reacción ( $K$ ) se puede obtener directamente del terreno mediante la prueba de placa ASTM D1195 y D1196. El valor de  $K$  representa el soporte (terreno natural y terraplén si lo hay) y se puede incrementar al tomar la contribución de la subbase.
- Drenajes: en cualquier tipo de pavimento, el drenaje, es un factor determinante en el comportamiento de la estructura del pavimento a lo largo de su vida útil, y por lo tanto lo es también en el diseño del mismo. Es muy importante evitar que exista presencia de agua en la estructura de soporte, dado que en caso de presentarse esta situación afectará en gran medida la respuesta estructural del pavimento y por ende su vida útil.



- Confiabilidad: la confiabilidad está definida como “la probabilidad de que un pavimento desarrolle su función durante su vida útil en condiciones adecuadas para su operación”.

### **3.1.2. Método PCA**

A continuación se presentan los elementos básicos del Método PCA.

#### **3.1.2.1. Elementos básicos**

En pavimentos de concreto simple, el espaciamiento entre juntas no debe exceder de 4,50 metros, para que las losas tengan buen comportamiento.

En pavimentos con dovelas, las losas no deben ser mayores de 6 metros y en pavimentos reforzados las losas no deben ser mayores de 12 metros, lo cual permite un buen comportamiento, pues espaciamientos mayores a estos producen problemas tanto en las juntas como en las fisuras transversales.

El procedimiento de diseño desarrollado por la PCA, establece varias condiciones, tales como:

- La transferencia de cargas, dependiendo del tipo de pavimento que se considere.
- El uso de hombros de concreto o asfalto adheridos al pavimento, permite reducir los esfuerzos de flexión y deflexiones, producidos por las cargas de los vehículos en los bordes de las losas.
- Para reducir los esfuerzos que se producen al paso de las ruedas sobre las juntas, es necesario el uso de subbases estabilizadas, ya que estas

proporcionan superficies de soporte de mejor calidad y resistencia a la erosión a causa de las deflexiones de las losas de pavimento.

- Se adicionan dos criterios básicos en el diseño y son:
  - Fatiga. Sirve para mantener los esfuerzos que se producen dentro de los límites de seguridad, ya que el paso de cargas sobre las losas del pavimento, producen esfuerzos que se convierten en agrietamientos.
  - Erosión. Sirve para limitar los efectos de deflexión que se producen en los bordes de las losas, juntas y esquinas del pavimento; también para tener control sobre la erosión que se produce en la subbase o subrasante de los materiales que conforman los hombros.

### **3.1.2.2. Factores de diseño**

- Resistencia a la flexión del concreto: la consideración de la resistencia a la flexión del concreto es aplicable en el procedimiento de diseño para el criterio de fatiga, que controla el agrietamiento del pavimento bajo la repetición de cargas.
- El alabeo del pavimento de concreto bajo las cargas de tráfico provoca esfuerzos tanto de compresión como de flexión. La proporción de los esfuerzos a compresión contra la resistencia a la compresión del concreto es mínima como para influir en el diseño de espesor de la losa. En cambio la relación de los esfuerzos a flexión contra la resistencia a la flexión del concreto es más alta y frecuentemente excede valores de 0,5. Por este motivo los esfuerzos y la resistencia a la flexión son los empleados para el diseño de espesores. (CEMEX, 2010)

- Período de diseño: es considerado sinónimo de “período de análisis de tráfico”. Dado que el tráfico probablemente no puede ser supuesto con precisión por un periodo largo, el periodo de diseño de 20 años es el comúnmente empleado en el procedimiento de diseño de pavimentos. La selección del período de diseño es a criterio del diseñador y con base a un análisis económico, del costo del pavimento y el servicio brindado mediante el período completo. (CEMEX, 2010)
- Tráfico de diseño: el número y peso de las cargas de ejes mayores esperados durante la vida de diseño, es el factor más importante en el diseño del espesor para pavimentos de concreto. Para el tráfico vehicular, se considera:
  - TPD (Tráfico promedio diario en ambas direcciones todos los vehículos).
  - TPDC (Tráfico promedio diario de camiones en ambas direcciones).
  - Carga de eje de camiones.
- Capacidad soporte (k): el soporte dado a los pavimentos de concreto por la base y la subbase, es el segundo factor en el diseño de espesores. El terreno de apoyo está definido en términos del módulo de reacción de la sobrasarte de Westergaard (k). Es igual a la carga en libras por pulgada cuadrada de un área cargada (un plato de 30” de diámetro) dividido entre la deformación en pulgadas que provoca dicha carga. Los valores de k son expresados como libras por pulgada cuadrada por pulgada (psi / in) o más comúnmente, por libras por pulgada cúbica (pci).
- Diseño de espesores: en el desarrollo del diseño de espesores para pavimento rígido, es necesario emplear datos como:

- Tipo de hombros y juntas.
- Resistencia a la flexión del concreto (Módulo de Rotura).
- Módulo de reacción de la subrasante (k).
- Factor de seguridad de carga (Fsc).
- Distribución de cargas por eje.
- Número de repeticiones esperadas de las diversas cargas por eje, en el carril de diseño, durante el período de diseño.

### **3.2. Ejecución**

A continuación se realiza una descripción de las etapas que conforman la ejecución.

#### **3.2.1. Construcción**

Antes de iniciar la construcción de la losa ya sea reforzada o sin refuerzo, es necesario realizar ciertos trabajos previos, tales como:

- Construcción de bordillo.
- Instalaciones subterráneas tales como drenajes, electricidad, teléfonos, tuberías de agua, etc.
- Movimiento de tierras.

Ya realizados los trabajos preliminares, se afina y compacta la subrasante, por medio de motoniveladoras y compactadoras.

### **3.2.1.1. Materiales de construcción**

Se debe contar con información precisa de la localización de bancos de materiales e información acerca de los materiales aprobados para su construcción.

Los requisitos de ensayos para los agregados del concreto, pueden tener períodos extensos de tiempo de demora y podrían surgir conflictos de programación y ejecución.

### **3.2.2. Preparación de rasante**

La uniformidad y estabilidad de la subrasante afectan tanto el desempeño prolongado del pavimento como al proceso constructivo.

La estabilidad de la subrasante es necesaria para proveer el soporte adecuado de la sección de pavimento y una plataforma constructiva aceptable.

El diseño del pavimento comienza con la identificación de su fundación. La construcción comienza con la preparación de dicha fundación. Entre los elementos importantes de la preparación de la subrasante se incluyen:

- Evaluación de la estabilidad de la subrasante
- Modificación de la subrasante para mejorar la estabilidad
- Evaluación de las tolerancias superficiales

### **3.2.2.1. Nivelación y compactación de la subrasante**

La preparación de la subrasante consiste en el corte de los puntos elevados y el relleno de las áreas bajas, para conseguir la cota de terminación deseada. Los puntos importantes a tener en cuenta son:

- El material de relleno se obtiene generalmente de las operaciones de corte (perfilado). Se debe utilizar el informe geotécnico para evaluar el uso posible de este material como relleno.
- Si el material in situ no alcanza, o sus propiedades son inadecuadas para un buen desempeño del pavimento, se deben identificar áreas de préstamo de donde extraer material de relleno apropiado.
- El contratista debe conocer las condiciones de la subrasante local, en lo referente al nivelado previo y otras actividades constructivas.

### **3.2.2.2. Protección de la rasante**

Durante las operaciones de nivelado, debe protegerse la rasante:

- Proporcionar un drenaje temporal: zanjas, drenes o cunetas necesarias para desviar el agua superficial. Si el agua aflora sobre la subrasante, el material se ablandará y puede dañarse debido al tránsito de la obra.
- Implementar procedimientos para dirigir el tránsito sobre la rasante, asegurándose de que el tránsito se distribuya uniformemente sobre toda la rasante.

### 3.2.2.3. Requisitos para la compactación

La compactación de la subrasante es esencial para construir una plataforma de trabajo estable; deben cumplirse los siguientes requisitos:

- Para pavimentos transitados por vehículos pesados es necesario utilizar el procedimiento Proctor Modificado (ASTM D 1557) para la determinación de la densidad máxima. El procedimiento Proctor Estándar (ASTM D 698) puede usarse para pavimentos destinados a vehículos livianos.
- Suelos cohesivos usados en secciones de relleno o terraplén: la totalidad del relleno debe compactarse al 90 % de la densidad máxima.
- Suelos cohesivos en secciones de excavación o desmonte: los 15 cm (6") superiores deben compactarse al 90 % de la densidad máxima.
- Suelo no cohesivo usado en secciones de relleno o terraplén: los 15 cm (6") superiores se compactan al 100 % de la densidad máxima, el resto del relleno al 95 %.
- Suelo no cohesivo usado en secciones de excavación o desmonte: los 15 centímetros (6") superiores compactados al 100 % de la densidad máxima y los siguientes 45 centímetros (18") al 95 %.

El control de la humedad es esencial para obtener una subrasante estable, tomando en cuenta lo siguiente:

- Las especificaciones de compactación normalmente requieren que el contenido de humedad de la subrasante esté dentro del  $\pm 2$  % de la humedad óptima antes de apisonar, para obtener la densidad requerida.

- Para los suelos expansivos el contenido de humedad debe estar entre 1 al 3 % por encima del nivel óptimo antes de su compactación, con el fin de reducir el potencial de hinchamiento.
- Para suelos finos, que no muestran signos de hinchamiento, es mejor mantener la humedad entre el 1 y 2 % por debajo del nivel óptimo.
- Los suelos cohesivos compactados con exceso de humedad, se pueden tornar inestables bajo el tránsito de obra, aun habiendo alcanzado la densidad especificada.

#### **3.2.2.4. Estabilización de la subrasante**

Es necesario estabilizar las subrasantes debido a diversas causas; las razones principales son:

- Mejorar los suelos de baja resistencia
- Reducir el potencial de hinchamiento
- Mejorar las condiciones constructivas

Los estados de subrasante no aptos pueden retrasar la obra, por lo que se deben tomar las medidas necesarias para tratar dichas áreas. Una subrasante estabilizada ayuda a cumplir con los plazos de la obra. Puede ser de suma importancia en obras que requieren aperturas del pavimento al tránsito.

#### **3.2.2.5. Recepción de la subrasante**

La subrasante se aprueba en función de los siguientes criterios:

- Desviación de la superficie: generalmente 1,3 hasta 2,5 centímetros (1/2" hasta 1") (basada sobre una regla de 5 metros).



- Cota superficial: generalmente 1,5 a 3 centímetros.
- Para el caso de proyectos pequeños, las tolerancias de desviación superficial y altimétrica, pueden fijarse en 3 centímetros, especialmente cuando no se puede usar equipo de nivelación automático.

### **3.2.3. Construcción de bases y subbases**

La capa que se encuentra debajo de la superficie del pavimento es la base. El término subbase se usa para designar a las capas que están debajo de la base y por encima de la subrasante.

#### **3.2.3.1. Subbase**

Los materiales para subbase suelen ser materiales granulares, que pueden ser naturales o triturados. Su estabilidad, en términos de valor soporte (CBR), varían entre 20 y 100. Estos materiales se usan como capas de protección de la subrasante y proporcionando drenaje por encima de ellas.

Para la colocación de la subbase se deben tomar en cuenta los siguientes puntos:

- La colocación debe comenzar a lo largo del eje de la calzada o el punto más elevado, para mantener el drenaje en todo momento conforme se lleva a cabo la construcción.
- La colocación puede realizarse usando un equipo automatizado o una caja para piedras adosada a una explanadora.
- La relación humedad-densidad debe establecerse en laboratorio, mediante el ensayo Proctor estándar o modificado. En el caso de tenerse

vehículos pesados, es recomendable utilizar el ensayo Proctor modificado.

- El control de la humedad es crucial para lograr la compactación. Lo mejor es mantener la humedad dentro del 1 % del nivel óptimo. Para materiales de subbase de drenaje libre, debe considerarse un contenido bajo de humedad, para evitar la adición excesiva de agua a la subrasante, durante la compactación del material de la subbase.
- El espesor de la capa debe ser 3 o 4 veces el tamaño máximo del agregado. Si el espesor es similar al tamaño máximo del agregado, se verán afectas la granulometría y la lisura.
- Es importante evaluar la estabilidad de la subrasante antes de comenzar a construir la subbase; debe repararse toda área blanda.
- Se debe implementar la administración del tránsito en el frente de construcción, para eliminar problemas potenciales.
- Se puede usar el densímetro nuclear, para monitorear su densidad.
- Los valores de la densidad se pueden verificar mediante ensayos puntuales sobre el contenido de humedad del material entregado.
- La tolerancia de planeidad para la subbase suele ser de 12 milímetros (1/2”), si se usa una regla de 5 metros (16 pies).
- Es necesario proteger la subbase una vez conformada.
  - Es necesario proporcionar drenaje para que el agua no se acumule sobre la superficie.
  - Si prevalecen las condiciones climáticas secas, debe recurrirse al riego.
- El apisonado puede efectuarse mediante rodillos vibratorios. Si la compactación se torna dificultosa, pueden emplearse rodillos neumáticos, ya que la acción de amasado de las ruedas contribuye con este proceso.

### 3.2.3.2. Estabilización de base

- Base estabilizada mecánicamente: estos materiales son similares a los de la subbase, pero generalmente son de mayor calidad, en cuanto a contenido de agregados triturados, material deletéreo y granulometría. Los elementos cruciales para su colocación son los mismos que los materiales de la subbase; considerando que:
  - Debe revisarse el estrato subyacente (subrasante o subbase) antes de colocar y esparcir el material de la base. Cualquier huella y área blanda o elástica (debidas a condiciones drenantes inapropiadas, acarreo de materiales o cualquier otra causa) debe ser corregida y compactada a la densidad especificada, antes de conformar la base.
  - No se debe comenzar con la colocación de la base si la capa subyacente está húmeda o enlodada.
  - Para la compactación del material de base se pueden usar rodillos vibratorios, neumáticos o de cilindros estáticos.
  - La tolerancia de planeidad, para capas de base, es generalmente de 10 milímetros (3/8") para una regla de 5 metros (16 pies). Generalmente se usan métodos de conformación automatizados, para mantener estas tolerancias ajustadas.
  
- Bases estabilizadas químicamente: los materiales que se implementan con mayor frecuencia incluyen el suelo de cemento, bases tratadas con cemento, econocreto (concreto económico) y bases tratadas con asfalto. Estos materiales proporcionan bases excelentes sobre una subrasante o subbase preparada apropiadamente.

La rigidez de las capas de base estabilizada tiene un impacto sobre el desempeño de los pavimentos de concreto; afectan el curvado/alabeado de la losa y aumentan la restricción durante el período inicial de curado. En el caso del econocreto, la rigidez de la base puede ser muy alta. El resultado es un mayor potencial de agrietamiento aleatorio (errático), fisuración por reflejo o debida a bordes de losa del pavimento no soportados. Una base bien diseñada y construida aumentará la vida por fatiga y mejorará la constructibilidad del pavimento.

### **3.2.3.3. Capas drenantes**

Algunos diseños de pavimento rígidos incorporan una capa drenante. Cuando se usa dicho método, el pavimento o la base se construye directamente sobre esta. Las capas drenantes pueden ser estabilizadas o no estabilizadas.

Se usan capas drenantes estabilizadas con cemento o asfalto. La porosidad de la capa drenante, debe ser en función de las necesidades anticipadas de la rápida eliminación del agua. Se considera en su diseño, un equilibrio entre la necesidad de estabilidad y porosidad, teniendo más peso la porosidad. El espesor de la capa drenante suele ser entre 10 y 15 cm (4" y 6").

Las bases estabilizadas proporcionan una plataforma de pavimentación rígida y, por lo tanto, un soporte uniforme para el pavimento. También tienen el potencial de aumentar el alabeo, curvado y las fuerzas restrictivas de fricción de las losas de concreto. Esto acota las probabilidades de aserrar juntas y aumenta la posibilidad del agrietamiento aleatorio en el pavimento.

### **3.2.4. Preparación para la pavimentación con concreto**

Antes de comenzar con la producción del pavimento, se deben tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Revisar el equipo que conforme el tren de pavimentación, para garantizar las condiciones operativas.
- Verificar la disponibilidad de la longitud aceptable de rasante, para su pavimentación con concreto.
- Verificar la disponibilidad de los informes de ensayos aprobados para los materiales.
- Verificar la disponibilidad del equipo de ensayos de respaldo.
- Verificar la disponibilidad de las herramientas para la colocación del concreto.
- Verificar el funcionamiento de las comunicaciones telefónicas con la planta.
- Verificar la disponibilidad de un equipo de riego, si es necesario.
- Monitorear regularmente la cuerda de guía.
- Verificar que la cabecera correspondiente al trabajo del día, esté preparada.
- Desarrollar un plan de gestión, para condiciones climáticas extremas.
- Revisar el pronóstico del clima, para cada jornada de pavimentación.
- Asegurarse de la disponibilidad de cantidad suficiente de cubierta plástica, en caso de lluvia repentina.

#### **3.2.4.1. Aprobación de la rasante**

La rasante se aprueba luego de haber colocado, cortado, nivelado y compactado la capa de base. Una base apropiada asegura que se alcance el

espesor nominal de pavimento y que los perfiles y cotas, sean conformes a la documentación contractual. En cuanto a la rasante, se debe de revisar:

- Normalmente se exige el cumplimiento de las tolerancias altimétricas por cada capa del pavimento.
- Los puntos principales a considerar antes de la pavimentación son:
  - El efecto de la rasante sobre el volumen de concreto colocado: el impacto del costo del material si la rasante final está baja.
  - El efecto de la rasante sobre la variabilidad de espesor del pavimento: si la rasante final es variable, afectará el espesor determinado con el muestreo por testigos. La variabilidad del espesor del pavimento debe minimizarse, ya que puede afectar el pago del espesor.
  - Antes de pavimentar, es necesario retirar los residuos sueltos.
- Es muy importante realizar un control apropiado de la rasante ya que afecta el drenaje durante la construcción y la vida útil del pavimento.

#### **3.2.4.2. Mezcla de concreto**

La calidad del concreto se define normalmente en términos de trabajabilidad, resistencia y durabilidad. El concreto a utilizar debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Resistencia a la flexión mínima a los 28 días de 4 MPa o 40 Kg./cm<sup>2</sup>
- (600 PSI).
- Contenido mínimo de cemento de alrededor de 300 kg./m<sup>3</sup>.
- Relación agua-cemento (a/c) máxima de 0,50 (en áreas con ciclos intensos de congelación-deshielo, no debe superar 0.45. Para áreas

severamente expuestas a los sulfatos, debe limitarse la relación a/c a 0.40).

- Asentamiento para concreto con moldes fijos laterales: 25 a 50 mm (1 a 2”) y para concreto para moldes deslizantes: 13 a 38 mm (1/2 a 1 1/2”).
- El contenido de aire se basa en la condición de exposición y el tamaño máximo de los agregados.
- Módulo de finura de los agregados finos entre 2,5 y 3.4.

### **3.2.5. Pavimentación con concreto**

A continuación se presentan los factores críticos a considerar para la pavimentación con concreto.

#### **3.2.5.1. Factores críticos para la pavimentación con concreto**

Se deben de considerar ciertos aspectos que afectan a una pavimentación como obra civil, los mismos se proponen de la siguiente forma:

- Una buena rasante para pavimentar: cortada y pavimentada de acuerdo con las especificaciones.
- Manejo de la cuerda de guía: monitoree y mantenga la cuerda de guía en intervalos regulares.
- El suministro continuo de concreto a la pavimentadora.
- Trabajabilidad uniforme del concreto.
- Equipo de pavimentación bien mantenido.
- Operación correcta del equipo de pavimentación.

- Densidad del concreto: el nivel justo de vibración para consolidar el concreto y proporcionar la suficiente cantidad de finos para una terminación compacta.
- Una cuadrilla habilidosa y dedicada.





## 4. ANÁLISIS COMPARATIVO DE PRESUPUESTOS

### 4.1. Introducción

En este capítulo, se realizara una comparación de presupuestos, utilizando pavimento asfáltico y pavimento a base de concreto hidráulico, para la ruta departamental rdchm-05 Acatenango La Soledad, de 7 km de longitud.

Para llevar a cabo el estudio comparativo de presupuestos entre el pavimento flexible y el pavimento rígido, se tomaron en cuenta únicamente el costo total de ejecución del proyecto, concluyendo con la mejor opción.

### 4.2. Renglones de costos unitarios

A continuación se muestran las tablas de los renglones de trabajo, para pavimento asfáltico y para pavimento de concreto hidráulico

Tabla I. Renglones de trabajo, pavimento asfáltico

RENLÓN	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
	<b>TERRACERIA</b>		
105,05	Planos finales	U	15,00
100.11	Trabajos por administración	G	1,00
202,02	Limpia, chapeo y destronque	Ha	1,25
203,04 (b)	Excavación no clasificada de desperdicio	m <sup>3</sup>	22 500,00
203,04 (c)	Excavación no clasificada para préstamo	m <sup>3</sup>	3 500,00
203,03 (f)	Remoción y prevención de derrumbes	m <sup>3</sup>	3 500,00
203,05 (b)	Remoción de material inapropiado	m <sup>3</sup>	2 200,00

Continuación de la tabla I.

<b>205,05</b>	<b>Excavación estructural para cimentación de cajas y cabezales para alcantarillas</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>75,00</b>
<b>205,06</b>	Excavación estructural para alcantarillas	m <sup>3</sup>	160,00
<b>205,07</b>	Excavación estructural para subdrenajes.	m <sup>3</sup>	360,00
<b>205,08</b>	Excavación estructural para gaviones.	m <sup>3</sup>	350,00
<b>205.12</b>	Relleno estructural para alcantarillas.	m <sup>3</sup>	110,00
<b>205.14</b>	Relleno estructural para gaviones.	m <sup>3</sup>	250,00
	<b>DRENAJE MENOR</b>		
<b>601,02 (30")</b>	Alcantarillas de concreto de 30" de diámetro	ml	75,00
	<b>REGLONES VARIOS</b>		
<b>606,06</b>	Cajas y cabezales de concreto para alcantarillas	m <sup>3</sup>	65,00
<b>607</b>	Cunetas Revestidas de Concreto de 0,07 m.	m <sup>2</sup>	14 000,00
<b>708,02</b>	Bordillos de concreto de 0,18 x 0,35 m.	ml	250,00
<b>605,05</b>	Geocompuesto para subdrenaje.	ml	14 000,00
<b>253,01</b>	Gaviones.	m <sup>3</sup>	280,00
<b>253,03 (f)</b>	Geotextil para gaviones.	m <sup>2</sup>	400,00
	<b>PAVIMENTO</b>		
<b>301</b>	Reacondicionamiento de la subrasante.	m <sup>2</sup>	56 980,00
<b>302</b>	Capa de sub-base de 20 cm. de espesor.	m <sup>3</sup>	11 396,00
<b>304</b>	Capa de base de 15 cm. de espesor.	m <sup>3</sup>	8 547,00
<b>402</b>	Riego de imprimación.	gal	13 860,00
<b>408</b>	Riego de liga.	gal	4 620,00
<b>407 (1)</b>	Concreto asfáltico de 5 cm. de espesor.	m <sup>3</sup>	2 849,00
	<b>SEÑALIZACION</b>		
<b>704,02</b>	Monumentos de kilometraje suministro y colocación.	U	14,00
<b>706,08 (a)</b>	Pintura termoplástica línea central.	Km	7,00
<b>706,08 (b)</b>	Pintura termoplástica línea no central.	Km	14,00
<b>707,05</b>	Señales de identificación del proyecto.	U	2,00
<b>707,05</b>	Señales de Tráfico de Metal. Suministro y Colocación	U	21,00
<b>S/N</b>	Dispositivos de Señalización Nocturna para Línea Central	U	700,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Renglones de trabajo, pavimento de concreto hidráulico**

REGLÓN	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
	<b>TERRACERIA</b>		
105,05	Planos finales	U	15,00
100.11	Trabajos por administración	G	1,00
202,02	Limpia, chapeo y destronque	Ha	1,25
203,04 (b)	Excavación no clasificada de desperdicio	m <sup>3</sup>	22 500,00
203,04 (c)	Excavación no clasificada para préstamo	m <sup>3</sup>	3 500,00
203,03 (f)	Remoción y prevención de derrumbes	m <sup>3</sup>	3 500,00
203,05 (b)	Remoción de material inapropiado	m <sup>3</sup>	2 200,00
205,05	Excavación estructural para cimentación de cajas y cabezales para alcantarillas	m <sup>3</sup>	75,00
205,06	Excavación estructural para alcantarillas	m <sup>3</sup>	160,00
205,07	Excavación estructural para subdrenajes.	m <sup>3</sup>	360,00
205,08	Excavación estructural para gaviones.	m <sup>3</sup>	350,00
205.12	Relleno estructural para alcantarillas.	m <sup>3</sup>	110,00
205.14	Relleno estructural para gaviones.	m <sup>3</sup>	250,00
	<b>DRENAJE MENOR</b>		
601,02 (30")	Alcantarillas de concreto de 30".	ml	75,00
	<b>REGLONES VARIOS</b>		
606,06	Cajas y cabezales de concreto para alcantarillas	m <sup>3</sup>	65,00
607	Cunetas revestidas de concreto de 0,07 m.	m <sup>2</sup>	14 000,00
708,02	Bordillos de concreto de 0,18 x 0,35 m.	ml	250,00
605,05	Geocompuesto para sub-drenaje.	ml	14 000,00
253,01	Gaviones.	m <sup>3</sup>	280,00
253,03 (f)	Geotextil para gaviones.	m <sup>2</sup>	400,00
	<b>PAVIMENTO</b>		
1	Estabilización	m <sup>2</sup>	56 980,00
304	Capa de Base de 15 cm.	m <sup>3</sup>	8 547,00
2	Mezcla de concreto	m <sup>3</sup>	8 547,00
3	Colocación	m <sup>3</sup>	8 547,00

Continuación de la tabla II.

<b>4</b>	<b>Texturizado</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>56,980,00</b>
<b>5</b>	Curado	m <sup>2</sup>	56 980,00
<b>6</b>	Corte	ml	10 270,00
	<b>SEÑALIZACION</b>		
<b>704,02</b>	Monumentos de kilometraje, suministro y colocación	U	14,00
<b>706,08 (a)</b>	Pintura termoplástica línea central	Km	7,00
<b>706,08 (b)</b>	Pintura termoplástica línea no central	Km	14,00
<b>707,05</b>	Señales de identificación del proyecto.	U	2,00
<b>707,05</b>	Señales de tráfico de metal. suministro y colocación	U	21,00
<b>S/N</b>	Dispositivos de señalización nocturna para línea central	U	700,00

Fuente: elaboración propia.

#### **4.2.1. Integración de costos unitarios para pavimento asfáltico**

A continuación se presentan los costos unitarios, de los renglones para la ejecución del pavimento asfáltico.

##### **4.2.1.1. Tablas**

- Terracería

A continuación se presentan las tablas de los costos unitarios del renglón terracería.

Tabla III. Planos finales

<b>Sección:</b>		<b>Planos Finales</b>		
<b>Rendimiento:</b>	1,21	U	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
2	Computadora	8,00	35,00	560,00
1	Plotter	8,00	65,00	520,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 080,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Calculista	8,00	44,95	359,60
2	Dibujante	8,00	21,41	342,56
<b>TOTAL</b>				<b>702,16</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>35,11</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cantidad	Descripción	Unidad	Sub-Total	
1.21	PAPEL BOND	Hoja	5,53	
<b>TOTAL</b>				<b>5,53</b>
Total Costo Directo				742,80
Costos Indirectos		40%	297,12	
Equipo				1 080,00
TOTAL PARCIAL:				2 119,92
<b>TOTAL POR:</b>		<b>U</b>	<b>1 752,00</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. Trabajos de administración

<b>Sección:</b>	Trabajos por Administración		
<b>Rendimiento:</b>	1	G	
<b>TOTAL</b>			<b>250 000,00</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. Limpia, chapeo y destronque

<b>Sección:</b>	Limpia, Chapeo y Destronque			
<b>Rendimiento:</b>	0,4213	Ha	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Tractor de cadena Motor de 165	9,10	325,00	2 957,50
1	Camión de volteo de 5,00 mts3.	8,00	105,00	840,00
1	Retroexcavadora Cargadora Motor	8,00	220,00	1 760,00
<b>TOTAL</b>				<b>5 557,50</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
3	Ayudante	8,00	13,00	312,00
<b>TOTAL</b>				<b>503,76</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>25,19</b>
<b>MATERIALES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Sub-Total</b>
0.62	Cal	24,74	Saco	15,34
<b>TOTAL</b>				<b>15,34</b>
Total Costo Directo				544,29
Costos Indirectos		40%	217,71	
Equipo				5 557,50
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>6 319,50</b>
<b>TOTAL POR:</b>		<b>Ha</b>	<b>15 000,00</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Excavación no clasificada de desperdicio**

<b>Sección: Excavación no clasificada de desperdicio</b>				
<b>Rendimiento:</b>	195	m3	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Tractor de cadena Motor de 165	10,97	450,00	4 936,50
1	Cargador frontal Motor de 150 HP	8,01	350,00	2 803,50
1	Camión Cisterna de 2000 Gls.	8,00	195,00	1 560,00
<b>TOTAL</b>				<b>9 300,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Encargado	8,00	30,00	240,00
4	Ayudante	8,00	18,65	596,80
<b>TOTAL</b>				<b>836,80</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>41,84</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cantidad	Descripción	Unidad	Sub-Total	
<b>TOTAL</b>				<b>0,00</b>
Total Costo Directo				878,64
Costos Indirectos		40%	351,46	
Equipo				9 300,00
TOTAL PARCIAL:				10 530,10
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m3</b>	<b>54,00</b>	

Fuente: elaboración propia.



Tabla VII. **Excavación no clasificada para préstamo**

<b>Sección:</b>	<b>Excavación no clasificada para préstamo</b>			
<b>Rendimiento:</b>	245	m3	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Motoniveladora Motor de 185 HP	8,00	325,00	2 600,00
1	Vibratorio Rodo Liso de 5 Ton.	8,00	250,00	2 000,00
1	Camión Cisterna de 2000 Gls.	8,00	195,00	1 560,00
1	Tractor de cadena Motor de 165	8,00	450,00	3 600,00
1	Cargador frontal Motor de 150 HP	8,00	350,00	2 800,00
<b>TOTAL</b>				<b>12 560,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Encargado	8,00	22,00	176,00
3	Ayudante	8,00	11,65	279,60
<b>TOTAL</b>				<b>455,60</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>22,78</b>
<b>MATERIALES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>		<b>Unidad</b>	<b>Sub-Total</b>
<b>TOTAL</b>				<b>0,00</b>
Total Costo Directo				478,38
Costos Indirectos				40% 191,35
Equipo				12 560,00
TOTAL PARCIAL:				13 229,73
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m3</b>	<b>54,00</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. Remoción y prevención de derrumbes

<b>Sección: Remoción y Prevención de Derrumbes</b>				
<b>Rendimiento:</b>	300	m3	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
2	Camión de volteo de 10,00 mts3.	8,00	225,00	3 600,00
1	Retroexcavadora Cargadora Motor	8,00	450,00	3 600,00
1	Cargador frontal Motor de 120 HP	8,00	300,00	2 400,00
1	Pick up	8,00	100,00	800,00
<b>TOTAL</b>				<b>10 400,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Encargado	8,00	36,20	289,60
10	Ayudante	8,00	22,75	1 820,00
<b>TOTAL</b>				<b>2 109,60</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>105,48</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cantidad	Descripción	Unidad	Sub-Total	
<b>TOTAL</b>				<b>0,00</b>
Total Costo Directo				2 215,08
Costos Indirectos		40%	886,03	
Equipo				10 400,00
TOTAL PARCIAL:				13 501,11
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m3</b>	<b>45,00</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. Remoción de material inapropiado

<b>Sección:</b>	<b>Remoción de Material Inapropiado</b>			
<b>Rendimiento:</b>	46.9	m3	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Retroexcavadora Cargadora Motor	8,00	310,00	2 480,00
<b>TOTAL</b>				<b>2 480,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Encargado	8,00	22,35	178,80
2	Ayudante	8,00	13,00	208,00
<b>TOTAL</b>				<b>386,80</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>19,34</b>
<b>MATERIALES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Sub-Total</b>	
<b>TOTAL</b>				<b>0,00</b>
Total Costo Directo				406,14
Costos Indirectos		40%	162,46	
Equipo				2 480,00
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>3 048,60</b>
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m3</b>	<b>65,00</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Excavación estructural para cimentación de cajas y cabezales para alcantarillas**

<b>Sección: Excavación Estructural para Cimentación de Cajas y Cabezales para Alcantarillas</b>				
<b>Rendimiento:</b>	36.21	m3	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Retroexcavadora Cargadora Motor	8,00	220,00	1 760,00
1	Camión de volteo de 10,00 mts3.	8,00	130,00	1 040,00
<b>TOTAL</b>				<b>2 800,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
4	Ayudante	8,00	13,00	416,00
<b>TOTAL</b>				<b>607,76</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>30,39</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cantidad	Descripción	Unidad	Sub-Total	
<b>TOTAL</b>				<b>0,00</b>
Total Costo Directo				638,15
Costos Indirectos		40%		255,26
Equipo				2 800,00
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>3 693,41</b>
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m3</b>		<b>102,00</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Excavación estructural para alcantarillas**

<b>Sección:</b>	<b>Excavación Estructural para Alcantarillas</b>			
<b>Rendimiento:</b>	36.21	m3	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Retroexcavadora Cargadora Motor	8,00	220,00	1 760,00
1	Camión de volteo de 10,00 mts3.	8,00	130,00	1 040,00
<b>TOTAL</b>				<b>2 800,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
4	Ayudante	8,00	13,00	416,00
<b>TOTAL</b>				<b>607,76</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>30,39</b>
<b>MATERIALES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Sub-Total</b>	
<b>TOTAL</b>				<b>0,00</b>
Total Costo Directo				638,15
Costos Indirectos				40% 255.26
Equipo				2 800,00
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>3 693,41</b>
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m3</b>	<b>102,00</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Excavación estructural para subdrenajes**

<b>Sección:</b>	<b>Excavación Estructural para Subdrenajes.</b>			
<b>Rendimiento:</b>	36.21	m3	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Retroexcavadora Cargadora Motor	8,00	220,00	1 760,00
1	Camión de volteo de 10,00 mts3.	8,00	130,00	1 040,00
<b>TOTAL</b>				<b>2 800,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
4	Ayudante	8,00	13,00	416,00
<b>TOTAL</b>				<b>607,76</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>30,39</b>
<b>MATERIALES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Sub-Total</b>	
<b>TOTAL</b>				<b>0,00</b>
Total Costo Directo				638,15
Costos Indirectos				40% 255.26
Equipo				2 800,00
TOTAL PARCIAL:				3 693,41
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m3</b>	<b>102,00</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. Excavación estructural para gaviones

<b>Sección:</b>	<b>Excavación Estructural para Gaviones.</b>			
<b>Rendimiento:</b>	36.21	m3	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Retroexcavadora Cargadora Motor	8,00	220,00	1 760,00
1	Camión de volteo de 10,00 mts3.	8,00	130,00	1 040,00
<b>TOTAL</b>				<b>2 800,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
4	Ayudante	8,00	13,00	416,00
<b>TOTAL</b>				<b>607,76</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>30,39</b>
<b>MATERIALES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Sub-Total</b>	
<b>TOTAL</b>				<b>0,00</b>
Total Costo Directo				638,15
Costos Indirectos				40% 255.26
Equipo				2 800,00
TOTAL PARCIAL:				3 693,41
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m3</b>	<b>102,00</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. Relleno estructural para alcantarillas

<b>Sección:</b>	<b>Relleno Estructural para alcantarillas.</b>			
<b>Rendimiento:</b>	107	m3	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Motoniveladora Motor de 185 HP	8,00	320,00	2 560,00
1	Vibratorio Rodo Liso de 5 Ton.	8,00	250,00	2 000,00
1	Camión Cisterna de 2000 Gls.	4,87	110,00	535,70
1	Tractor de cadena Motor de 165	8,00	325,00	2 600,00
1	Cargador frontal Motor de 150 HP	7,00	250,00	1 750,00
3	Camión de volteo de 10,00 mts3.	7,00	130,00	2 730,00
<b>TOTAL</b>				<b>12 175,70</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
6	Ayudante	8,00	13,00	624,00
<b>TOTAL</b>				<b>815,76</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>40,79</b>
<b>MATERIALES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Sub-Total</b>	
<b>TOTAL</b>				<b>0,00</b>
Total Costo Directo				856,55
Costos Indirectos 40%				342,62
Equipo				12 175,70
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>13 374,87</b>
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m3</b>	<b>125,00</b>	

Fuente: elaboración propia.



Tabla XV. Relleno estructural para gaviones

<b>Sección:</b>	<b>Relleno Estructural para Gaviones.</b>			
<b>Rendimiento:</b>	107	m3	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Motoniveladora Motor de 185 HP	8,00	320,00	2 560,00
1	Vibratorio Rodo Liso de 5 Ton.	8,00	250,00	2 000,00
1	Camión Cisterna de 2000 Gls.	4,87	110,00	535,70
1	Tractor de cadena Motor de 165	8,00	325,00	2 600,00
1	Cargador frontal Motor de 150 HP	7,00	250,00	1 750,00
3	Camión de volteo de 10,00 mts3.	7,00	130,00	2 730,00
<b>TOTAL</b>				<b>12 175,70</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
6	Ayudante	8,00	13,00	624,00
<b>TOTAL</b>				<b>815,76</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>40,79</b>
<b>MATERIALES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Sub-Total</b>	
<b>TOTAL</b>				<b>0,00</b>
Total Costo Directo				856,55
Costos Indirectos				40% 342,62
Equipo				12 175,70
TOTAL PARCIAL:				13 374,87
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m3</b>	<b>125.0</b>	

Fuente: elaboración propia.

- Drenaje menor

A continuación se presentan las tablas de los costos unitarios del renglón: drenaje menor.

Tabla XVI. **Alcantarillas de metal corrugado de 30" de diámetro**

<b>Sección: Alcantarillas de metal corrugado de 30" de diámetro</b>				
<b>Rendimiento:</b>	4.6	ml	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Camión de volteo de 10,00 mts3.	4,00	130,00	520,00
<b>TOTAL</b>				<b>520,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
2	Albañil	8,00	23,01	368,16
6	Ayudante	8,00	13,00	624,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 183,92</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>59.20</b>
<b>MATERIALES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>		<b>Unidad</b>	<b>Sub-Total</b>
4.6	Tubo de metal corrugado de 30"		Unidad	2 443,30
<b>TOTAL</b>				<b>2 443,30</b>
Total Costo Directo				3 686,42
Costos Indirectos		40%		1 474,57
Equipo				520,00
TOTAL PARCIAL:				5 680,98
<b>TOTAL POR:</b>		<b>ml</b>		<b>1 235,00</b>

Fuente: elaboración propia.

- Renglones varios

A continuación se presentan las tablas de los costos unitarios del renglón:  
renglones varios.

Tabla XVII. **Cajas y cabezales de concreto ciclópeo para alcantarillas**

<b>Sección:</b>	Cajas y Cabezales de Concreto Ciclopeo para Alcantarillas			
<b>Rendimiento:</b>	5	m3	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Camión Cisterna de 2000 Gls.	4,00	110,00	440,00
1	Mezcladora de Concreto 1 saco	4,00	65,00	260,00
1	Camión de volteo de 10,00 mts3.	4,00	130,00	520,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 220,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
4	Albañil	8,00	23,01	736,32
10	Ayudante	8,00	13,00	1 040,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 968,08</b>
HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)				<b>98,40</b>
<b>MATERIALES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Sub-Total</b>	
<b>40,00</b>	Cemento	saco	1 976,99	
<b>0.33</b>	Arena de río	m3	32,72	
<b>0.43</b>	Piedrín	m3	81,79	
<b>3.73</b>	Madera	pie	13,86	
<b>2.78</b>	Piedra	m3	332,44	
<b>TOTAL</b>				<b>2 437,80</b>
Total Costo Directo				4 504,28
Costos Indirectos		40%	1 801,71	
Equipo				1 220,00
TOTAL PARCIAL:				7 526,00
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m3</b>	<b>1 505,20</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. Cunetas revestidas de concreto de 0,07 m

<b>Sección: Cunetas Revestidas de Concreto de 0,07 m.</b>				
<b>Rendimiento:</b>	53	m2	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Mezcladora de Concreto 1 saco	8,00	65,00	520,00
1	Camión Cisterna de 2000 Gls.	7,00	110,00	770,00
1	Camión de volteo de 10,00 mts3.	6,00	130,00	780,00
1	Rodillo Compactador Manual	6,00	58,00	348,00
<b>TOTAL</b>				<b>2 418,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
4	Albañil	8,00	23,01	736,32
8	Ayudante	8,00	13,00	832,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 760,08</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>88,00</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cantidad	Descripción	Unidad	Sub-Total	
14.84	Cemento	saco	733,46	
2.49	Arena de río	m3	248,78	
3,09	Piedrín	m3	591,18	
37,1	Madera	pie	138,02	
3.375	Clavo	Libra	13,50	
<b>TOTAL</b>				<b>1 724,94</b>
Total Costo Directo				3 573,02
Costos Indirectos 40%				1 429.21
Equipo				2 418,00
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>7 420.23</b>
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m2</b>	<b>140,00</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Bordillos de concreto de 0,18 x 0,35 m**

<b>Sección: Bordillos de Concreto de 0,18 x 0,35 mts.</b>				
<b>Rendimiento:</b>	55		ml	/ día
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Camión Cisterna de 2000 Gls.	8,00	110,00	880,00
1	Camión de volteo de 10,00 mts3.	8,00	130,00	1 040,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 920,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
2	Albañil	8,00	23,01	368,16
4	Ayudante	8,00	13,00	416,00
<b>TOTAL</b>				<b>975,92</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>48,80</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cantidad	Descripción		Unidad	Sub-Total
30.8	Cemento		saco	1 522,29
4.4	Arena de río		m3	439,62
4.4	Piedrín		m3	843,50
<b>TOTAL</b>				<b>2 805,41</b>
Total Costo Directo				3 830,13
Costos Indirectos		40%		1 532,05
Equipo				1 920,00
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>7 282,18</b>
<b>TOTAL POR:</b>		<b>ml</b>		<b>132,40</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. Geocompuesto para subdrenaje (*advantage*)

<b>Sección: Geocompuesto para subdrenaje. (Advantage)</b>				
<b>Rendimiento:</b>	30	ml	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Camión de volteo de 10,00 mts <sup>3</sup> .	6,00	130,00	780,00
1	Camión de estacas	4,00	105,00	420,00
1	Retroexcavadora Cargadora Motor	2,00	220,00	440,00
2	Rodillo Compactador Manual	8,00	58,00	928,00
1	Equipo de topografía	8,00	125,00	1 000,00
<b>TOTAL</b>				<b>3 568,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
4	Albañil	8,00	23,01	736,32
12	Ayudante	8,00	13,00	1 248,00
1	Topografo	8,00	24,00	192,00
3	Cadeneros	8,00	15,00	360,00
<b>TOTAL</b>				<b>2 728,08</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>136,40</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cantidad	Descripción	Unidad	Sub-Total	
1.2	Geocompuesto para sub-drenaje	Rollo	2 040,77	
1.1	Union para geocompuesto	Unidad	151,99	
7	Piedrín	m <sup>3</sup>	1 339,25	
1.8	Arena de río	m <sup>3</sup>	179,30	
10	Material selecto	m <sup>3</sup>	600,00	
<b>TOTAL</b>				<b>4 311,31</b>
Total Costo Directo				7 175,79
Costos Indirectos				40% 2 870,32
Equipo				3 568,00
TOTAL PARCIAL:				13 614,11
<b>TOTAL POR:</b>		<b>ml</b>		<b>453.80</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. Gaviones

<b>Sección:</b>	<b>Gaviones</b>			
<b>Rendimiento:</b>	7	m3	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Camión de volteo de 5,00 mts <sup>3</sup> .	6,00	105,00	630,00
1	Retroexcavadora Cargadora Motor	6,00	220,00	1 320,00
1	Rodillo Compactador Manual	6,00	58,00	348,00
<b>TOTAL</b>				<b>2 298,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
4	Albañil	8,00	23,01	736,32
8	Ayudante	8,00	13,00	832,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 760,08</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>88,00</b>
<b>MATERIALES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Sub-Total</b>	
7.7	Piedra p/ Gaviones	m3	848,88	
3.5	Gaviones	m3	669,63	
<b>TOTAL</b>				<b>1 518,51</b>
Total Costo Directo				3 366,59
Costos Indirectos		40%	1 346,64	
Equipo				2 298,00
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>7 011,23</b>
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m3</b>	<b>1 001,60</b>	

Fuente: elaboración propia.



Tabla XXII. **Geotextil para gaviones**

<b>Sección: Geotextil para Gaviones.</b>				
<b>Rendimiento:</b>	80	m2	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Camión de estacas	1,00	105,00	105,00
<b>TOTAL</b>				<b>105,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
8	Ayudante	8,00	13,00	832,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 023,76</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>51,19</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cantidad	Descripción	Unidad	Sub-Total	
80	Geotextil	m2	707,60	
25	Alambre de amarre	Lbs.	119,58	
<b>TOTAL</b>				<b>827,18</b>
Total Costo Directo				1 902,13
Costos Indirectos				40% 760,85
Equipo				105,00
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>2 767,98</b>
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m2</b>	<b>34,60</b>	

Fuente: elaboración propia.

- Pavimento

A continuación se presentan las tablas de los costos unitarios del renglón: pavimento.

Tabla XXIII. Reacondicionamiento de la subrasante

<b>Sección: Reacondicionamiento de la subrasante</b>				
<b>Rendimiento:</b>	660	m2	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Motoniveladora Motor de 140 HP	10,00	250,00	2 500,00
1	Vibratorio Rodo Dentado de 12,5	10,00	240,00	2 400,00
2	Vibratorio Rodo Liso de 12,5 Ton.	8,91	240,00	4 276,80
2	Camión Cisterna de 2650 Gls.	8,00	110,00	1 760,00
2	Camión de estacas	8,00	95,00	1 520,00
<b>TOTAL</b>				<b>12 456,80</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
8	Ayudante	8,00	13,00	832,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 023,76</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>51,19</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cantidad	Descripción	Unidad	Sub-Total	
<b>TOTAL</b>				<b>0,00</b>
Total Costo Directo				1 074,95
Costos Indirectos		40%		429,98
Equipo				12 456,80
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>13 961,73</b>
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m2</b>		<b>21,15</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. Capa de subbase de 0.20 m

<b>Sección: Capa de Sub-base de 20 cms. de Espesor</b>				
<b>Rendimiento:</b>	53,052	m3	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Motoniveladora Motor de 140 HP	8,00	250,00	2 000,00
1	Vibratorio Rodo Liso de 12,5 Ton.	8,00	240,00	1 920,00
1	Camión Cisterna de 2650 Gls.	8,00	110,00	880,00
1	Camión de volteo de 10,00 mts3.	8,00	130,00	1 040,00
<b>TOTAL</b>				<b>5 840,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
4	Ayudante	8,00	13,00	416,00
<b>TOTAL</b>				<b>607,76</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>30,39</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cantidad	Descripción	Unidad	Sub-Total	
<b>TOTAL</b>				<b>0,00</b>
Total Costo Directo				638,15
Costos Indirectos		40%		255,26
Equipo				5 840,00
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>6 733,41</b>
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m3</b>		<b>126,92</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. Capa de base de 0,15 m

<b>Sección: Capa de Base de 15 cms. de Espesor</b>				
<b>Rendimiento:</b>	92,07		m3	/ día
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Motoniveladora Motor de 140 HP	8,00	250,00	2 000,00
1	Vibratorio Rodo Liso de 12,5 Ton.	8,00	240,00	1 920,00
1	Camión Cisterna de 2650 Gls.	8,00	110,00	880,00
4	Camión de volteo de 10,00 mts3.	8,00	130,00	4 160,00
<b>TOTAL</b>				<b>8 960,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
4	Ayudante	8,00	13,00	416,00
<b>TOTAL</b>				<b>607,76</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>30,39</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cantidad	Descripción	Unidad	Sub-Total	
55.196875	Material de base	m3	8 831,50	
<b>TOTAL</b>				<b>8 831,50</b>
Total Costo Directo				9 469,65
Costos Indirectos				40% 3 787,86
Equipo				8 960,00
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>22 217,51</b>
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m3</b>	<b>241,31</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. Riego de imprimación

<b>Sección: Riego de Imprimación</b>				
<b>Rendimiento:</b>	800	Gal.	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Distribuidora de asfalto	8,00	450,00	3 600,00
1	Barredora Autopropulsada	8,00	275,00	2 200,00
1	Camión Cisterna de 2650 Gls.	8,00	110,00	880,00
1	Camión de volteo de 10,00 mts3.	8,00	130,00	1 040,00
1	Pick up	4,00	95,00	380,00
<b>TOTAL</b>				<b>8 100,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Encargado	8,00	36,00	288,00
10	Ayudante	8,00	18,65	1 492,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 780,00</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>89,00</b>
<b>MATERIALES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Sub-Total</b>	
800	Asfalto Liquido	Gln.	16 500,00	
<b>TOTAL</b>				<b>16 500,00</b>
Total Costo Directo				18 369,00
Costos Indirectos		40%	7 347,60	
Equipo				8 100,00
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>33 816,60</b>
<b>TOTAL POR:</b>		<b>Gal.</b>	<b>42.27</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. Riego de liga

<b>Sección:</b>	<b>Riego de Liga</b>			
<b>Rendimiento:</b>	800	Gls	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Distribuidora de asfalto	8,00	450,00	3 600,00
1	Barredora Autopropulsada	8,00	275,00	2 200,00
1	Camión Cisterna de 2650 Gls.	8,00	110,00	880,00
1	Camión de volteo de 10,00 mts3.	8,00	130,00	1 040,00
1	Pick up	4,00	95,00	380,00
<b>TOTAL</b>				<b>8 100,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Encargado	8,00	23,80	190,40
10	Ayudante	8,00	13,45	1 076,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 266,40</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>63,32</b>
<b>MATERIALES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Sub-Total</b>	
800	Liga	Gln.	13 100,00	
<b>TOTAL</b>				<b>13 100,00</b>
Total Costo Directo				14 429,72
Costos Indirectos		40%	5 771,89	
Equipo				8 100,00
TOTAL PARCIAL:				28 301,61
<b>TOTAL POR:</b>		<b>Gls</b>	<b>35,38</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. Concreto asfáltico de 0,05 m de espesor

<b>Sección: Concreto Asfáltico de 5 cms. de Espesor</b>				
<b>Rendimiento:</b>	200		Ton	/ día
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Terminadora de Asfalto	10,00	550,00	5 500,00
1	Barredora Autopropulsada	6,00	275,00	1 650,00
1	Vibratorio Rodo Liso de 12,5 Ton.	6,00	240,00	1 440,00
<b>TOTAL</b>				<b>8 590,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Encargado	10,00	22,10	221,00
2	Ayudante	10,00	13,50	270,00
2	Rastrillero	10,00	19,35	387,00
<b>TOTAL</b>				<b>878,00</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>43,90</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cantidad	Descripción		Unidad	Sub-Total
190	Mezcla Asfáltica		tn	123 500,00
190	Transporte		tn	22 372,50
<b>TOTAL</b>				<b>145 872,50</b>
Total Costo Directo				146 794,40
Costos Indirectos		40%		58 717,76
Equipo				8 590,00
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>214 102,16</b>
<b>TOTAL POR:</b>		<b>Ton</b>		<b>1 070,51</b>

Fuente: elaboración propia.

- Señalización

A continuación se presentan las tablas de los costos unitarios del renglón: señalización.

Tabla XXIX. Monumentos de kilometraje, suministro y colocación

<b>Sección: Monumentos de Kilometraje. Suministro y Colocación</b>				
<b>Rendimiento:</b>	25		U	/ día
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Pick up	8,00	60,00	480,00
1	Mezcladora de Concreto 1 saco	8,00	65,00	520,00
1	Camión de estacas	8,00	105,00	840,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 840,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
4	Ayudante	8,00	13,00	416,00
<b>TOTAL</b>				<b>607,76</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>30,39</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cantidad	Descripción		Unidad	Sub-Total
25	Señal de kilometraje		u	18 493,93
<b>TOTAL</b>				<b>18 493,93</b>
Total Costo Directo				19 132,08
Costos Indirectos		40%		7 652,83
Equipo				1 840,00
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>28 624,91</b>
<b>TOTAL POR:</b>		<b>U</b>		<b>1 145,00</b>

Fuente: elaboración propia.



Tabla XXX. Pintura termoplástica línea central

<b>Sección: Pintura Termoplástica Línea Central</b>				
<b>Rendimiento:</b>	9	km	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Camión de estacas	8,00	105,00	840,00
1	maquina pinta lineas	8,00	85,00	680,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 520,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
10	Ayudante	8,00	13,00	1 040,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 231,76</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>61,59</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cantidad	Descripción	Unidad	Sub-Total	
147.47	Pintura termoplastica	saco	111 464,49	
<b>TOTAL</b>				<b>111 464,49</b>
Total Costo Directo				112 757,84
Costos Indirectos		40%	45 103,14	
Equipo				1 520,00
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>159 380,97</b>
<b>TOTAL POR:</b>		<b>km</b>	<b>17 709,00</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. Pintura termoplástica línea no central

<b>Sección: Pintura Termoplástica Línea No Central</b>				
<b>Rendimiento:</b>	9		Km	/ día
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Camión de estacas	8,00	105,00	840,00
1	maquina pinta lineas	8,00	85,00	680,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 520,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
10	Ayudante	8,00	13,00	1 040,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 231,76</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>61,59</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cantidad	Descripción		Unidad	Sub-Total
147.47	Pintura termoplastica		saco	111 464,49
<b>TOTAL</b>				<b>111 464,49</b>
Total Costo Directo				112 757,84
Costos Indirectos		40%		45 103,14
Equipo				1 520,00
TOTAL PARCIAL:				159 380,97
<b>TOTAL POR:</b>		<b>km</b>		<b>17 709,00</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. Señales de identificación del proyecto

<b>Sección: Señales de Identificación del proyecto.</b>					
<b>Rendimiento:</b>	1		U	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08				
<b>EQUIPO</b>					
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>	
<b>TOTAL</b>				<b>0,00</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>	
1	FABRICACION E INSTALACION	8,00	1 500,36	12 002,88	
<b>TOTAL</b>				<b>12 002,88</b>	
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>600,14</b>	
<b>MATERIALES</b>					
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Sub-Total</b>		
1	MATERIALES PARA FABRICACION DE ROTULO DE IDENTIFICACION	GLOBAL	11 900,03		
<b>TOTAL</b>				<b>11 900,03</b>	
Total Costo Directo				24 503,05	
Costos Indirectos		40%	9 801,22		
Equipo				0,00	
TOTAL PARCIAL:				34 304,28	
<b>TOTAL POR:</b>			<b>U</b>	<b>34 304,28</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. Señales de tráfico de metal, sumisito y colocación

<b>Sección: Señales de Tráfico de Metal. Suministro y Colocación</b>				
<b>Rendimiento:</b>	12	U	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Pick up	8,00	60,00	480,00
1	Mezcladora de Concreto 1 saco	8,00	65,00	520,00
1	Camión de estacas	8,00	105,00	840,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 840,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
4	Ayudante	8,00	13,00	416,00
<b>TOTAL</b>				<b>607,76</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>30,39</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cantidad	Descripción	Unidad	Sub-Total	
7.2	Cemento	saco	355,86	
0.49	Arena de río	m3	48,96	
0.61	Piedrín	m3	116,71	
12	Señal	u	11 568,60	
<b>TOTAL</b>				<b>12 090,13</b>
Total Costo Directo				12 728,28
Costos Indirectos		40%	5 091,31	
Equipo				1 840,00
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>19 659,59</b>
<b>TOTAL POR:</b>		<b>U</b>	<b>1 638,30</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. **Dispositivos de señalización nocturna para línea central y laterales**

<b>Sección: Dispositivos de Señalización Nocturna para Línea Central y Laterales</b>				
<b>Rendimiento:</b>	90	U	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Pick up	8,00	60,00	480,00
<b>TOTAL</b>				<b>480,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
6	Ayudante	8,00	13,00	624,00
<b>TOTAL</b>				<b>815,76</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>40,79</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cantidad	Descripción	Unidad	Sub-Total	
90	Marcadores reflectivos	u	1 918,20	
<b>TOTAL</b>				<b>1 918,20</b>
Total Costo Directo				2 774,75
Costos Indirectos 40%				1 109,90
Equipo				480,00
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>4 364,65</b>
<b>TOTAL POR:</b>		<b>U</b>	<b>48,50</b>	

Fuente: elaboración propia.

#### 4.2.2. Integración de costos unitarios para pavimento de concreto hidráulico

A continuación se presentan los costos unitarios, de los renglones para la ejecución del pavimento de concreto hidráulico.

#### 4.2.2.1. Tablas

- Terracería

A continuación se presentan las tablas de los costos unitarios del renglón terracería.

Tabla XXXV. Planos finales

<b>Sección:</b>		<b>Planos Finales</b>			
<b>Rendimiento:</b>	1.21	U	/ día		
<b>Fecha:</b>	01-jul-08				
<b>EQUIPO</b>					
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>	
2	Computadora	8,00	35,00	560,00	
1	Ploter	8,00	65,00	520,00	
<b>TOTAL</b>				<b>1 080,00</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>	
1	Calculista	8,00	44,95	359,60	
2	Dibujante	8,00	21,41	342,56	
<b>TOTAL</b>				<b>702,16</b>	
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>35,11</b>	
<b>MATERIALES</b>					
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Sub-Total</b>		
1.21	PAPEL BOND	Hoja	5,53		
<b>TOTAL</b>				<b>5,53</b>	
Total Costo Directo				742,80	
Costos Indirectos		40%	297,12		
Equipo				1 080,00	
TOTAL PARCIAL:				2 119,92	
<b>TOTAL POR:</b>		<b>U</b>	<b>1 752,00</b>		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. Trabajos de administración

<b>Sección:</b>	Trabajos por Administración	
<b>Rendimiento:</b>	1	G
		<b>TOTAL</b>
		<b>250 000,00</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. Limpia, chapeo y destronque

<b>Sección:</b>	Limpia, Chapeo y Destronque			
<b>Rendimiento:</b>	0,4213	Ha	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Tractor de cadena Motor de 165	9,10	325,00	2 957,50
1	Camión de volteo de 5,00 mts3.	8,00	105,00	840,00
1	Retroexcavadora Cargadora Motor	8,00	220,00	1 760,00
<b>TOTAL</b>				<b>5 557,50</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
3	Ayudante	8,00	13,00	312,00
<b>TOTAL</b>				<b>503,76</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>25,19</b>
<b>MATERIALES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Sub-Total</b>
0.62	Cal	24,74	Saco	15,34
<b>TOTAL</b>				<b>15,34</b>
Total Costo Directo				544,29
Costos Indirectos		40%	217,71	
Equipo				5 557,50
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>6 319,50</b>
<b>TOTAL POR:</b>		<b>Ha</b>	<b>15 000,00</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVIII. **Excavación no clasificada de desperdicio**

<b>Sección: Excavación no clasificada de desperdicio</b>				
<b>Rendimiento:</b>	195	m3	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Tractor de cadena Motor de 165	10,97	450,00	4 936,50
1	Cargador frontal Motor de 150 HP	8,01	350,00	2 803,50
1	Camión Cisterna de 2000 Gls.	8,00	195,00	1 560,00
<b>TOTAL</b>				<b>9 300,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Encargado	8,00	30,00	240,00
4	Ayudante	8,00	18,65	596,80
<b>TOTAL</b>				<b>836,80</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>41,84</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cantidad	Descripción	Unidad	Sub-Total	
<b>TOTAL</b>				<b>0,00</b>
Total Costo Directo				878,64
Costos Indirectos		40%	351,46	
Equipo				9 300,00
TOTAL PARCIAL:				10 530,10
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m3</b>	<b>54,00</b>	

Fuente: elaboración propia.



Tabla XXXIX. **Excavación no clasificada para préstamo**

<b>Sección: Excavación no clasificada para préstamo</b>				
<b>Rendimiento:</b>	245	m3	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Motoniveladora Motor de 185 HP	8,00	325,00	2 600,00
1	Vibratorio Rodo Liso de 5 Ton.	8,00	250,00	2 000,00
1	Camión Cisterna de 2000 Gls.	8,00	195,00	1 560,00
1	Tractor de cadena Motor de 165	8,00	450,00	3 600,00
1	Cargador frontal Motor de 150 HP	8,00	350,00	2 800,00
<b>TOTAL</b>				<b>12 560,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Encargado	8,00	22,00	176,00
3	Ayudante	8,00	11,65	279,60
<b>TOTAL</b>				<b>455,60</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>22,78</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cantidad	Descripción		Unidad	Sub-Total
<b>TOTAL</b>				<b>0,00</b>
Total Costo Directo				478,38
Costos Indirectos				40% 191,35
Equipo				12 560,00
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>13 229,73</b>
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m3</b>		<b>54,00</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XL. Remoción y prevención de derrumbes

<b>Sección: Remoción y Prevención de Derrumbes</b>				
<b>Rendimiento:</b>	300	m3	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
2	Camión de volteo de 10,00 mts3.	8,00	225,00	3 600,00
1	Retroexcavadora Cargadora Motor	8,00	450,00	3 600,00
1	Cargador frontal Motor de 120 HP	8,00	300,00	2 400,00
1	Pick up	8,00	100,00	800,00
<b>TOTAL</b>				<b>10 400,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Encargado	8,00	36,20	289,60
10	Ayudante	8,00	22,75	1 820,00
<b>TOTAL</b>				<b>2 109,60</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>105,48</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cantidad	Descripción	Unidad	Sub-Total	
<b>TOTAL</b>				<b>0,00</b>
Total Costo Directo				2 215,08
Costos Indirectos		40%	886,03	
Equipo				10 400,00
TOTAL PARCIAL:				13 501,11
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m3</b>	<b>45,00</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLI. Remoción de material inapropiado

<b>Sección:</b>	<b>Remoción de Material Inapropiado</b>			
<b>Rendimiento:</b>	46.9	m3	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Retroexcavadora Cargadora Motor	8,00	310,00	2 480,00
<b>TOTAL</b>				<b>2 480,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Encargado	8,00	22,35	178,80
2	Ayudante	8,00	13,00	208,00
<b>TOTAL</b>				<b>386,80</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>19,34</b>
<b>MATERIALES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>		<b>Unidad</b>	<b>Sub-Total</b>
<b>TOTAL</b>				<b>0,00</b>
Total Costo Directo				406,14
Costos Indirectos		40%	162,46	
Equipo				2 480,00
TOTAL PARCIAL:				3 048,60
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m3</b>	<b>65,00</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. **Excavación estructural para cimentación de cajas y cabezales para alcantarillas**

<b>Sección: Excavación Estructural para Cimentación de Cajas y Cabezales para Alcantarillas</b>				
<b>Rendimiento:</b>	36.21	m3	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Retroexcavadora Cargadora Motor	8,00	220,00	1 760,00
1	Camión de volteo de 10,00 mts3.	8,00	130,00	1 040,00
<b>TOTAL</b>				<b>2 800,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
4	Ayudante	8,00	13,00	416,00
<b>TOTAL</b>				<b>607,76</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>30,39</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cantidad	Descripción	Unidad	Sub-Total	
<b>TOTAL</b>				<b>0,00</b>
Total Costo Directo				638,15
Costos Indirectos		40%		255,26
Equipo				2 800,00
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>3 693,41</b>
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m3</b>		<b>102,00</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIII. **Excavación estructural para alcantarillas**

<b>Sección:</b>	<b>Excavación Estructural para Alcantarillas</b>			
<b>Rendimiento:</b>	36.21	m3	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Retroexcavadora Cargadora Motor	8,00	220,00	1 760,00
1	Camión de volteo de 10,00 mts3.	8,00	130,00	1 040,00
<b>TOTAL</b>				<b>2 800,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
4	Ayudante	8,00	13,00	416,00
<b>TOTAL</b>				<b>607,76</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>30,39</b>
<b>MATERIALES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Sub-Total</b>	
<b>TOTAL</b>				<b>0,00</b>
Total Costo Directo				638,15
Costos Indirectos				40% 255.26
Equipo				2 800,00
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>3 693,41</b>
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m3</b>	<b>102,00</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIV. **Excavación estructural para subdrenajes**

<b>Sección:</b>	<b>Excavación Estructural para Subdrenajes.</b>			
<b>Rendimiento:</b>	36.21	m3	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Retroexcavadora Cargadora Motor	8,00	220,00	1 760,00
1	Camión de volteo de 10,00 mts3.	8,00	130,00	1 040,00
<b>TOTAL</b>				<b>2 800,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
4	Ayudante	8,00	13,00	416,00
<b>TOTAL</b>				<b>607,76</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>30,39</b>
<b>MATERIALES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Sub-Total</b>	
<b>TOTAL</b>				<b>0,00</b>
Total Costo Directo				638,15
Costos Indirectos				40% 255.26
Equipo				2 800,00
TOTAL PARCIAL:				3 693,41
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m3</b>	<b>102,00</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLV. **Excavación estructural para gaviones**

<b>Sección:</b>	<b>Excavación Estructural para Gaviones.</b>			
<b>Rendimiento:</b>	36.21	m3	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Retroexcavadora Cargadora Motor	8,00	220,00	1 760,00
1	Camión de volteo de 10,00 mts3.	8,00	130,00	1 040,00
<b>TOTAL</b>				<b>2 800,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
4	Ayudante	8,00	13,00	416,00
<b>TOTAL</b>				<b>607,76</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>30,39</b>
<b>MATERIALES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Sub-Total</b>	
<b>TOTAL</b>				<b>0,00</b>
Total Costo Directo				638,15
Costos Indirectos				40% 255.26
Equipo				2 800,00
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>3 693,41</b>
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m3</b>	<b>102,00</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVI. **Relleno estructural para alcantarillas**

<b>Sección:</b>	<b>Relleno Estructural para alcantarillas.</b>			
<b>Rendimiento:</b>	107	m3	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Motoniveladora Motor de 185 HP	8,00	320,00	2 560,00
1	Vibratorio Rodo Liso de 5 Ton.	8,00	250,00	2 000,00
1	Camión Cisterna de 2000 Gls.	4.87	110,00	535,70
1	Tractor de cadena Motor de 165	8,00	325,00	2 600,00
1	Cargador frontal Motor de 150 HP	7,00	250,00	1 750,00
3	Camión de volteo de 10,00 mts3.	7,00	130,00	2 730,00
<b>TOTAL</b>				<b>12 175,70</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
6	Ayudante	8,00	13,00	624,00
<b>TOTAL</b>				<b>815,76</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>40,79</b>
<b>MATERIALES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Sub-Total</b>	
<b>TOTAL</b>				<b>0,00</b>
Total Costo Directo				856,55
Costos Indirectos				40% 342,62
Equipo				12 175,70
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>13 374,87</b>
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m3</b>	<b>125,00</b>	

Fuente: elaboración propia.



Tabla XLVII. Relleno estructural para gaviones

<b>Sección:</b>	<b>Relleno Estructural para Gaviones.</b>			
<b>Rendimiento:</b>	107	m3	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Motoniveladora Motor de 185 HP	8,00	320,00	2 560,00
1	Vibratorio Rodo Liso de 5 Ton.	8,00	250,00	2 000,00
1	Camión Cisterna de 2000 Gls.	4,87	110,00	535,70
1	Tractor de cadena Motor de 165	8,00	325,00	2 600,00
1	Cargador frontal Motor de 150 HP	7,00	250,00	1 750,00
3	Camión de volteo de 10,00 mts3.	7,00	130,00	2 730,00
<b>TOTAL</b>				<b>12 175,70</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
6	Ayudante	8,00	13,00	624,00
<b>TOTAL</b>				<b>815,76</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>40,79</b>
<b>MATERIALES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Sub-Total</b>	
<b>TOTAL</b>				<b>0,00</b>
Total Costo Directo				856,55
Costos Indirectos				40% 342,62
Equipo				12 175,70
TOTAL PARCIAL:				13 374,87
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m3</b>	<b>126.0</b>	

Fuente: elaboración propia.

- Drenaje menor

A continuación se presentan las tablas de los costos unitarios del renglón: drenaje menor.

Tabla XLVIII. **Alcantarillas de metal corrugado de 30" de diámetro**

<b>Sección:</b>	<b>Alcantarillas de metal corrugado de 30" de diámetro</b>			
<b>Rendimiento:</b>	4,6	ml	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Camión de volteo de 10,00 mts3.	4,00	130,00	520,00
<b>TOTAL</b>				<b>520,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
2	Albañil	8,00	23,01	368,16
6	Ayudante	8,00	13,00	624,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 183,92</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>59,20</b>
<b>MATERIALES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Sub-Total</b>	
4,6	Tubo de metal corrugado de 30"	Unidad	2 443,30	
<b>TOTAL</b>				<b>2 443,30</b>
Total Costo Directo				3 686,42
Costos Indirectos		40%	1 474,57	
Equipo				520,00
TOTAL PARCIAL:				5 680,98
<b>TOTAL POR:</b>		<b>ml</b>	<b>1 235,00</b>	

Fuente: elaboración propia.

- Renglones varios

A continuación se presentan las tablas de los costos unitarios del renglón: renglones varios.

Tabla XLIX. Cajas y cabezales de concreto ciclópeo para alcantarillas

<b>Sección:</b>	Cajas y Cabezales de Concreto Ciclopeo para Alcantarillas			
<b>Rendimiento:</b>	5	m3	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Camión Cisterna de 2000 Gls.	4,00	110,00	440,00
1	Mezcladora de Concreto 1 saco	4,00	65,00	260,00
1	Camión de volteo de 10,00 mts3.	4,00	130,00	520,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 220,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
4	Albañil	8,00	23,01	736,32
10	Ayudante	8,00	13,00	1 040,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 968,08</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>98,40</b>
<b>MATERIALES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Sub-Total</b>	
40,00	Cemento	saco	1 976,99	
0.33	Arena de río	m3	32,72	
0.43	Piedrín	m3	81,79	
3.73	Madera	pie	13,86	
2.78	Piedra	m3	332,44	
<b>TOTAL</b>				<b>2 437.80</b>
Total Costo Directo				4 504.28
Costos Indirectos		40%	1 801,71	
Equipo				1 220,00
TOTAL PARCIAL:				7 526,00
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m3</b>	<b>1 505.20</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla L. Cunetas revestidas de concreto de 0,07 m

<b>Sección: Cunetas Revestidas de Concreto de 0,07 m.</b>				
<b>Rendimiento:</b>	53	m2	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Mezcladora de Concreto 1 saco	8,00	65,00	520,00
1	Camión Cisterna de 2000 Gls.	7,00	110,00	770,00
1	Camión de volteo de 10,00 mts3.	6,00	130,00	780,00
1	Rodillo Compactador Manual	6,00	58,00	348,00
<b>TOTAL</b>				<b>2 418,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
4	Albañil	8,00	23,01	736,32
8	Ayudante	8,00	13,00	832,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 760,08</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>88,00</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cantidad	Descripción	Unidad	Sub-Total	
14.84	Cemento	saco	733,46	
2.49	Arena de río	m3	248,78	
3,09	Piedrín	m3	591,18	
37.1	Madera	pie	138,02	
3.375	Clavo	Libra	13,50	
<b>TOTAL</b>				<b>1 724,94</b>
Total Costo Directo				3 573,02
Costos Indirectos 40%				1 429.21
Equipo				2 418,00
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>7 420.23</b>
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m2</b>	<b>140,00</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LI. **Bordillos de concreto de 0,18 x 0,35 m**

<b>Sección:</b>	<b>Bordillos de Concreto de 0,18 x 0,35 mts.</b>			
<b>Rendimiento:</b>	55	ml	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Camión Cisterna de 2000 Gls.	8,00	110,00	880,00
1	Camión de volteo de 10,00 mts3.	8,00	130,00	1 040,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 920,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
2	Albañil	8,00	23,01	368,16
4	Ayudante	8,00	13,00	416,00
<b>TOTAL</b>				<b>975,92</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>48.80</b>
<b>MATERIALES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Sub-Total</b>	
30.8	Cemento	saco	1 522,29	
4.4	Arena de río	m3	439,62	
4.4	Piedrín	m3	843,50	
<b>TOTAL</b>				<b>2 805,41</b>
Total Costo Directo				3 830,13
Costos Indirectos		40%	1 532,05	
Equipo				1 920,00
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>7 282,18</b>
<b>TOTAL POR:</b>		<b>ml</b>	<b>132,40</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LII. Geocompuesto para subdrenaje (*advantage*)

<b>Sección:</b>	<b>Geocompuesto para subdrenaje. (<i>Advantage</i>)</b>			
<b>Rendimiento:</b>	30	ml	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Camión de volteo de 10,00 mts3.	6,00	130,00	780,00
1	Camión de estacas	4,00	105,00	420,00
1	Retroexcavadora Cargadora Motor	2,00	220,00	440,00
2	Rodillo Compactador Manual	8,00	58,00	928,00
1	Equipo de topografía	8,00	125,00	1 000,00
<b>TOTAL</b>				<b>3 568,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
4	Albañil	8,00	23,01	736,32
12	Ayudante	8,00	13,00	1 248,00
1	Topografo	8,00	24,00	192,00
3	Cadeneros	8,00	15,00	360,00
<b>TOTAL</b>				<b>2 728,08</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>136,40</b>
<b>MATERIALES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Sub-Total</b>	
1.2	Geocompuesto para sub-drenaje	Rollo	2 040,77	
1,1	Union para geocompuesto	Unidad	151,99	
7	Piedrín	m3	1 339,25	
1.8	Arena de río	m3	179,30	
10	Material selecto	m3	600,00	
<b>TOTAL</b>				<b>4 311,31</b>
Total Costo Directo				7 175,79
Costos Indirectos				40% 2 870,32
Equipo				3 568,00
TOTAL PARCIAL:				13 614,11
<b>TOTAL POR:</b>		<b>ml</b>	<b>453.80</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIII. Gaviones

<b>Sección: Gaviones</b>				
<b>Rendimiento:</b>	7	m3	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Camión de volteo de 5,00 mts3.	6,00	105,00	630,00
1	Retroexcavadora Cargadora Motor	6,00	220,00	1 320,00
1	Rodillo Compactador Manual	6,00	58,00	348,00
<b>TOTAL</b>				<b>2 298,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
4	Albañil	8,00	23,01	736,32
8	Ayudante	8,00	13,00	832,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 760,08</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>88,00</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cantidad	Descripción	Unidad	Sub-Total	
7.7	Piedra p/ Gaviones	m3	848.88	
3.5	Gaviones	m3	669,63	
<b>TOTAL</b>				<b>1 518,51</b>
Total Costo Directo				3 366,59
Costos Indirectos 40%				1 346,64
Equipo				2 298,00
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>7 011.23</b>
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m3</b>	<b>1 001,60</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIV. **Geotextil para gaviones**

<b>Sección:</b>	<b>Geotextil para Gaviones.</b>			
<b>Rendimiento:</b>	80	m2	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Camión de estacas	1,00	105,00	105,00
<b>TOTAL</b>				<b>105,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
8	Ayudante	8,00	13,00	832,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 023,76</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>51,19</b>
<b>MATERIALES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Sub-Total</b>	
80	Geotextil	m2	707,60	
25	Alambre de amarre	Lbs.	119,58	
<b>TOTAL</b>				<b>827,18</b>
Total Costo Directo				1 902,13
Costos Indirectos		40%	760,85	
Equipo				105,00
TOTAL PARCIAL:				2 767,98
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m2</b>	<b>34,60</b>	

Fuente: elaboración propia.

- Pavimento

A continuación se presentan las tablas de los costos unitarios del renglón: pavimento.



Tabla LV. Estabilización

<b>Sección: Estabilización</b>				
<b>Rendimiento:</b>	450	m2	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Motoniveladora Motor de 140 HP	10,00	285,00	2 850,00
1	Vibratorio Rodo Dentado de 12,5	10,00	290,00	2 900,00
1	Vibratorio Rodo Liso de 12.5 Ton.	8,91	290,00	2 583,90
1	Camión Cisterna de 2650 Gls.	8,00	125,00	1 000,00
<b>TOTAL</b>				<b>9 333,90</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
8	Ayudante	8,00	13,00	832,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 023,76</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>51,19</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cantidad	Descripción		Unidad	Sub-Total
20	Cal	24,74	Saco	494,80
<b>TOTAL</b>				<b>494,80</b>
Total Costo Directo				1 569,75
Costos Indirectos		40%		627,90
Equipo				9 333,90
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>11 531,55</b>
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m2</b>		<b>25,63</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVI. Capa de base de 0,15 m

<b>Sección: Capa de Base de 15 cms. de Espesor</b>				
<b>Rendimiento:</b>	92,07		m3	/ día
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Motoniveladora Motor de 140 HP	8,00	285,00	2 280,00
1	Vibratorio Rodo Liso de 12,5 Ton.	8,00	290,00	2 320,00
1	Camión Cisterna de 2650 Gls.	8,00	125,00	1 000,00
4	Camión de volteo de 10,00 mts3.	8,00	130,00	4 160,00
<b>TOTAL</b>				<b>9 760,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
4	Ayudante	8,00	13,00	416,00
<b>TOTAL</b>				<b>607,76</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>30,39</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cantidad	Descripción	Unidad	Sub-Total	
55.196875	Material de base	m3	8 831,50	
<b>TOTAL</b>				<b>8 831,50</b>
Total Costo Directo				9 469,65
Costos Indirectos		40%	3 787,86	
Equipo				9 760,00
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>23 017,51</b>
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m3</b>	<b>250,00</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVII. Mezcla de concreto

<b>Sección: Mezcla de concreto</b>				
<b>Rendimiento:</b>	35	m3	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
2	Camión Cisterna de 2000 Gls.	8,00	110,00	1 760,00
10	Mezcladora de Concreto	8,00	65,00	5 200,00
2	Camión de volteo de 10,00 mts3.	8,00	130,00	2 080,00
<b>TOTAL</b>				<b>9 040,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
10	Albañil	8,00	23,01	1 840,80
20	Ayudante	8,00	13,00	2 080,00
<b>TOTAL</b>				<b>4 112,56</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>205,63</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cantidad	Descripción	Unidad	Sub-Total	
360,00	Cemento	saco	9 315,00	
12,00	Arena de río	m3	1 320,00	
16,80	Piedrín	m3	2 604,00	
<b>TOTAL</b>				<b>13 239,00</b>
Total Costo Directo				17 557,19
Costos Indirectos		40%	7 022,88	
Equipo				9 040,00
TOTAL PARCIAL:				33 620,06
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m3</b>	<b>960,57</b>	

Fuente: elaboración propia.



Tabla LIX. **Texturizado**

<b>Sección:</b>	<b>Texturizado</b>			
<b>Rendimiento:</b>	233,33	m2	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
<b>TOTAL</b>				<b>0,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
5	Albañil	8,00	23,01	920,40
5	Ayudante	8,00	13,00	520,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 632,16</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>81,61</b>
<b>MATERIALES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>		<b>Unidad</b>	<b>Sub-Total</b>
<b>TOTAL</b>				<b>0,00</b>
Total Costo Directo				1 713,77
Costos Indirectos		40%	685,51	
Equipo				0,00
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>2 399,28</b>
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m2</b>	<b>10,28</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LX. **Curado**

<b>Sección:</b>	<b>Curado</b>			
<b>Rendimiento:</b>	35	m2	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-Jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
<b>TOTAL</b>				<b>0,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
2	aplicador	8,00	23,01	368,16
<b>TOTAL</b>				<b>559,92</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>			<b>28,00</b>	
<b>MATERIALES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Sub-Total</b>	
5	litros de liquido de curado	litro	325,00	
<b>TOTAL</b>				<b>325,00</b>
Total Costo Directo				912,92
Costos Indirectos				40%
Equipo				0,00
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>1 278,08</b>
<b>TOTAL POR:</b>		<b>m2</b>	<b>36,52</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXI. Corte

<b>Sección: Corte</b>				
<b>Rendimiento:</b>	144	ml	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-Jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
2	cortadoras de concreto	8,00	120,00	1 920,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 920,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
2	Operador	8,00	23,01	368,16
<b>TOTAL</b>				<b>368,16</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>18,41</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cantidad	Descripción		Unidad	Sub-Total
150	agua		l	0.25
<b>TOTAL</b>				<b>0.25</b>
Total Costo Directo				386,82
Costos Indirectos		40%		154,73
Equipo				1 920,00
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>2 461.55</b>
<b>TOTAL POR:</b>		<b>ml</b>		<b>17,09</b>

Fuente: elaboración propia.

- Señalización

A continuación se presentan las tablas de los costos unitarios del renglón: señalización.

Tabla LXII. Monumentos de kilometraje, suministro y colocación

<b>Sección: Monumentos de Kilometraje. Suministro y Colocación</b>				
<b>Rendimiento:</b>	25		U	/ día
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Pick up	8,00	60,00	480,00
1	Mezcladora de Concreto 1 saco	8,00	65,00	520,00
1	Camión de estacas	8,00	105,00	840,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 840,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
4	Ayudante	8,00	13,00	416,00
<b>TOTAL</b>				<b>607,76</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>30,39</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cantidad	Descripción		Unidad	Sub-Total
25	Señal de kilometraje		u	18 493,93
<b>TOTAL</b>				<b>18 493,93</b>
Total Costo Directo				19 132,08
Costos Indirectos		40%		7 652,83
Equipo				1 840,00
TOTAL PARCIAL:				28 624,91
<b>TOTAL POR:</b>		<b>U</b>		<b>1 145,00</b>

Fuente: elaboración propia.



Tabla LXIII. Pintura termoplástica línea central

<b>Sección: Pintura Termoplástica Línea Central</b>				
<b>Rendimiento:</b>	9	km	/ día	
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Camión de estacas	8,00	105,00	840,00
1	maquina pinta lineas	8,00	85,00	680,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 520,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
10	Ayudante	8,00	13,00	1 040,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 231,76</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>61.59</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cantidad	Descripción	Unidad	Sub-Total	
147.47	Pintura termoplástica	saco	111 464,49	
<b>TOTAL</b>				<b>111 464,49</b>
Total Costo Directo				112 757,84
Costos Indirectos				40% 45 103,14
Equipo				1 520,00
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>159 380,97</b>
<b>TOTAL POR:</b>		<b>Km</b>		<b>17 709,00</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXIV. Pintura termoplástica línea no central

<b>Sección: Pintura Termoplástica Línea No Central</b>				
<b>Rendimiento:</b>	9		Km	/ día
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Camión de estacas	8,00	105,00	840,00
1	maquina pinta lineas	8,00	85,00	680,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 520,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
10	Ayudante	8,00	13,00	1 040,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 231,76</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>61.59</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cantidad	Descripción		Unidad	Sub-Total
147.47	Pintura termoplástica		saco	111 464,49
<b>TOTAL</b>				<b>111 464,49</b>
Total Costo Directo				112 757,84
Costos Indirectos		40%		45 103,14
Equipo				1 520,00
TOTAL PARCIAL:				159 380,97
<b>TOTAL POR:</b>		<b>Km</b>		<b>17 709,00</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXV. Señales de identificación del proyecto

<b>Sección: Señales de Identificación del proyecto.</b>				
<b>Rendimiento:</b>	1		U	/ día
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
<b>TOTAL</b>				<b>0,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	FABRICACION E INSTALACION	8,00	1 500,36	12 002,88
<b>TOTAL</b>				<b>12 002,88</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>600,14</b>
<b>MATERIALES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Sub-Total</b>	
1	MATERIALES PARA FABRICACION DE ROTULO DE IDENTIFICACION	GLOBAL	11 900,03	
<b>TOTAL</b>				<b>11 900,03</b>
Total Costo Directo				24 503,05
Costos Indirectos		40%	9 801.22	
Equipo				0,00
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>34 304.28</b>
<b>TOTAL POR:</b>			<b>U</b>	<b>34 304.28</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXVI. Señales de tráfico de metal. Sumisito y colocación

<b>Sección: Señales de Tráfico de Metal. Suministro y Colocación</b>				
<b>Rendimiento:</b>	12		U	/ día
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Pick up	8,00	60,00	480,00
1	Mezcladora de Concreto 1 saco	8,00	65,00	520,00
1	Camión de estacas	8,00	105,00	840,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 840,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Cantidad	Descripción	Hrs. Trabajo	Costo Hra.	Sub-Total
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
4	Ayudante	8,00	13,00	416,00
<b>TOTAL</b>				<b>607,76</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>30,39</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cantidad	Descripción		Unidad	Sub-Total
7.2	Cemento		saco	355,86
0.49	Arena de río		m3	48,96
0,61	Piedrín		m3	116,71
12	Señal		u	11 568,60
<b>TOTAL</b>				<b>12 090,13</b>
Total Costo Directo				12 728,28
Costos Indirectos				40% 5 091,31
Equipo				1 840,00
TOTAL PARCIAL:				19 659,59
<b>TOTAL POR:</b>		<b>U</b>	<b>1 638,30</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXVII. **Dispositivos de señalización nocturna para línea central y laterales**

<b>Sección: Dispositivos de Señalización Nocturna para Línea Central y Laterales</b>				
<b>Rendimiento:</b>	90		U	/ día
<b>Fecha:</b>	01-jul-08			
<b>EQUIPO</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Pick up	8,00	60,00	480,00
<b>TOTAL</b>				<b>480,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hrs. Trabajo</b>	<b>Costo Hra.</b>	<b>Sub-Total</b>
1	Encargado	8,00	23,97	191,76
6	Ayudante	8,00	13,00	624,00
<b>TOTAL</b>				<b>815,76</b>
<b>HERRAMIENTAS (5% Mano de Obra)</b>				<b>40,79</b>
<b>MATERIALES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Sub-Total</b>	
90	Marcadores reflectivos	u	1 918,20	
<b>TOTAL</b>				<b>1 918,20</b>
Total Costo Directo				2 774,75
Costos Indirectos 40%				1 109,90
Equipo				480,00
<b>TOTAL PARCIAL:</b>				<b>4 364,65</b>
<b>TOTAL POR:</b>				<b>U 48,50</b>

Fuente: elaboración propia.

#### 4.3. Resumen de presupuestos totales para pavimento asfáltico

La siguiente tabla muestra la integración de todos los renglones de trabajo y el presupuesto final de la carretera en la ruta departamental RDCHM-05 Acatenango La Soledad, 7 km, República de Guatemala. Con pavimento asfáltico.

Tabla LXVIII. Presupuesto pavimento asfáltico

				PRECIO /KM	Q 2 858 564,58
REGLÓN	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL ESTIMADO
<b>TERRACERIA</b>					<b>Q 2 140 920,00</b>
105,05	Planos finales	U	15,00	Q 1 752,00	Q 26 280,00
100.11	Trabajos por administración	G	1,00	Q250 000,00	Q 250 000,00
202,02	Limpia, chapeo y destronque	Ha	1.25	Q 15 000,00	Q 18 750,00
203,04 (b)	Excavación no clasificada de desperdicio	m <sup>3</sup>	22 500,00	Q 54,00	Q 1 215 000,00
203,04 (c)	Excavación no clasificada para préstamo	m <sup>3</sup>	3 500,00	Q 54,00	Q 189 000,00
203,03 (f)	Remoción y prevención de derrumbes	m <sup>3</sup>	3 500,00	Q 45,00	Q 157 500,00
203,05 (b)	Remoción de material inapropiado	m <sup>3</sup>	2 200,00	Q 65,00	Q 143 000,00
205,05	Excavación estructural para cimentación de cajas y cabezales para alcantarillas	m <sup>3</sup>	75,00	Q 102,00	Q 7 650,00
205,06	Excavación estructural para alcantarillas	m <sup>3</sup>	160,00	Q 102,00	Q 16 320,00
205,07	Excavación Estructural para Subdrenajes.	m <sup>3</sup>	360,00	Q 102,00	Q 36 720,00
205,08	Excavación Estructural para Gaviones.	m <sup>3</sup>	350,00	Q 102,00	Q 35 700,00
205.12	Relleno Estructural para alcantarillas.	m <sup>3</sup>	110,00	Q 125,00	Q 13 750,00
205.14	Relleno Estructural para Gaviones.	m <sup>3</sup>	250,00	Q 125,00	Q 31 250,00
<b>DRENAJE MENOR</b>					<b>Q 92 625,00</b>
601,02 (30")	Alcantarillas de concreto de 30" de diametro	ml	75,00	Q 1 235,00	Q 92 625,00
<b>REGLONES VARIOS</b>					<b>Q 8 738 426,00</b>
606,06	Cajas y Cabezales de Concreto para Alcantarillas	m <sup>3</sup>	65,00	Q 1 505,20	Q 97 838,00
607	Cunetas Revestidas de Concreto de 0,07 m.	m <sup>2</sup>	14 000,00	Q 140,00	Q 1 960 000,00
708,02	Bordillos de Concreto de 0,18 x 0,35 m	ml	250,00	Q 132,40	Q 33 100,00

Continuación de la tabla LXVIII.

<b>605,05</b>	<b>Geocompuesto para sub-drenaje.</b>	<b>ml</b>	<b>14 000,00</b>	<b>Q 453,80</b>	<b>Q 6 353 200,00</b>
<b>253,01</b>	Gaviones.	m <sup>3</sup>	280,00	Q 1 001,60	Q 280 448,00
<b>253,03 (f)</b>	Geotextil para Gaviones.	m <sup>2</sup>	400,00	Q 34,60	Q 13 840,00
	<b>PAVIMENTO</b>				<b>Q 8 513 099,21</b>
<b>301</b>	Reacondicionamiento de la sub-rasante	m <sup>2</sup>	56 980,00	Q 21,15	Q 1 205 127,00
<b>302</b>	Capa de Sub-base de 20 cm. de Espesor	m <sup>3</sup>	11 396,00	Q 126,92	Q 1 446 380,32
<b>304</b>	Capa de Base de 15 cm. de Espesor	m <sup>3</sup>	8 547,00	Q 241,30	Q 2 062 391,10
<b>402</b>	Riego de Imprimación	gal	13 860,00	Q 42,27	Q 585 862,20
<b>408</b>	Riego de Liga	gal	4 620,00	Q 35,38	Q 163 455,60
<b>407 (1)</b>	Concreto Asfáltico de 5 cm.	m <sup>3</sup>	2 849,00	Q 1 070,51	Q 3 049 882,99
	<b>SEÑALIZACION</b>				<b>Q 524 881,86</b>
<b>704,02</b>	Monumentos de Kilometraje. Suministro y Colocación	U	14,00	Q 1 145,00	Q 16 030,00
<b>706,08 (a)</b>	Pintura Termoplástica Línea Central	Km	7,00	Q 17 709,00	Q 123 963,00
<b>706,08 (b)</b>	Pintura Termoplástica Línea No Central	Km	14,00	Q 7 709,00	Q 247 926,00
<b>707,05</b>	Señales de Identificación del proyecto.	U	2,00	Q 4 304,28	Q 68 608,56
<b>707,05</b>	Señales de Tráfico de Metal. Suministro y Colocación	U	21,00	Q 1 638,30	Q 34 404,30
<b>S/N</b>	Dispositivos de Señalización Nocturna para Línea Central	U	700,00	Q 48,50	Q 33 950,00
				<b>COSTO TOTAL ESTIMADO</b>	<b>Q 20 009 952,07</b>

Fuente: elaboración propia.

#### 4.4. Resumen de presupuestos totales para pavimento a base de concreto hidráulico

La siguiente tabla muestra la integración de todos los renglones de trabajo y el presupuesto final de la carretera en la ruta departamental RDCHM-05 Acatenango La Soledad, 7 km, República de Guatemala. Con pavimento de concreto hidráulico.

Tabla LXIX. Presupuesto pavimento de concreto hidráulico

PRECIO /KM					Q 3 979 721,28
					Q 27 858 048,98
RENGLÓN	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL ESTIMADO
<b>TERRACERIA</b>					<b>Q 2 140 920,00</b>
105,05	Planos Finales	U	15,00	Q 1 752,00	Q 26 280,00
100,11	Trabajos por Administración	G	1,00	Q250 000,00	Q 250 000,00
202,02	Limpia, Chapeo y Destronque	HA	1.25	Q 15 000,00	Q 18 750,00
203,04 (b)	Excavación No Clasificada de Desperdicio	M3	22 500,00	Q 54,00	Q 1 215 000,00
203,04 (c)	Excavación No Clasificada para Préstamo	M3	3 500,00	Q 54,00	Q 189 000,00
203,03 (f)	Remoción y Prevención de Derrumbes	M3	3 500,00	Q 45,00	Q 157 500,00
203,05 (b)	Remoción de Material Inapropiado	M3	2 200,00	Q 65,00	Q 143 000,00
205,05	Excavación Estructural para Cimentación de Cajas y Cabezales para Alcantarillas	M3	75,00	Q 102,00	Q 7 650,00
205,06	Excavación Estructural para Alcantarillas	M3	160,00	Q 102,00	Q 16 320,00
205,07	Excavación Estructural para Subdrenajes.	M3	360,00	Q 102,00	Q 36 720,00
205,08	Excavación Estructural para Gaviones.	M3	350,00	Q 102,00	Q 35 700,00



Continuación de la tabla LXIX.

205.12	Relleno Estructural para alcantarillas.	M3	110,00	Q 125,00	Q	13 750,00
205.14	Relleno Estructural para Gaviones.	M3	250,00	Q 125,00	Q	31 250,00
	<b>DRENAJE MENOR</b>				<b>Q</b>	<b>92 625,00</b>
601,02 (30")	Alcantarillas de concreto de 30" de diametro	ML	75,00	Q 1 235,00	Q	92 625,00
	<b>REGLONES VARIOS</b>				<b>Q</b>	<b>8 738 426,00</b>
606,06	Cajas y Cabezales de Concreto para Alcantarillas	M3	65,00	Q 1 505,20	Q	97 838,00
607	Cunetas Revestidas de Concreto de 0,07 m.	M2	14 000,00	Q 140,00	Q	1 960 000,00
708,02	Bordillos de Concreto de 0,18 x 0,35 mts.	ML	250,00	Q 132,40	Q	33 100,00
605,05	Geocompuesto para sub-drenaje.	ML	14 000,00	Q 453,80	Q	6 353 200,00
253,01	Gaviones.	M3	280,00	Q 1 001,60	Q	280 448,00
253,03 (f)	Geotextil para Gaviones.	M2	400,00	Q 34,60	Q	13 840,00
	<b>PAVIMENTO</b>				<b>Q</b>	<b>16 361 196,12</b>
1	Estabilización	M2	56 980,00	Q 25,63	Q	1 460 397,40
304	Capa de Base de 15 cms. de Espesor	M3	8 547,00	Q 250,00	Q	2 136 750,00
2	Mezcla de concreto	M3	8 547,00	Q 960,57	Q	8 209 991,79
3	Colocacion	M3	8 547,00	Q 200,29	Q	1 711 878,63
4	Texturizado	M2	56 980,00	Q 10,28	Q	585 754,40
5	Curado	M2	56 980,00	Q 36,52	Q	2 080 909,60
6	Corte	ml	10 270,00	Q 17,09	Q	175 514,30
	<b>SEÑALIZACION</b>				<b>Q</b>	<b>524 881,86</b>
704,02	Monumentos de Kilometraje. Suministro y Colocación	U	14,00	Q 1 145,00	Q	16 030,00
706,08 (a)	Pintura Termoplástica Línea Central	KM	7,00	Q 17 709,00	Q	123 963,00
706,08 (b)	Pintura Termoplástica Línea No Central	KM	14,00	Q 17 709,00	Q	247 926,00
707,05	Señales de Identificación del proyecto.	U	2,00	Q 34 304,28	Q	68 608,56

Continuación de la tabla LXIX.

707,05	Señales de Tráfico de Metal. Suministro y Colocación	U	21,00	Q 1 638,30	Q 34 404,30
S/N	Dispositivos de Señalización Nocturna para Línea Central	U	700,00	Q 48,50	Q 33 950,00
				<b>COSTO TOTAL ESTIMADO</b>	<b>Q 27 858 048,98</b>

Fuente: elaboración propia.

#### 4.5. Comparación

A continuación se muestra la tabla LXX con el resumen, del precio total de la carretera y precio por kilómetro, de los dos presupuestos a comprar y la tabla LXXI muestra la comparación por porcentajes para la ruta departamental RDCHM-05 Acatenango La Soledad, 7 km, República de Guatemala.

Tabla LXX. **Resumen de presupuestos**

	CONCRETO HIDRÁULICO (CH)	ASFALTO (A)
PRECIO /KM	Q 3 979 721,28	Q 2 858 564,58
PRECIO TOTAL	Q 27 858 048,98	Q 20 009 952,07
DIFERENCIA TOTAL	Q	7 848 096,91

Fuente: elaboración propia.

El presupuesto para la construcción del tramo de carretera con concreto hidráulico es significativamente mayor al presupuesto utilizando pavimento asfáltico, este incremento ocurre en la construcción de la carpeta de rodadura

ya que la cantidad de concreto hidráulico a utilizar, es mayor que el asfalto necesario para la misma, además de la mano de obra que esto implica como el mezclado, colocación, texturizado y curado del concreto, aumenta el costo del renglón, el costo por renglones de terracería, drenaje menor, renglones varios y señalización, son los mismos para la carretera, independientemente el tipo de pavimento a utilizar, por eso mismo no son influyentes en el estudio. El mantenimiento para un proyecto pavimentado con concreto hidráulico es menor al de un proyecto pavimentado con asfalto, por la naturaleza de los materiales empleados.

Tabla LXXI. **Comparación por porcentajes**

	DIFERENCIA		BASE	INDICADOR	
	CONCRETO HIDRAULICO (CH)	ASFALTO (A)	(CH-A)/CH	1-(CH-A)/CH	CH/A
<b>PRECIO /KM</b>	Q 3 979 721,28	Q 2 858 564,58	28,17%	71,83%	1,39
<b>PRECIO TOTAL</b>	Q 27 858 048,98	Q 20 009 952,07			
<b>DIFERENCIA TOTAL</b>	Q 7 848 096,91		DIFERENCIA*CH	BASE*CH	INDICADOR*A
			Q 1 121 156,70	Q2 858 564.58	Q 3 979 721.28
		TOTAL	Q	3 979 721.28	

Fuente: elaboración propia.

La tabla LXXI muestra la diferencia entre el precio por kilómetro de concreto hidráulico y pavimento asfáltico, la cual es de un millón ciento veintún mil ciento cincuenta y seis con setenta centavos (Q 1 121 156,70).

Entonces el 71,83 % que es la base, multiplicado por el precio del concreto hidráulico da como resultado el precio del pavimento de asfalto.

El indicador para comparar los presupuestos es de 1,39, lo que indica un aumento del 39 % en el presupuesto con pavimento a base de concreto hidráulico a comparación con el presupuesto pavimentado con mezcla asfáltica.

La diferencia total por los 7 kilómetros de carretera son: siete millones ochocientos cuarenta y ocho mil noventa y seis con noventa y un centavos (Q 7 848 096,91).

#### **4.6. Resumen de presupuestos totales para pavimento a base de concreto hidráulico**

La siguiente tabla muestra la integración de todos los renglones de trabajo y el presupuesto final de la carretera en la ruta departamental RDCHM-05 Acatenango La Soledad, 7 km, República de Guatemala. Con pavimento de concreto hidráulico.

Tabla LXXII. Presupuesto pavimento de concreto hidráulico

PRECIO /KM					Q 3 979 721.28
REGLÓN	DESCRIPCIÓN	UNID AD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL ESTIMADO
	<b>TERRACERIA</b>				<b>Q 2 140 920,00</b>
105,05	Planos Finales	U	15,00	Q 1 752,00	Q 26 280,00
100.11	Trabajos por Administración	G	1,00	Q250 000,00	Q 250 000,00
202,02	Limpia, Chapeo y Destronque	HA	1.25	Q 15 000,00	Q 18 750,00
203,04 (b)	Excavación No Clasificada de Desperdicio	M3	22 500,00	Q 54,00	Q 1 215 000,00
203,04 (c)	Excavación No Clasificada para Préstamo	M3	3 500,00	Q 54,00	Q 189 000,00
203,03 (f)	Remoción y Prevención de Derrumbes	M3	3 500,00	Q 45,00	Q 157 500,00
203,05 (b)	Remoción de Material Inapropiado	M3	2 200,00	Q 65,00	Q 143 000,00
205,05	Excavación Estructural para Cimentación de Cajas y Cabezales para Alcantarillas	M3	75,00	Q 102,00	Q 7 650,00
205,06	Excavación Estructural para Alcantarillas	M3	160,00	Q 102,00	Q 16 320,00
205,07	Excavación Estructural para Subdrenajes.	M3	360,00	Q 102,00	Q 36 720,00
205,08	Excavación Estructural para Gaviones.	M3	350,00	Q 102,00	Q 35 700,00
205.12	Relleno Estructural para alcantarillas.	M3	110,00	Q 125,00	Q 13 750,00
205.14	Relleno Estructural para Gaviones.	M3	250,00	Q 125,00	Q 31 250,00
	<b>DRENAJE MENOR</b>				<b>Q 92 625,00</b>
601,02 (30")	Alcantarillas de concreto de 30" de diámetro	ML	75,00	Q 1 235,00	Q 92 625,00
	<b>REGLONES VARIOS</b>				<b>Q 8 738 426,00</b>
606,06	Cajas y Cabezales de Concreto para Alcantarillas	M3	65,00	Q 1 505.20	Q 97 838,00
607	Cunetas Revestidas de Concreto de 0,07 m.	M2	14 000,00	Q 140,00	Q 1 960 000,00

Continuación de la tabla LXXII.

708,02	Bordillos de Concreto de 0,18 x 0,35 mt	ML	250,00	Q 132,40	Q 33 100,00
605,05	Geocompuesto para sub-drenaje.	ML	14 000,00	Q 453,80	Q 6 353 200,00
253,01	Gaviones.	M3	280,00	Q 1 001,60	Q 280 448,00
253,03 (f)	Geotextil para Gaviones.	M2	400,00	Q 34,60	Q 13 840,00
	<b>PAVIMENTO</b>				<b>Q 16 361 196,12</b>
1	Estabilización	M2	56 980,00	Q 25,63	Q 1 460 397,40

Fuente: elaboración propia.



## CONCLUSIONES

1. Se realizaron dos presupuestos, utilizando como carpeta de rodadura concreto hidráulico y asfalto, para determinar que opción era la más viable, como resultado se obtuvo que el costo de la construcción de la carpeta de rodadura es menor utilizando asfalto, esto aplica solo como un análisis al costo inicial del proyecto sin tomar en cuenta el mantenimiento necesario para que esta cumpla su función en el tiempo para el que fue diseñado.
2. Al analizar los presupuestos para localizar los factores que provocan el aumento en el costo de construcción de la carretera utilizando concreto hidráulico, se concluyó, como se tenía esperado, que la diferencia está en el renglón de pavimento, y en la selección de la carpeta de rodadura, ya que el mezclado, colocación, texturizado y curado del concreto hidráulico son los principales aspectos que aumentan el valor del pavimento de concreto.
3. Se concluyó que debido a los recursos disponibles para la construcción de este tipo de proyectos en las municipalidades de Guatemala, se tiende a optar por la opción que represente el menor costo inicial o de ejecución, por lo que, como el análisis lo indica, desde el punto de vista económico, el presupuesto más conveniente para desarrollar el tramo de carretera para la ruta departamental RDCHM-05 Acatenango La Soledad, 7 km, República de Guatemala es el presupuesto de concreto a base de pavimento asfáltico.



4. Se determinó que, independientemente de la opción seleccionada para la pavimentación de la ruta departamental RDCHM-05 Acatenango La Soledad, la realización de este trabajo traerá varios beneficios a las comunidades aledañas, promoviendo el desarrollo económico, permitiendo una fácil y mejor movilización, tanto de recursos como de personas, mejorando así su calidad de vida y potencializando su desarrollo.

## RECOMENDACIONES

1. Para poder realizar un análisis completo sobre la factibilidad del proyecto, evaluando las dos opciones ya mencionadas, además del costo inicial de ejecución, se debe considerar también los costos por mantenimiento a lo largo de su vida útil, ya que, según consultas realizadas a profesionales expertos en el tema, a pesar de que el costo de ejecución utilizando pavimento a base de concreto hidráulico es mayor, el mantenimiento que requiere es menor.
2. La selección del tipo de pavimento a utilizar, a pesar de realizar un análisis comparativo que determine la opción es más viable, siempre dependerá de los recursos con los que se dispongan, en un país como Guatemala donde los recursos son limitados debido a las necesidades de la población, la decisión dependerá de las autoridades correspondientes.
3. Es necesario que las unidades ejecutoras verifiquen el cumplimiento de los requerimientos de código, tanto para materiales como procesos de ejecución, para que la estructura del pavimento cumpla su función.
4. Realizar inspecciones periódicas a las estructuras con profesionales calificados para fomentar y fortalecer las capacidades de las municipalidades y el Gobierno en cuanto a la conservación de carreteras.

5. El pavimento de concreto hidráulico es el más aconsejable para este tipo de proyectos ya que el mantenimiento requerido es menor por lo que el ahorro por conceptos de mantenimiento permanente y correctivo es significativo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. CEMEX Concretos. *Manual de diseño y construcción de pavimentos de concreto*. México, 2010. 139 p.
2. CORONADO ITURBIDE, Jorge. *Manual Centroamericano para diseño de pavimentos*. Secretaría de integración económica centroamericana. 2002. 289 p.
3. MERRITT, Frederick S. *Manual del ingeniero civil*. 1994. 600 p.  
MONCAYO V., Jesús. *Manual de pavimentos*. México: CECSA. 1985.172 p.
4. MONTEJO FONSECA, Alfonzo. *Ingeniería de pavimentos, fundamentos, estudios básicos y diseño*. Universidad Católica de Colombia. 378 p.
5. OLIVERA BUSTAMANTE, Fernando. *Estructuración de vías terrestres*. México, 1996. 413 p.
6. *Variables para el diseño: pavimentos flexibles* [en línea], <http://notasdepavimentos.blogspot.com/2011/04/criterios-de-comportamiento-diseno-de.html>. [Consulta: marzo de 2014.]
7. VIVAR ROMERO, German. *Diseño y construcción de pavimentos*. 1995. 248 p.

