

**UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.**

INCORPORACIÓN NO. 8727 – 15

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**PROPUESTA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL CAMINO DE  
EL DURAZNO – A CUTZATO, EN EL MUNICIPIO  
DE URUAPAN, MICH.**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

**ENRIQUE GONZÁLEZ CANO**

ASESOR:

ING. GUILLERMO NAVARRETE CALDERON

URUAPAN, MICHOACÁN, 2008.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **DEDICATORIAS**

### **A MI MAMA**

Maria Dolores Cano García, por los mejores recuerdos de mi infancia y juventud te dedico este trabajo; por todo lo que me enseñaste y me diste en vida, siempre te estaré agradecido y llevare tu ejemplo. Muchas gracias MAMA siempre estarás conmigo.

### **A MI ESPOSA**

Micaela por el apoyo incondicional y comprensión para poder terminar esta etapa de mi vida, su apoyo y su compañía son parte importante de mis logros; gracias por darme la dicha de ser padre. Te amo Mica.

### **A MIS HIJOS**

Mayra Elizabeth y Enrique quienes son mi fuerza y lucha de superación; gracias a ustedes por llenarme de alegría y espero que este trabajo les sirva de ejemplo para la superación de su vida.

### **A MI FAMILIA**

Mi papá Guillermo González Dueñas, mis hermanos Lourdes, Miguel Ángel, Guillermo, Alejandro, Juan Carlos y José Antonio; agradezco su apoyo porque siempre han estado conmigo.

### **A MIS MAESTROS Y AMIGOS**

Que me transmitieron sus enseñanzas y sus experiencias de su profesión.

# ÍNDICE

## **Introducción**

Antecedentes. . . . .	1
Planteamiento del problema. . . . .	5
Objetivos. . . . .	5
Pregunta de investigación. . . . .	6
Justificación. . . . .	6
Delimitación. . . . .	7
Marco de referencia. . . . .	9

## **Capítulo 1.- Vías terrestres.**

1.1. Antecedentes. . . . .	10
1.2. Inventario de caminos. . . . .	11
1.3. Elementos básicos de la ingeniería para la elaboración del proyecto. . . . .	13
1.3.1. El problema del Tránsito. . . . .	13
1.3.2. Elementos de Tránsito. . . . .	14
1.3.2.1. El Usuario . . . . .	14
1.3.2.2. El Vehículo . . . . .	15
1.3.2.3. El Camino. . . . .	18
1.3.2.3.1. Clasificación de las carreteras. . . . .	18
1.4. Velocidad. . . . .	21
1.4.1. Velocidad de punto . . . . .	21
1.4.2. Velocidad de marcha. . . . .	22
1.4.3 Velocidad de operación. . . . .	23
1.4.4. Velocidad de proyecto . . . . .	23

1.5. Estudios de ingeniería de tránsito. . . . .	24
1.5.1. Volúmenes de tránsito absolutos o totales . . . . .	25
1.5.2 Volúmenes de tránsito promedios diarios. . . . .	26
1.5.3 Volúmenes de tránsito horario . . . . .	26
1.5.4 Métodos de Aforo. . . . .	27
1.5.4.1. Métodos manual. . . . .	27
1.5.4.2. Métodos del automóvil en movimiento . . . . .	27
1.5.4.3. Métodos de utilización de dispositivos mecánicos. . . . .	27
1.5.5 Densidad de tránsito. . . . .	28
1.6. Derecho de vía. . . . .	28
1.6.1. Adquisición del derecho de vía. . . . .	29
1.6.2. Procedimientos para adquirir la propiedad. . . . .	29
1.7. Capacidad y nivel de servicio. . . . .	29
1.7.1. Volumen de servicio. . . . .	30
1.7.2. La capacidad y sus objetivos. . . . .	30
1.7.3. La operación del tránsito en la capacidad. . . . .	30
1.7.4. Factores que afectan la capacidad y el volumen de servicio. . . . .	31
1.7.4.1. Factores relativos al camino. . . . .	31
1.7.4.2. Factores relativos al tránsito. . . . .	31
1.8. Distancia de visibilidad. . . . .	31
1.8.1. Distancia de visibilidad de parada. . . . .	32
1.8.2. Distancia de visibilidad de rebase. . . . .	32
1.8.3. Distancia de visibilidad en curvas horizontales . . . . .	33
1.8.4. Distancia de visibilidad en curvas verticales. . . . .	34
1.9. Mecánica de suelos en ingeniería de pavimentos. . . . .	35

1.9.1. Introducción a la mecánica de los suelos.	36
1.9.1.1. Propiedades de los suelos.	36
1.9.1.2. Tipos de suelos.	36
1.9.2. Propiedades físicas de los suelos.	36
1.9.2.1. Estructura de los suelos.	36
1.9.2.2. Estructura de los suelos finos.	37
1.9.2.3. Propiedades volumétricas y gravimétricas.	37
1.9.2.4. Pesos específicos o volumétricos.	38
1.9.3. Granulometría.	38
1.9.4. Clasificación de los suelos.	40

## **Capítulo 2.- Propiedades físicas de los caminos.**

2.1. Alineamiento vertical.	42
2.1.1. Tangentes.	42
2.1.2. Curvas verticales.	43
2.2. Alineamiento horizontal.	45
2.2.1. Curvas de transición.	45
2.2.2. Curvas circulares.	45
2.2.3. Tangentes.	47
2.3. Sección transversal.	48
2.3.1. Sub-corona.	49
2.3.2. Corona.	50
2.3.3. Cunetas y contracunetas.	52
2.3.3.1. Cunetas.	52
2.3.3.2. Contracunetas.	53

2.3.4. Taludes.	54
2.3.5. Partes complementarias.	54
2.3.5.1. Guarniciones y bordillos.	54
2.3.5.2. Banqueta.	56
2.3.5.3. Fajas separadoras y camellones.	57
2.4. Terracerías.	57
2.4.1. Cuerpo de Terraplén.	57
2.4.2. Cuerpo de pavimento.	59
2.4.2.1. Sub-base hidráulica.	60
2.4.2.2. Base hidráulica.	64
2.4.2.3. Carpetas asfálticas.	67
2.4.2.3.1. Carpetas asfálticas por el sistema de riegos.	68
2.4.2.3.2. Carpetas asfálticas de mezcla en el lugar.	73
2.4.2.3.3. Carpetas asfálticas de mezcla en caliente.	74
2.5. Materiales asfálticos.	76
2.5.1. Cementos asfálticos.	77
2.5.2. Emulsiones asfálticas.	78
2.5.3. Asfalto rebajado.	80
2.5.4. Requisitos de calidad para los materiales asfálticos.	80
2.6. La compactación de los suelos en obras de caminos.	83
2.6.1. La compactación como técnica de trabajo de campo.	84
2.6.2. Factores que influyen en la compactación de los suelos.	85
2.6.3. Métodos de compactación en campo.	87
2.6.3.1. Compactación por amasado.	87
2.6.3.2. Compactación por presión.	88

2.6.3.3. Compactación por impacto.	89
2.6.3.4. Compactación por vibración.	89
2.7. Control de calidad.	90

### **Capítulo 3.- Resumen Ejecutivo de Macro y Micro localización.**

3.1. Generalidades del proyecto.	93
3.1.1. Objetivo.	93
3.1.2. Alcance del proyecto.	94
3.2. Resumen ejecutivo.	94
3.3. Entorno geográfico.	96
3.3.1. Macro localización.	97
3.3.2. Micro localización.	98
3.3.3. Topografía regional.	99
3.3.4. Geología regional.	99
3.3.5. Hidrología regional.	100
3.3.6. Uso de suelo regional.	101
3.4. Informe fotográfico.	102
3.4.1. Tipo de terreno y sus alrededores.	103
3.4.2. Problemática de drenaje superficial.	103
3.4.3. Estado actual del camino.	104
3.4.4. Vehículos que circulan por la vía.	105
3.4.5. Obstáculos principales.	106
3.5. Estudios de tránsito.	107
3.5.1. Clase y nomenclatura de vehículos que transitan.	107
3.5.2. Aforo de vehículos.	110



3.6. Alternativa de solución.	111
3.6.1 Alternativa a usar.	111

#### **Capítulo 4.- Metodología.**

4.1. Procedimiento empleado.	113
4.1.1. Método científico.	113
4.1.1.1 Método matemático.	114
4.2. Enfoque de la investigación.	114
4.2.1. Alcance.	115
4.3. Diseño de la investigación.	116
4.4. Instrumentos de compilación de datos.	117
4.4.1. Observación.	118
4.4.2. Programas de computación.	119
4.4.3. Investigación documental.	119
4.4.4. Investigación de campo.	120
4.5. Proceso de investigación.	120

#### **Capítulo 5.- Análisis e interpretación de resultados.**

5.1. Procedimiento constructivo de la sub-base.	122
5.2. Procedimiento constructivo de la base hidráulica.	123
5.3. Riego de impregnación.	125
5.4. Riego de liga.	128
5.5. Construcción de la carpeta asfáltica.	129
5.6. Riego de sello.	132

5.7. Construcción de cunetas.	132
5.8. Señalamiento horizontal.	134
5.9. Generación de volúmenes de obra.	135
5.10. Presupuesto y Programación de obra.	139
<b>Conclusión.</b>	<b>144</b>
<b>Bibliografía.</b>	<b>147</b>
<b>Anexos.</b>	

## **RESUMEN**

Esta tesis presenta la propuesta del proceso constructivo del camino de El Durazno – a Cutzato, del Municipio de Uruapan, Mich., en donde además se elaboro la propuesta económica y la programación de la ejecución de los trabajos del proceso constructivo.

En el capítulo 1 se describe lo referente a lo que son las vías terrestres; en el capítulo 2 se trata lo referente a las descripción de las partes mas importantes físicas de los caminos; en el capítulo 3 se abordo las generalidades del proyecto como su informe topográfico, entorno geográfico, aforo vehicular; en el capítulo 4 se abordo la metodología utilizada en la elaboración del presente trabajo de investigación el cual fue el matemático cuantitativo; en el capítulo 5 se marca la propuesta para el proceso de construcción del camino, además de proponer un presupuesto de costo de la obra y su calendario de ejecución de los trabajos; por ultimo se tiene las conclusiones en donde se marca que se cumplió con la pregunta de investigación y de sus objetivos.

Por ultimo se tiene que la presente trabajo de investigación ayudara y beneficiara a funcionarios de gobierno, autoridades civiles de localidades anexas al tramo del camino, habitantes y productores de las principales localidades de los alrededores.

# INTRODUCCIÓN

## **Antecedentes.**

Durante la evolución del hombre se ha visto la necesidad de poder construir vías de comunicación, ya que desde sus tiempos remotos el hombre se ha enfrentado con el problema de vencer las distancias entre varias civilizaciones y para poder resolver este problema empezó a utilizar sus propios medios con el fin de construir sus propias vías terrestres para poder alcanzar un buen nivel de desarrollo de sus civilizaciones.

En el periodo de los Incas se tenía un rudimentario pero eficiente sistema de caminos, interconectados a lo largo y ancho de su civilización, por el cual trasladaban distintos tipos de mercancías; ya sea a pie o a lomo de animales y así lograban que sus mercancías lograran llegar a su destino.

Se ha visto que para que una localidad pueda alcanzar un buen desarrollo se ve en la necesidad de poder construir caminos de acceso en buenas condiciones, ya que esto ayuda a que se pueda tener un buen desarrollo en lo comercial, agrícola, transporte y educación; por lo que dentro del contexto del diseño de pavimentos se establecen características de los materiales para las distintas capas de las terracerías y de la capa del pavimento asfáltico de tal forma que mantenga un índice de servicio aceptable durante la vida de servicio estimada.

El camino que se estudia en esta tesis está en el municipio de Uruapan, Michoacán, el cual actualmente se encuentra en terracería y en malas condiciones. Este camino conecta a las localidades de Cutzato con el Durazno; por lo que se ve en la necesidad de mejorar este camino, ya que en esta región

existen varias huertas de aguacate de exportación, además de brindar un desarrollo para la zona sur del municipio.

Actualmente en la Universidad Don Vasco existen 5 tesis en referencia al procedimiento constructivo de las vías terrestres, las cuales se describen a continuación:

- Jorge Alberto López Villanueva; realizó una investigación con el título de Análisis comparativo de la pavimentación del camino Jucutacato – Cutzato tramo del km. 0+000 al km. 3+500, localidad de Jucutacato municipio de Uruapan en el estado de Michoacán; realizada en el año del 2008; y presenta como su objetivo general el de realizar un buen procedimiento de construcción para un mejor desarrollo en la elaboración y construcción del pavimento en el camino; en donde obtuvo como resultado que la reconstrucción del camino se llevó a cabo con un buen control de calidad y un buen análisis de presupuesto, cumpliendo así con los requisitos solicitados.
- Armando Chapa Villagómez; elaboró una tesis con el título de Análisis del proceso de construcción para el pavimento del tramo, Zicuirán – Churumuco del km. 42+300 a k. 46+300, en el estado de Michoacán; con fecha del 2008; teniendo como objetivo general realizar un buen procedimiento de construcción para mejorar el desarrollo de la elaboración y construcción del pavimento en el camino cuatro caminos - Churumuco del tramo: Zicuirán – Churumuco; donde llego a la conclusión de que el procedimiento de construcción del pavimento se realizó de acuerdo a la normativa de la SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes).

- Luís Manuel Ramos Avila; realizó su investigación con el título Proceso de construcción y revisión del programa de ejecución de obra de rampa de emergencia ubicada en el km. 84+380 del tramo: Pátzcuaro – Uruapan; proponiendo como su objetivo general determinar el diseño constructivo de la construcción de la rampa de emergencia ubicada en el km. 84+380 del tramo: Pátzcuaro – Uruapan; llegando a la conclusión de que la rampa de emergencia sí se construyó de acuerdo a la normativa de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, cumpliendo con todos los requisitos solicitados por la dependencia.
- Hugo Alejandro Magaña Madrigal; elaboró su investigación con el título de revisión del programa de ejecución de la obra del proceso constructivo del entronque “Caracha” km. 92+739 del camino Pátzcuaro – Uruapan; con fecha del 2008; donde se propuso como objetivo general determinar la importancia de un programa de obra en un proceso constructivo; llegó a obtener como resultado que el de no determinar un buen programa de obra real y pueda involucrar imprevistos esto ocasiona no poder cumplir con el programa de obra.
- Ricardo Estrada Hurtado; elaboró su tesis con el título de Proceso constructivo de la estructura del pavimento del camino que conduce de los Fresnos a Uringuitiro en el municipio de Tancítaro, Mich.; de fecha del 2008; marcando como su objetivo general proponer el proceso constructivo de la estructura del pavimento del camino que conduce de los Frenos a Uringuitiro; llegando a la conclusión de qué tan importante es conocer el proceso constructivo de cualquier obra en base a sus características y

requerimientos básicos, ya que de lo contrario surgen problemas importantes al momento de construir.

## **Planteamiento del Problema.**

Considerando que el municipio de Uruapan está dentro de los principales municipios de mayor producción de aguacate y con una extensión grande de huertas certificadas para exportación; se ve en la necesidad de reconstruir los caminos de acceso a sus principales localidades donde se tiene la mayor parte de extensión para la producción de este fruto.

Actualmente el gran deterioro del camino y del problema de la escasez del mantenimiento ocasionó que el camino en este tramo esté en malas condiciones, provocando que la localidad de Cutzato carezca del los principales servicios como el urbano; esto ocasiona que los jóvenes que terminan la secundaria ya no puedan continuar sus estudio.

Por lo que los gobiernos Estatal y Municipal se ven en la necesidad de solucionar este problema; considerando los diferentes programas gubernamentales para poder realizar dichos trabajos, marcando la necesidad de poder realizar un buen proyecto enfocado al diseño del pavimento, programar un buen procedimiento constructivo en base a las normas vigentes y de conocer el costo total de la obra a realizar.

## **Objetivo**

### **Objetivo General.**

Elaborar una propuesta del proceso constructivo del camino de El Durazno – Cutzato del municipio de Uruapan, Michoacán.

### **Objetivos particulares.**

- 1.- Definir qué es una de vía terrestres.
- 2.- Determinar las características de los pavimentos.



3.- Definir qué es un procedimiento constructivo.

### **Pregunta de Investigación.**

En el presente trabajo de investigación se diseñará el proceso constructivo, se establecerá un programa de obra real y se analizarán los costos para la ejecución de la obra, además se responderá algunas las siguientes preguntas secundarias:

¿Cómo es la topografía del lugar?

¿Cuál es su clima?

¿En dónde está ubicado el tramo en estudio?

¿Qué tipo de camino es?

¿Cuáles son los diferentes tipos de las vías terrestres?

¿Cuál es el proceso constructivo del pavimento asfáltico?

¿Cómo es un programa de obra?

¿Cuál es el costo de la obra?

### **Justificación.**

Para brindar un desarrollo a una localidad es necesario que cuente con un buen camino de acceso, ya que esto ayudará a que los residentes puedan contar con los principales servicios, como son el del transporte, comercio, salud educación, seguridad, entre otros.

Además, considerando que actualmente en la localidad de Cutzato sólo cuenta con escuela de preescolar, primaria y tele secundaria; la presente tesis de investigación ayudaría a que se tenga una propuesta para la reconstrucción del

camino, por lo que los alumnos que salgan de la tele secundaria puedan trasladarse a la ciudad de Uruapan para poder continuar con sus estudios.

También se lograría beneficiar indirectamente las localidades cercanas como Chimilpa, San Martín Buenos Aires, Betania, Caratacua, Las Yeguas; que utilizan esta vía de comunicación.

Las autoridades del lugar y municipales podrán contar con una investigación del tramo en estudio con el fin de que puedan conocer las características del pavimento y del costo del mismo, para que se pueda plantear dentro de su programa operativo anual y buscar otras fuentes de recursos para lograr ejecutar los trabajos marcados en la presente tesis.

De igual forma, además de poder resolver el problema de la propuesta del proceso constructivo del camino de la localidad de el Durazno a Cutzato, conocer el costo de la obra, la programación; este trabajo de tesis permitirá que la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Don Vasco pueda contar con material de apoyo para posibles consultas enfocadas al tema.

### **Delimitación.**

Debido a que este tramo carretero es una parte del camino de Jucutacato – Cutzato, y que estas localidades pertenecen al municipio de Uruapan, actualmente debido a la escasez de recursos para este tipo de obras se a tratado de hacer pos etapas; por lo que la presente tesis estará enfocada al tramo del este camino el cual comprende desde las localidades de el Durazno – Cutzato.

Solamente se diseñará el proceso constructivo, se realizará la propuesta económica, el programa de obra; del tramo anteriormente descrito.

Se apoyará en las normas y especificaciones vigentes de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), ya que son los lineamientos oficiales para la realización de los conceptos de obra y lograr un buen control de calidad.

Sólo se estudiarán los conceptos referentes al trazo y nivelación, cortes, terraplenes, acarreos de material, capa de sub-base, capa de base hidráulica, riego de impregnación, riego de liga, carpeta asfáltica; en lo referente al proceso constructivo, se analizará la propuesta económica utilizando la herramienta del programa de precios unitarios el Neodata.

## **Marco de Referencia.**

El tramo en estudio está ubicado al sur del municipio de Uruapan, en el cual la principal localidad es la de Cutzato, la cual está localizada con las siguientes coordenadas 19° 21' 42" de latitud norte y 102° 07' 40" de latitud oeste; a una altura de 1700 m.s.n.m., colinda al norte con el municipio de San Juan Nuevo Parangaricutiro.

Para llegar a esta localidad partiendo de la ciudad de Uruapan, en la carretera que va a San Juan Nuevo Parangaricutiro, entrando por el entronque a la localidad de Jucutacato esta a 6 km. De camino en pavimentado y de terraserías.

La localidad no cuenta con los servicios de drenaje, el 95 % de sus calles no están pavimentadas, actualmente el servicio urbano solo lo tienen 2 veces al día, tienen problemas con el suministro de agua potable, en referente al alumbrado público solo les funciona el 50 % de las lámparas existentes, cuentan con pequeñas tiendas de abarrotes, una tortilladora, también tienen su propio panteón.

En la localidad, según registro del actual encargado del orden existe 125 viviendas, el cual tienen un censo de 956 habitantes.

El clima es templado casi caliente, debido a la gran deforestación que están ocasionando el establecimiento de grandes huertas de aguacate, el cual es la única actividad a la cual se dedica la mayoría de los habitantes los cuales trabajan en el corte de este fruto en las huertas cercanas a la localidad.

El principal tránsito de vehículos es el de camionetas doble rodado, carros chicos y en un menor porcentaje es el tránsito de camiones tipo torton, los cuales son utilizados para sacar el fruto de las huertas.

# CAPÍTULO 1

## VÍAS TERRESTRES

En el presente capítulo se tratará lo referente a los antecedentes históricos, clasificación de los caminos, definición de las carreteras, inventario de caminos, elementos en la ingeniería para la elaboración de proyecto, velocidad, volumen de tránsito, densidad de tránsito, derecho de vía, capacidad y nivel de servicio, distancia de visibilidad; de los caminos y mecánica de suelos. Enfocado a la integración de los conocimientos básicos para la planeación, características geométricas de proyecto y el trazo para la construcción de las carreteras.

### 1.1. Antecedentes.

Se sabe que existen vestigios dejados en algunos valles de ríos; principalmente en el río Nilo, el Eufrates y el Ganges, en donde se supone que hace 10,000 años el hombre dejó de ser nómada y conoció la agricultura, empezando con ello las primeras civilizaciones.

De acuerdo con Alfonso Mier (1987) el Imperio Romano fue el pionero de la construcción de los caminos, ya que lograron el crecimiento de su Imperio a la perfecta red de caminos que tuvieron, gracias a sus ingenieros. Dentro de la historia de los caminos en México los españoles al llegar al Territorio Nacional vieron que se desconocía el uso de la rueda para usarse en equipo de transporte y no disponían de animales de tiro y carga, sin embargo, observaron que sí se contaba con caminos, veredas, senderos y calzadas de piedra.

Las vías terrestres desde la antigüedad ha sido uno de los primeros signos de la civilización avanzada, por lo que las primeras ciudades al aumentar de tamaño y de densidad de población, la comunicación entre estas regiones se

tornó necesaria para hacer llegar suministros alimenticios o transportarlos a otras ciudades, también esto logrará que la región se tenga un gran crecimiento en cuestión de los principales servicios de salud, educación, comercio de sus productos agrícolas y de servicio de transporte.

De acuerdo con Fernando Olivera (2006), en México a partir de la mitad del siglo XIX empezó la construcción de las vías férreas; la actividad ferroviaria tubo su mayor auge durante el gobierno de Porfirio Díaz. Al inicio de este siglo llegó el automóvil al país, que utilizaron los caminos existentes; a partir de 1925 empezó la construcción de las principales vías con técnicas avanzadas, los principales caminos de esta época iban de México a Veracruz, a Guadalajara, estos fueron proyectados y construidos por firmas de Estados Unidos pero desde 1940 los ingenieros mexicanos se han encargado de la construcción de estos; ya que desde el año 1925 se creó la Comisión Nacional de Caminos durante el mandato del Presidente de la República, General Plutarco Elías Calles se inició la construcción de nuevos caminos, mejoramiento y conservación de los existentes.

A partir del año 1982 la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT) atiende los asuntos relacionados con los caminos, en donde de dicha dependencia se desprenden las principales normas, especificaciones marcadas para el diseño y proyecto de construcción en las redes de carreteras dentro de la República Mexicana.

## **1.2. Inventario de Caminos.**

La finalidad de realizar un inventario de camino es de conocer en qué condiciones se encuentra, que infraestructura tiene, las características actuales, capacidad de tránsito, propiedades geométricas, kilometraje del tramo analizado;

para esto existen varios procedimientos para obtener los datos necesarios. Se tiene que para conocer el inventario de un camino se puede seguir desde el más general al más sencillo, ya que el método más conocido, rapidez, precisión y económico es método Odógrafo-Giroscópico-Barométrico.

De acuerdo con Alfonso Mier (1987); es un levantamiento de la planta del camino, complementado con el perfil por medio del sistema barométrico anexando el levantamiento del camino más importante. Los datos necesarios son:

- Planta del camino
- Perfil
- Configuración del camino por donde cruza
- Características de Superficie de rodamiento
- Sección Transversal del camino
- Alineamiento Horizontal
- Alineamiento Vertical
- Visibilidad
- Señalamiento
- Obras de Drenaje
- Cruces
- Entronque con otras Vías de Comunicación
- Usos de la Tierra
- Características de los Poblados por donde Pasa

Algunos de los fines de aplicación de la realización del inventario de los Caminos es la obtención de la capacidad de la red que integran los caminos; con el fin de contar con los principales datos antes descritos, para ser aplicados de

inmediato para calcular la capacidad de los diferentes tramos en estudio. También estos resultados ayudarán a señalar las obras necesarias y su prioridad para la reconstrucción, conservación y construcción.

### **1.3. Elementos básicos de la Ingeniería para la elaboración del Proyecto.**

También de acuerdo con Alfonso Mier (1987), un factor de la ingeniería de proyecto es el tránsito, ya que éste estudia el movimiento de las personas y de los vehículos en las calles y los caminos; para que logren ser libres, rápidos y seguros.

De acuerdo con Fernando Olivera (2006), las características de un camino que se habrá de construir es vital para el proyecto, como también su sección transversal, la cual se convierte en el principal elemento que se debe de tomar en cuenta.

#### **1.3.1. El problema del tránsito.**

De acuerdo con Alfonso Mier (1987), los principales factores en el problema del tránsito son:

- La existencia de diferentes tipos de vehículos en el mismo camino.
- Vías de comunicación inadecuadas.
- Falta de planificación del tránsito.
- Falta de educación vial.
- Ausencia de Leyes y de Reglamento de tránsito.

Estos factores provocan la pérdida de tiempo y de vidas humanas. Por lo que es necesario resolver estos problemas a la brevedad posible; para lo cual existen tres tipos de solución:



Solución integral. Consiste en proyectar un nuevo camino que pueda brindar seguridad para el tránsito de los vehículos.

Solución parcial de alto costo. Se busca la construcción y equipamiento de la infraestructura moderna para el buen funcionamiento del camino.

Solución parcial de bajo costo. Este se basa en aprovechar al máximo las obras y el equipo existente, buscando una regularización del tránsito en base a leyes y reglamentos de tránsito.

### **1.3.2. Elementos de tránsito.**

Los elementos de tránsito son tres, los cuales se clasifican a continuación.

#### **1.3.2.1. El Usuario.**

Son las personas consideradas como peatón y conductor; se ven por separado ya que la característica en la corriente de tránsito son diferentes.

Peatón. Por naturaleza es el más expuesto a los accidentes, desconoce las características físicas de los vehículos y las restricciones físicas del conductor.

Conductor. “Es el medio humano que controla el movimiento del vehículo, siendo responsable de su buen manejo” (Alfonso Mier, 1987: 23). El cual tiene dos limitaciones:

- a) Visión del conductor. Este sentido es el más importante para el conductor, ya que a través de él se obtiene la información que ocurre a su alrededor.
- b) Tiempo de reacción del conductor. “El tiempo entre ver, oír o sentir y empezar a actuar en respuesta al estímulo de una situación del tránsito o del camino, se conoce como “tiempo de reacción”. Idealmente esta respuesta del conductor requiere de un tiempo para percepción, intelección, emoción y voluntad” (SCT, 1974:67).

### 1.3.2.2. El Vehículo.

Es un automotor seleccionado con las dimensiones y características operacionales, para ser usadas en la determinación de ciertas características de proyecto vial; tales son como el ancho de vía sobre tangentes y curvas, radios de curvatura Horizontal y alineamiento vertical.

De acuerdo con el Tomo IV Manual de Diseño Geométrico de Vialidades, Secretaria de Desarrollo Social (2002), al escoger un vehículo adecuado para un proyecto, generalmente se necesita cumplir un compromiso entre la ejecución y costo del proyecto; ya que el vehículo seleccionado para una vía en particular debe tener dimensiones y radio de viraje de acuerdo al uso del camino y del tránsito del mismo.

- a) Clasificación. De acuerdo con el Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, SCT (1991), por lo general los vehículos que transitan por las carreteras pueden dividirse en:
- Vehículos ligeros, (son aquellos que tienen dos ejes y cuatro ruedas; como automóviles, camionetas, unidades ligeras de carga, etc.)
  - Vehículos pesados, (son camiones de carga y autobuses, tienen 2 o más ejes, 6 o más llantas.)
  - Vehículos especiales, (son bicicletas, tractores, maquinaria agrícola, remolques de maquinaria pesada, coches deportivos, etc.)

Tal como se muestran en la figura 1.1

- b) Características geométricas. En el proyecto de una carretera se deben de tomar en cuenta estas características de los vehículos las cuales están determinadas por sus dimensiones y por su radio de giro. Tal como se muestra en la tabla 1.1 y la figura 1.2.

- c) Características de operación. Estas están determinadas por la relación peso/potencia, la cual al combinarse con otras propiedades del vehículo y del conductor, se determina la capacidad de aceleración y desaceleración, la estabilidad en las curvas. Tal como se muestra en la tabla 1.1.

Figura 1.1




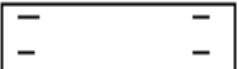

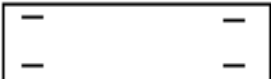

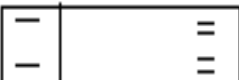

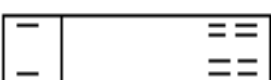



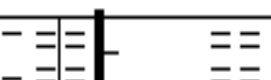




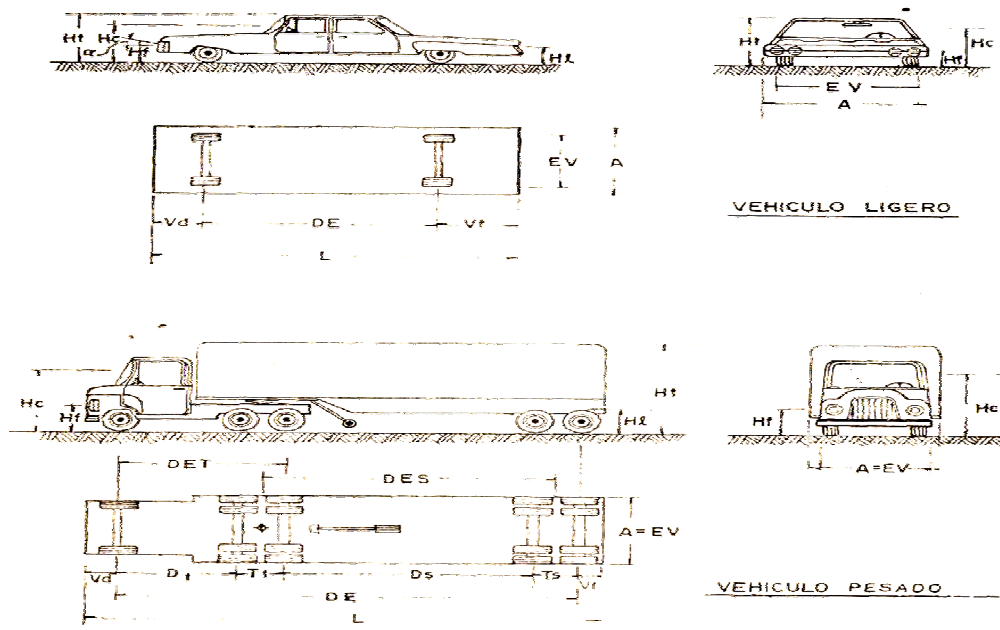
TIPO DE VEHICULO		Núm. de Ejes	ESQUEMAS		S I M B O L O
			PERFIL	PLANTA	
VEHICULOS LIGEROS	Automoviles	2			Ap
	Camionetas				Ap
VEHICULOS PESADOS	Autobuses	2			B
	Camiones	2			C2
					C3
		3			T2 - S1
					T2 - S2
					T3 - S2
		5			T2 - S1 R2

Tabla 1.1

CARACTERISTICAS			VEHICULO DE PROYECTO					
			DE - 335	DE - 450	DE - 610	DE - 1220	DE - 1525	
D	Longitud total del vehiculo	L	580	730	915	1525	1675	
I	Distancia entre ejes extremos del vehiculo	DE	335	450	610	1220	1575	
M	Distancia entre ejes extremos del tractor	DET	—	—	—	397	615	
E	Distancia entre ejes del semiremolque	DES	—	—	—	782	610	
N	Vuelo delantero	Vd	92	100	122	122	92	
S	Vuelo trasero	Vt	153	180	183	183	61	
I	Distancia entre ejes tandem tractor	Tt	—	—	—	—	122	
O	Distancia entre ejes tandem semiremolque	Ts	—	—	—	122	122	
N	Distancia entre ejes inferiores tractor	Dt	—	—	—	379	488	
E	Dist. entre ejes interiores tractor y semiremolque	Ds	—	—	—	701	793	
S	Ancho total del vehiculo	A	214	244	259	259	259	
E	Entrevia del vehiculo	EV	183	244	259	259	259	
E	Altura total del vehiculo	Ht	167	214-412	214-412	214-412	214-412	
N	Altura de los ejes del conductor	Hc	114	114	114	114	114	
	Altura de los faros delanteros	Hf	61	61	61	61	61	
oms.	Altura de los faros traseros	Ht	61	61	61	61	61	
Angulo de desviación del haz de luz de los faros			1°	1°	1°	1°	1°	
Radio de giro minimo (cm)			Rg	732	1040	1281	1220	1372
PESO TOTAL (Kg)		Vehiculo vacio	Wv	2500	4000	7000	11000	14000
		Vehiculo cargado	Wc	5000	10000	17000	25000	30000
Relacion Peso/Potencia (Kg/HP)			Wc/P	45	90	120	180	180
VEHICULOS REPRESENTADOS POR EL DE PROYECTO			Ap y Ac	C2	B.- C3	T2 - S1	T3 - S2	OTROS
PORCENTAJE DE VEHICULOS DEL TIPO INDICADO CUYA DISTANCIA ENTRE EJES EXTREMOS (DE) ES MENOR QUE LA DEL VEHICULO DEL PROYECTO			Ap y Ac	99	100	100	100	100
			C2	30	90	99	100	100
			C3	10	75	99	100	100
			T2 - S1	0	0	1	80	99
			T2 - S2	0	0	1	93	78
PORCENTAJE DE VEHICULOS DEL TIPO INDICADO CUYA RELACION PESO/POTENCIA ES MENOR QUE LA DEL VEHICULO DEL PROYECTO			Ap y Ac	98	100	100	100	100
			C2	62	98	100	100	100
			C3	20	82	100	100	100
			T2 - S1	6	85	100	100	100
			T2 - S2	6	42	98	98	98
			T3 - S2	2	35	80	80	80

Figura 1.2

- L** = Longitud total del vehiculo.
- DE** = Distancia entre los ejes más alejados de la unidad.
- DET** = Distancia entre los ejes más alejados del tractor.
- DES** = Distancia entre la articulación y el eje del semirremolque. Cuando el semirremolque tiene ejes en tandem, esta distancia se mide hasta el centro del tandem.
- Vd** = Vuelo delantero.



### 1.3.2.3. El Camino.

De acuerdo con Carlos Crespo (2004), a veces denomina Caminos a las vías rurales, mientras que a las Carreteras se les dice a los caminos de características modernas destinadas al movimiento de un gran número de vehículos; por lo que se puede decir que la carretera es una faja sobre una superficie terrestre con condiciones de ancho, alineamiento y pendiente, para el perfecto rodamiento de los vehículos, de acuerdo como se ilustra en las figuras 1.3.1 y 1.3.2

#### 1.3.2.3.1 Clasificación de las carreteras.

Según Carlos Crespo (2004), la clasificación de las carreteras es diferente para diferentes lugares del mundo. En México la clasificación coincide con algunos países, las cuales son:

a) Transitabilidad. Corresponde a las etapas de construcción las cuales son:

Terracerías. Cuando el camino está al nivel de subrasante y es transitable en tiempo de secas.

Revestida. Cuando se construyó sobre la capa de la subrasante varias capas de material granular y puede ser transitable cualquier tiempo del año.

Pavimentada. Cuando sobre la subrasante ya existe un cuerpo de pavimento.

Figura 1.3.1

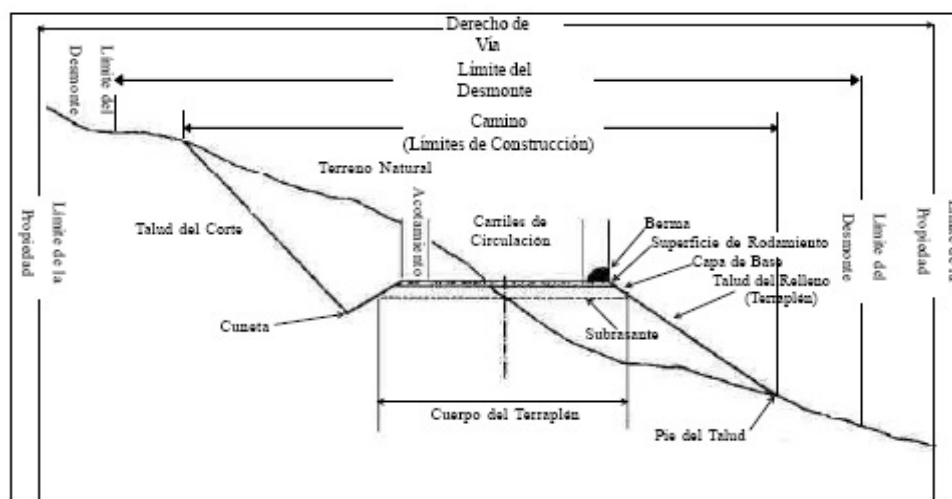


Figura 1.3.2

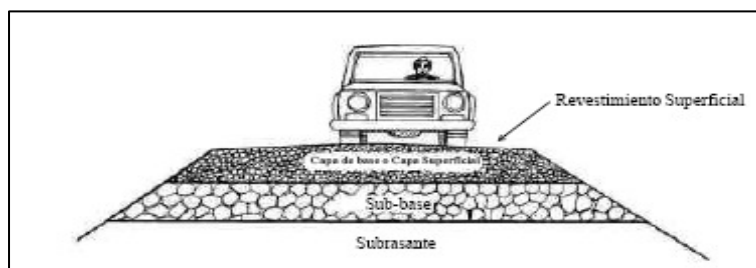


Tabla 1.2

CONCEPTO	UNIDAD	TIPO DE CARRETERA																													
		E					D					C					B					A									
TDPA EN EL HORIZONTE DE PROYECTO	veh/día	HASTA 100					100 a 500					500 a 1500					1500 a 3000					MAS DE 3000									
TIPO DE TERRENO		MONTANOSO					LOMEROSO					PLANO																			
VELOCIDAD DE PROYECTO	Km/h	30	40	50	60	70	30	40	50	60	70	40	50	60	70	80	90	100	50	60	70	80	90	100	110	60	70	80	90	100	110
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA	m	30	40	55	75	95	30	40	55	75	95	40	55	75	95	115	135	155	55	75	95	115	135	155	175	75	95	115	135	155	175
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASE	m	-	-	-	-	-	135	160	225	270	315	180	225	270	315	360	405	450	225	270	315	360	405	450	495	270	315	360	405	450	495
GRADO MAXIMO DE CURVATURA	°	60	30	17	11	7,5	60	30	17	11	7,5	30	17	11	7,5	5,5	4,25	3,25	17	11	7,5	5,5	4,25	3,25	2,25	11	7,5	5,5	4,25	3,25	2,25
CURVAS	K	CRESTA	m/%					m/%					m/%					m/%					m/%								
		COLUMPIO	m/%					m/%					m/%					m/%					m/%								
VERTICALES	LONGITUD MINIMA	m					m					m					m					m									
PENDIENTE GOBERNADORA	%	9					8					6					5					4									
PENDIENTE MAXIMA	%	13					12					8					7					6									
LONGITUD CRITICA	m	VER FIG. No. IX-4					VER FIG. No. IX-4					VER FIG. No. I-4					VER FIG. No. IX-4					VER FIG. No. IX-4									
ANCHO DE CALZADA	m	4,0					6,0					8,0					7,0					8,0									
ANCHO DE CORONA	m	4,0					6,0					7,0					9,0					12,00									
ANCHO DE ACOTAMIENTOS	m	-					-					0,5					1,0					2,00									
ANCHO DE FAJA SEPARADORA CENTRAL	m	-					-					-					-					2,00									
BOMBEO	%	3					3					2					2					2									
SOBREELEVACION MAXIMA	%	10					10					10					10					10									
SOBREELEVACIONES PARA GRADOS MENORES AL MAXIMO	%	VER TABLA No. IX 5.1					VER TABLA No. IX 5.1					VER TABLA No. IX 5.2					VER TABLA No. IX 5.3					VER TABLA No. IX 5.4									
SEPARACIONES Y LONGITUDES MINIMAS DE TRANSICIONES	m	VER TABLA No. IX 5.1					VER TABLA No. IX 5.1					VER TABLA No. IX 5.2					VER TABLA No. IX 5.3					VER TABLA No. IX 5.4									

b) Técnica Oficial. “Esta clasificación permite distinguir en forma precisa la categoría física del camino, ya que toma en cuenta los volúmenes de tránsito sobre el camino y las especificaciones geométricas aplicadas” (Carlos Crespo. 2004:3). Tabla 1.2

De acuerdo con las recomendaciones de actualización de algunos elementos del proyecto geométrico de carreteras SCT (2004), la determinación de las carreteras es:

Carretera tipo E. Son las que la SCT en base a sus características geométricas permite la operación de todos vehículos autorizados con sus dimensiones, capacidad y peso.

Carretera tipo A. Son las que por sus dimensiones y peso no se permiten en las carreteras tipo E, además permite la operación de todos los vehículos autorizados con sus máximas dimensiones, capacidad y peso.

Carretera tipo B. Son las de la red primaria y por sus características geométricas y estructurales prestan un servicio interestatal.

Carretera tipo C. Son la que prestan un servicio dentro del ámbito estatal con longitudes medias.

c) Administrativa. Por este aspecto se clasifican en:

Federales. Son las costeadas por la Federación y están a su cargo.

Estatales. Son las construidas por cooperación a un 50% de aportación del Estado y la otra parte por la Federación; estas quedan a resguardo de la Junta Local de Caminos.

Vecinales o Rurales. Estos están construidos por cooperación tripartita, entre los vecinos, Federación y el Estado en aportaciones iguales; y quedan a resguardo de la Junta Local de Caminos.

De cuota. Son las concesionadas a la iniciativa privada por un tiempo determinado, la inversión para la construcción de estas es recuperada a través del pago de cuotas de paso.

## **1.4. Velocidad.**

“La velocidad es un factor muy importante en todo proyecto y factor definitivo al calificar la calidad de flujo de tránsito. Su importancia, como elemento básico para el proyecto, queda establecida por ser un parámetro en el cálculo de la mayoría de los elementos de proyecto” (SCT, 1974:33).

La velocidad para un proyecto rara vez es la máxima que pueda desarrollar un vehículo, puesto que en la realidad el vehículo puede alcanzar velocidades mayores que la considerada.

### **1.4.1. Velocidad de Punto.**

De acuerdo con la SCT (1974), es la velocidad que puede alcanzar un vehículo al pasar por un punto del camino; para lo cual sus valores para estimarla son el promedio de las velocidades en un punto de todos los vehículos. Esta velocidad está afectada por los siguientes factores:

Influencia del usuario. Esto está influenciado en base a que un conductor cuando viaja sólo tiende a viajar a velocidades mayores que cuando viaja acompañado. También se ha visto que las mujeres viajan a la misma velocidad o un poco menor que los hombres.

Influencia del vehículo. Se refiere a que cada tipo de vehículo transita a una velocidad diferente, por ejemplo en cerro transita mucho más rápido que un camión de pasajeros.

Diferencia de velocidad. Este factor es debido a la diferencia de terminación del pavimento, esto quiere decir que la velocidad es mayor para un camino revestido que un camino pavimentado.



Volumen de tránsito. La velocidad está afectada debido a que al existir mayor volumen de tránsito en una vía carretera esto provoca que los usuarios manejen con una velocidad menor que cuando disminuya el volumen de tránsito.

Velocidad permitida. Esta velocidad esta restringida, debido a que hay un límite optimo de velocidad generalmente, entre los 80 y 90 porcentual de la velocidad bajo condiciones de movimiento libre.

Condiciones prevalectentes. La velocidad está influenciada por las condiciones del clima, las cuales influyen con la visibilidad y la superficie de rodamiento.

#### **1.4.2. Velocidad de Marcha.**

De acuerdo con la SCT (1974), se refiere a la velocidad para un vehículo en un tramo del camino, obtenida de la relación de la distancia recorrida entre el tiempo en el cual el vehículo recorrió este tramo.

Se ha visto que en curvas horizontales la diferencia entre las velocidades de marcha y la velocidad de proyecto son menores conforme se aumenta el grado de curvatura. También se encontrado que en caminos con una velocidad de proyecto de 50 km/h, la velocidad de marcha es aproximadamente el 90 % de la velocidad de proyecto; esta velocidad disminuye gradualmente hasta el 80% en caminos con una velocidad de proyecto de 110 km/h.

La velocidad de marcha está afectada principalmente por las circunstancias presentadas en el camino, en base a la variación de volumen de tránsito con la marcada en la hora de máxima demanda las cuales sufren estas variaciones durante el día; de manera ilustrativa se presenta la siguiente tabla 1.3, en donde se muestran los valores redondeados de la velocidad de marcha en relación con la velocidad de proyecto, para los casos en donde el se presenta la variación de

volumen de tránsito, la cual se obtuvo de la gráfica presentada el libro de proyecto geométrico de la SCT.

Tabla 1.3

VELOCIDAD DE PROYECTO EN km/h	VELOCIDAD DE MARCHA, EN km/h		
	VOLUMEN DE TRANSITO BAJO	VOLUMEN DE TRANSITO INTERMEDIO	VOLUMEN DE TRANSITO ALTO
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	56	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

#### 1.4.3. Velocidad de Operación.

De acuerdo con la SCT (1974), la velocidad de operación se refiere a la velocidad máxima que puede circular un vehículo en tramo de camino, en condiciones prevalcientes del tránsito y condiciones atmosféricas favorables.

#### 1.4.4. Velocidad de Proyecto.

“Es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino, cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables” (SCT, 1974:106).

Para poder determinar la velocidad de proyecto se tienen que considerar los siguientes factores:

- Topografía del terreno.
- El tipo del camino.
- Volumen de tránsito.
- Uso de la tierra.

Tomando en cuenta estos factores se logrará tener un proyecto equilibrado, por lo que al tener una elección de la velocidad de proyecto esta deberá ser congruente con el tipo de carretera, también esto apoyará a determinar los elementos de diseño geométrico de la carretera. De acuerdo con la normativa mexicana se permiten rangos de velocidad de proyecto muy amplios para cada tipo de carretera, por lo que actualmente se han reducido para cada categoría con el fin de evitar variaciones muy fuertes de velocidad de proyecto a lo largo de la carretera lo que puede ser fuente de importantes accidentes; por lo que se consideran los siguientes rangos de velocidad de proyecto ya reducidos:

- Para autopistas va de 80 a 110 km/h.
- Para vías rápidas va de 80 a 110 km/h.
- Para vías colectoras va de 60 a 100 km/h.
- Para vías en brecha va de 30 a 70 km/h.

La velocidad de proyecto es la que rige todas las características del camino; además de que primero se diseña con la velocidad de proyecto y después ya en uso la carretera se verifica la velocidad de operación para ratificar la velocidad a la que se esta transitando.

### **1.5. Estudios de ingeniería de tránsito.**

De acuerdo con Ariel Alonso (2005), considera que los volúmenes de tránsito son los medios físicos y estadísticos, tales como las vías, intersecciones, terminales. Al proyectar una vía carretera es fundamental el volumen de tránsito que circulará en un determinado tiempo.

Por lo que se determina al volumen de tránsito a la cantidad de vehículos que pasan por un punto o sección transversal en un carril o la calzada; durante un tiempo determinado:

$$Q = \frac{N}{T}$$

Donde:

Q = Vehículos que pasan por unidad de tiempo.

N = Numero total de vehículos que pasan.

T = Periodo determinado.

### **1.5.1. Volúmenes de tránsito absolutos o totales.**

Se refiere al total de vehículos que pasa durante el periodo de tiempo específico, dependiendo de la duración del periodo de tiempo, siendo este periodo un año, un mes, una semana, un día, una hora y menos de una hora; cronológicamente. De los cuales se identifican de la siguiente manera:

- Tránsito Anual (TA). Se refiere al número total de vehículos que pasan durante un año. En este caso se toma  $T=1$  año.
- Tránsito Mensual (TM). Se refiere al número total de vehículos que pasan durante un mes. En este caso se toma  $T=1$  mes.
- Tránsito Semanal (TS). Se refiere al número total de vehículos que pasan durante una semana. En este caso se toma  $T=1$  semana.
- Tránsito Diario (TD). Se refiere al número total de vehículos que pasan durante un día. En este caso se toma  $T=1$  día.
- Tránsito Horario; tasa de flujo o flujo (q). Se refiere al número total de vehículos que pasan durante un periodo de tiempo inferior a una hora. En este caso se toma  $T < 1$  hora.

### 1.5.2. Volúmenes de tránsito promedios diarios.

De acuerdo con Ariel Alonso (2005), el volumen de tránsito promedio diario (TPD) es el volumen total de vehículos que pasan durante un periodo de tiempo dado, ya sea en días de un año, días mes o días de semana, según lo siguiente:

- Tránsito promedio diario anual (TPDA)

$$TPDA = TA / 365$$

- Tránsito promedio diario mensual (TPDM)

$$TPDM = TA / 30$$

- Tránsito promedio diario semanal (TPDS)

$$TPDS = TA / 7$$

### 1.5.3. Volúmenes de tránsito horario.

Este volumen esta dependiendo de la hora seleccionada de los cuales se obtienen los siguientes volúmenes de tránsito horarios:

Tránsito horario máximo anual (THMA). Se refiere al máximo volumen horario que ocurre en un punto o sección de un carril en un año determinado.

Tránsito horarios-décimo, vigésimo, trigésimo y quincuagésimo-anual (THD; THV; THT; THQ). Son los volúmenes horarios que ocurren en un punto o sección de un carril, o de una calzada durante un año determinado; también se designan como 10 th, 20 th, 30 th y 50 th, en donde th significa tránsito horario.

Tránsito horario de diseño (THD) o volumen horario de proyecto (VHP). Se refiere al volumen de tránsito horario que servirá para determinar las características geométricas de la vía.

Volumen horario de máxima demanda (VHMD). Es la cantidad de vehículos que pasan por un punto o sección de un carril o de la calzada durante 60 minutos consecutivos.

#### **1.5.4. Métodos de áforo.**

##### **1.5.4.1. Método manual.**

De acuerdo con Ariel Alonso (2005), es el utilizado para obtener datos de volúmenes de tránsito utilizando personal de campo para la realización del aforo vehicular. En este tipo de aforo no se utilizan los dispositivos mecánicos; ya que de esta forma se permite obtener una clasificación de los vehículos en cuestión del tamaño, tipo, número de ocupantes y otras características.

Tomando como una regla general las motocicletas y motonetas son clasificadas con los automóviles. Las bicicletas y vehículos tirados por animales no son aforados.

##### **1.5.4.2. Método del automóvil en movimiento.**

Éste permite determinar la velocidad y el volumen del tránsito al mismo tiempo. Este método consiste en viajar por un tramo de camino en estudio, en un vehículo, con un operador y un observador; mientras el operador se mueve a lo largo del camino el observador registra los vehículos que pasan en el sentido opuesto, asimismo, toma nota de los vehículos que el rebasa y de los que los rebasan a él.

##### **1.5.4.2. Método de utilización de dispositivos mecánicos.**

De acuerdo con Ariel Alonso (2005), esta clase de dispositivos mecánicos son los más utilizados para el áforo de tránsito, la manera de trabajar es de que a través de un impulso eléctrico se envía directamente un registrador.

Existen diferentes dispositivos usados para detectar los vehículos actualmente de los cuales se menciona algunos:

Detectores de neumáticos. Consta de un tubo flexible fijo al pavimento y formado en ángulo recto, un extremo está cerrado y el otro extremo está

conectado a un interruptor el cual al pasar un vehículo se acciona una presión al interruptor y este mueve los contactos y acciona el registrador. La aproximación de la detección de vehículos por este medio es de 5 %.

Contacto eléctrico. Consiste en una placa de acero cubierta por una placa de hule que contiene una tira de acero flexible; al pasar cada eje de un vehículo este cierra un circuito eléctrico. Con este dispositivo es posible realizar recuentos de vehículos por carril.

Radar. Funciona como una señal de radio reflejada por un objeto en movimiento, los datos obtenidos son precisos y confiables.

Magnético. Funciona a través de un impulso originado por un vehículo en movimiento a un campo magnético.

Fotografía. Es a través de series fotográficas del tránsito en la zona de estudio.

#### **1.5.5. Densidad de tránsito.**

“La densidad es el número de vehículos que se encuentran en un tramo de un camino en un momento determinado” (Mier, 1987: 55)

A diferencia del volumen de tránsito cuando un camino se encuentra congestionado el volumen de tránsito puede llegar a ser cero y en tanto en este mismo momento la densidad de tránsito es muy alta.

#### **1.6. Derecho de vía.**

De acuerdo con Mier (1987), el derecho de vía está determinado por la franja de terreno de un ancho suficiente que es necesario para alojar una vía de comunicación. Atendiendo a las condiciones técnicas de seguridad, utilidad y eficiencia a satisfacer en dicha vía.

En México se ha establecido como derecho de vía a la amplitud de 40 metros; 20 metros a cada lado del eje. En casos especiales se puede aumentar o disminuir el ancho de vía, por ejemplo en una autopista o en una brecha de un carril de circulación.

#### **1.6.1. Adquisición del derecho de vía.**

Para esto es necesario conocer los antecedentes y los reglamentos legales, bajo los cuales se puede adquirir la propiedad que se esta afectando para el derecho de la vía. También se debe tomar en cuenta los factores que controlan los costos de una propiedad, las liquidaciones necesarias por los daños que ocasionara la construcción de nuestra vía carretera.

#### **1.6.2. Procedimientos para adquirir la propiedad.**

En México este procedimiento depende del tipo de camino que se trate y atendiendo de los recursos con los que se cuente para la construcción del mismo. Generalmente los caminos federales la adquisición de la propiedad esta basado en la “ley de vías generales de comunicación” del decreto de fecha de 30 de diciembre de 1939, correspondiente a los artículos 1º. Y 2º.

En caminos de cooperación tripartita, donde hay participación de los particulares beneficiarios con la obra; no habrá pago por el derecho de vía, este será resuelto por los propios interesados de la construcción del camino, mediante la cesión de derechos de los terrenos por donde pasara el camino.

#### **1.7. Capacidad y nivel de servicio.**

De acuerdo con Alfonso Mier (1987), se conoce que la eficiencia de la capacidad de un camino y el nivel de servicio son las condiciones de operación



que experimenta el conductor durante un viaje; el nivel de servicio varía con el volumen de tránsito.

Una de las condiciones prevaletientes para la capacidad de un camino son el alineamiento horizontal y vertical, la cantidad y el ancho de carriles. Mientras que el nivel de servicio es la medida del efecto de la velocidad, el tiempo de recorrido, comodidad y los costos de operación que ocurren cuando hay diferentes volúmenes de tránsito en el camino.

#### **1.7.1. Volumen de servicio.**

Se refiere al volumen de tránsito correspondiente de un determinado nivel de servicio, esto afecta de la siguiente forma:

Para un camino en terreno plano los vehículos pesados mantienen una velocidad semejante a los ligeros, en caminos en lomerío los vehículos pesados reducen su velocidad por debajo de los ligeros y en camino montañoso los vehículos pesados se mueven a velocidad muy baja en distancias importantes.

#### **1.7.2. La capacidad y sus objetivos.**

Continuando con Mier la capacidad de un camino permite dar solución a dos principales problemas:

- Cuando se trata de una obra nueva, influye en las características geométricas que permiten obtener un volumen de servicio.
- Cuando se requiere conocer las condiciones de operación de un camino existente.

#### **1.7.3. La operación del tránsito en la capacidad.**

Se ha observado que el volumen del tránsito máximo observados es del orden de 2,000 vph en ambos sentidos en caminos de dos carriles y de 2,000 vph en un solo carril en caminos de dos o mas carriles para un solo sentido.

#### **1.7.4. Factores que afectan la capacidad y el volumen de servicio.**

De acuerdo con Alfonso Mier (1987), la mayor parte de los caminos se aplican factores de ajuste en condiciones ideales; estos dos factores se les conoce como factores relativos al camino y factores relativo al tránsito.

##### **1.7.4.1. Factores relativos al camino.**

Estos factores relativos al camino que se tienen que tomar en cuenta son:

- Ancho de carril
- Obstáculos laterales
- Combinación de ancho de carril y distancia a obstáculos laterales.
- Acotamientos
- Estado de la superficie de rodamiento
- Alineamiento
- Pendientes

##### **1.7.4.2. Factores relativos al tránsito.**

Estos factores relativos al camino que se tienen que tomar en cuenta son:

- Camiones
- Autobuses
- Distribución de tránsito por carril
- Variaciones en el volumen de tránsito
- Interrupciones en el tránsito

#### **1.8. Distancia de visibilidad.**

Se define como “la longitud de carretera que un conductor ve continuamente delante de él, cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables”. (Manual de Proyectos Geométricos de Carreteras,1974; 112)

### 1.8.1. Distancia de visibilidad de parada.

De acuerdo con el Manual de Proyectos Geométricos de Carreteras (1974), se define como la distancia mínima que un conductor pueda visualizar un objeto cuando transita a una velocidad o cerca de la velocidad de proyecto; y este a su vez pueda parar el vehículo antes de llegar a él, esta distancia es la mínima que se debe tener en cualquier punto de la carretera.

De acuerdo con SCT recomendaciones de actualizaciones de algunos elementos del proyecto geométrico de carreteras (2004), el cálculo de la distancia de visibilidad de parada en la norma mexicana, reside en que la distancia se calcula para la velocidad de marcha; considerándose un promedio de 0.875 de la velocidad de proyecto. Estas mismas recomendaciones están plasmadas en la siguiente tabla 1.4.

Tabla 1.4.

**Comparativa de las distancias de visibilidad de parada (DVP) en la normativa mexicana vigente contra los valores recomendados**

<b>VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)</b>	<b>DVP en la normativa vigente (m)</b>	<b>DVP recomendados (m)</b>	<b>Valores requeridos por los vehículos de carga con frenos convencionales (m)</b>
30	30	30	40
40	40	45	65
50	55	65	90
60	75	85	125
70	95	110	160
80	115	140	205
90	135	170	245
100	155	205	290
110	175	240	340

### 1.8.2. Distancia de visibilidad de rebase.

Continuando con el Manual de Proyectos Geométricos de Carreteras SCT (1974), la distancia de rebase es la suficiente para que un conductor de un

vehículo pueda adelantarse a otro que circule por su mismo carril, sin el peligro de interferir con un tercer vehículo que venga en el sentido contrario a él.

Retomando con las recomendaciones de actualizaciones de algunos elementos del proyecto geométrico de carreteras SCT (2004), para el cálculo de la distancia de visibilidad en la normativa mexicana se considera en el cálculo como 4.5 veces la velocidad de proyecto. En la siguiente tabla 1.5 se plasman las distancias de visibilidad de rebase.

Tabla 1.5.

**Comparativa de las distancias de visibilidad de rebase (DVR) en la normativa mexicana vigente contra los valores recomendados según el modelo de maniobra de rebase de la AASHTO**

<b>VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)</b>	<b>DVR en la normativa mexicana vigente (m)</b>	<b>DVR recomendados (m)</b>
30	135	200
40	180	270
50	225	345
60	270	410
70	315	485
80	360	540
90	405	615
100	450	670
110	495	730

### **1.8.3. Distancia de visibilidad en curvas horizontales.**

Continuando con el Manual de Proyectos Geométricos de Carreteras SCT (1974), para las curvas horizontales la altura del objeto no se considera determinante para la distancia de visibilidad.

Retomando con las recomendaciones de actualizaciones de algunos elementos del proyecto geométrico de carreteras SCT (2004), la distancia de visibilidad está restringida por objetos como pilas de puentes, edificios, barreras de concreto o metálicas, cortes, taludes, etc. Esto obliga a que se debe de contar con una distancia libre de obstáculos mínima del eje del carril interior a los

obstáculos del interior de la curva horizontal; esta distancia mínima depende del grado de curvatura y de la distancia de visibilidad sea de parada o de rebase.

En la presente tabla 1.6 se muestra las distancias mínimas para un radio de curvatura de 300 mts.

Tabla 1.6

**Comparativa de los valores de “m” en la normativa mexicana vigente para satisfacer la distancia de visibilidad de parada contra sus correspondientes valores recomendados para un radio de curvatura (del eje del carril interior) de 300 m**

VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)	“m” en la normativa vigente (m)	“m” recomendadas (m)
30	0.38	0.38
40	0.67	0.84
50	1.26	1.76
60	2.34	3.01
70	3.76	5.04
80	5.51	8.17
90	7.59	12.04
100	10.01	17.51
110	12.76	24.00

#### 1.8.4. Distancia de visibilidad en curvas verticales.

Esta distancia puede estar restringida por la presencia de curvas verticales, las cuales se visualizan en el perfil de una carretera.

De acuerdo con las recomendaciones de actualizaciones de algunos elementos del proyecto geométrico de carreteras SCT (2004), se toma como el principio para el cálculo de longitudes mínimas de curva vertical en cresta o en columpio es de que se debe de garantizar la distancia de visibilidad de parada o de rebase. En el cálculo de las distancias de visibilidad para las velocidades de proyecto, se modifican los valores mínimos del parámetro **K** el cual se le conoce como cociente de la longitud de la curva entre la diferencia algebraica de pendientes; tanto para curvas verticales en cresta y en columpio.

En la presente tabla 1.7 se muestra los valores mínimos para el parámetro “K”.

Tabla1.7

**Comparativa de los valores mínimos del parámetro “K” para proporcionar la distancia de visibilidad de parada en curvas verticales, en la normativa mexicana vigente contra sus correspondientes valores recomendados**

VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)	PARÁMETRO DE CURVATURA VERTICAL K (m/%)			
	Cresta		Columpio	
	Normativa vigente	Valores recomendados	Normativa vigente	Valores recomendados
30	3	2	4	4
40	4	3	7	8
50	8	6	10	12
60	14	11	15	17
70	20	18	20	24
80	31	29	25	32
90	43	43	31	40
100	57	62	37	50
110	72	87	43	60

### 1.9. Mecánica de suelos en ingeniería de pavimentos.

La mecánica de suelos forma un papel importante en el diseño de las estructuras que son parte de las obras de una vía carretera, ya que contribuyen en la seguridad, calidad, modernidad, confiabilidad y eficiencia de las infraestructuras y poder reducir los costos de mantenimiento.

De acuerdo con la introducción a la mecánica de los suelos no saturados en vías terrestres SCT (2002), al igual que la mayoría de las aplicaciones de la mecánica de suelos, los materiales que se manejan en la construcción de pavimentos se caracterizan en dos tipos; los que se denominan material grueso en donde se encuentran las arenas, gravas, fragmentos de roca, etc. y los de material formados por suelos finos, cuyo arquetipo son materiales arcillosos.

## **1.9.1. Introducción a la mecánica de los suelos.**

### **1.9.1.1. Propiedades de los suelos.**

De acuerdo con Carlos Arias (1986), las principales propiedades de un suelo son:

- Compresibilidad. Es la deformación del material al aplicarle una carga.
- Resistencia al corte. Es el esfuerzo cortante máximo resistente.
- Permeabilidad. Es la facilidad en que el agua fluye en el suelo.

### **1.9.1.2. Tipos de suelos.**

Continuando con Carlos Arias (1986), se tienen dos tipos de suelos:

- Suelos residuales. Son suelos que permanecen en el sitio donde fueron formados.
- Suelos Transportados. Son los que se formaron por el producto de la alteración de rocas removidas o depositadas en diferente sitio de origen, de los cuales se les conoce como:
  - Suelos aluviales. Suelos transportados principalmente por el agua.
  - Suelos lacustres. Son los suelos que son acarreados en un río.
  - Suelos eólicos. Son suelos acarreados y depositados por el viento.
  - Depósitos de pie de monte. Son suelos formados por el acarreo de la gravedad, y se constituyen principalmente por fragmentos de roca, limos, arcillas, gravas, arenas.

## **1.9.2. Propiedades físicas de los suelos.**

### **1.9.2.1. Estructura de los suelos.**

Continuando con Carlos Arias (1986), de acuerdo a su estructura los suelos pueden ser gruesos o finos, cuyo tamaño está dentro de:

7.6 cm. > suelos gruesos > 0.074 mm. (Malla del No. 200) > suelos finos

En la presente tabla 1.8 se muestran algunas propiedades o características principales para diferentes suelos gruesos y finos.

Tabla 1.8.

NOMBRE	LIMITES DE TAMAÑO	EJEMPLO VULGAR
Bolero	305 mm (12 plg) o mayores	Mayor que una pelota de balon-cesto
Canto rodado	76 mm (3plg) a 305 mm (12 plg)	Toronja
Grava Gruesa	19 mm (3/4 plg) a 76 mm (3 plg)	Limón o Naranja
Grava Fina	4.76 mm (T. No. 4) a 19 mm (3/4 plg)	Chicharo o Uva
Arena Gruesa	2 mm (T. No. 10) a 4.76 mm (T. No. 4)	Sal Mineral
Arena Mediana	0.42 mm (T. No. 40) a 2 mm (T. No. 10)	Azucar o Sal de mesa
Arena Fina	0.074 mm (T. No. 200) a 0.42 mm (T. No. 40)	Azucar en Polvo
Finos	Menores que 0.074 mm (T. No. 200)	

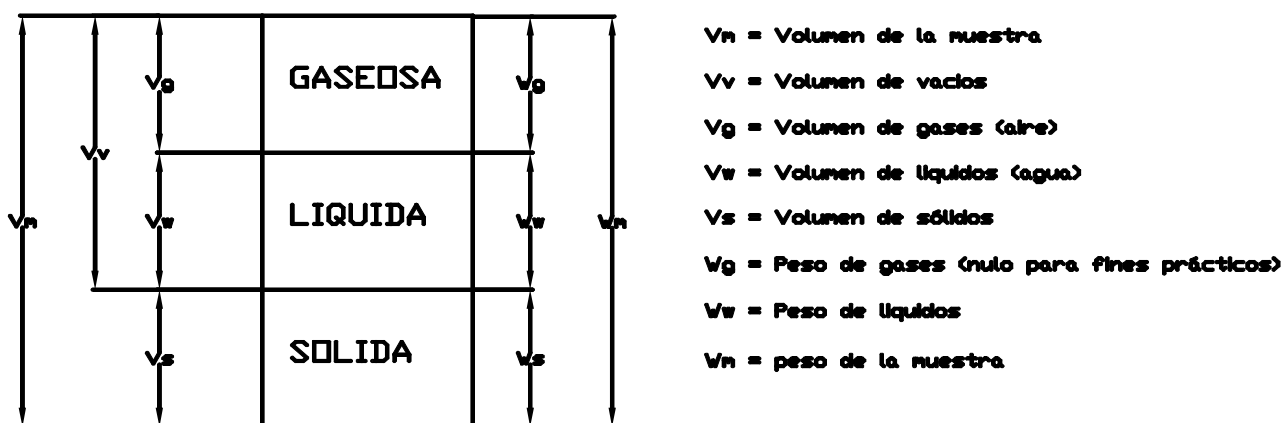
### 1.9.2.2. Estructura de los suelos finos.

Este tipo de suelo resulta ser pequeñísimo, ya que por lo general las partículas que lo forman y no pueden ser observados a simple vista.

### 1.9.2.3. Propiedades volumétricas y Gravimétricas.

La propiedad física de un suelo a simple vista, se puede determinar como un sistema de partículas en donde pueden estar totalmente cubiertas de agua, por lo que se tienen tres fases; sólida, líquida y gaseosa. Por lo que se representa una muestra de suelo en la siguiente figura 1.4

Figura 1.4-





### 1.9.2.4. Pesos específicos o volumétricos.

De acuerdo con Carlos Arias (1986), el cociente del peso de una muestra entre el volumen de la misma muestra, se le conoce como el peso específico húmedo. En la siguiente tabla 1.9 se muestra algunos pesos volumétricos de algunos suelos.

Tabla 1.9.

TIPO DE SUELO		PESO VOLUMETRICO (ton/m <sup>2</sup> )	
		MAXIMO	MINIMO
TEPETATES	SECOS	1.60	0.75
	SATURADOS	1.95	1.30
EN TAMAÑO UNIFORME	SECA	1.75	1.40
	SATURADA	2.10	1.85
ARENA BIEN GRADUADA	SECA	1.90	1.55
	SATURADA	2.30	1.95
ARCILLA TIPICA DEL VALLE DE MEXICO EN COND. NATURALES		1.50	1.20

Al resultado de dividir el peso de los sólidos entre el volumen total de una muestra; excluyendo el peso del agua, se le conoce como peso específico seco.

En la siguiente tabla 1.10 se muestran algunos tipos de suelo comunes y el valor de sus pesos específicos aproximada:

Tabla 1.10.

SUELO	PESO ESPECIFICO SECO (ton/m <sup>3</sup> )	PESO ESPECIFICO SATURADO (ton/m <sup>3</sup> )	PESO ESPECIFICO (ton/m <sup>3</sup> )
ARENA UNIFORME SUELTA	1.43	1.89	0.98
ARENA UNIFORME COMPACTA	1.75	2.09	1.09
ARCILLA BLANDA	-	1.43	0.43
ARCILLA MUY BLANDA	-	1.27	0.27

### 1.9.3. Granulometría.

Continuando con Carlos Arias (1986), dentro de la mecánica de suelos la granulometría es la parte que nos clasifica los tamaños y la distribución de las partículas de un suelo.

Para la determinación de un suelo grueso se utiliza el análisis granulométrico, para el cual tengan un rango de tamaño entre 0.074 y 76.2 mm.,

de acuerdo con esto se dice que un suelo grueso bien graduado, tiene un comportamiento mecánico e hidráulico mas favorable.

Para determinar un suelo fino en donde sus partículas sean menores a 0.074 mm, y debido a que no existen mallas menores que la del No. 200; se utiliza el procedimiento denominado hidrómetro.

La curva granulométrica muestra la gran distribución de los tamaños de las partículas que puede tener un suelo, esta distribución de tamaño de partículas se pueden expresar gráficamente mediante la curva de distribución granulométrica.

Tabla 1.11 de los suelos en base a su granulometría.

Tipo de suelo				Símbolo de grupo <sup>(1)</sup>	Denominación común	
<b>SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS</b> <sup>(2)</sup> Más de la mitad del material es de tamaño mayor que el mínimo que se puede observar a simple vista	<b>G R A V A</b> Más de la mitad de la fracción gruesa es mayor de 5 mm (malla N°4) <sup>(3)</sup>	Menos del 5% respecto al total son partículas del tamaño mínimo que se puede observar a simple vista	Amplio rango en los tamaños de las partículas y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios.	GW	Grava bien graduada, mezclas de grava y arena, con poco o nada de finos.	
			Predominio de un tamaño o un rango de tamaños con ausencia de algunos tamaños intermedios.	GP	Grava mal graduada, mezclas de grava y arena, con poco o nada de finos.	
		Más del 12% respecto al total son partículas del tamaño mínimo que se puede observar a simple vista	Fracción fina no plástica (para identificación véase grupo ML, abajo)	GM	Grava limosa, mezclas de grava, arena y limo, mal graduadas.	
			Fracción fina plástica (para identificación véase grupo CL, abajo)	GC	Grava arcillosa, mezclas de grava, arena y arcilla, mal graduadas.	
	<b>A R E N A</b> Más de la mitad de la fracción gruesa es menor de 5 mm (malla N°4) <sup>(3)</sup>	Menos del 5% respecto al total son partículas del tamaño mínimo que se puede observar a simple vista	Amplio rango de los tamaños de partículas y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios.	SW	Arena bien graduada, arena con grava y poco o nada de finos.	
			Predominio de un tamaño o un rango de tamaños con ausencia de algunos tamaños intermedios.	SP	Arena mal graduada, arena con grava y poco o nada de finos.	
Más del 12% respecto al total son partículas del tamaño mínimo que se puede observar a simple vista		Fracción fina no plástica (para identificación véase grupo ML, abajo)	SM	Arena limosa, mezclas de arena, grava y limo.		
		Fracción fina plástica (para identificación véase grupo CL, abajo)	SC	Arena arcillosa, mezclas de arena, grava y arcilla.		
<b>SUELOS DE PARTICULAS FINAS</b> Más de la mitad del material son partículas menores que el tamaño mínimo que se puede observar a simple vista <sup>(4)</sup>	Identificación de la fracción que pasa la malla N°40 ( 0,425 mm)					
	<b>L I M O Y A R C I L L A</b>	Dilatancia	Tenacidad	Resistencia en estado seco		
		Rápida	Nula	Nula	ML	Limo y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa.
		Lenta	media	nula	MH	Limo de alta compresibilidad, limo micaceo o diatomaceo.
		Lenta a nula	Media	Media	CL	Arcilla de baja o mediana compresibilidad, arcilla con grava, arcilla arenosa.
		Nula	Alta	Alta	CH	Arcilla de alta compresibilidad.
		Rápida	Media	Media	OL	Limo orgánico de baja compresibilidad.
		Rápida a lenta	Media	Media	OH	Limo orgánico de alta compresibilidad.
<b>Suelos altamente orgánicos</b>	Fácilmente identificables por su color, olor, sensación esponjosa y frecuentemente por su textura fibrosa.			Pt	Turba.	

#### 1.9.4. Clasificación de los suelos.

Continuando con Carlos Arias (1986), existen antecedentes en la mecánica de suelos para la clasificación de los suelos, uno de los criterios principales es el de A. Casagrande, el cual se conoce como Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

Este método consiste en distinguir los suelos finos de los gruesos, de acuerdo con las partículas finas que pasan a través de la malla No. 200 (0.074 mm); tomando en cuenta que el suelo se le denomina grueso si más del 50 % de sus partículas son gruesas, y el suelo es fino si más de la mitad de sus partículas son finas.

El sistema SUCS considera dos grupos, los cuales los asigna con dos letras mayúsculas:

G	Gravas
S	Arenas y suelos arenosos

Dentro de los suelos gruesos, como las gravas y arenas están determinados por la siguiente clasificación:

W	Material limpio de finos, bien graduados
P	Material limpio de finos, mal graduados
M	Material con finos no plásticos
C	Material con finos plásticos

Dentro de los suelos finos, el sistema SUCS haciendo referencia a la carta de plasticidad, obteniendo las siguientes divisiones:

M	Limos inorgánicos
C	Arcillas inorgánicas
O	Limos y arcillas orgánicas

De acuerdo con Carlos Arias (1986), en base a la clasificación del sistema unificado de los suelos y de los dos grupos de suelos gruesos y finos; estos símbolos a su vez dan lugar a grupos de combinación entre ellos.

Estos grupos se presentan en la siguiente tabla 1.12 que a continuación se anexa.

Tabla 1.12

Tipo	Sub-Tipos		Identificación		Símbolo de Grupo	
Suelos (partículas menores de 7,5 cm)	SUELOS GRUESOS Más de la mitad del material se retiene en la malla N°200 (0,075 mm)	GRAVA Más de la mitad de la fracción gruesa se retiene en la malla N°4	GRAVA LIMPIA	Grava bien graduada; mezcla de grava y arena con poco o nada de finos. Debe tener un coeficiente de uniformidad ( $C_u$ ) mayor de 4 y un coeficiente de curvatura ( $C_c$ ) entre 1 y 3 <sup>[1]</sup>	Menos del 5% en masa pasa la malla N°200	GW
			(Poco o nada de partículas finas)	Grava mal graduada; mezcla de grava y arena con poco o nada de finos. No satisface los requisitos de graduación para GW.	Menos del 5% en masa pasa la malla N°200	GP
			GRAVA CON FINOS	Grava limosa; mezcla de grava, arena y limo.	Más de 12% en masa pasa la malla N°200 y las pruebas de límites de consistencia clasifican a la fracción fina como ML o MH (véanse abajo los grupo ML y MH)	GM
			(Cantidad apreciable de partículas finas)	Grava arcillosa; mezclas de grava, arena y arcilla	Más de 12% en masa pasa la malla N°200 y las pruebas de límites de consistencia clasifican a la fracción fina como CL o CH (véanse abajo los grupo CL y CH)	GC
		ARENA Más de la mitad de la fracción gruesa pasa la malla N°4	ARENA LIMPIA	Arena bien graduada; mezcla de arena y grava con poco o nada de finos. Debe tener un coeficiente de uniformidad ( $C_u$ ) mayor de 6 y un coeficiente de curvatura ( $C_c$ ) entre 1 y 3 <sup>[1]</sup>	Menos del 5% en masa pasa la malla N°200	SW
			(Poco o nada de partículas finas)	Arena mal graduada; mezcla de arena y grava con poco o nada de finos. No satisface los requisitos de graduación para SW.	Menos del 5% en masa pasa la malla N°200	SP
			ARENA CON FINOS	Arena limosa; mezcla de arena, grava y limo.	Más de 12% en masa pasa la malla N°200 y las pruebas de límites de consistencia clasifican a la fracción fina como ML o MH (véanse abajo los grupo ML y MH)	SM
			(Cantidad apreciable de partículas finas)	Arena arcillosa; mezclas de arena, grava y arcilla	Más de 12% en masa pasa la malla N°200 y las pruebas de límites de consistencia clasifican a la fracción fina como CL o CH (véanse abajo los grupo CL y CH)	SC
	SUELOS FINOS Más de la mitad del material pasa la malla N°200 (0,075 mm)	LIMO Y ARCILLA Límite líquido	Menor de 50%	Limo de baja compresibilidad; mezcla de limo de baja plasticidad, arena y grava; polvo de roca. Se localiza dentro de la zona I de la carta de plasticidad mostrada en la Figura 1 de este Manual.	ML	
			Mayor de 50%	Arcilla de baja compresibilidad; mezcla de arcilla de baja plasticidad, arena y grava. Se localiza dentro de la zona II de la carta de plasticidad mostrada en la Figura 1 de este Manual.	CL	
		LIMO Y ARCILLA Límite líquido	Menor de 50%	Limo orgánico de baja compresibilidad; mezcla de limo orgánico de baja plasticidad, arena y grava. Se localiza dentro de la zona I de la carta de plasticidad mostrada en la Figura 1 de este Manual.	OL	
			Mayor de 50%	Limo de alta compresibilidad; mezcla de limo de alta plasticidad, arena y grava. Se localiza dentro de la zona III de la carta de plasticidad mostrada en la Figura 1 de este Manual.	MH	
			Mayor de 50%	Arcilla de alta compresibilidad; mezcla de arcilla de alta plasticidad, arena y grava. Se localiza dentro de la zona IV de la carta de plasticidad mostrada en la Figura 1 de este Manual.	CH	
			Mayor de 50%	Limo orgánico de alta compresibilidad; mezcla de limo orgánico de alta compresibilidad, arena y grava. Se localiza dentro de la zona III de la Carta de plasticidad mostrada en la Figura 1 de este Manual.	OH	
ALTAMENTE ORGÁNICOS	Turba, fácilmente identificables por su color, olor, sensación esponjosa y frecuentemente por su textura fibrosa.			P <sub>t</sub>		

## CAPÍTULO 2

### PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS CAMINOS

En el presente capítulo se tratará lo referente a alineamiento vertical, alineamiento horizontal, sección transversal, las terracerías, materiales asfálticos, compactación de los materiales en el camino y control de calidad. Esto enfocado para poder determinar un buen procedimiento constructivo de un camino.

#### 2.1. Alineamiento Vertical.

“El alineamiento vertical es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subcorona. Al eje de la subcorona en el alineamiento vertical se le llama línea subrasante” (Manual de proyecto geométrico de carreteras SCT, 1974:351).

De acuerdo con la SCT el alineamiento vertical se compone de tangentes y curvas.

##### 2.1.1. Tangentes.

Las tangentes se definen por su longitud, pendiente, las cuales están delimitadas por dos curvas sucesivas.

A la distancia media horizontal entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente se le llama longitud de una tangente la cual se representa con la letra T.

La intersección de dos tangentes consecutivas se representa con PIV, y a la diferencia algebraica en pendientes del punto se le representa con la letra A.

Pendiente gobernadora. Es la pendiente que se proyecta para ajustar en lo más posible al terreno, siendo la que se puede dar a la línea de la subrasante en función de las características de tránsito y la configuración del terreno.

Pendiente máxima. Se determina por el volumen de tránsito y la configuración del terreno, siendo esta pendiente la mayor que se permite en el proyecto. Esta pendiente esta permitida solo para salvar obstáculos, siempre y cuando no se rebase la longitud crítica. En la siguiente tabla 2.1 se muestra la relación de las pendientes máximas y la velocidad de proyecto.

TIPO DE TERRENO	PORCIENTO EN PENDIENTES MAXIMAS PARA DIVERSAS VELOCIDADES DE PROYECTO, EN Km/h.						
	50	60	70	80	90	100	110
PLANO	6	5	4	4	3	3	3
LOMERIO	7	6	5	5	4	4	4
MONTAÑOSO	9	8	7	7	6	5	5

Pendiente mínima. Es la pendiente que se maneja para permitir el drenaje el cual se recomienda el 0.5 % como mínimo para garantizar el buen funcionamiento de las cunetas. En los terraplenes esta pendiente puede ser nula.

Longitud critica. Es la que en una curva un camión cargado pueda ascender sin reducir su velocidad del límite previamente establecido. Para poder determinar esta longitud se considera el vehiculo de proyecto, la configuración del terreno, el volumen y la composición de tránsito.

### **2.1.2. Curvas verticales.**

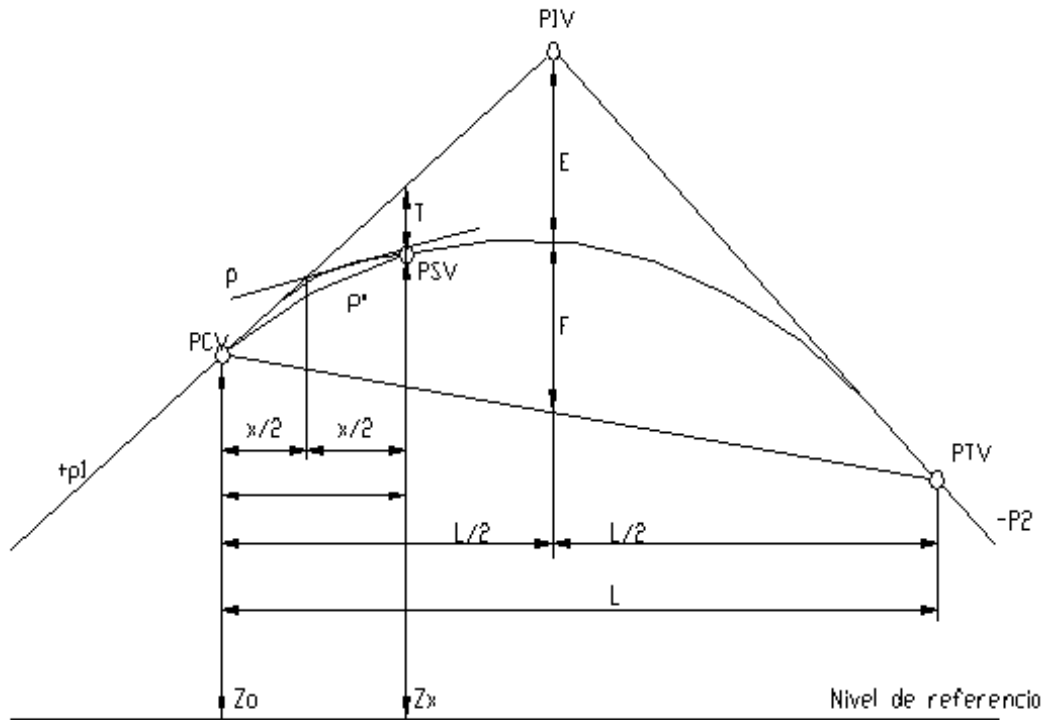
De acuerdo con Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras SCT (1974), estas curvas son las que se enlazan con dos tangentes consecutivas en el alineamiento vertical.

Se le llama al punto común de una tangente y de la curva vertical en el inicio se representa como PCV y como PTV como el punto común de la tangente de la curva final.

Forma de la curva. "las curvas verticales pueden tener concavidad hacia arriba o hacia abajo, recibiendo el nombre de curvas en columpio o en cresta respectivamente" (Manual de proyecto geométrico de carreteras SCT, 1974:357).

En la siguiente figura 2.1 se muestra una curva vertical con su nomenclatura.

Figura 2.1.



Nomenclatura de la figura 2.1.

- **PIV** Punto de intersección de las tangentes verticales
- **PCV** Punto en donde comienza la curva vertical
- **PTV** Punto en donde termina la curva vertical
- **PSV** Punto cualquiera sobre la curva vertical
- **p1** Pendiente de la tangente de entrada, en m/m
- **p2** Pendiente de la tangente de salida, en m/m
- **A** Diferencia algebraica de pendientes
- **L** Longitud de la curva vertical, en metros
- **K** Variación de longitud por unidad de pendiente (parámetro)
- **x** Distancia del PCV a un PSV, en metros

- **p** Pendiente en un PSV, en m/m
- **p'** Pendiente de una cuerda, en m/m
- **E** Externa, en metros
- **F** Flecha, en metros
- **T** Desviación de un PSV a la tangente de entrada, en metros
- **Zo** Elevación del PCV, en metros
- **Zx** Elevación de un PSV, en metros

## **2.2. Alineamiento Horizontal.**

Continuando con el Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras SCT (1974), es la proyección sobre un plano horizontal del eje de la subcorona del camino; en donde los principales elementos que constituyen al alineamiento horizontal son las curvas de transición, las curvas circulares y las tangentes.

### **2.2.1. Curvas de transición.**

Se refiere al cambio de dirección como a la sobreelevación y ampliación requeridas, para que un vehículo pueda pasar en un tramo de tangente a otro en una curva circular. Siendo así la liga que existe entre una tangente con la curva circular, esta liga es la longitud que de manera continua cambia el radio de curvatura desde infinito para la tangente hasta que le corresponde para la curva circular.

### **2.2.2. Curvas circulares.**

Las curvas circulares forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes continuas, esta pueden ser simples o compuestas. El radio de curvatura es proporcional al grado de curvatura; si el radio de curvatura es grande el grado de la curvatura es mayor.

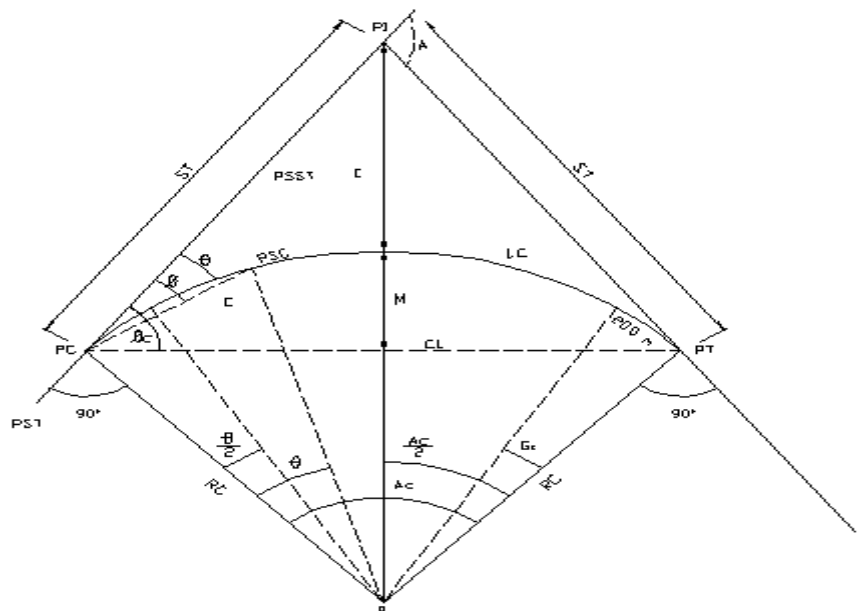


Curvas circulares simples. Son las unidas por dos tangentes entre si para formar una sola curva circular, depende del sentido del cadenamiento estas curvas pueden ser circulares simples a la derecha o hacia la izquierda.

Curvas circulares compuestas. “Son aquellas que están formadas por dos o más curvas circulares simples del mismo sentido y de diferente radio, o de diferente sentido y cualquier radio, pero siempre con un punto de tangencia común entre dos consecutivas. Cuando son del mismo sentido se llaman compuestas directas y cuando son de sentido contrario, compuestas inversas” (Manual de proyecto geométrico de carreteras SCT, 1974:301); Es recomendable que en caminos se evite este tipo de curvas, ya que provocan cambios de curvatura peligrosos.

En la siguiente figura 2.2 se muestra una curva circular con su nomenclatura.

Figura 2.2.



## Nomenclatura de la figura 2.2.

<b>PI</b>	Punto de intersección de la prolongación de las tangentes	$\emptyset$	Angulo a una cuerda cualquiera
<b>PC</b>	Punto donde comienza la curva circular simple	$\emptyset_c$	Angulo de la cuerda larga
<b>PT</b>	Punto en donde termina la curva circular simple	<b>Gc</b>	Grado de curvatura de la curva circular
<b>PST</b>	Punto sobra tangente	<b>Rc</b>	Radio de la curva circular
<b>PSST</b>	Punto sobra subtangente	<b>ST</b>	Subtangente
<b>PSC</b>	Punto sobra la curva circular	<b>E</b>	Externa
<b>O</b>	Centro de la curva circular	<b>M</b>	Ordenada media
<b>A</b>	Angulo de deflexión de la tangente	<b>C</b>	Cuerda
<b>Ac</b>	Angulo central de la curva circular	<b>CL</b>	Cuerda larga
<b><math>\theta</math></b>	Angulo de deflexión a un PSC	<b>t</b>	Longitud de un arco
		<b>Lc</b>	Longitud de la curva circular
$Rc = \frac{114592}{Gc}$			
$C = \frac{2 Rc \text{ Sen } \theta}{2}$			
$ST = Rc \text{ tang. } \frac{Ac}{2}$			
$CL = \frac{2 Rc \text{ Sen. } \frac{Ac}{2}}$			
$E = \frac{Rc (\text{secante} \frac{Ac}{2} - 1)}{2}$			
$t = \frac{20\theta}{Gc}$			

### 2.2.3. Tangentes.

Las tangentes es la proyección que existe entre el plano horizontal de la rectas que unen a las curvas. Como las tangentes van unidas entre si por las curvas; por lo que la longitud de una tangente es la distancia comprendida entre el fin de la curva anterior y el principio de la curva siguiente.

La longitud para una tangente esta tomada por la seguridad, ya que una tangente larga son causa de problemas de accidentes automovilísticos, esto debido a la somnolencia que produce al chofer mantenerse atento en puntos fijos del camino durante mucho tiempo, o por favorecer los deslumbramientos durante la noche.

En el caso de la longitud mínima de la tangente entre dos curvas consecutivas, se toma en consideración la longitud necesaria para dar una

ampliación a las curvas y poder dar también una sobreelevación a la misma curva.

### 2.3. Sección transversal.

De acuerdo con Mier (1987), se refiere a la sección de un camino como al corte normal al alineamiento horizontal en donde esta integrado por los elementos que se definen en la sección transversal como; sub-corona, corona (acotamientos, calzada), las cunetas y contracunetas, los taludes y partes complementarias; en las figuras siguientes se muestran tipos de sección transversal, en la figura 2.3.A se muestra una sección en balcón, en la figura 2.3.B se muestra una sección de corte y en la figura 2.3.C se muestra una sección terraplén.

Figura 2.3.A

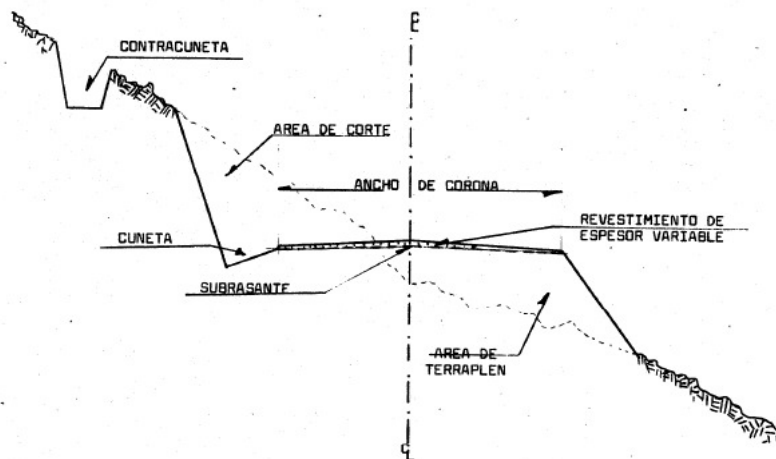


Figura 2.3.B

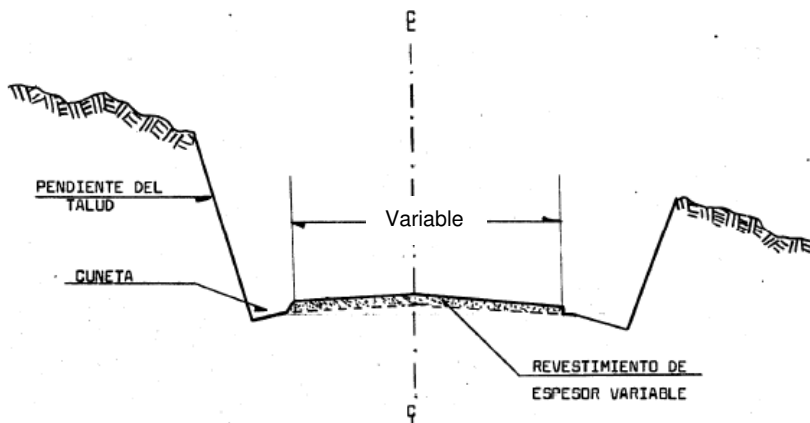
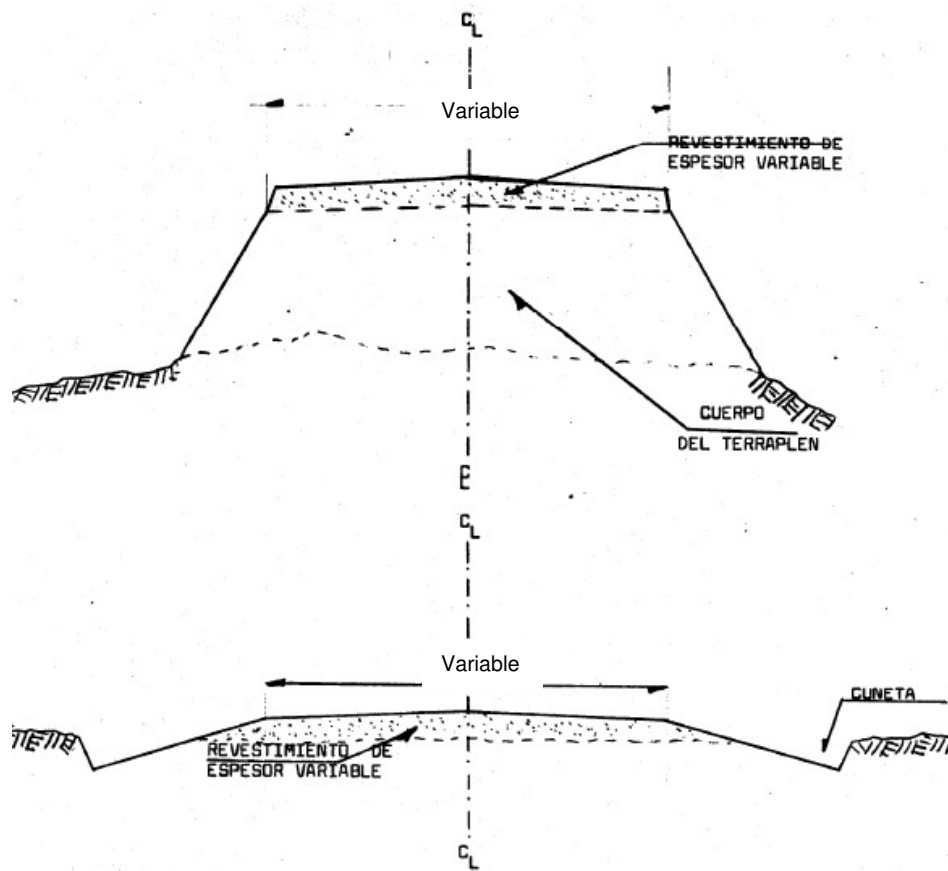


Figura 2.3.C



### 2.3.1. Sub-corona.

Continuando con Mier (1987), se refiere a la superficie que esta limitada por las terracerías y sobre la cual se apoya el cuerpo o capas del pavimento, esto quiere decir que las terracerías son los volúmenes de material de corte o terraplén necesarios para que se pueda formar el camino hasta la sub-corona.

Los elementos básicos del proyecto para definir la sub-corona son el ancho, la subrasante y la pendiente transversal.

Ancho. Se determina con la longitud horizontal comprendida entre la intersección de la subcorona con el o los taludes del terraplén, cuneta o corte. “cuando el camino va en corte y se proyecta cuneta provisional, el hombro de la subcorona queda en la misma vertical que el de la corona y el ensanche es nulo;

pero cuando el camino se va a pavimentar inmediatamente después de construidas las terracerías y no hay necesidad de construir la cuneta provisional, la cuneta definitiva quedará formada con el material de base y sub-base y por el talud del corte” (Mier; 1987:152).

La subrasante. Se considera como la proyección sobre un plano vertical, en el desarrollo del eje de la subcorona; se marca un punto en la sección transversal cuya diferencia en la elevación con la rasante determina el espesor del pavimento y cuyo desnivel con respecto al terreno natural, sirve para determinar el espesor de corte o terraplén.

Pendiente transversal. Se considera la misma que la de la corona, para mantener el mismo espesor del pavimento; esta puede ser bombeo o sobreelevación, dependiendo si la sección está en tangente, curva o en transición.

### **2.3.2. Corona.**

Continuando con Mier (1987), se considera a la superficie del camino ya terminado, marcado en la longitud establecida entre los hombros del mismo camino. Las partes que se definen en la corona son la rasante, la pendiente transversal, los acotamientos y la calzada.

Rasante. Se considera como la línea que se proyecta sobre el plano vertical en el eje de la corona.

Pendiente transversal. Se determina como la pendiente que se le da a la corona respecto a su eje; esta pendiente se define por tres casos:

- **Bombeo.** Es la pendiente que se le da a la corona de un lado a otro para evitar la acumulación de agua sobre el camino. Este bombeo depende de la superficie de rodamiento, en la tabla 2.1 se muestra algunos bombeos recomendables.

Tabla 2.1.

<b>Tipo de superficie de rodamiento</b>	<b>Condición</b>	<b>Bombeo</b>
Concreto asfáltico o hidráulico, tendido con extendidora mecánica.	Muy buena	1 a 2 %
Mezcla asfáltica tendida con motoconformadora o carpeta de riegos	Buena	1.5 a 3 %
Grava o tierra	Regular a mala	2 a 4 %

- Sobreelevacion. “Es la pendiente que se le da a la corona hacia el centro de la curva para contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrífuga de un vehiculo en las curvas del alineamiento horizontal” (Manual de proyecto geométrico, SCT; 1974:369).
- Transición de Bombeo a la sobreelevacion. Se le considera al efecto que se tiene que realizar cuando en el alineamiento horizontal, cambia de pendiente en la corona al pasar de una tangente a una curva; es decir el cambio de bombeo en la tangente hasta la sobreelevacion en una curva.

Acotamientos. Continuando con Mier (1987), se les considera a las fajas contiguas a la calzada, delimitadas en sus orillas y las líneas comprendidas por los hombros de un camino. El ancho del acotamiento esta determinado por el volumen de transito y del nivel de servicio del camino. El acotamiento tiene la función de:

- Dar seguridad al conductor, ya que brinda un ancho adicional fuera de la calzada.
- Proteger a la calzada de humedad y erosiones, confinamiento al pavimento.
- Proporcionar una mejor visibilidad al camino en curvas.
- Facilitar trabajos de mantenimiento.

- Proporcionar una mejor apariencia al camino.

Calzada. “La calzada es la parte de la corona destinada al tránsito de vehículos y constituida por uno o mas carriles, entendiéndose por carril a la faja de ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos” (Manual de proyecto geométrico de carreteras SCT, 1974:376).

El ancho de calzada esta determinado por el nivel de servicio deseado, los anchos de carril mas usuales son de 2.75, 3.05 y 3.65 metros. En curvas horizontales se considera un ancho mayor que en la tangente; por lo que es necesario realizar un ancho adicional a la calzada, a este sobre ancho se le conoce como ampliación el cual se debe dar tanto a la calzada como a la corona.

### **2.3.3. Cunetas y contracunetas.**

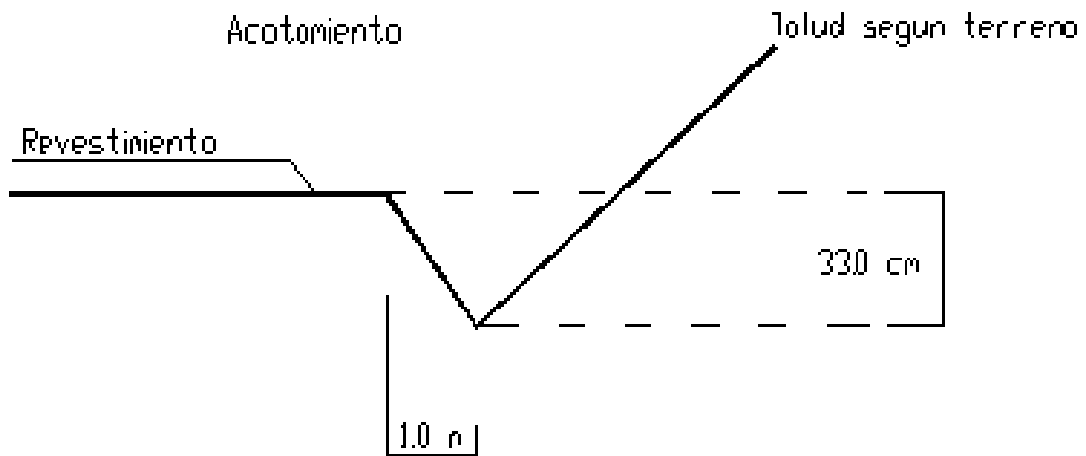
De acuerdo con Manual de proyecto geométrico de carreteras SCT (1974), se considera que las cunetas y las contracunetas están integradas a la sección transversal, y se les conoce como obras de drenaje.

#### **2.3.3.1 Cunetas.**

Se consideran que son zanjas que se realizan en tramos de corte, en ocasiones de un lado o de ambos lados de la corona; contiguas a los hombros, en donde su principal función es desalojar el agua que escurre por la corona o de los taludes.

Generalmente el diseño de una cuneta es de 3:1 de una forma triangular tal como se muestra en la figura 2.4.A; 1.00 mts. del fondo de la cuneta parte del talud de corte; su capacidad hidráulica esta en función del calculo establecido tomando en cuenta la precipitación pluvial de la zona y del área drenada.

Figura 2.4.A

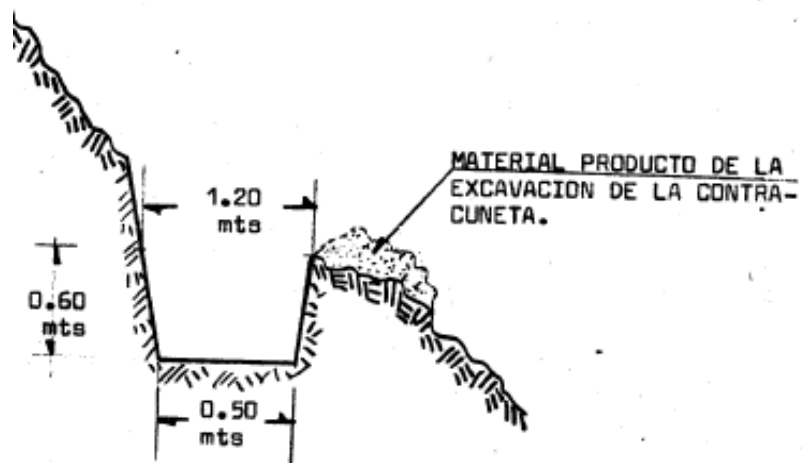


### 2.3.3.2 Contracuneta.

Se considera que son zanjas de una sección trapezoidal figura 2.4.B, dichas se ubican en la línea de ceros en una sección transversal de corte; tienen como fin captar los escurrimientos superficiales del terreno superficial.

Se construyen con la pendiente máxima del terreno, sus dimensiones y localización esta basado en el escurrimiento posible, configuración del terreno y las propiedades geotécnicas de los materiales que la forman.

Figura 2.4.B





#### **2.3.4. Taludes.**

Continuando con Manual de proyecto geométrico de carreteras SCT (1974), se considera que es la inclinación en el paramento de corte o de terraplén; los taludes se basan de acuerdo con su altura y la naturaleza de su material.

Para terraplenes esta dado por el control que se tiene en la extracción y colocación del material que forman el talud, comúnmente se emplea un talud de 1.5. se tiene como manejo de norma para el caso de cortes de mas de 7.00 mts. de altura realizar estudios suficientes a detalle con el fin de poder fijar un modo racional en los trabajos del talud y del procedimiento de construcción aceptable para el material de trabajo.

#### **2.3.5. Partes complementarias.**

Se consideran dentro de estas partes complementarias a los elementos que dentro de la sección transversal se trata de mejorar la operación y conservación de un camino; a estos elementos se les conoce como guarniciones, bordillos, banquetas y fajas separadoras.

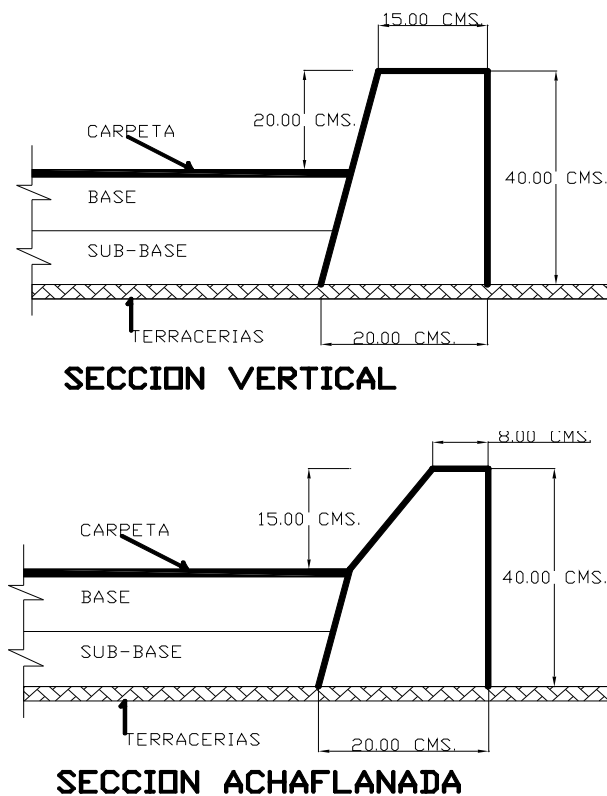
##### **2.3.5.1 Guarniciones y bordillos.**

Se considera a los elementos que parcialmente están enterrados, y que comúnmente son de concreto hidráulico; los cuales tienen la función de limitar las banquetas, camellones y deslindar la orilla del pavimento. Estas obras complementarias en el camino influyen en la reacción del conductor y en la seguridad, utilidad de la carretera.

Existen dos tipos de guarniciones las cuales son las verticales y las achaflanadas; éstas se ilustran en la figura 2.5 con las dimensiones recomendadas por el manual de proyecto geométrico de la SCT.

El empleo común de las guarniciones verticales se da en las zonas urbanas, y las guarniciones achaflanadas se emplean principalmente en el área rural; comúnmente las guarniciones deben pintarse o señalarse con material reflejante para que esta sean visibles.

Figura 2.5.

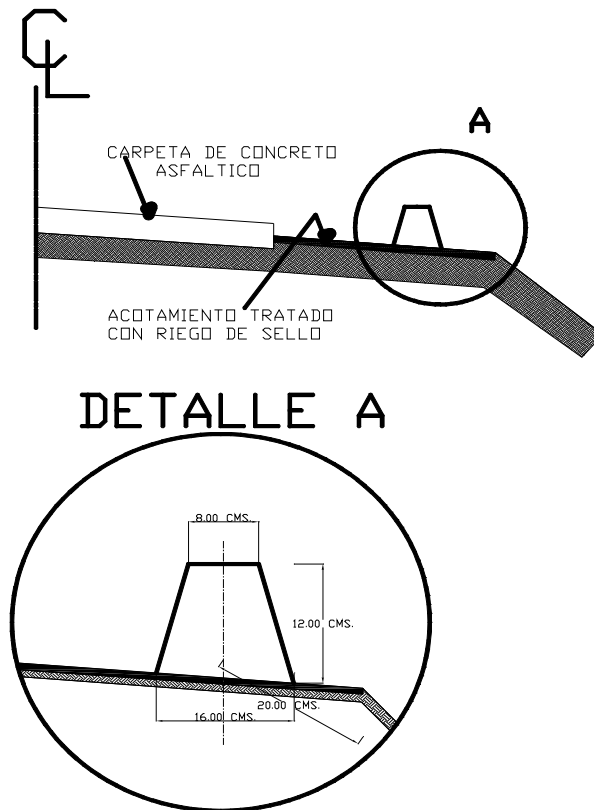


Los bordillos son generalmente de concreto asfáltico y se ubican sobre los acotamientos junto a los hombros del terraplén, tal como se muestra en la figura 2.6, tiene la función de encausar el agua a los lavaderos construidos sobre los taludes del terraplén.

Para proyectar un bordillo se deberá estudiar la erosionabilidad del talud para una precipitación que se tenga en la zona; se debe tomar en cuenta que en

ocasiones los bordillos son obras provisionales ya que en algunos casos su función habilidad es remplazada por las especies vegetales del lugar del camino.

Figura 2.6



### 2.3.5.2 Banqueta.

Continuando con Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras SCT (1974), se considera que las banquetas son fajas utilizadas para la circulación de los peatones, generalmente están ubicadas a la orilla de la corona y de ambos lados. Cuando la circulación de los peatones es eventual no es necesario la construcción de banquetas; la construcción de las banquetas esta determinada por el peligro a que estén presentes los peatones en un camino, la circulación de los peatones y la velocidad de tránsito.

### **2.3.5.3 Fajas separadoras y camellones.**

Se les denomina a las zonas que se disponen para dividir algunos carriles de tránsito de otros que son en sentido opuesto; o en ocasiones para dividir carriles en el mismo sentido pero de naturaleza diferente, estas se les denominan fajas centrales y laterales.

Cuando se construyen guarniciones y se rellenan con material estas toman el nombre de camellones; el ancho mínimo es de 1.20 mts. y esta definido por el costo del ancho de derecho de vía y de las necesidades de tránsito.

La construcción de camellones se utiliza para dividir carriles de ambos sentidos cuando son de cuatro o más carriles, una de las funciones de los camellones es que se ponen árboles altos para evitar el deslumbramiento de los usuarios, aunque en las curvas horizontales este seto reduce la distancia de visibilidad.

## **2.4. Terracerías.**

Se definen como los volúmenes de los materiales que se extraen o sirven de relleno para la construcción de una vía terrestre, se define que cuando el volumen del material empleado es de la extracción de la línea del camino se conocen como terracerías compensadas y al volumen que no se utiliza se le denomina material de desperdicio.

Como se muestra en la figura 2.10 las terracerías están formada por dos cuerpos los cuales son el del terraplén y el del pavimento.

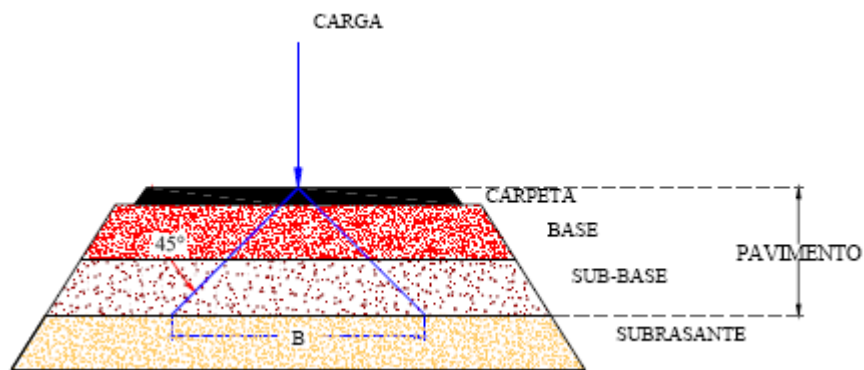
### **2.4.1. Cuerpo de terraplén.**

Se considera como la parte inferior del cuerpo del pavimento, tal como se muestra en la figura 2.10; siendo la parte inferior y la capa subrasante, que se coloca sobre el terraplén con un espesor mínimo de 30 cm.

Su función principal es alcanzar la altura necesaria para satisfacer primeramente las especificaciones geométricas, resistir las cargas del tránsito y distribuir los esfuerzos en forma adecuada al terreno natural; los materiales usados pueden ser de tamaños máximos de hasta 75 mm.

Las principales funciones de la capa subrasante es; recibir y resistir las cargas del tránsito que se transmitan por el pavimento y la de transmitir y distribuir de modo adecuado las cargas de tránsito al cuerpo de terraplén. Tal como se puede representar en la figura 2.7.

Figura 2.7



La subrasante se construye extendiendo el material con una motoconformadora y se nivela considerando los niveles marcados en el proyecto, después de realiza un riego de agua para que el material tenga humedad cercana a la optima para después se utiliza un vibro compactador o de lo contrario se puede utilizar un compactador de cabra, que puede realizar al mismo tiempo el acomodo del material y compactando el mismo; para poder alcanzar la compactación marcada en el proyecto. En general y como norma se tiene que el grado de compactación para el cuerpo del terraplén es del 90 % de su peso volumétrico seco; en las siguientes figuras 2.8 se muestra los trabajos de extendido y renivelado del material con maquina motoconformadora y en la figura

2.9 se muestran los trabajos realizados por el vibro compactador de la cuerpo de terraplén.

Figura 2.8



Figura 2.9



#### 2.4.2. Cuerpo de pavimento.

Se considera que un pavimento es la capa o conjunto de capas de materiales de alta calidad, las cuales están comprendidas entre la subrasante y la superficie de rodamiento uniforme, la cual debe tener un color y textura superficial apropiada para la resistencia del tránsito, al interperismo y así como se pueda transmitir adecuadamente los esfuerzos producidos por las cargas de los vehículos a la subrasante.

El cuerpo del pavimento debe ser una estructura vial que a los vehículos pueda brindar confort, seguridad y economía en el proyecto; esta estructura esta formada por capas, dichas capas serán de materiales seleccionados sometidos a varios tratamientos y su superficie de rodamiento puede ser una capa asfáltica, una losa de concreto hidráulico o puede ser una capa de materiales pétreos compactados. Por lo que se considera que un pavimento puede ser flexible y rígido. Por lo que para fines de este proyecto se considerara el pavimento flexible, y en la figura 2.10 se muestra el cuerpo que se representa como capa de pavimento.

Figura 2.10



#### 2.4.2.1. Sub-base hidráulica.

“Es una capa de materiales pétreos seleccionados que se construye sobre la subrasante, cuyas funciones principales son proporcionar un apoyo uniforme a la base de una carpeta asfáltica o a una losa de concreto hidráulico, soportar las cargas que éstas le transmiten aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos adecuadamente a la capa inmediata inferior, y prevenir la migración de finos hacia las capas superiores.” (Norma SCT N-CTR-CAR-1-04-002/00; 2000:1).

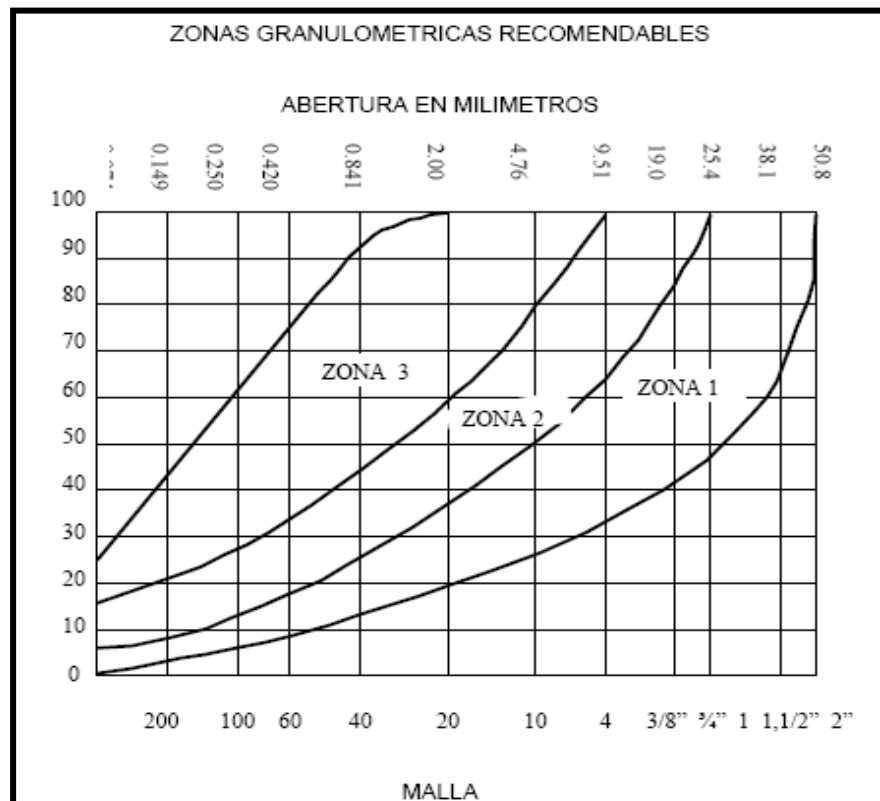
La construcción de la sub-base se utiliza materiales como fragmentos de rocas, gravas, arenas y limos; con las siguientes características mecánicas:

- Límites de Consistencia. La fracción del material que pasa el tamiz No. 40 debe tener un índice de plasticidad menor de 6 y un límite líquido menor de 25.
- Desgaste. El material al ser sometido al ensayo de abrasión en la máquina de los Ángeles, debe presentar un desgaste menor del 50%.
- Equivalente de Arena. La fracción del material que pasa por el tamiz No. 4 debe presentar un equivalente de arena mayor del 20%.

- Valor Relativo de Soporte, CBR. El CBR será mayor de 25% para una densidad seca mínima del 95% con relación a la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado.

De acuerdo con las especificaciones generales de construcción de la secretaria de comunicaciones y obras publicas del estado de Michoacán (2003), en donde se hace referencia a la granulometría con la grafica (figura 11) en donde se visualiza los limites de zonas para una calidad de sub-base adecuada y deseable. Para una calidad deseable la curva granulométrica del material a utilizar deberá quedar comprendida entre el limite inferior de la zona 1 y el superior de la zona 2 y preferentemente tener una forma semejante a la de la curvas que limitan las estas zonas; para una calidad adecuada la curva granulométrica del material a utilizar podrá desarrollarse entre el limite inferior de la zona 1 y el superior de la zona 3, y preferentemente tener una forma semejante a la de las curvas que limitan las zonas.

Figura 2.11





De acuerdo con las normas de construcción del distrito federal a continuación se describe el proceso de construcción para la sub-base hidráulica:

- ✓ El tendido de las mezclas de materiales para la formación de las sub-bases, se llevará a cabo una vez que la última capa del terraplén que sirve para lograr el nivel de subrasante, ha sido compactada, afinada y se encuentre recibida por la supervisión, de conformidad y según lo establecido en el proyecto.

- ✓ Se dosificará en el tendido que se señala en el párrafo anterior, un volumen de la mezcla de material suelto de tal manera que al compactarse permitan lograr precisamente el espesor de la sub-base. En caso de tenerse especificado un espesor de sub-base superior a quince centímetros, la formación de la sub-base se llevará a cabo en varias capas con espesores no mayores a quince centímetros.

- ✓ Antes de proceder a la compactación del material, una vez tendido se agregará agua en cantidad suficiente para incorporar al material la humedad necesaria para que se logre la compactación requerida.

- ✓ Una vez humedecida la mezcla de material de la capa que se formará, deberá mezclarse perfectamente con el equipo o maquinaria adecuada, hasta distribuir tamaños y homogeneizar la humedad, la que deberá ser óptima para el proceso de la compactación.

- ✓ Lograda la homogeneidad del material, se procederá al tendido y luego al compactado de la mezcla del material; la operación de compactación se efectuará de las orillas del terraplén hacia el eje del mismo, en fajas longitudinales a plena rueda del equipo de compactación, con traslape de la mitad del rodillo.

- ✓ La compactación se considerará satisfactoria cuando el material alcance el grado de compactación establecido en el proyecto el cual no deberá ser menor al

noventa y cinco por ciento en relación con su peso volumétrico seco máximo. Dicha compactación deberá tenerse en todo el espesor de la capa formada, misma que deberá probarse con pruebas de laboratorio, con un muestreo de acuerdo con lo establecido a las Normas de Construcción.

- ✓ La superficie de la capa final en su caso, deberá quedar perfectamente afinada, exenta de agujeros, baches o irregularidades.

- ✓ El eje de la capa de sub-base debe cumplir con la alineación horizontal y vertical señalada en el proyecto.

- ✓ Las pendientes transversales de la capa de sub-base respecto al cadenamiento del eje, debe cumplir con las especificaciones del proyecto.

- ✓ Tanto los espesores como los anchos de la capa, deben cumplir con las dimensiones establecidas en el proyecto; en caso de exceder, y ser aceptadas por la supervisión, no serán consideradas para efecto de pago. En caso de ser Improcedente su permanencia, será ordenado su retiro con riesgo y a cuenta del contratista.

Los principales quipos de utilización la motoconformadora (figura 2.8), vibro compactador (figura 2.9) y un pipa de agua (figura 2.12).

Figura 2.12



#### **2.4.2.2. Base hidráulica.**

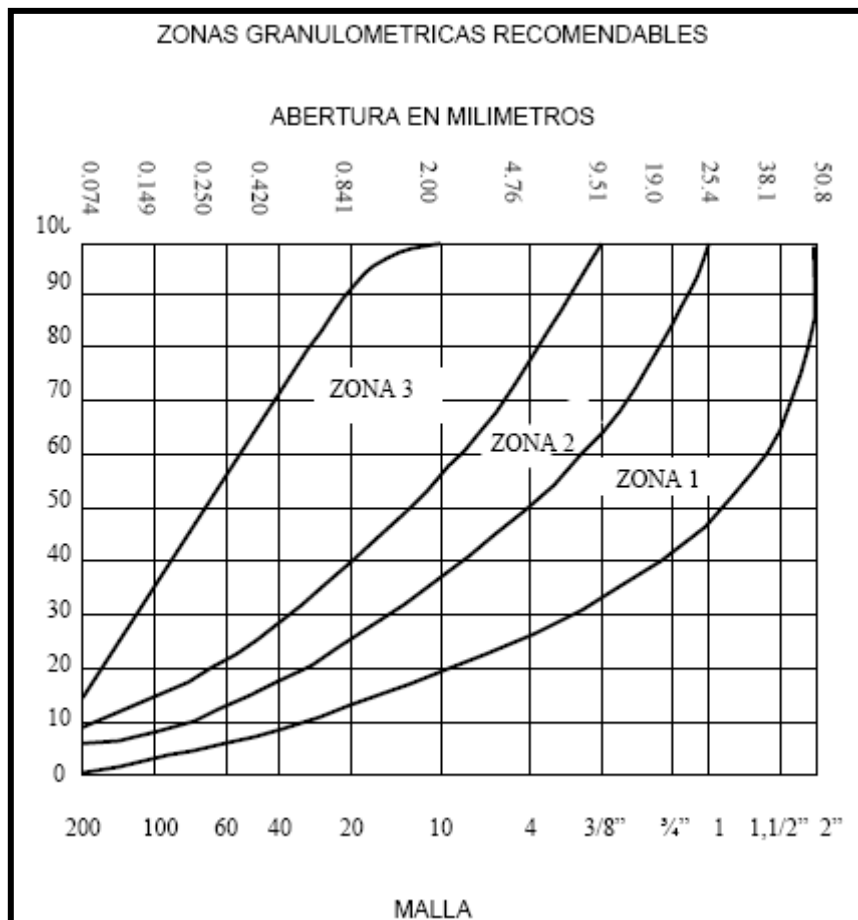
“Capa de materiales pétreos seleccionados que se construye generalmente sobre la sub-base, cuyas funciones principales son proporcionar un apoyo uniforme a la carpeta asfáltica, soportar las cargas que ésta le transmite aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos adecuadamente a la capa inmediata inferior, proporcionar a la estructura de pavimento la rigidez necesaria para evitar deformaciones excesivas, drenar el agua que se pueda infiltrar e impedir el ascenso capilar del agua subterránea”. (Norma SCT N-CTR-CAR-1-04-002/00; 2000:1).

De acuerdo con las especificaciones generales de construcción de la secretaria de comunicaciones y obras públicas del estado de Michoacán (2003), los materiales a utilizar para logra una base de calidad adecuada deberá llenar los siguientes requisitos:

- De acuerdo con la granulometría.
  - La curva granulométrica del material deberá estar dentro de los límites inferior de la zona 1 y superior de la zona 2, representada en la figura 2.13 y preferentemente tener una forma semejante a la de las curvas.
  - El tamaño máximo deberá ser menor o igual que 50 mm (2”).
  - Se considera que el contenido máximo de los finos que pasan por la malla de 0.074 mm debe ser del 15 %.
- De acuerdo con la plasticidad.
  - Límite líquido (WL) debe ser menor o igual que 30 %.
  - Índice plástico (IP) debe ser menor o igual que 6%
  - Se considera que el equivalente de arena como mínimo 40 %.

- De acuerdo con la compactación.
  - El grado de compactación igual o mayor que el 100 % del peso volumétrico seco máximo obtenido en la prueba.
- De calidad, medida a través del índice CBR.
  - CBR sera igual o mayor que 80 %.
  - En caso de que el material tenga un equivalente de arena igual o mayor que 50 %, se excusará la realización de otras pruebas de plasticidad o de CBR.
- De alterabilidad.
  - Desgaste Los Ángeles, será igual o menor que 40 %.

Figura 2.13.



De acuerdo con las normas de construcción del distrito federal a continuación se describe el proceso de construcción para la base hidráulica:

✓ El tendido de la mezcla de material para formar la base hidráulica se debe realizar hasta que la sub-base o en su caso la capa inferior a la subrasante haya sido terminada, recibida y aceptada por la Residencia de Obra a través de la Supervisión.

✓ El volumen de mezcla de material a tender sobre la sub-base o capa subrasante, debe ser tal que al quedar compactado, quede con el espesor establecido en el proyecto para la base hidráulica a conformar.

✓ Debe considerarse además de lo establecido en el proyecto, lo siguiente:

1. Si el espesor de la capa que se tiene prevista es mayor a quince centímetros, se debe construir en capas, con un espesor no mayor a quince centímetros cada una.

2. Cuando sobre la base hidráulica se tenga previsto colocar carpeta asfáltica, el espesor mínimo de la base debe ser de quince centímetros de material compacto.

3. Cuando sobre la base hidráulica se tenga previsto colocar base asfáltica, el espesor mínimo de aquella debe ser de diez centímetros de material compacto.

✓ En el tendido de la sub-base hidráulica se debe tener en consideración lo Indicado en lo siguiente:

a. La base hidráulica se considera bien construida, cuando el material compactado alcance el grado especificado en el proyecto; y no debe considerarse inferior al 98 % en relación el peso volumétrico seco máximo.

- b. El grado de compactación debe verificarse de acuerdo con pruebas de laboratorio. La compactación puede considerarse apropiada hasta que no se logren ver marcadas las huellas del equipo de compactación.
- c. Al terminar la compactación de la capa de base hidráulica y una vez que ésta se encuentre superficialmente seca, se debe aplicar de inmediato el riego de impregnación, con objeto de evitar desintegración a causa del efecto del tiempo, la lluvia o el viento.
- d. Las pendientes transversales de la capa de base respecto al cadenamiento del eje, deben cumplir con las especificaciones del proyecto.
- e. La compactación inicial debe hacerse mediante el uso de rodillo liso (de tres rodillos) con un peso de entre 10 y 12 toneladas, o rodillo liso vibratorio. En los tramos en tangente, la compactación debe partir siempre de las guarniciones hacia el eje, y en las curvas de la guarnición más baja hacia la más alta. En cada pasada el equipo utilizado debe cubrir, por lo menos, la mitad de la pasada de compactación anterior. Los puntos en que es imposible el acceso de los equipos de compactación se recomienda la utilización de equipo manual o mecánico.

✓ El contratista debe tomar las precauciones de mantenimiento de la superficie de la capa de base hidráulica para que funcione eficientemente en la siguiente operación del proceso; de no tenerlas, corre por su cuenta y riesgo cualquier corrección que hubiera que hacerle a dicha superficie.

Los principales equipos a utilizar para la realización de estos trabajos son la motoconformadora, vibrador y pipa.

#### **2.4.2.3. Carpetas asfálticas.**

“Las carpetas asfálticas pueden realizarse de cualquiera de las siguientes maneras: por el sistema de riegos, por el sistema de mezcla en el lugar y

mediante concreto asfáltico elaborado en planta estacionaria en caliente; pero independientemente de ello, deben llenar los siguientes requisitos: no desplazarse ni desintegrarse por la acción del tránsito, tener suficiente resistencia al intemperismo y soportar pequeñas deformaciones sin agrietarse” (Mier, 1987; 318-319).

Se considera que se debe de tomar muy en cuenta que el espesor de una carpeta asfáltica deberá de ser mayor o igual a 3.00 centímetros compactos, también de que no se debe aplicar material asfáltico en tramos con longitudes mayores de los que se pueda cubrir de inmediato con material pétreo.

#### **2.4.2.3.1. Carpetas asfálticas por el sistema de riegos.**

“Las carpetas por el sistema de riegos son las que se construyen mediante la aplicación de uno o dos riegos de un material asfáltico, intercalados con una, dos o tres capas sucesivas de material pétreo triturado de una composición granulométrica determinada, con el objeto de hacer resistente al derrapamiento y proteger contra el desgaste la superficie de rodamiento”. (Norma SCT N-CTR-CAR-1-04-008/00; 2000:1).

De acuerdo con Mier (1987), se considera que las carpetas de riego se clasifican en uno, dos y tres riegos, se puede tomar en cuenta que la carpeta de un riego o la ultima capa de las carpetas de dos y tres riegos, pueden ser premezclados; ya que como su nombre lo dice son carpetas de riegos por lo que son cubiertos sucesivamente con capas de material pétreos de diferentes tamaños.

Equipo a utilizar deberá ser el adecuado para poder obtener la calidad adecuada y especificada en el proyecto, y así en cantidades suficientes para producir el volumen establecido en el programa de obra. Por lo que para la

elección del equipo se considerara lo siguiente: que los aspersores sean capas de establecer a una temperatura constante un flujo uniforme del material asfáltico; el número de esparcidores sea el suficiente para cubrir de inmediato con los materiales pétreos el riego del material asfáltico recién aplicado; la maquinaria para la compactación podrá ser de tres rodillos metálicos en dos ejes, de dos o tres ejes con rodillos tándem, considerando que este equipo serán ligeros, autopropulsados, reversibles, con el fin de evitar que el material pétreo se adhiera a los rodillos; para la limpieza se considerara una barredora que tenga una escoba rotatoria autopropulsada.

En las siguientes figuras 2.14, 2.15 y 2.16 se muestran de manera fotográfica los principales procesos de construcción de la carpeta asfáltica de riegos.

Figura 2.14



Figura 2.15



Figura 2.16





Carpeta asfáltica de un riego. El procedimiento para la construcción de este tipo de carpeta es la siguiente:

- Se barre la base impregnada.
- Sobre la base ya seca se realiza un riego de material asfáltico.
- Se cubre con algunos de los materiales pétreos 3-A o 3-E
- Se rastrea y se plancha el material pétreo.
- Se deja transcurrir tres días y se barre y recoge el material sobrante.

A continuación en la tabla 2.2 se muestran la denominación de los materiales pétreos a utilizar para carpetas de un riego.

Tabla 2.2.

DENOMINACION DE MATERIAL PETREO	QUE PASE POR LA MALLA	Y QUE SE RETENGA EN LA MALLA
1	1"	1/2"
2	1/2"	1/4"
3-A	3/8"	NUM. 8
3-B	1/4"	NUM. 8
3-E	3/8"	NUM. 4

Carpeta de dos riegos. De acuerdo con Mier (1987), el procedimiento para la construcción de este tipo de carpeta es:

- Se barre la base impregnada.
- Sobre la base seca se realiza un riego de material asfáltico.
- Se cubre la superficie con material pétreo numero 2
- Se rastrea y plancha el material.
- Se vuelve a cubrir el área con material asfáltico del tipo y de la cantidad fijada.
- Se cubre en seguida con material pétreo 3-B.

- Se deja transcurrir tres días se recolecta el material 3-B excedente que no se adhirió al material asfáltico del segundo riego.

A continuación en la tabla 2.3 se muestran la dosificación de materiales para la carpeta de dos riegos.

Tabla 2.3

CONCEPTO	DENOMINACION DEL MATERIAL PETREO	
	1ER RIEGO	2DO RIEGO
<b>I. MATERIAL PETREO</b>		
1) GRANULOMETRIA	NUMERO 2	NUMERO 3-B
A)QUE PASA POR LA MALLA	1/2"	1/4"
B)QUE SE RETENGA EN LA MALLA	1/4"	NUMERO 8
2,DOSIFICACIONES (LTS/M2)	8--12	6--8
<b>II. MATERIAL ASFALTICO</b>		
1)CEMENTO ASFALTICO (LTS/M2)	0,6-1,1	0,8-1,1
2) FR-3	0,8-1,5	1,1-1,5
3) FR-4	0,8-1,4	1,0-1,4
4) EMULSION CATIONICA O ANIONICA	0,8-1,0	1,0-1,5

Se considera que la tolerancia del material numero 2 debe pasar por la malla de 3/4"; el 95 % como mínimo deberá pasar por la malla de 1/2"; en la malla de 1/4" se deberá retener como mínimo el 95 %, y en la malla numero 8 el 100 %.

También en referencia con el material 3-B se podrá aceptar hasta un 5 % del material no pasado en la malla de 1/4", siempre y cuando el diámetro de las partículas no sean mayores de 3/8"; del material que pase por la malla numero 8 se podrá aceptar hasta el 10 %, siempre que este se retenga totalmente en la malla numero 40.

Carpeta de tres riegos. De acuerdo con Mier (1987), el procedimiento para la construcción de este tipo de carpeta es:

- Sobre la base impregnada se limpia, y se da el primer riego asfáltico.

- Se cubre con material pétreo numero 1.
- Se rastrea, después se compacta con equipo de compactación.
- Se realiza el segundo riego asfáltico.
- Se cubre con material pétreo del numero 2.
- Se rastrea el área.
- Se compacta, dando dos pasadas con el equipo de compactación en toda el área.
- Se abre al transito 6 horas después, el transito estará abierto durante 15 días.
- Se barre para retirar el material pétreo no adherido.
- Se aplica el tercer riego asfáltico con equipo de petrolizada
- Se cubre el área con material pétreo del número 3-E.
- Se compacta el área con equipo de compactación.
- Se rastrea, se compacta y se barre el material sobrante.

En la tabla siguiente 2.4 se muestran las dosificaciones de los materiales pétreos para la realización de la carpeta de tres riegos.

CONCEPTO	DENOMINACION DEL MATERIAL PETREO		
	1ER RIEGO	2DO RIEGO	3ER RIEGO
<b>I. MATERIAL PETREO</b>			
1) GRANULOMETRIA	NUMERO 1	NUMERO 3	3-B
A)QUE PASA POR LA MALLA	1"	1/2"	1/4"
B)QUE SE RETENGA EN LA MALLA	1/2"	1/4"	NUMERO 8
2),DOSIFICACIONES (LTS/M2)	20-25	8--12	6--8
<b>II. MATERIAL ASFALTICO</b>			
1)CEMENTO ASFALTICO (LTS/M2)	0,6-1,1	1,0-1,4	0,7-1,0
2) FR-3	0,8-1,5	1,3-1,9	0,9-1,3
3) FR-4	0,8-1,4	1,2-1,8	0,9-1,2
4) EMULSION CATIONICA O ANIONICA	0,8-1,0	1,0-1,5	1,0-1,5

#### **2.4.2.3.2. Carpetas asfálticas de mezcla en el lugar.**

Se considera que esta carpeta con agregado-material asfáltico, hecha en el lugar de la obra, es una mezcla realizada sobre la capa de base hidráulica en donde previamente ya impregnada, la carpeta asfáltica constituida por material asfáltico rebajado y agregando material acarreado, también se le conoce como mezcla en frío.

De acuerdo con la norma SCT N-CTR-CAR-1-04-007-00, (2000), las carpetas asfálticas con mezcla en el lugar o en frío, son aquellas que se construyen mediante el tendido y compactación de una mezcla de materiales pétreos y un material asfáltico, modificado o no, que puede ser rebajado con solventes o en emulsión.

Según su función y su composición granulométrica, las carpetas asfálticas con mezcla en frío pueden ser:

Carpetas de mezcla asfáltica. Estas se construyen con una superficie de rodamiento uniforme, que este bien drenada, la superficie sea resistente al derrampamiento, sea cómoda y segura, principal mente están constituida por materiales pétreos de granulometría densa y de un producto asfáltico que puede ser una emulsión o un rebajado.

Carpetas de mortero asfáltico. Estas no tienen función estructural y se construyen de igual forma que las carpetas de mezcla asfáltica.

El procedimiento para la construcción de estas carpeta será realizadas en el lugar:

- Para empezar la base deberá estar debidamente preparada e impregnada.

- Se realizan los trabajos con una petrolizadora para aplicar el riego de liga.
- Con la maquinaria motoconformadora se extiende el material pétreo y asfáltico el cual se aplica con la petrolizadora; mezclando varias veces y extendiendo el material hasta tener una mezcla homogénea.
- Cuando el material presente una humedad superior a la absorción o tiene agua superficial, se procederá a orear el material extendiéndolo con la motoconformadora.
- Se curará la mezcla con emulsiones de rompimiento medio o lento.
- Se extenderá en el ancho y con espesor fijado en el proyecto, dichos trabajos se realizarán con motoconformadora.
- Se inician los trabajos de compactado, utilizando un rodillo liso tipo tándem figura 2.18.
- Una vez acomodada la mezcla, se continúa compactando utilizando compactadores de llantas, hasta alcanzar la compactación de 95 % del peso volumétrico máximo.
- Después se empleará un rodillo de plancha lisa para borrar las huellas de las llantas del compactador.

#### **2.4.2.3.3. Carpetas asfálticas de mezcla en caliente.**

“Las carpetas asfálticas con mezcla en caliente, son aquellas que se construyen mediante el tendido y compactación de una mezcla de materiales pétreos y cemento asfáltico, modificado o no, utilizando calor como vehículo de incorporación. Según la granulometría del material pétreo que se utilice, pueden ser de granulometría densa, semiabierta o abierta” (Norma SCT N-CTR-CAR-1-04-006-00; 2000:1).

De acuerdo con las especificaciones generales de construcción de la secretaria de comunicaciones y obras publicas del Estado de Michoacán;(2003), la colocación para la mezcla asfáltica en caliente deberá ser extendida en forma uniforme sobre la base hidráulica debidamente impregnada y limpia, después de haber aplicado el riego de liga la mezcla se aplicara a una temperatura entre 135° C y 150° C.

La temperatura mínima ambiental deberá estar entre 0° C y 15° C, no deberá haber interrupciones de la pavimentadota que es la que coloca la mezcla asfáltica.

La mezcla deberá ser transportada en camiones al lugar de la obra, la pavimentadota deberá colocar en una sola capa (tal como se muestra en la figura 2.17 ), para lograr el espesor de diseño; en caso de que el clima o la dependencia así lo demande el ancho total del pavimento se podrá obtener en dos o mas secciones.

Las juntas transversales y longitudinales deberán hacerse en forma limpia y exacta, con el fin de que se tengan uniones perfectas.

La compactación de la mezcla asfáltica deberá ser después de colocada por la pavimentadota y cuando se encuentre a la temperatura de entre 90° C y 100° C; el peso máximo del rodillo será de entre 10 y 12 toneladas, y serán conducidos a una velocidad sin exceder los 5 km7h.

Los trabajos de compactación se procederá del nivel mas bajo al mas alto, realizándose por bandas y con el traslape adecuado figura 2.18.

En caso de que al compactar la mezcla asfáltica se desplace lateralmente se deberá tomar la temperatura hasta que no exista desplazamiento se podrá continuar con la compactación de la capa de la carpeta asfáltica.

Figura 2.17.



Figura 2.18.



## 2.5. Materiales asfálticos.

De acuerdo con Mier (1987), se consideran que son materiales bituminosos con propiedades aglutinantes, sólidos o líquidos utilizados en riegos de impregnación, riegos de liga y sello, en la elaboración de carpetas asfálticas y de morteros; o bien para estabilizar bases o sub-bases.

Los materiales asfálticos se clasifican en cementos asfálticos, emulsiones asfálticas y asfaltos rebajados; esto dependiendo del vehículo que se emplee para su incorporación o aplicación, tal y como se representa en la siguiente tabla 2.5.

Tabla 2.5.

Material asfáltico	Vehículo para su aplicación	Usos más comunes
Cemento asfáltico	Calor	Se utiliza en la elaboración en caliente de carpetas, morteros y estabilizaciones, así como elemento base para la fabricación de emulsiones asfálticas y asfaltos rebajados.
Emulsión asfáltica	Agua	Se utiliza en la elaboración en frío de carpetas, morteros, riegos y estabilizaciones
Asfalto rebajado	Solventes	Se utiliza en la elaboración en frío de carpetas y para la impregnación de subbases y bases hidráulicas.

### 2.5.1. Cementos asfálticos.

El cemento asfáltico son obtenidos del petróleo debido al proceso de destilación para poder eliminar los solventes volátiles y parte de sus aceites; la viscosidad varia con su temperatura y entre sus componentes.

Las resinas producen adherencia con los materiales pétreos, siendo excelentes ligantes, pues al ser calentados se licuan, por lo que les permite cubrir totalmente las partículas del petróleo.

En la tabla 2.6 se muestra la clasificación de los cementos asfálticos, según con su viscosidad dinámica de 60<sup>o</sup> Celsius; en dicha tabla se marcan los usos.

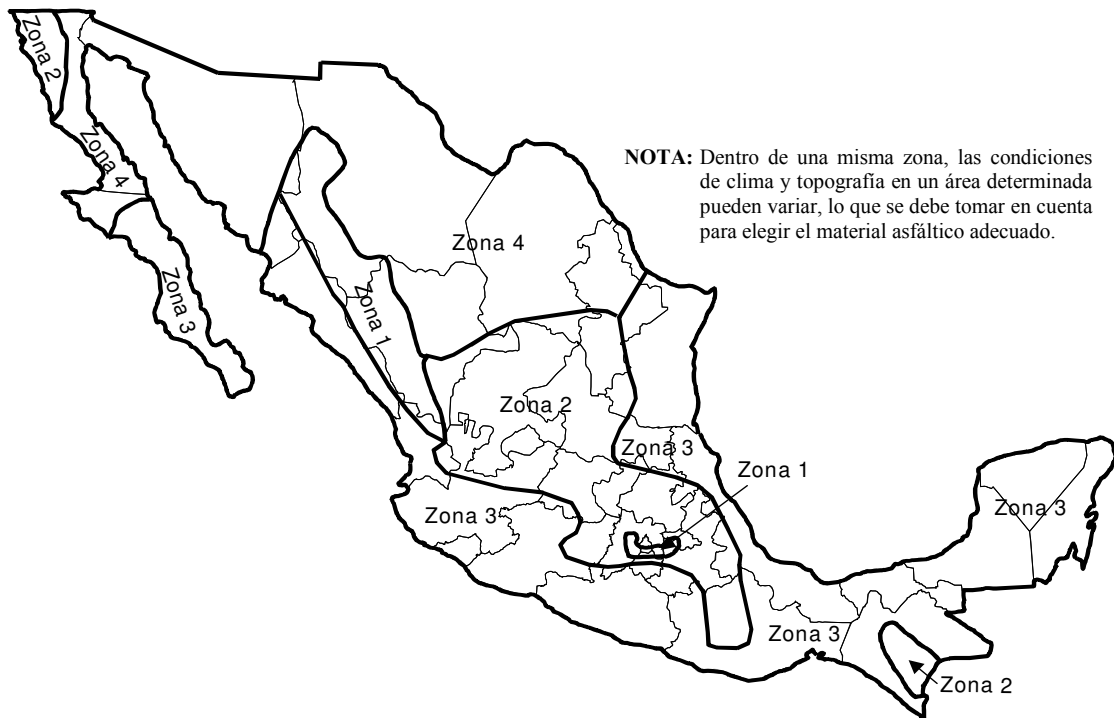
Tabla 2.6.

Clasificación	Viscosidad a 60°C Pa-s (P [1])	Usos más comunes
AC-5	50 ± 10 (500 ± 100)	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la elaboración de carpetas de mezcla en caliente dentro de las regiones indicadas como Zona 1.</li> <li>En la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen para riegos de impregnación, de liga y poreo con arena, así como en estabilizaciones</li> </ul>
AC-10	100 ± 20 (1 000 ± 200)	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la elaboración de carpetas de mezcla en caliente dentro de las regiones indicadas como Zona 2</li> <li>En la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen en carpetas y morteros de mezcla en frío, así como en carpetas por el sistema de riegos, dentro de las regiones indicadas como Zona 1</li> </ul>
AC-20	200 ± 40 (2 000 ± 400)	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la elaboración de carpetas de mezcla en caliente dentro de las regiones indicadas como Zona 3.</li> <li>En la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen en carpetas y morteros de mezcla en frío, así como en carpetas por el sistema de riegos, dentro de las regiones indicadas como Zona 2</li> </ul>
AC-30	300 ± 60 (3 000 ± 600)	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la elaboración de carpetas de mezcla en caliente dentro de las regiones indicadas como Zona 4 .</li> <li>En la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen en carpetas y morteros de mezcla en frío, así como en carpetas por el sistema de riegos, dentro de las regiones indicadas como Zonas 3 y 4</li> <li>En la elaboración de asfaltos rebajados en general, para utilizarse en carpetas de mezcla en frío, así como en riegos de impregnación.</li> </ul>



En la figura 2.19 se muestra las regiones geográficas para la utilización de asfaltos clasificados según su viscosidad dinámica a 60º Celsius.

Figura 2.19.



### 2.5.2. Emulsiones asfálticas.

Se considera que las emulsiones asfálticas son materiales líquidos estables, constituidos por dos fases; una es la que esta formada por agua que se le conoce como continua y la otra es la que esta por pequeños glóbulos de cemento asfáltico que se le conoce como fase discontinua.

De acuerdo con el documento técnico No. 23 de la SCT, (2001), Las emulsiones asfálticas pueden ser clasificadas de acuerdo al tipo de emulgente usado.

Emulsiones aniónicas En este tipo de emulsiones el agente emulsificante le confiere una polaridad negativa a los glóbulos, o sea que éstos adquieren una carga negativa.

Emulsiones catiónicas En este tipo de emulsiones el agente emulsificante le confiere una polaridad positiva a los glóbulos, o sea que éstos adquieren una carga positiva.

Respecto a la estabilidad de las emulsiones asfálticas, éstas se pueden clasificar en los siguientes tipos:

Rompimiento rápido Estas se utilizan para riegos de liga y carpetas por el sistema de riegos (con excepción de la emulsión conocida como ECR-60), la cual no se debe utilizar en la elaboración de estas últimas.

Rompimiento medio Estas normalmente se emplean para carpetas de mezcla en frío elaboradas en planta, especialmente cuando el contenido de finos es menor o igual al 2%, así como en trabajos de conservación tales como bacheos, renivelaciones y sobrecarpetas.

Rompimiento lento Estas se emplean para carpetas de mezcla en frío elaboradas en planta y para estabilizaciones asfálticas.

Para impregnación. Estas se utilizan para impregnaciones de sub-bases y/o bases hidráulicas.

Súper Estables. Estas se emplean en la estabilización de materiales y en la recuperación de pavimentos.

En la tabla 2.7 se muestran según el contenido de asfalto en la emulsión, su tipo y polaridad, las emulsiones asfálticas.

Tabla 2.7.

**Clasificación de las Emulsiones Asfálticas**

<b>Clasificación</b>	<b>Contenido de Asfalto (% en masa)</b>	<b>Tipo de Rompimiento</b>	<b>Polaridad</b>
EAR-55	55	Rápido	Aniónica
EAR-60	60	Rápido	Aniónica
EAM-60	60	Medio	Aniónica
EAM-65	65	Medio	Aniónica
EAL-55	55	Lento	Aniónica
EAL-60	60	Lento	Aniónica
EAI-60	60	Para Impregnación	Aniónica
ECR-60	60	Rápido	Catiónica
ECR-65	65	Rápido	Catiónica
ECR-70	70	Rápido	Catiónica
ECM-65	65	Medio	Catiónica
ECL-65	65	Lento	Catiónica
ECI-60	60	Para Impregnación	Catiónica
ECS-60	60	Sobre-Estabilizada	Catiónica

**2.5.3. Asfalto rebajado.**

De acuerdo con la norma N-CTM-4-05-001/00, SCT (2000), se considera que los asfaltos rebajados son líquidos compuestos por cementos asfálticos y un solvente, dichos asfaltos rebajados se clasifican según su fraguado tal como se indica en la tabla 2.8 de esta norma; estos asfaltos regularmente se utilizan para la elaboración de carpetas de mezcla en frío, así como en impregnaciones de bases y sub-bases hidráulicas.

Figura 2.8.

<b>Clasificación</b>	<b>Velocidad de fraguado</b>	<b>Tipo de solvente</b>
FR-3	Rápida	Nafta, gasolina
FM-1	Media	Queroseno

**2.5.4. Requisitos de calidad para los materiales asfálticos.**

De acuerdo con la norma N-CTM-4-05-001/00, SCT (2000), los cementos asfálticos deben satisfacer los requisitos de calidad mostrados en la tabla 2.9 clasificado por viscosidad dinámica a 60° C.

Para las emulsiones asfálticas se tienen que satisfacer los requisitos que se muestran en las tablas siguientes; para emulsiones asfálticas aniónicas se marcan en la tabla 2.10 y para las emulsiones catiónicas se marcan en la tabla 2.11.

Para los asfaltos rebajados los requisitos mínimos están marcados en la tabla 2.12.

En general para los materiales asfálticos, en el número y con la periodicidad que se establezca en el proyecto, se verificaran las características marcadas en la tabla 2.13, con el fin de constatar los valores establecidos y será motivo de rechazo el incumplimiento de cualquier característica.

Tabla 2.9.

Características	CLASIFICACIÓN			
	AC-5	AC-10	AC-20	AC-30
<b>Del cemento asfáltico original:</b>				
Viscosidad dinámica a 60°C; Pa·s (P <sup>III</sup> )	50 ± 10 (500 ± 100)	100 ± 20 (1 000 ± 200)	200 ± 40 (2 000 ± 400)	300 ± 60 (3 000 ± 600)
Viscosidad cinemática a 135°C; mm <sup>2</sup> /s, mínimo (1 mm <sup>2</sup> /s = 1 centistoke)	175	250	300	350
Viscosidad Saybolt-Furol a 135 °C; s, mínimo	80	110	120	150
Penetración a 25°C, 100 g, 5 s; 10 <sup>-1</sup> mm, mínimo	140	80	60	50
Punto de inflamación Cleveland; °C, mínimo	177	219	232	232
Solubilidad; %, mínimo	99	99	99	99
Punto de reblandecimiento; °C	37 - 43	45 - 52	48 - 56	50 - 58
<b>Del residuo de la prueba de la película delgada:</b>				
Pérdida por calentamiento; %, máximo	1	0,5	0,5	0,5
Viscosidad dinámica a 60°C; Pa·s (P <sup>III</sup> ), máximo	200 (2 000)	400 (4 000)	800 (8 000)	1 200 (12 000)
Ductilidad a 25°C y 5 cm/min; cm, mínimo	100	75	50	40
Penetración retenida a 25 °C; %, mínimo	46	50	54	58

[1] Poises

Tabla 2.10

Características	Clasificación						
	EAR-55	EAR-60	EAM-60	EAM-65	EAL-55	EAL-60	EAI-60
<b>De la emulsión:</b>							
Contenido de cemento asfáltico en masa; %, mínimo	55	60	60	65	55	60	60
Viscosidad Saybolt-Furol a 25°C; s, mínimo	5	---	---	---	20	20	5
Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C; s, mínimo	---	40	50	25	---	---	---
Asentamiento en 5 días; diferencia en %, máximo	5	5	5	5	5	5	5
Retenido en malla N° 20 en la prueba del tamiz; %, máximo	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Pasa malla N° 20 y se retiene en malla N° 60 en la prueba del tamiz; %, máximo	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Cubrimiento del agregado seco; %, mínimo	---	---	90	90	90	90	---
Cubrimiento del agregado húmedo; %, mínimo	---	---	75	75	75	75	---
Miscibilidad con cemento Portland; %, máximo	---	---	---	---	2	2	---
Carga eléctrica de las partículas	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Demulsibilidad; %	60 mín	50 mín	30 máx	30 máx	---	---	---
<b>Del residuo de la destilación</b>							
Viscosidad dinámica a 60°C; Pa·s (P <sup>[1]</sup> )	50 ± 10 (500 ± 100)	100 ± 20 (1 000 ± 200)	50 ± 10 (500 ± 100)	100 ± 20 (1 000 ± 200)	50 ± 10 (500 ± 100)	100 ± 20 (1 000 ± 200)	50 ± 10 (500 ± 100)
Penetración a 25°C, en 100 g y 5 s; 10 <sup>-1</sup> mm	100-200	50-90	100-200	50-90	100-200	50-90	150-250
Solubilidad; %, mínimo	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5
Ductilidad a 25°C; cm, mínimo	40	40	40	40	40	40	40

[1] Poises

Tabla 2.11

Características	Clasificación						
	ECR-60	ECR-65	ECR-70	ECM-65	ECL-65	ECL-45	ECS-60
<b>De la emulsión:</b>							
Contenido de cemento asfáltico en masa; %, mínimo	60	65	68	65	65	60	60
Viscosidad Saybolt-Furol a 25°C; s, mínimo	---	---	---	---	25	5	25
Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C; s, mínimo	5	40	50	25	---	---	---
Asentamiento en 5 días; diferencia en %, máximo	5	5	5	5	5	10	5
Retenido en malla N° 20 en la prueba del tamiz; %, máx	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Pasa malla N° 20 y se retiene en malla N° 60 en la prueba del tamiz; %, máximo	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Cubrimiento del agregado seco; %, mínimo	---	---	---	90	90	---	90
Cubrimiento del agregado húmedo; %, mínimo	---	---	---	75	75	---	75
Carga eléctrica de las partículas	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Disolvente en volumen; %, máximo	---	3	3	5	---	15	---
Índice de ruptura; %	< 100	< 100	< 100	80-140	> 120	---	> 120
<b>Del residuo de la destilación</b>							
Viscosidad dinámica a 60°C; Pa·s (P <sup>[1]</sup> )	50 ± 10 (500 ± 100)	50 ± 10 (500 ± 100)	50 ± 10 (500 ± 100)	50 ± 10 (500 ± 100)	50 ± 10 (500 ± 100)	50 ± 10 (500 ± 100)	50 ± 10 (500 ± 100)
Penetración <sup>[2]</sup> a 25°C, en 100 g y 5 s; 10 <sup>-1</sup> mm	110-250	110-250	110-250	100-250	100-250	100-400	100-250
Solubilidad; %, mínimo	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	---
Ductilidad a 25°C; cm, mínimo	40	40	40	40	40	40	---

[1] Poises

[2] En climas que alcancen temperaturas iguales o mayores de 40°C, la penetración en el residuo de la destilación de las emulsiones ECR-65, ECR-70, ECM-65 y ECL-65, en el proyecto se puede considerar de 50 a 90 × 10<sup>-1</sup> mm.

Tabla 2.12

Características	Grado	
	FM-1	FR-3
<b>Del asfalto rebajado</b>		
Punto de inflamación Tag; °C, mínimo	38	27
Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C; s	75 - 150	---
Viscosidad Saybolt-Furol a 60°C; s	---	250 - 500
Contenido de solvente por destilación a 360°C, en volumen; %		
Hasta 225°C	20 máx	25 mín
Hasta 260°C	25 – 65	55 mín
Hasta 315°C	70 - 90	83 mín
Contenido de cemento asfáltico por destilación a 360°C, en volumen, %, mínimo	60	73
Contenido de agua por destilación a 360°C, en volumen, %, máximo	0,2	0,2
<b>Del residuo de la destilación</b>		
Viscosidad dinámica a 60°C; Pa·s (P <sup>II</sup> ), máximo	200 ± 40 (2 000 ± 400)	200 ± 40 (2 000 ± 400)
Penetración a 25°C, en 100 g y 5 s; 10 <sup>-1</sup> mm	120 – 300	80 – 120
Ductilidad a 25°C; cm, mínimo	100	100
Solubilidad; %, mínimo	99,5	99,5

[1] Poises

Tabla 2.13

CEMENTOS ASFÁLTICOS	Emulsiones asfálticas	Asfaltos rebajados
<b>En el cemento asfáltico original:</b>	<b>En la emulsión:</b>	<b>En el asfalto rebajado:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Viscosidad dinámica a 60°C</li> <li>•Punto de inflamación Cleveland</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Contenido de cemento asfáltico en masa</li> <li>•Viscosidad Saybolt-Furol a 25 y 50°C</li> <li>•Cubrimiento del agregado seco y húmedo</li> <li>•Carga eléctrica de las partículas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Punto de inflamación Tag</li> <li>•Viscosidad Saybolt-Furol a 25 y 50°C</li> <li>•Contenido de solvente por destilación a 360°C</li> <li>•Contenido de cemento asfáltico por destilación a 360°C</li> </ul>
<b>En el residuo de la película delgada:</b>	<b>En el residuo de la destilación</b>	<b>En el residuo de la destilación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Viscosidad dinámica a 60°C</li> <li>•Pérdida por calentamiento</li> <li>•Ductilidad a 25°C y 5 cm/min</li> <li>•Penetración a 25°C, 100 g, 5 s</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Viscosidad dinámica a 60°C</li> <li>•Ductilidad a 25°C y 5 cm/min</li> <li>•Penetración a 25°C, 100 g, 5 s</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Viscosidad dinámica a 60°C</li> <li>•Ductilidad a 25°C y 5 cm/min</li> <li>•Penetración a 25°C, 100 g, 5 s</li> </ul>

## 2.6. La compactación de suelos en obras de caminos.

De acuerdo con las consideraciones sobre compactación de suelos en obras de infraestructura de transporte, de la SCT (1992), la compactación es un proceso mecánico destinado a mejorar las características de comportamiento de los materiales pétreos que constituyen la sección estructural de las carreteras, los ferrocarriles o las aeropistas. Con el fin de que un suelo estructurado tenga un comportamiento adecuado durante su vida útil, el agua es un material importante

para la ejecución de la compactación ya que con este material existe un contenido óptimo que produce el máximo peso volumétrico seco.

### **2.6.1. La compactación como técnica de trabajo de campo.**

Se considera que la compactación es una manera de aplicar energía al suelo.


De acuerdo con las consideraciones sobre compactación de suelos en obras de infraestructura de transporte, de la SCT (1992), es evidente que la compactación de los suelos es una técnica de trabajo de campo, el proceso de compactación en el campo debe conducirse para responder a una pregunta fundamental de ¿Qué equipo habrá de emplearse y operaciones a realizar para alcanzar la compactación deseada?

Como es sabido existen diversos modos de compactar materiales en el campo. Los utilizados al presente se suelen clasificar en las siguientes categorías:

- -Por amasado
- -Por presión
- -Por impacto
- -Por vibración
- -Por métodos mixtos

En la tabla 2.14 se presentan algunas indicaciones en relación a la elección de equipos de compactación en los diferentes casos de la práctica. Se trata naturalmente de indicaciones de carácter general, que no pueden excusar la consideración de las características especiales de cada obra en el diseño del proceso de compactación que a ella corresponda, para llegar a los resultados mejores que sea posible.

Tabla 2.14.



SÍMBOLO SUCS	MATERIAL	TRAMPER AUTOPROPULSADO	TRAMPER REMOLCADO	PATA DE CABRA AUTOPROPULSADO	PATA DE CABRA REMOLCADO	LISO VIBRATORIO PEQUEÑO	LISO VIBRATORIO PESADO	PATA DE CABRA VIBRATORIO, PEQUEÑO	PATA DE CABRA VIBRATORIO, PESADO	NEUMÁTICO LIGERO	NEUMÁTICO PESADO
	GRANULAR LIMPIO					1	1			3	2
	GRANULAR CON POCOS FINOS	1	1			1	1	2	2		2
	ROCA	2	2				1		2		
GW, GP, S W	ARENA, GRAVA					1	1	2	2		2
SP	ARENA UNIFORMA					1	1	2	2		3
SM, GM	ARENAS O GRAVAS LIMOSAS	1	1	4	4	3	3	2	2		2
ML, MH	LIMOS	1	1	2	2			3	3		2
GC, SC	ARENAS O GRAVAS ARCILLOSAS	1	1	2	2			3	3		2
CH, CL	ARCILLAS	1	1	2	2				3		3

## 2.6.2. Factores que influyen en la compactación de los suelos.

De acuerdo con las consideraciones sobre compactación de suelos en obras de infraestructura de transporte, de la SCT (1992), se tiene que la compactación depende de una serie de características y condicionantes propias del método de compactación que se utilice, de las condiciones en que se ponga el suelo antes de compactarlo y otras que se mencionan en este inciso. En rigor esas características siguen siendo válidas para los procesos de compactación en el laboratorio.

La naturaleza del suelo Es altamente influyente en el proceso, prevalece la esencial diferencia entre los suelos de estructura simple y forma equidimensional, comúnmente denominados gravas, arenas y limos no plásticos y los suelos de formas generalmente laminares y limos plásticos o arcillas.

La energía La fórmula que proporciona el valor de la energía específica en ese caso es:



$$E_e = \frac{N n W h}{V} \quad \left( \frac{\text{Kg} \cdot \text{cm}}{\text{cm}^3} \right)$$

Donde:

$E_e$ , es la energía específica, medida en unidades apropiadas en relación con una unidad de volumen del terreno al que se está entregando esa energía.

$N$ , es el número de golpes del pisón compactador que se dá a cada una de las capas en que se acomoda al suelo en el molde de compactación que se utiliza en el laboratorio.

$n$ , es el número de capas que se dispone para llenar el molde.

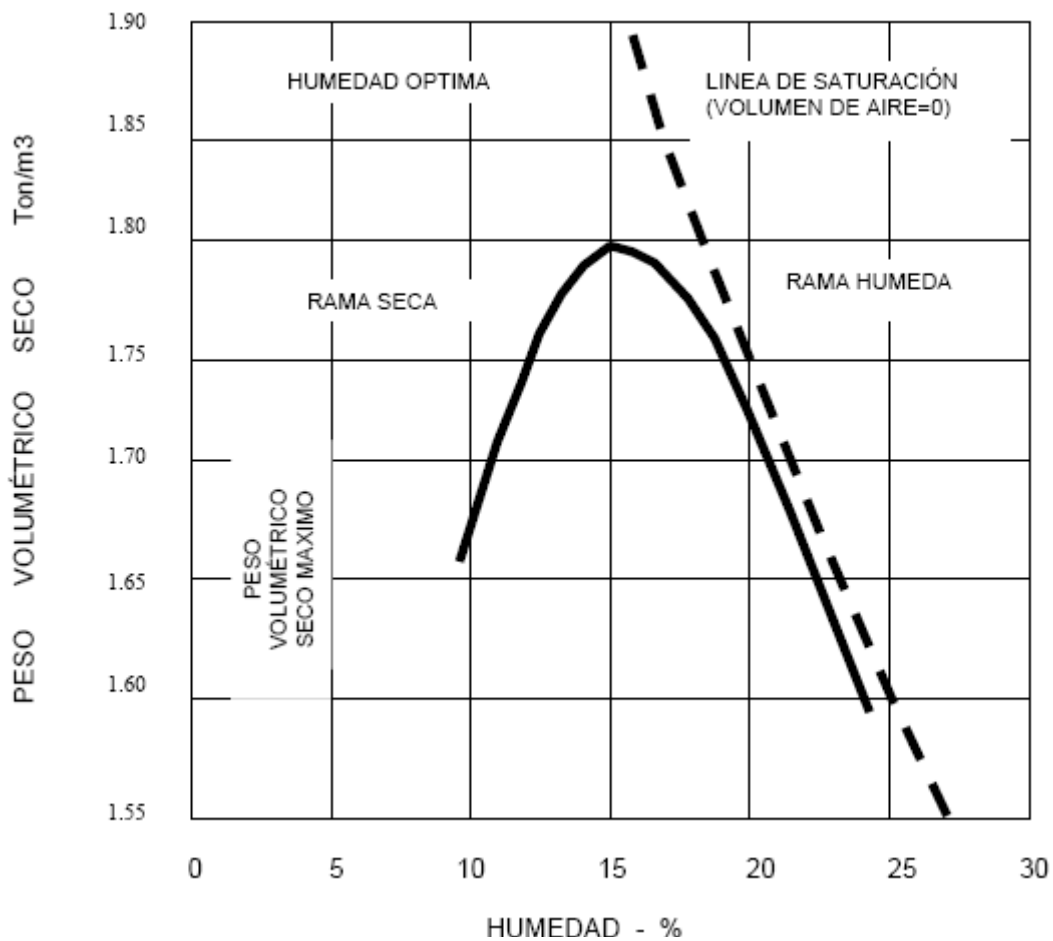
$W$ , es el peso del pisón compactador.

$h$ , es la altura de caída del pisón al aplicar los impactos al suelo.

$V$ , es el volumen total del suelo compactado, generalmente igual al del molde empleado para compactar.

El contenido de agua Se refiere a la que con que se compacta el suelo tiene una influencia determinante, tanto en los procesos de compactación de campo como en el laboratorio. Esta influencia fué ya reconocida por Proctor, en la figura 2.20 se muestra la bien conocida relación que se establece entre el peso volumétrico seco del suelo compactado y el contenido de agua del mismo, cuando se emplea una cierta energía de compactación. La curva de compactación presenta formas relativamente similares para los diversos modos de compactar. La figura 2.20 explica la adopción de los familiares conceptos de peso volumétrico seco máximo alcanzado por el proceso y la humedad óptima, que produce dicho máximo.

Figura 2.20.



### 2.6.3. Métodos de compactación en campo.

Se considera que la compactación de los suelos en campo se puede realizar de cuatro formas diferentes y estas se realizan al aplicar la energía de compactación.

#### 2.6.3.1. Compactación por amasado.

Se considera que este tipo de compactación se realiza con el equipo que se le conoce como compactador con rodillos de pata de cabra ya que los rodillos patas pata de cabra compactan concentrando grandes presiones en las áreas de apoyo relativamente pequeñas de sus vástagos; éstos penetran profundamente en la capa suelta tendida, especialmente en las primeras pasadas y esta penetración va siendo menor a medida que se densifica la capa. De esta manera

el rodillo pata de cabra va compactando a la capa tendida de abajo hacia arriba, característica única en los rodillos de compactación, en la siguiente tabla 2.15 se presenta un resumen de distintas fuentes en relación con el efecto de la presión de contacto bajo los vástagos en los grados de compactación obtenidos para varios suelos, considerando también variaciones en el área de contacto de los vástagos y en el número de pasadas.

Tabla 2.15.

Rodillos pata de cabra. Efecto de la presión de contacto en el peso volumétrico seco máximo.

Tipo de suelo	presión de Contacto Kg/cm2	Area de contacto cm2	No. de pasadas	Grado de compactación Obtenido, respecto a la Prueba proctor estándar
Arena arcillosa	17.5	43.75	9	99
	31.5	43.75	9	99
Arcilla limosa I	17.5	43.75	8	102
	35.0	43.75	8	101
	52.5	43.75	8	101
Arcilla poco Plástica	8.7	87.5	12	101
	26.2	87.5	12	101
Arcilla plástica	8.0	75.25	64	108
	17.5	31.5	64	108
Arcilla limosa II	8.0	75.25	64	112
	17.5	31.5	64	111
Arcilla arenosa	8.0	75.25	64	104
	17.5	31.5	64	101
Mezclas de grava Arena y arcilla	8.0	75.25	64	100
	17.5	31.5	64	99

En todos los casos el espesor de la capa compactada fue de 15 cm aproximadamente.

### 2.6.3.2. Compactación por presión.

Continuando con las consideraciones sobre compactación de suelos en obras de infraestructura de transporte, de la SCT (1992), Se considera que la compactación de presión se realiza con rodillos lisos y de neumáticos.

Se considera que los rodillos lisos constan de dos tambores montados en un marco su peso varia de 12 a 14 toneladas; los autopropulsados constan de

una rueda delantera y una o dos traseras estos su peso varia de 3 a 13 toneladas. Se considera que el efecto de la compactación con estos rodillos se produce de arriba hacia abajo. El espesor para una capa de material suelto es de 10 a 20 centímetros para un rodillo liso. Estos rodillos también producen un efecto de compactación de amasado pero a escala mucho menor que un rodillo de pata de cabra, ya que el rodillo aplica la misma presión desde la misma pasada.

Existen algunos equipos de compactación de neumáticos autopropulsados que tienen dispositivos que les permite variar la presión de 2.1 a 7 kg/cm<sup>2</sup>, los cuales se utilizan de manera general para capas de subrasantes.

#### **2.6.3.3. Compactación por Impacto.**

De acuerdo con Mier (1987), la compactación por impacto se obtiene de manera mecánica utilizando varios pisonos como las bailarinas, rodillos tipo tamper ya que estos producen un efecto sobre la capa que se compacta.

Se considera que su empleo se limita para zanjas, desplante de cimentaciones, estribos de puentes, rellenos de tuberías o alcantarillas; esto con el fin de que se puedan utilizar en lugares delimitados por espacio o por temor al efecto de su peso excesivo.

Los rodillos tamper operan a velocidades superiores a los 20 Km/hora; su efecto no ha sido suficientemente analizado hasta la fecha, pero parece que sus mejores resultados se logran en suelos finos con abundante contenido de grava y guijarros o en suelos finos residuales, que contengan fragmentos de roca parcialmente intemperizada.

#### **2.6.3.4. Compactación por vibración.**

Se tiene que una compactación por vibración influye de manera importante en la compactación comprendido ente 0.5 a 1.5 veces la frecuencia de vibrar del

suelo. También se considera que la compactación por vibración ayuda a la compactación de capas de mayores espesores.

La compactación más usual incorpora a equipos de compactación convencionales dicho efecto, empleando mecanismos de masas desbalanceadas o de tipo pulsativo que proporcionan el efecto vibratorio al compactador propiamente dicho. Un equipo apropiado debe aplicar presiones suficientemente considerables, lo que se logra aprovechando el peso muerto del equipo más la fuerza dinámica proporcionada por el vibrador; esas fuerzas deben de actuar con la amplitud suficiente y dado, a través de la frecuencia empleada, tiempo para el movimiento de los granos o grumos del suelo; la mayor parte de los equipos vibratorios producen fuerzas verticales.

Se han atribuido al efecto vibratorio cuatro acciones de naturaleza diferente a saber:

- Incremento de la presión por el componente vibrátil.
- La vibración que sufren las partículas.
- Efectos de impacto.
- Acciones repetitivas.

## **2.7. Control de calidad.**

De acuerdo con la norma N-CAL-1-01/00 SCT (2000), durante la construcción de un camino se debe de evaluar las propiedades inherentes y acabados, así como los materiales y equipos que se utilicen durante su ejecución de dichos trabajos.

Este control se comparara con lo especificado en el proyecto, con el fin de determinar oportunamente si el proceso de producción o de construcción es el adecuado; dichas actividades comprenden principalmente el muestreo, las

pruebas de campo y laboratorio, así como los análisis estadísticos de sus resultados, entre otras.

Por lo que se deben de realizar pruebas de campo y de laboratorio para comprobar la calidad de los materiales a utilizar en la realización de la obra.

Se considera que antes de que se inicien los trabajos de obra se deberá de contar con un programa de control de calidad y este deberá ser a la par con el programa de obra de la ejecución de los diferentes conceptos de trabajos de obra civil a ejecutarse.

Se maneja que se debe de contar con el personal profesional, técnico y de apoyo; las instalaciones, equipo y materiales de laboratorio, así como el equipo de transporte, que sean adecuados y suficientes de acuerdo con el programa detallado de verificación de calidad

El personal que ejecute el control de calidad o la verificación de calidad, tenga la capacitación y experiencia suficientes, así como que esté integrado como mínimo por jefe de control de calidad, jefe de verificación de calidad y personal de laboratorio.

Algunas de las pruebas que se realizan para la supervisión y control de calidad para la obra son:

- Pruebas de las rocas. La cual se utiliza principalmente para obtener la humedad actual en rocas, peso volumétrico natural, humedad de absorción en rocas, gravedad específica en rocas y compresión simple en rocas
- Pruebas en agregados gruesos. Con el fin de obtener cuarteo de gravas y arenas, contenido total de humedad por secado, masa específica y absorción de agua del agregado fino, masa específica y absorción de agua

del agregado grueso, modulo de finura de los agregados, resistencia a la abrasión en el agregado grueso o desgaste de los ángeles.

- Pruebas de compactación. Dentro de las pruebas de compactación se realiza las pruebas de proctor estandar, proctor modificada y prueba porter

Se considera que el equipo que se utilice para el control de calidad o para la verificación de calidad, estará en condiciones óptimas para su uso, calibrado, limpio, completo en todas sus partes y que no tenga un desgaste excesivo que pueda alterar significativamente los resultados de las pruebas obtenidas.

## **CAPÍTULO 3**

### **RESUMEN EJECUTIVO DE MACRO Y MICROLOCALIZACIÓN**

En el presente capítulo del trabajo de la investigación se abordará la generalidades del proyecto, resumen ejecutivo, entorno geográfico, informe fotográfico, aforo vehicular y las alternativas de solución; deduciendo el procedimiento de construcción para el buen funcionamiento y comportamiento del camino en estudio.

#### **3.1. Generalidades del proyecto.**

El desarrollo del trabajo de esta investigación para la elaboración de la tesis del diseño del proceso constructivo del camino de la localidad del Durazno – a Cutzato, en el municipio de Uruapan, Mich.

En el tramo de estas dos localidades existen grandes huertas de aguacate, las cuales en su mayoría están registradas como de exportación; además de que esta es una vía de comunicación para las localidades de la zona sur del municipio.

##### **3.1.1. Objetivo.**

Siendo el fin de poder contar con un estudio previo para el buen funcionamiento de esta vía de comunicación tan importante para la parte sur del municipio y de esta zona aguacatera.

Por lo que el principal objetivo de este trabajo de investigación es el de proyectar un buen procedimiento constructivo para la realización de los trabajos de pavimentación con pavimento flexible del camino ya en mención; dicho



procedimiento deberá de cumplir con los requerimientos mínimos de vialidad, seguridad para que brinde comodidad al usuario que transitara por esta vía.

### **3.1.2. Alcance del proyecto.**

El poder contar con un trabajo de investigación del camino, esto permitirá conocer el monto de la obra a ejecutar y así poder que las localidades puedan realizar los tramites necesarios con las dependencias de gobierno para poder financiar la realización de la obra.

Dentro de las principales localidades beneficiarias son las de el Durazno y Cutzato ya que estas quedarán comunicadas con la cabecera municipal de Uruapan, también se logra a beneficiar a grandes huertas de aguacate que están por esta región; e indirectamente se beneficia a una gran parte de localidades que se encuentran en la parte sur del municipio de Uruapan tales como las localidades de Chimilpa, Betania, Caratacua, Orapondiro, San Martin Buenos Aires, entre otras y que utilizan este camino para llegar a la cabecera municipal.

En general la ejecución de este proyecto vendrá a beneficiar económicamente a esta región del municipio ya que se cuenta con una gran extensión de huertas de aguacate.

### **3.2. Resumen ejecutivo.**

Dentro del trabajo de investigación para el diseño del proceso constructivo del camino se realizó una visita al sitio y se logró visualizar que actualmente existen problemas severos en la superficie de rodamiento además de deformaciones que al circular son notables y riesgosas para el usuario que transita por esta vía.

Por lo que en base al estudio topográfico realizaron los trabajos de ingeniería necesarios para el diseño del proceso constructivo, así como la volumétrica para poder presupuestar los costos de obra. Con el fin de representar gráficamente el estado actual del camino se realizó un informe fotográfico para reconocer las fallas estructurales, estado de la superficie de rodamiento y los diferentes tipos de vehículos que circulan como el aforo vehicular que presenta actualmente.

Se tiene el antecedente de gente que vive en el lugar de que hace ya aproximadamente 25 años este camino fue asfaltado( se realizaron trabajos de terracerías y construcción de un pavimento asfáltico de 3 cm.), pero debido a que ninguna dependencia le dio mantenimiento se deterioró y desde hace 15 años este camino se encuentra en mal estado, sólo se ha revestido con material balastre para poder tapar los baches que se hacen debido a las lluvias, por lo que se alcanza a visualizar que actualmente la capa de sub-base presenta disminución en su espesor, es decir, que en la mayoría del tramo del camino existen fallas por asentamientos y deformaciones longitudinales y transversales las cuales se les conoce como fallas estructurales; por lo que se opta por la necesidad de mejorar la estructura de terracerías de la siguiente manera.

- Del terreno como se encuentra se escarificará y se mejorará el material con material de banco para poder formar la capa de sub-base hidráulica la cual será de 30 cms. de espesor, se compactara al 100 % de su peso volumétrico seco máximo (P.V.M.S.); dicho material de banco se le dará un tratamiento de cribado para obtener material de 2" de diámetro a finos.

- La base hidráulica se realizará con material de banco cumpliendo con la ejecución en lo indicado a las normas vigentes de la secretaria y comunicaciones y transportes, el espesor será de 20 cms.
- La capa de base hidráulica para no perder su humedad se dará un riego de impregnación para lo cual se utilizara emulsión asfáltica de rompimiento lento, el cual será con cemento asfáltico AC-5 en proporción 1.5 a 1.8 lts./m<sup>2</sup>. para la aplicación la superficie de la base hidráulica deberá estar limpia de polvo y seca.
- La carpeta asfáltica será en caliente elaborada en planta de 5 cms. de espesor compactos, aplicada con la máquina pavimentadora; para la elaboración de la mezcla asfáltica se utilizará emulsión asfáltica elaborada con cemento asfáltico AC-20 de rompimiento medio.
- Después se aplica el riego de liga con emulsión asfáltica elaborada con cemento asfáltico AC-5 de rompimiento rápido en proporción de 0.6 lts./m<sup>2</sup>
- La aplicación del riego de sello será con el fin de proporcionar una superficie de rodamiento rustica de desgaste y antiderrapante, el cual se aplicara con material de ello tipo 3-A; utilizando material de emulsión asfáltica de rompimiento rápido en proporción de 1.7 lts./m<sup>2</sup>.

### **3.3. Entorno geográfico.**

En el presente subcapitulo se manejará la ubicación del tramo del camino con la macro y micro localización, se vera la topografía del lugar, geología, hidrológica y el uso del suelo. La población de la localidad de el Durazno en base al INEGI es de 250 habitantes, mientras que en Cutzato es de 965 habitantes; la principal economía de estos dos localidades es la agricultura ya que cuentan con una gran extensión de huerta de aguacate.

### 3.3.1. Macro localización.

En la siguiente figura 3.1 se representa la macro localización del estado de Michoacán en el territorio de la república Mexicana.

Figura 3.1



El estado de Michoacán localizado en la costa oeste del país, el estado abarca un área de 58,643 km<sup>2</sup> y tiene un litoral de 247 km. De extensión. Colinda al norte con Jalisco, Guanajuato y Querétaro de Arteaga; al este con el estado de México y Guerrero; al suroeste con el océano pacifico, y al oeste con Colima y Jalisco. El estado de Michoacán esta dividido en 113 municipios.

Figura 3.2



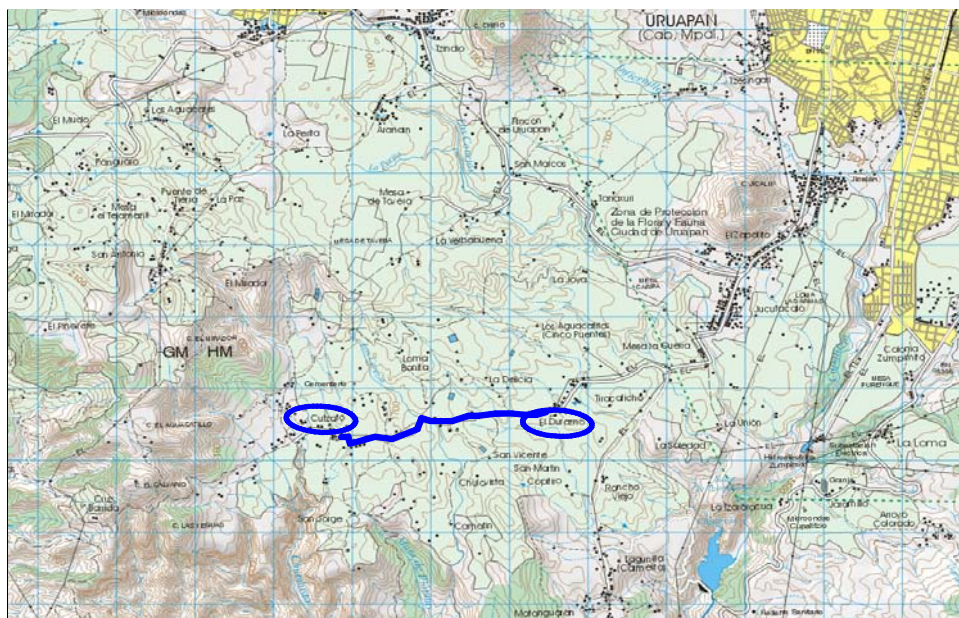
En la figura 3.2 se representa el territorio del estado de Michoacán. Uno de los 113 municipios del estado de Michoacán es

el de Uruapan dentro de este Municipio se encuentra el tramo del camino en estudio.

### 3.3.2. Micro localización.

En la micro localización de observa el tramo del camino en estudio, en la figura 3.3 de la carta topográfica de Uruapan (E13B39) del INEGI. Se esta representando el tramo carretero en estudio el cual esta partiendo de la localidades de el Durazno a Cutzato, teniendo que estas dos localidades estan dentro del municipio de Uruapan, Michoacán.

Figura 3.3.



Como se observa en la micro localización la localidad de El Durazno está al sur-oeste de la cabecera municipal, para llegar al tramo en estudio es entrando por el entronque de la carretera a San Juan Nuevo con la entrada a la localidad de Jucutacato, partiendo de este entronque el tramo en estudio esta a aproximadamente 4.70 kilómetros.

### **3.3.3. Topografía regional.**

En referencia con el municipio de Uruapan este colinda y limita al norte con los municipios de Charapan, Paracho y Nahuatzen; al este con Tingambato, Ziracuaretiro y Taretan; al sur con el municipio de Gabriel Zamora y al oeste con Nuevo Parangaricutiro, Peribán y Los Reyes.

La localidad de el Durazno donde inicia el tramo en el sitio esta ubicada con las coordenadas geográficas de 19° 21' 50" de latitud norte y 102° 6' 28" de longitud oeste con una altura sobre el nivel del mar de 1650 m.s.n.m. y la localidad de Cutzato esta ubicada con las coordenadas geográficas de 19° 21' 40" de latitud norte y 102° 7' 33" de latitud oeste con una altura de 1720 m.s.n.m.

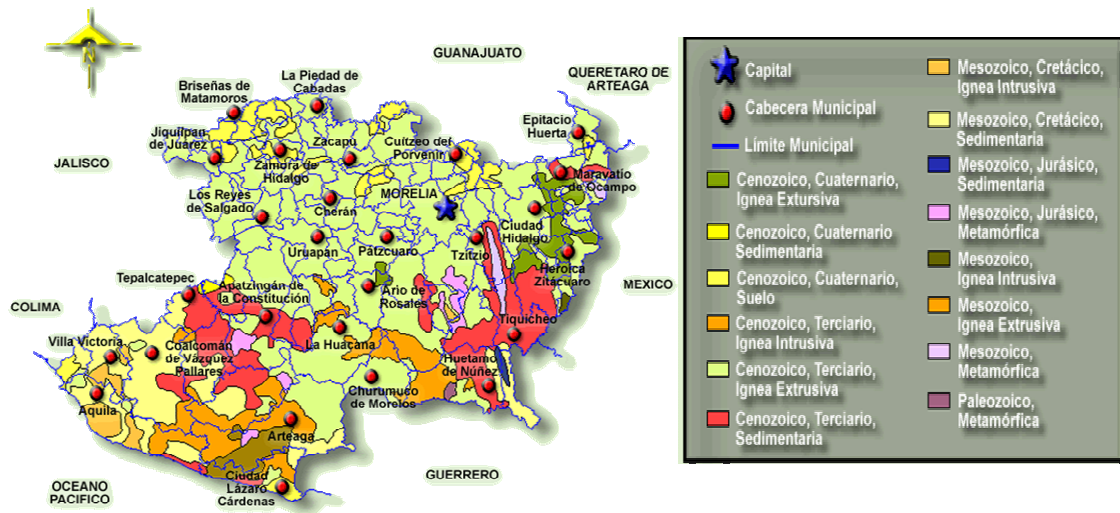
### **3.3.4. Geología regional.**

De acuerdo con Cruickshank (2004), en referencia con el estado de Michoacán representado en la figura 3.4 se tiene que los limites encierran áreas que corresponden a dos provincias fisiográficas del país, la sierra madre del sur y el eje neovolcanico; la primera de ellas limita al norte con el mismo eje neovolcanico; al este con la llanura costera del golfo del sur, las sierras de Chiapas y Guatemala y la cordillera centroamericana; y al sur, al oeste llega al océano pacífico.

Esta región se debe mucho a sus rasgos particulares de su estrecha relación que se tiene con la placa de cocos, que es una de las placas mas móviles que se integran en la corteza terrestre exterior, esta placa se desplaza de 2 a 3 cm. al año; por lo que este efecto provoca una fuerte actividad sísmica en la zona la cual se manifiesta en particular sobre las costas de los estados de guerrero y Oaxaca.

En particular con el municipio de Uruapan se tiene que su relieve lo conforman el sistema volcánico transversal, y los cerros de la Charanda, la Cruz, Jicalan y Magdalena.

Figura 3.4.



### 3.3.5. Hidrológica regional.

Continuando con Cruickshank (2004), en la republica mexicana esta dividida por 31 regiones hidrológicas; el estado de Michoacán está dividido en cuatro regiones hidrológicas de acuerdo con la figura 3.5 las cuales son; la Lerma Santiago, la Armería Coahuayana, la Costa de Michoacán y la Balsas.

El municipio de Uruapan esta dentro de la región del Balsas de acuerdo con la figura 3.5, que a su vez esta dentro de la cuenca del río de Tepalcatepec – Infiernillo comprendida íntegramente en el estado. Sus sub cuencas son el río la Parota, Lago de Zirahuén, Paracho-Nahuatzen, río Cupatitzio, río El Marquez y el Arroyo las Cruces.

La hidrológica del municipio esta constituida por el río Cupatitzio, las presas Caltzontzin, Salto Escondido y Cupatitzio y la cascada conocida como la Tzaráracua; el clima es templado y tropical con lluvias en verano; se tiene una

precipitación pluvial anual mayor a los 1500 mm. en la figura 3.6 se representa la precipitación anual por regiones del estado Michoacán y temperaturas que oscilan entre 8° y los 37.5° centígrados.

Figura 3.5.

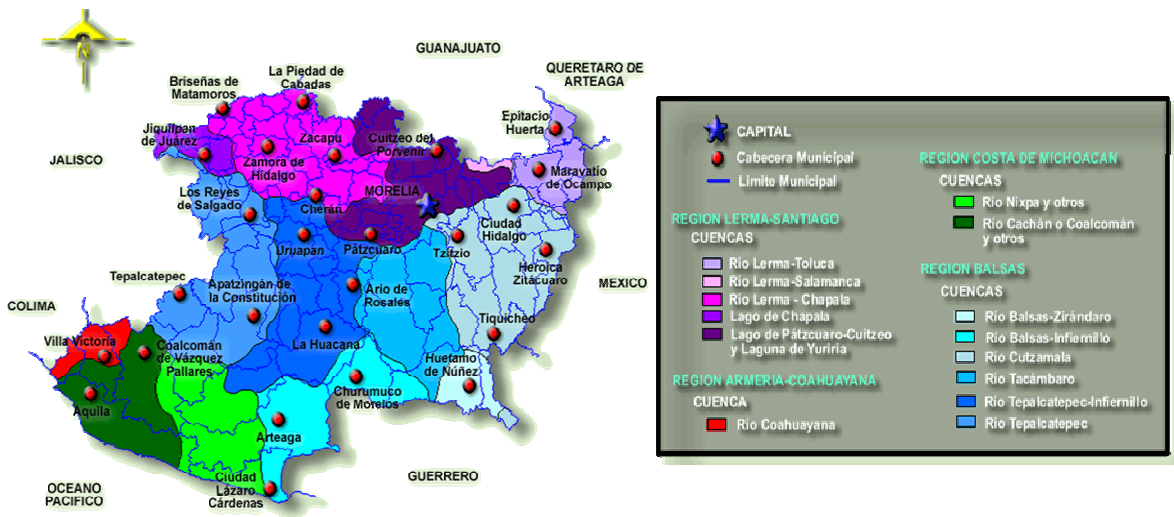


Figura 3.6.



### 3.3.6. Uso de suelo regional.

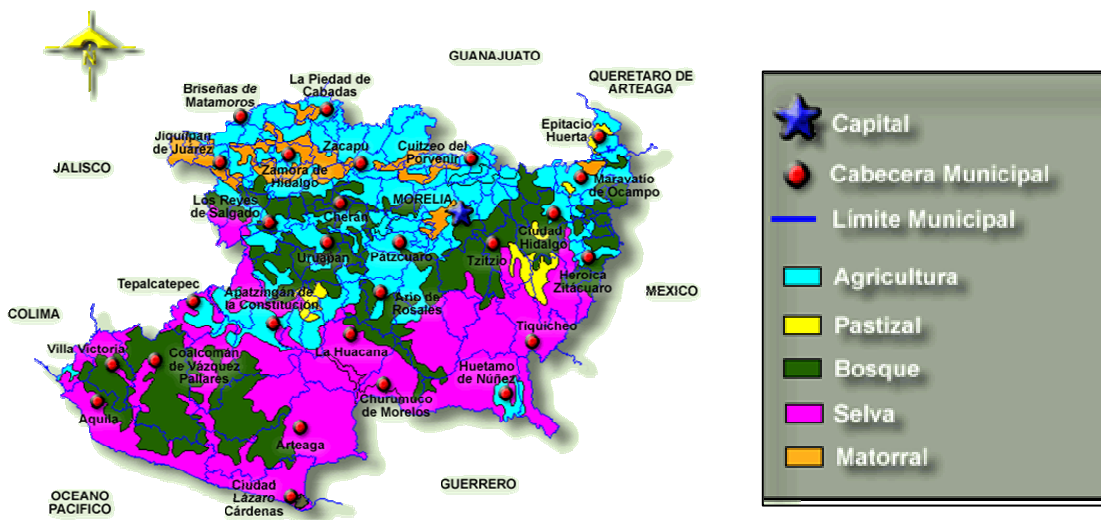
Retomando a Cruickshank (2004), en el municipio de Uruapan dominaba el bosque mixto con pino y encino, y el bosque tropical, con parota, guaje, cascalote, cirian; tal como se visualiza en la figura 3.7. La superficie forestal maderable a



hora esta siendo ocupada por grandes huertas de aguacate, esto debido a la fiebre del llamado oro verde; ya que hace 10 años a la actualidad por la zona sur del municipio y de la región en estudio se han talado criminalmente grandes extensiones de bosque que a hora son huertas de aguacate.

Las principales ramas de la industria son la fabricación de alimentos, elaboración de bebidas, fabricación de calzado e industrialización de cuero, productos de madera corcho, industria de impresión, industria química, fabricación de productos de hule y plástico, fabricación de productos minerales no metálicos, industria metálica básica, fabricación de productos minerales no metálicos, industria metálica básica, fabricación de productos metálicos. La rama artesanal produce objetos laqueados, alfarería, textiles de algodón y diversos artículos de madera.

Figura 3.7.



### 3.4. Informe fotográfico.

El informe fotográfico nos ayuda a conocer y visualizar la situación de la problemática del conflicto y a su vez nos permite proponer soluciones de alternativas adecuadas.

Por lo que en el presente se presenta un informe fotográfico en donde se represente y se visualice el tipo de terreno y sus alrededores, la problemática de drenaje superficial, estado actual del camino, vehículos que transitan y obstáculos principales.

#### **3.4.1. Tipo de terreno y sus alrededores.**

Se tiene un tipo de terreno plano y lomerío en el tramo de estudio de la presente tesis; a lo largo de todo el camino lo único que se puede observar son granes huertas de aguacate.

En la siguiente fotografía 3.1 se visualiza el tipo de vegetación de la región, el cual es de escasez de pinos y la gran extensión de plantíos de árboles frutales de aguacate.

Fotografía 3.1.



#### **3.4.2. Problemática de drenaje superficial.**

En el tramo en estudio se visualiza que el camino carece de drenaje superficial, esto está ocasionando que sea el mayor problema del deterioro del camino; causando grandes deformaciones de la superficie de rodamiento.

Por tal motivo se ve la necesidad de construir obras de drenaje como son cunetas y alcantarillas en los cruces de agua sobre el camino, tal como se observa en la fotografía 3.2.

En la fotografía 3.3 se observa la escasez de de cuneta sobre el camino esto ocasiona el mayor deterioro del área del rodamiento ya que esta provocando que el agua corra por el camino ocasionando grandes deformaciones.

Fotografía 3.2.



Fotografía 3.3.



### **3.4.3. Estado actual del camino.**

En el presente se presenta las fotografías 3.4 y 3.5 en donde se visualiza el estado actual del camino, con el fin de poder representar las condiciones de la superficie de rodamiento. Esto ayudará a poder conocer la estructura y así proyectar un buen proceso constructivo del camino.

En las fotografías 3.4 y 3.5 se muestra el estado actual en que se encuentra la capa de rodamiento del camino, se observa que en algunos tramos muy cortos todavía existe una capa de carpeta asfáltica muy delgada; esto provoco muy poca durabilidad además de observarse en la mayoría de la totalidad del camino grandes baches.

Todo esto es provocado también en gran parte por la escasez de obras complementarias como son las cunetas y construcción de algunos puentes para el cruce de agua que atraviesa el camino.

Fotografía 3.4.



Fotografía 3.5.



#### **3.4.4. Vehículos que circulan por la vía.**

En este presente se describen y se ilustra algunos de los vehículos que circulan por esta vía en estudio; se considera importante conocer el tipo y la cuantificación de vehículos, ya que con esto se puede clasificar el tipo de camino además de poder proponer la estructura de las terraserías y del cuerpo del pavimento del camino.

En las siguientes fotografías 3.6 y 3.7 se ilustra algunos tipos de vehículos que circulan por esta importante vía de la región; la mayoría de los carros que transitan son las camionetas conocidas como pick-up, ya que son el vehículo más cómodo para este tipo de camino.

También se observa en una gran mayoría el tránsito de las camionetas de doble rodado el cual está identificado como vehículo pesado mayor de 3 toneladas con 2 ejes; esto debido a que son vehículos de carga y que son los usados para poder sacar la mayoría de las cosechas de la fruta de aguacate.

También se observa el tránsito pero en minoría del conocido camión tortón identificado como vehículos pesados mayores de 3 toneladas con 3 ejes; esto debido a que se empiezan a registrar en mayoría de hurtas de aguacate de exportación y esto ocasiona que el fruto se corte y se cargue directamente de la huerta.

Fotografía 3.6.



Fotografía 3.7.



#### **3.4.5. Obstáculos principales.**

Dentro de los principales obstáculos encontrados en el camino de la localidad de El Durazno a Cutzato, es la existencia de dos vados de los cuales el nivel de agua es constante y este atraviesa la superficie de rodamiento, ocasionando que se deteriore más pronto y sufra grandes deformaciones la capa de rodamiento.

Se observa y a comentario de los habitantes del lugar por donde están los vados, el paso del agua es siempre constante ya que son aguas captadas por las barrancas de aguas arriba y este volumen aumenta cuando son las temporadas de secas ya que los huerteros riegan sus huertas de aguacate.

En la siguiente fotografía 3.8 se ilustra uno de los dos vados ubicados sobre el camino en estudio y se observa como el nivel del agua pasa por encima de la superficie de rodamiento.

Fotografía 3.8.



Por lo que la mejor opción de solución para este tipo de obstáculo es la construcción de puentes.

### **3.5. Estudios de tránsito.**

En este subcapítulo se trata sobre el estudio de tránsito, para lo cual se realizó el aforo en el camino para poder determinar el tipo y la clasificación de los vehículos que circulan por la vía. Ya que es fundamental el volumen de tránsito para determinar el tipo de camino que se va a proyectar; así como la estructura de la terrasería y del cuerpo del pavimento a construir.

#### **3.5.1. Clase y nomenclatura de vehículos que transitan.**

Los vehículos considerados que transitan por el camino en estudio son los marcados en la siguiente relación:

- Vehículos ligeros

1. Automóviles (figura 3.9). Son vehículos que se les conoce con las siglas Ap, los cuales son de uso familiar y comúnmente transportado por un máximo de 5 personas, son de cuatro llantas y de dos ejes.

2. Camionetas, Pick-Up, Vagoneta, Van, Panel, 4x4 (figura 3.10). Son vehículos que se les conoce con las siglas Ac. Son igual que el anterior; su principal uso es el de trabajo de campo y de mayor utilidad por la región.

▪ Vehículos pesados

1. Autobús (figura 3.11). A este vehículo se le conoce con la sigla B, se le considera como un vehículo automotor diseñado y equipado para el transporte público o privado de más de nueve personas, de seis o más llantas.

2. Camión Unitario (figura 3.12). A este vehículo se le conoce con la sigla C, se considera que es un vehículo automotor de seis o más llantas, destinado al transporte de carga con peso bruto vehicular mayor de 4 toneladas y depende del número de ejes y de llantas se agrega un número a la letra; por ejemplo el camión:

❖ C2 es un camión con dos ejes y 6 llantas.

❖ C3 es un camión con tres ejes y de 8 a 10 llantas.

3. Tractocamión articulado (figura 3.13). A este vehículo se le conoce con las siglas TS vehículo destinado al transporte de carga, constituido por un tractocamión y un semirremolque, acoplados por mecanismos de articulación.

▪ Otros.

En otros comúnmente se refiere a los tractores agrícolas (figura 3.14).

Figura 3.9.



Figura 3.10.

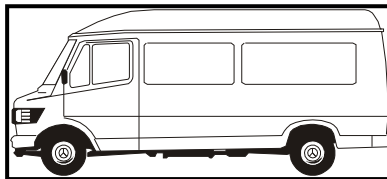
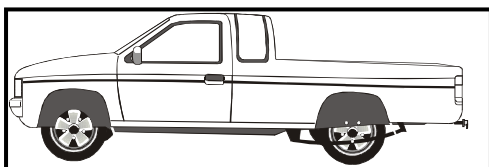


Figura 3.11.

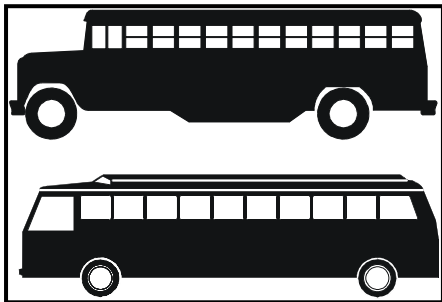


Figura 3.12.

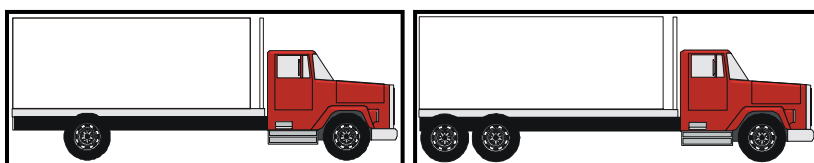
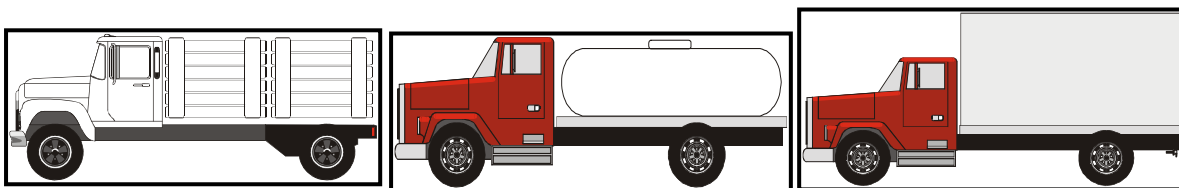


Figura 3.13.

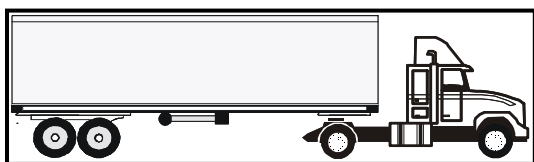


Figura 3.14.





### 3.5.2. Aforo de vehículos.

Dentro del aforo del camino en estudio los resultados obtenidos se grafican, con el fin de conocer el comportamiento y la variación horaria, y poder determinar los periodos de mayor afluencia. Para lo cual se realizaron los aforos los días 27 de agosto, 1 de septiembre y el 10 de septiembre del presente año.

El aforo se realizó en diferentes zonas la primera fue en la localidad de el Durazno y las otras fue un kilómetro antes de la localidad de Cutzato. De los días de aforo se tuvieron los siguientes resultados:

Dia	Nomenclatura de los vehiculos que transitan							Total
	Ap	Ac	B	C2	C3	T3S2	Otros	
27/08/2008	37	336	4	6	3	2	6	394
01/09/2008	31	278	4	5	3	2	4	327
10/09/2008	28	252	4	8	2	2	5	301
PROMEDIOS	32	289	4	6	3	2	5	341

En base a los datos obtenidos se calcula el transito anual TA. Como el periodo de observación fue de 12 horas; por lo tanto tenemos:

$$TA = \frac{341 \times 24}{12} \times 365 = 248,930 \text{ Vehículos por año}$$

Como el transito de vehículos no es el mismo y constante durante la noche; por lo tanto solo se tomara el 65 % del calculado:

$$TA = 248,930 \times 0.65 = 161,804 \text{ Vehículos por año}$$

Con este calculamos el transito Tránsito promedio diario anual (TPDA)

$$TPDA = TA / 365$$

$$TPDA = 161,804 / 365 = 443 \text{ Vehículos al día.}$$

Esto nos indica que estamos dentro de un camino tipo D para un transito de vehículos de 100 a 500.

### **3.6. Alternativa de solución.**

En el presente subcapítulo se abordarán algunas alternativas de solución para el planteamiento del problema, esto en base a los estudios realizados en el tramo en estudio, así como la verificación de la estructura existente, el estado actual de la superficie de rodamiento.

- Debido a que existen varios tipos de fallas, una de las principales es la deformación de la carpeta las cuales ocasionadas por el desprendimiento de material pétreo.
- En el tramo existen algunos tramos con carpeta asfáltica el cual presenta agrietamientos llamados piel de cocodrilo, esto es debido al poco espesor de la carpeta y el de cumplir su periodo de vida. Por lo que una alternativa de solución es levantar los tramos de carpeta existente y utilizar este material para la conformación de la nueva capa de sub-base.
- En la mayoría del tramo se encuentra a nivel de la sub-base, por lo que se plantea escarificar para conformar el nivel para poder alojar la nueva capa de sub-base.

#### **3.6.1 Alternativa a usar.**

La propuesta de solución a usar tendrá un costo de inversión, el cual será para la valoración de las dependencias de gobierno y de los propios beneficiarios. Por lo que se propone que la nueva capa de lo que formara la sub-base se conforme con una mezcla del material existente producto de la escarificación, adicionando material de banco para aumentar se VRS y lograr una buena calidad de la capa de sub-base.

Por lo que se plantea la realización de los siguientes trabajos:

1. De acuerdo a la normas vigentes se recuperara el material bueno y clasificado existente producto de la escarificación y este se mejorara con material de banco con gravas; hasta obtener una capa uniforme de la nueva sub-base de 30 cm. de espesor.
2. se realizaran los trabajos para la construcción de una base hidráulica de 20 cm. de espesor en base a las especificaciones vigentes.
3. se propone que la capa de la carpeta asfáltica sea de 5 cm. de espesor compactos, con mezcla asfáltica de plata.

## **CAPÍTULO 4**

### **METODOLOGÍA**

En el presente capítulo se abordará lo referente a la metodología utilizada para el desarrollo de la presente tesis considerando el procedimiento empleado, enfoque de la investigación, diseño de la investigación, instrumentos de compilación de datos y la descripción del procedimiento de investigación; esto con el fin de conocer la metodología del presente trabajo.

#### **4.1. Procedimiento empleado.**

El procedimiento empleado o método utilizado para la realización de este presente trabajo de investigación correspondiente al diseño del proceso constructivo del camino de la localidad del durazno – a cutzato, en el municipio de Uruapan, Mich. fue el método científico, ya que de acuerdo con Tamayo (2000), que para realizar una investigación es necesario hablar del método científico.

##### **4.1.1. Método científico.**

“El método científico es un procedimiento para descubrir las condiciones en que se presentan sucesos específicos, caracterizado generalmente por ser tentativo, verificable, de razonamiento riguroso y observación empírica” (Tamayo; 2000: 35).

De acuerdo con Tamayo (2000), las etapas para el método científico son:

- Investigación (observación). Este se refiere a la percepción de una dificultad.
- Hipótesis. Se realiza la identificación y definición de la dificultad del problema, elaboración de propuestas de soluciones y la deducción de las consecuencias de la solución del problema.

- Comprobación. Verificación de la hipótesis mediante la acción, con el fin de determinar la hipótesis para la solución de nuestro problema.

Debido a que en la presente tesis de investigación se emplean e involucran procesos y cálculos matemáticos se trabaja con el método matemático dentro del estudio científico.

#### **4.1.1.1 Método matemático.**

De acuerdo con Ángeles (2005), es una de las primeras nociones conceptuales que capta el ser humano, por lo que este método se identifica ya que se trabaja con números y series de cálculos con el fin de llegar a un resultado.

El procedimiento matemático es genético el cual indica el origen del objeto; por lo que en cualquier investigación que se asiente números, variedad de hipótesis, diversidad de comprobaciones, con el fin de afirmar o negar algo se esta aplicando el método cuantitativo.

#### **4.2. Enfoque de la investigación.**

Dentro de la investigación se tienen dos principales enfoque los cuales son el cuantitativo y el cualitativo.

De acuerdo con Sampieri (2005), la investigación cuantitativa es la posibilidad de generalizar los resultados más ampliamente, ofrece un punto de vista de conteo y magnitudes de estos, esto facilita la comparación entre estudios similares. Este método cuantitativo son los mas usados por las ciencias como la física, química y biología, también una de las principales licenciaturas que utilizan este enfoque de investigación cuantitativa es la ingeniería ya que esta ofrece una

generalización de los resultados más ampliamente, otorga un control sobre los fenómenos y punto de vista de conteo.

Investigación cualitativa continuando “Da profundidad a los datos, la dispersión, la riqueza interpretativa, la contextualización del ambiente o entorno, los detalles y las experiencias únicas” (Sampieri; 2005:18). Por lo que el método cualitativo se han empleado en disciplinas humanísticas como la Antropología, la Etnografía y la Psicología social.

Por lo que en la presente investigación de esta tesis se está manejando el enfoque cuantitativo ya que se esta diseñando el procedimiento constructivo del camino, partiendo de un estudio topográfico ya realizado; con el cual se analiza para de obtener resultados y poder especificar las soluciones favorables y adecuadas de nuestro objetivo principal de este presente trabajo.

#### **4.2.1. Alcance.**

De acuerdo con Sampieri (2004), el alcance de la investigación esta dividida en cuatro partes, las cuales dentro de las investigaciones con enfoque cuantitativo:

- Exploratorios
- Descriptivos
- Correlacionales
- Explicativos

“Los estudios exploratorios sirven para preparar el terreno y por lo común anteceden a los otros tres tipos. Los estudios descriptivos por lo general fundamentan las investigaciones correlacionales, las cuales a su vez

proporcionan información para llevar a cabo estudios explicativos que generan un sentido de entendimiento y son altamente estructurados” (Sampieri; 2005:115).

Retomando con Sapiere (2005), se tiene que la presente investigación de esta tesis es la investigación de alcance descriptiva ya que busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice; ya que el alcance de investigación de la presente tesis es buscar, especificar las propiedades, características y perfiles importantes del procedimiento constructivo de un camino como su análisis presupuestario del costo de la obra.

#### **4.3. Diseño de la investigación.**

Se manejan dos tipos de diseño de investigación, los cuales son el experimental y el no experimental; a su vez el no experimental se subdivide en:

- Transeccional
- Longitudinal

De acuerdo con Sampieri (2005), la investigación no experimental transeccional o transversal se refiere a juntar datos de un mismo instante, en un tiempo único; esto quiere decir que es como si se tomara una fotografía de lo que sucede.

También se tiene que el diseño transeccional o transversal se divide en tres; por lo que según Sapiere la investigación no experimental se puede presentar gráficamente como sigue.

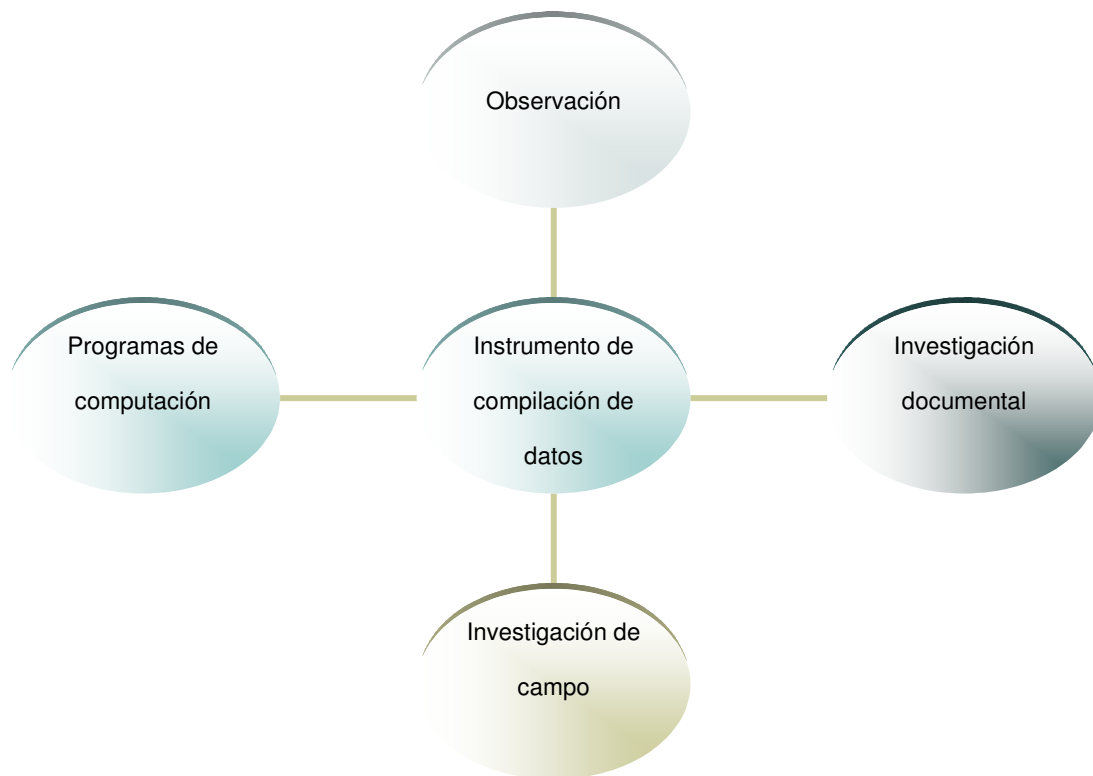


Esto nos lleva a que el diseño de investigación de la presente tesis es una investigación no experimental, basada en los diseños transeccionales descriptivos; ya que de acuerdo con Sapiery (2005), tienen como objetivo buscar la incidencia y los valores que se representan con una o mas variables marcadas dentro del enfoque cuantitativo; con el fin de diferenciar y poner a disposición de una comunidad, un suceso importante. Por lo que se pueden definir como estudios puramente descriptivos y cuando se manejan hipótesis se identifican también como descriptivas.

#### **4.4. Instrumentos de compilación de datos.**

Dentro de lo que son los instrumentos de compilación de datos, se refiere a todos los medios que se utilizaron para recuperar datos que nos lleven a la respuesta de nuestro trabajo de investigación de la presente tesis; en el presente diagrama se representa los principales instrumentos utilizados la realización de la tesis.





#### **4.4.1. Observación.**

Según Sampieri (2005), en lo que hace referencia a la observación cuantitativa se identifica que el presente trabajo de investigación esta dentro del instrumento de recopilación de datos la observación cuantitativa.

La observación cuantitativa está basada en el registro sistemático, estimado y confiable; por lo que de acuerdo con Sampieri (2005), los pasos que se deben seguir para construir un sistema de observación son:

- Definir con precisión el universo de aspectos, eventos o conductas observadas.
- Extraer una muestra representativa de aspectos, eventos o conductas a observar.
- Establecer y definir las unidades de observación.
- Establecer y definir las categorías y subcategorías de observación.

#### **4.4.2. Programas de computación.**

Para la realización del presente trabajo de investigación se utilizan los programas comerciales reconocidos y los más utilizados dentro de lo que es la carrera de ingeniería civil; los programas de computación utilizados son:

- Word. Se utilizó para la digitalización de la presente tesis.
- Excel. Utilizado para la integración y elaboración de tablas documentales de información; también fue para la realización de los cálculos de cantidad de volúmenes de obra.
- Autocad. Programa utilizado para la visualización y manipulación del proyecto topográfico del camino en estudio.
- Civil-cad. Herramienta para los cálculos de las secciones transversales y poder obtener las secciones de área de corte y terraplén.
- Neodata. Utilizado para la realización del presupuesto y del programa de obra, como propuesta para conocer el costo de inversión para ejecutar los trabajos de infraestructura del camino.

#### **4.4.3. Investigación documental.**

Está basada en la recopilación de información ya sea electrónica o impresa, la cual se consulta libros, revistas, normativas, sitios de Internet, etc.; todo en relación con lo que tenga que ver con el trabajo de investigación.

Esta recopilación de información documental se recolecta con la finalidad de analizarlos para poder comprender y evaluar nuestro trabajo de investigación; y así establecer solución a las preguntas de investigación buscando generar conocimiento.

#### **4.4.4. Investigación de campo.**

La investigación de campo es una de las más importantes ya que con ella nos puede ayudar a conocer el sitio a estudiar como es su estado físico actual, ubicación, clima, costumbres, topografía, vegetación, zona geográfica, servicios con los que cuenta, etc.; esto con el fin de poder identificar el problema para el estudio del trabajo de investigación.

Para lo cual dentro de las investigaciones de campo según Sampien (2005), se hacen las anotaciones necesarias tales como:

- De observación directa. Descripción de lo que se ve.
- Interpretativas. Comentarios personales.
- Temáticas. Ideas, hipótesis y preguntas de investigación.
- Personales. Sensación del observador.

#### **4.5. Proceso de investigación.**

La realización de la presente tesis se desarrolló en base al escoger un tramo carretero del camino perteneciente al municipio de Uruapan, se partió principalmente de un estudio topográfico y diseño geométrico ya establecido, posteriormente realizar el siguiente proceso descrito a continuación:

- Se visitó el lugar señalado (camino de localidad de el Durazno a Cutzato) con el fin de conocer el estado actual.
- Se realizó una investigación documental bibliografía en referencia a las vías terrestres, especificaciones, normativa actual, etc.
- En base al levantamiento topográfico se generaron los volúmenes de obra.
- Se realizó las especificaciones generales de los trabajos a realizar, basándose a la normativa vigente del estado.

- Se realizo un presupuesto de obra con el fin de conocer el costo de construcción del tramo del camino considerado.

## CAPÍTULO 5

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo del trabajo de la investigación se abordará la propuesta del procedimiento constructivo para la realización de la obra como son sus etapas de construcción; la sub-base, procedimiento de construcción de la base hidráulica, riego de impregnación, riego de liga, construcción de la carpeta asfáltica, riego de sello, señalamiento horizontal, generadores de obra y propuesta de presupuesto y calendario de ejecución.

#### 5.1. Procedimiento constructivo de la sub-base.

Primeramente se contempla realizar los trabajos de despalme del terreno natural tipo "B" y compactando el terreno natural al 90 % de su P.V.S.M. adicionando el ancho necesario para que se tenga un ancho de calzada de 6.00 mts.

Se escarificará en todo el ancho del proyecto camino con motoconformadora en un espesor promedio de 15 cm. Y se adicionará material de banco de buena calidad para la conformación de la capa subrasante en una cantidad suficiente para poder lograr un espesor de 30 cm. De la capa de sub-base.

Se acamellonará con motoconformadora tal como se muestra en la figura 5.1, adicionándole agua suficiente para lograr una humedad óptima de la mezcla, procediendo a la pepenación del material de agregados mayores de 3" de diámetro; posteriormente se extenderá el material con maquinaria motoconformadora extendiéndolo en capas sucesivas tal como se marca en la

norma N-CTR-CAR-1-04-002-00 DE LA Secretaria de Comunicación y Transportes SCT; considerando los niveles marcados en el proyecto topográfico para poder lograr un espesor uniforme de 30 centímetros.

Figura 5.1



Figura 5.2



Una vez extendido y conformado la sub-base de 30 centímetros con la motoconformadora se procederá a la compactación de la capa de sub-base la cual será al 95 % de su P.V.M.S; los trabajos de compactación se realizan con el rodillo mostrado en la figura 5.2, teniendo el mucho cuidado con los niveles y el espesor considerado ya que esto depende para los niveles de las futuras capas del pavimento.

## **5.2. Procedimiento constructivo de la base hidráulica.**

Después de que se terminen los trabajos de la sub-base y teniendo el visto bueno por el laboratorio en cuanto a su espesor y compactación marcados, se procede a la construcción de la capa de la base hidráulica, la cual será con material pétreo de banco. Con el fin de esta capa funcione para proporcionar un apoyo uniforme a la carpeta asfáltica.

Para el presente estudio de investigación de la tesis se considera que se construirá en base a las normas de la SCT vigentes; se construirá la base hidráulica sobre la sub-base con un espesor de 20 centímetros, considerando material de banco con un tamaño de (1 1/2") de diámetro. Se utilizará material seleccionado de una mezcla de gravas GW bien granuladas y de arenas limosas SM, adicionando un 30 % de material triturado del banco el panadero.

Con el fin de conformar un material para base hidráulica de buena calidad el material será mezclado en el banco y se transportará en camión volteo llevándolo hasta el sitio de la obra; descargándolo sobre la sub-base cuidando los volúmenes necesarios para lograr la capa de proyecto de 20 centímetros.

Se extenderá el material con maquina motoconformadora como la de la figura 5.1, acamellonandolo para poder incorporarle agua necesaria para poder conformar en capa del espesor marcado en el proyecto, por medio de riegos y mezclados sucesivos se extenderá en tres capas, ya alcanzando la humedad necesaria se distribuye el material en toda la corona de la sección del pavimento para formar la capa de la base hidráulica con el espesor considerado.

Cuidando que el material grueso no se separe del fino procurando una uniformidad en la granulometría y del contenido del agua; dicha capa una vez extendido, afinado la capa de la base se realizarán los trabajos de compactación marcada al 95 % con respecto al P.V.S.M.; dichos trabajos se realizaran con rodillo vibratorio el cual puede ser como el de la figura 5.2 o 5.3.

La compactación de la base hidráulica se considerará que en las tangentes se realice de las orillas hacia el centro y en las curvas de la parte inferior de la curva será hacia la parte exterior, considerando un traslape de la mitad del ancho del rodillo compactador en cada pasada.

Figura 5.3



Para poder considerar terminados los trabajos de construcción de la base hidráulica se verificará el alineamiento, perfil, sección, compactación, espesor y acabado en el terminado; cumpliendo con las tolerancias fijadas en el proyecto.

### **5.3. Riego de impregnación.**

El riego de impregnación es un procedimiento constructivo muy importante para el buen funcionamiento del cuerpo del pavimento, este está basado en la aplicación de material asfáltico sobre la superficie de la capa de la base hidráulica.

De acuerdo con la norma N-CTR-CAR-1-04-004/00 de la SCT se tiene que el riego de impregnación se puede omitir si la capa de la carpeta asfáltica es mayor de 10 centímetros; en nuestra propuesta tenemos que la carpeta será de 5 centímetros, por lo que para nuestro camino se considerará y se aplicará sobre la superficie de la base hidráulica.



La aplicación del material será con el objeto de proteger la base hidráulica de la pérdida de humedad, para lo cual se deberá humedecer de forma ligera, barrida y sin materias extrañas sobre su superficie; el cemento asfáltico a utilizar será el AC-5 en proporción de 1.5 a 1.8 Lts./m<sup>2</sup>, la aplicación del riego de impregnación se realizará primero con una barredora mecánica la cual se considera para el barrido de la superficie de la base hidráulica, para después con una petrolizadora como la de la figura 5.4 equipada con odómetro, medidores de presión, medidores adecuados para el volumen aplicado y su termómetro, el cual marcará para la emulsión una temperatura constante de 60° C en el tanque de la petrolizadora con el fin de tener un flujo uniforme del material asfáltico.

Figura 5.4.



Figura 5.5.

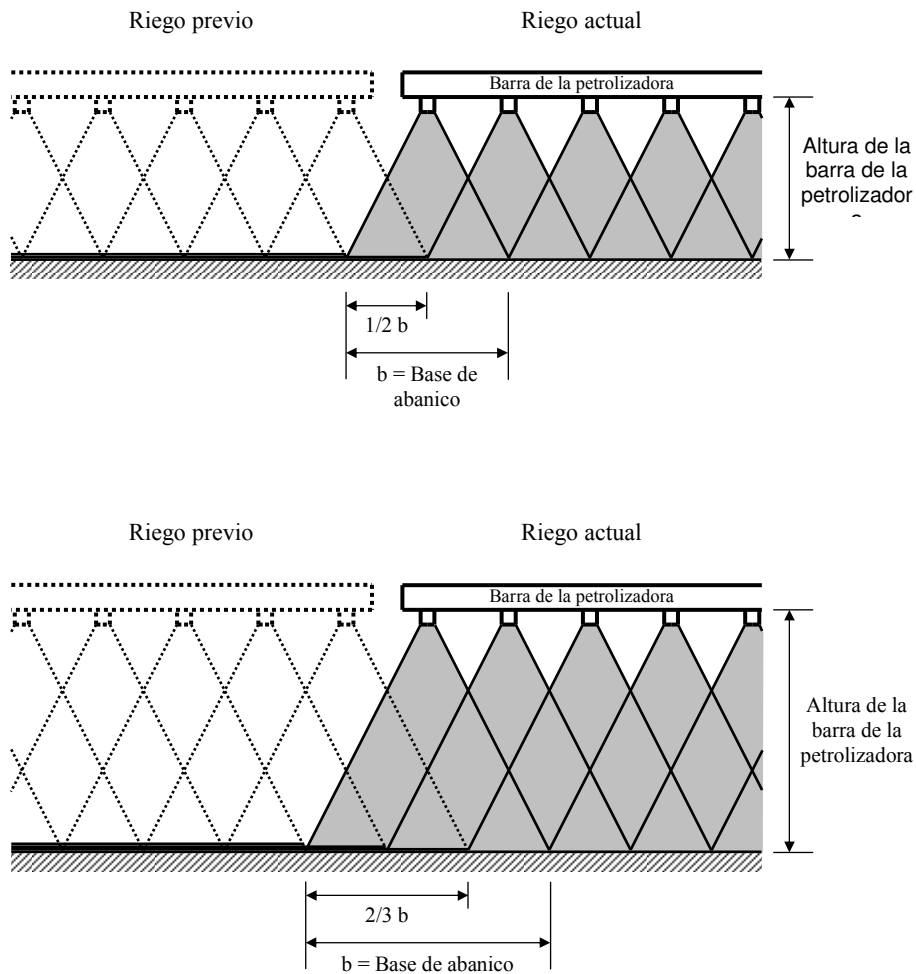


Se debe de tomar en cuenta que para la aplicación del riego de impregnación no se aplique cuando se tenga amenaza de lluvia en la obra, no existan charcos de agua sobre la superficie de la base hidráulica, cuando el viento presente una velocidad para que la impregnación no se pueda aplicar uniformemente sobre al superficie y cuando la temperatura de la superficie de la base hidráulica este por debajo de los 15° C.

Para la barra de la petrolizadora se ajustara la altura para que al aplicar el material asfáltico sea de manera uniforme tal como se observa en la figura 5.5; de tal manera que la base del abanico que se forma al aplicar el material cubra hasta

la mitad de la base del abanico de la boquilla continua, tal como se representa en la siguiente figura 5.6 y marcado en la norma de la SCT, N-CTR-CAR-1-04-004/00.

Figura 5.6.



La superficie de impregnación deberá ser uniforme sobre la superficie de la base hidráulica, en donde se considerara que la penetración del riego deberá ser mayor de 4 milímetros, por lo que después se realizaran trabajos de poreo a razón de 3 a 5 Lts./m<sup>2</sup> con material arena de banco.

#### **5.4. Riego de liga.**

Los trabajos consistentes al riego de liga se ejecutarán tomando como referencia las normas de la SCT N-CTR-CAR-1-04-005/00, conociendo que el material para la realización de estos trabajos será material asfáltico sobre la superficie de la base ya impregnada; esto con el fin de lograr una mejor adherencia con la otra capa de la mezcla asfáltica que se construirá para dar el nivel ultimo del cuerpo del pavimento.

Al igual que el riego de impregnación este riego de liga es necesario ya que la capa de la carpeta asfáltica es menor de los 10 centímetros.

Como se tiene marcado en la norma el riego de liga se aplicará una vez fraguado el riego de impregnación el cual servirá para que exista una mejor adherencia adecuada entre el suelo de la base y la carpeta, el riego se aplicará con maquinaria petrolizadora como la de la figura 5.4 equipada con odómetro, medidores de presión, medidores adecuados para la aplicación del volumen adecuado y de su termómetro para tener la emulsión a una temperatura constante de 60° C dentro del tanque de la petrolizadora y teniendo un flujo uniforme del material asfáltico.

Se aplicará una emulsión asfáltica de rompimiento rápido uniformemente a razón de 0.7 Lts./m<sup>2</sup>; se deberá tener cuidado de no aplicar el riego sobre superficies con agua, cuando exista amenaza de lluvia o este lloviendo, también cuando la velocidad del viento impida que la aplicación del asfalto pueda ser uniforme y cuando la temperatura de la superficie a cubrir este por debajo de los 15° C.

Se deberá tener el cuidado de ajustar la altura de la barra de la petrolizadora para aplicar el material asfáltico de una manera mas uniforme

posible, tomando en cuenta que la base del abanico de la boquilla contigua pueda cubrir la superficie.

La superficie cubierta por el riego de liga deberá permanecer cerrada a cualquier tipo de tránsito hasta que se construya la carpeta asfáltica.

### **5.5. Construcción de la carpeta asfáltica.**

Se considerará en el proyecto la colocación de la carpeta de 5 centímetros compactos con mezcla asfáltica en caliente; la cual deberá ser extendida en forma uniforme sobre la superficie de la base ya previamente impregnada y con su riego de liga, la temperatura de la mezcla en el momento de ser colocada estará entre 135° C y 150° C. la temperatura ambiental mínima se podrá encontrar entre 0° C y 15° C.

La superficie que va a recibir la capa de concreto asfáltico debe estar limpia y libre de polvo y de otras sustancias nocivas. Los defectos eventuales deben ser reparados adecuadamente, antes de la aplicación de la mezcla. El riego de liga debe presentar una película homogénea y promover condiciones de adherencia para la colocación del concreto asfáltico. Si hubiera necesidad de un nuevo riego de liga, éste debe ser aplicado poco antes de la distribución de la mezcla.

Se deberá de tener en cuenta el avance del tren de pavimentación, de tal manera que no existan interrupciones de la pavimentadora; ya sea ocasionado por el retraso de los camiones, las malas maniobras de alimentación a la pavimentadora o la mala coordinación en el movimiento de los camiones al aproximarse a la pavimentadora.

La mezcla debe ser transportada al lugar de la obra en camiones apropiados y debe ser depositada en el lugar en una sola capa, para lograr el espesor marcado en el proyecto, tal como se observa en la figura 5.7.

La caja de los camiones debe ser cubierta con lonas impermeables durante el transporte, para proteger la mezcla asfáltica de la acción de las lluvias ocasionales, de la eventual contaminación por polvo, la pérdida de temperatura y la caída de partículas durante el transporte.

Figura 5.7.



Se buscará que preferentemente la pavimentadora coloque el ancho total de pavimento sin excesiva segregación a los extremos, dicha maquinaria (*finisher*), figura 5.8 la cual debe tener una placa niveladora convenientemente calentada a una temperatura compatible con la mezcla que se extenderá.

Figura 5.8.



En caso de que la maquina no pueda tener el ancho del pavimento marcado este se podrá obtener en dos o mas secciones. Las juntas que se presenten en manera longitudinal y transversal se harán en forma limpia y exacta de tal manera que se pueda cumplir con las tolerancias generales para las superficies y se pueda lograr que se tenga uniones perfectas.

La compactación de la mezcla asfáltica debiera ejecutarse después de ser colocada y cuando se encuentre a una temperatura entre los 90° C y 100° C. tomando encuesta el suficiente numero y tipos de rodillos para compactar la mezcla y así poder alcanzar su densidad máxima. El peso de los rodillos será entre 10 y 12 toneladas, y la velocidad del equipo no deberá exceder los 5 km/h.

La compactación se realizará tomando en cuenta que se empezará del nivel mas bajo al mas alto, considerando hacerse por bandas y con un traslapé adecuado (en cada pasada el rodillo debe cubrir el 50% de la pasada anterior). Teniendo en cuenta que en ningún momento se iniciará la compactación si por acción de los rodillos la mezcla se desplaza lateralmente, en estas circunstancias se registrará la temperatura hasta que no exista desplazamiento y se procederá con la compactación.

Cuando la superficie este terminada se tomará una verificación de la tolerancia de la carpeta, la cual no deberá variar mas de 0.3 centímetros el emplear una regla de 3 metros, aplicada en forma paralela o perpendicular al eje longitudinal del camino. Cualquier desviación en exceso de las tolerancias anteriores será corregida.

Se considera que la verificación del espesor de la capa de mezcla asfáltica estará con el programa del control de espesores de pavimento asfáltico y en especial de la carpeta. La verificación en la carpeta se realizará por medio de la

extracción de núcleos o corazones de concreto asfáltico, por lo menos será a cada 200 metros de pavimentación o fracción de la misma, en un día de trabajo y para cada carril.

Las muestras se obtendrán una vez que la mezcla se haya enfriado completamente, para corroborar los espesores hechos durante el tendido, el muestreo se deberá hacerse con mayor frecuencia, dicha muestra podrá ser de 4 pulgadas de diámetro y su medición se hará de acuerdo al método de las normas de la S.C.T. vigentes.

La capa de concreto asfáltico recién terminada se abre al tráfico vehicular una vez que se haya enfriado por completo.

#### **5.6. Riego de sello.**

Finalmente se aplicará un riego de sello con el objeto de formar una superficie de desgaste, con el cual se logrará con la aplicación de un riego de sello tipo 3-A, para lo cual se utilizará material pétreo en una proporción de 12 Lts./m<sup>2</sup> y emulsión asfáltica de rompimiento rápido, en proporción de 1.7 Lts./m<sup>2</sup>, después se planchará para asegurar que el máximo del material pétreo se adhiera al material asfáltico, se tomará que previamente a la aplicación del riego de liga para el sello se barrerá la superficie de la carpeta asfáltica.

#### **5.7. Construcción de cunetas.**

Se les conoce como canales longitudinales que se construyen a los lados de la cama de la corona del pavimento. Se desarrollan sobre cortes a terrenos de cierta pendiente e interceptan el agua que escurre sobre la corona para conducirla fuera del pavimento.

Las cunetas se moldean en el lugar. La ejecución debe ser iniciada después de la terminación de todas las operaciones de pavimentación, a menos que sean cunetas de protección, en este caso las operaciones de construcción se inician tan pronto se terminen los trabajos de terracerías.

Los trabajos son de forma manual e incluye cortes y/o rellenos de modo que se cumpla con la geometría del proyecto. Los materiales empleados en esta etapa son los que se encuentren en el lugar, o el mismo material excedente de la pavimentación, no siendo éste el caso para los cortes, el resultado debe ser una superficie firme y sin piedras.

Los materiales productos de excavación no utilizados en las operaciones de preparación y nivelación de la superficie de asentamiento, deben ser retirados.

Los moldes para la cimbra podrán ser de madera o metálicos que sirven de referencia para el vaciado del concreto, deben colocarse siguiendo la sección transversal de la cuneta, con una separación de 2 m.

La colocación y el vaciado del concreto que se utilice deben prepararse en revolvedoras con una relación agua-cemento baja, con el fin de alcanzar una buena manejabilidad. Se prepara en cantidad suficiente para su empleo inmediato y no se debe permitir su colocación cuando ha transcurrido una hora después de su elaboración. La colocación del concreto se realiza de la siguiente manera:

- Vaciado del concreto en sitios alternados.
- Extendido y acabado mediante el uso de herramientas manuales, especialmente de una regla apoyada en las guías, que permita el acabado de la cuneta de acuerdo con la sección requerida.



- Retiro de las guías de las áreas coladas tan pronto como se confirme el suficiente endurecimiento del concreto para soportarse a si mismo.
- Extendido y acabado del concreto en los sitios intermedios utilizando como apoyo las secciones ya coladas.

Para las juntas la sexta guía de cada segmento debe retirarse después del colado de las dos losas anexas. En su lugar se hace una junta de dilatación debidamente rellena con material asfáltico del tipo CAP N° 7 ó N° 8.

Las salidas de agua o descargas de las cunetas, pueden tener una longitud de hasta 10m. Esta longitud puede ser ajustada de acuerdo con las características particulares de cada sitio.

#### **5.8. Señalamiento horizontal.**

Se considera que para poder tener una buena seguridad para el usuario que transita `por este camino, se realizaran trabajos correspondientes a lo que es el pintado de las rayas laterales y centrales sobre la superficie de rodamiento.

Para la ejecución del presente trabajo se considera que se realizará con el equipo de pintarrayas, el cual esta equipado con dos tanques; uno para la pintura amarilla y el otro es para la pintura blanca, además también esta equipado con otro tanque pequeño para la aplicación de la micro esfera.

Cuando ya se tiene la superficie previamente bien barrida en todo el ancho y libre de polvo y materias extrañas que puedan afectar la adherencia de la pintura; se procede al trazo sobre el pavimento de las marcas del señalamiento, procediendo de inmediato a la aplicación de la pintura y al mismo tiempo se le adiciona la micro esfera con el fin de que se logre tener un buen reflejo por la

noche. Esta pintura debe de ser de buena calidad, teniendo una viscosidad de 67 a 75 unidades krebs a 25° C, secado al tacto y secado duro de 20 a 30 minutos.

Se maneja el ancho de la raya de 15 centímetros y la proporción que tendremos para la micro esfera es de 700 gm por litro de pintura.

## 5.9. Generación de volúmenes de obra.

Para le realización de la propuesta económica se debe de tener los volúmenes de los trabajos que se van a realizar en la obra; por lo consiguiente se presenta a continuación los números generadores que justifican el cálculos de las cantidades de obra a ejecutar según las secciones transversales marcadas en el proyecto topográfico existente del tramo en estudio.

CADENAMIENTO	CORTE				TERRAPLEN				SUB-BASE				BASE			
	A1	A1+A2	D/2	VOL.	A1	A1+A2	D/2	VOL.	A1	A1+A2	D/2	VOL.	A1	A1+A2	D/2	VOL.
0 + 0 00	5.37				0.00				1.80				1.20			
0 + 0 20	5.05	10.42	10.00	104.20	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 0 40	4.19	9.24	10.00	92.40	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 0 60	4.38	8.57	10.00	85.70	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 0 80	0.00	4.38	10.00	43.80	1.95	1.95	10.00	19.50	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 1 00	0.00	0.00	10.00	0.00	8.88	10.83	10.00	108.30	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 1 20	0.00	0.00	10.00	0.00	5.11	13.99	10.00	139.90	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 1 40	0.00	0.00	10.00	0.00	2.89	8.00	10.00	80.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 1 60	0.78	0.78	10.00	7.80	0.40	3.29	10.00	32.90	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 1 80	4.24	5.02	10.00	50.20	0.00	0.40	10.00	4.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 2 00	6.24	10.48	10.00	104.80	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 2 20	4.45	10.69	10.00	106.90	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 2 40	4.59	9.04	10.00	90.40	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 2 60	4.44	9.03	10.00	90.30	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 2 80	5.05	9.49	10.00	94.90	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 3 00	2.76	7.81	10.00	78.10	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 3 20	1.37	4.13	10.00	41.30	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 3 40	3.83	5.20	10.00	52.00	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 3 60	5.56	9.39	10.00	93.90	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 3 80	3.70	9.26	10.00	92.60	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 4 00	2.06	5.76	10.00	57.60	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 4 20	3.53	5.59	10.00	55.90	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 4 40	5.04	8.57	10.00	85.70	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 4 60	4.80	9.84	10.00	98.40	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 4 80	3.92	8.72	10.00	87.20	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 5 00	3.38	7.30	10.00	73.00	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 5 20	4.11	7.49	10.00	74.90	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 5 40	4.68	8.79	10.00	87.90	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 5 60	4.69	9.37	10.00	93.70	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 5 80	4.84	9.53	10.00	95.30	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 6 00	5.45	10.29	10.00	102.90	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 6 20	4.77	10.22	10.00	102.20	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 6 40	3.55	8.32	10.00	83.20	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 6 60	4.43	7.98	10.00	79.80	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 6 80	4.16	8.59	10.00	85.90	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 7 00	4.64	8.80	10.00	88.00	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 7 20	4.80	9.44	10.00	94.40	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 7 40	3.90	8.70	10.00	87.00	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 7 60	4.11	8.01	10.00	80.10	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 7 80	4.12	8.23	10.00	82.30	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00
0 + 8 00	4.34	8.46	10.00	84.60	0.00	0.00	10.00	0.00	1.80	3.60	10.00	36.00	1.20	2.40	10.00	24.00





compactado en capas de 20 cm de espesor, mano de obra, maquinaria y herramienta. 498.95 m<sup>3</sup>

- Compactación de la superficie descubierta en un espesor de 15 cm. compactado al 95 % con su prueba proctor. 20,400 m<sup>2</sup>
- Formación y compactación de sub-base al 95 % de su pvsm, incluye: suministro de materiales, acamellonado, extendido del material seleccionado producto del corte, incorporación de agua, homogenizado, compactado en capas de 20 cms. de espesor, maquinaria, mano de obra, equipo y herramienta. 6,120.00 m<sup>3</sup>
- Formación y compactación de base al 95 % de su pvsm, incluye: suministro de materiales, acamellonado, extendido del material, incorporación de agua, homogenizado, compactado en capas de 20 cms. de espesor, maquinaria, mano de obra, equipo y herramienta. 4,080.00 m<sup>3</sup>
- Barrido de superficie para aplicación de riego de impregnación 20,400.00 m<sup>2</sup>
- Riego de impregnación con material emulsión AC-5 a razón de 1.5 Lts./m<sup>2</sup>. 20,400.00 m<sup>2</sup>
- Arenado manual de base impregnada, incluye: suministro de materiales, acarreos, mano de obra, equipo y herramienta. 20,400.00 m<sup>2</sup>
- Riego de liga con material emulsión AC-5 a razón de 0.7 Lts./m<sup>2</sup>. 20,400.00 m<sup>2</sup>
- Carpeta asfáltica de 5 cm de espesor, con mezcla en caliente con cemento AC-20, incluye material, acarreos al sitio de obra y extendido, compactada al 90 % sobre la base hidráulica. 20,400.00 m<sup>2</sup>


- Riego de sello con material tipo 3-A, con emulsión asfáltica de rompimiento rápido en proporción de 1.7 Lts./m<sup>2</sup>; incluye materiales y acarreo. 20,400.00 m<sup>2</sup>
- Construcción de cunetas de concreto hidráulico de f'c= 150 kg/cm<sup>2</sup>, de sección 60 x 100 cm. forma triangular de 8 cm. de espesor, terminado rayado. 3,400.00 ml
- Aplicación de pintura en señalamiento de línea longitudinales a la carretera en color blanco y amarillo con pintura de 15 cm. de espesor, con micro esfera de 700 gm/Lts. 10,200.00 ml

#### **5.10. Presupuesto y Programación de obra.**

En el siguiente tablas 5.1 se presenta el presupuesto calculado para la realización de los trabajos de obra en donde se están involucrando los conceptos marcados dentro de la propuesta del procedimiento constructivo del camino de la localidad el Durazno a Cutzato; el cual arroja un monto total de 11'474,524.96 (Once millones cuatrocientos setenta y cuatro mil quinientos veinticuatro pesos 98/100 m.n.).

En la tabla 5.2 se representa la propuesta del programa de obra para la ejecución de los trabajos de obra marcados en la propuesta de la presente tesis como el procedimiento constructivo; en donde se esta considerando que los trabajos se ejecutaran en un periodo de 150 días naturales.

Tabla 5.1.

<b>UNIVERSIDAD DON VASCO</b>	
Dependencia: UNIVERSIDAD DON VASCO ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
Obra: ASFALTADO DE CAMINO DE LA LOCALIDAD DE DURAZNO A CUTZATO EN EL MUNICIPIO DE URUAPAN	Fecha: 25-Nov-08
Lugar: CAMINO DURAZNO A CUTZATO, URUAPAN, MICHOACAN.	

**PRESUPUESTO DE OBRA**

<b>Código</b>	<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>Importe</b>
<b>A</b>	<b>ASFALTADO DE CAMINO</b>				
TZO500	Trazo y nivelacion con equipo topográfico, estableciendo ejes de referencia y bancos de nivel, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	20,400.0000	6.94	141,576.00
TER-COR-01	Corte de terreno con un espesor variable para dar nivel de sub rasante.	M3	14,391.1500	7.83	112,682.70
TER-TER-03	Formación y compactación de terraplenes con producto del corte al 90% p.v.s.m., incluye: extendido de material, incorporacion de agua, homogenizado, eliminacion de sobretamaños en forma manual, compactado en capas de 20 cm de espesor, mano de obra, maquinaria y herramienta.	M3	498.8500	34.22	17,070.65
TER-TER-14	Compactación de la superficie descubierta en un espesor de 15 cm. compactado al 95 % con su prueba proctor, incluye: afinado de material, homogenizado y compactado en capas de 20 cm de espesor, maquinaria, mano de obra y herramienta.	M2	20,400.0000	13.39	273,156.00
PAV-BAS-08	Formación y compactación de sub-base al 95 % de su psvm, incluye: suministro de materiales, acamellonado, extendido del material seleccionado producto del corte, incorporación de agua, homogenizado, compactado en capas de 20 cms. de espesor, maquinaria, mano de obra, equipo y herramienta.	M3	6,120.0000	77.81	476,197.20
PAV-BAS-12	Formación y compactación de base al 95 % de su psvm, incluye: suministro de materiales, acamellonado, extendido del material, incorporación de agua, homogenizado, compactado en capas de 20 cms. de espesor, maquinaria, mano de obra, equipo y herramienta.	M3	4,080.0000	159.52	650,841.60
BARR	Barrido de superficie de base hidraulica para destapar poros y limpieza de polvo	M2	20,400.0000	2.16	44,064.00
PAV-PAV-01	Riego de impregnación a base de emulsión asfáltica FM-1 a razón de 1.50 lt/m2, incluye: suministro de materiales, acarreo, maquinaria, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	20,400.0000	18.66	380,664.00
AREN	Arenado manual de base impregnada, incluye: suministro de materiales, acarreo, mano de obra, equipo y herramienta	M2	20,400.0000	17.49	356,796.00
PAV-PAV-02	Riego de liga a base de emulsión asfáltica FR-3 a razón de 0.70 lt/m2 incluye: barrido de la superficie, suministro de materiales, acarreo, maquinaria, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	20,400.0000	8.89	181,356.00

**UNIVERSIDAD DON VASCO**

Dependencia: UNIVERSIDAD DON VASCO  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

Fecha: 25-Nov-08



Obra: ASFALTADO DE CAMINO DE LA LOCALIDAD  
 DE DURAZNO A CUTZATO EN EL  
 MUNICIPIO DE URUAPAN

Lugar: CAMINO DURAZNO A CUTZATO, URUAPAN, MICHOACAN.


**PRESUPUESTO DE OBRA**

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe
PAV-PAV-05	Carpeta de 5 cm de espesor de concreto asfáltico en caliente, Incluye: suministro y elaboración en planta de mezcla asfáltica, acarreo, tendidos compactación, maquinaria, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	20,400.0000	139.48	2,845,392.00
SELLO	Riego de sello con material tipo 3-A, con emulsión asfáltica de rompimiento rápido en proporción de 1.7 Lts./m2; incluye materiales y acarreo	M2	20,400.0000	30.83	628,932.00
CUNE	Construcción de cunetas de concreto hidráulico de f'c= 150 kg/cm2, de sección 60 x 100 cm. forma triangular de 8 cm. de espesor, terminado rayado	ML	3,400.0000	207.36	705,024.00
PIN	Aplicación de pintura en señalamiento de línea longitudinales a la carretera en color blanco y amarillo con pintura de 15 cm. de espesor, con micro esfera de 700 gm/Lts	M2	10,200.0000	6.59	67,218.00
<b>Total ASFALTADO DE CAMINO</b>					<b>6,880,970.15</b>
<b>SUBTOTAL</b>					<b>6,880,970.15</b>
<b>I.V.A. 15.00%</b>					<b>1,032,145.52</b>
<b>Total del presupuesto</b>					<b>7,913,115.67</b>

( SIETE MILLONES NOVECIENTOS TRECE MIL CIENTO QUINCE PESOS 67/100 M.N. )



Tabla 5.2.

UNIVERSIDAD DON VASCO	
Dependencia: UNIVERSIDAD DON VASCO ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
Fecha: 25-Nov-08	
Obra: ASFALTADO DE CAMINO DE LA LOCALIDAD DE DURAZNO A CUTZATO EN EL MUNICIPIO DE URUAPAN	
Lugar: CAMINO DURAZNO A CUTZATO Ciudad: URUAPAN, MICHOACAN	

**PROGRAMA DE EROGACIONES DE LA EJECUCION GENERAL DE LOS TRABAJOS (POR CONCEPTO)**

Código	Descripción	Unidad	Dic-2008	Ene-2009	Feb-2009	Mar-2009	Abr-2009	May-2009	Total
<b>ASFALTADO DE CAMINO</b>									
TZO500	Trazo y nivelación con equipo topográfico, estableciendo ejes de referencia y bancos de nivel, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	14.17% \$20,061.32	25.83% \$36,569.08	23.33% \$33,029.68	25.83% \$36,569.08	10.84% \$15,346.84	0.00% \$0.00	100.00% \$141,576.00
TER-COR-01	Corte de terreno con un espesor variable para dar nivel de sub-rasante.	M3	56.00% \$63,102.31	44.00% \$49,580.39	0.00% \$0.00	0.00% \$0.00	0.00% \$0.00	0.00% \$0.00	100.00% \$112,682.70
TER-TER-03	Formación y compactación de terraplenes con producto del corte al 90% p.v.s.m., incluye: extendido de material, incorporación de agua, homogenizado, eliminación de sobretamaños en forma manual, compactado en capas de 20 cm de espesor, mano de obra, maquinaria y herramienta.	M3	0.00% \$0.00	100.00% \$17,070.65	0.00% \$0.00	0.00% \$0.00	0.00% \$0.00	0.00% \$0.00	100.00% \$17,070.65
TER-TER-14	Compactación de la superficie descubierta en un espesor de 15 cm. compactado al 95 % con su prueba proctor, incluye: afinado de material, homogenizado y compactado en capas de 20 cm de espesor, maquinaria, mano de obra y herramienta.	M2	0.00% \$0.00	100.00% \$273,156.00	0.00% \$0.00	0.00% \$0.00	0.00% \$0.00	0.00% \$0.00	100.00% \$273,156.00
PAV-BAS-08	Formación y compactación de sub-base al 95 % de su psvm, incluye: suministro de materiales, acamellonado, extendido del material seleccionado producto del corte, incorporación de agua, homogenizado, compactado en capas de 20 cms. de espesor, maquinaria, mano de obra, equipo y herramienta.	M3	0.00% \$0.00	46.67% \$222,241.23	53.33% \$253,955.97	0.00% \$0.00	0.00% \$0.00	0.00% \$0.00	100.00% \$476,197.20
PAV-BAS-12	Formación y compactación de base al 95 % de su psvm, incluye: suministro de materiales, acamellonado, extendido del material, incorporación de agua, homogenizado, compactado en capas de 20 cms. de espesor, maquinaria, mano de obra, equipo y herramienta.	M3	0.00% \$0.00	0.00% \$0.00	100.00% \$650,841.60	0.00% \$0.00	0.00% \$0.00	0.00% \$0.00	100.00% \$650,841.60
BARR	Barrido de superficie de base hidráulica para destapar poros y limpieza de polvo	M2	0.00% \$0.00	0.00% \$0.00	100.00% \$44,064.00	0.00% \$0.00	0.00% \$0.00	0.00% \$0.00	100.00% \$44,064.00
PAV-PAV-01	Riego de impregnación a base de emulsión asfáltica FM-1 a razón de 1.50 lt/m2, incluye: suministro de materiales, acarreo, maquinaria, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	0.00% \$0.00	0.00% \$0.00	33.33% \$126,875.31	66.67% \$253,788.69	0.00% \$0.00	0.00% \$0.00	100.00% \$380,664.00
AREN	Arenado manual de base impregnada, incluye: suministro de materiales, acarreo, mano de obra, equipo y herramienta	M2	0.00% \$0.00	0.00% \$0.00	33.33% \$118,920.11	66.67% \$237,875.89	0.00% \$0.00	0.00% \$0.00	100.00% \$356,796.00
PAV-PAV-02	Riego de liga a base de emulsión asfáltica FR-3 a razón de 0.70 lt/m2 incluye: barrido de la superficie, suministro de materiales, acarreo, maquinaria, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	0.00% \$0.00	0.00% \$0.00	27.78% \$50,380.70	72.22% \$130,975.30	0.00% \$0.00	0.00% \$0.00	100.00% \$181,356.00
PAV-PAV-05	Carpeta de 5 cm de espesor de concreto asfáltico en caliente, Incluye: suministro y elaboración en planta de mezcla asfáltica, acarreo, tendidos compactación, maquinaria, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	0.00% \$0.00	0.00% \$0.00	0.00% \$0.00	64.29% \$1,829,302.52	35.71% \$1,016,089.48	0.00% \$0.00	100.00% \$2,845,392.00
SELLO	Riego de sello con material tipo 3-A, con emulsión asfáltica de rompimiento rápido en proporción de 1.7 Lts./m2; incluye materiales y acarreo	M2	0.00% \$0.00	0.00% \$0.00	0.00% \$0.00	28.00% \$176,100.96	72.00% \$452,831.04	0.00% \$0.00	100.00% \$628,932.00
CUNE	Construcción de cunetas de concreto hidráulico de f'c= 150 kg/cm2, de sección 60 x 100 cm. forma triangular de 8 cm. de espesor, terminado rayado	ML	0.00% \$0.00	0.00% \$0.00	0.00% \$0.00	0.00% \$0.00	66.67% \$470,039.50	33.33% \$234,984.50	100.00% \$705,024.00
PIN	Aplicación de pintura en señalamiento de línea longitudinales a la carretera en color blanco y amarillo con pintura de 15 cm. de espesor, con micro esfera de 700 gm/Lts	M2	0.00% \$0.00	0.00% \$0.00	0.00% \$0.00	0.00% \$0.00	53.57% \$36,008.68	46.43% \$31,209.32	100.00% \$67,218.00
TOTAL ASFALTADO DE CAMINO ACUMULADO			\$83,163.63	\$598,617.35	\$1,278,067.37	\$2,664,612.44	\$1,990,315.54	\$266,193.82	
PORCENTAJE PERIODO			1.21%	8.70%	18.57%	38.73%	28.92%	3.87%	
PORCENTAJE ACUMULADO			1.21%	9.91%	28.48%	67.21%	96.13%	100.00%	

Dentro de lo que es el presupuesto se manejan los anexos los cuales serán para representar parte del la propuesta económica en donde se consideran los análisis de precios unitarios, los análisis de los básicos, costos horarios de maquinaria y equipo, listado de insumos de la propuesta, indirectos, financiamiento, utilidad y cargos adicionales. Los cuales serán marcados dentro del presente trabajo de investigación como anexos del trabajo.

## CONCLUSIONES

Se considera que un camino es la pauta para el desarrollo de las comunidades y/o localidades lejanas de los servicios de una ciudad, ya que dependen en gran medida de las vías terrestres de comunicación, esto ayudara que la localidad pueda tener un desarrollo en cuanto a infraestructura de los servicios principales; como son electrificación, teléfono, agua potable, servicios de salud, transporte, educación, etc.

Por lo que teniendo un buen camino de acceso para una localidad esto ayuda en mucho al desarrollo de la misma localidad y de la ciudad, ya en este caso del trabajo de la presente tesis la cual se refiere al procedimiento constructivo para el asfaltado del camino de la localidad de el Durazno a Cutzato estas dos localidades se distinguen por contar con una gran extensión en área de huertas de aguacate.

Dentro de los caminos del municipio de Uruapan se tiene que este camino es uno de los mas importantes ya que como se dijo anterior mente se cuenta un una gran extensión de huertas de aguacate, además de que esta región es la pasadera de otras localidades que circulan por esta vía.

De acuerdo con el objetivo general del trabajo de investigación de la presente tesis, el cual fue elaborar una propuesta del proceso constructivo del camino del El Durazno a Cutzato perteneciente al municipio de Uruapan; se tiene que se llevara a cabo la reconstrucción de la sub-base con material producto del corte seleccionado y de material de banco con un espesor de 30 cm compactada al 90 % de su P.V.S.M, después se realizarán los trabajos referente a la

construcción de la base hidráulica con material de banco de un espesor de 20 cm compactada al 95 % con respecto al P.V.S.M, continuando con los trabajos de riego impregnación, poreo con arena, riego de liga, construcción de la carpeta asfáltica la cual se esta considerando en caliente la cual será de 5 cm de espesor compactos, riego de sello con material 3<sup>a</sup>, con el fin de poder mantener la vida del camino se construirán cunetas de concreto y finalmente se realizaran los trabajos de aplicación de pintura en señalamiento de línea longitudinales a la carretera en color blanco y amarillo con pintura de 15 cm. de espesor.

Todos estos trabajos basándose y considerando las normas de ejecución de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

En el capitulo numero 1 de logo definir los objetivos particulares como el de que es una vía terrestres, características de los pavimentos y en el capitulo 5 de logo reconocer la importancia del procedimiento constructivo de una vía terrestre.

De acuerdo con la pregunta de investigación se elaboró un programa de obra de ejecución de los trabajos del procedimiento constructivo en donde se esta marcando un periodo de duración de 150 días naturales; también se consideraba el análisis de costos de la ejecución de la obra el cual se obtuvo el costo total de 11'474,524.96 (Once millones cuatrocientos setenta y cuatro mil quinientos veinticuatro pesos 98/100 m.n.).

Retomando las otras preguntas secundarias de investigación; ¿Cuál es el clima?, ¿Cómo es la Topografía del lugar?, ¿Cuál es su Geología?; éstas se les dio respuesta en el capítulo 3 de este presente trabajo de investigación.

Por último, se tiene que la elaboración de la presente tesis podrá ayudar a que funcionarios de gobierno, autoridades civiles y habitantes de las principales localidades del tramo en estudio cuenten con un trabajo de investigación para

poder conocer y contar con una propuesta del procedimiento constructivo, costos y del tiempo de ejecución del camino de acceso a las localidades de El Durazno a Cutzato.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alonzo Salomón, Lauro (2005)  
Vías terrestres  
Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán. México.
- Aparicio Mijares J. (1989).  
Fundamentos de Hidrología de Superficie.  
Ed. Limusa. México.
- Arias Rivera Carlos. (1984).  
Cuaderno de Trabajo de Comportamientos de suelos.  
Ed. Universidad Nacional Autónoma de México UNAM Facultad de Ingeniería.  
México.
- Crespo Villalaz, Carlos. (2005).  
Vías de Comunicación.  
Ed. Limusa. México.
- Cruickshank Villanueva, Carlos (2004)  
Diagnóstico documental energético e hidráulico del estado de Michoacán  
Ed. Universidad Nacional Autónoma de México UNAM Facultad de Ingeniería.  
México.
- Espinoza López, Isela. (1998).  
Análisis y Diseño de Drenaje en carreteras.  
Ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Hernández Sampieri Roberto y Cols. (2005).  
Metodología de la Investigación.  
Ed. Mc. Graw Hill. México.
- Mendieta Alatorre, Ángeles. (2005).  
Métodos de Investigación y Manual Académico.  
Ed. Porrúa, México.
- Mier S. José Alfonso. (1987)  
Introducción a la Ingeniería de Caminos.  
Ed. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). México.
- Monsalve Sáenz, Germán. ()  
Hidrología en la Ingeniería.  
Ed. Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Olivera Bustamante, Fernando. (2006)  
Estructuración de Vías Terrestres.  
Ed. Continental. México.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (1974)  
Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras.  
México.


Secretaria de desarrollo social (2002)  
Manual de diseño geométrico en Vialidades  
México.

Tamayo y Tamayo, Mario. (2000)  
El proceso de la Investigación Científica.  
Ed. Limusa. México.

Universidad Autónoma de México (2004)  
Diagnostico documental energético e hidráulico del estado de Michoacán  
Instituto de Ingeniería de la UNAM

## OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN.

[http://www.michoacan.gob.mx/municipios/88medio\\_fisico.htm](http://www.michoacan.gob.mx/municipios/88medio_fisico.htm)  
<http://www.adsmexicana.com/documentoslisting.aps?documenttypeID=477>  
[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lic/vega\\_a\\_la](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/vega_a_la)  
<http://books.google.com.mx/books?id=G9zxVrbzctc>  
<http://www.mexico.pueblosamerica.com>

<b>UNIVERSIDAD DON VASCO</b>	
Dependencia : UNIVERSIDAD DON VASCO ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
Obra: ASFALTADO DE CAMINO DE LA LOCALIDAD DE DURAZNO A CUTZATO EN EL MUNICIPIO DE URUAPAN	
Lugar: CAMINO DURAZNO A CUTZATO, URUAPAN, MICHOACAN	

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
<b>Análisis: TZO500</b>		<b>Unidad: M2</b>				
Trazo y nivelacion con equipo topográfico, estableciendo ejes de referencia y bancos de nivel, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.						
<b>MATERIALES</b>						
	CALHIDRA	TON	\$1,100.00	0.000200	\$0.22	3.99%
	DUELA DE PINO DE 3a DE 3/4"x3.5"x8.25"	PZA	\$21.00	0.020000	\$0.42	7.61%
	HILO CAÑAMO	PZA	\$12.04	0.001000	\$0.01	0.18%
	VARILLA DE 3/8" 9.5 MM	KG	\$11.44	0.020000	\$0.23	4.17%
	Subtotal: MATERIALES				<b>\$0.88</b>	15.94%
<b>MANO DE OBRA</b>						
	TOPOGRAFO	JOR	\$580.67 /	350.000000	\$1.66	30.07%
	AYUDANTE ESPECIALIZADO	JOR	\$297.24 /	300.000000	\$0.99	17.93%
	Subtotal: MANO DE OBRA				<b>\$2.65</b>	48.01%
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>						
	EQUIPO DE TOPOGRAFIA	HOR	\$6.70 /	25.000000	\$0.27	4.89%
	HERRAMIENTA MENOR	%	\$2.65	0.030000	\$0.08	1.45%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				<b>\$0.35</b>	6.34%
<b>BASICOS</b>						
	CONCRETO DE F'c=100 KG/CM2. HECHO EN OBRA, T.M.A=19 MM, RESISTENCIA NORMAL	M3	\$719.64	0.000500	\$0.36	6.52%
	Subtotal: BASICOS				<b>\$0.36</b>	6.52%
<b>SUBCONTRATOS</b>						
	MAQUILA DE PLANO	PZA	\$1,500.00	0.000850	\$1.28	23.19%
	Subtotal: SUBCONTRATOS				<b>\$1.28</b>	23.19%
	Costo directo				<b>\$5.52</b>	
	INDIRECTOS	10.4418%			<b>\$0.58</b>	
	Suma 1				\$6.10	
	FINANCIAMIENTO	0.3075%			<b>\$0.02</b>	
	Suma 2				\$6.12	
	UTILIDAD	12.9032%			<b>\$0.79</b>	
	Suma 3				\$6.91	
	CARGOS ADICIONALES	0%			\$0.00	
	SECODAM=(Suma3/(1-0.005)-Suma3)	0.5025%			\$0.03	
	IMPUESTO SOBRE NOMINA	0%			\$0.00	
	<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>\$6.94</b>	
	(* SEIS PESOS 94/100 M.N. *)					
	Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 20400 Importe: 141576					



<b>UNIVERSIDAD DON VASCO</b>	
Dependencia :	UNIVERSIDAD DON VASCO ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
Obra:	ASFALTADO DE CAMINO DE LA LOCALIDAD DE DURAZNO A CUTZATO EN EL MUNICIPIO DE URUAPAN
Lugar:	CAMINO DURAZNO A CUTZATO, URUAPAN, MICHOACAN



### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

**Análisis: TER-COR-01      Unidad: M3**

Corte de terreno con un espesor variable para dar nivel de sub-rasante.

#### EQUIPO Y HERRAMIENTA

TRACTOR DE ORUGAS CAT D6R 165 HP, 18000 KG	HOR	\$623.06	0.010000	\$6.23	100.00%
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				<b>\$6.23</b>	100.00%
Costo directo				<b>\$6.23</b>	
INDIRECTOS	10.4418%			\$0.65	
Suma 1				\$6.88	
FINANCIAMIENTO	0.3075%			\$0.02	
Suma 2				\$6.90	
UTILIDAD	12.9032%			\$0.89	
Suma 3				\$7.79	
CARGOS ADICIONALES	0%			\$0.00	
SECODAM=(Suma3/(1-0.005)-Suma3)	0.5025%			\$0.04	
IMPUESTO SOBRE NOMINA	0%			\$0.00	
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>\$7.83</b>	

(\* SIETE PESOS 83/100 M.N. \*)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 14391.15 Importe: 112682.7

<b>UNIVERSIDAD DON VASCO</b>	
Dependencia :	UNIVERSIDAD DON VASCO ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
Obra:	ASFALTADO DE CAMINO DE LA LOCALIDAD DE DURAZNO A CUTZATO EN EL MUNICIPIO DE URUAPAN
Lugar:	CAMINO DURAZNO A CUTZATO,URUAPAN,MICHOACAN




### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
<b>Análisis: TER-TER-03      Unidad: M3</b>						
Formación y compactación de terraplenes con producto del corte al 90% p.v.s.m., incluye: extendido de material, incorporacion de agua, homogenizado, eliminacion de sobretamaños en forma manual, compactado en capas de 20 cm de espesor, mano de obra, maquinaria y herramienta.						
<b>MATERIALES</b>						
	AGUA DE TOMA	M3	\$18.00	0.140000	\$2.52	9.25%
	Subtotal: MATERIALES				<b>\$2.52</b>	9.25%
<b>MANO DE OBRA</b>						
	CUADRILLA No 71 (1 PEON) URBANIZACION	JOR	\$286.42	0.010000	\$2.86	10.50%
	Subtotal: MANO DE OBRA				<b>\$2.86</b>	10.50%
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>						
	MOTONIVELADORA CAT. 14H DE 215 HP	HOR	\$779.50	0.018000	\$14.03	51.52%
	VIBROCOMPACTADOR VAP 70	HOR	\$345.88	0.014000	\$4.84	17.77%
	CAMION PIPA DE 9 M3	HOR	\$298.35	0.010000	\$2.98	10.94%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				<b>\$21.85</b>	80.24%
	Costo directo				<b>\$27.23</b>	
	INDIRECTOS	10.4418%			<b>\$2.84</b>	
	Suma 1				<b>\$30.07</b>	
	FINANCIAMIENTO	0.3075%			<b>\$0.09</b>	
	Suma 2				<b>\$30.16</b>	
	UTILIDAD	12.9032%			<b>\$3.89</b>	
	Suma 3				<b>\$34.05</b>	
	CARGOS ADICIONALES	0%			<b>\$0.00</b>	
	SECODAM=(Suma3/(1-0.005)-Suma3)	0.5025%			<b>\$0.17</b>	
	IMPUESTO SOBRE NOMINA	0%			<b>\$0.00</b>	
	<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>\$34.22</b>	


(\* TREINTA Y CUATRO PESOS 22/100 M.N. \*)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 498.85 Importe: 17070.65

<b>UNIVERSIDAD DON VASCO</b>	
Dependencia : UNIVERSIDAD DON VASCO ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
Obra: ASFALTADO DE CAMINO DE LA LOCALIDAD DE DURAZNO A CUTZATO EN EL MUNICIPIO DE URUAPAN	
Lugar: CAMINO DURAZNO A CUTZATO, URUAPAN, MICHOACAN	

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
<b>Análisis: TER-TER-14      Unidad: M2</b>						
Compactación de la superficie descubierta en un espesor de 15 cm. compactado al 95 % con su prueba proctor, incluye: afinado de material, homogenizado y compactado en capas de 20 cm de espesor, maquinaria, mano de obra y herramienta.						
<b>MATERIALES</b>						
	AGUA DE TOMA	M3	\$18.00	0.025000	\$0.45	4.23%
	CALHIDRA, SACO DE 25 KG	TON	\$870.00	0.004000	\$3.48	32.68%
	Subtotal: MATERIALES				<b>\$3.93</b>	36.90%
<b>MANO DE OBRA</b>						
	CUADRILLA No 71 (1 PEON) URBANIZACION	JOR	\$286.42	0.000200	\$0.06	0.56%
	Subtotal: MANO DE OBRA				<b>\$0.06</b>	0.56%
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>						
	MOTONIVELADORA CAT. 14H DE 215 HP	HOR	\$779.50	0.006000	\$4.68	43.94%
	VIBROCOMPACTADOR VAP 70	HOR	\$345.88	0.004000	\$1.38	12.96%
	CAMION PIPA DE 9 M3	HOR	\$298.35	0.002000	\$0.60	5.63%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				<b>\$6.66</b>	62.54%
	Costo directo				<b>\$10.65</b>	
	INDIRECTOS	10.4418%			<b>\$1.11</b>	
	Suma 1				<b>\$11.76</b>	
	FINANCIAMIENTO	0.3075%			<b>\$0.04</b>	
	Suma 2				<b>\$11.80</b>	
	UTILIDAD	12.9032%			<b>\$1.52</b>	
	Suma 3				<b>\$13.32</b>	
	CARGOS ADICIONALES	0%			\$0.00	
	SECODAM=(Suma3/(1-0.005)-Suma3)	0.5025%			\$0.07	
	IMPUESTO SOBRE NOMINA	0%			\$0.00	
	<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>\$13.39</b>	
	(* TRECE PESOS 39/100 M.N. *)					
	Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 20400 Importe: 273156					


<b>UNIVERSIDAD DON VASCO</b>	
Dependencia : UNIVERSIDAD DON VASCO ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
Obra: ASFALTADO DE CAMINO DE LA LOCALIDAD DE DURAZNO A CUTZATO EN EL MUNICIPIO DE URUAPAN	
Lugar: CAMINO DURAZNO A CUTZATO, URUAPAN, MICHOACAN	

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
<b>Análisis: PAV-BAS-08      Unidad: M3</b>						
Formación y compactación de sub-base al 95 % de su pvs, incluye: suministro de materiales, acamellonado, extendido del material seleccionado producto del corte, incorporación de agua, homogenizado, compactado en capas de 20 cms. de espesor, maquinaria, mano de obra, equipo y herramienta.						
<b>MATERIALES</b>						
	AGUA DE TOMA	M3	\$18.00	0.180000	\$3.24	5.23%
	MATERIAL PARA SUB-BASE MATERIAL	M3	\$20.00	1.300000	\$26.00	42.00%
	PRODUCTO DE CORTE					
	Subtotal: MATERIALES				<b>\$29.24</b>	47.24%
<b>MANO DE OBRA</b>						
	CUADRILLA No 71 (1 PEON) URBANIZACION	JOR	\$286.42	0.010000	\$2.86	4.62%
	Subtotal: MANO DE OBRA				<b>\$2.86</b>	4.62%
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>						
	MOTONIVELADORA CAT. 14H DE 215 HP	HOR	\$779.50	0.022000	\$17.15	27.71%
	CAMION PIPA DE 9 M3	HOR	\$298.35	0.010000	\$2.98	4.81%
	COMPACTADOR DE TAMBOR DE PISONES 815F	HOR	\$537.09	0.018000	\$9.67	15.62%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				<b>\$29.80</b>	48.14%
	Costo directo				<b>\$61.90</b>	
	INDIRECTOS	10.4418%			<b>\$6.46</b>	
	Suma 1				<b>\$68.36</b>	
	FINANCIAMIENTO	0.3075%			<b>\$0.21</b>	
	Suma 2				<b>\$68.57</b>	
	UTILIDAD	12.9032%			<b>\$8.85</b>	
	Suma 3				<b>\$77.42</b>	
	CARGOS ADICIONALES	0%			<b>\$0.00</b>	
	SECODAM=(Suma3/(1-0.005)-Suma3)	0.5025%			<b>\$0.39</b>	
	IMPUESTO SOBRE NOMINA	0%			<b>\$0.00</b>	
	<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>\$77.81</b>	

(\* SETENTA Y SIETE PESOS 81/100 M.N. \*)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 6120 Importe: 476197.2

<b>UNIVERSIDAD DON VASCO</b>	
Dependencia : UNIVERSIDAD DON VASCO ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
Obra: ASFALTADO DE CAMINO DE LA LOCALIDAD DE DURAZNO A CUTZATO EN EL MUNICIPIO DE URUAPAN	
Lugar: CAMINO DURAZNO A CUTZATO, URUAPAN, MICHOACAN	

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**


Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
<b>Análisis: PAV-BAS-12      Unidad: M3</b>						
Formación y compactación de base al 95 % de su pvs, incluye: suministro de materiales, acamellonado, extendido del material, incorporación de agua, homogenizado, compactado en capas de 20 cms. de espesor, maquinaria, mano de obra, equipo y herramienta.						
<b>MATERIALES</b>						
	AGUA DE TOMA	M3	\$18.00	0.180000	\$3.24	2.55%
	MATERIAL PARA BASE PUESTO EN OBRA	M3	\$70.00	1.300000	\$91.00	71.71%
	Subtotal: MATERIALES				<b>\$94.24</b>	74.26%
<b>MANO DE OBRA</b>						
	CUADRILLA No 71 (1 PEON) URBANIZACION	JOR	\$286.42	0.010000	\$2.86	2.25%
	Subtotal: MANO DE OBRA				<b>\$2.86</b>	2.25%
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>						
	MOTONIVELADORA CAT. 14H DE 215 HP	HOR	\$779.50	0.022000	\$17.15	13.51%
	CAMION PIPA DE 9 M3	HOR	\$298.35	0.010000	\$2.98	2.35%
	COMPACTADOR DE TAMBOR DE PISONES 815F	HOR	\$537.09	0.018000	\$9.67	7.62%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				<b>\$29.80</b>	23.48%
	Costo directo				<b>\$126.90</b>	
	INDIRECTOS	10.4418%			<b>\$13.25</b>	
	Suma 1				<b>\$140.15</b>	
	FINANCIAMIENTO	0.3075%			<b>\$0.43</b>	
	Suma 2				<b>\$140.58</b>	
	UTILIDAD	12.9032%			<b>\$18.14</b>	
	Suma 3				<b>\$158.72</b>	
	CARGOS ADICIONALES	0%			\$0.00	
	SECODAM=(Suma3/(1-0.005)-Suma3)	0.5025%			\$0.80	
	IMPUESTO SOBRE NOMINA	0%			\$0.00	
	<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>\$159.52</b>	
(* CIENTO CINCUENTA Y NUEVE PESOS 52/100 M.N. *)						
Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 4080 Importe: 650841.6						

<b>UNIVERSIDAD DON VASCO</b>	
Dependencia :	UNIVERSIDAD DON VASCO ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
Obra:	ASFALTADO DE CAMINO DE LA LOCALIDAD DE DURAZNO A CUTZATO EN EL MUNICIPIO DE URUAPAN
Lugar:	CAMINO DURAZNO A CUTZATO, URUAPAN, MICHOACAN



### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
<b>Análisis: BARR      Unidad: M2</b>						
Barrido de superficie de base hidraulica para destapar poros y limpieza de polvo						
<b>MANO DE OBRA</b>						
	CUADRILLA No 13 (1 ALBAÑIL + 6 PEONES)	JOR	\$1,953.02	0.000850	\$1.66	97.08%
	CONSTRUCCION					
	Subtotal: MANO DE OBRA				<b>\$1.66</b>	97.08%
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>						
	HERRAMIENTA MENOR	%	\$1.66	0.030000	\$0.05	2.92%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				<b>\$0.05</b>	2.92%
	Costo directo				<b>\$1.71</b>	
	INDIRECTOS	10.4418%			<b>\$0.18</b>	
	Suma 1				<b>\$1.89</b>	
	FINANCIAMIENTO	0.3075%			<b>\$0.01</b>	
	Suma 2				<b>\$1.90</b>	
	UTILIDAD	12.9032%			<b>\$0.25</b>	
	Suma 3				<b>\$2.15</b>	
	CARGOS ADICIONALES	0%			\$0.00	
	SECODAM=(Suma3/(1-0.005)-Suma3)	0.5025%			\$0.01	
	IMPUESTO SOBRE NOMINA	0%			\$0.00	
	<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>\$2.16</b>	
	(* DOS PESOS 16/100 M.N. *)					
	Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 20400 Importe: 44064					

<b>UNIVERSIDAD DON VASCO</b>	
Dependencia : UNIVERSIDAD DON VASCO ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
Obra: ASFALTADO DE CAMINO DE LA LOCALIDAD DE DURAZNO A CUTZATO EN EL MUNICIPIO DE URUAPAN	
Lugar: CAMINO DURAZNO A CUTZATO, URUAPAN, MICHOACAN	

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

**Análisis: PAV-PAV-01      Unidad: M2**

Riego de impregnación a base de emulsión asfáltica FM-1 a razón de 1.50 lt/m2, incluye:  
suministro de materiales, acarreos, maquinaria, mano de obra, equipo y herramienta.

**MATERIALES**

EMULSION ASFALTICA PARA IMPREGANACION (FM-1)	LT	\$9.13	1.500000	\$13.70	92.26%
--	----	--------	----------	---------	--------

Subtotal: MATERIALES

**\$13.70**      92.26%

**EQUIPO Y HERRAMIENTA**

CAMION PETROLIZADORA DE 1105 GALONES	HOR	\$347.48	0.003300	\$1.15	7.74%
--------------------------------------	-----	----------	----------	--------	-------

Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA

**\$1.15**      7.74%

Costo directo

**\$14.85**

INDIRECTOS

10.4418%

**\$1.55**

Suma 1

**\$16.40**

FINANCIAMIENTO

0.3075%

**\$0.05**

Suma 2

**\$16.45**

UTILIDAD

12.9032%

**\$2.12**

Suma 3

**\$18.57**

CARGOS ADICIONALES

0%

**\$0.00**

SECODAM=(Suma3/(1-0.005)-Suma3)

0.5025%

**\$0.09**

IMPUESTO SOBRE NOMINA

0%


**\$0.00**

**PRECIO UNITARIO**

**\$18.66**

(\* DIECIOCHO PESOS 66/100 M.N. \*)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 20400 Importe: 380664

<b>UNIVERSIDAD DON VASCO</b>	
Dependencia : UNIVERSIDAD DON VASCO ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
Obra: ASFALTADO DE CAMINO DE LA LOCALIDAD DE DURAZNO A CUTZATO EN EL MUNICIPIO DE URUAPAN	
Lugar: CAMINO DURAZNO A CUTZATO, URUAPAN, MICHOACAN	

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
<b>Análisis: AREN      Unidad: M2</b>						
Arenado manual de base impregnada, incluye: suministro de materiales, acarreos, mano de obra, equipo y herramienta						
<b>MATERIALES</b>						
	ARENA	M3	\$125.00	0.100000	\$12.50	89.86%
	Subtotal: MATERIALES				<b>\$12.50</b>	89.86%
<b>MANO DE OBRA</b>						
	AYUDANTE DE EQUIPO Y MAQUINARIA	JOR	\$262.14	0.002500	\$0.66	4.74%
	Subtotal: MANO DE OBRA				<b>\$0.66</b>	4.74%
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>						
	CAMION DE VOLTEO DE 7 M3	HOR	\$298.85	0.002500	\$0.75	5.39%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				<b>\$0.75</b>	5.39%
	Costo directo				<b>\$13.91</b>	
	INDIRECTOS	10.4418%			\$1.45	
	Suma 1				\$15.36	
	FINANCIAMIENTO	0.3075%			\$0.05	
	Suma 2				\$15.41	
	UTILIDAD	12.9032%			\$1.99	
	Suma 3				\$17.40	
	CARGOS ADICIONALES	0%			\$0.00	
	SECODAM=(Suma3/(1-0.005)-Suma3)	0.5025%			\$0.09	
	IMPUESTO SOBRE NOMINA	0%			\$0.00	
	<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>\$17.49</b>	
	(* DIECISIETE PESOS 49/100 M.N. *)					
	Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 20400 Importe: 356796					



<b>UNIVERSIDAD DON VASCO</b>	
Dependencia :	UNIVERSIDAD DON VASCO ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
Obra:	ASFALTADO DE CAMINO DE LA LOCALIDAD DE DURAZNO A CUTZATO EN EL MUNICIPIO DE URUAPAN
Lugar:	CAMINO DURAZNO A CUTZATO, URUAPAN, MICHOACAN



### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
<b>Análisis: PAV-PAV-02      Unidad: M2</b>						
Riego de liga a base de emulsión asfáltica FR-3 a razón de 0.70 lt/m2 incluye: barrido de la superficie, suministro de materiales, acarreos, maquinaria, mano de obra, equipo y herramienta.						
<b>MATERIALES</b>						
	EMULSION ASFALTICA PARA LIGA (FR-3)	LT	\$9.13	0.700000	\$6.39	90.25%
	Subtotal: MATERIALES				<b>\$6.39</b>	90.25%
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>						
	CAMION PETROLIZADORA DE 1105 GALONES	HOR	\$347.48	0.002000	\$0.69	9.75%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				<b>\$0.69</b>	9.75%
	Costo directo				<b>\$7.08</b>	
	INDIRECTOS	10.4418%			<b>\$0.74</b>	
	Suma 1				<b>\$7.82</b>	
	FINANCIAMIENTO	0.3075%			<b>\$0.02</b>	
	Suma 2				<b>\$7.84</b>	
	UTILIDAD	12.9032%			<b>\$1.01</b>	
	Suma 3				<b>\$8.85</b>	
	CARGOS ADICIONALES	0%			\$0.00	
	SECODAM=(Suma3/(1-0.005)-Suma3)	0.5025%			\$0.04	
	IMPUESTO SOBRE NOMINA	0%			\$0.00	
	<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>\$8.89</b>	
	(* OCHO PESOS 89/100 M.N. *)					
	Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 20400 Importe: 181356					

<b>UNIVERSIDAD DON VASCO</b>	
Dependencia :	UNIVERSIDAD DON VASCO ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
Obra:	ASFALTADO DE CAMINO DE LA LOCALIDAD DE DURAZNO A CUTZATO EN EL MUNICIPIO DE URUAPAN
Lugar:	CAMINO DURAZNO A CUTZATO, URUAPAN, MICHOACAN



### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
<b>Análisis: PAV-PAV-05      Unidad: M2</b>						
Carpeta de 5 cm de espesor de concreto asfáltico en caliente, Incluye: suministro y elaboración en planta de mezcla asfáltica, acarreos, tendidos compactación, maquinaria, mano de obra, equipo y herramienta.						
<b>MATERIALES</b>						
	MEZCLA ASFALTICA	M3	\$1,250.00	0.070000	\$87.50	78.86%
	ACARREO DE ASFALTO	TON/KM	\$1.60	2.100000	\$3.36	3.03%
	Subtotal: MATERIALES				<b>\$90.86</b>	81.89%
<b>MANO DE OBRA</b>						
	CUADRILLA No 73 ( 2 AYUDANTES) URBANIZACION	JOR	\$571.00	0.001375	\$0.79	0.71%
	Subtotal: MANO DE OBRA				<b>\$0.79</b>	0.71%
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>						
	PAVIMENTADORA BLAW-KNOX DE 120 HP	HOR	\$711.70	0.012874	\$9.16	8.26%
	CAMION DE VOLTEO DE 7 M3	HOR	\$298.85	0.012874	\$3.85	3.47%
	COMPACTADOR DE ASFALTO CAT CB634C	HOR	\$488.54	0.012874	\$6.29	5.67%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				<b>\$19.30</b>	17.40%
	Costo directo				<b>\$110.95</b>	
	INDIRECTOS	10.4418%			\$11.59	
	Suma 1				\$122.54	
	FINANCIAMIENTO	0.3075%			\$0.38	
	Suma 2				\$122.92	
	UTILIDAD	12.9032%			\$15.86	
	Suma 3				\$138.78	
	CARGOS ADICIONALES	0%			\$0.00	
	SECODAM=(Suma3/(1-0.005)-Suma3)	0.5025%			\$0.70	
	IMPUESTO SOBRE NOMINA	0%			\$0.00	
	<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>\$139.48</b>	

(\* CIENTO TREINTA Y NUEVE PESOS 48/100 M.N. \*)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 20400 Importe: 2845392

<b>UNIVERSIDAD DON VASCO</b>	
Dependencia :	UNIVERSIDAD DON VASCO ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
Obra:	ASFALTADO DE CAMINO DE LA LOCALIDAD DE DURAZNO A CUTZATO EN EL MUNICIPIO DE URUAPAN
Lugar:	CAMINO DURAZNO A CUTZATO, URUAPAN, MICHOACAN




### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
<b>Análisis: SELLO      Unidad: M2</b>						
Riego de sello con material tipo 3-A, con emulsión asfáltica de rompimiento rápido en proporción de 1.7 Lts./m2; incluye materiales y acarreo						
<b>MATERIALES</b>						
	MATERIAL PETREO 3A	M3	\$85.00	0.100000	\$8.50	34.65%
	EMBULSION DE ROMPIMIENTO RAPIDO	LT	\$9.13	1.700000	\$15.52	63.27%
	AGUA ( MANEJO)	M3	\$16.36	0.004000	\$0.07	0.29%
	Subtotal: MATERIALES				<b>\$24.09</b>	98.21%
<b>MANO DE OBRA</b>						
	CUADRILLA No 73 (6 PEONES) URBANIZACION	JOR	\$1,905.36	0.000030	\$0.06	0.24%
	Subtotal: MANO DE OBRA				<b>\$0.06</b>	0.24%
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>						
	CAMION DE VOLTEO DE 7 M3	HOR	\$298.85	0.000250	\$0.07	0.29%
	VIBROCOMPACTADOR VAP 70	HOR	\$345.88	0.000208	\$0.07	0.29%
	CAMION PETROLIZADORA DE 1105 GALONES	HOR	\$347.48	0.000171	\$0.06	0.24%
	ESPACIDOR AUTOPROPULSADO	HOR	\$410.00	0.000260	\$0.11	0.45%
	CARGADOR SOBRE LLANTAS CAT 920	HOR	\$383.54	0.000180	\$0.07	0.29%
	HERRAMIENTA MENOR	%	\$0.06	0.030000	\$0.00	0.00%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				<b>\$0.38</b>	1.55%
	Costo directo				<b>\$24.53</b>	
	INDIRECTOS	10.4418%			<b>\$2.56</b>	
	Suma 1				<b>\$27.09</b>	
	FINANCIAMIENTO	0.3075%			<b>\$0.08</b>	
	Suma 2				<b>\$27.17</b>	
	UTILIDAD	12.9032%			<b>\$3.51</b>	
	Suma 3				<b>\$30.68</b>	
	CARGOS ADICIONALES	0%			\$0.00	
	SECODAM=(Suma3/(1-0.005)-Suma3)	0.5025%			\$0.15	
	IMPUESTO SOBRE NOMINA	0%			<b>\$0.00</b>	
	<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>\$30.83</b>	

(\* TREINTA PESOS 83/100 M.N. \*)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 20400 Importe: 628932

<b>UNIVERSIDAD DON VASCO</b>	
Dependencia : UNIVERSIDAD DON VASCO ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
Obra: ASFALTADO DE CAMINO DE LA LOCALIDAD DE DURAZNO A CUTZATO EN EL MUNICIPIO DE URUAPAN	
Lugar: CAMINO DURAZNO A CUTZATO, URUAPAN, MICHOACAN	

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
<b>Análisis: CUNE      Unidad: ML</b>						
Construcción de cunetas de concreto hidráulico de f'c= 150 kg/cm2, de sección 60 x 100 cm. forma triangular de 8 cm. de espesor, terminado rayado						
<b>MATERIALES</b>						
	ARENA DE MINA (CAMION DE 7 M3)	CAMION	\$700.00	0.010980	\$7.69	4.66%
	GRAVA DE MINA DE 19 MM (3/4"), CAMION DE 7 M3	CAMION	\$700.00	0.013653	\$9.56	5.80%
	AGUA	M3	\$32.00	0.032000	\$1.02	0.62%
	CEMENTO (GRIS) PORTLAND TIPO II PUZOLANICO, SACOS DE 50 KG	TON	\$1,430.00	0.039680	\$56.74	34.40%
	DUELA DE PINO DE 3a DE 3/4"x4"x8' (0.019x0.10x2.44 m)	PZA	\$18.00	0.250000	\$4.50	2.73%
	BARROTE DE PINO DE 3a, DE 1 1/2"x3 1/2"x8'	PZA	\$29.40	0.250000	\$7.35	4.46%
	DIESEL	LT	\$5.87	0.038400	\$0.23	0.14%
	CLAVOS PARA MADERA DE 2 1/2" (260 pzas/kg) CAJA DE 25 KG	KG	\$14.00	0.051200	\$0.72	0.44%
	Subtotal: MATERIALES				<b>\$87.81</b>	53.23%
<b>MANO DE OBRA</b>						
	CUADRILLA No 1 (1 PEON) CONSTRUCCION	JOR	\$286.42	0.250000	\$71.61	43.41%
	Subtotal: MANO DE OBRA				<b>\$71.61</b>	43.41%
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>						
	HERRAMIENTA MENOR	%	\$71.61	0.030000	\$2.15	1.30%
	REVOLVEDORA P/CONCRETO DE 1 SACO 8 DE HP	HOR	\$52.97	0.064000	\$3.39	2.06%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				<b>\$5.54</b>	3.36%
	Costo directo				<b>\$164.96</b>	
	INDIRECTOS	10.4418%			<b>\$17.22</b>	
	Suma 1				<b>\$182.18</b>	
	FINANCIAMIENTO	0.3075%			<b>\$0.56</b>	
	Suma 2				<b>\$182.74</b>	
	UTILIDAD	12.9032%			<b>\$23.58</b>	
	Suma 3				<b>\$206.32</b>	
	CARGOS ADICIONALES	0%			\$0.00	
	SECODAM=(Suma3/(1-0.005)-Suma3)	0.5025%			\$1.04	
	IMPUESTO SOBRE NOMINA	0%			\$0.00	
	<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>\$207.36</b>	

(\* DOSCIENTOS SIETE PESOS 36/100 M.N. \*)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 3400 Importe: 705024

<b>UNIVERSIDAD DON VASCO</b>	
Dependencia :	UNIVERSIDAD DON VASCO ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
Obra:	ASFALTADO DE CAMINO DE LA LOCALIDAD DE DURAZNO A CUTZATO EN EL MUNICIPIO DE URUAPAN
Lugar:	CAMINO DURAZNO A CUTZATO, URUAPAN, MICHOACAN




### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
<b>Análisis: PIN      Unidad: M2</b>						
Aplicación de pintura en señalamiento de línea longitudinales a la carretera en color blanco y amarillo con pintura de 15 cm. de espesor, con micro esfera de 700 gm/Lts						
<b>MATERIALES</b>						
	PINTURA PARA PAVIMENTO	LT	\$80.00	0.040000	\$3.20	61.07%
	MICRO ESFERA	KG	\$32.00	0.028000	\$0.90	17.18%
	Subtotal: MATERIALES				<b>\$4.10</b>	78.24%
<b>MANO DE OBRA</b>						
	CUADRILLA No. 76 (1 ALBAÑIL + 4 AY) URBANIZACION	JOR	\$1,984.75	0.000450	\$0.89	16.98%
	Subtotal: MANO DE OBRA				<b>\$0.89</b>	16.98%
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>						
	PINTARRAYAS	HOR	\$33.76	0.007500	\$0.25	4.77%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				<b>\$0.25</b>	4.77%
	Costo directo				<b>\$5.24</b>	
	INDIRECTOS	10.4418%			<b>\$0.55</b>	
	Suma 1				\$5.79	
	FINANCIAMIENTO	0.3075%			<b>\$0.02</b>	
	Suma 2				\$5.81	
	UTILIDAD	12.9032%			<b>\$0.75</b>	
	Suma 3				\$6.56	
	CARGOS ADICIONALES	0%			\$0.00	
	SECODAM=(Suma3/(1-0.005)-Suma3)	0.5025%			\$0.03	
	IMPUESTO SOBRE NOMINA	0%			<b>\$0.00</b>	
	<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>\$6.59</b>	
	(* SEIS PESOS 59/100 M.N. *)					
	Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 10200 Importe: 67218					


UNIVERSIDAD DON VASCO					
Dependencia: UNIVERSIDAD DON VASCO		FECHA: 28 NOV 08			
Escuela de Ingeniería Civil					
Objeto: ASESORIA DE CAMPO DELA LOCALIDAD					
Lugar: CALMA DE LA CALATA DO E.					
Módulo de Gestión:					
Proyecto: SERVICIOS DE ASISTENCIA TECNICA					
Financiamiento:					
CONCEPTO	IMPORTE	PERCENTUAL	IMPORTE	PERCENTUAL	IMPORTE
<b>I. HONORARIOS SUAVES Y PRESTACIONES</b>					
A. Personal docente, técnico, profesional	137.000,00	0.2003%	83.000,00	0.1000%	
B. Personal técnico, profesional, profesional	79.000,00	1.1432%			
C. Honorarios de otros profesionales (contadores, etc.)	1.000,00	0.0148%			
D. Honorarios de otros profesionales (contadores, etc.)					
E. Honorarios de la Ley del Trabajo A, B y C (Contables)					
F. Honorarios de otros profesionales (contadores, etc.)					
G. Honorarios de otros profesionales (contadores, etc.)					
<b>SUBTOTALS</b>	<b>217.000,00</b>		<b>83.000,00</b>		
<b>II. DEPRECIACION, MANTENIMIENTO Y REPARACIONES</b>					
A. Bienes y Locales	10.947,83	0.0000%	8.758,83	0.1000%	
B. Locales de Mantenimiento y Guardia	9.172,81	0.1300%	8.310,78	0.0900%	
C. Bienes y Locales de Mantenimiento y Guardia	2.142,88	0.0000%	1.912,78	0.0200%	
D. Bienes y Locales de Mantenimiento y Guardia	3.360,29	0.0000%	3.360,29	0.0000%	
E. Depreciación y Reparación y Operación de Vehículos	3.284,29	0.0000%	3.284,29	0.0000%	
F. Depreciación y Reparación y Operación de Vehículos					
G. Depreciación y Reparación y Operación de Vehículos					
<b>SUBTOTALS</b>	<b>30.888,30</b>		<b>28.737,88</b>		
<b>III. SERVICIOS</b>					
A. Consultores, Asesores, Servicios y Laboratorios	10.947,83	0.2003%	10.947,83	0.2003%	
B. Asesores y Consultores	10.947,83	0.2003%	10.947,83	0.2003%	
<b>SUBTOTALS</b>	<b>10.947,83</b>		<b>10.947,83</b>		
<b>IV. ELÉCTRICOS Y ACARBES</b>					
A. De Contratos			4.108,36	0.0780%	
B. De Planos y Proyectos para Instalaciones			13.684,83	0.2800%	
C. De Instalación			17.788,89	0.3800%	
<b>SUBTOTALS</b>			<b>35.582,08</b>		
<b>V. GASTOS OPERATIVOS</b>					
A. Gastos de Materiales			6.473,88	0.1400%	
B. Gastos de Materiales			6.473,88	0.1400%	
C. Gastos de Materiales			6.473,88	0.1400%	
D. Gastos de Materiales			6.473,88	0.1400%	
E. Gastos de Materiales			6.473,88	0.1400%	
F. Gastos de Materiales			6.473,88	0.1400%	
G. Gastos de Materiales			6.473,88	0.1400%	
H. Gastos de Materiales			6.473,88	0.1400%	
<b>SUBTOTALS</b>	<b>6.473,88</b>		<b>6.473,88</b>		
<b>VI. CAPACITACION Y ADIESTRAMIENTO</b>					
A. Capacitación y Adiestramiento			7.118,98	0.0100%	
<b>SUBTOTALS</b>	<b>7.118,98</b>		<b>7.118,98</b>		
<b>VII. SEGURIDAD E HIGIENE</b>					
A. Seguro por Riesgos			847,38	0.0100%	
<b>SUBTOTALS</b>	<b>847,38</b>		<b>847,38</b>		
<b>VIII. RECURSOS Y PLANES</b>					
A. Planes por Riesgos			28.737,88	0.6400%	
<b>SUBTOTALS</b>	<b>28.737,88</b>		<b>28.737,88</b>		
<b>IX. TRÁFICOS PREVIOS Y AUXILIARES</b>					
A. Tráficos Previos y Auxiliares			14.689,83	0.3300%	
B. Tráficos Previos y Auxiliares			14.689,83	0.3300%	
C. Tráficos Previos y Auxiliares			14.689,83	0.3300%	
D. Tráficos Previos y Auxiliares			14.689,83	0.3300%	
E. Tráficos Previos y Auxiliares			14.689,83	0.3300%	
F. Tráficos Previos y Auxiliares			14.689,83	0.3300%	
G. Tráficos Previos y Auxiliares			14.689,83	0.3300%	
H. Tráficos Previos y Auxiliares			14.689,83	0.3300%	
<b>SUBTOTALS</b>	<b>14.689,83</b>		<b>14.689,83</b>		
<b>TOTALES</b>	<b>307.220,00</b>		<b>217.000,00</b>		
<b>TOTALES</b>	<b>307.220,00</b>		<b>217.000,00</b>		

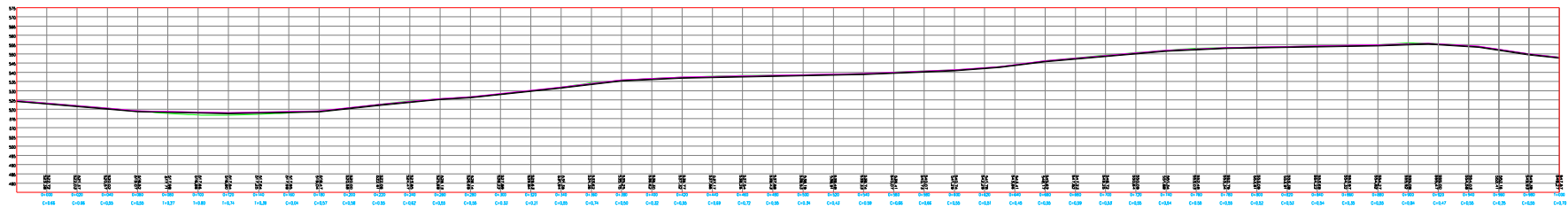
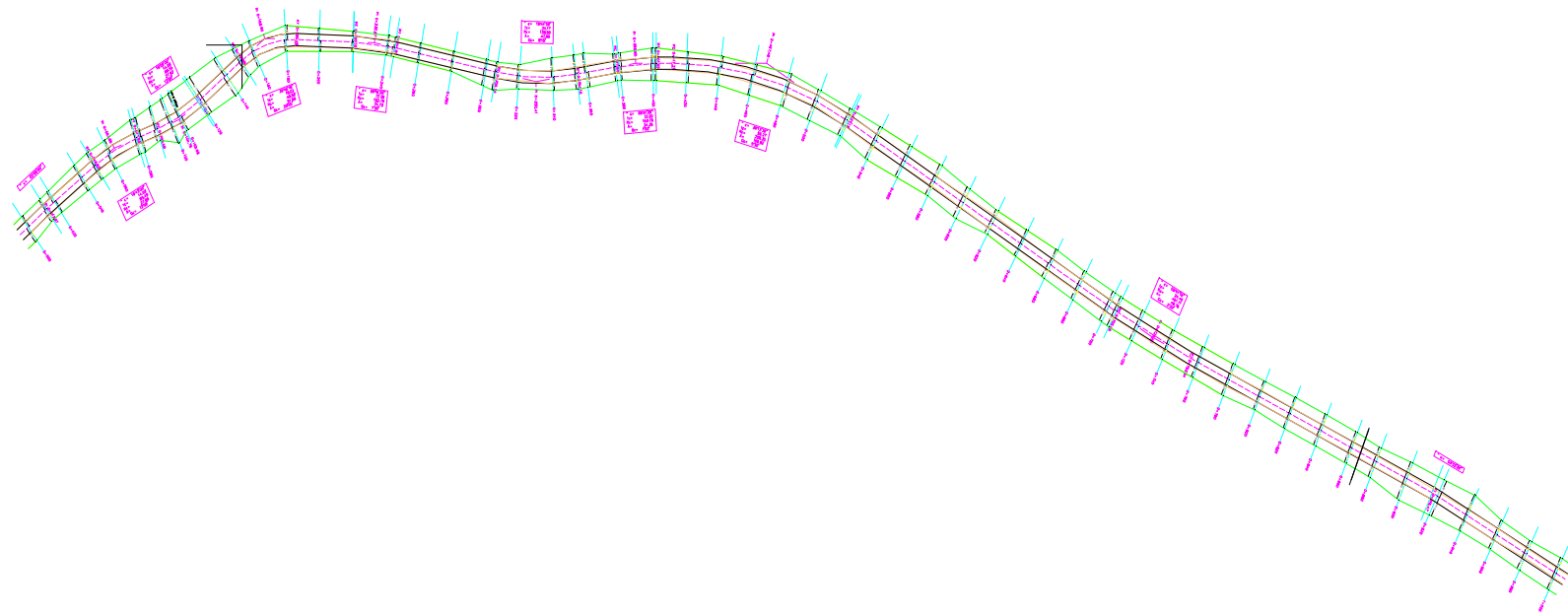




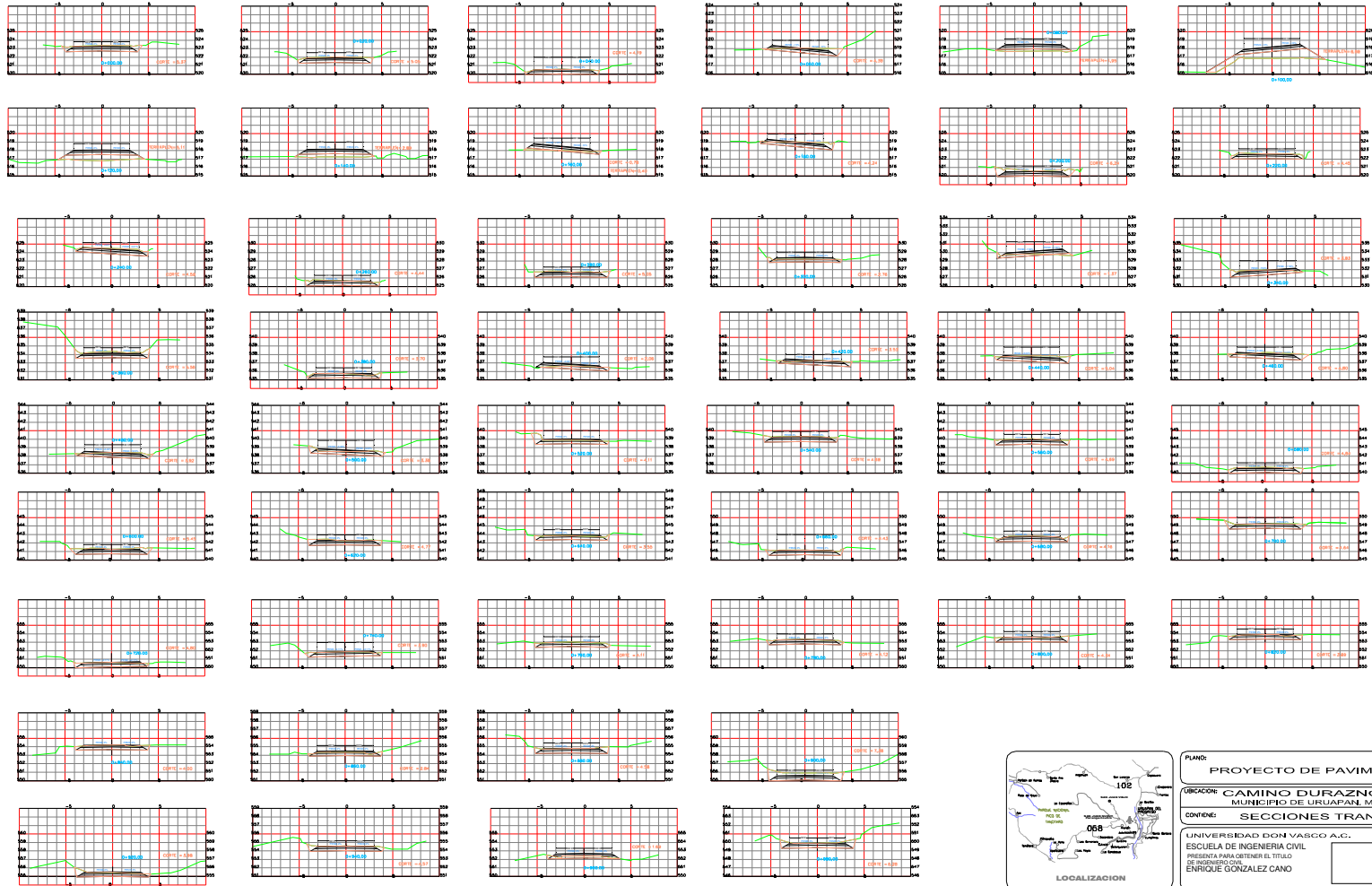
UNIVERSIDAD DON VASCO				
Dependencia: UNIVERSIDAD DON VASCO ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL				
Obra: ASFALTADO DE CAMINO DE LA LOCALIDAD DE DURAZNO A CUTZATO EN EL MUNICIPIO DE URUAPAN		25-Nov-08		
Lugar : CAMINO DURAZNO A CUTZATO, URUAPAN, MICHOACAN				
DETERMINACION DEL CARGO POR UTILIDAD				
CLAVE	CONCEPTO	FORMULA	IMPORTE	%
CD	COSTO DIRECTO		5,473,812.55	
CI	I-INDIRECTO		571,563.59	10.4418%
CF	II.-FINANCIAMIENTO		20,941.97	0.3075%
Up%	<b>UTILIDAD PROPUESTA</b>			8.0000%
	PTU= PARTICIPACION DE LOS TRABAJADORES EN LA UTILIDAD		10.00%	
	ISR= IMPUESTO SOBRE LA RENTA		28.00%	
%U	UTILIDAD NETA = Up% / [ 1 - ( PTU+ISR ) ]	$\%U = 8 \% / [ 1 - (10\% + 28\%) ]$		12.9032%
CU	CARGO POR UTILIDAD (Costo dir.Obra+Indirecto+Financiamiento)*% Utilidad Neta )	$(\$ 5,473,812.55 + \$ 571,563.59 +$ $\$ 10,470.98) \times 12.9032\% =$	781,399.63	
			0.00	
	TOTAL UTILIDAD		781,399.63	
	PORCENTAJE TOTAL DE UTILIDAD ( %=Total utilidad * 100 / (CD+CI+CF) )	$[\$ 781,399.63 / (\$ 5,473,812.55$ $+ \$ 571,563.59 + \$ 10,470.98)] *$ 100%		12.9032%



UNIVERSIDAD DON VASCO				
Dependencia: UNIVERSIDAD DON VASCO				
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL				
Obra: ASFALTADO DE CAMINO DE LA LOCALIDAD DE DURAZNO A CUTZATO EN EL MUNICIPIO DE URUAPAN				
Lugar : CAMINO DURAZNO A CUTZATO, URUAPAN, MICHOACAN				
DETERMINACION DE CARGOS ADICIONALES				
CLAVE	CONCEPTO	FORMULA	IMPORTE	%
CD	COSTO DIRECTO		5,473,812.55	
CI	I.-INDIRECTO		571,563.59	10.4418%
CF	II.-FINANCIAMIENTO		10,470.98	0.1732%
UT	III.- UTILIDAD TOTAL		781,399.63	12.9032%
			Subtotal	6,837,246.75
<b>CARGOS ADICIONALES</b>				
CSFP	IMPORTE DE LAS APORTACIONES POR CONCEPTO DE INSPECCION Y SUPERVISION QUE LAS LEYES DE LA MATERIA ENCOMIENDAN A LA SECRETARIA DE LA FUNCION PUBLICA. ARTICULO No. 191 LEY FEDERAL DE DERECHOS.		0.00	
	( CSFP = Subtotal / (1-.005) - Subtotal )	$6,837,246.75 / (1 - 0.005) - \$ 6,837,246.7$	34,358.02	0.5025%
<b>TOTAL DE CARGOS ADICIONALES</b>			34,358.02	0.5025%



<b>TÍTULO</b>	
PROYECTO DE PAVIMENTACION	
<b>UBICACION</b>	
CAMINO DURAZNO-CUTZATO	
MUNICIPIO DE URUPAN, DURANGO	
<b>CONTENIDO</b>	
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL	
<b>UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.</b>	
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO PARA OBTENER EL TITULO	
DE INGENIERIA CIVIL	
ENRIQUE GONZALEZ GARCIA	
<b>Hoja 1 de 1</b>	<b>FECHA DEL DISEÑO</b>



PLANO:	PROYECTO DE PAVIMENTACION	
UBICACION:	CAMINO DURAZNO-CUTZATO MUNICIPIO DE URUAPAN, MICHOACAN	
CONTIENE:	SECCIONES TRANSVERSALES	
UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.		HOJA 1 DE 1
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL PRESENTA PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL ENRIQUE GONZALEZ CANO		
		NOVIEMBRE DEL 2009