

# **UNIVERSIDAD DON VASCO, A.C.**

Incorporación No. 8727 -15 a la  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**REVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL KM 6+000 – AL KM  
7+000.02 DEL TRAMO CARRETERO CUPUANCILLO – LA PEÑA,  
UBICADO EN EL MUNICIPIO DE LA HUACANA, MICHOACÁN.**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

ALBERTO MÉNDEZ VALLEJO

ASESOR:

ING. GUILLERMO NAVARRETE CALDERON

URUAPAN, MICHOACÁN, 2010.



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.

## **Agradecimientos**

Agradezco a mis padres,  
Alberto Méndez Maciel y María Guadalupe Vallejo Ruiz,  
Por brindarme todo su apoyo en toda mi formación como profesionista,  
Motivándome a seguir adelante y terminar;  
A mis hermanos,  
Por estar apoyándome a lo largo de toda mi trayectoria como estudiante, en especial  
a Gabriela Elizabeth Méndez Vallejo;  
A mis maestros,  
Por haberme transmitido sus conocimientos y apoyo a lo largo de mi formación;  
A mis asesores,  
Por todo el apoyo brindado para realizar esta investigación,  
Ing. Anastasio Blanco, Ing. Guillermo Navarrete,  
Ing. Sandra Parra y al Lic. Juan Luis Moreno;  
A mis amigos,  
Por su motivación a seguir adelante y terminar en especial por su apoyo  
incondicional a Erika García Magaña.

## INDICE

### **Introducción.**

Antecedentes	6
Planteamiento del Problema	8
Objetivos	8
Pregunta de Investigación	8
Justificación	9
Delimitación	9

### **Capítulo 1.-Desarrollo de los caminos**

1.1.- Definición de camino	10
1.2.- Antecedentes de los caminos en México	10
1.3.- Inventario de caminos	11
1.4.- Elementos de la ingeniería de tránsito usados para el proyecto	13
1.5.- Velocidad	14
1.6.- Volumen de tránsito	15
1.7.- Densidad de tránsito	17
1.8.- Derecho de vía	17
1.9.- Capacidad y nivel de servicio	18
1.10.- Distancia de visibilidad de rebase	20
1.11.- Mecánica de suelos	20
1.11.1.- Suelos origen y formación	20
1.11.2.- Relaciones volumétricas y gravimétricas	22

1.11.3.- Granulometría de los suelos	23
1.11.4.- Curva granulométrica	24
1.11.5.- Graduación de un suelo	24
1.11.6.- Descripción del sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS)	25
1.11.7.- Plasticidad de los suelos	26

## **Capítulo 2.- Características físicas de un camino**

2.1.- Tipo de carreteras	29
2.2.- Alineamiento vertical	29
2.3.- Alineamiento horizontal	31
2.4.- Sección transversal	32
2.5.- Elemento que forman un pavimento	38
2.6.- Materiales asfálticos	50
2.7.- Compactación de los materiales en caminos	53

## **Capítulos 3.- Resumen de macro y micro localización**

3.1.- Generalidades	58
3.2.- Resumen ejecutivo	62
3.3.- Entorno geográfico	63
3.4.- Reporte fotográfico	65
3.5.- Estudio de tránsito	66

## **Capítulo 4.- Metodología**

4.1.- Método empleado	68
4.2.- Enfoque de la investigación	69
4.3.- Diseño de la investigación	70
4.4.- Instrumentos de recopilación de datos	71
4.5.- Descripción del procedimiento de investigación	71

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

5.1.- Trazo y nivelación	73
5.2.- Terreno natural	73
5.3.- Base cementada	74
5.4.- Riego de impregnación	76
5.5.- Riego de sello	77
5.6.- Propuesta económica	80

<b>Conclusiones</b>	89
---------------------	----

<b>Bibliografía</b>	91
---------------------	----

## **Anexos**

## INTRODUCCIÓN

### **Antecedentes.**

En Asia menor se inventó la rueda hace algunos 5000 años; con esto surgió la necesidad de tener superficies de rodamiento que alojasen a las carretas de cuatro ruedas y éstas fueron evolucionando desde brechas, terracerías, carreteras y autopistas hasta el día de hoy.

Países como China, hacia el 1100 a. C. ya contaban con un sistema de comunicaciones terrestres ampliamente desarrollado; más tarde, imperios como el persa tenían en su haber una red de caminos para atender las comunicaciones incluyendo algunos tramos pavimentados. Los egipcios, por ejemplo, fueron los primeros en utilizar losas de piedra en la construcción de carreteras; pero fueron los romanos los que llevaron las técnicas de construcción y la inversión en carreteras a su máximo nivel en aquel entonces, teniendo como fin principal la movilidad de sus legiones, el intercambio comercial y político. Pero durante muchos siglos siguientes, las vías terrestres quedaron relegadas a lugares secundarios; fue hasta el siglo VXIII que los franceses contaron con una red caminera que propició un gran desarrollo económico e hizo de estos el modelo a seguir por los países que aspiraban al desarrollo.

Hacia el siglo XIX se da en Europa una verdadera fiebre por la construcción de caminos y mejora de las existentes, actitud que fue imitada por países del

continente americano; y en la que aplicaban la técnica de pavimentación del firme con piedras trituradas durante gran parte del siglo XX .

En México a la llegada de los españoles al territorio nacional, encontraron que sus pobladores desconocían el uso de la rueda en vehículos de transporte; pero a pesar de ello, contaban con un buen número de calzadas de piedra, así como una considerable cantidad de caminos, veredas y senderos.

Destacaban en este aspecto constructivo los aztecas y los mayas, quienes por sus actividades comerciales, religiosas y bélicas, utilizaban ampliamente los caminos.

Datos históricos destacan el interés que aquellos aborígenes manifestaron, tanto por construir caminos, como por conservarlos, emitiendo leyes sobre la materia.

Las primeras modificaciones a los caminos existentes, tienen su origen en el uso de animales de tiro y carga así como de carreteras y en la necesidad de comunicar el centro de la nueva España con los puertos marítimos en forma adecuada para hacer llegar a la madre patria los productos del país; que sumaban respectivamente, según datos históricos, 7,605 y 19,720 kilómetros.

Con la aparición del automóvil, en México en 1906, revolucionó definitivamente los viejos sistemas de transportación por carreteras entre 1918 y 1920. Con el desarrollo inusitado del automóvil y la aparición de los caminos capaces de viajar a velocidades desconocidas hasta entonces y con mayor capacidad de carga, obligan a modificar y mejorar o construir caminos nuevos para satisfacer la nueva demanda.



## **Planteamiento del problema.**

En la presente tesis se revisará el proceso constructivo del km 6+000 – km 7+000.02 km del tramo carretero Cupuancillo – La Peña ubicado en el municipio de La Huacana, Michoacán.

A través del tiempo se ha observado que si se realiza un buen proceso constructivo en la ejecución de los trabajos, estos se realizan de manera correcta, lográndose que la ejecución se realice en un tiempo menor y por lo tanto con costo menor de la misma, por lo contrario cuando no se realiza un buen proceso constructivo se tendrán demoras con la realización de los trabajos, la calidad de los trabajos será mala y el costo se elevará por lo cual es muy importante el estudio del proceso constructivo a seguir para la realización cualquier obra que se realice.

## **Objetivos.**

### **Objetivo general:**

Revisión del proceso constructivo de la construcción del tramo carretero km 6+000 – km 7+000.02 Cupuancillo – La Peña.

### **Objetivos específicos:**

- 1.- Definir qué es una vía terrestre.
- 2.- Establecer qué es un proceso constructivo.
- 3.-Definir cuáles son las ventajas de un buen proceso constructivo.

## **Preguntas de investigación.**

### **Pregunta principal**

¿Cuál es el proceso idóneo para la construcción del tramo carretero km 6+000 – km 7+000.02 Cupuancillo – La Peña?

### **Pregunta secundaria**

¿Qué es un proceso constructivo?

¿Para que sirve un proceso constructivo?

¿Cuáles son las ventajas de que se realice un buen proceso constructivo?

### **Justificación.**

Es muy importante la elaboración del proceso constructivo de una carretera ya que si se realiza este estudio se tendrá un ahorro en el tiempo de ejecución de los trabajos así como en el costo de la misma, beneficiando al municipio de La Huacana y sus alrededores, así como servirá como una herramienta de consulta para la comunidad estudiantil.

Con la realización de esta tesis se tendrá una aportación para los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Civil y a la sociedad en general, ya que se puede acceder a la presente investigación y a un servidor también ya que ampliaré mis conocimientos sobre sus normas y los procedimientos contractivos de una carretera.

### **Delimitación:**

La localidad de Cupuancillo se encuentra en el municipio de la Huacana Michoacán la cual se encuentra localiza al sur del Estado, en las coordenadas 18°58' de latitud norte y 101°48' de longitud oeste, a una altura de 480 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Nuevo Urecho y Ario de Rosales, al este con Turicato, al sur con Churumuco y Arteaga, al oeste con Múgica y Apatzingán. Su distancia a la capital del Estado es de 161 kms.

# CAPÍTULO 1

## DESARROLLO DE LOS CAMINOS

La accesibilidad a las poblaciones con caminos es un factor importante para incrementar el nivel de bienestar de diversas comunidades, estos han sido una condición necesaria para el desarrollo económico y social de las regiones.

Los cuales deben cumplir con los parámetros que se definen en este capítulo como son: la velocidad, el volumen de tránsito, densidad de tránsito, derecho de vía, capacidad y nivel de servicio, distancia de visibilidad de rebase, y mecánica de suelos.

### 1.1.-Definición de camino.

Un camino es la faja de terreno acondicionado para el tránsito de vehículos y se clasifican en:

- A) Camino pavimentado: cuando sobre la subrasante se ha construido ya totalmente el pavimento, transitable en todo tiempo.
- B) Camino revestido: cuando sobre la subrasante se ha colocado ya una o varias capas de material granular, y es transitable en todo tiempo.
- C) Terracería: cuando se ha construido la sección de proyecto hasta su nivel de subrasante transitable en tiempo de secas.

### 1.2.- Antecedentes de los caminos en México.

En México actualmente se construyen con toda actividad y al máximo que permite su capacidad económica, una extensa red de caminos de todos los tipos, desde los de cuota, de altas especificaciones, hasta las más modernas brechas.

Los españoles al llegar a lo que actualmente es el Territorio Nacional, encontraron que sus pobladores desconocían el uso de la rueda en vehículos de transporte y no disponían tampoco de animales de tiro y carga; pero a pesar de ello, contaban con un buen número de calzadas de piedra, así como una considerable cantidad de caminos, veredas y senderos.

La colonización de la Nueva España trajo como consecuencia lógica un sensible mejoramiento de los caminos ya existentes y la apertura de otros muchos, las primeras modificaciones a los caminos existentes, tienen su origen en el uso de animales de tiro y carga así como de carreteras y en la necesidad de comunicar el centro de la Nueva España con los puertos marítimos en forma adecuada para hacer llegar a la madre patria los productos del país.

Con la aparición del automóvil, en México en 1906, revolucionó definitivamente los viejos sistemas de transportación por carreteras entre 1918 y 1920. Con el desarrollo inusitado del automóvil y la aparición de los caminos capaces de viajar a velocidades desconocidas hasta entonces y con mayor capacidad de carga, obligan a modificar y mejorar o construir caminos nuevos para satisfacer la nueva demanda.

### **1.3.- Inventario de caminos.**

Con el fin de obtener un inventario de los caminos existentes en una entidad, pueden seguirse varios procedimientos, desde el más general y sencillo, recorriendo los caminos en vehículo, tomando kilometrajes con el odómetro el inconveniente es que es muy costoso y lento.

### **1.3.1.- Método odógrafo – giroscopio - barométrico.**

Los datos por obtener para hacer el inventario son: planta del camino, perfil, itinerario, configuración del terreno por el que se cruza, características de la superficie de rodamiento, sección transversal, alineamiento horizontal, alineamiento vertical, visibilidad, señalamientos, obras de drenaje, cruces y entronques con otras vías de comunicación, características de los poblados por los que pasa el camino, uso de la tierra a los lados del camino y demás datos que se consideren de importancia.

El perfil del camino se obtiene con el barómetro o altímetro, en el que se aprecian diferencias de nivel hasta de tres metros. A partir del perfil se determina el alineamiento vertical, comprobándolo en ciertos casos mediante el clisímetro, si las pendientes son muy fuertes.

El alineamiento horizontal se obtiene de los datos tomados en el registro de curvatura, leyendo los kilometrajes del PC (principio de curva) y PT (principio de tangente) en el contador del odómetro y los azimutes en el giróscopo.

### **1.3.2.- Aplicaciones del inventario de caminos.**

Una de las aplicaciones es la obtención de la capacidad de los caminos que integran la red. La capacidad de un camino queda determinada por muy diversos factores que comprenden las características geométricas del camino en sí mismo y las características del tránsito que circula por él.

Las principales características geométricas del camino, que influyen en su capacidad, son su sección transversal, comprendiendo el ancho de carriles; distancia a obstáculos laterales; ancho y estado de los acotamientos; alineamiento horizontal; alineamiento vertical, y distancia de visibilidad de rebase.

Otra importante aplicación del inventario de caminos consiste en la posibilidad de señalar las obras necesarias y sus prioridades en los programas de reconstrucción, conservación y construcción.

Una vez terminado el inventario de caminos, debe mantenerse al día, mediante el registro adecuado de los cambios hechos.

#### **1.4.-Elementos de la ingeniería de tránsito usados para el proyecto.**

La ingeniería de tránsito es la rama de la ingeniería que se dedica al estudio del movimiento de personas y vehículos en las calles y caminos, con el propósito de hacerlo eficaz, libre, rápido y seguro.

Los elementos que constituyen el tránsito son el usuario, el vehículo y el camino.

La población en general la constituye el usuario de los caminos y de las calles, tanto si se considera como conductor o como peatón, estadísticamente se observa que en más del 25 % el peatón es víctima, que el 65% de los casos es culpable del accidente y que, como dato importante, el 80 % de los atropellados no saben conducir, el conductor es el medio humano que controla el movimiento del vehículo, siendo responsable de su buen manejo.

##### **1.4.1.- El problema del tránsito.**

Los principales factores que intervienen en el problema del tránsito son: La existencia de diferentes tipos de vehículos en el mismo camino, tales como automóviles, camiones, bicicletas, vehículos de tracción animal, etcétera; vías de comunicación inadecuadas que incluyen trazos urbanos anacrónicos, calles y caminos angostos, torcidos y con fuertes pendientes y banquetas insuficientes; falta

de educación vial y ausencia de leyes y reglamentos de tránsito que se adapten a las necesidades del usuario.

#### **1.4.2.- Soluciones para el problema de tránsito.**

A) Solución integral: consiste en crear un nuevo tipo de camino que sirva al vehículo moderno dentro de un tiempo razonable de previsión.

B) Solución parcial de alto costo: consiste en realizar ciertos cambios que requieren fuertes inversiones, tales como el ensanchamiento de calles; construcción de intersecciones canalizadas, rotatorias o a desnivel; arterias de acceso controlado, etcétera.

C) Solución parcial de bajo costo: consiste en aprovechar al máximo las condiciones existentes, con un mínimo de obras materiales y el máximo de regulación funcional del tránsito.

Cualquiera que sea la solución que se adopte, deben existir tres elementos que, trabajando simultáneamente, produzcan un tránsito seguro y eficiente, dicho elementos son: La ingeniería de tránsito, la educación vial y la legislación y vigilancia policíaca.

#### **1.5.- Velocidad.**

La velocidad es un factor fundamental para el proyecto de un camino, ya que su utilidad y buen funcionamiento se juzgan por la rapidez y seguridad con que las personas y mercancías se mueven en él.

Existen cuatro tipos de velocidad:

Velocidad de proyecto.-Es la máxima velocidad sostenida que ofrece seguridad en el tramo a lo largo de un camino y que gobierna las características de proyecto del mismo.

Velocidad de operación.- Es la velocidad real con la que transitan los vehículos sobre el camino y es un índice del grado de eficiencia que la carretera proporciona al usuario. Se define como la velocidad mantenida en un tramo a lo largo de un camino mientras el vehículo está en movimiento.

La velocidad de operación se obtiene dividiendo la distancia recorrida entre el tiempo de recorrido.

Velocidad de punto.-La velocidad de punto es la que lleva un vehículo cuando pasa por un punto dado de un camino.

Para tramos pequeños de camino en que las características de operación varían poco, la velocidad de punto se puede considerar representativa de la velocidad de operación, y en tramos largos, donde la velocidad varía mucho la media aritmética de las velocidades de punto, tomadas en sitios representativos de cada velocidad, nos da la velocidad de operación a lo largo de todo el tramo.

#### **1.6.- Volumen de tránsito.**

El volumen de tránsito es el número de vehículos que se mueven en una dirección o direcciones especificadas sobre un carril o carriles dados y que pasan por un punto determinado del camino durante cierto periodo de tiempo.

Los períodos más usuales son:

A) Volumen Promedio Diario anual (VPDA).- Es el número de vehículos que pasan por un punto dado del camino, durante un año dividido entre 365 días.



B) Volumen Máximo Horario Anual (VMHA).- Es el volumen horario más alto que acontece para un determinado año.

El VPDA no es apropiado para el proyecto de un camino, puesto que no indica la variación que ocurre durante los meses del año, los días de la semana y las horas del día.

El VMHA aunque es el que más se acerca a las condiciones de operación, su aplicación para el proyecto da como resultado obras sobradas.

El volumen horario usado para el proyecto no debe ser excedido muy a menudo. Una forma para determinar el volumen horario más apropiado para proyecto es formar una gráfica en la que se muestren las variaciones del volumen horario durante el año.

Para los caminos rurales de dos carriles, el VHP es el tránsito total en ambas direcciones de circulación. En los caminos con más de dos carriles y en las carreteras de dos carriles en las que se encuentren intersecciones importantes es indispensable para proyecto conocer el volumen horario de cada dirección.

El VHP para una dirección se puede calcular multiplicando el VHP para dos sentidos por el por ciento de tránsito en la dirección predominante durante la hora de proyecto. Por ejemplo si el VHP para dos sentidos es 15% del VPDA y la distribución por direcciones para esa hora es 70-30, el VHP para un sentido es  $0.15 * 0.70$  del VPDA.

El volumen de tránsito puede obtenerse de datos estadísticos o ser tomados directamente mediante conteos del tránsito, estos pueden realizarse en forma manual o mecánica.

### **1.7.- Densidad de tránsito.**

La densidad de tránsito es el número de vehículos que se encuentran en un tramo de un camino en un momento determinado.

No debe confundírsele con el volumen de tránsito ya que este como se analizó anteriormente expresa el número de vehículos que pasan en la unidad de tiempo, de tal manera que cuando un camino se encuentra congestionado el volumen puede llegar a ser igual a cero en tanto que la densidad es muy alta.

El volumen de tránsito = velocidad \* densidad.

Puede observarse que si la velocidad permanece constante, existe una relación lineal entre el volumen y la densidad, pero la realidad es que, al aumentar el volumen, siempre disminuye la velocidad con que pueden viajar los conductores y la relación entre volumen y densidad resulta que no es lineal en la práctica.

### **1.8.- Derecho de vía.**

Se le llama derecho de vía a la franja de terreno, de un ancho suficiente, que se adquiere para alojar una vía de comunicación y que es parte integrante de la misma.

Para caminos en México se ha establecido un derecho de vía con amplitud mínima de cuarenta metros, veinte metros a cada lado del eje; reduciéndose el ancho de las calles en el paso por una zona urbana.

Los procedimientos para adquirir la propiedad del derecho de vía en la república mexicana, varían de acuerdo al tipo de camino de que se trate, atendiendo al origen de los fondos con los que se construirá: federales, de cooperación bipartita o de cooperación tripartita.

Para caminos federales el procedimiento a seguir queda definido por el artículo de la “Ley de vías generales de comunicación” expedido por decreto de fecha 30 de diciembre de 1939.

El trámite de la documentación y el pago de las afectaciones se hace por mediación de la dirección general de asuntos jurídicos, departamento de derecho de vías de la secretaria de obras publicas; presentando los documentos comprobatorios de la propiedad y valuando las afectaciones con precios unitarios ya establecidos en la propia Secretaría.

Caminos por cooperación tripartita, dado su carácter, que establece la cooperación de los particulares beneficiados con la obra, en ningún caso se hará pago por la adquisición del derecho de vía, con cargo al presupuesto de construcción. Este problema debe ser resuelto por los propios interesados en la construcción del camino, mediante la cesión de derechos de los terrenos por donde pasará el camino.

### **1.9.- Capacidad y nivel de servicio.**

La capacidad es una medida de la eficiencia de una calle o un camino. El nivel de servicio determina las condiciones de operación que un conductor dado experimenta durante el viaje, cuando los volúmenes de tránsito están por debajo de la capacidad, ya que la capacidad es en realidad uno de los tantos niveles a que puede operar el camino. El nivel de servicio varía principalmente con el volumen de tránsito.

La capacidad de un camino es el número máximo de vehículos que puede circular por él bajo las condiciones prevaletientes del tránsito y del camino en un período dado de tiempo.

El período de tiempo que se considera en las determinaciones de capacidad debe ser perfectamente determinado. Para períodos cortos, tales como una hora o menos, la capacidad es el máximo tránsito sostenido para el período de tiempo especificado. Cuando se consideran períodos largos, un día o un año, la capacidad sólo depende de los deseos de los conductores quienes crean variaciones horarias diarias y estacionales en un promedio del volumen que da como resultado la total utilización del camino solamente en un porcentaje del tiempo total, cuando la demanda es la máxima.

La capacidad también se ve afectada por las condiciones ambientales, tales como claridad, frío, tormenta, calor, lluvia etc. Pero por la dificultad de evaluación estos factores no se toman en cuenta.

Así mismo se utilizan extensamente los análisis estadísticos y los datos empíricos.

El nivel de servicio es una medida cualitativa del efecto de una serie de factores, tales como la velocidad, el tiempo de recorrido, la seguridad, comodidad y libertad de manejo, los costos de operación, etc. Que determinan condiciones de operación diferentes que ocurren en un camino cuando se presentan diferentes volúmenes de tránsito.

Un camino opera a muchos niveles de servicio, dependiendo de los volúmenes y composición del tránsito y de las velocidades que puedan alcanzarse.

El volumen de servicio es el volumen de tránsito correspondiente a un determinado nivel de servicio. El volumen de servicio máximo es igual a la capacidad.

### **1.10.- Distancia de visibilidad de rebase.**

Es la distancia necesaria para que un vehículo pueda adelantarse a otro que se encuentra en su línea de circulación con otro que aparezca en sentido contrario.

La distancia de visibilidad de rebase se debe determinar sobre la base de una longitud necesaria para efectuar la maniobra con seguridad.

En los caminos de dos sentidos con dos carriles generalmente los vehículos rápidos tienen que rebasar a los que circulan lentamente, debiendo ocupar durante cierto tiempo el carril que es usado normalmente por el tránsito de sentido contrario. Para hacer el rebase con seguridad, el conductor debe ver delante una distancia suficiente sin vehículos de tal modo que pueda completar la maniobra de paso sin interrumpir la marcha del vehículo rebasado y sin tropezar con el tránsito opuesto que puede aproximarse una vez iniciada la operación. De ser necesario el conductor podrá regresar al carril de la derecha si ve tránsito en sentido contrario, una vez iniciada la maniobra.

### **1.11.-Mecánica de suelos.**

#### **1.11.1.- Suelos origen y formación.**

Se entiende como suelo al material formado por partículas minerales (producidas por la descomposición de las rocas) y vacíos, los cuales pueden o no estar ocupados por agua.

La mecánica de suelos, es la rama de la ingeniería civil que estudia la aplicación de las leyes de la mecánica e hidráulica a los problemas de ingeniería que trata con sedimentos y otras acumulaciones no consideradas de partículas de que tenga contenido de materia orgánica.

Los procesos que dan lugar a la alteración de las rocas son la desintegración mecánica y la descomposición química, cuyas principales causas son:

A) desintegración mecánica:

-Congelación de agua (efecto de cuña al aumentar el volumen de agua).

-Cambios de temperatura.

-Efectos de los organismos (raíces, roedores, etc.).

-Esfuerzos tectónicos.

-Efectos abrasivos del agua y el viento.

-Efectos telúricos (sismo, terremotos, etc.).

-Efectos de la gravedad (taludes, derrumbes, etc.)

B) Descomposición química.

La descomposición química ocurre en presencia de agua y otras sustancias naturales, lo que da lugar, en general a suelos finos.

Algún tipo de descomposición química se presenta al reaccionar los diferentes minerales de algunas rocas con el ácido carbónico producido por el agua y el bióxido de carbono natural del aire.

Las rocas ígneas y silíceas en general contienen feldespato, propio del granito, lo que produce suelos de tipo arcilloso.

Los materiales formados por hidróxido de fierro son consecuencia del intemperismo sobre rocas que contienen por ejemplo minerales de fierro.

Los suelos se dividen en suelos residuales y suelos transportados. Los suelos residuales son aquellos que permanecen en el sitio donde fueron formados y los suelos transportados son aquellos formados por los productos de alteración de las

rocas removidos y depositados en otro sitio diferente al de su origen, siendo los principales agentes de transporte el agua, el viento, los glaciares, la gravedad etc.

La estructura de los suelos es la ubicación, arreglo y orientación, entre otros factores, de sus partículas, según esto, los suelos pueden ser gruesos o finos, cuyo tamaño fluctúan de la siguiente manera:

7.6 cm > suelos gruesos > 0.074 mm (malla no. 200) > suelos finos.

### **1.11.2.- Relaciones volumétricas y gravimétricas.**

Observando a simple vista un suelo, podría definirse como un sistema de partículas cuyos espacios libres pueden estar parcial o totalmente llenos de agua, teniéndose de hecho, tres fases en juego: la sólida, la líquida y la gaseosa.

Para identificar racionalmente los suelos, prever su posible comportamiento mecánico y facilitar la solución de los problemas que se presentan, se ha establecido relaciones entre los pesos y volúmenes de las fases, siendo de gran importancia el estudio de las mismas. Se acostumbra idealizar a una muestra de suelo de la siguiente manera:

En donde:

$V_m$  = Volumen de la muestra.

$V_v$  = Volumen de vacíos.

$V_g$  = Volumen de gases (aire).

$V_w$  = Volumen de líquidos (agua).

$V_s$  = Volumen de sólidos.

$W_g$  = Pesos de gases (nulo para fines prácticos)

$W_w$  = Peso líquido.

$W_s$  = Peso de sólidos.

$W_m$  = Peso de la muestra.

### **1.11.3.- Granulometría de los suelos.**

La granulometría es la parte de la mecánica de suelos que estudia lo referente a las formas y distribución de tamaños de las gravas o partículas que constituyen un suelo.

A) Suelos gruesos análisis por mallas.

El análisis granulométrico solo tiene sentido efectuarlo en suelos gruesos, aquellos que están en el rango de tamaño entre 0.0074 y 76.2 mm.

La medición en el tamaño de los granos de un suelo puede efectuarse de la siguiente manera: análisis directo y medición con mallas.

El análisis directo en este tipo de medición puede hacerse en partículas de suelo de más de 3 pulgadas de tamaño con aparatos de precisión manuales (vernier) y la medición con mallas es un análisis mecánico este se usa principalmente para suelos gruesos y su principio consiste en ordenar en forma descendente una serie de mallas (generalmente siete u ocho) depositar el suelo previamente seco en el juego de mallas agitándolo en forma horizontal y vertical durante 5 ó 10 minutos, luego pesar el suelo retenido en cada malla teniendo cuidado evitando pérdidas del material, posteriormente, se calcula el por ciento retenido en cada malla con respecto al peso total de la muestra y el por ciento que pasa respecto a dicho total por último, se grafica en escala semihilo rítmica el por ciento de material que pasa, en peso, y el diámetro de la malla, formando ambos parámetros un sistema de ejes sobre el cual, una vez graficados los resultados.

Medición con mallas: Análisis mecánico usado principalmente en suelos gruesos ordenando en forma descendente una serie de mallas: 2", 1 1/2", 1", 3/4",



½", 3/8", ¼", No.4 Granulometría gruesa y 10, 20, 40, 60, 100, 200 (granulometría fina).

B)En el caso de suelos granulares con finos

En el caso de suelos granulares con finos se toma con un peso aproximado de 500 grs. Se pone a secar en el horno a una temperatura de 105 ° C hasta tener un peso constante se anota este peso y el material se coloca en un recipiente de aluminio se le agrega agua hasta quedar totalmente cubierto y se deja saturar por un tiempo de 24 horas , posteriormente se procede al lavado por la malla No.200

#### **1.11.4.-CURVA GRANULOMETRICA**

La distribución del tamaño de las partículas constitutivas de un suelo grueso se expresa gráficamente mediante una Curva de Distribución Granulométrica.

La curva de distribución granulométrica nos indica en general el tamaño de los granos y la buena o mala graduación de estos.

La curva granulométrica se dibuja con porcentajes como ordenadas y tamaño de las partículas como abscisas.

Suelo bien graduado: tiene un porcentaje uniforme de tamaños

Suelo mal graduado: ausencia de tamaños intermedios.

A partir de la curva granulométrica nos indica en general el tamaño de los granos y la buena o mala graduación de estos.

#### **1.11.5.-Graduación de un suelo**

A partir de la curva de distribución granulométrica pueden obtenerse dos importantes indicadores que caracterizan un suelo:

$$A).- \text{ Coeficiente de uniformidad } \quad C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$$B).- \text{ Coeficiente de curvatura } \quad C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} D_{60}}$$

D10 Diámetro efectivo o sea el diámetro que corresponde a las partículas cuyo tamaño es mayor o igual que el 10% en peso del total de partículas de un suelo.

D30 Diámetro de partículas cuyo tamaño es mayor o igual que el 30% en peso del total de partículas.

D60 Diámetro de partículas cuyo tamaño es mayor o igual al 60% en peso total de las partículas.

#### 1.11.6.-Descripción del sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS).

Suelo grueso, si mas del 50% de sus partículas (en peso) son gruesas, y fino si mas de la mitad de sus partículas son finas.

Símbolo significado

G Gravas

S Arenas y suelos arenosos

Las gravas y arenas se separan en la malla No.4

G si mas del 50% de su fracción gruesa (o sea la retenida en la malla No. 200) no pasa la malla No.4.

S si mas del 50% de su fracción gruesa pasa la malla No.4 y se retiene en la No. 200.

Las gravas y arenas dan lugar a la siguiente clasificación, dependiendo de las características de limpieza, y graduación y porcentaje de finos de cada grupo:

Símbolo	Característica
W	Material limpio de finos, bien graduado
P	Material limpio de finos, mal graduado
M	Material con finos no plásticos
C	Material con finos plásticos

GW Y SW Suelos bien graduados y con pocos finos o limpios < 5% en peso.

SW Cu >6 y Cc entre 1 y 3

GW Cu >4 Cc entre 1 y 3

GM Y SM Para porcentajes de finos >12% en peso

A los suelos gruesos con contenidos de finos comprendidos entre 5% y 12% en peso son simbolos dobles o casos de frontera.

### **1.11.7.-Plasticidad de los suelos**

Se conoce como plasticidad de un cuerpo a la capacidad o propiedad de un material por la cual es capaz de soportar deformaciones sin rebote elástico, sin variación volumétrica apreciable y sin desmoronarse ni agrietarse.

Límite Líquido (LL).- Contenido de agua de un suelo fino para el cual éste tiene una resistencia al esfuerzo cortante de 25 gr/cm<sup>2</sup>. su valor se determina en el laboratorio utilizando el método de la Copa de Casagrande (método empírico) que consiste en colocar una mezcla homogénea del suelo que se desea clasificar, dentro

de la copa y enrasarlo , haciendo seguidamente con un ranurador una pequeña ranura, y después mediante una pequeña leva la copa se levanta y cae repentinamente hasta que se cierra la ranura.

Límite Plástico.-formación de rollitos de suelo de 3mm. La formación de los rollitos se hace usualmente sobre una hoja de papel totalmente seca para acelerar la pérdida de humedad del material; también es frecuente efectuar el rolado sobre una placa de vidrio hasta que ocurra el desmoronamiento y agrietamiento; en tal momento se determinará rápidamente su contenido de agua, que es el límite plástico.

Límite de Contracción (L.C.).-Cuando un suelo pierde agua, normalmente su volumen disminuye y esto se debe principalmente a las fuerzas de tensión capilar que con producidas por el agua intersticial.

El límite de contracción.- es el contenido de agua a partir del cual el volumen del suelo permanece constante aunque la humedad disminuya. Este límite suele manifestarse visualmente por un cambio de tono de color oscuro a mas claro al irse secando el suelo gradulmente.

La carta de plasticidad: muestra características indicativas del comportamiento de los suelo de modo que localizando un suelo en ella se puede tener información a nivel cualitativo sobre su comportamiento.

Dentro de la carta se han agrupado los suelos formándose el símbolo de cada grupo por dos letras mayúsculas:

Símbolo	Significado
M	Limos Inorgánicos
C	Arcillas Inorgánicas

## O Limos y Arcillas Orgánicas

Estos suelos a su vez se subdividen: de acuerdo a su LIMITE LIQUIDO en dos grupos:

Si el L.L. es  $>50\%$  son suelos de baja a mediana COMPRESIBILIDAD "L" (Low compressibility).

Si el L.L.  $> 50\%$  son de alta compresibilidad "H" (high compressibility)

## GRUPOS EN EL SUCS

### GRUPO:

CL Y CH ARCILLAS INORGANICAS

CL L.L.  $< 50\%$  e  $I_p > 7$

CH L.L.  $> 50\%$

### GRUPO ML y MH

ML L.L.  $< 50\%$   $I_p < 4$

MH L.L.  $> 50\%$

GRUPO: OL y OH Suelos inorganicos siempre se encuentran en lugares próximos a la línea A.

Pt L.L. ENTRE 300% y 500%

I.P.  $100\% < I_p < 200\%$

En suelos finos son importantes los siguientes datos: nombre típico, grado o carácter de su plasticidad, cantidad y tamaño de sus partículas gruesas, color del suelo húmedo, olor, nombre local y geológico, ejemplo:

Limo arcilloso, ligeramente plástico, porcentaje reducido de arena fina, numerosos agujeros de raíces, firme y seco en el lugar, (ML).

## CAPÍTULO 2

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE UN CAMINO

Las características físicas de un camino, son aquellas que tiene el proyecto del mismo para su conformación y que sirven para ver la clasificación de camino su forma y estructura como son el alineamiento horizontal, la sección transversal, la sub-base, la base y la carpeta, donde se especificaran los materiales a utilizar y sus cualidades, espesores y las normas que van a regir el proyecto.

#### 2.1 Tipo de carreteras.

Los tipos de carreteras, se distinguen por las características físicas que tienen cada una y por sus dimensiones como se muestran en la siguiente tabla.

TIPO DE CARRETERA		ANCHOS DE :				
		CORONA (M)	CALZADA	ACOTAMIENTOS (M)		FAJA SEPARADORA CENTRAL (M)
E		4	4	--		--
D		6	6	--		--
C		7	6	0.5		--
B		9	7	1		--
(A2)		12	7	2.5		--
A	(A4)	22.0 (mínimo)	2 X 7.0	EXT.	INT.	1.0 (mínimo)
				3	0.5	
	(A4S)			11	2 X 7.0	

Tabla 2.1 tipos de carreteras.

#### 2.2 Alineamiento vertical.

De acuerdo con el Manual de Proyecto Geométrico de la SCT (1974), el alineamiento vertical es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subcorona, a este eje se le llama línea subrasante y se compone de tangentes y curvas.

Las tangentes se caracterizan por su longitud y su pendiente y están limitadas por dos curvas sucesivas, su longitud es la distancia medida horizontalmente entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente, se representa como TV. La pendiente de la tangente es la relación entre el desnivel y la distancia entre dos puntos de la misma.

Al punto de intersección de dos tangentes consecutivas se le denomina PIV y a la diferencia algebraica de pendientes en ese punto se representa por la letra A y se divide en

A) Pendiente gobernadora. Es la pendiente media que teóricamente puede darse a la línea subrasante para dominar un desnivel determinado en función de las características del tránsito y la configuración del terreno; la mejor pendiente gobernadora es la que permita obtener el menor costo de construcción, conservación y operación.

B) Pendiente máxima. Es la mayor pendiente que se permite en el proyecto y se determina por el volumen y la composición del tránsito previsto y la configuración del terreno y se empleará, cuando convenga desde el punto de vista económico, y siempre que no rebase la longitud crítica.

C) Pendiente mínima. La pendiente mínima se fija para permitir el drenaje. En terraplenes puede ser nula; en los cortes se recomienda de 0.5% mínimo.

D) Longitud crítica de una tangente del alineamiento vertical. Es la longitud máxima en la que un camión cargado puede ascender sin reducir su velocidad más allá de un límite previamente establecido.

Los elementos que intervienen para su determinación son fundamentalmente el vehículo de proyecto, la configuración del terreno, el volumen y la composición del tránsito.

### **2.3 Alineamiento horizontal.**

El alineamiento horizontal es la proyección sobre un plano horizontal del eje de la subcorona del camino y lo integran el alineamiento horizontal las tangentes, las curvas circulares y las curvas de transición.

A) Las tangentes son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se le representa como PI, y al ángulo de deflexión formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se le representa por  $\Delta$ . Como las tangentes van unidas entre si por curvas, la longitud de una tangente es la distancia comprendida entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente. A cualquier punto preciso del alineamiento horizontal localizado en el terreno sobre una tangente, se le denomina: punto sobre tangente y se representa por

La longitud máxima de una tangente está condicionada por la seguridad. Las tangentes largas son causa potencial de accidentes, debido a la somnolencia que produce al conductor mantener concentrada su atención en puntos fijos del camino durante mucho tiempo, o bien porque favorecen los deslumbramientos durante la noche; por tal razón, conviene limitar la longitud de las tangentes, proyectando en su lugar alineamientos ondulatorios con curvas de gran giro.

La longitud mínima de tangente entre dos curvas consecutivas está definida por la longitud necesaria para dar la sobreelevación y ampliación a esas curvas.



B) Curvas circulares. Son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas, pueden ser simples o compuestas

Las curvas simples son cuando dos tangentes están unidas entre si por una sola curva circular y pueden ser hacia la izquierda o a la derecha en sentido del cadenamiento del camino.

Las curvas compuestas son las 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 le llaman compuestas directas y cuando son de sentido contrario, compuestas inversas.

C) Curvas de transición. “Es cuando un vehículo pasa de un tramo en tangente a otro en curva circular, requiere hacerlo en forma gradual, tanto por lo que se refiere al cambio de dirección como a la sobreelevación y a la ampliación necesarias. Para lograr este cambio gradual se usan las curvas de transición. Definiéndose las curvas de transición como a la que liga una tangente con una curva circular, teniendo como característica principal, que en su longitud se efectúa, de manera continua, el cambio en el valor del radio de curvatura, desde infinito para la tangente hasta el que corresponde para la curva circular” (M.P.G. SCT, 1974: 297-304)

#### **2.4 Sección transversal.**

De acuerdo con el Manual de Proyecto Geométrico de la SCT (1974), en un camino es un punto cualquiera de un corte vertical normal al alineamiento horizontal

y lo integran la corona, la subcorona, las cunetas y contracunetas, los taludes y las partes complementarias.

**Corona.**-Es la superficie de un camino terminado y esta comprendida entre los hombros del camino, o sean las aristas superiores de los taludes del terraplén y/o las interiores de las cunetas. Y los elementos que la definen son la rasante, la pendiente transversal, la calzada y los acotamientos.

A) Rasante.- Es la línea obtenida al proyectar sobre un plano vertical en desarrollo del eje de la corona del camino. En la sección transversal está representada por un punto.

B) Pendiente transversal.- Es la pendiente que se le da a la corona normal a su eje y en el alineamiento horizontal se presentan tres casos.

1. Bombeo.- Es la pendiente que se le da a la corona en las tangentes del alineamiento horizontal para evitar la acumulación del agua sobre el camino.

2. Sobreelevación.- Es la pendiente que se le da a la corona hacia el centro de la curva para contrarrestar el efecto de la fuerza centrífuga de un vehículo en las curvas de alineamiento horizontal. La expresión para calcular la sobreelevación necesaria en una curva circular es:

$$S = 0.00785 \cdot \frac{V^2}{R} - \mu$$

En donde:

S: Sobreelevación, en valor absoluto.

V: Velocidad del vehículo, en km. / h.

R: Radio de curva, en m.

$\mu$ : Coeficiente de fricción lateral.

### 3. Transición del bombeo a la sobreelevación:.-

C) Calzada.- Es la parte de la corona destinada al tránsito de vehículos y está constituida por uno o más carriles con un ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos, su ancho es variable a lo largo del camino y depende de la localización de la sección en el alineamiento horizontal y excepcionalmente en el vertical.

1. Ancho de Calzada en tangente: El ancho de calzada en la tangente se determina estableciendo el nivel de servicio deseado al final del plazo de previsión o en un determinado año de vida del camino. Con este dato y el estudio económico correspondiente puede determinarse el ancho y número de carriles, de manera que el volumen de tránsito en ese año no exceda el volumen correspondiente al nivel de servicio prefijado, los anchos de carriles usuales son: 2.75 m., 3.05 m., 3.35 m. y 3.65 m. y normalmente se proyectan dos, cuatro o más carriles; sin embargo, cuando el volumen de tránsito es muy bajo, de 75 vehículos por día o menos, pueden proyectarse caminos de un carril para las dos direcciones de tránsito, con un ancho de 4.5 m.

2. Ancho de calzada en curvas de alineamiento horizontal: Cuando un vehículo circula por una curva del alineamiento horizontal, ocupa un ancho mayor que cuando circula en una tangente por lo que se hace necesario dar un ancho adicional a la calzada respetando el ancho en tangente. A este sobreaño se le llama ampliación, la cual debe darse tanto a la calzada como a la corona.

D) Acotamientos: Son las fajas contiguas a la calzada, comprendidas entre sus orillas y las líneas definidas por los hombros del camino. Tienen como ventaja principal:

1. Dar seguridad al usuario del camino al proporcionar un ancho adicional fuera de la calzada.
2. Proteger contra la humedad y posibles erosiones a la calzada.
3. Mejorar la visibilidad en los tramos en curva.
4. Facilitar los trabajos de conservación.
5. Dar mejor apariencia al camino.

**Subcorona.-** Es la superficie que limita a las terracerías y sobre la que se apoyan las capas del pavimento y los elementos que definen la subcorona son:

A) Subrasante.- Es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subcorona.

B) Pendiente transversal.- Es la pendiente que se le da normal a su eje y puede ser bombeo o sobreelevación, según si la sección está en tangente, en curva o en transición.

C) Ancho.- Es la distancia horizontal comprendida entre los puntos de intersección de la subcorona con los taludes del terraplén, cuneta o corte y está en función del ancho de corona y del ensanche.

La expresión general para calcular el ancho  $A_s$  de la subcorona es la siguiente:

$$A_s = C + e_1 + e_2 + A$$

En donde:

$A_s$ = Ancho de la subcorona, en m.

$C$ = Ancho de la corona en tangente, en m.

$e_1$  y  $e_2$  = Ensanche, a cada lado del camino, en m.

$A$ = Ampliación de la calzada en la sección considerada, en m.

**Cunetas y contracunetas.-** Son obras de drenaje que por su naturaleza quedan incluidas en la sección transversal.

A) Cunetas.- Son zanjas que se construyen en los tramos en corte a uno o ambos lados de la corona, contiguas a los hombros, con el objeto de recibir en ellas el agua que escurre por la corona y los taludes de corte. Normalmente tienen sección triangular con un ancho de un metro, medido horizontalmente del hombro de la corona al fondo de la cuneta y su talud generalmente es de 3:1; el fondo de la cuneta parte en el talud de corte.

B) Contracunetas.- Son zanjas de sección trapezoidal que se excavan arriba de la línea de ceros de un corte, para interceptar los escurrimientos superficiales del terreno natural. Se construyen perpendiculares a la pendiente máxima del terreno con el fin de lograr una interceptación eficiente del escurrimiento laminar. Su proyecto de dimensiones y localización está determinado por el escurrimiento posible, por la configuración del terreno y por las características geotécnicas de los materiales que la forman.

**Taludes.-** Es la inclinación del paramento de los cortes o de los terraplenes, expresado numéricamente por el recíproco de la pendiente.

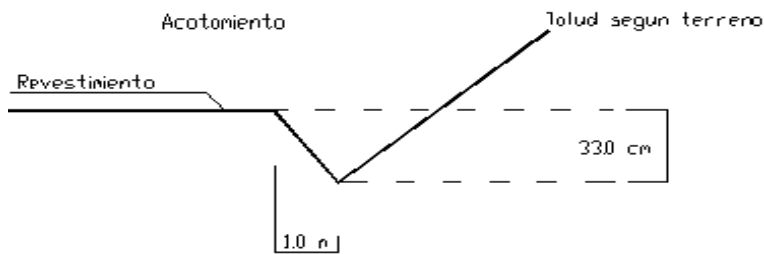
Los taludes de los cortes y terraplenes se fijan de acuerdo con su altura y la naturaleza del material que lo forman.

En terraplenes, dado el control que se tiene en la extracción y colocación del material que forma el talud, el valor comúnmente empleado para este es de 1.5. En los cortes debido a la gran variedad en el tipo y disposición de los materiales, es indispensable un estudio para definir los taludes en cada caso.

**Partes complementarias.-** Son aquellos elementos de la sección transversal que concurren ocasionalmente y con los cuales se trata de mejorar la operación y conservación de camino.

A) Guarniciones y bordillos.- Las guarniciones son elementos parcialmente enterrados, que se emplean principalmente para limitar las banquetas, camellones, isletas y delinear la orilla del pavimento.

Los tipos usuales de guarnición son las verticales y las achaflanadas, las primeras tienen su parte saliente de .20 m. como máxima y su cara exterior sensiblemente vertical, y las segundas tienen su parte saliente achaflanadas



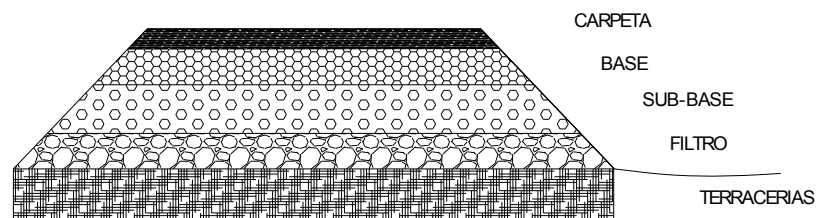
B) Banquetas.- Son fajas destinadas a la circulación de peatones ubicadas a un nivel superior a la de la corona y a uno o ambos lados de ella, la justificación del proyecto de banquetas depende del peligro a que estén sujetos los peatones.

C) Fajas separadoras y Camellones.- Son las zonas que se disponen para dividir unos carriles de tránsito de otros de sentido opuesto, o bien para dividir carriles del mismo sentido pero de diferente naturaleza y su ancho mínimo es de 1.20 m. (M.P.G. SCT, 1974: 367-393)

## 2.5. Elementos que forman un pavimento.

Se puede definir a un pavimento como la capa o conjunto de capas de materiales diseñados y propios, colocados entre un nivel superior a las terracerías a la superficie de rodamiento siendo su principal función proporcionar una superficie uniforme una textura apropiada resistente al tránsito y al intemperismo.

Los elementos que constituyen un pavimento en general son la sub-base, la base y la carpeta y se representan de la siguiente manera:



**2.5.1 Sub-base.** De acuerdo con la norma N-CTR-CAR-1-04-002/00 es una capa de materiales pétreos seleccionados esta capa se constituye sobre la subrasante y tiene como función dar un buen apoyo uniforme a la capa base de una carpeta asfáltica y resistir las cargas que le transmite, aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos a la capa inferior.

El material para sub-base se compondrá de fragmentos de roca, gravas, arenas y limos y debe cumplir con:

**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 Angeles, 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 la página de internet <http://www.arqhys.com>. la construcción de la sub-base consiste en el suministro, transporte, colocación, sobre la subrasante definida en los diseños, conformación y compactación de grava, piedra partida, arenilla u otro material granular. El material para sub-base se compondrá de fragmentos de roca, gravas, arenas y limos.

En cada caso, sean suelos naturales o mezclados, debe obtenerse una capa uniforme, compacta, libre de terrones de arcilla, materia orgánica, basuras, escombros, los materiales deben cumplir las siguientes propiedades:

**Granulometría.** Tamiz Porcentaje que pasa, Arenilla Material granular

3"-100

2"-65-120

1-1/2"100-

1"-45-75

3/4"--

3/8"-75-100-30-60

Nº-4-62-100-25-50

Nº-10-50-100-20-40

Nº-40-30-70-10-25

Nº 200 8 - 30 3 - 15.



La gradación propuesta de los materiales de sub-base, estará dentro de los límites especificados en la tabla anterior, con una variación uniforme de los tamaños gruesos a los finos.

Los materiales se extraerán de canteras o depósitos aluviales, con el estudio y control de calidad de acuerdo al tipo de obra a entregar.

Procedimiento de Construcción. La construcción de una sub-base comprende las siguientes operaciones repetidas cuantas veces sea necesario: Extensión y humedecimiento de una capa, conformación, compactación y acabado de la misma capa.

La sub-base se colocará en capas no mayores de 20 cm. de espesor, medido antes de la compactación, y mantendrá un contenido de humedad cercano al óptimo para compactarse a un mínimo del 95% de la densidad máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado. En ningún caso se permitirá colocar la capa superior de sub-base sin que la capa inferior cumpla las condiciones de nivelación, espesor y densidad exigidas. Simultáneamente con estas operaciones, se procederá a conformar las bermas permanentes las cuales se compactarán en todo su ancho y en el espesor total de la capa para que sirva de contención lateral a la zona central. Cuando se trate de sub-base sobre afirmado existente, se seguirá el siguiente procedimiento: Si el afirmado existente en la vía formare parte de la sub-base del proyecto, este se escarificará en una profundidad de 10 cm. o la que se indique en las especificaciones particulares. Se conformará y compactará al 95% de la densidad máxima del Proctor Modificado. Si el espesor de la sub-base por colocar sobre el

afirmado existente, está proyectado para corregir irregularidades menores de la calzada, el Interventor podrá autorizar la colocación y mezcla del material de sub-base con el afirmado existente ya escarificado. Se colocará el material de sub-base de tal manera que no produzca segregación y no cause daño a la superficie de asiento. Las ruedas de las volquetas se mantendrán limpias para evitar la contaminación de la superficie de subrasante o sub-base terminadas del material de sub-base por colocar. Cualquier contaminación de una capa debe corregirse, antes de proseguir el trabajo.

La compactación de las zonas próximas a obras tales como: andenes, sardineles, muros, tuberías, condulines, ductos, cámaras u otras estructuras, se ejecutará con equipo manual o mecánico adecuado, tomando todas las precauciones.

Equipo. Los equipos para la ejecución de los trabajos especificados comprenden: Motoniveladora debidamente equipada con cuchilla y escarificadores en buenas condiciones, carrotanque de agua que permita un riego uniforme sobre la superficie.

El espesor de cada capa y el número de pasadas del equipo de compactación estarán determinados por la capacidad del equipo que disponga y el material a compactar.

### **2.5.2 Base Hidráulica.**

Es una capa de materiales pétreos seleccionados, cuya función es dar un buen apoyo uniforme a la carpeta asfáltica y resistir las cargas que le transmiten, aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos a la capa inferior

proporcionando a la estructura de pavimento la rigidez necesaria para evitar deformaciones excesivas e impedir el ascenso capilar del agua subterránea.

De acuerdo con Mier (1987) los materiales que se emplean para la base son:

A) Los que no requieren tratamiento son los materiales poco o nada cohesivos como los limos, arenas y gravas que al extraerlos quedan sueltos y no contienen más del 5% de partículas mayores de 2”.

B) Los materiales que requieren ser disgregados son los tezontles y los cohesivos como tepetates, caliches, conglomerados, aglomerados y rocas alteradas, que al ser extraídos del banco salen con terrones pero al ser sometidos al equipo de disgregación no contienen más del 5% de partículas mayores a 2”.

C) Los materiales que requieren ser cribados son los poco o nada cohesivos, como son las mezclas de grava, arenas y limos que al extraerlos quedan sueltos con un contenido del 5% y el 25% de materiales mayores a 2”; por lo tanto deben ser cribados por la maya de 2” para cumplir con lo especificado.

D) Los materiales que requieren ser triturados parcialmente y privados son poco o nada cohesivos como son, mezclas de gravas, arena y limos, que al extraerlos contienen más del 25% de partículas mayores a 2” por lo que deben triturarse y cribarse por la malla de 1 ½ “.

E) Materiales que requieren trituración total y cribado por la malla de 1 ½ “, son los materiales extraídos de mantos de roca, piedra de pepena, piedra suelta de depósitos naturales.

F) Materiales mezclados son los que resultan de la mezcla de 2 o más materiales sean arena, grava o limos.

Los materiales que se emplean en una base hidráulica cuando el tránsito esperado durante la vida útil del pavimento sea mayor a diez millones el material empleado será 100% de trituración de roca sana y cuando el tránsito sea de 1 a 10 millones el material contendrá como mínimo el 75% de partículas producto de la trituración de roca sana y cuando dicho tránsito es menor de 1 millón el material contendrá como mínimo el 50% de trituración. En la siguiente tabla se presentan los requisitos de granulometría para bases de pavimentos con carpetas de mezcla asfáltica de granulometría densa.

Malla		Porcentaje que pasa	
Abertura mm	Designación	$\Sigma L \leq 10^{6(1)}$	$\Sigma L > 10^{6(1)}$
37.5	1 1/2"	100	100
25	1"	100	70-100
19	3/4"	60-100	60-85
9.5	3/8"	40-83	40-65
4.75	No. 4	30-67	30-50
2	No. 10	21-50	21-36
0.85	No. 20	13-37	13-25
0.425	No. 40	8-28	8-17
0.25	No. 60	5-22	5-12
0.15	No. 100	3-17	3-9
0.075	No. 200	0-10	0-5

(1)  $\Sigma L$  = Número de ejes equivalentes acumulados, de 8.2 t, esperado durante la vida útil del pavimento

Requisitos de calidad de los materiales para bases de pavimentos asfálticos.

Características	Valor %	
	$\Sigma L \leq 10^{6(1)}$	$\Sigma L > 10^{6(1)}$
Límite líquido <sup>(2)</sup> , máximo	25	25
Índice plástico <sup>(2)</sup> , máximo	6	6
Equivalente de arena <sup>(2)</sup> , mínimo	40	50
Valor soporte de California (CBR) <sup>(2,3)</sup> , mínimo	80	100
Desgaste Los Ángeles <sup>(2)</sup> , máximo	35	30
Partículas alargadas y lajeadas <sup>(2)</sup> , máximo	40	35
Grado de compactación <sup>(2,4)</sup> , mínimo	100	100

Al tener preparado el material para la base se extenderá en todo el ancho de corona y se conformará de tal manera que se tenga una capa sin compactar de un espesor uniforme, se comenzará a compactar el material de tal manera que las capas que se empiecen a compactar tengan un espesor no mayor que aquél que el equipo sea capaz de compactar. La compactación se realizará longitudinalmente de la orilla hacia el centro en tangente, y del interior al exterior en curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada.

Una vez terminada la compactación se aplicará sobre la superficie; limpia y libre de basura, un riego de emulsión asfáltica de fraguado lento o superestable conocido como “riego de impregnación”, este sirve para impermeabilizar y estabilizar la base y la protege de la intemperie, además favorece la adherencia entre la futura carpeta.

### **2.5.3 Carpeta Asfáltica.**

De acuerdo con Mier (1987) Las carpetas asfálticas por el sistema de riego se constituyen mediante uno, dos o tres riegos de materiales asfálticos, cubiertos con capas de materiales pétreos de diferentes tamaños, triturados y/o cribados, en la siguiente tabla se muestran la denominación de los materiales pétreos para carpetas por el sistema de riego.

Denominación del material pétreo	Que pasa por la malla de	Y se retenga en la malla de
1	1"	1/2"
2	1/2"	1/4"
3-A	3/8"	Núm. 8
3-B	1/4"	Núm. 8
3-E	3/8"	Núm. 4

La granulometría que debe cumplir los materiales pétreos para carpetas por el sistema de riego es:

MALLAS	CONDICIONES	1	2	3-A	3-B	3-E
1 1/4"	Debe pasar	100%				
1"	Debe pasar	95% mín.				
3/4"	Debe pasar		100%			
1/2"	Debe pasar Debe retenerse		95% mín. 95% mín.	100%		100%
3/8"	Debe pasar			95% mín.	100%	95% mín.
1/4"	Debe pasar Debe retenerse		95% mín.		95% mín.	
Num. 4	Debe pasar					95% mín.
Num. 8	Debe pasar		100%	95% mín.	95% mín.	100%
Num. 40	Debe pasar			100%	100%	

**Carpeta de un riego.-** Para realizarla se barre la superficie de la base impregnada, ya estando libre de cualquier partícula se realiza un riego de material asfáltico en cantidad que determine el laboratorio. Se cubre de material pétreo 3-A o 3-E cantidad según proyecto, se rastrea y se plancha el material pétreo y después de tres días se barre la superficie removiendo el material que no se haya adherido al material asfáltico.

**Carpeta de dos riegos.-** Para realizarla se barre la superficie de la base impregnada, ya estando libre de cualquier partícula se realiza un riego de material asfáltico en cantidad que determine el laboratorio. Se cubre de material pétreo se rastrea y se plancha el material pétreo, enseguida se da un segundo riego de material asfáltico del tipo y cantidad fijada, cubriendo enseguida con material pétreo 3-B, el cual se rastrea y se plancha y después de tres días se barre la superficie removiendo el material que no se haya adherido al material asfáltico. Las dosificaciones del material pétreo y asfáltico de dos riegos es la siguiente:

Concepto	Denominación del material pétreo	
I. Material pétreo	1 er. Riego	2 do. Riego
1) Granulometría	Número 2	Número 3-B
A) Que pasa por la malla de	1/2"	1/4"
B) Que quede retenido en la malla de	1/4"	Número 8
2) Dosificación (lts/m <sup>2</sup> )	8-12	6-8
II. Material asfáltico		
1) Cemento asfáltico (lts/m <sup>2</sup> )	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) Emulsión catiónica o aniónica	0.8-1.0	1.0-1.5

**Carpeta de tres riegos.-** Para este sistema se realiza primeramente el barrido de la base impregnada y sobre la base limpia se da un riego de material asfáltico, enseguida se cubre con material pétreo Número 1, se rastrea y se realiza una pasada con el equipo de compactación, enseguida se da un segundo riego de material asfáltico del tipo y cantidad fijada, cubriendo enseguida el material pétreo Número 2 el cual se rastrea y se compacta, dándole dos pasadas completas con el equipo; seis horas después se puede abrir el tránsito por un tiempo no mayor de dos semanas, enseguida se le da una barrida a la carpeta para eliminar el material pétreo suelto, a continuación se le da el tercer riego asfáltico cubriéndolo con material pétreo 3-B y procediendo a su compactación, por último a los tres días se barre la superficie recolectando el material pétreo que no se adhirió a la superficie, la dosificación para este sistema de tres riegos es la siguiente:

Concepto	Denominación del material pétreo		
	1 er. Riego	2 do. Riego	3 er. Riego
I. Material pétreo			
1) Granulometría	Número 1	Número 3	3-B
A) Que pasa por la malla de	1"	1/2"	1/4"
B) Que quede retenido en la malla de	1/2"	1/4"	Número 8
2) Dosificación (lts/m <sup>2</sup> )	20-25	8-12	6-8
II. Material asfáltico			
1) Cemento asfáltico (lts/m <sup>2</sup> )	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) Emulsión catiónica o aniónica	0.8-1.0	1.0-1.5	1.0-1.5

**Carpeta asfáltica de mezcla en el lugar.-** Para iniciar la construcción de este tipo de carpeta debe estar la base debidamente terminada e impregnada, primeramente se le da un riego de liga con petrolizadora en toda la superficie.

Estas carpetas se construyen mediante un mezclado, tendido y compactado de materiales pétreos y un material asfáltico, los materiales utilizados son de fraguado rápido o medio, y emulsiones de rompimiento medio o lento y en los riegos de liga son cementos asfálticos rebajados o emulsiones de rompimiento rápido.

Para la compactación de la carpeta asfáltica se emplea un compactador de llantas neumáticas a un mínimo del 95% de su peso volumétrico máximo, después empleará una plancha lisa para borrar las huellas que deja el compactador de neumáticos. Cuando la carpeta esté terminada se realizará un riego de sello cuando esta resulte con una mayor permeabilidad del 10% permitida.

**Carpetas con mezcla asfáltica en caliente.-** Este tipo de carpetas se elaboran en una planta estacionaria utilizando cementos asfálticos, estas plantas deben de contar con:



- A) Con un secador ajustable colocado antes de las cribas clasificadoras con una capacidad de secado igual o mayor que la capacidad de producción del concreto asfáltico de la planta.
- B) A la salida del secador debe de haber un pirógrafo para registrar automáticamente la temperatura del material pétreo.
- C) Debe contar con cribas para clasificar el material pétreo por lo menos en tres tamaños con una capacidad suficiente para mantener las tolvas siempre con material pétreo disponible para la mezcla.
- D) Debe contar con tolvas para almacenar el material pétreo y protegerlo de la lluvia y el polvo con capacidad que asegure la operación de la planta cuando menos durante quince minutos sin ser alimentadas y divididas en compartimientos para almacenar los materiales pétreos por tamaños, dispositivos que permita dosificar los materiales pétreos, de preferencia por peso, pudiendo hacer un ajuste de la mezcla en cualquier momento, para así mismo obtener la granulometría que indique el proyecto.
- E) Un equipo para calentar el cemento asfáltico, provisto de un termómetro, con una graduación de 20 a 210°C.
- F) Un dispositivo para dosificar el cemento asfáltico con aproximación de  $\pm 2\%$ .
- G) Una mezcladora equipada con un dispositivo para el tiempo de mezclado.
- H) Un recolector de polvo y un dispositivo para agregar finos.

La temperatura del material debe andar entre el 120 y 160°C al momento de agregarle el cemento asfáltico y la mezcla al salir de la planta debe de tener una temperatura entre 120 y 150°C.

Para el tendido de la mezcla la superficie deberá estar seca ó ligeramente húmeda y la temperatura de la mezcla no debe ser inferior a 110°C al comienzo del tendido y 85°C al término del proceso. Se podrá colocar y compactarse la mezcla si la temperatura ambiente es de por lo menos 10°C sin bruma ni lluvia.



Figura 2.5.3.1 Tendido de mezcla

La compactación se realizará utilizando un rodillo tándem de dos ruedas de acero de las orillas hacia el centro del camino en las tangentes y del interior hacia el exterior de las curvas con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador. Durante la compactación las ruedas deberán mantenerse húmedas para evitar que se adhiera el material.

Después de haberse hecho las correcciones necesarias después de la compactación inicial se procede a dar pasadas con un rodillo neumático adecuado para alcanzar un mínimo de 95% del peso volumétrico máximo para después realizar una compactación final con rodillos tándem de dos ruedas o tres mientras que el material es aún suficientemente trabajable para permitir suprimir las huellas de los rodillos. La compactación de la mezcla debe terminarse a una temperatura mínima de 70°C.

## **2.6 Materiales asfálticos.**

De acuerdo con la página de Internet [www.arqhys.com](http://www.arqhys.com) la carpeta asfáltica esta compuesta de Material asfáltico puede ser cemento asfáltico (ac-2.5, ac-5, ac-10, ac-20, ac-30 y ac-40. Los ac-5 normalmente son emulsiones.

Emulsión asfáltica. Aniónicas (-), catiónicas (+) y de rompimiento rápido, medio y lento. Agregados pétreos. Anteriormente los cementos asfálticos se clasificaban por su dureza en: Ca-0 para climas fríos. Ca-6 para climas templados. Ca-10 para climas cálidos.

El asfalto es un material bituminoso, sólido o semisólido con propiedades aglutinantes y que se licua gradualmente al calentarse, se obtiene de la destilación del petróleo. En México este tipo de producto se emplea para la construcción de carpetas desde aproximadamente 1920; anteriormente se le clasificaba de acuerdo a su dureza, siendo el cemento asfáltico más usado el que tenía una dureza media (ca-6). Con la entrada de México al TLC se tuvieron que adecuar las normas mexicanas a las de la ACTM y a las especificaciones del sep (programa estratégico de investigación de carreteras.) De la ASTM (American Standard Test Materials.) De ese tiempo a la fecha, los materiales asfálticos se clasifican de acuerdo a la viscosidad que presentan. A continuación se anotarán las recomendaciones generales para cada uno de los productos asfálticos con la finalidad de darles un mejor-uso.

El Ac-5 Sirve para elaborar emulsiones y concretos asfálticos que se utilicen en la zona de la sierra madre occidental, en Durango o chihuahua, y en algunas regiones altas de los estados de México, Morelos y puebla. Ac-10 Se recomienda para la región central y el altiplano de la república mexicana. Ac-20 Para el sureste

de la república y las regiones costeras del golfo y el pacífico, pasando por Sinaloa e inclusive hasta baja California. Ac-30 Norte y noreste del país, excluido el estado de Tamaulipas. Esta distribución se basa en condiciones climáticas y no incluye otras variables importantes como el tipo de agregado pétreo, la intensidad del tránsito y otros factores como el NAF. Por lo que para realizar un concreto asfáltico de calidad deberán tomarse en cuenta las siguientes características:

- a) enviar pétreos sanos, limpios y bien graduados
- b) utilizar procedimientos constructivos adecuados y
- c) aplicar las temperaturas recomendadas. En algunas ocasiones será necesario adicionar algún aditivo.

Según la norma N-CTM-4-05-001/00 las emulsiones asfálticas están constituidas por dos fases no miscibles, en las que la fase continua de la emulsión está formada por agua y la fase. Las emulsiones asfálticas son los materiales asfálticos líquidos, discontinua por pequeños glóbulos de cemento asfáltico. Se denominan emulsiones asfálticas aniónicas cuando el agente emulsificante confiere polaridad electronegativa a los glóbulos y emulsiones asfálticas catiónicas, cuando les confiere polaridad electropositiva, para su aplicación se necesita agua y son utilizadas en la elaboración de carpetas con mezcla en frío, morteros, lechos y estabilizaciones.

Las emulsiones pueden ser de los siguientes tipos:

- A) De rompimiento rápido, que generalmente se utilizan para riegos de liga y carpetas por el sistema de riegos, a excepción de la emulsión ECR-60, que no se debe utilizar en la elaboración de éstas últimas.

B) De rompimiento medio, que normalmente se emplean para carpetas de mezcla en frío elaboradas en planta, especialmente cuando el contenido de finos en la mezcla es igual que dos (2) por ciento o menor, así como en trabajos de conservación tales como bacheos, renivelaciones y sobrecarpetas.

C) De rompimiento lento, que comúnmente se utilizan para carpetas de mezcla en frío elaboradas en planta y para estabilizaciones asfálticas.

D) Para impregnación, que particularmente se utilizan para impregnaciones de subbases y/o bases hidráulicas.

E) Superestables, que principalmente se emplean en estabilizaciones de materiales y en trabajos de recuperación de pavimentos.

Clasificación de las emulsiones asfálticas

Clasificación	Contenido de cemento asfáltico en masa %	Tipo	Polaridad
EAR-55	55	Rompimiento rápido	Aniónica
EAR-60	60		
EAM-60	60	Rompimiento medio	
EAM-65	65		
EAL-55	55	Rompimiento lento	
EAL-60	60		
EAI-60	60	Para la impregnación	
ECR-60	60	Rompimiento rápido	Catiónica
ECR-65	65		
ECR-70	70		
ECM-65	65	Rompimiento medio	
ECL-65	65	Rompimiento lento	
ECI-60	60	Para la impregnación	
ECS-60	60	Sobrestabilizada	

**Asfaltos rebajados.-** Los asfaltos rebajados, que regularmente se utilizan para la elaboración de carpetas de mezcla en frío, así como en impregnaciones de bases y subbases hidráulicas, son los materiales asfálticos líquidos compuestos por cemento asfáltico y un solvente, clasificados según su velocidad de fraguado.

Nunca se deberán aplicar materiales asfálticos cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5°C, ni cuando se presente amenaza de lluvia o cuando el viento impida la aplicación del material.

Clasificación de los asfaltos rebajados

Clasificación	Velocidad de Fraguado	Tipo de Solvente
FR-3	Rápida	Nafta, Gasolina
FM-1	Media	Queroseno

## 2.7 Compactación de los materiales en caminos.

De acuerdo con Mier (1987) La compactación de los suelos es un proceso mecánico por el cual se busca mejorar las características de resistencia, compresibilidad y esfuerzo-deformación, el objetivo es obtener un suelo estructurado que posea y mantenga un comportamiento mecánico a través de toda la vida útil de la obra.

Los parámetros que determinan el proceso de compactación son fundamentalmente:

1. Naturaleza del suelo
2. Método de compactación empleado, existen cuatro métodos

**Compactadores por amasado.-** Los compactadores por amasado son fundamentalmente los rodillos pata de cabra, los cuales concentran su peso sobre la relativamente pequeña superficie de todo conjunto de puntas de forma variada,

ejerciendo presiones estáticas muy grandes en los puntos en los que las mencionadas protuberancias penetran en el suelo.



Figura 2.7.1 Rodillo pata de cabra

**Compactadores por presión.-** La compactación por presión se logra principalmente con rodillos lisos y neumáticos.

Los rodillos lisos se dividen en dos grupos:

Los remolcados que constan de dos tambores montados en un marco al que se sujetan los ejes y su peso varía de 14 a 20 ton y los autopropulsados que constan de una ruda delantera y una o dos traseras con peso de 3 a 13 ton. Y tienen su aplicación en materiales que no requieren concentraciones elevadas de presión por no formar grumos o por no necesitar disgregados.

El espesor suelto de la capa de material que es posible compactar con rodillos liso varía de 10 a 20 cm.

Los rodillos neumáticos se usan principalmente en suelos arenosos con finos poco plásticos y en limos poco plásticos, la acción compactadota tiene lugar fundamentalmente por la presión que se transmite a la capa del suelo obtenido, produciendo también un cierto efecto de amasado.



Figura 2.7.2 Rodillos liso



Figura 2.7.3 Rodillos de neumáticos

**Compactadores por impacto.-** La compactación por impacto se logra mediante varios tipos de pistones (bailarinas) cuyo empleo está reservado a áreas pequeñas como zanjas, desplante de cimentaciones, áreas adyacentes a alcantarillas o estribos puentes.



Figura 2.7.4 Compactadores de impacto



**Compactadores por vibración.-** En la compactación por vibración, la frecuencia de vibración influye de manera extraordinaria en el proceso de compactación y se ha visto que su intervalo de variación óptimo parece estar comprendido entre 0.5 y 1.5 veces la frecuencia de la manera natural de vibrar del suelo, lo que se logra con compactadores cuya frecuencia sea del orden de 1500 a 200 ciclos por minuto.

La eficiencia de la vibración esta en razón inversa a la cantidad de finos plásticos que el suelo pueda contener por lo que el procedimiento es eficiente sobretodo en suelos granulares limpios o con mínimo contenido de finos plásticos. La ventaja principal de la vibración estriba en la posibilidad de trabajar con capas de mayor espesor hasta de 1.20 mts usando un rodillo vibratorio muy pesado.



Figura 2.7.4 Compactador por vibración

**Compactadores mixtos.-** Es el compactador de rodillo liso vibratorio, la unidad vibrante se acopla a un equipo liso convencional. Su mejor aplicación es en suelos arenosos bien graduados, arenas limosas y arenas arcillosas.

Los rodillos pata de Cabra con aditamento vibratorio se recomienda para compactar suelos finos arcillosos y su uso permite utilizar mayor espesor de capa.

3. Energía de compactación es una de las variables que mayor influencia ejercen en el proceso de compactación de un suelo empleando un procedimiento determinado.
4. Contenido de Agua del suelo.- Existe un contenido de agua de compactación llamado el óptimo que produce el máximo peso volumétrico seco que es posible obtener con ese procedimiento de compactación.
5. Recompactación.- Afecta notablemente los resultados de laboratorio pero si se trabaja con suelos recompactados los pesos volumétricos que se obtienen son mayores que de los que se logran con suelos vírgenes en igual de circunstancias.
6. Temperatura.- Su acción es de tomarse en cuenta en los procesos de compactación de campo por los efectos de evaporación del agua incorporada al suelo o de condensación de la humedad ambiente en el mismo

## CAPÍTULO 3

### Resumen de macro y micro localización

En este capítulo se tratará la ubicación geográfica del tramo así como la topografía de la región, su hidrología, uso del suelo, vegetación, así como el resumen ejecutivo del tramo realizando un reporte fotográfico y un estudio de tránsito.

#### 3.1. Generalidades.

La localidad de Cupuancillo se localiza en el estado de Michoacán siendo un estado que de acuerdo con la página [www.emexico.gob.mx](http://www.emexico.gob.mx) se sitúa hacia la porción centro - oeste de la República Mexicana, entre las coordenadas 20°23'27" y 17°53'50" de la latitud norte y entre 100°03'32" y 103°44'49" la longitud oeste del meridiano de Greenwich. Limitado al norte con los estados de Jalisco y Guanajuato, al noroeste con el estado de Querétaro, al este con los estados de México y Guerrero, al oeste con el Océano Pacífico y los estados de Colima y Jalisco, al sur con el Océano Pacífico y el estado.

Su extensión territorial ocupa el décimo sexto lugar nacional, con una superficie de 58,836.95 kilómetros cuadrados, que representa el 3.04 % de la extensión del territorio nacional. La entidad cuenta con 213 km. de litoral y 1,490 km. cuadrados de aguas marítimas.

Al estado de Michoacán lo conforman dos grandes regiones montañosas o provincias fisiográficas, que son: la Sierra Madre del Sur y el Sistema Volcánico Transversal y Valles Intermontañosos (Cordillera Neovolcánica o Tarasco - Náhuatl).

La Sierra Madre del Sur cruza al Estado en aproximadamente 200 kilómetros en la zona Suroeste (entre los municipios de Chinicuila y Arteaga). Se le considera como la continuación de la Sierra Madre Occidental y de otras Sierras de América del Norte (Sierra Nevada, Montañas Rocallosas). Presenta una dirección de Noroeste a Sureste, extendiéndose a lo largo de la costa del océano Pacífico y muy próxima a él: tiene una anchura de casi 100 km., una altitud más o menos constante en sus partes altas de más de 2,900 m. y una superficie de 13,126.5 km<sup>2</sup>.

La mayor prominencia en esta Sierra es el Cerro de las Canoas que tiene 2,985 m. de altitud y se localiza a 7 km. al Noroeste de la población de Coalcomán, en el municipio de este mismo nombre. Otra es el Cerro Cantador con 2,436 m. de altura, localizado a 35 km., al Suroeste de Aguililla, también en el municipio de Coalcomán.

La otra región montañosa del Estado, la constituye el Sistema Volcánico Transversal (o Cordillera Neovolcánica) se localiza al sur de la altiplanicie mexicana y se formó como consecuencia de la aparición de numerosos volcanes. Este sistema tiene una longitud de 300 km. y una anchura aproximada de 130 km. La mayor parte del mismo se sitúa entre los paralelos 19° y 20° de latitud Norte y presenta líneas estructurales que siguen una dirección Noroeste Sureste.

En este Sistema, hay una región orográfica que queda representada por la Sierra de Tancítaro, que se conecta en el Noroeste con la de Peribán y se enlaza con las Sierras de San Ángel y Tarécuaro, y por el Este con las de Paracho y Carapan (en esta zona se ubica la Meseta Tarasca donde se localiza el Volcán Paricutín).

En la parte Este del Sistema, está la Sierra Mil Cumbres (Otzumatlán, la zona silvícola más importante del Estado) que es la continuación de la Sierra de Acuitzio. Más al Este se localizan las Sierras de San Andrés, (región conocida también como Los Azufres, cerca de Ciudad Hidalgo), Maravatío, Tlalpujahua, Angangueo y Zitácuaro.

Las elevaciones orográficas más notables en esta región, son: el Tancítaro (3,857 m. en el municipio de Tancítaro); Patambán (3,525 m. en el municipio de Tangancícuaro); Cerro de Quinceo (2,750 m. en el municipio de Morelia); el Tzirate (3,300 m. en el municipio de Quiroga) y el Volcán de San Andrés (3,605 m. en el municipio de Ciudad Hidalgo).

En el estado de Michoacán se presenta una red fluvial de mucha consideración, que tiene como arterias principales a dos grandes ríos del país, el Lerma y el Balsas; por otra parte los ríos de la región de Arteaga y Coalcomán no tienen ninguno principal, pues desembocan directamente en el Océano Pacífico y por último la pequeña red interna representada por los Lagos de Cuitzeo, Pátzcuaro y Zirahuén.



Imagen 3.1. Localización Michoacán, México <http://www.mexicodiplomatico.org>

La localidad de Cupuancillo se encuentra en el municipio de la Huacana Michoacán la cual se encuentra localiza al sur del Estado, en las coordenadas 18°58' de latitud norte y 101°48' de longitud oeste, a una altura de 480 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Nuevo Urecho y Ario de Rosales, al este con Turicato, al sur con Churumuco y Arteaga, al oeste con Múgica y Apatzingán. Su distancia a la capital del Estado es de 161 kms.



Imagen 3.2. Localización la Huacana, Michoacán <http://www.mapasmexico.net>

### 3.2. Resumen ejecutivo.

Camino de pavimentación a base de suelo cemento y riego de sello del camino Cupuancillo-la Peña comunica las localidades de la Peña con Cupuancillo ubicados en el municipio de la Huacana el cual tiene una extensión de 7.5 km. Construido en el año 2005 con una inversión de 5 millones de pesos, lo que beneficio a mil ochocientas personas de esas comunidades, facilitando las actividades comerciales y el acceso a los servicios de salud y educación entre otros la cual tiene las siguientes características.

Tipo de carretera = "E"

Ancho de corona = 5.0 mts.

Ancho de pavimento =5.0 mts.

Pendiente gobernadora =8.00%

Pendiente máxima = 12%

Velocidad de proyecto = 50 km/hr.

### **3.3. Entorno geográfico.**

La localidad de Cupuancillo como se menciono anteriormente se encuentra en el municipio de la Huacana Michoacán la cual se encuentra localiza al sur del Estado, en las coordenadas 18°58' de latitud norte y 101°48' de longitud oeste, a una altura de 480 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Nuevo Urecho y Ario de Rosales, al este con Turicato, al sur con Churumuco y Arteaga, al oeste con Múgica y Apatzingán. Su distancia a la capital del Estado es de 161 kms.

Su Orografía Estribaciones meridionales del sistema volcánico transversal, cerro de Las Canoas, La Copa, El Estribo, La Sierrita y El Milpillas.

Su hidrografía se constituye por los ríos: Huámito, Zancudo, Pastoria y Capirio; los arroyos: Zapiero, San Pedro Jorullo y San Antonio; la presa Zicuirán y manantiales de agua fría y uno de agua caliente.

Su clima es tropical con lluvias en verano y en algunas partes seco estepario. Tiene una precipitación pluvial anual de 800.0 milímetros y temperaturas que oscilan de 10.0 a 54° centígrados.

En el municipio dominan los bosques: tropical decíduo, con zapote, plátano, parota y tepeguaje; bosque tropical espinoso, con amole, cardón, huisache y tepemezquite.

Su fauna la conforman el coyote, conejo, zorrillo, ocelote, mapache, codorniz, liebre, boa, gavilancillo, güilota, pato, bagre y carpa.



La superficie forestal maderable, es ocupada por pino y encino; la no maderable, por matorrales de distintas especies, selva mediana y baja y vegetación hidrófila.

En la agricultura se cultiva el maíz, sorgo, ajonjolí, cacahuate, pepino, jitomate, tabaco y algodón.

En la ganadería Se cría el ganado bovino, caballar, porcino y caprino.

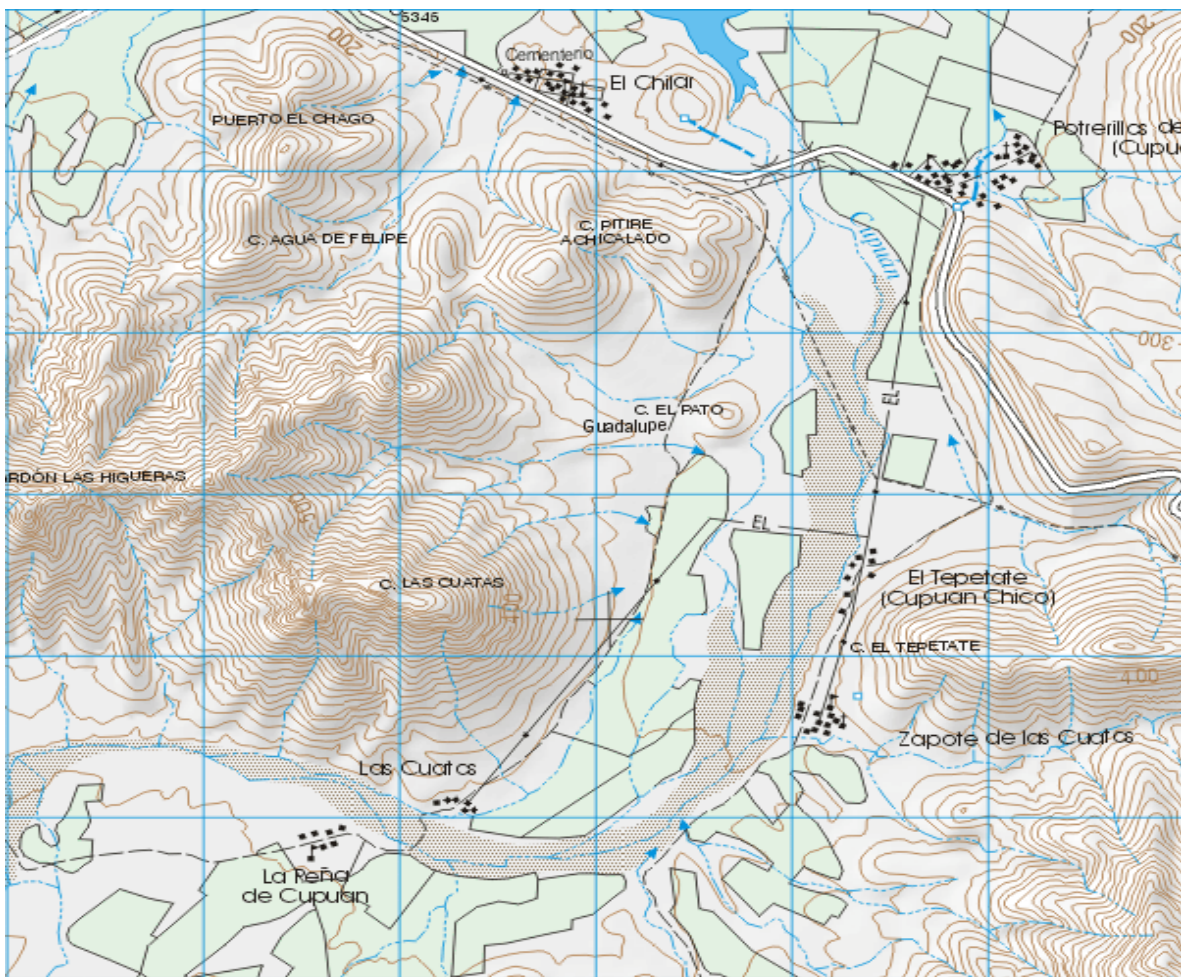


Imagen 3.3. Localización Cupuancillo, Michoacán <http://www.mapasmexico.net>

### 3.4. Reporte fotográfico.

En el siguiente reporte fotográfico, se puede apreciar el estado en que se encuentra el camino de pavimentación a base de suelo cemento y riego de sello del camino Cupuancillo-la Peña en cuanto a sus características físicas, la vegetación, la topografía y tipo de vehículos que circulan por la zona.



Imagen 3.4.1 Condiciones actuales del camino.



Imagen 3.4.2 Condiciones en que se encuentran las cunetas.



Imagen 3.4.3 Tipo de vegetación de la zona.

Como se puede observar en las fotos el camino se encuentra ya en un deteriorado debido a la falta de mantenimiento al camino y a las cunetas.

En las cunetas se puede observar el deterioro de las mismas debido a los derrumbes que se encuentran en las mismas ocasionando que el agua no circule adecuadamente y se estanque en el camino debiéndose realizar la limpieza de las mismas para conservarse el camino y evitar se siga deteriorando.

La base a pesar de la falta de mantenimiento de conserva en buen estado lo que requiere que se le de otro riego de sello antes que se deteriore.

### **3.5. Estudios de Tránsito.**

De acuerdo con una investigación de campo realizando el conteo manual de los vehículos que transitan por este camino se obtuvo que la mayor cantidad de vehículos su clasificación es del tipo “A” vehículos ligeros, (automóviles, camionetas pick. Camionetas doble rodado) se obtuvieron los siguientes datos:

TIPO DE VEHÍCULOS	NUMERO DE VEHÍCULOS	CLASIFICACIÓN	DURACIÓN DEL AFORO VEHICULAR
CAMIONETAS PICK.	30	A	I DÍA
CAMIONETA BENS.	2	A	I DÍA
CARROS	6	A	I DÍA
CAMIONETAS DOBLE RODADO	5	A	I DÍA
CAMIONES	2	B	I DÍA
<b>TOTAL</b>	45		

Por lo que la composición vehicular es la siguiente:

A= 95.56 %

B= 4.44 %



Imagen 3.7. Tipos de vehículos que circulan con más frecuencia.

## **CAPÍTULO 4**

### **METODOLOGÍA**

La palabra metodología de acuerdo con la página <http://definicion.de> es una palabra compuesta por tres vocablos griegos: metá (más allá), odós (“camino”) y logos (“estudio”). El concepto hace referencia a los métodos de investigación que permiten lograr ciertos objetivos en una ciencia.

Según Tamayo (2000), la metodología es parte instrumental de la investigación, o sea, el método científico y como tal lleva al objetivo.

#### **4.1.- Método empleado.**

De acuerdo con lo establecido por Mendieta (2005), en esta investigación se empleo el método científico, y se considera de carácter deductivo por el motivo que se observan los principales problemas y la manera de resolverlos, para poder resolverlos.

##### **4.1.1- Método científico.**

De acuerdo con Tamayo (2000), el método científico es un procedimiento que permite descubrir sucesos específicos, que se caracterizan generalmente por ser tentativos, verificables, de razonamiento riguroso y de observación empírica.

De acuerdo con la página <http://alpha.rec.uabc.mx> el método científico se utiliza para resolver problemas específicos, utilizando diversas herramientas disponibles y se caracteriza por manejar conocimientos científicos, los cuales los cuales se han obtenido por el método y pueden volver a someterse a prueba, lo que permite se enriquezca y se superan.

De acuerdo con Tamayo (2000), el método científico tiene como elementos fundamentales los conceptos y las hipótesis que cuentan con su carácter sistemático.

Los conceptos, como toda ciencia tienen su sistema conceptual, son construcciones lógicas que se crean a partir de impresiones de los sentidos y experiencias.

La hipótesis indica lo que se anda buscando, cuando se analizan los hechos de una teoría, y se caracteriza por ser conceptual clara, tener referentes empíricos, por ser específica y porque debe estar relacionada con técnicas disponibles.

#### **4.1.2- Método matemático.**

De acuerdo con Mendieta (2005), el método matemático, es el genético que indica el origen del objeto, se dice que una de las primeras nociones del ser humano es la noción de la cantidad, cuando el ser humano no se da cuenta de que está aplicando un procedimiento científico, como cuando compra cantidades para obtener nociones derivadas, de importancia, de valor económico y de capacidad.

Por lo tanto, en este trabajo de investigación se utilizara el método matemático para obtener los resultados debido a que se realizan cálculos para resolver las variables que existen en las preguntas de investigación.

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

En esta investigación documental se tiene un enfoque cuantitativo de acuerdo con Mendieta (2005), que una vez que se tenga que comprobar algo se acude a los números los cuales confirmarán lo supuesto. Y de acuerdo con Hernández y Cols (2005) se da la posibilidad de generalizar los resultados más ampliamente, además de que se tiene control sobre los fenómenos y un punto de vista de conteo y magnitud.

#### **4.2.1- Alcance de la investigación.**

Existen diferentes alcances de una investigación como son, el exploratorio, el descriptivo y por ultimo el correlacional, en la presente investigación se utilizo el estudio descriptivo, por lo que Hernández y Cols (2005), Dice los estudios descriptivos describen hechos, situaciones o eventos, dichos estudios buscan la manera de especificar las propiedades, así como las características principales de los seres humanos o de fenómenos que se encuentren en estudio y tiene como objetivo la recopilación de datos de diferentes aspectos , como son, las dimensiones o partes de que conforman al fenómeno que se desee analizar.

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

Como las investigaciones pueden ser de tipo experimental y no experimentales, para fines de esta investigación se realizan las investigaciones no experimentales, ya que su enfoque son hipótesis que ya existen y que están descritas en revistas, libros y/o páginas electrónicas y esta se divide en transversal o transeccional y longitudinal.

Para la presente investigación es de tipo transversal y según Hernández y Cols (2005), estas investigaciones sólo recolectan datos en un momento y en un tiempo. Y se dividen en exploratorios, descriptivos y correlacionales casuales. Que para la presente investigación se realiza un estudio descriptivo que de acuerdo con Hernández y Cols (2005), el estudio descriptivo tiene como objetivo la recopilación de datos de diferentes aspectos, como son, dimensiones o partes de que conforman a un fenómeno.

#### **4.4. Instrumentos de recopilación de datos.**

De acuerdo con Hernández y Cols (2005), se establece que en el caso del enfoque cuantitativo, se recurre a varios tipos de cuestionarios y recopilación de datos con lo que se construye un análisis estadístico para esto se tienen que seguir una serie de pasos, primeramente se elige uno o varios instrumentos de recopilación, estos dependerán del planteamiento del problema y de los alcances de la investigación.

La investigación podrá ser documental o electrónica, la cual debe tener confiabilidad y validez, la documentación puede ser extraída de libros o revistas, así como la electrónica de páginas en Internet revisando siempre que sea confiable.

La investigación de campo, debe consistir en hacer un recorrido por el lugar donde se pretende hacer la investigación para conocer físicamente el lugar y conocer sus características como el tipo de suelo, clima, flora y fauna.

En esta investigación se utilizaron programas que están registrados y de gran confiabilidad, como son el Autocad, Opus Ole, Word y Excel.

#### **4.5. Descripción del procedimiento de investigación.**

En esta investigación se realizaron varios pasos, primeramente se buscó el tema, una vez encontrado se comenzó con la recopilación de los datos se elaboro una introducción del tema, Luego se procedió al planteamiento del problema, los objetivos generales y específicos, las preguntas de investigación, justificación, y sus delimitaciones, para la obtención de estos datos se recurrió a la investigación documental.



Para el desarrollo de los capítulos uno, dos, tres, cuatro y cinco se realizaron investigaciones de campo así como electrónicas y en libros así como la utilización de programas de cómputo como son Autocad, Sicompu , Word y Excel.

## CAPÍTULO 5

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se realizará una descripción del proceso constructivo del camino Cupuancillo – La Peña, del tramo carretero km 6+000 – km 7+000.02, así como se realizará el presupuesto del tramo.

Este proceso constructivo se desarrolla en varias etapas como es trazo y nivelación, cortes y terraplenes, bases, riego de impregnación y riego de sello.

#### 5.1. Trazo y nivelación.

El trazo y nivelación, se realizan trabajos de marcar ejes del camino así como, niveles para la realización de los cortes y terraplenes con la utilización de equipos topográficos como el nivel y tránsito y la utilización de estacas, cal y herramienta menor.

#### 5.2. Terreno natural.

Se realizará la escarificación del terreno retirando toda la materia vegetal unos 20 centímetros de profundidad para posteriormente ser extendido, humedecido y compactado a un 95% de su peso volumétrico seco máximo (P.V.S.M.)



Imagen 5.1. Terreno natural del camino.

### 5.3. Base cementada.

De acuerdo con Estrada (2008), la base debe estar compuesta por material pétreo con un agregado máximo de 38 mm. (1 ½”) y obtenidas de un banco que contenga gravas bien graduadas (GW) y arenas limosas (SM), este material se transporta a tramo y es descargado en estaciones de 20 metros.

En este proyecto se le aplicó al material de banco cemento Pórtland el cual se utiliza para estabilizar materiales de tipo flexible cuyo objetivo es disminuir la plasticidad del material por estabilizar y este no debe contener una cantidad de materia orgánica mayor del 3% y deben compactarse al 95% mínimo de su peso volumétrico seco máximo (P.V.S.M.), a continuación se muestra la localización del banco donde se obtuvieron los materiales.

CROQUIS DE LOCALIZACION DE BANCOS DE MATERIAL

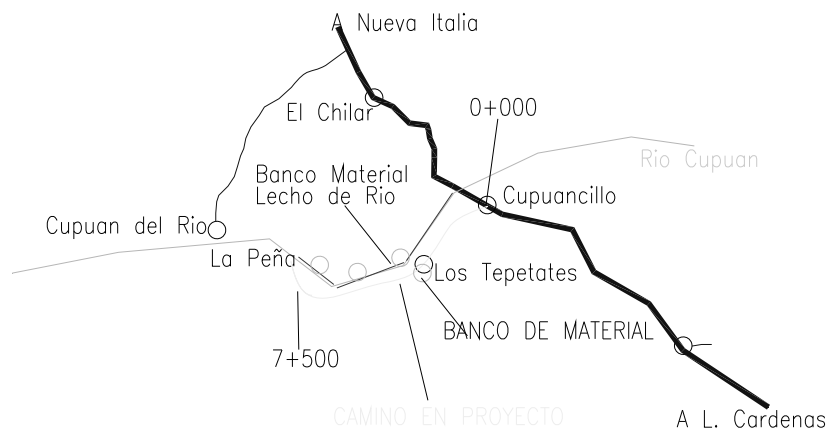


Imagen 5.2. Localización de los bancos de material.

El material será acamellonado en las orillas y en la parte exterior de las curvas, donde será tendido con una máquina motoconformadora incorporándole el

agua necesaria para su compactación por medio de riegos y mezclados sucesivos para obtener la humedad y homogeneidad en la granulometría después será tendido uniformemente, y se compactará con un rodillo vibratorio quedando de un espesor de 17 centímetros compactos.



Imagen 5.3.tendido de base cementada.



Imagen 5.3.tendido y compactado de base cementada.

#### 5.4. Riego de impregnación.

De acuerdo con N-CTR-CAR-1-04-004/00 de la SCT, el riego de impregnación consiste en la aplicación de un material asfáltico, sobre una capa de material pétreo como base del pavimento, con objeto de impermeabilizarla y favorecer la adherencia entre ella y la carpeta asfáltica. El material utilizado es una emulsión, ya sea de rompimiento lento o especial para impregnación, o bien un asfalto rebajado. Su aplicación puede omitirse si la capa por construir encima es de una carpeta asfáltica mayor o igual a 10 centímetros.

La maquinaria para la aplicación del riego de impregnación, será la petrolizadora la cual será capaz de establecer una temperatura constante, un flujo uniforme del material asfáltico sobre la superficie por cubrir, en anchos variables y en dosificaciones controladas; estar equipadas con odómetro, medidores de presión dispositivos adecuados para la medición del volumen aplicado y termómetro para medir la temperatura del material asfáltico dentro del tanque; y contar con una bomba y barras de circulación completas, que puedan ajustarse verticalmente y lateralmente.



Imagen 5.4. Aplicación del riego de impregnación.

El riego de impregnación no será aplicado cuando la superficie tenga agua, cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo, cuando la velocidad del viento impida la aplicación uniforme, cuando la temperatura de la superficie sobre la cual será aplicado esté por debajo de los 15 grados Celsius.

Después de aplicado el riego de impregnación deberá quedar cerrado a la circulación un periodo de 12 horas.

### **5.5. Riego de sello.**

De acuerdo con la página <http://www.biblioteca.uson.mx> a las carpetas de riego de materiales pétreos se les denominan tratamientos superficiales simples ya sean simples, doble o triple.

Un tratamiento superficial simple se designa como carpeta de un riego cuando se construye directamente sobre la capa de la base del pavimento, y se denomina riego de sello cuando se coloca sobre una carpeta existente.

La construcción de una carpeta de un riego implica la colocación de una carpeta totalmente nueva que aunque muy simple tiene las mismas funciones que cualquier otra de mejor tipo, con la diferencia de que agrega resistencia estructural al pavimento, por lo cual las capas superiores deben diseñarse para que por si solas absorban los esfuerzos normales producidos por el tránsito.

El riego de sello en cambio, implica un mejoramiento de la carpeta existente sea de reciente construcción o no, por lo que es muy usada en trabajos de conservación o reconstrucción.

Existen 3 tipos de aplicación de de tratamientos superficiales para la elaboración de una carpeta asfáltica.

1. Tratamiento superficial simple.- Sobre la base del pavimento ya conformada, compactada, impregnada y seca, se da un riego del producto asfáltico del tipo FR-3 a razón de 1.5 a 2.0 litros/m<sup>2</sup>, e inmediatamente se cubre con material pétreo núm. 3 A (clasificado entre las mallas de 3/8 “a núm. 8) a razón de 6-8 litros / m<sup>2</sup>; se rastrea para uniformizar la superficie y se compacta con plancha liviana de 5 a 8 ton. de su peso, pudiéndose abrir al tránsito unos días después, debiendo barrerse de la superficie el material pétreo sobrante para evitar que se vaya a formar ondulaciones en la carpeta. Esta carpeta asfáltica es aconsejable para tránsito superior a 200 vehículos / día, en zonas de alta precipitación pluvial conviene colocar un tratamiento superficial doble, para mayor eficiencia y mayor durabilidad del pavimento.
  
2. Tratamiento superficial doble.- Sobre la base del pavimento ya conformada, compactada, impregnada y seca, se da un riego del producto asfáltico del tipo FR-3 a razón de 2.0 litros/m<sup>2</sup>, e inmediatamente se cubre con material pétreo núm. 2 (clasificado entre las mallas de 1/2 “y 1/4”) a razón de 12-14 litros / m<sup>2</sup>; se rastrea para uniformizar la superficie y se compacta con plancha liviana de 5 a 8 ton. de su peso, dos o tres días después se barre y se le da un nuevo riego del producto asfáltico del tipo FR-3 a razón de 1.5 a 2.0 litros/m<sup>2</sup>, e inmediatamente se cubre con material pétreo núm. 3 B (clasificado entre las mallas de 1/4” y Núm. 8), se rastrea para uniformizar la superficie y se compacta con plancha liviana de 5 a 8 ton. de su peso pudiéndose abrir al tránsito tres días después, debiendo barrerse de la superficie el material pétreo sobrante para evitar que se vaya a formar

3. Tratamiento superficial triple.- Sobre la base del pavimento ya conformada, compactada, impregnada y seca, se da un riego del producto asfáltico del tipo FR-3 a razón de 2.5 litros/m<sup>2</sup>, e inmediatamente se cubre con material pétreo núm. 1 (clasificado entre las mallas de 1 "y 1/2") a razón de 20-22 litros / m<sup>2</sup>; se rastrea para uniformizar la superficie y se compacta con plancha liviana de 5 a 8 ton. de su peso, dos o tres días después se barre el material pétreo sobrante y se coloca una carpeta de dos riegos sobre esta, quedando así terminada la carpeta de tres riegos. Esta carpeta asfáltica es aconsejable para tránsito superior a 1000 vehículos / día.

Las carpetas construidas con sistemas de riego deberán cumplir las siguientes

normas:

Granulometría:

GRANULOMETRIA PARA TRATAMIENTOS SUPERFICIALES	
MATERIAL NO.	PORCENTAJE QUE PASA LA MALLA:
0	2"-----100 1 1/2"-----95+ 1"-----5- 1/2"-----0
1	1 1/4"-----100 1"-----95+ 1/2"-----5 1/4"-----0
2	3/4"-----100 1/2"-----95+ 1/4"-----5- Núm.8-----0



3A	1/2"-----100 3/8"-----95+ Núm.8-----10- Núm.40-----2
3B	3/8"-----100 1/4"-----95+ Núm.8-----10- Núm.40-----2-

Permeabilidad.- Las carpetas construidas con sistema de riegos deberán tener un valor máximo de permeabilidad del 10%, efectuándose la prueba inmediatamente después de la carpeta se termine de construir.

### 5.6. Propuesta económica.

El siguiente presupuesto, es una propuesta para este trabajo de investigación, para lo cual se utilizará el programa Siconpu, de donde se obtendrán los análisis de precios unitarios, la explosión de insumos, mano de obra y maquinaria.

A continuación se realizará el catalogo de conceptos que intervendrán en presupuesto del tramo revisión del proceso constructivo del km 6+000 – km 7+000.02 del tramo carretero cupuancillo – la peña, ubicado en el municipio de la huacana, michoacán.



Imagen 5.5.1 tramo carretero Cupuancillo – La peña

**OBRA: PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO CARRETERO CUPUANCILLO - LA PEÑA**

**DEL KM 6+000 -KM 7+000.02 UBICADO EN EL MUNICIPIO DE LA HUACANA, MICHOACÁN**

**PRESUPUESTO**

Num.	Análisis	Descripción	Edif	Volumen	Unidad	Precio Unit	Importe
01	TES01	TRAZO Y NIVELACIÓN TOPOGRÁFICA DEL TERRENO, ESTABLECIENDO EJES Y REFERENCIAS, INCLUYE MATERIALES, MANO DE OBRA EQUIPO.	A	5,000.00	M2	5.91	29,550.00
02	TES02	EXCAVACIÓN EN CORTES Y ADICIONALES EN MATERIAL TIPO "A"	A	1,099.96	M3	89.99	98,985.40
03	TES03	FORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE TERRAPLENES CON MATERIAL PRODUCTO DE CORTES	A	2,066.00	M3	74.32	153,545.12
04	TES04	ELABORACIÓN DE BASE CEMENTADA CON MATERIAL PÉTREO DEL BANCO LOS "TEPETATES" MEZCLADO COM CEMENTO PÓRTLAND CON UN ESPESOR DE 20 CM. DE ESPESOR, INCLUYE COMPACTACIÓN AL 95% PORTER, ACARREO DEL MATERIAL, AGUA Y MANO DE OBRA	A	1,000.00	M3	356.77	356,770.00
05	TES05	SUMINISTRO Y APLICACIÓN PRODUCTO ESTABILIZADOR PARA BASE COMPACTADA AL 95% A BASE DE CEMENTO PÓRTLAND.	A	20,000.00	KG	2.95	59,000.00
06	TES06	SUMINISTRO Y APLICACIÓN RIEGO DE IMPREGNACIÓN, CON EMULSIÓN DE ROMPIMIENTO LENTO PREPARADA CON CEMENTO ASFÁLTICO AC-5, EL RIEGO SERÁ A RAZÓN DE 1.8 LT/M2, INCLUYE: MATERIALES Y MANO DE OBRA.	A	5,000.00	M2	24.46	122,300.00
07	TES07	SUMINISTRO Y APLICACIÓN DE RIEGO DE SELLO ASFÁLTICO DEL TIPO FR-3 A RAZÓN DE 2.0 LTS/M2, INCLUYE: POREO CON MATERIAL PÉTREO NÚM. 3 A (CLASIFICADO ENTRE LAS MALLAS DE 3/8" A NÚM. 8) A RAZÓN DE 8 LTS/M2, PLANCHADO DEL MISMO, BARRIÉNDOSE LA SUPERFICIE MAQUINA	A	5,000.00	M2	25.78	128,900.00
08	TES08	ELABORACIÓN DE CUNETAS CON CONCRETO F´C=150 KG/CM2, CON AGREGADO DE TAMAÑO MÁXIMO DE 19 mm. INCLUYE: MATERIALES Y MANO DE OBRA.	A	500.00	M2	215.26	107,630.00
<b>Total Partida</b>						<b>001</b>	<b>1,056,680.52</b>
<b>Total Frente</b>						<b>01</b>	<b>1,056,680.52</b>
<b>Total Obra</b>						<b>A</b>	<b>1,056,680.52</b>
<b>Total</b>							<b>1,056,680.52</b>

(SON UN MILLÓN CINCUENTA Y SEIS MIL SEISCIENTOS OCHENTA 52/100 M.N.)

OBRA: PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO CARRETERO CUPUANCILLO - LA PEÑA  
DEL KM 6+000 -KM 7+000.02 UBICADO EN EL MUNICIPIO DE LA HUACANA, MICHOACÁN

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

BAS-0001		CONCRETO FC=150 KG/CM2			Unidad	M3		
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Rend.	Porc.	Costo	Importe	
<b>Materiales</b>								
A-0003	CEMENTO GRIS	TON	0.30		457.47	1,530.00		
A-0007	ARENA	M3	0.52		59.80	115.00		
A-0008	GRAVA TRITURADA AGREGADO MAX. 3/4"	M3	0.74		122.10	165.00		
A-0012	AGUA	M3	0.17		5.10	30.00		
			<b>Total</b>			<b>644.47</b>		
<b>Mano de Obra</b>								
B-0018	CUADRILLA No 6 ALBAVIL+4PEO NES	Jor.	0.31	3.20	366.09	1,171.48		
			<b>Total</b>			<b>366.09</b>		
<b>Herramienta y Equipo</b>								
CH0001	REVOLVEDORA DE CONCRETO	Hora	0.50	2.00	19.28	38.55		
CM-01	HERRAMIENTA MENOR	%MO	3.00		10.98	366.09		
			<b>Total</b>			<b>30.26</b>		
					<b>Costo Directo</b>	<b>1,040.82</b>		
					INDIRECTO			%
						<b>1,040.82</b>		%
					FINANCIAMIENTO			%
						<b>1,040.82</b>		%
					CARGO UTILID.			%
						<b>1,040.82</b>		%
					CARGO ADIC.			%
						<b>1,040.82</b>		%
					<b>Precio Unitario</b>		<b>\$1,040.82</b>	

(=== UN MIL CUARENTA PESOS 82/100 M.N. ===)

OBRA: PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO CARRETERO CUPUANCILLO - LA PEÑA  
DEL KM 6+000 -KM 7+000.02 UBICADO EN EL MUNICIPIO DE LA HUACANA, MICHOACÁN

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

BAS-0009		HECHURA DE CIMBRA PARA CUNETAS			Unidad	M2		
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Rend.	Porc.	Costo	Importe	
<b>Materiales</b>								
A-0001	MADERA DE SEGUNDA	PT	4.22		34.27	8.12		
A-0017	ALAMBRE RECOSIDO	KG	0.03		0.63	20.87		
A-0018	CLAVO DE 1/2" A 4"	KG	0.15		3.00	20.00		
A-0020	DIESEL	LT	0.60		3.53	5.89		
			<b>Total</b>			<b>41.43</b>		
<b>Mano de Obra</b>								
B-0015	CUADRILLA No 3 CARPINTERO DE O.N.+PEON	Jor.	0.03	33.33	18.52	617.48		
			<b>Total</b>			<b>18.52</b>		
<b>Herramienta y Equipo</b>								
CM-01	HERRAMIENTA MENOR	%MO	3.00		0.56	18.52		
			<b>Total</b>			<b>0.56</b>		
					<b>Costo Directo</b>	<b>60.51</b>		
					INDIRECTO			14.14%
						<b>60.51</b>		
					FINANCIAMIENTO			0.88%
						<b>60.51</b>		
					CARGO UTILID.			10.08%
						<b>60.51</b>		
					CARGO ADIC.			0.8266%
						<b>60.51</b>		
					<b>Precio Unitario</b>		<b>\$60.51</b>	

(=== SESENTA PESOS 51/100 M.N. ===)

OBRA:PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO CARRETERO CUPUANCILLO - LA PEÑA  
DEL KM 6+000 -KM 7+000.02 UBICADO EN EL MUNICIPIO DE LA HUACANA, MICHOACÁN

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

Clave	Descripcion	Unidad	Cantidad	Rend.	Porc.	Costo	Importe
<p>TES01 TRAZO Y NIVELACIÓN TOPOGRÁFICA DEL TERRENO, ESTABLECIENDO EJES Y REFERENCIAS, INCLUYE MATERIALES, MANO DE OBRA EQUIPO. <span style="float: right;">Unidad M2</span></p>							
<b>Materiales</b>							
A-0001	MADERA DE SEGUNDA	PT	0.05		0.41	8.12	
A-0002	CALHIDRA	TON	0.00		0.16	783.83	
A-0110	HILO	ML	0.50		0.08	0.15	
			<b>Total</b>			<b>0.65</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
B-0013	CUADRILLA No 1 PEON	Jor.	0.00	333.33	0.83	277.00	
B-0017	CUADRILLA No 5 TOPO.+AYUDANTE+PEON	Jor.	0.00	333.33	2.68	894.48	
			<b>Total</b>			<b>3.51</b>	
<b>Herramienta y Equipo</b>							
CM-01	HERRAMIENTA MENOR	%MO	3.00		0.11	3.51	
			<b>Total</b>			<b>0.11</b>	
<b>Otros</b>							
DM-02	MANDO INTERMEDIO	%	10.00		0.35	3.51	
			<b>Total</b>			<b>0.35</b>	
			<b>Costo Directo</b>			<b>4.62</b>	
			<b>INDIRECTO</b>	14.14%		<b>\$0.65</b>	
						<b>5.27</b>	
			<b>FINANCIAMIENTO</b>	0.88%		<b>0.05</b>	
						<b>5.32</b>	
			<b>CARGO UTILID.</b>	10.08%		<b>0.54</b>	
						<b>5.86</b>	
			<b>CARGO ADIC.</b>	0.8266%		<b>0.05</b>	
						<b>5.91</b>	
			<b>Precio Unitario</b>			<b>\$5.91</b>	

(=== CINCO PESOS 91/100 M.N. ===)

OBRA:PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO CARRETERO CUPUANCILLO - LA PEÑA  
DEL KM 6+000 -KM 7+000.02 UBICADO EN EL MUNICIPIO DE LA HUACANA, MICHOACÁN

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

Clave	Descripcion	Unidad	Cantidad	Rend.	Porc.	Costo	Importe
<p>TES02 EXCAVACIÓN EN CORTES Y ADICIONALES EN MATERIAL TIPO "A" <span style="float: right;">Unidad M3</span></p>							
<b>Mano de Obra</b>							
B-0013	CUADRILLA No 1 PEON	Jor.	0.16	6.25	44.32	277.00	
B-0017	CUADRILLA No 5 TOPO.+AYUDANTE+PEON	Jor.	0.00	666.67	1.34	894.48	
			<b>Total</b>			<b>45.66</b>	
<b>Herramienta y Equipo</b>							
CH0003	CAMION VOLTEO MERCEDEZ BENZ	HORA	0.07	14.01	19.80	277.25	
CH0006	CARGADOR CAT	HORA	0.01	178.57	1.96	350.50	
CH0008	TRACTOR	HORA	0.01	200.00	3.00	600.50	
			<b>Total</b>			<b>24.76</b>	
			<b>Costo Directo</b>			<b>70.42</b>	
			<b>INDIRECTO</b>	14.14%		<b>\$9.25</b>	
						<b>80.37</b>	
			<b>FINANCIAMIENTO</b>	0.88%		<b>0.71</b>	
						<b>81.08</b>	
			<b>CARGO UTILID.</b>	10.08%		<b>8.17</b>	
						<b>89.25</b>	
			<b>CARGO ADIC.</b>	0.8266%		<b>0.74</b>	
						<b>89.99</b>	
			<b>Precio Unitario</b>			<b>\$89.99</b>	

(=== OCHENTA Y NUEVE PESOS 99/100 M.N. ===)

OBRA:PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO CARRETERO CUPUANCILLO - LA PEÑA  
DEL KM 6+000 -KM 7+000.02 UBICADO EN EL MUNICIPIO DE LA HUACANA, MICHOACÁN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Rend.	Porc.	Costo	Importe
TES03	FORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE TERRAPLENES CON MATERIAL PRODUCTO DE CORTES	Unidad	M3				
<b>Materiales</b>							
A-0012	AGUA	M3	0.20		6.00	30.00	
			<b>Total</b>	<b>Materiales</b>	<u>6.00</u>		
<b>Mano de Obra</b>							
B-0013	CUADRILLA No 1 PEON	Jor.	0.16	6.25	44.32	277.00	
B-0017	CUADRILLA No 5 TOPO.+AYUDANTE+PEON	Jor.	0.00	666.67	1.34	894.48	
			<b>Total</b>	<b>Mano de Obra</b>	<u>45.66</u>		
<b>Herramienta y Equipo</b>							
CH00010	RODILLO VIBRATORIO	HORA	0.01	113.64	3.73	424.11	
CH0004	MOTONIVELADORA	HORA	0.01	172.41	2.64	455.02	
CH0005	CAMION PIPA	HORA	0.00	1,136.36	0.13	153.32	
			<b>Total</b>	<b>Herramienta y Equipo</b>	<u>6.50</u>		
			<b>Costo Directo</b>		<u>58.16</u>		
			<b>INDIRECTO</b>	14.14%	<u>\$8.22</u>		
					<u>66.38</u>		
			<b>FINANCIAMIENTO</b>	0.88%	<u>0.58</u>		
					<u>66.96</u>		
			<b>CARGO UTILID.</b>	10.08%	<u>6.75</u>		
					<u>73.71</u>		
			<b>CARGO ADIC.</b>	0.8266%	<u>0.61</u>		
					<u>74.32</u>		
			<b>Precio Unitario</b>		<u>\$74.32</u>		

(=== SETENTA Y CUATRO PESOS 32/100 M.N. ===)

OBRA:PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO CARRETERO CUPUANCILLO - LA PEÑA  
DEL KM 6+000 -KM 7+000.02 UBICADO EN EL MUNICIPIO DE LA HUACANA, MICHOACÁN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Rend.	Porc.	Costo	Importe
TES04	ELABORACIÓN DE BASE CEMENTADA CON MATERIAL PETREO DEL BANCO LOS "TEPETATES" MEZCLADO COM CEMENTO PORTLAND CON UN ESPESOR DE 20 CM. DE ESPESOR, INCLUYE COMPACTACIÓN AL 95% PORTER,ACARREO DEL MATERIAL, AGUA Y MANO DE OBRA	Unidad	M3				
<b>Materiales</b>							
A-0010A	MATERIAL DE BANCO PARA BASE	M3	1.30		221.00	170.00	
A-0012	AGUA	M3	0.20		6.00	30.00	
			<b>Total</b>	<b>Materiales</b>	<u>227.00</u>		
<b>Mano de Obra</b>							
B-0013	CUADRILLA No 1 PEON	Jor.	0.16	6.25	44.32	277.00	
B-0017	CUADRILLA No 5 TOPO.+AYUDANTE+PEON	Jor.	0.00	666.67	1.34	894.48	
			<b>Total</b>	<b>Mano de Obra</b>	<u>45.66</u>		
<b>Herramienta y Equipo</b>							
CH00010	RODILLO VIBRATORIO	HORA	0.01	113.64	3.73	424.11	
CH0004	MOTONIVELADORA	HORA	0.01	171.23	2.66	455.02	
CH0005	CAMION PIPA	HORA	0.00	1,136.36	0.13	153.32	
			<b>Total</b>	<b>Herramienta y Equipo</b>	<u>6.52</u>		
			<b>Costo Directo</b>		<u>279.18</u>		
			<b>INDIRECTO</b>	14.14%	<u>\$39.47</u>		
					<u>318.65</u>		
			<b>FINANCIAMIENTO</b>	0.88%	<u>2.80</u>		
					<u>321.45</u>		
			<b>CARGO UTILID.</b>	10.08%	<u>32.40</u>		
					<u>353.85</u>		
			<b>CARGO ADIC.</b>	0.8266%	<u>2.92</u>		
					<u>356.77</u>		
			<b>Precio Unitario</b>		<u>\$356.77</u>		

(=== TRESCIENTOS CINCUENTA Y SEIS PESOS 77/100 M.N. ===)

OBRA:PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO CARRETERO CUPUANCILLO - LA PEÑA  
DEL KM 6+000 -KM 7+000.02 UBICADO EN EL MUNICIPIO DE LA HUACANA, MICHOACÁN

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Rend.	Porc.	Costo	Importe
<p>TES05 SUMINISTRO Y APLICACIÓN PRODUCTO ESTABILIZADOR PARA BASE COMPACTADA AL 95% A BASE DE CEMENTO PORTLAND. Unidad KG</p>							
<b>Materiales</b>							
A-0003	CEMENTO GRIS	TON	0.00		1.53	1,530.00	
			<b>Total</b>		1.53		
<b>Mano de Obra</b>							
B-0013	CUADRILLA No 1 PEON	Jor.	0.00	400.00	0.69	277.00	
			<b>Total</b>		0.69		
<b>Herramienta y Equipo</b>							
CM-01	HERRAMIENTA MENOR	%MO	3.00		0.02	0.69	
			<b>Total</b>		0.02		
<b>Otros</b>							
DM-02	MANDO INTERMEDIO	%	10.00		0.07	0.69	
			<b>Total</b>		0.07		
			<b>Costo Directo</b>		2.31		
			INDIRECTO	14.14%	\$0.33	%	
			FINANCIAMIENTO	0.88%	2.64	%	
			CARGO UTILID.	10.08%	0.02	%	
			CARGO ADIC.	0.8266%	2.66	%	
					0.27	%	
					2.93	%	
					0.02	%	
					2.95	%	
			<b>Precio Unitario</b>			<b>\$2.95</b>	

(== DOS PESOS 95/100 M.N. ==)

OBRA:PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO CARRETERO CUPUANCILLO - LA PEÑA  
DEL KM 6+000 -KM 7+000.02 UBICADO EN EL MUNICIPIO DE LA HUACANA, MICHOACÁN

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Rend.	Porc.	Costo	Importe
<p>TES06 SUMINISTRO Y APLICACIÓN RIEGO DE IMPREGNACIÓN CON EMULSIÓN DE ROMPIENTO LENTO PREPARADA CON CEMENTO ASFÁLTICO AC-5. EL RIEGO SERÁ A RAZÓN DE 1.8 LT/M2, INCLUYE: MATERIALES Y MANO DE OBRA. Unidad M2</p>							
<b>Materiales</b>							
A--01	EMULSION ASFALTICA ROMPIENTO LENTO	LT	1.89		13.06	6.91	
			<b>Total</b>		13.06		
<b>Mano de Obra</b>							
B-0003	AYUDANTE	Jor.	0.00	333.33	0.83	277.00	
			<b>Total</b>		0.83		
<b>Herramienta y Equipo</b>							
CH00010	RODILLO VIBRATORIO	HORA	0.00	500.00	0.85	424.11	
CH00012	BARREDORA	HORA	0.00	1,000.00	0.26	264.04	
CH0003	CAMION VOLTEO MERCEDEZ BENZ	HORA	0.01	100.00	2.77	277.25	
CH0007	PETROLIZADORA	HORA	0.00	227.27	1.27	288.04	
CM-01	HERRAMIENTA MENOR	%MO	3.00		0.02	0.83	
			<b>Total</b>		5.17		
<b>Otros</b>							
DM-02	MANDO INTERMEDIO	%	10.00		0.08	0.83	
			<b>Total</b>		0.08		
			<b>Costo Directo</b>		19.14		
			INDIRECTO	14.14%	\$2.71	%	
			FINANCIAMIENTO	0.88%	21.85	%	
			CARGO UTILID.	10.08%	0.19	%	
			CARGO ADIC.	0.8266%	22.04	%	
					2.22	%	
					24.26	%	
					0.20	%	
					24.46	%	
			<b>Precio Unitario</b>			<b>\$24.46</b>	

(== VEINTE Y CUATRO PESOS 46/100 M.N. ==)

OBRA:PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO CARRETERO CUPUANCILLO - LA PEÑA  
DEL KM 6+000 -KM 7+000.02 UBICADO EN EL MUNICIPIO DE LA HUACANA, MICHOACÁN

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

TES07

SUMINISTRO Y APLICACIÓN DE RIEGO DE SELLO ASFÁLTICO DEL TIPO FR-3 A RAZÓN DE 2.0 LTS/M2. INCLUYE: POREO CON MATERIAL PÉTREO NÚM. 3 A (CLASIFICADO ENTRE LAS MALLAS DE 3/8" A NÚM. 8) A RAZÓN DE 8 LTS/M2, PLANCHADO DEL MISMO, BARRIDO DE LA SUPERFICIE MAQUINA

M2

Clave	Descripcion	Unidad	Cantidad	Rend.	Porc.	Costo	Importe
<b>Materiales</b>							
A--02	MATERIAL PETREO 3-A	LT	8.00		2.40	0.30	
A--03	RIEGO ASFALTICO TIPO FR-3	LT	2.00		11.56	5.78	
			<b>Total</b>			<b>13.96</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
B-0004	CUADRILLA 4 AYUDANTES	JOR	0.00	1,388.89	0.80	1,108.00	
			<b>Total</b>			<b>0.80</b>	
<b>Herramienta y Equipo</b>							
CH00010	RODILLO VIBRATORIO	HORA	0.00	500.00	0.85	424.11	
CH00012	BARREDORA	HORA	0.00	1,000.00	0.26	264.04	
CH0003	CAMION VOLTEO MERCEDEZ BENZ	HORA	0.01	100.00	2.77	277.25	
CH0007	PETROLIZADORA	HORA	0.01	200.00	1.44	288.04	
CM-01	HERRAMIENTA MENOR	%MO	3.00		0.02	0.80	
			<b>Total</b>			<b>5.34</b>	
<b>Otros</b>							
DN-02	MANDO INTERMEDIO	%	10.00		0.08	0.80	
			<b>Total</b>			<b>0.08</b>	
			<b>Costo Directo</b>			<b>20.18</b>	
			INDIRECTO	14.14%		<b>\$2.85</b>	%
						23.03	
			FINANCIAMIENTO	0.88%		<b>0.20</b>	%
						23.23	
			CARGO UTILID.	10.08%		<b>2.34</b>	%
						25.57	
			CARGO ADIC.	0.8266%		<b>0.21</b>	%
						25.78	
			<b>Precio Unitario</b>			<b>\$25.78</b>	

(=== VEINTE Y CINCO PESOS 78/100 M.N. ===)

OBRA:PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO CARRETERO CUPUANCILLO - LA PEÑA  
DEL KM 6+000 -KM 7+000.02 UBICADO EN EL MUNICIPIO DE LA HUACANA, MICHOACÁN

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

TES08

ELABORACIÓN DE CUNETAS CON CONCRETO F' C=150 KG/CM2, CON AGREGADO DE TAMAÑO MÁXIMO DE 19 mm. INCLUYE:

M2

Clave	Descripcion	Unidad	Cantidad	Rend.	Porc.	Costo	Importe
<b>Materiales</b>							
A-0012	AGUA	M3	0.12		3.60	30.00	
ACBAS-0001	CONCRETO F' C=150 KG/CM2	M3	0.11		114.49	1,040.82	
ACBAS-0009	HECHURA DE CIMBRA PARA CUNETAS	M2	0.20		12.10	60.51	
			<b>Total</b>			<b>130.19</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
B-0014	CUADRILLA No 2 ALBAÑIL+PEON	Jor.	0.05	20.00	30.87	617.48	
B-0017	CUADRILLA No 5 TOPO.+AYUDANTE+PEON	Jor.	0.00	300.30	2.98	894.48	
			<b>Total</b>			<b>33.85</b>	
<b>Herramienta y Equipo</b>							
CM-01	HERRAMIENTA MENOR	%MO	3.00		1.02	33.85	
			<b>Total</b>			<b>1.02</b>	
<b>Otros</b>							
DN-02	MANDO INTERMEDIO	%	10.00		3.39	33.85	
			<b>Total</b>			<b>3.39</b>	
			<b>Costo Directo</b>			<b>168.45</b>	
			INDIRECTO	14.14%		<b>\$23.81</b>	%
						192.26	
			FINANCIAMIENTO	0.88%		<b>1.69</b>	%
						193.95	
			CARGO UTILID.	10.08%		<b>19.55</b>	%
						213.50	
			CARGO ADIC.	0.8266%		<b>1.76</b>	%
						215.26	
			<b>Precio Unitario</b>			<b>\$215.26</b>	

(=== DOSCIENTOS QUINCE PESOS 26/100 M.N. ===)

**EXPLOSIÓN DE INSUMOS**

**OBRA: PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO CARRETERO CUPUANCILLO - LA PEÑA  
DEL KM 6+000 - KM 7+000.02 UBICADO EN EL MUNICIPIO DE LA HUACANA MICHOACÁN**

Clave	Descripcion	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
<b>Materiales</b>						
A-0001	MADERA DE SEGUNDA	PT	8.12	672.00	5,456.64	0.62
A-0002	CALHIDRA	TON	783.83	1.00	783.83	0.09
A-0003	CEMENTO GRIS	TON	1,530.00	36.45	55,760.85	6.38
A-0007	ARENA	M3	115.00	28.60	3,289.00	0.38
A-0008	GRAVA TRITURADA AGREGADO MAX. 3/4"	M3	165.00	40.70	6,715.50	0.77
A-0010A	MATERIAL DE BANCO PARA BASE	M3	170.00	1,300.00	221,000.00	25.28
A-0012	AGUA	M3	30.00	682.55	20,476.50	2.34
A-0017	ALAMBRE RECOSIDO	KG	20.87	3.00	62.61	0.01
A-0018	CLAVO DE 1/2" A 4"	KG	20.00	15.00	300.00	0.03
A-0020	DIESEL	LT	5.89	60.00	353.40	0.04
A---01	EMULSION ASFALTICA ROMPIENTO LENTO	LT	6.91	9,450.00	65,299.50	7.47
A-0110	HILO	ML	0.15	2,500.00	375.00	0.04
A---02	MATERIAL PETREO 3-A	LT	0.30	40,000.00	12,000.00	1.37
A---03	RIEGO ASFALTICO TIPO FR-3	LT	5.78	10,000.00	57,800.00	6.61
				<b>Materiales</b>	<b>449,672.83</b>	<b>51.44</b>
<b>Mano de Obra</b>						
B-0003	AYUDANTE	Jor.	277.00	15.00	4,155.00	0.48
B-0004	CUADRILLA 4 AYUDANTES	JOR	1,108.00	3.60	3,988.80	0.46
B-0013	CUADRILLA No 1 PEON	Jor.	277.00	731.55	202,640.35	23.18
B-0014	CUADRILLA No 2 ALBAÑIL+PEON	Jor.	617.48	25.00	15,437.00	1.77
B-0015	CUADRILLA No 3 CARPINTERO DE O.N.+PEON	Jor.	617.48	3.00	1,852.44	0.21
B-0017	CUADRILLA No 5 TOPO.+AYUDANTE+PEON	Jor.	894.48	22.91	20,496.06	2.34
B-0018	CUADRILLA No 6 ALBAÑIL+4PEONES	Jor.	1,171.48	17.19	20,134.81	2.30
				<b>Mano de Obra</b>	<b>268,704.46</b>	<b>30.74</b>
<b>Herramienta y Equipo</b>						
CH0001	REVOLVEDORA DE CONCRETO	Hora	38.55	27.50	1,060.13	0.12
CH00010	RODILLO VIBRATORIO	HORA	424.11	46.98	19,925.03	2.26
CH00012	BARREDORA	HORA	264.04	10.00	2,640.40	0.30
CH0003	CAMION VOLTEO MERCEDEZ BENZ	HORA	277.25	178.54	49,499.42	5.61
CH0004	MOTONIVELADORA	HORA	455.02	17.82	8,109.73	0.92
CH0005	CAMION PIPA	HORA	153.32	2.70	413.67	0.05
CH0006	CARGADOR CAT	HORA	350.50	6.16	2,159.00	0.24
CH0007	PETROLIZADORA	HORA	288.04	47.00	13,537.88	1.53
CH0008	TRACTOR	HORA	600.50	5.50	3,302.63	0.37
CM-01	HERRAMIENTA MENOR	%M0	3.00	2,352.36	7,057.08	0.80
				<b>Herramienta y Equipo</b>	<b>107,704.96</b>	<b>12.20</b>
<b>Otros</b>						
DM-02	MANDO INTERMEDIO	%	10.00	5,642.50	56,425.00	6.39
				Otros	56,425.00	6.39
				<b>Total Obra</b>	<b>882,507.25</b>	
				<b>Grand Total</b>	<b>882,507.25</b>	



	REVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL KM 6+000 – KM 7+000.02 DEL	FECHA DE INICIO:	
		01-Ene-09	
	TRAMO CARRETERO CUPUANCILLO – LA PEÑA, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE LA	FECHA DE TERMINACIÓN:	
		28-Feb-09	
	HUACANA, MICHOACÁN.	PLAZO DE EJECUCIÓN:	
		59	

**PROGRAMA CANDELARIZADO DE LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

No.	CONCEPTO	IMPORTES												IMPORTES TOTALES	
		ANO:	2009												
		MES:	ENERO	FEBRERO	MARZO										
		SEMANA:													
TES01	TRAZO Y NIVELACIÓN TOPOGRÁFICA DEL TERRENO, ESTABLECIENDO EJES Y REFERENCIAS, INCLUYE MATERIALES, MANO DE OBRA EQUIPO.	CANTIDAD	2627.12	2372.88										5,000.00	
		BARRA													
		IMPORTE	15526.27	14023.73										\$ 29,550.00	
TES02	EXCAVACIÓN EN CORTES Y ADICIONALES EN MATERIAL TIPO "A"	CANTIDAD	471.411	628.549										1,099.96	
		BARRA													
		IMPORTE	42422.31	56563.09										\$ 98,985.40	
TES03	FORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE TERRAPLENES CON MATERIAL PRODUCTO DE CORTES	CANTIDAD	688.67	1377.33										2066.00	
		BARRA													
		IMPORTE	51181.71	102363.41										\$ 153,545.12	
TES04	ELABORACIÓN DE BASE CEMENTADA CON MATERIAL PÉTREO DEL BANCO LOS "TEPETATES" MEZCLADO COM CEMENTO PÓRTLAND CON UN ESPESOR DE 20 CM. DE ESPESOR, INCLUYE COMPACTACIÓN AL 95% PORTER, ACARREO DEL MATERIAL, AGUA Y MANO DE OBRA	CANTIDAD	333.33	666.67										1000.00	
		BARRA													
		IMPORTE	118923.33	237846.67										\$ 356,770.00	
TES05	SUMINISTRO Y APLICACIÓN PRODUCTO ESTABILIZADOR PARA BASE COMPACTADA AL 95% A BASE DE CEMENTO PÓRTLAND.	CANTIDAD	6666.67	13333.33										20000.00	
		BARRA													
		IMPORTE	19666.67	39333.33										\$ 59,000.00	
TES06	SUMINISTRO Y APLICACIÓN RIEGO DE IMPREGNACIÓN, CON EMULSIÓN DE ROMPIMIENTO LENTO PREPARADA CON CEMENTO ASFÁLTICO AC-5, EL RIEGO SERÁ A RAZÓN DE 1.8 LT/M2, INCLUYE: MATERIALES Y MANO DE OBRA.	CANTIDAD	1000.00	4000.00										5000.00	
		BARRA													
		IMPORTE	24460.00	97840.00										\$ 122,300.00	
TES07	SUMINISTRO Y APLICACIÓN DE RIEGO DE SELLO ASFÁLTICO DEL TIPO FR-3 A RAZÓN DE 2.0 LTS/M2, INCLUYE: POREO CON MATERIAL PÉTREO NÚM. 3 A (CLASIFICADO ENTRE LAS MALLAS DE 3/8" A NÚM. 8) A RAZÓN DE 8 LTS/M2, PLANCHADO DEL MISMO, BARRIÉNDOSE LA SUPERFICIE MAQUINA	CANTIDAD	1000.00	4000.00										5000.00	
		BARRA													
		IMPORTE	25780.00	103120.00										\$ 128,900.00	
TES08	ELABORACIÓN DE CUNETAS CON CONCRETO F' C=150 KG/CM2, CON AGREGADO DE TAMAÑO MÁXIMO DE 19 mm. INCLUYE: MATERIALES Y MANO DE OBRA.	CANTIDAD	100.00	400.00										500.00	
		BARRA													
		IMPORTE	21526.00	86104.00										\$ 107,630.00	
IMPORTE DE ESTA HOJA		\$	319,486.29	\$	737,194.23								\$	1,056,680.52	
IMPORTE ACUMULADO HASTA LA HOJA ANTERIOR															
IMPORTE ACUMULADO HASTA ESTA HOJA		\$	319,486.29	\$	1,056,680.52									\$	1,056,680.52

## CONCLUSIONES

En el presente trabajo de investigación del procedimiento constructivo del tramo carretero del km 6+000 – AL km 7+000.02 del tramo carretero Cupuancillo – La Peña, ubicado en el municipio de la Huacana, Michoacán se llega al las siguientes conclusiones.

Se puede observar que el proceso constructivo que se siguió en cuanto a la utilización de la maquinaria y mano de obra fue la adecuada, así como los materiales empleados para la formación de la base (materiales del banco los tepetates y cemento para la estabilización de la misma), y riego de sello con material tipo FR 3A.

Como se puede observar en el capítulo 3 de esta investigación pagina no. 63 y 64 en la imagen no. 3.5 y 3.6 se puede observar la falta de mantenimiento de las cunetas, las cuales se encuentran azolvadas, con material producto de derrumbes provocando la obstrucción libre del agua hacia los lavaderos y alcantarillas provocando que el agua corra por la carpeta o se produzcan encharcamiento y como se puede observar en la imagen no. 3.4 el camino ya presenta deterioro notable en la carpeta por lo que se requiere un mantenimiento continuo de la limpieza de las cunetas así como tapar los baches que ya existen, evitando así un deterioro mayor de la carpeta.

Se puede decir que se lograron los objetivo en esta investigación ya que se cumplieron, pues se pudo ver que el proceso constructivo se dio de manera adecuada, así como se definió qué es un camino, las partes que lo componen, los lineamientos que se deben seguir para su construcción, dependiendo del tipo de camino, su proceso constructivo, y cabe mencionar que también se debe tener

cuidado en su mantenimiento para que el camino se conserve en buenas condiciones, dándole su mantenimiento periódicamente como es la limpieza de cunetas, contracunetas, alcantarillas, así como mantenimiento del arroyo vehicular, etc.

## BIBLIOGRAFIA

Arias rivera (1984)

Cuaderno de comportamiento de suelos

Facultad de ingeniería UNAM.

Hernández Sampieri, Roberto y cols (2005)

Metodología de la investigación.

Ed. Mc. Gran h. II. México.

Mier S., José Alfonso (1987)

Introducción a la ingeniería de caminos

UMSNH. México.

Mendieta Alatorre, Ángeles. (2005)

Métodos de Investigación y manual Académico.

Ed. Porrúa. México.

Olivera Bustamante, Fernando. (2006)

Estructuración de vías Terrestres (2da Edición).

Ed. Continental. México.

Secretaría de comunicaciones y transportes (SCT) (1974)

Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras.

México.

Tamayo Tamayo, Mario (2000)

El Proceso de la Investigación Continua.

Ed. Limusa. México.

## **OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN**

<http://www.emexico.gob>

<http://www.mexicodiplomatico.org>

<http://www.mapasmexico.net>

<http://alpha.rec.uabc.mx>

<http://www.biblioteca.uson>

<http://www.arqhys>

<http://definicion.de>

<http://alpha.rec.uabc>

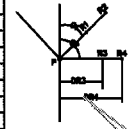
POLIGONAL DE REFERENCIA

Nº 0 CAD. X Y Z

NO EXISTE

REFERENCIAS DEL TRAZO

PTD. REFERENCIAL (P)	ANGULOS (°) A LA DERECHA PROLONGACION TANGENTE ATRAS Y DISTANCIA DE P O R
PI	0+072.708 222°24'56" 17.287
PI	0+150.298 248°52'20" 18.784
PI	0+457.857 310°42'22" 18.307
PI	0+642.857 43°44'08" 17.814
PI	0+772.488 333°11'13" 14.217

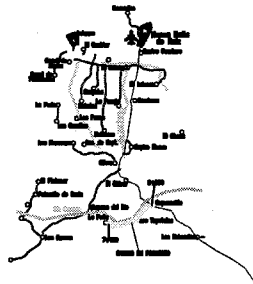


GEOMETRIA DE ALINEAMIENTO HORIZONTAL

CURVA	PC o TE		EC		PI o PST		CE		PT o ET	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
					PST=0+000.00					
1	PC=0+081.40				PI=0+072.06				PT=0+104.50	
2	PC=0+144.895				PI=0+166.44				PT=0+186.90	
3	PC=0+669.01				PI=0+651.73				PT=0+683.88	
4	PC=0+756.04				PI=0+756.04				PT=0+807.04	
5	PC=0+900.00				PI=1+051.49				PT=1+180.49	

CURVA	Δt	Δα	G <sub>o</sub>	R <sub>o</sub>	St	St <sub>o</sub>	L <sub>o</sub>	θ <sub>e</sub>	L <sub>e</sub>	X <sub>o</sub>	Y <sub>o</sub>	k	p
C1	135° 00'		100'	100'	1.5	2.3							
C2	135° 00'		100'	100'	1.5	2.3							
C3	135° 00'		100'	100'	1.5	2.3							
C4	135° 00'		100'	100'	1.5	2.3							
C5	135° 00'		100'	100'	1.5	2.3							

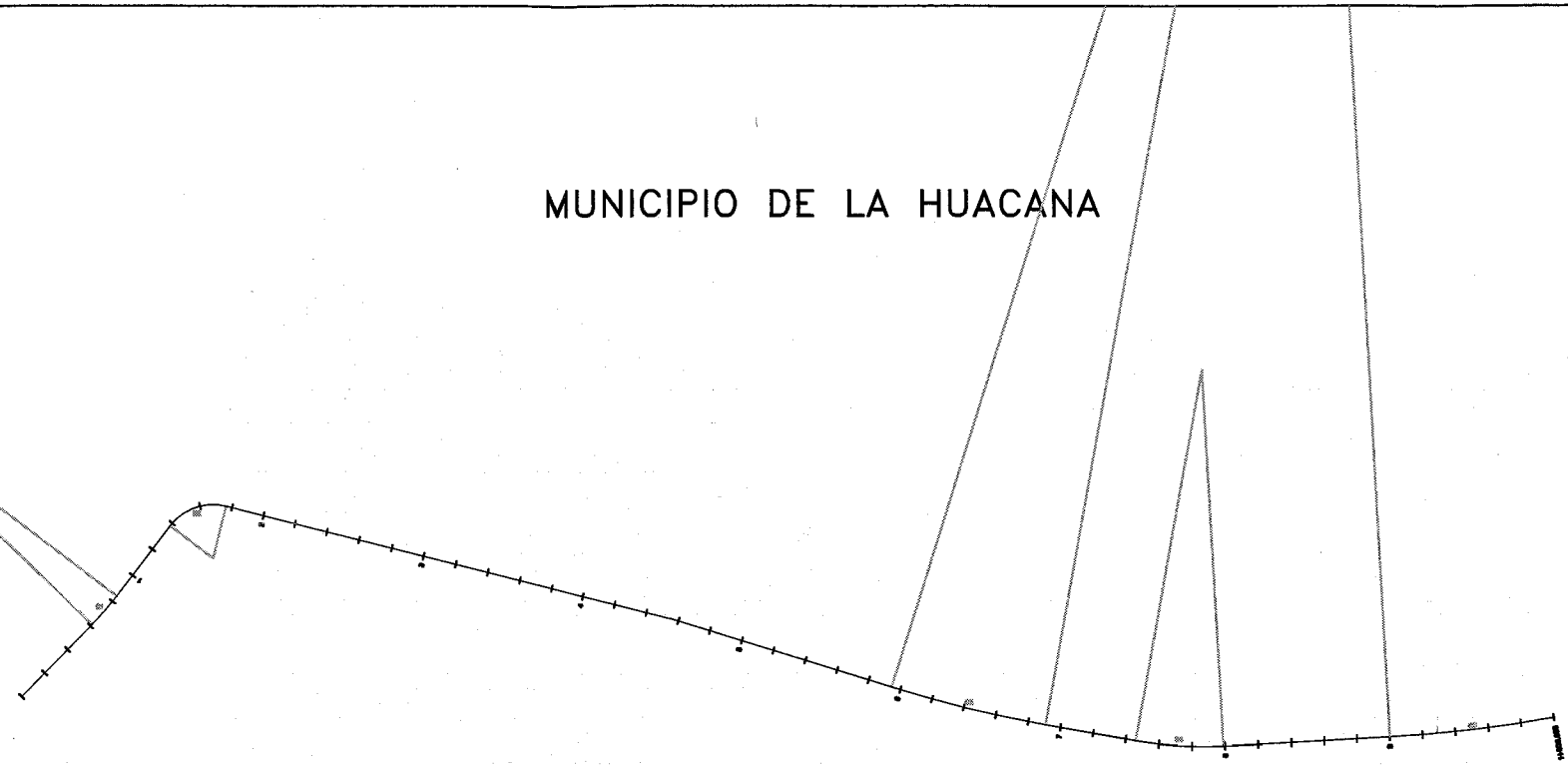
CROQUIS DE LOCALIZACION



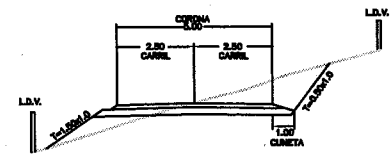
DATOS DE PROYECTO

TRANSITO (DPA)	---	AÑO 2003 A= B= C=	
CARRETERA TIPO	"E"	VELOCIDAD DE PROYECTO	40 KPH
CURVATURA MAXIMA	80 °	PENDIENTE GOBERNADORA	1.0 %
ANCHO DE CORONA	5.00 m	ANCHO DE CALZADA	5.00 m
ESP. SUELO-CEMENTO	0.17 m	PENDIENTE MAXIMA	8.0 %

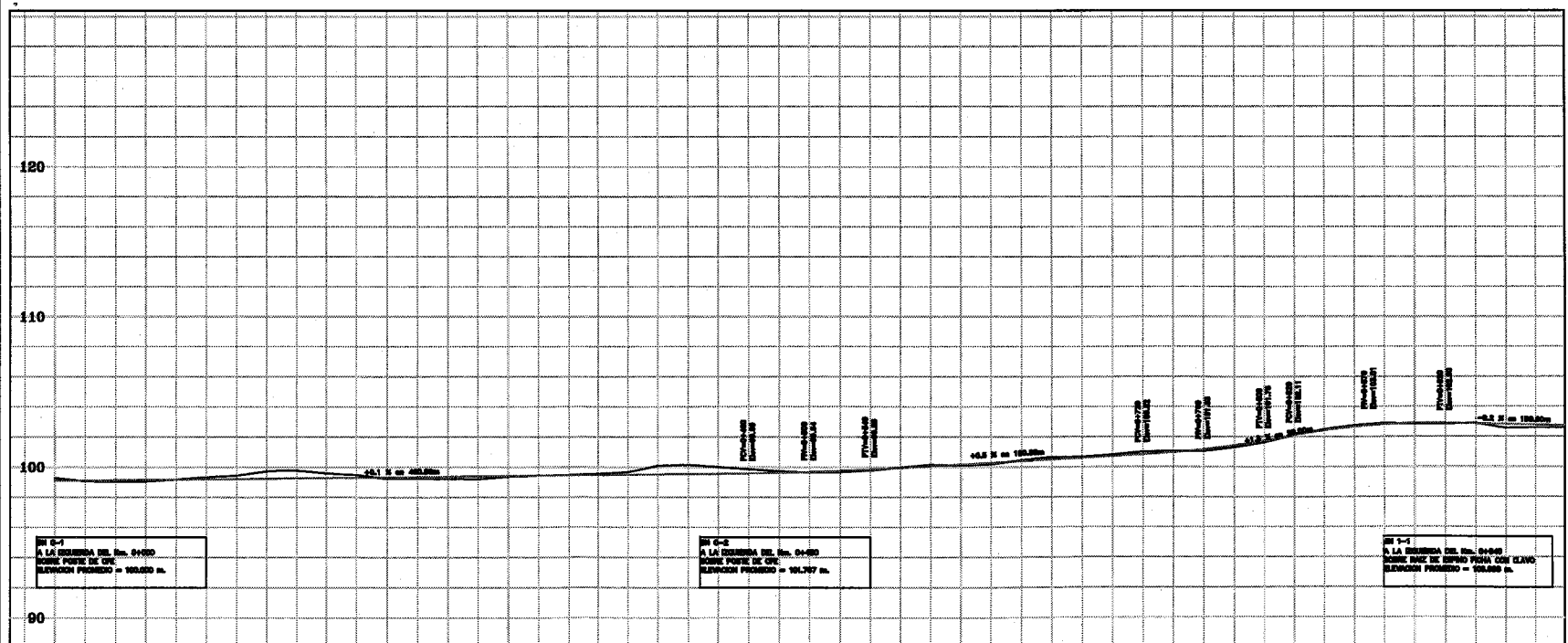
MUNICIPIO DE LA HUACANA



SECCION TIPO



ALTERNATIVA SUPERFICIE SUPERFICIE DE SUELO-CEMENTO DE 0.17m  
 ESPESOR EN METROS  
 SUPERFICIE (PUNTO) EN CORTE EN TERRAPLEN  
 SUELO-CEMENTO 0.17 0.17



ESTACION	ALTURA (m)
0+000	99.77
0+050	99.88
0+100	99.99
0+150	100.10
0+200	100.21
0+250	100.32
0+300	100.43
0+350	100.54
0+400	100.65
0+450	100.76
0+500	100.87
0+550	100.98
0+600	101.09
0+650	101.20
0+700	101.31
0+750	101.42
0+800	101.53
0+850	101.64
0+900	101.75
0+950	101.86
1+000	101.97

OBRA PROPUESTA  
 TUBO DE 91 CM.  
 CL = 0+500  
 NORMAL EN TANGENTE

OBRA PROPUESTA  
 TUBO DE 91 CM.  
 CL = 0+930  
 NORMAL EN TANGENTE